

57. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Tagungsband

*„Nachhaltigere Tierernährung: Erfolgreiche Fütterung,
Ökonomie, Biodiversität und Umwelt im Einklang“*

10. Oktober 2019 in Grub/Poing



Herausgeber:

Katrin Harms 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 978-3-9816116-6-3

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Übersichtsvorträge

Leiber F Moderne Nutztierfütterung und Nachhaltigkeit – ein Widerspruch?	1
Südekum K-H Zukunftsfähige Nutztierfütterung ohne Lebensmittelkonkurrenz	7
Isselstein J Vielfalt versus Futter – Kann auf artenreichem Grünland ein hochwertiges Futter erzeugt werden?	12
Vinzent B, <u>Gandorfer M</u> , Demmel M Abgestufte Intensitäten in der Futtererzeugung – Welche Möglichkeiten eröffnet die Digitalisierung in der Futtererzeugung	17
Jais C Trends in Haltungssystemen für Schweine - Ergebnisse aus sieben Jahren Versuche mit unkupierten Ferkeln	23
Cielejewski H Ammoniakemissionen aus Versuchen in der Schweinehaltung	33
Preißinger W Praxiserfahrungen zur Umsetzung der stark N/P-reduzierten Fütterung	40
Kozel M, <u>Pieringer E</u> Schweinehaltung im ökologischen Landbau	51
<u>Loges R</u> , Reinsch T, Malisch C, Poyda A, Mues S, Kluß C, Taube F Öko-effiziente Weidemilcherzeugung Lindhof: Leistungen und ökologische Effekte – erste Ergebnisse	53
Dufter P Erfahrungen zur abgestuften Nutzungsintensität beim Grünland in Milchkuhbetrieben	57
Höhensteiger M Ausgleich der Stoffstrombilanz in rinderhaltenden Betrieben	62
<u>Pries M</u> , Schuster H Fütterungskonzepte heute und morgen	68

Fütterungsstrategien und Futtermittel

Heinz S, Rupp F, Mayer F, Kuhn G Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland	77
Steinberger S Wiederbelebung der Beweidung auf der Mittelhut/Hochrhön sichert die Artenvielfalt	83
Marthold D, Jens S, Scheidemann C, Plateau-Gonthier J Etablierung einer routinemäßigen Einstreubehandlung mit Milchsäurebakterien und fibrolytischen Enzymen zur Reduktion von NH ₃ Emissionen im Milchziegenbetrieb auf Tiefstreu	87
Schneider M, Auerbach H, Eklund M, Spiekers H Einfluss von Trockenmasse, Siliermittel und Verdichtungstechnik auf Mikrobiologie und aerobe Stabilität von Zuckerrübenpressschnitzelsilage	91
Millimonka A Nachhaltigkeit - können Siliermittel einen Beitrag leisten?	96
Honig A, Spiekers H, Windisch W, Götz K-U, Schuster M, Ettle T Veränderung der Schlachtkörperzusammensetzung im Wachstumsverlauf in Abhängigkeit von der Energiedichte der TMR bei Fleckvieh-Bullen	102
Schneider S, Brunlehner, E-M Nährstoffangepasste Schweinefütterung als Kern eines nachhaltigen Systemansatzes auf Betriebsebene: Rückblick auf die ersten zwei Jahre des Verbundprojektes "demonstration farms"	110
Puntigam R, Slama J, Brugger D, Winkler V, Gierus M Einfluss der Trocknung von erntefeuchtem Körnermais und Weizen bei unterschiedlicher Temperatur und Trocknungsdauer auf die KOH-Löslichkeit des Rohproteins	119

Eiweißversorgung

Spiekers H, Losand B, Stamer E, Glatz-Hoppe J Beurteilung der nXP-Versorgung der Milchkuh am Milcheiweiß	127
Bauer J, Parys C Ethyl-cellulose rumen-protected methionine supplementation during the transition phase and in early lactation shows positive effects on the liver function, immune system, and oxidative stress of dairy cows	132
Inhuber V, Windisch W, Spiekers H, Ettle T Einfluss einer Ergänzung der Milchviehration mit pansengeschütztem Methionin und Lysin bei abgesenkter RNB auf Milchleistung und Futteraufnahme	138
Hovenjürgen M Pansengeschützte Aminosäuren bei Milchkuhen - Effekte einer Zulage von Methionin und Lysin in der Praxis	145

Futtermittelzusatzstoffe und Diätfuttermittel

Kratz R, Dansen O, Asmussen S, Potthast C Der Einfluss von Lysolecithin auf Leistungsparameter von Sauen und Ferkeln	150
Potthast C, Friedrich J, Kratz R, Potthast V, Kroismayr A Potential of specific lignocellulose for modulation of ruminal pH-value in dairy cows	158
Lambertz C, Leopold J, Damme K, Vogt-Kaute W, Ammer S, Leiber F Einsatz einer ökokonformen Riboflavinquelle bei langsam wachsenden Mastbroilern	162
Stemmer F Immunglobuline aus dem Ei als Prophylaxe gegen Durchfall bei Aufzuchtälbern	168
Von Hebel H-B, Gravemeyer S Einfluss eines Polyphenolproduktes auf ausgewählte Parameter bei Weißfleischälbern	171
Kröger I, Wilhelm M, Ten Doeschate R, Van Hout M Höhere Leistung bei stark P-reduzierter Fütterung mit Phytase 4a19	177
Möddel A, Wilhelm M, Geueke L, Durst L Einfluss eines phytogenen Futterzusatzstoffes auf die Futteraufnahme, Milchleistung und -parameter von Milchkühen	182
Marthold D, Scheidemann C, Piron A Einfluss einer <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (CNCM I-1077) Supplementation auf Panseneffizienz und Pansengesundheit bei temporärem Weidegang von Milchkühen unter Praxisbedingungen	187
Oguey C & Peisker M <i>Pichia guilliermondii</i> yeast - a novel ingredient for animal feed in the post-antibiotic era	192
Lückstädt C & Hutter C Dietary sodium diformate and monolaurate - impact against intestinal Gram-positive bacteria in sows during lactation - a short review	197
Ocasio-Vega C, Horn K, Bargo F, Steinruck U The impact of an <i>Aspergillus oryzae</i> -derived additive on milk production in dairy cows	201
Manière A, Reindl F, Druhet L-S, Thys B Analyse des Saponingehalts von Bockshornkleesamen (<i>Trigonella foenum-graecum</i>) aus verschiedenen Quellen	207
Manière A, Reindl F, Thys B; Callis P Supplementierung eines Extraktes von Bockshornkleesamen (<i>Trigonella faenum-graecum</i>) in Färsen und Bullenälbern verbessert die Schmackhaftigkeit von Mineralfutter	212
Gallo A, Bani P, Bertuzzi T, Faas J, Doupovec B, Taschl I, Nies W Positiver Effekt eines Mykotoxindeaktivators auf die Milchgerinnung beim Einsatz von mit Fusarium Mykotoxinen (DON, FUM) kontaminierter TMR	216

Loibl P & Wiemann M Effekt der Kombination von Benzoesäure mit ätherischen Ölen auf die Leistungen von Mastschweinen	219
---	-----

Mineralstoffe und Spurenelemente

Preißinger W, Propstmeier G, Scherb S Unterschiedliche Kalziumgehalte im Mineralfutter bei phosphorreduzierter Fütterung in der Schweinemast - Auswirkungen auf Futterraufnahme, Leistung und Schlachtkörperqualität	224
---	-----

Preißinger W, Propstmeier G, Scherb S Reduzierung des Phosphors im Mineralfutter für Mastschweine - Auswirkungen auf Futterraufnahme, Leistung, und Schlachtkörperqualität	233
---	-----

Roméo A, Mathé D, Alpár B, Horváth R, N T R Monteiro A , Plattner J Consequences of reducing copper levels in the diet of weaned piglets	238
---	-----

Davin R, Link Y C, Wall S-C, Molist F Effekt eines teilweisen oder vollständigen Ersatzes von Kupfersulfat durch Kupferbisglycinat auf die Leistung von abgesetzten Ferkeln	242
--	-----

Nachgereichter Beitrag

Geßner D K, Schneider L, Löwenstein F, Reiner G, Möddel A, Eder K Wirkungen eines hopfen- und magnesiumhaltigen Kombinationspräparates auf die Inzidenz von Caudophagie-assoziierten Verletzungen bei Ferkeln	248
--	-----

Autorenverzeichnis	255
--------------------	-----

Werbepartner	257
--------------	-----

Moderne Nutztierfütterung und Nachhaltigkeit - ein Widerspruch?

Florian Leiber

Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), 5070 Frick, Schweiz

Einleitung

Die Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere ist eines der zentralen Themen der Gegenwart für die Nachhaltigkeit in der Lebensmittelproduktion. Die Produktion der Futtermittel erfordert Ressourcen (Ackerflächen und Grünland, Düngemittel, Energie) und ruft direkte Emissionen, v.a. über die Düngemittel und den Energieverbrauch hervor. Bei der Mischung der Futtermittel kommt weiterer Ressourcenverbrauch, insbesondere durch die Beimischung von Mineralstoffen, hinzu. Die Fütterung kann, abhängig von der Balance der Nährstoffe, in erheblichem Ausmass die Emissionen durch die Tiere und ihre Ausscheidungen beeinflussen (Methan und weitere Klimagase wie Lachgas, Stickstoff- und Phosphorverbindungen, die ins Grund- und Oberflächenwasser gelangen).

Mit diesen Umweltwirkungen muss sich die tierhaltende Landwirtschaft auseinandersetzen, und der Begriff „moderne Nutztierfütterung“ muss sich auf das Ziel beziehen, so sparsam wie möglich mit den Ressourcen umzugehen, und Emissionen so weit wie möglich zu reduzieren. Dies beinhaltet einerseits die wissenschaftlich basierte Formulierung von Rationen, welche optimal auf die Leistungsansprüche, den von Genotyp und physiologischem Status abhängigen Bedarf und damit verbunden die Tiergesundheit abgestimmt sind. Optimierte Phasenfütterung bei Monogastriern sowie individuell exakt bestimmte und zugeteilte Rationen z.B. für Milchkühe oder Zuchtsauen sind dabei die wichtigsten Ansätze, die unbestritten sind und zunehmend eingesetzt werden. Der Begriff „Precision Livestock Farming“ (PLF) drückt den Anspruch aus, der an solche Ansätze heutzutage gestellt wird.

Die Frage nach der Minimierung der Umweltwirkungen durch die Fütterung kann jedoch nicht nur über optimale Rationen beantwortet werden, sondern muss sich in einer ganzheitlicheren Betrachtung auch auf eine optimale Landnutzung beziehen. Dazu gehört die nachhaltige und effiziente Nutzung von Grünland durch Wiederkäuer, die Flächenbezogenheit der Produktion mit Monogastriern, die Verwendung regionaler und betriebseigener Futtermittel und, wo dies nicht möglich ist, die Reduktion des Tierbesatzes. Bei näherer Betrachtung ist letzteres, also die Beschränkung der Tierzahlen ein unumgängliches Element der Nachhaltigkeit in der modernen Tierproduktion.

Nicht zuletzt gehört zum Anspruch einer modernen Tierhaltung auch eine wissenschaftlich basierte Position zum Tierwohl. Wissenschaftliche Fundierung sollte bei diesem Thema neben agrarwissenschaftlichen Disziplinen auch auf die Verhaltensbiologie und die Ethik bezogen sein. Auch die Fütterung kann, wie nachfolgend gezeigt werden soll, in einer verhaltensbiologischen und ethischen Perspektive angeschaut werden, was dann zu Positionen führen mag, die mit Effizienzparadigmen in deutlichem Konflikt stehen. Daraus resultieren Widersprüche und Zielkonflikte zwischen Nachhaltigkeitszielen und ethischen Ansprüchen an das Tierwohl. Diese Dilemmata bringen auch die Nutztierwissenschaften von der Moderne in die Postmoderne, in welcher eine positivistisch lineare Problemlösung gar nicht mehr möglich scheint. Sich dieser Widersprüchlichkeit anzunehmen und damit aus dem rein agrarwissenschaftlichen Kontext herauszutreten, dürfte eine der schwerwiegenden Aufgaben auch für die Tierernährung der Zukunft sein.

Rationsgestaltung

Eine optimale Nährstoffzusammensetzung der Rationen, angepasst an den physiologischen Status der Tiere, ihren Genotyp und die Leistungsanforderungen ist ein wichtiger Bestandteil nachhaltiger Fütterung, weil so Ressourceneffizienz (z.B. in Bezug auf Stickstoff und Phosphor) erreicht werden und Emissionen reduziert werden können. Die zeitlich synchronisierte Verfügbarkeit von abbaubarem Protein und Energie im Pansen von Wiederkäuern ist ebenso entscheidend für die Nährstoffeffizienz wie z.B. die optimale Aminosäurezusammensetzung im Futter für Monogastrier. Diese Zusammenhänge werden seit vielen Jahrzehnten beachtet.

Dabei sind auch die individuelle Anpassung von Kraftfutter für Milchkühe oder die Phasenfütterung bei Monogastriern, welche im Sinne des PLF zunehmend mit Hilfe elektronischer Sensortechnologien und Tiersteuerungen, sowie immer komplexerer mathematischer Modelle verfeinert und individualisiert werden (Wathes et al., 2008), nicht neu. Allerdings müssten die nun verfügbaren elektronischen Kapazitäten auch durch differenziertere biologische Modelle von Futteraufnahme, Verdauung und Verwertung unterfüttert werden. So steht z.B. im Schweizerischen Fütterungssystem für Wiederkäuer die recht komplexe Berechnung des Proteinstoffwechsels im Pansen in geradezu groteskem Missverhältnis zur extrem simplen Schätzung der Futteraufnahme (Agroscope, 2016). Die physiologischen Bedarfswerte werden mit hoher mathematischer Genauigkeit aber geringer biologischer Differenzierung (nach Rasse, Laktationsstadium, Stressfaktoren etc.) geschätzt. Hier scheint es dringend angezeigt zu wesentlichen grösserer biologischer Differenzierung und Dynamik überzugehen, was allerdings mit erheblichen experimentellen Aufwand verbunden wäre. In Frankreich wurde jedoch jüngst ein neues, biologisch komplexeres Fütterungssystem für Wiederkäuer vorgelegt (INRA, 2018).

Auch die Zudosierung von Aminosäuren, Vitaminen, Mineralstoffen und ggf. weiteren Futterzusatzstoffen, sowie deren kontinuierliche experimentelle Überprüfung und Justierung gehören selbstverständlich zur Tierernährung der Gegenwart. Intensiv wird an Rationsgestaltungen für Wiederkäuer gearbeitet, die zu einer Reduktion der Methanbildung beitragen sollen, wobei hier der durchschlagende praktische Erfolg bislang ausbleibt. Der Proteingehalt der Rationen für Monogastrier wird wo möglich durch noch optimalere Zusammensetzung der Aminosäuren reduziert, um Stickstoffemissionen zu reduzieren. Gewissermassen als Kehrwert der Emissionen kann dabei auch vor allem die Effizienz der Futtermittelverwertung eingesetzt werden.

Alle genannten Massnahmen der Rationsgestaltung können als wichtige Elemente einer modernen Tierfütterung betrachtet werden. Dennoch: ungeachtet der Tatsache, dass diesem Rationsansatz nicht der Vorwurf gemacht werden kann, er ignoriere die ökologische Nachhaltigkeit im Sinne von Stoffflüssen, stehen wir mit der landwirtschaftlichen Tierhaltung gegenwärtig immer mehr vor scheinbar unlösbaren Herausforderungen in Bezug auf den Ressourcenverbrauch und die Emissionsproblematik in regionalen wie globalen Dimensionen. Der globale Landverbrauch für die Produktion von Tierfutter steigt, die Eutrophierung der Gewässer und des Grundwassers ist ungelöst (und stellt mithin ein ökologisches Problem von gleicher Dimension wie der Klimawandel dar), und auch eine substanzielle Reduktion der Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung steht noch aus.

Die genannten Probleme haben viele Ursachen; im hier aufgeführten Kontext geht es aber um die Frage: trägt die präzise, wissenschaftlich basierte Rationsgestaltung zur Nachhaltigkeit bei? In Bezug auf den Status Quo lautet die Antwort ja, denn ohne diese wäre die Situation fraglos viel problematischer. Ob aber über die noch bessere Formulierung von Futtermitteln jene Dimensionssprünge der Nachhaltigkeit möglich sind, die wir heute brauchen, darf einem gewissen Pessimismus unterzogen werden.

Landnutzung und Tierernährung

Rund 560 Millionen Hektar Land werden für den Anbau von Tierfutter genutzt; das sind ca. 40 % des weltweiten Ackerlands (Mottet et al., 2017). Von dieser Ackerfläche werden 170 Millionen Hektar direkt für den Anbau von Konzentratfutter für Wiederkäuer genutzt; der direkte Anbau von Monogastrierfutter benötigt 250 Millionen Hektar (hinzukommen ca. 150 Millionen Hektar von denen Nebenprodukte in die Tierernährung fließen). Der Landanspruch für die Produktion von Ackerfutter für Wiederkäuer bzw. Monogastrier liegt also in einer vergleichbaren Dimension; für die Wiederkäuer kommen allerdings 2 Milliarden Hektar genutztes Weideland hinzu. Der Output in Tonnen Nahrungsprotein ist für beide Gruppen fast identisch: 36 Millionen Tonnen Protein von Wiederkäuern und 38 Millionen Tonnen Protein von Schweinen und Geflügel gelangen jährlich in die menschliche Nahrung (Mottet et al., 2017). Damit zeigt sich die enorme Überlegenheit der Monogastrier gegenüber den Wiederkäuern hinsichtlich der Flächeneffizienz.

Eine Antwort darauf könnte sein, aus diesem Grund die Produktion tierischen Proteins weltweit viel stärker Richtung Monogastrier und insbesondere Geflügel zu verschieben (Pelletier und Tyedmers, 2010), was auch zu erwarten ist. Wenn die Wiederkäuer stärker verdrängt werden, werden jedoch die Abhängigkeit der Tierproduktion vom Ackerland, sowie die Konkurrenz zwischen Nahrungs- und Futtermitteln und alle damit in Zusammenhang stehenden Umweltprobleme bei steigender Nachfrage nach Fleisch langfristig verschärft. Allerdings muss diskutiert werden, ob die für Wiederkäuer aktuell benötigte Ackerfläche nicht dennoch viel effizienter für Geflügel genutzt werden könnte und man den Kraftfuttereinsatz im Pansen radikal in Frage stellen müsste.

Gleichzeitig ist die globale Graslandnutzung in vielen Fällen weder nachhaltig noch effizient; so geht z.B. in Zentralasien und China mit hoher Dynamik Weideland durch zu hohen Tierbesatz verloren, ohne dass diese Gegenden einen nennenswerten Beitrag zur Lebensmittelproduktion ausserhalb reiner Subsistenz beitragen würden (Shang et al., 2014). Sowohl in den grossen Weidelandgebieten Chinas (Dickhoefer et al., 2016; Shang et al., 2014), als auch z.B. in Zentralasien (Leiber et al., laufendes Projekt) zeigt sich aber, dass vergleichsweise einfache Verbesserungen beim Weidemanagement und bei der Futterkonservierung, verbunden mit weniger aber effizienter wachsenden Tieren den Fleischertrag aus diesen Regionen erheblich steigern könnten. Diese Massnahmen wären ohne wissenschaftliche Quantensprünge direkt umsetzbar; die Widerstände liegen vielmehr auf politischen und ökonomischen Ebenen. In einer globalen Perspektive erscheint also eine substanzielle Verschiebung von Konzentratfutter weg vom Wiederkäuer hin zu Geflügel und direkter menschlicher Nahrung, verbunden mit erheblichen Anstrengungen für die effizientere Nutzung von Weideland als sehr sinnvoll. Auch in der Europäischen Landwirtschaft müssen wir uns fragen, welchen deutlichen Beitrag wir zu so einem Ansatz leisten können. Zumindest in grünlandbetonten Gegenden wie dem Alpenraum erscheint ein solcher Ansatz nicht abwegig (Leiber et al., 2015, 2017b).

Ein wesentlich radikalerer Ansatz kann unter dem Schlagwort „feed no food“ genannt werden: die Forderung nach dem vollständigen Verzicht auf direkt durch den Menschen verzehrbare Ackerfrüchte in der Tierernährung. In einer globalen Modellrechnung wurde ein solches Szenario für eine hypothetische Weltbevölkerung von 10 Milliarden Menschen mit dem heutigen status quo verglichen (Schader et al., 2015). In diesem Modell wurden nur Weideland, Raufutter aus Ackerfruchtfolgen und Nebenprodukte der Lebensmittelproduktion für die Tierernährung zugelassen; frei-werdendes Ackerland wurde für die Produktion von Hülsenfrüchten und Getreide für den Menschen eingesetzt. Das Resultat des Modells war, dass sich fast alle ökologischen Indikatoren stark verbessern würden und 10 Mrd. Menschen auf dem gleichen Niveau bezüglich Kalorien und Protein ernährt werden könnten, wie die Weltbevölkerung bei guter Verteilung heute. Entscheidend verändert wäre der Anteil tierischen Proteins am Gesamtprotein in der menschlichen Ernährung. Dieser betrüge nur noch 11%; das entspräche für einen Erwachsenen ca. 60g tierisches Protein pro Woche. Im Vergleich zu heute wäre dies ein erheblicher, aber kein totaler Verzicht. Dieses Szenario ist hypothetisch; es zeigt aber, dass die Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere ein Schlüsselfaktor ist, der durchaus auch radikalen

Überlegungen unterzogen werden muss, wenn den Herausforderungen an die ökologische Nachhaltigkeit der globalen Lebensmittelproduktion substantziell begegnet werden soll.

Die Notwendigkeit der besseren Nutzung von Neben- und Abfallprodukten und des effizienteren Recyclings von Nährstoffen bleibt von diesen Überlegungen unbenommen. Der Einsatz von Insekten könnte ein Ansatz sein (Maurer et al., 2015; Leiber et al., 2017a); hier sind allerdings noch viele Fragen offen, insbesondere in Bezug auf die Futtermittelverwertung durch die Insekten selbst. Sehr vielversprechend erscheint auch das Recycling von Stickstoff und Phosphor aus Gülle durch Wasserlinsen (Stadtlander et al., 2019).

Ethische Aspekte der Tierernährung

Ernährungssicherheit ist bei Weitem nicht mehr der einzige Anspruch der in Europa gesellschaftlich an die Landwirtschaft gestellt wird. Neben der ökologischen Nachhaltigkeit und Landschaftsgestaltung spielt insbesondere das Tierwohl eine sehr wichtige Rolle in der gesellschaftlichen Wahrnehmung. Weder die Landwirtschaft selbst noch die Forschung kann sich dem verschließen. Auch die Tierernährung hat wesentliche Tierwohl-relevante Aspekte. Ein Aspekt ist völlig unbestritten: ein Nutztier muss so ausreichend mit adäquatem Futter versorgt werden, dass es keinen Mangel an Nährstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen leidet und dass es keinen verdauungsphysiologischen Schaden nimmt. Ausserdem ist es vor schädlichen Substanzen wie Pathogenen, Giften, Schwermetallen etc. zu schützen.

Damit ist der Tierwohl-Aspekt der Fütterung nicht ausgeschöpft. Zwei weitere Fragen müssen gestellt werden. Erstens: die ausreichende und balancierte Versorgung mit Nährstoffen kann (und muss, in bestimmten Fällen) zwar als Folge der Leistung angeschaut werden, sie funktioniert aber auch als Treiber der Leistung. So lässt sich z.B. über den Proteingehalt in der Milchviehration in gewissem Ausmass die Milchleistung erhöhen, was dann erst sekundär zum Energiemanko führt. Es kann aber die Frage gestellt werden, ob es ethisch richtig ist, immer auf maximale Leistung hin zu füttern, nur weil es funktioniert. Vielmehr lässt sich auch annehmen, dass ein Tier natürlicherweise mit seinem Stoffwechsel ein Optimum anstrebt, das sich vom permanenten Maximum unterscheidet, und es könnte als Tierwohl definiert werden, dieses Optimum anzustreben (Leiber, 2014).

Zweitens: der Vorgang der Futtersuche und des Fressens selbst gehört zu den wesentlichsten Beschäftigungen eines wilden Tieres, insbesondere eines Pflanzenfressers. Es ist anzunehmen, dass hiermit starke Instinkte und daraus resultierende Bedürfnisse und Fähigkeiten verbunden sind. An einem Beispiel der Wiederkäuer soll dies kurz erläutert werden: Es ist vielfach gezeigt worden, dass nur geringe Anteile der essentiellen Linolensäure (C18:3,n-3) aus dem Futter die Pansenfermentation überstehen und absorbiert werden können (Chilliard et al., 2007). Der Anteil der Linolensäure, welcher im Pansen derivatisiert wird, liegt über 90 %, bei intensiver Fütterung sogar über 95 %. Andererseits ist klar, dass sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie z.B. Tannine, die Linolensäure vor der Derivatisierung schützen (Khiaosa-ard et al., 2009). Hinzu kommt breite wissenschaftliche Evidenz dafür, dass Wiederkäuer in der Lage sind, Imbalancen oder toxische Stoffe im Pansen durch gezielte Aufnahme von Futter, welches Gegengifte oder passende Wirkstoffe enthält, auszugleichen (Villalba et al., 2015). Bringt man diese Tatsachen zusammen, ist stark anzunehmen, dass sich in der Evolution der Wiederkäuer von Anfang an die Fähigkeit entwickelt hat, das Vormagen-Mikrobiom durch selektives Fressen so zu steuern, dass z.B. essentielle pflanzliche Nährstoffe vor dem vollständigen Abbau im Pansen geschützt werden. Der Wiederkäuer konnte sich folglich nur entwickeln, weil er starke Mechanismen hat, die ihm die Steuerung seines Vormagens möglich machen. Soweit diese auf Futterwahl beruhen, müssen sie über Geschmackssinn und instinktives Bedürfnis vermittelt sein. Wenn dem Tier in der landwirtschaftlichen Fütterung die Wahlmöglichkeit vorenthalten und die Rationszusammensetzung so strikt wie möglich definiert wird, ist anzunehmen, dass dies einem erheblichen Entzug eines zentralen instinktiven Bedürfnisses gleichkommt. Dies dürfte ähnlich auch für

nicht-Wiederkäuer gelten. Die ethologische Bedeutung der Vielfalt und Wahlmöglichkeit im Futter ist mithin ein wesentliches noch selten bearbeitetes Forschungsfeld (Gregorini et al., 2017) im Kontext der Tierernährung.

Damit sind zwei mögliche Aspekte des Tierwohls im Zusammenhang mit der Fütterung nur skizziert. Auch wenn die Fragen nach Tierwohl und Tierernährung derzeit nicht primär von der Gesellschaft gestellt werden, sollte es im Selbstverständnis der Landwirtschaft und der Tierernährungswissenschaft liegen, sich auch diesen Tierwohlaspekten differenziert zu widmen. Es entsteht dabei allerdings ein Interessenkonflikt mit der im Sinne von Effizienz und ökologischer Nachhaltigkeit angestrebten standardisierten Rationsgestaltung, der sich nur schwer auflösen lässt. Scheinbar am leichtesten lösen lässt sich der Zielkonflikt in Weidesystemen, wo die Wahlmöglichkeit am ehesten zu realisieren ist, und z.B. beim „meal grazing“ (Gregorini et al., 2017) klar zum Konzept gehört.

Postmoderne Nutztierfütterung?

Es zeigt sich, dass die gegenwärtige Nutztierhaltung und damit auch die Fütterung vor allem einen scheinbar gewaltigen Zielkonflikt in Bezug auf die Erwartungen der Europäischen Gesellschaften enthält: Nachhaltigkeit, im Sinne von Ressourcenschutz und niedrigen Emissionen, scheint derzeit weder realisierbar noch mit einer naturnahen Haltung der Tiere, mit Auslauf, Weidegang und Futterwahl voll vereinbar. Und wie im Kapitel „Rationsgestaltung“ angedeutet, sieht es trotz aller technologischen Fortschritte der letzten 150 Jahre überhaupt nicht danach aus, dass sich die aus der Tierhaltung stammenden Probleme reduzieren. Der Autor unterstellt dafür zwei Ursachen: erstens die grundlegende Ignoranz gegenüber dem Problem des „zuviel“ und die mangelnde Bereitschaft über substanzielle Reduktionen der Masse in Tierhaltung, Markt und Fleischkonsum offensiv nachzudenken. Zweitens, weil die Vorstellung, dass Probleme in biologischen Systemen in erster Linie technisch kontrollierbar und lösbar seien, zwar stark einer modernen positivistischen Wissenschaft entsprechen (Leiber, 2006), wir kulturell aber die Moderne längst verlassen haben, und das „moderne“ somit eigentlich einer veralteten Weltsicht entspricht. Zu den gegenwärtigen Problemen und zur gegenwärtigen Gesellschaft gehört die Neudefinition unseres Verständnisses von und Verhältnisses zu Tieren, gehört die Anforderung sich mit Schrumpfung als Gegenentwurf zum Wachstum auseinanderzusetzen, gehören völlig neue Dimensionen der Gerechtigkeitsfrage. Es gehören dazu aber auch neue Vorstellungen von Qualität auf allen Ebenen des Lebens, auch bei der Produktion von Lebensmitteln und beim Essen. Es gehören dazu viel komplexere und weniger lineare Vorstellungen und Modelle von biologischen Prozessen. Precision livestock farming hat hier z.B. beide Möglichkeiten: es kann zu einer besseren Berücksichtigung biologischer Komplexität führen, oder es kann die Vereinfachung zementieren (Wathes et al., 2008).

Die abschliessende These lautet also: moderne Nutztierfütterung hat die Nachhaltigkeitsprobleme nicht gelöst. Wenn die gegenwärtige Ernährungswissenschaft und der ganze landwirtschaftliche Kontext bereit sind, postmodern zu werden, mehr Komplexität und Offenheit im Denken und Handeln zulassen, und ökonomisch endlich die Möglichkeit des Verzichts in Betracht ziehen, dann können Freiheitsgrade entstehen, die Nachhaltigkeit möglich machen.

Literatur

Agroscope, 2016. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch).
<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html>

Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Roul, J., Doreau, M.. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. Eur J Lipid Sci Technol 109:828–855.

- Dickhoefer, U., Bosing, B.M., Hasler, M., Hao, J., Muller, K., Wang, C., Glindemann, T., Tas, B., Gierus, M., Taube, F., Susenbeth, A. 2016. Animal responses to herbage allowance: Forage intake and body weight gain of sheep grazing the Inner Mongolian steppe - Results of a six-year study. *Journal of Animal Science* 94: 2059-2071.
- Gregorini, P., Villalba, J.J., Chilbroste, P., Provenza, F.D. 2017. Grazing management: setting the table, designing the menu and influencing the diner. *Animal Production Science* 57: 1248-1268.
- INRA 2018. INRA Feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands. 640 pp.
- Khiaosa-Ard, R., Bryner, S.F., Scheeder, M.R.L., Wettstein, H.-R., Leiber, F., Kreuzer, M., Soliva, C.R. 2009. Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α -linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. *Journal of Dairy Science* 92:177-188.
- Leiber, F. 2006. Tierernährung im Biolandbau: Wissenschaft zwischen Ideal und Praxis. In: Kreuzer, M., Wenk C., Zuberbühler, C. (Hrsg.) Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, 28:49-64.
- Leiber, F. 2014. Resigning protein concentrates in dairy cattle nutrition: a problem or a chance? *Organic Agriculture* 4:269-273.
- Leiber, F., Dorn, K., Probst, J.K., Isensee, A., Ackermann, N., Kuhn, A., Spengler Neff, A. 2015. Concentrate reduction and sequential roughage offer to dairy cows: effects on milk protein yield, protein efficiency and milk quality. *Journal of Dairy Research* 82:272-278.
- Leiber, F., Gelencsér, T., Stamer, A., Amsler, Z., Wohlfahrt, J., Früh, B., Maurer, V. 2017a. Insect and legume-based protein sources to replace soybean cake in an organic broiler diet: effects on growth performance and physical meat quality. *Renewable Agriculture and Food Systems* 32:21-27.
- Leiber, F., Schenk, I.K., Maeschli, A., Ivemeyer, S., Zeitz, J.O., Moakes, S., Klocke, P., Staehli, P., Notz, C., Walkenhorst, M. 2017b. Implications of feed concentrate reduction in organic grassland-based dairy systems: a long-term on-farm study. *Animal* 11:2051-2060.
- Maurer, V., Holinger, M., Amsler, Z., Früh, B., Wohlfahrt, J., Stamer, A., Leiber, F. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *Journal of Insects as Food and Feed* 2:83-90.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P. 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14:1-8.
- Schader, C., Muller, A., El-Hage Scialabba, N., Hecht, J., Isensee, A., Erb, K.H., Smith, P., Makkar, H.P.S., Klocke, P., Leiber, F., Schwegler, P., Stolze, M., Niggli, U. 2015. Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *Journal of the Royal Society Interface* 12:20150891.
- Shang, Z.H., Gibb, M.J., Leiber, F., Ismail, M., Ding, L.M., Guo, X.S., Long, R.J. 2014. The sustainable development of grassland-livestock systems on the Tibetan plateau: problems, strategies and prospects. *The Rangeland Journal* 36:267-296.
- Stadlander, T., Förster, S., Rosskothén, D., Leiber, F. 2019. Slurry-grown duckweed (*Spirodela polyrhiza*) as a means to recycle nitrogen into feed for rainbow trout fry. *Journal of Cleaner Production* 228:86-93.
- Villalba, J.J., Provenza, F.D., Catanese, F., Distel, R.A. 2015. Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Animal Production Science* 55: 261-271.
- Wathes, C.M., Kristensen, H.H., Aerts, J.M., Berckmans, D. 2008. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? *Computers and Electronics in Agriculture* 64:2-10.

Autorenanschrift:

Dr. Florian Leiber
Departement für Nutztierwissenschaften
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Ackerstrasse 113
5070 Frick, Schweiz
email: florian.leiber@fibl.org

Zukunftsfähige Nutztierfütterung ohne Lebensmittelkonkurrenz

Karl-Heinz Südekum

Institut für Tierwissenschaften, Universität Bonn

Einleitung

Eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist die langfristige und weltweite Ernährungssicherheit („Food Security“) unter Berücksichtigung der Begrenztheit natürlicher Ressourcen – Land, Wasser, verschiedene Rohstoffe – und zunehmender Emissionen sowie weiter zunehmender Erdbevölkerung. Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung wird dabei infolge des hohen Ressourcenverbrauchs und beachtlicher Emissionen kritisch gesehen und es werden zunehmend Alternativen gefordert.

Im vorliegenden Beitrag wird versucht, beispielhaft Wege zu einer „zukunftsfähigen Nutztierfütterung ohne Lebensmittelkonkurrenz“ aufzuzeigen. Um den Prozess auf diesem Weg zu charakterisieren, erscheint es sinnvoll, „ohne Lebensmittelkonkurrenz“ durch „weniger Lebensmittelkonkurrenz“ zu ersetzen, dies ermöglicht auch eine kontinuierliche Veränderung bestehender Systeme der Nutztierfütterung und erhöht die Chance, bei allen Akteuren und Betroffenen Akzeptanz zu erreichen. Dabei greift der Autor als Mitautor auszugsweise vor allem auf sehr gründliche, ausführliche Überlegungen und Ausführungen einer kürzlichen Übersichtsarbeit von Flachowsky et al. (2019) zurück, in der – ausgehend von einer Bestandsaufnahme der traditionellen Erzeugung von essbarem Eiweiß tierischer Herkunft – Möglichkeiten der Vermeidung der Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier, der Reduzierung von Flächen-, Futtermittel- und Lebensmittelverlusten sowie Veränderungen im Verzehrverhalten der Menschen bis hin zur Vermeidung von Überkonsum und Übergewicht und zum gegenwärtigen Stand der Aquakultur analysiert werden. Aus der Fülle dieser Überlegungen wird nachfolgend nur ein Thema anhand zweier Gedankenlinien skizziert: Die Verringerung der Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier durch (1) eine verbesserte Nutzung von Koppelprodukten und (2) eine bessere Nutzung von Dauergrünland („absolutes Grünland“). Beides ist nicht neu, erfordert und verdient aber in einem ersten Schritt eine intensiviertere Wahrnehmung und nachfolgend eine systematische Bearbeitung.

Nutzung von Koppelprodukten

Futtermittel sind die Basis für das Leben der Tiere und sind definiert als Substanzen, die von Tieren verzehrt werden und Voraussetzungen für entsprechende Leistungen (Erhaltungsbedarf, Wachstum, Laktation, Legeleistung, Reproduktion etc.) sind. Sie sind umfassend in der wissenschaftlichen Literatur, in Fachbüchern und in Lehrmaterialien für Landwirte beschrieben. Nach FAO-Statistiken werden beispielsweise etwa 85 % der Weltsojaernte und etwa ein Drittel der Weltgetreideernte in der Tierernährung eingesetzt. Meist wird nicht erwähnt, dass die Futtermittel auch Fraktionen enthalten, die vom Menschen direkt verzehrt werden können. Mit zunehmender Erdbevölkerung und wachsender Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier wird es bedeutungsvoll, diese Fraktionen zu erfassen. Dadurch wird es möglich, den Beitrag der Nutztiere für die Humanernährung (Umwandlung von nicht essbarem Material in essbare Fraktion) besser, d. h. unverzerrter zu erfassen und die diesbezügliche Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier bzw. das „Dilemma der Tierproduktion“ zu vermindern oder gar zu vermeiden (Schader et al., 2015). Der CAST (1999) war die erste Organisation, die eine Quantifizierung des vom Menschen essbaren Anteils (human edible fraction, hef) versuchte zu

erfassen und unterteilte die Futtermittel in drei Gruppen: keinen essbaren Anteil für alle Grobfutter; etwa 20 % Anteil für Ko- bzw. Koppelprodukte und etwa 80 % vom Menschen essbar für Getreide und Leguminosen.

Später entwickelten Wilkinson (2011) und Ertl et al. (2015a, b) dieses CAST-System weiter. Dabei unterscheiden Ertl et al. (2015a) in wenig, mittel oder hoch verfügbare Fraktionen für den Menschen. Die hef-Werte können auf die gesamte Trockenmasse (TM) des Futters, aber auch auf einzelne Fraktionen, z. B. Protein (human edible protein, hep), bezogen werden. Dabei handelt es sich nicht in jedem Fall um streng wissenschaftliche Daten. Sie können aber zu einer Versachlichung der Diskussion um die Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und Tier beitragen. Es erscheint durchaus zweckmäßig, die hef-Fraktionen auch als Merkmale in Futtermitteltabellen aufzunehmen und gegebenenfalls bei der Rationsberechnung zu berücksichtigen. In Fütterungsversuchen mit Milchkühen haben Ertl et al. (z. B. 2015b; 2016), aber auch Eisler et al. (2014), Leiber et al. (2017) und weitere Autoren die Sinnhaftigkeit derartiger Betrachtungen eindrucksvoll demonstriert.

Unter Berücksichtigung der hef-Werte führten Ertl et al. (2016) den Begriff der Netto-Lebensmittelerzeugung durch verschiedene Nutztiere ein. In Weiterentwicklung des „hef-Systems“ kann auch in Ackerland, das ausschließlich zur Erzeugung von Lebensmitteln für die Humanernährung genutzt werden konnte und in Dauergrünland, das zur Lebensmittelerzeugung nur durch Wiederkäuer und andere Pflanzenfresser ohne Nahrungskonkurrenz zum Menschen genutzt werden kann, unterschieden werden. Die hef-Werte von 0 für Getreidestroh (Ertl et al., 2015a) und verschiedene Neben- bzw. Koppel-Produkte unterstreichen die große Bedeutung dieser Stoffe für die Tierernährung. Die effektivere Nutzung von Nebenprodukten des Pflanzenbaus, wie beispielsweise von Getreidestroh, Nebenprodukte des Zuckerrohr-(Bagasse) und -rübenanbaus (Kraut), stellt ebenfalls eine Möglichkeit zur Nutzung potentieller Futtermittel dar. Global wird die jährlich anfallende Menge der Getreide-Nebenprodukte auf etwa 2,8 Mrd. t, die von Zuckerrohr und -rüben auf etwa 0,4 Mrd. t (Lal, 2005) geschätzt.

Die Frage allerdings, inwieweit die rasante Entwicklung der Bioökonomie mit einer Fülle zu erwartender neuer oder modifizierter Verarbeitungsprozesse den Anfall, d. h. die Stoffströme, und die Qualität der Koppelprodukte verändern wird und somit ‚neue‘ oder zumindest stark veränderte Futtermittel entstehen könnten, wird bisher kaum thematisiert oder adressiert, sollte jedoch stärker in den Fokus geraten, was nachfolgend an einem einfachen Beispiel illustriert wird. Die weltweit über Jahre hinweg stark gestiegene Erzeugung von Bioethanol aus Getreide als Treibstoff hat zu Koppelprodukten geführt, die zwar weiterhin den Namen ‚Schlempen‘ tragen, aber wegen der geänderten Zielrichtung im Vergleich zu einer Ethanolerzeugung für Trinkalkohol (stark vereinfacht ausgedrückt: maximale Ausbeute bei Bioethanol versus spezifische Qualität des Alkohols bei Trinkalkohol) zum Teil deutlich veränderte stoffliche Eigenschaften aufweisen. Hierzu gibt es mit dem Schwerpunkt der Verwendung der Schlempen und anderer Koppelprodukte der Biotreibstoffherzeugung in der Tierernährung u. a. eine sehr umfangreiche, lesenswerte Studie, die von der FAO (2012) publiziert wurde.

Geht man noch einen Schritt weiter, dann muss auch die Frage gestellt werden, ob und inwieweit eine veränderte Beschaffenheit von Koppelprodukten der Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe die Produkte tierischer Herkunft beeinflussen und verändern können. Dieser Aspekt soll hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt, aber nicht weiter ausgeführt werden, weil dies zum einen den Rahmen des vorliegenden Beitrags sprengen würde und zum anderen zum derzeitigen Zeitpunkt überwiegend spekulativ wäre.

Mangels anderer Nutzungsmöglichkeiten, oft aber auch wegen Mangels an Arbeitskräften und Transportkapazitäten während der Ernte wird in verschiedenen asiatischen Hauptanbaugebieten von Getreide (überwiegend Reis, aber auch Weizen; Indien und China) das Stroh noch weitgehend mit erheblichen Emissionen verbrannt (Gupta et al., 2004). Neuerdings werden wieder alternative Nutzungsmöglichkeiten, wie unterschiedliche chemisch-physikalische (z.B. AFEX-Verfahren; Blümmel

et al., 2018; Mor et al., 2018) und biologische Behandlungen (Enzyme, Weißfäulepilze; Kumar et al., 2014) zur Futterwerterhöhung von Stroh erprobt und können perspektivisch trotz gegenwärtig noch vorhandener Schwachstellen zur effizienteren Nutzung beitragen. Komplexe Betrachtungen dieser teilweise recht aufwändigen Verfahren, einschließlich entsprechender Öko-Bilanzen (z. B. Flachowsky et al., 1996) erscheinen erforderlich. Zum Einfluss unterschiedlicher Anteile von Nebenprodukten aus Landwirtschaft, Lebensmittel- und Bioenergie-Industrie in der Tierernährung auf den Bedarf an Ackerland für die Erzeugung von essbarem Eiweiß sei auf einen weiteren Beitrag verwiesen (Flachowsky et al., 2017).

Was aber bedeutet eine gleichzeitig verstärkte Produktion biobasierter Industriegrundstoffe für die bisherige umfangreiche Nutzung von Koppelprodukten der ‚klassischen‘ Pflanzenproduktion auf dem Acker (z. B. Stroh, aber auch Koppelprodukte der Lebensmittelverarbeitung wie Kleien) in der Ernährung von Nutztieren? Werden die bisher genutzten Mengen abnehmen, regionale Verschiebungen erfahren oder durch Fortschritte in pflanzlichen Produktionssystemen von der Züchtung bis zur Verarbeitungstechnologie sogar zunehmen? Welche Auswirkungen hat somit die Entwicklung effizienter Produktionssysteme, die u. a. mit dem Ziel der Verbesserung der Nutzung pflanzlicher Biomasse verfolgt werden, auf die Nutztierhaltung? Der für viele industrielle Anwendungen im Fokus stehende Aufschluss von Lignocellulose in Pflanzen ist ein Prozess, der die Nutzung pflanzlicher Biomasse massiv verändern könnte.

Nutzung von Dauergrünland

Die weltweit verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche besteht zu mindestens zwei Dritteln aus ‚permanenten Wiesen und Weiden‘, oder, anders ausgedrückt, aus Grünland unterschiedlichster Qualität und Quantität (FAOSTAT 2010:29 für 2009: „37,7 % der weltweiten Landfläche, das entspricht 4,9 Mrd. ha, gelten als landwirtschaftliche Nutzfläche, 69,4 % oder 3,4 Mrd. ha sind permanente Wiesen und Weiden. 8,6 % oder 1,4 Mrd. ha sind Ackerland; davon sind 10,9 % oder 152 Mio. ha permanente Ackerkulturen“). Es gehört nicht viel Phantasie dazu, zu unterstellen, dass eine nachhaltige Etablierung einer Nutztierfütterung unter weitgehendem Verzicht auf Nahrungskonkurrenz nicht auf die ohnehin unter starker Nutzungskonkurrenz stehenden Ackerflächen beschränkt sein kann. Dies gilt umso mehr, als die Lignocellulose pflanzlicher Zellwände in Pflanzenbeständen auf Grünlandstandorten typischerweise in höheren Konzentrationen vorkommt als in Ackerpflanzen. Verstärkte Anstrengungen zur verbesserten, nachhaltigen Nutzung des Grünlandes werden dabei zum einen dazu führen, dass traditionelle Nutzungsformen auf trockenen Standorten wie etwa die Beweidung von Brachen im Mittelmeerraum zurückgedrängt werden. Andererseits kann erwartet werden, dass eine Nutzung häufig vernachlässigter Grünlandflächen in anderen Regionen auch den effizientesten Nutzern faserreicher pflanzlicher Biomasse, nämlich den Herbivoren – und hier vor allem den Wiederkäuern – zu Gute kommen wird. Dies gilt national und weltweit. National könnte die Umsetzung der Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz „Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen“ (DAFA, 2015) hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten: *„Mit der Forschungsstrategie sollen Ansätze für eine Grünlandnutzung neu gedacht werden, die Wirtschaftlichkeit und Ökosystemleistungen, wie Biodiversität oder Wasserregulierung, miteinander verbindet.“*

Zu einer besseren Wirtschaftlichkeit der Grünlandnutzung in Deutschland könnte auch beitragen, dass aus Grünlandbiomasse mit unterschiedlichen Verarbeitungstechniken proteinreiche Produkte für die Fütterung von Huhn und Schwein hergestellt werden können, etwa durch Fraktionierung, Hitzeagulation und Zentrifugation, Ultrafiltration, Säurefällung aus Presssaft, Pelletierung sowie Trocknung und Trennung. Bereits 1773 wurden erste Proteinfractionen aus Grünlandbiomasse gewonnen (nach Koschuh et al., 2003). In der Praxis fanden potenzielle Verfahren zur Herstellung von Blattproteinkonzentraten etwa Mitte des 20. Jahrhunderts Anwendung (Chayen et al., 1961; Barber et al., 1979). Eine Etablierung in der Fütterung monogastrischer Nutztierspezies erfolgte bisher jedoch

nicht (Nadler et al., 2013). Unverarbeitet weisen Luzerne, Gras und Klee ein hohes Ertragspotenzial auf, erreichen aber aufgrund der geringen TM- und Rohproteingehalte nicht das Rohproteinerntragsniveau der Sojabohne. Im verarbeiteten Zustand liegen Proteinkonzentrate aus Luzerne, Weidelgräsern sowie Klee-Gras-Gemischen bezüglich des Rohproteingehaltes mit Werten von 460-520 g/kg TM annähernd bei den Werten von hochwertigem Sojaextraktionsschrot (545 g/kg TM). Alle Produkte aus Grünlandbiomasse weisen im Vergleich zum Sojaextraktionsschrot ein breites Aminosäurespektrum auf und enthalten alle essentiellen Aminosäuren in einem für Futtermittel geeigneten Maße. Eine Limitierung der Bedarfsdeckung bei Schweinen ergibt sich durch die Untergehalte an Lysin und schwefelhaltigen Aminosäuren. Zur Verbesserung der Ausbeute an Rohprotein innerhalb der Herstellung von Proteinkonzentraten, liegen verschiedenen Optimierungsansätze vor. Beim Arbeitsvorgang der Fraktionierung findet eine Steigerung des Zellaufschlusses über die Nutzung mechanischer, chemisch-physikalischer und/oder biotechnologischer Desintegration statt. Eine Alternative stellt die Doppelpressung und das Überspülen der Pressrückstände mit Wasser dar (Kromus et al., 2002; Nadler et al., 2013). Zudem bietet die Supplementierung mit essentiellen Aminosäuren eine weitere Möglichkeit, die Bedarfsdeckung mit essentiellen Aminosäuren zu gewährleisten. Um die unbefriedigende Datenlage und die resultierenden Unsicherheiten seitens der Landwirte zu beheben, müssen weitere in vivo-Fütterungsversuche durchgeführt werden. Für eine ganzheitliche Betrachtung sollten die praecaecale Verdaulichkeit, die Sensorik und die Praxistauglichkeit im Fokus stehen. Zur Behebung der Lagerungsproblematik in Bezug auf Rohprotein müssen weitere Lagerungs- und Konservierungsverfahren entwickelt werden, die eine Produktion von Produkten aus Grünlandbiomasse in großem Umfang ermöglichen. Für die Produktion von Proteinkonzentraten aus Silage steht die Wissenschaft vor der Aufgabe, entsprechende Technologien zu erarbeiten. Nach derzeitigem Stand ist die Herstellung und Entwicklung proteinreicher Produkten aus Kleearten, wertvollen Futtergräsern und Luzerne aufgrund verschiedener anbautechnischer und gesellschaftspolitischer Aspekte verfolgenswert.

Fazit

Nach Auffassung des Autors kann eine zukunftsfähige Nutztierfütterung ohne Lebensmittelkonkurrenz, oder zumindest mit einer deutlich verminderten Lebensmittelkonkurrenz, nur gelingen, wenn weltweit Koppelprodukte der Lebensmittelerzeugung und -verarbeitung systematischer erfasst, charakterisiert und genutzt werden. Um das Ziel einer verminderten Lebensmittelkonkurrenz zu erreichen, müssen die Koppelprodukte stärker als bisher an Nichtwiederkäuerspezies (Schwein, Geflügel) verfüttert werden und die Ernährung der Wiederkäuer verstärkt vom Grünland erfolgen. Bei Nutzung der Aufwüchse von absolutem Grünland liegt keine Lebensmittelkonkurrenz zum Menschen vor. Hochwertige Grünlandaufwüchse können auch – ohne Lebensmittelkonkurrenz – zu hochwertigen, proteinreichen Konzentraten für Schwein und Geflügel veredelt werden. Das Konzept ist nicht neu, aber die Realisierung mit heute verfügbaren Techniken erfolgt bisher kaum.

Literatur

Barber, R.S., R. Braude, K.G. Mitchell, I.G. Partridge und R.J. Pittman (1979): Value of lucerne juice and grass juice as sources of protein for the growing pig. *Anim. Feed Sci. Technol.* 4, 233-262

Blümmel, M., F. Teymouri, J. Moore, C. Nielson, J. Videto, P. Kodukula, S. Pothu, R. Devulapalli und P. Varijakshapnicker (2018): Ammonia Fiber Expansion (AFEX) as spin off technology from 2nd generation biofuel for upgrading cereal straws and stovers for livestock feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 236, 178-186

CAST (Council for Agricultural Science and Technology) (1999): Animal Agriculture and Global Food Supply. Task Force Report No. 135. CAST, Ames, IA

Chayen, H., R.H. Smith, D. Tristram, und T. Webb (1961): The isolation of leaf components. *J. Sci. Food Agric.* 12, 502-512

- DAFA (Deutsche Agrarforschungsallianz) (2015): Fachforum Grünland. Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen. Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz. DAFA, Braunschweig
- Eisler, M.C., M. Lee, J.F. Tarlton, G.B. Martin, J. Beddington, J. Dungait, H. Greathead, J. Liu, S. Mathew, H. Miller, T. Misselbrook, G.B. Murray, V.K. Vinod, R. van Saun and M. Winter (2014): Steps to sustainable livestock. *Nature* 507, 32-34
- Ertl, P., H. Klocker, S. Hörtenhuber, W. Knaus and W. Zollitsch (2015a): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agric. Syst.* 137, 119-125.
- Ertl, P., Q. Zebeli, W. Zollitsch und W. Knaus (2015b): Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cow and enhanced edible feed conversion ratio. *J. Dairy Sci.* 98, 1225-1233.
- Ertl, P., A. Steinwider, M. Schönauer, K. Krimberger, W. Knaus und W. Zollitsch (2016): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Bodenkultur* 67, 91-103.
- FAO (2012): Biofuel Co-products as Livestock Feed - Opportunities and Challenges. H.P.S. Makkar (Ed.). FAO, Rome
- Flachowsky, G., W.I. Ochrimenko, M. Schneider und G.H. Richter (1996): Evaluation of straw treatment with ammonia sources of growing bulls. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60, 117-130
- Flachowsky, G., U. Meyer und K.-H. Südekum (2017): Land use for edible protein of animal origin – A review. *Animals* 7, 1-19
- Flachowsky, G., U. Meyer und K.-H. Südekum (2019): Protein tierischer Herkunft: Gibt es Alternativen? *Züchtungs-kde.* 91, 178-213
- Gupta, P.K., S. Sahai, N. Singh, D.P. Dixit, C. Sharma, M.K. Tiwari, R.K. Gupta und S.C. Gang (2004): Residue burning in rice-wheat cropping system: Causes and implication. *Current Sci.* 87, 1713-1717
- Koschuh, W., S. Kromus, und C. Krotschek (2003): Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Protein aus Grassäften. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie des Landes Steiermark (Hrsg.), *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 19/2003, 13-46
- Kromus, S., M. Narodoslawsky und C. Krotschek (2002): Grüne Bioraffinerie – Integrierte Grasnutzung als Eckstein einer nachhaltigen Kulturlandschaftsnutzung. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie des Landes Steiermark (Hrsg.), *Berichte aus Energie und Umweltforschung* 18/2002, 117-142
- Kumar, A., V.K. Singh und N.R. Kumar (2014): Utilization of paddy straw as animal feed. *Forage Res.* 40, 154-158
- Lal, R. (2005): World crop residues production and implications of its use as a biofuel. *Environ. Int.* 31, 575-584
- Leiber, F., I.K. Schenk, A. Maeschli, S. Ivemeyer, J.O. Zeitz, S. Moakes, P. Klocke, P. Steahli, C. Notz and M. Walkenhorst (2017): Implications of feed concentrate reduction in organic grassland-based dairy systems: A long-term on-farm study. *Animal* 11, 2051-2060
- Mor, P., B. Bals, A.K. Tyagi, F. Yeymouri, N. Tyagi, S. Kumar, V. Bringi and M. VandeHaar (2018): Effect of ammonia fiber expansion on the available energy content of wheat straw fed to lactating cattle and buffalo in India. *J. Dairy Sci.* 101, 7990-8003
- Nadler, C., D. Brugger und W. Windisch (2013): Gewinnung von Futterproteinkonzentrat aus Grünlandbiomasse. In: Auf der Suche nach neuartigen Futtermitteln und Technologien in der Tierernährung. Mair, C., M. Kraft, W. Wetscherek und K. Schedle (Hrsg.), 12. BOKU-Symposium Tierernährung, 83-87
- Schader, C., A. Müller, A. N.E. Scialabba, J. Hecht, A. Isensee, K.H. Erb, P. Smith, H.P.S. Makkar, P. Klocke, F. Leiber, P. Schwegler, M. Stolze und U. Niggli (2015): Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability. *J. R. Soc. Interface* 12, 20150891.
- Wilkinson, J.M. (2011): Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5, 1014-1022

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum
Institut für Tierwissenschaften
Universität Bonn
Endenicher Allee 15
53115 Bonn
E-mail: ksue@itw.uni-bonn.de

Vielfalt versus Futter – Kann auf artenreichem Grünland ein hochwertiges Futter erzeugt werden?

Johannes Isselstein

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Graslandwissenschaft, Universität Göttingen

Einleitung und Hintergrund

In Mitteleuropa leistet das Dauergrünland einen wichtigen Beitrag zur biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft. Obwohl das Grünland weniger als die Hälfte des Ackerlandes einnimmt, ist bei den höheren Pflanzenarten der Artenumfang mit etwa 1000 Spezies um mehr als das Dreifache größer als der des Ackerlandes. Die Vielfalt des Grünlandes hat aber in den zurückliegenden Jahrzehnten drastisch abgenommen. Ausgelöst durch steigende Ansprüche an Masse und Qualität des Grünlandfutters der raufutterabhängigen Tierhaltung wurde die Grünlandwirtschaft intensiviert. Grünlandstandorte wurden melioriert, die Bestände regelmäßig mineralisch gedüngt, häufiger durch Schnitt und Beweidung entblättert, und durch Neu- und Nachsaaten mit wenigen aber sehr leistungsfähigen Futterpflanzenarten wurden die Grasnarben generell artenärmer. In den letzten Jahren werden die LandwirtInnen zunehmend mit der gesellschaftlichen Forderung konfrontiert, das verbliebene artenreiche Grünland müsse erhalten bzw. verlorengegangenes wieder hergestellt werden. Einen Anlass, sich mit artenreichem Grünland zu befassen hat auch die v.a. ökologisch orientierte Forschung gegeben, die am Beispiel des Grünlandes zeigen konnte, dass ein erhöhter Pflanzenartenreichtum unter ressourcenlimitierten Bedingungen ertragsstabilisierend bzw. sogar ertragssteigernd wirken kann (Isselstein, 2018, Manning et al. 2019). Aus diesem Grund stellt sich für die FutterbauerInnen die Frage nach der Verwertbarkeit der Aufwüchse von artenreichem Grünland als Futter. Zur Beantwortung dieser Frage ist zunächst darzulegen, was unter artenreichem Grünland zu verstehen ist. Einerseits wird unter diesem Begriff das traditionell extensiv bewirtschaftete, oftmals auch als halbnatürlich bezeichnete Grünland verstanden. Andererseits wird der Artenreichtum aber auch als relative Größe gesehen. Wandern nicht angesäte Arten, häufig sind es Grünlandkräuter, in extrem artenarme Grasbestände ein, oder werden bei Neuansaat neben den üblichen Futterpflanzenarten auch verschiedene Leguminosen und Kräuterarten mit ausgesät, dann erhöht sich damit die Artenvielfalt, wenngleich damit noch kein Rote-Liste Habitat entsteht. Solcherart morderat artenreiches Grünland kann gleichwohl eine ökologische Aufwertung bedeuten, wenn z. B. die Attraktivität für blütenbesuchende Insekten im Vergleich zu Grasbeständen erhöht ist. In der landwirtschaftlichen Praxis wird mit dem Begriff des artenreichen Grünlands häufig die Auflage einer verspäteten Nutzung der Bestände oder eine Begrenzung des Tierbesatzes assoziiert. Das muss aber nicht zwangsläufig so sein; in Abhängigkeit von der botanischen Zusammensetzung der Grasnarbe können artenreichere Bestände durchaus auch mit einer üblichen Nutzungshäufigkeit, zumindest über weite Phasen der Vegetationsperiode, bewirtschaftet werden.

Futterqualität nicht ansaatwürdiger Arten

Ein absoluter oder relativer Artenreichtum in Grasnarben ergibt sich generell durch das Eindringen von nicht angesäten Grünlandarten. Zumeist handelt es sich hierbei um Grünlandkräuter bzw. zweikeimblättrige Arten, da der Artenumfang bei diesen Arten deutlich größer ist als bei den Grünlandgräsern. Mit dem Begriff der nicht ansaatwürdigen Arten sind diese Vertreter gemeint. Es gibt keine züchterische Bearbeitung; die Arten sind in aller Regel nicht Bestandteil von Saadmischungen. Das muss nicht heißen, dass diese Arten futterbaulich wertlos sind. Im Gegenteil, lange ist bekannt,

dass Kräuter mineralstoffreich sein können und damit eine aus Sicht der Tierernährung sinnvolle Ergänzung zu ansonsten grasdominierten Beständen sein können. Interessanterweise gibt es bis dato vergleichsweise wenige Erkenntnisse über die Futterqualität einzelner nicht angesäeter Arten, insbesondere nicht zur Variabilität der Qualität in Abhängigkeit von Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren. In Tabelle 1 sind für die drei weit verbreiteten feinblättrigen Kräuterarten Schafgarbe, Spitzwegerich und Löwenzahn im Vergleich zu Deutschem Weidelgras und Weißklee wichtige Qualitätseigenschaften gezeigt. Demnach weist das Deutsche Weidegras sehr gute Qualitätseigenschaften auf, gefolgt von Weißklee und den Kräutern. Auch bei den Kräutern ist die Futterqualität generell nicht schlecht, v.a. den Löwenzahn zeichnen hohe mittlere und maximale Energiekonzentrationen aus und selbst bei später Ernte unterschreiten die NEL-Werte nicht 5,5 MJ/kg TS. Für den Löwenzahn gilt ohne Zweifel, dass er nutzungselastisch ist, was den Kräutern im Vergleich zu den Gräsern prinzipiell nachgesagt wird. Die Ergebnisse bestätigen nicht die vorherrschende Meinung, dass Kräuter grundsätzlich mineralstoffreicher sind, zumindest für die Makroelemente kann das so nicht gesagt werden. Lediglich bei den Erdalkalimetallen Ca und Mg weisen die zweikeimblättrigen Arten durchgehend höhere Konzentrationen auf als das Gras. Ebenso zeigen die Ergebnisse, dass im Hinblick auf die Bewertung der Futterqualität von Kräutern nach Arten differenziert werden muss, genauso wie es bei den Futtergräsern auch gemacht wird.

Tab. 1: Mittelwert und Variationsbreite (min – max, kursiv) von Futterqualitätseigenschaften von ausgewählten Grünlandkräutern sowie von Deutschem Weidelgras und Weißklee. Die Arten wurden in Reinbeständen angebaut und über zwei Jahre beprobt. N-Düngung und Nutzungshäufigkeit waren als Versuchsfaktoren variiert (Isselstein 1995).

Art/ Merkmal	Schafgarbe	Spitzwegerich	Löwenzahn	Dt. Weidegras	Weißklee
XP %	13,6 <i>8,4 - 19,8</i>	12,2 <i>7,1 - 22,2</i>	14,3 <i>9,0 - 19,3</i>	12,1 <i>7,3 - 21,8</i>	25,6 <i>20,3 - 32,1</i>
NEL MJ/kg	5,55 <i>4,56 - 6,56</i>	5,40 <i>4,36 - 6,16</i>	6,07 <i>5,49 - 7,00</i>	6,30 <i>5,19 - 7,36</i>	6,10 <i>5,44 - 6,95</i>
ADF %	28,0 <i>19,0 - 37,8</i>	25,0 <i>14,3 - 35,1</i>	21,3 <i>15,4 - 26,3</i>	26,8 <i>19,2 - 35,5</i>	21,0 <i>14,2 - 30,2</i>
wIK %	8,7 <i>2,8 - 18,0</i>	12,1 <i>7,4 - 18,3</i>	9,2 <i>3,9 - 20,7</i>	21,1 <i>10,5 - 35,1</i>	7,8 <i>5,9 - 12,2</i>
P %	0,44 <i>0,29 - 0,59</i>	0,35 <i>0,27 - 0,47</i>	0,50 <i>0,27 - 0,86</i>	0,42 <i>0,27 - 0,61</i>	0,38 <i>0,32 - 0,49</i>
Mg %	0,24 <i>0,19 - 0,34</i>	0,21 <i>0,16 - 0,27</i>	0,27 <i>0,19 - 0,37</i>	0,14 <i>0,10 - 0,21</i>	0,27 <i>0,23 - 0,30</i>
K %	3,81 <i>2,90 - 4,61</i>	2,53 <i>2,06 - 3,17</i>	5,17 <i>3,51 - 6,73</i>	2,61 <i>1,66 - 3,75</i>	3,30 <i>2,44 - 3,82</i>
Na %	0,02 <i>0,01 - 0,09</i>	0,39 <i>0,18 - 0,67</i>	0,04 <i>0,01 - 0,11</i>	0,13 <i>0,04 - 0,24</i>	0,34 <i>0,18 - 0,45</i>
Ca %	1,08 <i>0,84 - 1,25</i>	1,41 <i>1,09 - 1,99</i>	1,46 <i>0,77 - 2,27</i>	0,49 <i>0,31 - 0,69</i>	1,39 <i>1,16 - 1,60</i>

Während zur Futterqualität einzelner nicht ansaatwürdiger Arten insgesamt wenig bekannt ist, so gibt es doch einige Untersuchungen zur Futterqualität von artenreicheren im Vergleich zu artenärmeren Mischbeständen (Petersen et al. 2010, From et al. 2012, Seither et al. 2012). Dabei konnte gezeigt werden, dass ein größerer Pflanzenartenreichtum unter sonst gleichen Bedingungen, d.h. insbesondere bei gleicher Nutzungsfrequenz, keine geringere Futterqualität der Aufwüchse zur Folge hat als ein vergleichbares artenarmes Grünland.

Futterqualität von extensiv bewirtschaftetem Grünland

Anders als bei dem zuvor behandelten Grünland mit einer höheren Pflanzenartenvielfalt geht es bei dem halbnatürlichen Grünland vorrangig um Naturschutz. Die Frage die sich stellt ist, inwieweit die Futterqualität dieses Grünlands von einem praxisüblich intensiv bewirtschafteten Grünland abweicht. Abbildung 1 zeigt hierzu Ergebnisse einer umfangreichen Metaanalyse von Experimenten mit Schnittgrünland in England. Unabhängig vom Nutzungszeitpunkt sind die Verdaulichkeit und die Rohproteinkonzentrationen bei dem halbnatürlichen Grünland geringer als bei dem gedüngten, verbesserten Grünland. Hier spielt offensichtlich eine Rolle, dass die im halbnatürlichen Grünland vorkommenden Pflanzenarten grundsätzlich eine geringere Futterqualität haben.

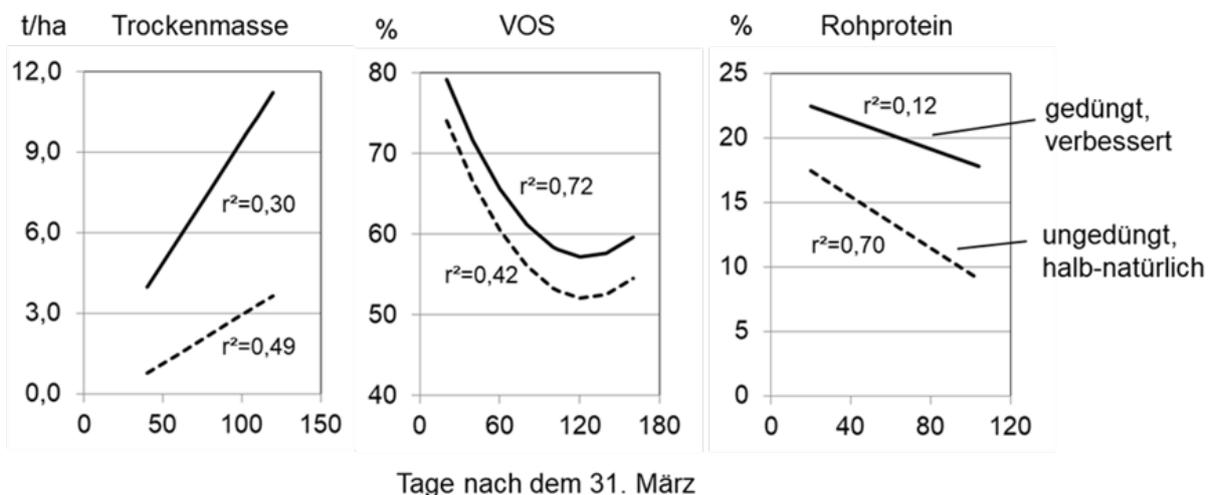


Abb. 1: Futterertrag und Futterqualität (Verdaulichkeit der organischen Substanz, Rohprotein) von praxisüblich intensiv bewirtschaftetem (durchgezogene Linie) und ungedüngtem halbnatürlichem Grünland (gestrichelte Kurve). Dargestellt sind die Ergebnisse einer umfangreichen Metaanalyse von experimentellen Untersuchungen in England (nach Tallowin & Jefferson 1999).

Vereinbarkeit von Produktion, Artenvielfalt und Naturschutz

Soll die Verwertbarkeit der Aufwüchse beurteilt werden, so muss nach Grünlandtyp differenziert werden. Das moderat artenreiche Grünland, bei dem die Nutzung nicht generell beschränkt ist und somit das Futter auch in einem vergleichsweise jungen Zustand geerntet werden kann, lässt sich ein Futter produzieren, das in verschiedenen Tierhaltungen verwertet werden kann, einschließlich der Milcherzeugung, bei der die Anforderungen an die Futterqualität hoch sind. Vor allem eine größere Vielfalt bei den Kräutern und ein nennenswerter Ertragsanteil können eine über den Nährwert hinaus gehende positive Wirkung haben, indem beispielsweise spezifische sekundäre Inhaltsstoffe (kondensierte Tannine) die Proteinverwertung im Wiederkäuer verbessern.

Bei spät geernteten Aufwüchsen von halbnatürlichem Grünland ist eine Verwertung des Futters im Betrieb schwieriger. Ob und in welchem Ausmaß das Futter im Betrieb eingesetzt werden kann, hängt dann davon ab, ob niederleistende Tiere gefüttert werden müssen, die bei einer geringeren Futterqualität hinreichend mit Energie und Nährstoffen versorgt werden können. Das können Färsen zur Aufzucht im zweiten Lebensjahr sein, trockenstehende Milchkühe, Mutterkühe am Ende der Laktation, Freizeitpferde oder im Extremfall sehr geringer Futterqualität Schafe einer genügsamen Rasse. Observierende Untersuchungen in der grünlandwirtschaftlichen Praxis haben gezeigt, dass

landwirtschaftliche Betriebe, die verschiedene Tiergruppen mit unterschiedlichen Leistungsanforderungen haben, variable Futterqualitäten verwerten können. Solche Betriebe können dann auch artenreiches und halbnatürliches Grünland in den Betriebsablauf integrieren. In Tabelle 2 ist das Ergebnis einer Untersuchung gezeigt, in der die Hypothese getestet wurde, dass Milchviehbetriebe ähnlich artenreiches Grünland haben können wie Mutterkuhbetriebe. Da Mutterkuhbetriebe ihr Grünland wegen der geringeren Leistungsansprüche der Tiere generell extensiver bewirtschaften, wird in der Praxis i.d.R. davon ausgegangen, dass die Mutterkuhbetriebe über das artenreichere Grünland verfügen. Die Ergebnisse zeigen, dass in Bezug auf die α -Diversität, d.h. die mittlere Anzahl an höheren Pflanzenarten je Fläche dies tatsächlich zutrifft; die Werte sind bei den Mutterkuhbetrieben erhöht. Wird dagegen die γ -Diversität herangezogen, das ist die Anzahl an Grünlandpflanzenarten, die der Betrieb insgesamt beherbergt, dann gibt es keinen signifikanten Unterschied mehr zwischen den Betriebstypen. Milchviehbetriebe haben sehr verschieden leistende Tiergruppen, mit denen sich offensichtlich verschiedene Grünlandqualitäten sinnvoll nutzen lassen.

Tab. 2: Pflanzenartenvielfalt des Grünlands von Mutterkuh- (Fleisch) und Milchviehbetrieben (Milch) in Südniedersachsen, n=240 Grünlandschläge (Stroh et al. 2009)

Diversität	Mittel	Milch		Mittel	Fleisch		Sign.
		Min	Max		Min	Max	
Arten/25 m ²	19	7	40	16	5	35	***
Arten/Betrieb	50	31	79	47	34	71	n.s.

Schlussfolgerungen

Bei der Beurteilung der Futterqualität von Grünlandflächen mit einer erhöhten biologischen Vielfalt muss differenziert werden zwischen moderat artenreichem Grünland ohne Nutzungsbeschränkungen und halbnatürlichem Grünland mit verringerter Entblätterungshäufigkeit. Entsprechend unterscheiden sich auch die Einsatzmöglichkeiten des Futters von solchen Flächen. Produktionssysteme mit verschieden leistenden Nutztieren bieten grundsätzlich gute Voraussetzungen dafür, dass die Aufwüchse von halbnatürlichem Grünland auf dem Betrieb verwertet werden können.

Literatur

From, T., Isselstein, J., 2012 Produktivität und Futterqualität von bewirtschaftetem, naturnahem Grünland unterschiedlicher Phytodiversität. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 13, 67-71.

Isselstein J., 2018. Protecting biodiversity in grasslands. In: Marshall, A. and Collins, R. (ed.), Improving grassland and pasture management in temperate agriculture. Chapter 16, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK (ISBN: 978 1 78676 200 9; www.bdspublishing.com).

Manning, P., Loos, J., Barnes, A., Batary, P., Bianchi, F.J.J.A., Buchmann, N., Deyn, G.B., Ebeling, A., Eisenhauer, N., Fischer, M., Fründ, J., Grass, I., Isselstein, J. Jochum, M., Klein, A., Klingenberg, E. Landis, D., Lepš, J., Lindborg, R., Tschardtke, T., 2019. Transferring biodiversity-ecosystem function research to the management of 'real-world' ecosystems. 10.1016/bs.aecr.2019.06.009.

Petersen, U., Isselstein, J., Wrage, N., 2010. The effect of manipulated plant species diversity of semi-natural permanent grassland on forage production and quality. Grassland Science in Europe 15, 821-823.

Seither, N., Wrage, N., Isselstein, J., 2012. Sward composition and grazer species effects on nutritive value and herbage accumulation. Agronomy Journal 104, 497-506.

Stroh, H.-G., Klimek, S., Isselstein, J., 2009. Farm structure and grassland phytodiversity - A comparison of beef and dairy cattle farms. Grassland Science in Europe 14, 46-49.

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Johannes Isselstein
Abteilung Graslandwirtschaft
Department Nutztierwissenschaft
Georg-August-Universität Göttingen
Von-Siebold-Str. 8
37075 Göttingen
jissel@gwdg.de

Abgestufte Intensitäten in der Flächennutzung – Möglichkeiten der Digitalisierung

Beat Vinzent, Markus Gandorfer, Markus Demmel

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Hintergrund

Knapp 60 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland wird aktuell für den Anbau von Futterpflanzen genutzt (Statistisches Bundesamt 2018). Die hier auftretenden Stoffkreisläufe können vor allem mit dem Fokus auf die umweltrelevanten Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) als intensiv charakterisiert werden. Im Bereich der bei der Grundfuttergewinnung möglichen Frischmasse-Erntemengen bei Silomais und Grünland sowie im Futtergetreideanbau können intensive N-Flüsse von über 200 kg/ha auftreten, in deren Folge sich N-Salden von mehr als 50 kg/ha ergeben können (LfL 2019, Zenger 2015, ExpressBio 2016). Im Grünland, das sehr oft auf Grenzstandorten steht, schwanken die Erträge selbst in Gunstlagen zwischen den Schlägen eines Betriebes stärker als auf Ackerflächen (Köhler et al. 2017; Smit et al. 2008). Auf Feldebene kann es vor allem in Niedrigertragsbereichen durch eine Überversorgung mit Stickstoff zu bedeutenden Nährstoffverlusten in die Atmosphäre und ins Grundwasser kommen. Mit der Flächenerweiterung wachstumsorientierter Betriebe verschärft sich das Problem zusätzlich, da das Wissen der Bewirtschafter über das Ertragspotential der Flächen abnimmt.

Darüber hinaus sind Grünlandstandorte oft arbeitswirtschaftlich nachteilig strukturiert, da sie mit einer durchschnittlichen Schlaggröße von 1,2 ha gegenüber Ackerflächen (1,8 ha nach Zenger und Friebe 2015) relativ klein sind. Die ungünstigen Größenverhältnisse bewirken bei zusätzlich nachteiligem Flächenzuschnitt mehr Überlappungen und rufen damit einen Mehraufwand an Arbeitszeit und Betriebsmitteln hervor, was sich vor allem bei der intensiven Grundfuttergewinnung ökonomisch wie ökologisch negativ auswirkt. Ähnliche Herausforderungen ergeben sich bei der intensiven Futtergetreideproduktion. Auch hier gerät die N-Effizienz zunehmend in den Fokus, da beispielsweise in vermehrt auftretenden Trockenjahren die Teilflächen eines Schlags mit differenziertem Ertragspotential durch Wasserlimitierung ausgeprägter hervortreten (Bodner et al., 2015).

Die beschriebenen ökologischen und ökonomischen Gründe, aber auch die rückläufige gesellschaftliche Akzeptanz der intensiven Landbewirtschaftung und der wachsende Fokus auf eine nachhaltige Ressourceneffizienz bedingen eine Neubewertung der richtigen Verteilung der Produktionsintensität innerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Speziell in der Futtergewinnung sind das zunehmende Bewusstsein in der Schweinefütterung um eine auf Aminosäuregehalte abgestimmte Futtergrundlage oder bei Wiederkäuern der Spagat zwischen einer effizienten und im selben Maß ökologisch tragbaren Grünlandbewirtschaftung Gründe dafür, sich mit abgestuften Intensitäten der Flächennutzung auseinanderzusetzen.

Ähnlich wie von Gaus et al. (2017) dargestellt, ist die Implementierung abgestufter Intensitäten auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in zwei Dimensionen denkbar. Sie kann sich einerseits in der Intensitätsabstufung von Inputfaktoren beim Anbau einer Kultur (auf Ackerland oder Grünland) äußern (Teilflächenbewirtschaftung). Andererseits kann sie sich auch im Anbau unterschiedlich intensiver Kulturen auf derselben Fläche - je nach kleinräumig auftretenden Charakteristika - ausdrücken. Letzt genannte Form der abgestuften Intensität der Flächennutzung kann als Spot Farming bezeichnet werden und ist derzeit noch als Zukunftsszenario zu begreifen.

Die abgestufte Intensität in der Flächennutzung verfolgt mehrere Ziele:

- teilflächenspezifische und ressourceneffiziente Bewirtschaftung mit möglichst geschlossenen Stoffkreisläufen
- Stabilisierung/Erhöhung von Erträgen und Qualitäten bei gleichzeitig niedrigerem Betriebsmittelinput (Sustainable Intensification)
- Entwicklung agronomisch resilienter und gesellschaftlich akzeptierter Produktionsverfahren
- Lösung der Problematik von immer größer, teurer und schwerer werdender und damit negative externe Effekte verursachender Landtechnik (stattdessen zukünftig kleine leichte autonome Robotik, vgl. Blackmore et al. 2007).

Mit digitalen Instrumenten zu abgestuften Intensitäten in der Flächennutzung

Zur Umsetzung von abgestuften Intensitäten in der Flächennutzung und der damit verbundenen Ziele stehen im Bereich der Digital Farming Technologien vielfältige Instrumente zur Verfügung, die in Abbildung 1 dargestellt werden. Wichtige Anwendungen in diesem Bereich sind die automatische Teilbreitenschaltung von Anbaugeräten, automatische Lenksysteme und die teilflächenspezifische Applikation von Betriebsmitteln bei Düngung und Pflanzenschutz sowie bei der Bodenbearbeitung und Aussaat zu nennen.

Der Einsatz einer automatischen GPS-gesteuerten Teilbreitenschaltung (Section Control) vermindert bei der Applikation von Betriebsmitteln Überlappungen am Vorgewende und generiert je nach Feldform und Flächenzuschnitt signifikante monetäre Mehrerträge (Shockley et al. 2012). Mittlerweile gibt es ebenfalls für die Ausbringung organischer Düngemittel entsprechende Teilbreitenschaltungen, beispielsweise an Güllefässern. Vor allem bei einer mehrmaligen Bearbeitung eines Feldes während der Saison ist auf diese Weise eine Flächennutzung ohne Mehrfachapplikation in Überlappungsbereichen möglich. Die Entlastungseffekte für den Anwender sind überdies vor allem bei steigenden Arbeitsbreiten und einer Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit groß (Karimi et al. 2012).

Ähnliche Effekte wie die der Teilbreitenschaltung lassen sich durch den Einsatz automatischer Lenksysteme und den daraus folgenden geringeren Überlappungen zwischen den einzelnen Anschlussfahrten auf dem Feld erzielen (Balafoutis et al. 2017). Die Kosten für diese Systeme sinken stetig (Vinzent et al. 2019a), was unter anderem für eine zunehmende Marktdurchdringung von automatischen Lenksystemen sorgt. Vor allem im Bereich der Grünlandnutzung mit einer hohen Zahl an Überfahrten und ungünstigen Flächenzuschnitten bei gleichzeitig großen Arbeitsbreiten kann von einem großen Potential zur Verringerung unproduktiver Betriebsmittelapplikation, Arbeitskraft und Zeit ausgegangen werden.

Ein nicht neues, aber im Sinne abgestufter Intensitäten in der Flächennutzung seit langem intensiv diskutiertes Instrument des Precision Farming ist die teilflächenspezifische Applikation von Betriebsmitteln (Abbildung 1). Seit nunmehr 20 Jahren gibt es unterschiedliche Ansätze, die N-Versorgung von Pflanzen durch Sensoren zu messen und damit teilflächenspezifisch eine bedarfsgerechte wie auch ökologisch sinnvolle Steuerung der Produktionsintensität zu erreichen. Neue Impulse erhält diese Vorgehensweise seit einigen Jahren durch die Verfügbarkeit von Fernerkundungsdaten als Alternative zu Feldmessungen. Auch wenn der ökonomische Mehrwert sich in Studien oft als nicht signifikant erweist, werden dem Instrument bei richtiger Anwendung positive ökologische Effekte zugeschrieben (Schneider und Wagner 2008).

Ähnlich wie bei der teilflächenspezifischen N-Düngung wurde die NIR-Sensorik für die Charakterisierung von Futterinhaltsstoffen in den vergangenen Jahren immer weiterentwickelt. Das Ergebnis sind marktverfügbare Digital Farming Lösungen, die bereits während der Ernte wertvolle Informationen zu nach Teilflächen abgestuften Erträgen und Qualitäten geben und sich auch für eine bessere Einschätzung von Nährstoffgehalten (z.B. bei der organischen Düngung) nutzen lassen (Modrono et al. 2017, Millmier et al. 2000).

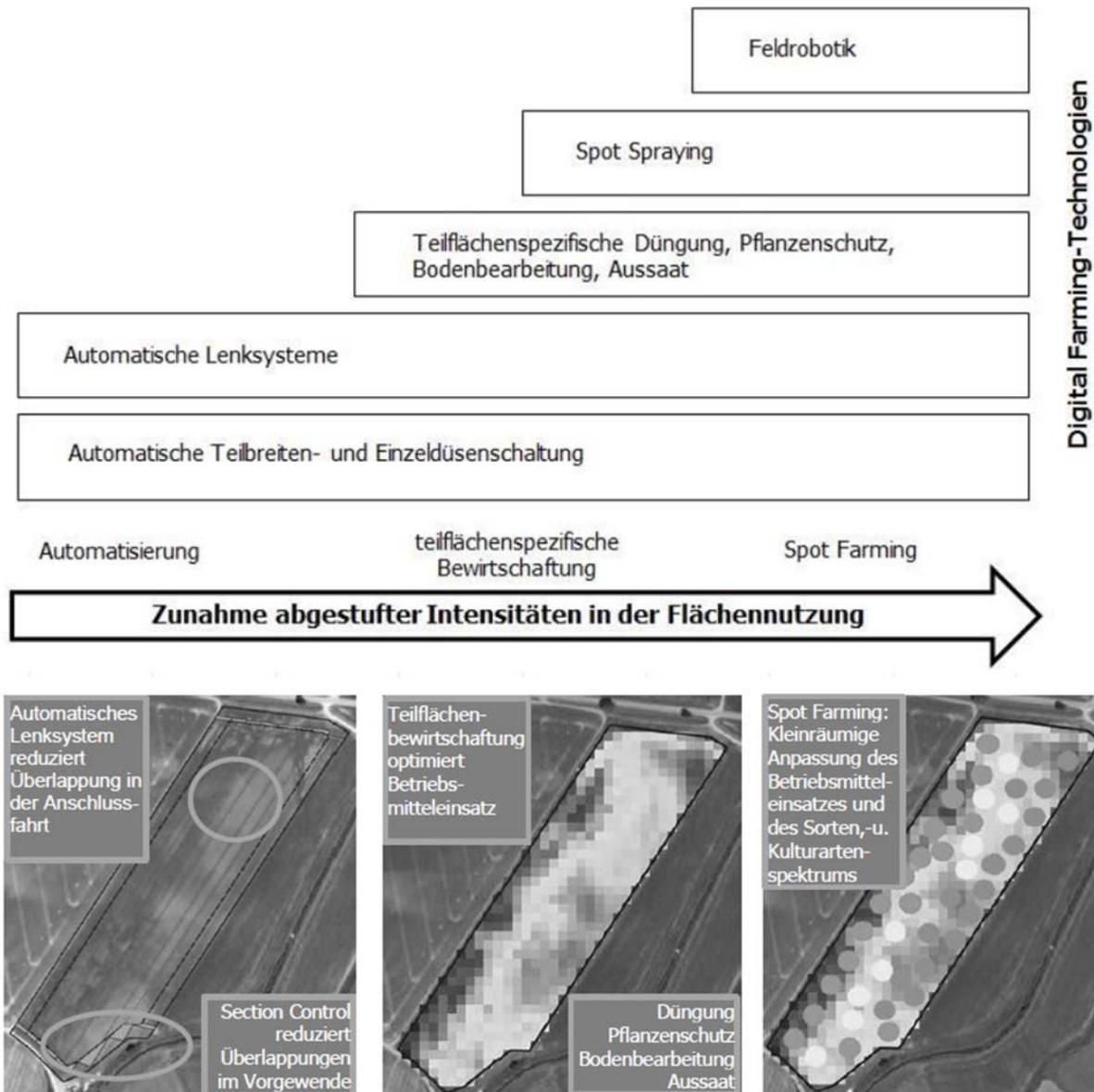


Abbildung 1: Umsetzung abgestufter Intensitäten in der Flächennutzung von der Automatisierung über die Teilflächenbewirtschaftung bis hin zum Spot-Farming (von links nach rechts: Section Control und automatisches Lenksystem, Teilflächenspezifische Applikationsanwendungen, Spot Farming mit Feldrobotik), Bilderserie in Anlehnung an Gaus et al. (2017)

Ein weiteres Instrument auf dem Weg zu einem in der Fläche hochaufgelösten Spot Farming stellt das Spot Spraying für die Applikation von Pflanzenschutzmitteln dar (Swinton 2005). Es sind bereits Systeme marktverfügbar (z.B. Agrifac 2019, Amazone 2019), die über den Teilschlag hinaus hoch aufgelöst bis auf Einzelpflanzenebene eine selektive Betriebsmittelapplikation ermöglichen und so eine präzise Abstufung der Intensitäten verwirklichen.

Feldrobotik wird perspektivisch eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Bewirtschaftungssystemen einnehmen, die durch abgestufte Intensitäten gekennzeichnet sind. Im Bereich der autonom agierenden Feldrobotik gibt es hinsichtlich der Maschinengröße derzeit verschiedene Entwicklungsrichtungen (Naio 2019, CNH 2019). Je kleiner die Feldroboter dabei sind, desto eher wird dabei auch das Szenario von autonom arbeitenden vernetzten Roboterschwärmen adressiert (Fendt 2019). Diese Entwicklungstendenz kann zudem als „Enabler“ des skizzierten Konzepts des Spot Farming interpretiert werden.

Kritische Bewertung

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass im Futterpflanzenanbau ökonomische und ökologische Potenziale bei der Anwendung der beschriebenen Digital Farming Technologien zur Umsetzung einer abgestuften Intensität gegeben sind, da die Kosten des Betriebsmitteleinsatzes steigen und auf der anderen Seite das Potential für Effizienzsteigerungen beispielsweise in mehrschnittigem Grünland vergleichsweise hoch ist (ganzjähriges Wachstum, Düngung nicht im selben Maß Kulturstadien-abhängig wie bei vielen Ackerkulturen). Durch Trockenheit charakterisierte Jahre wie 2018 und 2019 mahnen zusätzlich zu einem differenzierteren Umgang mit Betriebsmitteln, was für die Verbreitung der Technologien als förderlich erscheint.

Der Erfolg der Digital Farming Technologien hängt allerdings auch stark von der Akzeptanz der Nutzer ab. Ursachen für Akzeptanzhemmnisse können finanzieller Art, oder auch in der Komplexität der Technologien liegen (Abbildung 2). Während in den vergangenen Jahren fehlende ökonomische Vorteile als Akzeptanzhemmnisse tendenziell in den Hintergrund gerückt sind, treten zunehmend fehlende Kompatibilitäten und Fragen des Datenschutzes in den Fokus.

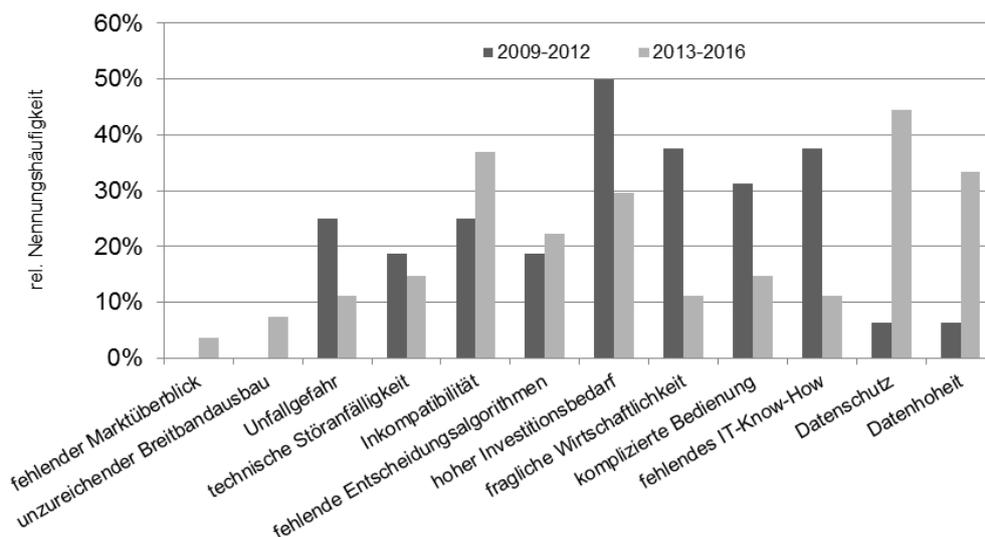


Abbildung 2: Relative Nennungshäufigkeit von Akzeptanzhemmnissen für landwirtschaftliche Investitionen zwischen den Jahren 2009 und 2016 (Schleicher et al. 2018)

Dies trifft speziell auf komplexe Systeme wie die Sensorik zur teilflächenspezifischen Düngung zu, die beim Anwender ein hohes Maß an Technikverständnis und Fachwissen erfordert (Vinzent et al. 2019b).

Nicht zu vergessen ist eine intensive Auseinandersetzung mit der Datengrundlage für eine dauerhafte und nachvollziehbare Festlegung unterschiedlicher Intensitätszonen innerhalb eines Feldes. Während automatische Lenksysteme oder auch Section Control nur einen geringen bis keinen Informationsinput benötigen, werden für eine Festlegung von Managementzonen innerhalb eines Schlages für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung Informationen aus Bodenbeprobungen, einer mehrjährigen Ertragskartierung und/oder Satellitendaten vorausgesetzt. Dies stellt für den Landwirt zusätzlichen Aufwand dar, was zu Akzeptanzhemmnissen gegenüber der Technologie und einer verminderten Investitions- und Anwendungsbereitschaft führen kann.

Ausblick

Auch wenn viele Digital Farming Technologien für eine effizientere Abstufung von Produktionsintensitäten in der Futtererzeugung mit einem erhöhten Managementaufwand beim Landwirt einhergehen, bieten sich zukünftig umfangreiche Anwendungspotentiale. Bei der Quantifizierung von Einsatzflächen wird deutlich, dass es vor allem im Grünland durch einen Extensivierungsdruck auf einem Teil der Flächen wichtiger wird, die Produktionsintensität teilschlagspezifisch abzustimmen. Neben den bereits etablierten Technologien Section Control bei der Betriebsmittelapplikation und automatischen Lenksystemen bieten die Nutzung von Sensoren und Fernerkundungsdaten bei richtiger Anwendung ein umfangreiches Potential für Effizienzsteigerungen. Die zunehmend bessere online-Analyse von Nährstoffen durch das Fortschreiten der NIR-Technologie werden zudem dazu beitragen, die auftretenden Nährstoffflüsse zu optimieren und so einen Beitrag zu einer agronomisch wie ökologisch effizienteren Futtergewinnung leisten. Daneben werden durch die Entwicklung immer flexiblerer Feldrobotik-Lösungen, wie beispielsweise bei Grimstad et al. (2015) beschrieben, universell einsetzbare Trägerplattformen geschaffen, die als Basis für zukünftige Spot Farming-Konzepte dienen können.

Literatur

- Agrifac (2019): Agrifac StrictSprayPlus Spot Spraying-Technologie. Online verfügbar, URL: <https://www.agrifac.com/condor/new-innovations/strictsprayplus> (Zugriff am 07.08.2019).
- Amazone (2019): Amazone UX Amaspot Spot Spraying-Technologie. Online verfügbar, URL: <https://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=45907> (Zugriff am 07.08.2019).
- Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., van der Wahl, T., Soto, I., Gomez-Barbero, M., Barnes, A., Eory, V. (2017): Precision Agriculture Technologies Contributing Positively to GHG Emissions Mitigation, Farm Productivity and Economics. Sustainability 9, 2-28. DOI:10.3390/su9081339.
- Blackmore, B., Griepentrog, H., Fountas, S., Gemtos, T. (2007): A specification for an autonomous crop production mechanization system. Agricultural Engineering International: the CIGR EJournal, Manuscript PM 06 032.
- Bodner, G., Nakhforoosh, A., Kaul, H.-P. (2015): Management of crop water under drought: a review. Agronomy for sustainable development 35, 401-442. DOI 10.1007/s13593-015-0283-4.
- CNH (2019): Autonomous Tractor Concept. Online verfügbar, URL: <https://www.cnhindustrial.com/en-US/media/thedaythefarmchanged/pages/default.aspx>. Zugriff am 07.08.2019).
- ExpressBio (2016): Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Technologie- und Förderzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing.
- Fendt (2019): Project Xaver: Research in the field of agricultural robotics. Online verfügbar, URL: <https://www.fendt.com/int/xaver>, (Zugriff am 08.07.2019).

Gaus, C.C., Minßen, T.-F., Urso, L.-M., de Witte, T., Wegener, J. (2017): Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen. Abschlussbericht, Johann-Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Grimstad, L., Pham, C.D., Phan, H.T., From, P.J. (2015): On the design of a low-cost, light-weight, and highly versatile agricultural robot. 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), DOI: 10.1109/ARSO.2015.7428210.

Karimi, D., Henry, J., Mann, DD. (2012): Effect of using GPS autosteer guidance systems on the eye-glance behavior and posture of tractor operators. Journal of Agricultural Safety and Health 18, 309–318.

Köhler, B., Spiekers, H., Kluß, C., Taube, F. (2017): Leistungen vom Grünland im Futterbaubetrieb – Analyse auf Betriebsebene unter bayerischen Standortbedingungen. Berichte über Landwirtschaft, Band 95, Ausgabe 1, Mai 2017, Seite 1 – 32, ISSN 2196–5099.

LfL (2019): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten und DB Plus. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarökonomie.

Millmier, A., Morimor, J.C., Hurburgh Jr., C.R., Fulhage, C., Hattley, J. (2000): Near-infrared Sensing of Manure Ingredients. Transactions of the ASAE 43, 903–908.

Modrono, S., Soldado, A., Martinez-Fernandez, A., de la Roza-Delgado, B. (2017): Handheld NIRS sensors for routine compound feed quality control: Real time analysis and field monitoring. Talanta 162, 597–603. DOI:10.1016/j.talanta.2016.10.075.

Autorenanschrift:

Dr. Beat Vizent, PD Dr. Markus Gangdorfer, Dr. Markus Demmel
Digitalisierung in der Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Kleeberg 14, 94099 Ruhstorf a.d. Rott
und Vöttinger Str. 36, 85354 Freising
E.mail: Beat.Vizent@lfl.bayern.de
E.mail: Markus.Gangdorfer@lfl.bayern.de
E.mail: Markus.Demmel@lfl.bayern.de

Trends in Haltungssystemen für Schweine Ergebnisse aus sieben Jahren Versuche mit unkupierten Ferkeln

Christina Jais

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Einleitung

Im Juli 2011 Jahren startete im Versuchsstall der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum in Schwarzenau ein Abenteuer: 112 Ferkel wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts mit langem, nicht gekürztem Schwanz von den Muttersauen abgesetzt und in die konventionellen Aufzuchtbuchten („Standardbuchten“) eingestallt. Wie es diesen Tieren ergehen würde, ob und in welchem Maß das gefürchtete Schwanzbeißen auftreten würde, war ungewiss. Das Projekt dauert bis heute an. Es soll unter anderem Aufschluss darüber geben, ob die Haltung unkupierter Schweine unter den üblichen Bedingungen der klimatisierten, zwangsgelüfteten Ställe in Buchten mit perforierten Böden erfolgreich möglich ist und wie die Haltungsbedingungen gegebenenfalls verändert werden müssen. Mittlerweile wurden insgesamt etwa 2800 unkupierte Ferkel in Schwarzenau unter verschiedenen Haltungsbedingungen aufgezogen und zum Teil auch gemästet.

Konzept der vergleichenden Exaktversuche am LVFZ Schwarzenau

In bisher insgesamt 19 Versuchsdurchgängen wurden seit Juli 2011 verschiedene Faktoren, zumeist solche, welche die Haltungsumwelt betreffen, auf ihre Wirkung im Hinblick auf das Schwanzbeißen geprüft. In den Durchgängen kamen jeweils zwischen 160 und 224 Ferkel zum Einsatz. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Ferkelaufzucht, da sich diese bereits in den ersten Versuchsdurchgängen als die schwierigste Phase erwiesen hatte.

Acht Versuchsdurchgänge befassten sich mit dem Einfluss des Kupierens und der Kupierlänge an sich, der Wirkung der Vaterrasse sowie der Bedeutung der Haltungsbedingungen während der Säugephase (Ferkel aus Bewegungsbuchten im Vergleich zu Ferkeln aus Buchten mit Ferkelschutzkorb).

Größtenteils, in elf Versuchsdurchgängen, wurde aber die Wirkung der unmittelbaren Haltungsbedingungen während der gut sechswöchigen Ferkelaufzucht untersucht. Hier wurde das Konzept der sogenannten Tierwohlbucht in Vergleich zu einer Standardbucht gesetzt.

Die Ferkel wurden im Alter von vier Wochen abgesetzt. Um Einflüsse der Herkunft auf die Beobachtungen ausschließen zu können, wurden die Wurfgeschwister nicht geschlossen in die Aufzuchtbuchten überführt, sondern gleichmäßig auf möglichst alle Versuchsbuchten aufgeteilt.

Merkmale der Tierwohlbucht

Mit der als Kontrollvariante dienenden Standardbucht sollten die in der Praxis üblichen Bedingungen dargestellt werden (Abb. 1). Die Bucht war für 28 Aufzuchtferkel mit einem uneingeschränkt nutzbaren Flächenangebot von 0,35 m² je Tier ausgelegt. Sie war mit Ausnahme einer beheizten Liegefläche vollständig mit Kunststoffrosten ausgestattet. Das Futter wurde über Breiautomaten ad

libitum verabreicht. Dazu standen insgesamt vier Fressplätze zur Verfügung. Zwei Breiautomaten waren jeweils in der Trennwand zwischen benachbarten Buchten installiert. Wasser erhielten die Ferkel aus drei Nippeltränken. Als Beschäftigungsobjekt stand je Bucht ein Kunststoffball zur Verfügung, der an einer Kette hängend an der Buchtentrennwand montiert war (Abb. 2).



Abb. 1: Standardbucht



Abb. 2: Kunststoffball als Beschäftigungsobjekt in der Standardbucht

Die Tierwohlbucht wurde aus der Standardbucht entwickelt. Dafür wurde das Angebot an Beschäftigungsmöglichkeiten erheblich erweitert, konkret um die Objekte Holz an Kette, Bite-Rite, Hanfseil (Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5, Abb. 6, Abb. 7). Zusätzlich stand den Ferkeln eine Strohraufe zur Verfügung und ein Trog, in dem zweimal täglich frisch Luzerneheu hacksel vorgelegt wurden. Die Wasserversorgung wurde um eine Beckentränke ergänzt und das Flächengebot je Tier auf 0,5 m² erhöht, woraus sich eine Tierzahl von 20 Ferkeln je Bucht ergab.



Abb. 3: Holz an einer Kette befestigt



Abb. 4: Bite-Rite mit zusätzlichem Hanfseil



Abb. 5: Strohraufe auf Festfläche



Abb. 6: Trog zur Gabe von Luzerneheu



Abb. 7: Heukorb

In den späteren Versuchsdurchgängen wurde die Ausstattung der Standard- und Tierwohlbuchten variiert, um die Bedeutung einzelner Bestandteile genauer prüfen zu können. Dies betraf die Beschäftigungsangebote. In der Tierwohlbucht wurden alternativ zu Luzernehäcksel und Stroh auch Wiesenheu, Grascobs und Maissilage getestet. Die Standardbucht wurde um weitere Objekte ergänzt, z. B. Bite-Rite, Holz an der Kette. Schließlich wurde auch der Einfluss der Belegungsdichte für beide Buchtentypen untersucht. In vier Durchgängen wurde die Tierwohlbucht (definiert über das Angebot von Raufutter, Heu) auch mit einem Flächenangebot von 0,35 m² je Tier, entsprechend einer Belegung mit 27 Ferkeln geprüft, sowie die Standardbucht (definiert über das ausschließliche Angebot nicht verzehrbare Beschäftigungsobjekte) mit 21 Tieren, entsprechend einem Flächenangebot von 0,5 m² je Ferkel.

Bewertung der Haltungsumwelt anhand der Verletzungen an Schwanz und Ohren

Die Verletzungen der Tiere an Schwanz und Ohren waren die zentralen Kriterien zur Bewertung der Haltungsumwelt. Hierfür wurden alle Ferkel wöchentlich zweimal einzeln beurteilt. Die Verletzungen wurden in vier Stufen erfasst, ebenso mögliche Verluste von Teilen des Schwanzes oder der Ohren, sowie mit den Verletzungen einhergehende Entzündungen (Abb. 8, Abb. 9, Abb. 10). Begleitend wurden die Tiere beim Einstellen und Ausstellen einzeln gewogen, der Futter- und Wasserverbrauch wöchentlich und Stallklimadaten kontinuierlich aufgezeichnet. In einigen Versuchsdurchgängen wurde auch Filmmaterial zur Analyse des Tierverhaltens aufgezeichnet.



Abb. 8: Keine Schwanzverletzung (Note 0)



Abb. 9: Oberflächliche Verletzung am Schwanz (Note 1)



Abb. 10: Tiefe Verletzung am Schwanz (Note 2)

Ergebnisse aus den Versuchen

Obwohl die am LVFZ Schwarzenau erzielten Ergebnisse noch nicht ganz dem entsprechen, was das Ziel ist, nämlich die erfolgreiche Haltung unkupierter Ferkel ohne durch ein Beißen bedingte Verletzungen, können erste Schlussfolgerungen bereits formuliert werden. Sie betreffen die Stallsysteme.

„Langschwänze“ brauchen eine noch intensivere Tierbeobachtung: Kleinere Buchten im Vorteil

Frühe Anzeichen eines aufkommenden Schwanzbeißgeschehens müssen schnell erkannt und Gegenmaßnahmen ergriffen werden, um das Beißen wieder zu beenden und den Schaden möglichst gering zu halten. Frühe Anzeichen des Schwanzbeißens sind beispielsweise erste, oft nur kleine Verletzungen am Schwanz oder unruhige Tiere, die regelrecht auf der Suche nach „Bekaubarem“ sind und die sich in dieser Absicht ihren Buchtengenährten nähern. Ein sehr deutliches und gut erkennbares Frühwarnsignal ist ein eingezogener Schwanz, der signalisiert, dass dieses Tier schon schmerzhaft gebissen wurde (Abb. 11). Als Gegenmaßnahme hat sich in den Schwarzenauer Versuchen die Gabe von Raufutter zur Ablenkung der Tiere bewährt. Aus manchen Buchten musste zusätzlich ein sogenannter „hartnäckiger Beißer“ ausgestallt werden, der sich durch Raufutter nicht beruhigen ließ [1]



Abb. 11: Ein eingezogener Schwanz ist ein eindeutiges Signal, dass in der Bucht gebissen wird

Für den Stallbau bedeutet diese Forderung nach einer noch intensiveren Tierbeobachtung, dass Buchten für unkupierte Ferkel und Mastschweine eher nur für 10-30 Ferkel geplant werden sollten als für größere Gruppen. Zusätzlich sind in den Ställen ausreichend Separations- bzw. Genesungsbuchten für die „hartnäckigen Beißer“ und auch für einzelne „Bebissene“ nötig [2].

Einsatz von Rau- bzw. Grundfutter ist für die Haltung unkupierter Ferkel und Mastschweine unverzichtbar

Die Gabe von Grund- bzw. Raufutter, in Schwarzenau war das zumeist Heu, erwies sich nicht nur als unverzichtbare Maßnahme zur Beendigung eines bereits bestehenden Schwanzbeißgeschehens, sondern auch als absolut wirksamste Einzelmaßnahme, um das Beißen bereits im Vorfeld zu verhindern.

Von den 2800 unkupierten Ferkeln wurden in den Schwarzenauer Versuchen gut 1100 in Tierwohlbuchten gehalten. Die Wirkung dieser Tierwohlbucht auf das Schwanzbeißen war im Vergleich zur Standardbucht eindeutig. In den Tierwohlbuchten erreichten rund 85 % der Ferkel (75-100 % in Einzelbuchten) das Ende der Aufzucht in der 11. Lebenswoche mit einem langen Schwanz. In den Standardbuchten lag der Anteil der langen Schwänze am Ende der Aufzucht dagegen bei nur gut einem Drittel. Dabei trat Schwanzbeißen tatsächlich in jeder einzelnen der Standardbuchten so erheblich auf, dass Heu, zumeist schon ab der zweiten Aufzuchtwoche, dann doch als Gegenmaßnahme gegeben werden musste.

Die üblichen Kammställe sind nicht „Grundfutter tauglich“

Bei dem Schwarzenauer Versuchsstall handelt es sich um einen üblichen Kammstall. Die Aufzuchtteile sind gut 10 m tief und vollunterkellert. Die Gülle wird in Wannen aufgefangen und im Wechselstausystem entleert. Schnell zeigte sich hier, dass dieses Entmistungssystem mit den den Tieren verabreichten Heugaben überfordert war. Ein Teil des Heus fiel unmittelbar durch die Schlitze im Boden in den Güllekanal. Der Rest wurde von den Tieren gefressen und bewirkte einen deutlich faserreicheren Kot. Beides führte zur Bildung dicker Schwimmdecken im Güllekanal, die im Versuchsstall nur mittels Handarbeit aus den Kanälen entfernt werden konnten (Abb. 12).



Abb. 12: Dicke Schwimmschichten überfordern das Güllesystem

Der nachträgliche Einbau von Entmistungstechnik, die diese Schwimmdecken bzw. die struktur- und faserreiche Gülle entsorgen könnte, ist aufgrund der Anordnung der zahlreichen und relativ kurzen Güllekanäle im Kammsystem unmöglich. Eine Lösung mit Entmistungsschieber, unterflur verlegt, würde aus räumlichen Gründen und Kostengründen wenige, aber lange Kanäle erfordern.

Schlussfolgerungen für den Stallbau

Zukunftsställe müssen geeignet für die Haltung unkupierter Ferkel sein

Der Verzicht auf „Amputationen“ am Tier, zu denen das Kürzen der Ferkelschwänze zählt, ist die zentrale Forderung von Tierschutzorganisationen. Unübersehbar ist zudem, dass auch Vermarktungsinitiativen der großen Lebensmittelketten zunehmend offensiv auf Tierwohl setzen. Der intakte Ringelschwanz gilt dabei als Nachweis der tiergerechten Haltung und ist fester Bestandteil der Anforderungskriterien von Labelprogrammen [3, 4].

Nicht zuletzt das Tierschutzgesetz gestattet das Kürzen der Schwänze nur in Ausnahmefällen und als „letzte Maßnahme“, wenn Schwanzbeißen sonst nicht verhindert werden kann. Zuvor müssen jedoch andere geeignete Maßnahmen im Bereich der Haltung und Betreuung ergriffen werden [5].

Die Ergebnisse des LfL-Projekts in Schwarzenau, aber auch anderer Forschungseinrichtungen zeigen dabei klar, dass die Gabe von Rau- bzw. Grundfutter eine solche geeignete Maßnahme, mehr noch, dass sie ein unverzichtbarer Bestandteil der Haltung unkupierter Ferkel und Mastschweine ist [6]. Ställe für „Ringelschwänze“ müssen demnach so angelegt werden, dass Heu oder vergleichbare Grundfutterarten technisiert in den Stall zu den Tieren gebracht werden können und die Gülle bzw. der Mist mit geeigneter Technik aus dem Stall entsorgt werden kann.

Ställe dürfen nur wenige, lange Achsen haben

Entmistungsschieber sind im Rinderbereich Gang und Gäbe und könnten jederzeit in Schweineställen eingesetzt werden. Hier muss der Einbau jedoch ohne Möglichkeit zum Tierkontakt, also unterhalb von Betonspalten- oder Rostelementen, erfolgen (Abb. 13).



Abb. 13: Entmistungsschieber fordern lange Bahnen

Technik zum Einbringen des Rau- bzw. Grundfutters in die Buchten ist noch nicht Standard. Jedoch entwickeln mehr und mehr Firmen Lösungen für diesen Bereich. Dabei handelt es sich in der Regel um Systeme, die ausgehend von der Förderung von Kraftfutter angepasst werden auf den Transport des sperrigeren Materials, das in Form von eher kurz geschnittener loser Ware oder in gepresster Form als Pellets gefördert wird (Abb. 14).



Abb. 14: Einbringen von Stroh mittels der „Strohmatic“

Schieberentmischung und Grundfutterfördertechnik sind Systeme, die für lange Bahnen ausgelegt sind, nicht aber für Ställe wie den Kammstall, in dem zahlreiche Kurven zu bewältigen wären.

Solche Stallanlagen mit nur wenigen, aber langen Achsen wurden für Mast Schweine vereinzelt schon realisiert. Dazu zählen die Außenklima-Kistenställe, die als Ein- oder Zweireiher gebaut wurden (Abb. 15). Aber auch Schrägbodenställe, als Außenklima- oder Warmställe, und die sog. Jalousieställe entsprechen diesem Konzept (Abb. 16, 17). Die Buchten werden einseitig oder beidseitig des Kontrollgangs angeordnet, haben alle Kontakt zur Außenwand und sind schmal und tief. Die Buchtenbreite am Kontrollgang beträgt für Mast Schweine zumeist 2,50 m, die Tiefe vom Kontrollgang bis zur Außenwand 6-10 m. Die Stallungen sind als Einreihler max. etwa 11 m breit, als Zweireihler max. etwa 21 m, dafür sehr langgestreckt, da die einzelnen Abteile wie Kettenglieder aneinandergereiht werden (Abb. 18, Abb. 19, Abb. 20).



Abb. 15: Einreihige Außenklimaställe für Mastställe wurden vereinzelt gebaut



Abb. 16: Eine beidseitige Anordnung der Buchten entlang des in Firstrichtung verlaufenden Kontrollgangs ist auch in Warmställen möglich.



Abb. 17: Schrägbodenställe, bei denen der Entmistungskanal an der Außenwand auf ein Minimum reduziert ist, gibt es in Außenklima- und in Warmställen

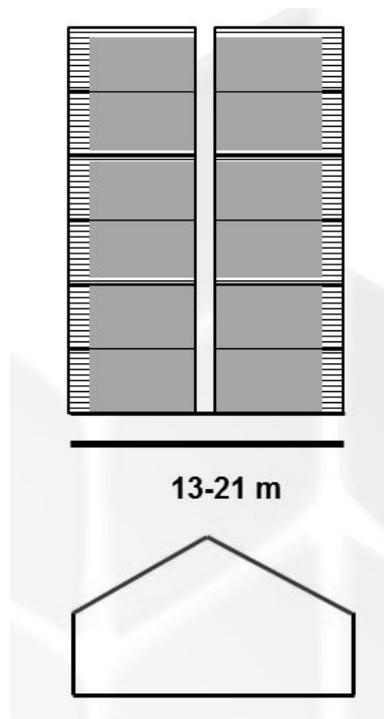


Abb. 18:
Zweireihige Ställe erreichen
Breiten bis zu rund 21 m

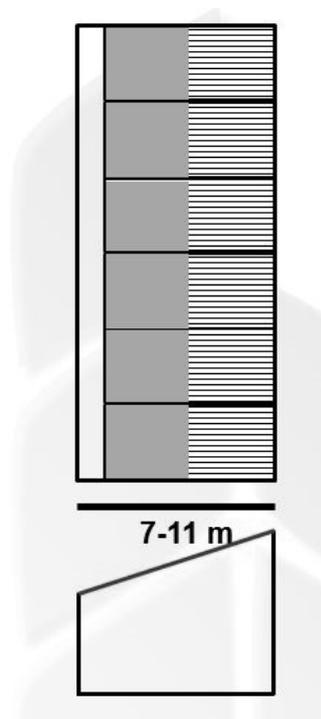


Abb. 19:
Einreihige Ställe sind bis zu
rund 11 m breit

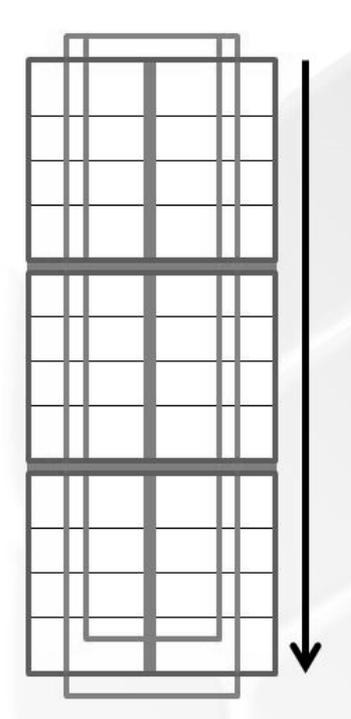


Abb. 20:
Die Abteile werden wie
„Kettenglieder“ aneinander
gereiht

Diese schmale, tiefe Form der Buchten und ihre Anordnung zwischen Kontrollgang und Außenwand unterstützt die Tiere dabei, Liege- und Mistbereich klar voneinander zu trennen. Üblicherweise fallen die Ausscheidungen in der Zone unmittelbar an der Außenwand an. Hier wäre dann der Entmistungsschieber vorzusehen. In der zum Kontrollgang orientierten Buchtenzone richten die Schweine dagegen ihren Liegebereich ein. Die stärkere und besser planbare Trennung und Positionierung von Liege- und Abkotbereich erleichtert die Einrichtung und Sauberhaltung geschlossener Liegeflächen. Deutlich unterschiedliche Klimazonen, wie etwa im Außenklimastall, wirken zusätzlich günstig. Da jede Bucht Kontakt zur Außenwand hat, ist die Erweiterung um einen Außenauslauf grundsätzlich möglich, wenn auch genehmigungspflichtig.

Beispielslösungen für Aufzuchtferkel liegen leider bisher nur spärlich vor. Sie weisen zwar grundsätzlich die gleichen Strukturen auf wie die o. g. Mastställe, jedoch ist auf den höheren Wärmebedarf der Tiere Rücksicht zu nehmen.

Ausblick

Mittelfristig ist damit zu rechnen, dass der Einsatz von Rau- bzw. Grundfutter und das unkupierte Ferkel Standard sein werden. Und obwohl der Spaltenboden an sich kaum Bezug zum Schwanzbeißen hat, werden über die „Hintertür Rau- und Grundfutter“ neue Stallungen in die Schweinehaltung Einzug halten. Investitionswillige Landwirte sollten sich zu diesen vielfältigen Alternativen gründlich informieren, um sich beizeiten ein Bild von deren möglichen Bauweisen und spezifischen Eigenschaften machen zu können. Eine Investition in die bisher bewährten Kammställe mit bekannten Güllesystemen dürfte vor diesem Hintergrund nicht mehr sinnvoll sein.

Für bestehende Kammställe mit Güllesystem müssen noch Lösungen gefunden werden, um sie „Langschwanz tauglich“ zu machen.

Zusammenfassung

Mittelfristig ist damit zu rechnen, dass das unkupierte Ferkel Standard in den Stallungen sein wird. Die Versuche der LfL zeigen, dass ein Einsatz von Rau- bzw. Grundfutter unverzichtbar ist, um erfolgreich unkupierte Ferkel halten zu können. Die üblichen Kammställe sind nicht geeignet, um Technik zum Einbringen dieses Futters und zur Entsorgung der strukturreicheren Ausscheidungen installieren zu können. Hierfür sind andere Stalltypen Voraussetzungen: Schmale, lange Gebäude mit nur wenigen Ver- und Entsorgungsachsen, in denen jede Bucht an die Außenwand grenzt. Die Stallabteile werden hier wie Kettenglieder aneinander gereiht. Landwirte, die in Schweinemast oder Ferkelaufzucht investieren wollen, müssen sich mit diesen Stalltypen vertraut machen.

Literatur

- [1] Schwanzbeißen in Ferkelaufzucht und Schweinemast
(<http://www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/schweine/029325/index.php>)
- [2] Genesungsbuchten in der Schweinemast nach dem „Bucht-in-Bucht-Prinzip“
(<http://www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/schweine/132865/index.php>)
- [3] Deutscher Tierschutzbund: Label „Für mehr Tierwohl“, Premiumstufe für Mastschweine
(<http://www.tierschutzlabel.info/tierschutzlabel/premiumstufe/>); Zugriff am 14.10.2016
- [4] Initiative Tierwohl: Handbuch Kriterienkatalog Schweinemast
(https://initiative-tierwohl.de/wp-content/uploads/2015/04/20141127_Handbuch_Kriterienkatalog_Schweinemast_ITW.pdf), Zugriff am 14.10.2016
- [5] Tierschutzgesetz: Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das durch Artikel 4 Absatz 87 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist"
- [6] vom Brocke, Astrid (2016): Schweinehaltung – zukunftsorientiert, aber wie? Schweinefachtagung – Jahrestagung 2016. Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, ISSN 1611-4159, S. 9-14

Autorenanschrift:

Dr. Christina Jais
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Prof.-Dürrwachter-Platz 2
85586 Poing / Grub
E-Mail: Christina.Jais@lfl.bayern.de

Ammoniakemissionen aus Versuchen in der Schweinehaltung

Horst Cielejewski

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Haus Düsse

Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich vertraglich gebunden, luftgetragene Emissionen (durch NEC und NERC Richtlinien) und Nitrat im Grundwasser (Nitrat-Richtlinie, DüV) deutlich zu reduzieren. Für den Teilbereich Ammoniak ist zu mehr als 90 % der Sektor Landwirtschaft verantwortlich, der durch verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung beitragen muss. Für bestimmte Maßnahmen werden häufig rechnerische Minderungspotenziale (z.B. KTBL 2017) angenommen.

Tabelle 1: Ammoniakminderungspotenzial ausgewählter Maßnahmen in der Schweinehaltung

Maßnahme	Minderungspotenzial
Mehrphasenfütterung RP von 18 auf 13 %, Aminosäureausgleich	bis zu 20 %
Bodengestaltung, weniger emittierende Oberfläche, geneigter Boden	bis zu 50 %
Gülleabkühlung (in Kellersohle oder aufliegende Lamellen)	30 bis 60 %
Gülleansäuerung im Güllekeller	64 %
Abluftreinigungsanlagen mit Zertifizierung (z.B. DLG) aber auch: Güllelagerabdeckung, bessere Gülleausbringung, Ureaseinhibitoren	> 70 %
Entwurf TA-Luft: je nach Bestandsgröße nur noch 30/60 % von 2,9 kg	>70/>40 %

Nachfolgend werden vier Projekte aus der Mastschweinehaltung vorgestellt, die sich mit dem Messen von Ammoniakemissionen beschäftigen:

1. Unterschiedliche Haltungssysteme
2. Großgruppe im Vergleich zur Haltung nach Groen Label-Standard
3. Unterschiedliche Gülleablassintervalle
4. N-/P- reduzierte Fütterung mit Auswirkungen auf Emissionen und Gülleinhaltsstoffe

Unterschiedliche Haltungssysteme

Schon in den 1990er Jahren gab es eine kontroverse Diskussion über die Ausrichtung der Schweinehaltung hin zu mehr Tierschutz oder hin zu Umweltaspekten, also eingestreute Verfahren versus Geruchs- und Ammoniakemissionen. Im Jahr 1994 konnte die damalige Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe Messungen in einem Betrieb mit 4 Haltungssystemen vornehmen: Kompoststall mit Sägespänen und Enzym; eingestreut mit 0,5 bis 1,0 kg Stroh je Tier und Tag; Teilspaltenboden mit 40 % fester Fläche und mindestens wöchentlichem manuellen Abschieben; Vollspaltenboden. Das Lüftungssystem in allen Abteilen war als Unterdrucklüftung mit 2 Abluftventilatoren konzipiert, die Zuluft wurde über Rieselkanäle mit Schilfrohrmatten eingeleitet. Die Fütterung wurde über Breiautomaten vorgenommen. Die Ration war einheitlich eine

Getreideration mit Ergänzungsfutter, 13,1 MJ ME mit 17,6 % Rohprotein in der Vormast, ab 70 kg wurde umgestellt auf 13,3 MJ ME und 16,7 % Rohprotein.

Man erkennt, dass die eingestreuten Verfahren den Tieren eine deutlich größere Fläche zur Verfügung stellen und auch einen deutlichen höheren Luftwechsel realisieren. Damit werden zwar die Ammoniakkonzentrationen auf einem niedrigen Niveau gehalten, aber insgesamt höhere Emissionen je Tierplatz erzielt als bei den Spaltenbodenverfahren. Das Teilspaltenbodenabteil wies sehr hohe Konzentrationswerte auf, weil die Schweine immer wieder die feste Fläche als Suhle angelegt haben und trotz Abschieben diese Fläche nicht sauber gehalten werden konnte. Die proteinreiche Fütterung bei dem damaligen Leistungsniveau führte zu sehr hohen Emissionswerten.

Tabelle 2: Kenndaten für die verschiedenen Haltungsverfahren

		Kompost	Einstreu	Teilspalten	Vollspalten
Tierzahl		72	72	90	100
Belegungsdichte	[m ² /Tier]	1,21	1,03	0,86	0,78
Tageszunahmen	[g/Tag]	751	745	723	720
Temperatur	[°C]	19,4	18,9	20,3	21,1
rel. Feuchte	[%]	64,8	61,6	64,9	60,2
Luftmenge	[m ³ /h]	6604	5494	4888	5442
Luftmenge	[m ³ /h*100 kg LG]	159,4	142,7	82,5	84,5
Ammoniak	[ppm]	15,1	21,3	27,1	23,2
Ammoniak	[%]	65,1	91,8	116,8	100
Ammoniakfracht	[mg/min]	1104	1231	1350	1429
ber. NH ₃ -Fracht	[kg/a]	580,3	647,0	709,6	751,1
NH ₃ -Emission	[kg NH ₃ /TP*Jahr]	8,06	8,99	7,88	7,51
NH ₃ -Emission	[%]	107	120	105	100

Großgruppe im Vergleich zur Haltung nach Groen Label Standard

In den Niederlanden wurden ab 1995 Haltungsverfahren beschrieben, die mit weniger als 2 kg Ammoniak-Emission je Mastplatz und Jahr auskommen sollten und den sogenannten Groen Label Standard erfüllten (z.B. Büscher et al. 1996). In Deutschland war der vergleichbare Normwert nach TA Luft auf 3,64 kg Ammoniak je Mastplatz und Jahr angesetzt.

Die Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe hat das zum Anlass genommen, ein Groen Label Haltungsverfahren aus den Niederlanden auf Haus Düsse nachzubauen und im Vergleich zur üblichen Mastschweinehaltung auf Vollspaltenboden in einer dreißiger Großgruppe zu vergleichen. Das niederländische Verfahren ist ein Teilspaltenboden-Verfahren mit zwei Spaltenbodenregionen und einem

Güllekanal, der durch Wandschrägen verkleinert ist und über einen Überlauf nur eine bestimmte Güllepegelhöhe erreichen kann. Den Tieren wird dabei eine Fläche von 1 m² zur Verfügung gestellt. Das westfälische Großgruppenverfahren wird auf Vollspaltenboden mit 0,75 m² je Tier durchgeführt, die Lüftung wurde entsprechend dem Tierbesatz und Vorgaben der jeweiligen Normen konzipiert. Die Futterrationen waren einheitlich, in der Vormast mit 13,2 MJ ME und 19,1 % Rohprotein, ab 70 kg wurde umgestellt auf 13,2 MJ ME mit 14,9 % Rohprotein. Insgesamt wurden sechs Mastdurchgänge durchgeführt und messtechnisch begleitet.

Es zeigten sich Unterschiede in den Ammoniakemissionen zwischen beiden Haltungsverfahren in Abhängigkeit von der Jahreszeit bzw. dem Außenklima, allerdings nicht konsequent zum Vorteil oder Nachteil einer Variante.

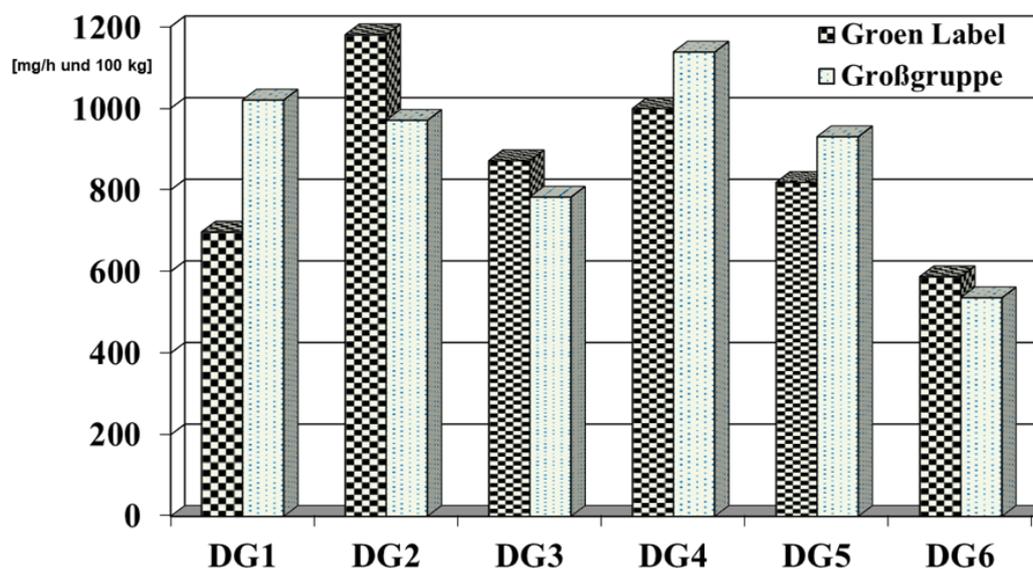


Abbildung 1: Emissionsmassenstrom über 6 Mastdurchgänge bei zwei Haltungsverfahren

Über die sechs durchgeführten Mastdurchgänge, und damit in etwa zwei Jahre, beliefen sich die Ammoniakemissionen in der Groen Label Variante auf 33,36 kg je GV und in der Großgruppenhaltung auf 35,78 kg je GV. Heruntergerechnet auf die üblichen Emissionsfaktoren lag das niederländische Verfahren bei 4,34 kg Ammoniak je Mastplatz und Jahr, das Haltungsverfahren in der Großgruppe bei 4,55 kg Ammoniak je Mastplatz und Jahr. Der Unterschied beträgt etwa 7 %.

Gülleablassintervalle

Im Jahre 2002 wurde die neue TA Luft in Kraft gesetzt. In dieser heißt es u.a. wie folgt: „Zur Verringerung von Geruchsemissionen aus dem Stall sind anfallende Kot- und Harnmengen bei Flüssigmistsystemen kontinuierlich oder in kurzen Zeitabständen zum Güllelager zu überführen.“

Damit sollte eine Minderung der Geruchs- und Ammoniakemissionen erreicht werden. In einem Forschungsvorhaben mit einem V-förmigen Kanal und Güllespülung war es gelungen, die Ammoniakemission um 24 % zu reduzieren. Durch bauliche Vorgaben, also flache Kanäle, wurde versucht, einen kontinuierlichen Gülleablass in kurzen Intervallen durchzusetzen, während es damals

üblich war, die Gülle mindestens für einen Durchgang unter den Spalten lagern zu können. Um für die Genehmigungsbehörden klare Fakten zu erarbeiten, wurde in NRW ein Messprojekt vom MUNLV unterstützt. Die Emissionsmessungen wurden seitens des LANUV im VBZL Haus Düsse durchgeführt. Es wurden drei baugleiche Abteile mit Vollspaltenboden, Flüssigfütterung mit gleichem Futter (Vormast 13,2 MJ ME, 18 % Rohprotein, ab 70 kg 13,3 MJ ME 16,5 % Rohprotein, langes Verschneiden) und gleicher Lüftung über drei Durchgänge mit jeweils 96 Tieren in den Jahren 2007/8 untersucht. Die Güllekanäle unter den Abteilen wurden unterschiedlich betrieben.

Tabelle 3: Untersuchte Intervalle für die Güllelagerung

Variante 1	ablassen und spülen nach jedem Durchgang
Variante 2	ablassen und spülen wöchentlich
Variante 3	ablassen und spülen täglich

Stallklima-Messungen wurden mit photoakustischer Messtechnik mit Messstellenumschalter (INNOVA 1314 von LumaSense) für die Ammoniakkonzentration, sowie mittels Messventilatoren zur Bestimmung des Luftvolumenstroms durchgeführt. Der Emissionsmassenstrom aus Konzentration und Abluftstrom war relativ konstant im Jahresverlauf. Die errechneten Emissionsfaktoren lagen zwischen 4,0 und 4,4 kg NH₃ je Tierplatz und Jahr in den einzelnen Mastdurchgängen. Die kürzeren Lagerintervalle haben dazu geführt, dass die Ammoniakemissionen tendenziell erhöht wurden (Gärtner, 2009), weil die dünne Schwimmdecke auf der Schweinegülle durch das Ablassen immer wieder aufgebrochen wurde und Emissionen aus dem Güllekeller dann über die Lüftung abgeführt werden mussten.

Tabelle 4: Ammoniakemissionen verschiedener Gülleablassintervalle

	NH ₃ [ppm]			NH ₃ [g/h]			Lüftung [m ³ /h]			TOC [g/h]		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
DG 1	12	12	13	51	56	61	4710	5280	5400	268	241	102
DG 2	26	26	25	50	54	60	2030	2190	2640	272	109	63
DG 3	20	17	17	47	51	56	2950	3920	4080	251	85	55
Ø				49	54	59						
V1 = ablassen je Durchgang, V2 = ablassen wöchentlich, V3 = ablassen täglich												

Begleitend wurden auch die Methanemissionen erfasst. Hier stellte sich heraus, dass die kurzen Lagerintervalle zu einer deutlich geringeren Methanemission führen, weil immer weniger organische Masse bei den kurzen Ablassintervallen im Güllekeller zur Verfügung steht, aus der dann Methanbakterien die organische Masse zu Methan/Biogum umsetzen können.

N-P-reduzierte Fütterung

Durch die Vorgaben der neuen Düngeverordnung 2017 wird in den Regionen mit intensiver Tierhaltung die Problematik des Überangebotes an Nährstoffen im Vergleich zu der für die Gülleausbringung zur Verfügung stehenden Ackerfläche noch gravierender. So können Fütterungsmaßnahmen mit abgesenkten N- und P- Gehalten in der Futtermittelration den Gehalt in Kot und Harn vermindern. Der geringere Output an Stickstoffverbindungen, insbesondere der Harnstoff im Urin, trägt dazu bei, dass weniger Ammoniak entsteht und über die Stalllüftung abgeführt werden

muss. Die Landwirtschaftskammer NRW wurde vom Ministerium beauftragt, entsprechende Versuche durchzuführen. In zwei Abteilen mit jeweils 96 Tieren auf Vollspaltenboden mit Trockenfütterung wurde mit zwei Fütterungsstrategien – stark und sehr stark N- und P- reduziert gefüttert. Neben der Erhebung der klassischen Tierleistungsparameter bei Fütterungsversuchen wurden auch Emissionsmessungen durchgeführt. Die Abluftkammine in jedem Abteil wurden mit Messventilatoren ausgerüstet. Ebenso standen Ammoniakmessgeräte (Dräger Polytron 8000) zur Verfügung. Aus Ammoniakkonzentrationen und Luftwechsel kann die Ammoniakfracht eines Stalles berechnet werden.

In den Tabellen 5 und 6 sind die wichtigen Emissionskriterien dargestellt für unterschiedliche Betrachtungszeiträume.

Tabelle 5: Emissionskennwerte für das Versuchsabteil

	Tier- zahl	Lüftung	NH₃	NH₃- Fracht	Emission je Tier	Emission je Tierplatz
		[m ³ /h]	[ppm]	[g/h]	[g/d*Tier]	[g/d*Tierplatz]
13.6. bis 18.8. "normale" Mastphase	84,3	5432	11,3	40,2	11,8	10,1
18.8. bis 6.9. "längere" Mastphase für 37 bzw. 17 Tiere	26,9	2502	23,8	30,3	28,9	7,6
13.6. bis 6.9. ganze Messphase	71,4	4775	14,1	38,0	15,8	9,5

Tabelle 6: Emissionskennwerte für das Kontrollabteil

	Tier- zahl	Lüftung	NH₃	NH₃- Fracht	Emission je Tier	Emission je Tierplatz
		[m ³ /h]	[ppm]	[g/h]	[g/d*Tier]	[g/d*Tierplatz]
13.6. bis 6.9. ganze Messphase	79,0	5441	17,8	58,9	20,8	14,7

Man erkennt so in der ersten Zeile für jedes Abteil für den Zeitraum der „gemeinsamen“ Mastphase,

- dass die Luftmenge bei 5400 m³/h in beiden Abteilen war und
- dass der mittlere Ammoniakgehalt bei 11,3 bzw. 17,8 ppm lag.

Daraus resultiert eine durchschnittliche Ammoniakfracht von 40,2 g je Stunde im Versuchsabteil (sehr stark reduziert), und eine durchschnittliche Ammoniakfracht von 58,9 g je Stunde in Kontrollabteil (stark reduziert).

Nach 3 Verkaufszeiträumen sind alle Tiere am 6.9. aus dem Kontrollabteil verkauft, während im Versuchsabteil noch weitere 3 Wochen Mastschweine gemästet werden müssen, bis sie das Mastendgewicht erreicht haben und weitere Emissionen entstehen.

Diskussion

Der Fütterungsversuch konnte in der zweiten Masthälfte mit Messungen für Ammoniakemissionen begleitet werden. In diesem Abschnitt wies die sehr stark reduzierte Fütterung im Vergleich zur „nur“ stark reduzierten Fütterung deutlich geringere Ammoniakkonzentrationen und -emissionen auf. Allerdings werden die Tiere aus dem Versuchsabteil mit sehr stark reduzierter Fütterung über einen

längeren Zeitraum verkauft, sodass hier auch für ca. drei Wochen Emissionen freigesetzt werden, während das andere Abteil schon geräumt ist und nicht mehr emittiert. Nicht nur die Tiere (Tierzahl), auch die Stallfläche leistet als Emittent einen bedeutenden Beitrag zur Gesamtemission. Messungen im Kontrollabteil nach dem Leerverkauf haben zum Beispiel gezeigt, dass auch das leere Abteil ohne Tiere, aber mit fortlaufender Lüftung, weiterhin auf hohem Niveau emittiert.

Für einen Vergleich der beiden Abteile hinsichtlich ihrer Gesamtemissionen kann man die mittlere Emission (Gramm je Stunde) in den einzelnen Haltungszeiträumen mit den zugehörigen Stundenanteilen multiplizieren und bekommt dann die Ammoniakfreisetzung in Kilogramm für das Abteil für den gesamten Zeitraum. Der Zeitraum vom 13.6. (Beginn der Messungen) bis 18.8. (Räumung Kontrollabteil) umfasst 66 Tage oder 1584 Stunden. Das Abteil hat in diesem Zeitraum eine durchschnittliche Emission von 58,9 g je Stunde, damit eine Gesamtemission von 93,3 kg. Das Versuchsabteil hat eine mittlere Emission von 40,2 g je Stunde in diesem Abschnitt, damit eine Gesamtemission von nur 63,7 kg. Aber in der längeren Mastphase von 19 Tagen bzw. 456 Stunden kommen noch einmal 30,3 g je Stunde bzw. 13,8 kg hinzu, so dass das Abteil in der gesamten gemessenen Belegungsdauer 77,5 kg Ammoniak emittiert. Damit emittiert das sehr reduziert gefütterte Abteil ca. 83 % im Vergleich zum stark reduziert gefüttertem Abteil.

Allerdings konnte hier nur ein halber Mast-Durchgang in einem meteorologisch außergewöhnlichen Sommer gemessen werden, weitere Versuche und Messungen zur Absicherung wurden konzipiert und befinden sich in der Auswertung

Literaturverzeichnis

- Baumkötter, D., Wetter, C., Brüggling, E., Wettwer, L., Russell-Wells, T., Temmen, B.: Ergebnisse Fütterungsversuch mit Separation und NIRS-Analytik, Vortragsunterlagen MoM-AG Technik & NIRS, 08.05.2018, RWG Emsland Süd, Lüne
- Büscher, W., Hartung, E., Lais, S. 1996: Ammoniakemissionen aus Schweineställen senken, LANDTECHNIK Nr. 51 (3/96) S.160
- Cielejewski, H., Ratschow, J-P., 2003: Emissionen aus der Mastschweinehaltung nach groen lable Konzept im Vergleich zur Großgruppenhaltung auf Vollspaltenboden, 6. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2003, 25.-27. März 2003 in Vechta, Tagungsband S. 284
- Cielejewski, H.: Weniger Rohprotein – weniger Ammoniak-Emissionen, Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben Nr. 44 / 2018
- Gärtner, A., Gessner, A., Geburek, F., 2009: Einfluss verschiedener Güllelagerungsverfahren auf die Emissionen einer Schweinemastanlage, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft Nr. 69 (2009), S. 308 ff
- Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen, DLG-Merkblatt 418
- Norda, C., Scholz, T., Stalljohann, G., Bunge, J., Austermann, F., Waldeyer, H.-G.: Mit N und P bis an die Grenze, Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben Nr. 44 / 2018
- Ratschow, J-P., Cielejewski, H., 2002: Groen lable contra Großgruppenhaltung, LANDTECHNIK Nr. 57 (1/2002)
- Ratschow, J-P., Cielejewski, H., 1997: Emissionen verschiedener Verfahren der Mastschweinehaltung, LANDTECHNIK Nr. 52 (3/1997)
- Ratschow, J-P., Cielejewski, H.: Vollspalten hat viele Vorteile, Landwirtschaftliches Wochenblatt, Nr. 35/1996, S. 32 ff
- Schneider, S.: 2019: Ammoniakemissionen in der Schweinehaltung – an den richtigen Schrauben drehen!, Vortrag bei ThinkPink Schweinetag Westfalen, Münster, 08.02.2019
- Wulf, S., Rösemann, C., Eurich-Menden, B., Grimm, E., KTBL 2017: Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft - Minderungsziele und -potenziale, Tagungsband: Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung, Hannover 31.05.2017

Autorenanschrift:

Dr. Horst Cielejewski
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, FB 71
Haus Düsse 2
59505 Bad Sassendorf
Telefon: 02945 989-729
Mobil: 0160 4048808
E-Mail: horst.cielejewski@lwk.nrw.de

Praxiserfahrungen zur Umsetzung der stark N-/P-reduzierten Fütterung

Wolfgang Preißinger

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

Einleitung

Das Paris-Abkommen zum Klimaschutz, welches am 04.11.2016 offiziell in Kraft trat, beinhaltet eine ambitionierte Begrenzung der globalen Erwärmung, welche nur durch eine Minderung und Vermeidung von Treibhausgasen realisiert werden kann (Art. 2 Paris-Abkommen). Alle Sektoren, auch die Landwirtschaft, müssen hierzu einen Beitrag leisten. „Ein wichtiger Pfad zum Erreichen des Klimaschutzziels ist der Abbau von Stickstoff (N)- Überschüssen“ (BMU, 2016). Laut dem Entwurf des Klimaschutzplans 2050 forciert die Bundesregierung die gezielte Forschung und weitere Entwicklung zu N-Minderungsmaßnahmen in der Tierhaltung – wie beispielsweise die Phasenfütterung und die rohproteinangepasste Fütterung – zum Schließen von Nährstoffkreisläufen (BMU, 2016).

Zudem fordert die Umsetzung der Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) eine Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. Das Düngepaket 2017 mit der Novellierung der Düngeverordnung (DüV) 2017 und Einführung einer Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV) hat die Vorgaben im Bereich des Nährstoffmanagements deutlich verschärft. Sowohl im Entwurf zur Novellierung der TA Luft (BMU, 2018) als auch in der DüV 2017 wird erstmalig auf Rohprotein- und Phosphor (P)-Gehalte in den einzelnen Rationen Bezug genommen. Bei der DüV entscheiden die im Futter enthaltenden N- und P-Gehalte über den Flächenbedarf, über welchen ein landwirtschaftlicher Betrieb zur gesetzeskonformen Wirtschaftsdüngerausbringung verfügen muss. Somit steht die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere mit N und P mehr denn je im Mittelpunkt des Interesses, sodass das Thema N-/P-reduzierte Fütterung für die schweinehaltenden Betriebe zukünftig eine überragende Bedeutung erlangen wird.

Vorgaben einer N- und P-reduzierten Fütterung

N-/P-reduzierte Fütterungsverfahren sind in den Arbeiten der DLG, Band 199 „Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage (Hiller et al., 2014) hinreichend beschrieben. Dabei werden beim Schwein Nährstoffausscheidungen für die Fütterungsstrategien „Universalfutter“, „N-/P-reduziert“ und „stark N-/P-reduziert“ angegeben und konkrete Angaben zu den Rohprotein-, N-, P- und Kaliumgehalten der Futtermittel gemacht. Diese Fütterungsverfahren fanden Eingang in die DÜV 2017, Anlage 1 „Mittlere Nährstoffausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere; mittlere Nährstoffaufnahme von Wiederkäuern aus Grobfutter“. Zu beachten ist, dass bei der Umsetzung einer stark N- und P-reduzierten Fütterung neben den Gehalten an N und P auch die eingesetzten Futtermengen zum Tragen kommen. In der Praxis muss das Einhalten einer stark N- und P-reduzierten Fütterung nachgewiesen werden. In Bayern geschieht dies mit dem Excel-Programm "Stallbilanz im schweinehaltenden Betrieb" (vgl. folgender Link).

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/stallbilanz_im_schweinehaltenden_betrieb_2019.xlsm.

Im DLG-Merkblatt 418 von 2018 wurden die Fütterungsverfahren um eine „sehr stark N-/P-reduzierte“ Variante erweitert sowie Ergänzungen zu den Verfahren bezüglich der Leistung (mehr aufgezogene Ferkel je Sau und Jahr, höhere Tageszunahmen in der Mast) hinzugefügt. Derzeit steht die Novellierung der DÜV von 2017 auf der Agenda. Dabei wird diskutiert, die sehr stark N- und P-reduzierten Fütterungsverfahren sowie die neuen Leistungsklassen in eine überarbeitete DÜV zu übernehmen.

Umsetzung stark N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren in die Praxis

Durch die DÜV 2017 und insbesondere durch die anstehende Novellierung gilt es, den Anteil stark N- und P-reduzierter Fütterungsstrategien in der landwirtschaftlichen Praxis zu erhöhen. Ziel ist es, sowohl eine bedarfsgerechte bzw. bedarfsdeckende als auch eine umwelt- und ressourcenschonende Fütterung zu etablieren. Die Ansprüche der Tiere an das Nährstoffangebot müssen dabei stets berücksichtigt werden. Bedenken und Ängste aber auch Ressentiments aller Beteiligten (Tierhalter, Beratungskräfte, Tierärzte etc.) gegenüber einer immer stärkeren Absenkung des N- und P-Gehaltes in bedarfsdeckenden Rationen müssen ernstgenommen und gegebenenfalls entkräftet werden. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen erfolgen:

- Durchführung von praxisorientierten Fütterungsversuchen mit N- und P-angepassten Fütterungsstrategien
- Begleitung von Praxisbetrieben bei der Umsetzung einer nährstoffangepassten Fütterung
- Informationen und Berichte in einschlägigen Fachzeitschriften (z.B. die Sonderserie „Die neue Dünge-VO“ im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt 2018)
- Einbindung der Inhalte in Schule und Ausbildung, beispielsweise in die überbetriebliche Ausbildung
- Schulung und Fortbildung aller Beteiligten (Tierhalter, Beratungskräfte, Lehrkräfte, Tierärzte etc.)
- Durchführung von Praktikerseminaren

Fütterungsversuche

Fütterungsversuche mit unterschiedlich ausgeprägten N- und P-Absenkungen werden deutschlandweit seit vielen Jahren durchgeführt. In den meisten Versuchen zeigte sich kein bzw. nur ein geringfügiger nachteiliger Effekt auf die Aufzucht-, Mast- und Schlachtkörperleistung, wenn keine extremen Absenkungen vorgenommen werden (Stalljohann und Schulze Langenhorst, 2011; Weber und Müller, 2015; Weber und Müller, 2016; Preißinger et al., 2017; Meyer und Vogt, 2018a, b; Nüßlein et al., 2018; Preißinger et al., 2019). Meyer und Vogt (2018 a, b) stellten in ihren Versuchen bei N-reduzierter Fütterung bei einem sehr hohen Leistungsniveau keine Effekte auf die Tageszunahmen, aber teilweise einen signifikant erhöhten Futteraufwand fest. Andererseits stärken Versuche mit extremen Reduzierungen von N und P eher die o.a. Bedenken (Austermann et al., 2018; Stalljohann et al., 2019). Negative Effekte zeigten sich in den Versuchen jedoch erst bei einer Absenkung unterhalb der Vorgaben der DLG von 2018 (Preißinger et al., 2017; Nüßlein et al., 2018; Preißinger et al., 2019) bzw. bei einem sehr hohen Leistungsniveau (Meyer und Vogt, 2019a, b). Meyer und Vogt (2019a) zeigten in ihren Untersuchungen aber immer noch beachtliche Leistungen in den Testgruppen mit N- und P-Reduzierung. Aus den Versuchen kann geschlussfolgert werden, dass eine bedarfsdeckende Fütterung auch im Rahmen der geplanten N- und P-Absenkungen (DLG, 2018) durchaus möglich ist.

Begleitung von Praxisbetrieben

Neben den angeführten Versuchen wird auch durch die fachliche Begleitung der Schweinehalter und ihrer Berater die Etablierung einer stark N- und P-reduzierten Fütterung unterstützt. Aktuell geschieht dies in Bayern im Projekt „demonstration farms“ – nährstoffangepasste Fütterung in schweinehaltenden Betrieben (Schneider, 2019; Schneider et al., 2019). In diesem Projekt wird bei den beteiligten Praxisbetrieben (Ferkelerzeuger und Schweinemäster) das „Gesamtsystem Schweinefütterung“, d.h. vom Futter bis zur den Ausscheidungen betrachtet. Die Ergebnisse aus dem Projekt fließen in die Praxis ein, wobei der Schwerpunkt zunächst im Wissenstransfer innerhalb des Projektes bzw. der Projektbetriebe lag (Betriebsbesuche, Projekttreffen, Beraterschulungen etc.).

In etwas abgespeckter Form wurde die Idee, die hinter dem Projekt steht, auch auf den Betrieb Schwarzenau der Bayerischen Staatsgüter ausgeweitet. In der Lehrwerkstätte, außerhalb der Fütterungsversuche, wird seit Anfang 2018 eine „sehr stark N- und P-reduzierte Fütterung“ praktiziert und der Betrieb entsprechend begleitet. In Tabelle 1 sind exemplarisch die Zusammensetzungen und kalkulierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Mastrationen, die während der Mast miteinander verschnitten werden, dargestellt. Aufgrund des Einsatzes von Maiskornsilage (MKS)-Ganzkorn können für die Gesamtmischung keine Analysen durchgeführt werden. Die Untersuchungen von MKS-Ganzkorn und der Teilmischungen ohne MKS-Ganzkorn (Werte in Klammern) betätigen jedoch die kalkulierten Werte.

Tabelle 1: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltsstoffe der in der Lehrwerkstätte Schwarzenau eingesetzten Schweinemastrationen

		Anfangsmast	Endmast
Maiskornsilage-Ganzkorn	%	40	40
Gerste	%	28	29,5
Weizen	%	8,5	14,5
Sojaextr.-Schrot (44 % XP)	%	15,5	3
Rapsextr.-Schrot	%	5	10
Mineralfutter, Vormast ¹	%	3	
Mineralfutter, Endmast ²	%		3
Rohprotein	g	164 (161)	134 (134)
P	g	4,3 (4,7)	4,1 (4,2)

¹ 19 % Ca, 1 % P; 12 % Lys; 3 % Met, 4,5 % Thr; 0,5 % Trp

² 16 % Ca, 0,01% P, 12 %Lys, 2% Met, 3,5 % Thr

Klammerwerte: Berechnet aus Analysenwert für MKS-Ganzkorn und Analysenwert Teilmischung

Mit diesen Rationen werden trotz der Lehrgangbetriebe ansprechende Leistungen erzielt. Im Mastabschnitt von 28,5 bis knapp 122 kg werden Tageszunahmen von 840 g bei einem Futteraufwand von 2,7 kg pro kg Zuwachs erreicht. Mit 58,9 % ist der Muskelfleischanteil als gut einzustufen. Auch in der Ferkelerzeugung, vornehmlich in der Sauenfütterung, wurde in Schwarzenau eine sehr stark N- und P-reduzierte Fütterungsstrategie etabliert. Diese wird in leicht modifizierter Art aktuell in einem Fütterungsversuch mit einer N- und P-reduzierten Variante verglichen. In den Tragmischungen wurden nach bisher vorliegenden Analysen im Mittel 130 g Rohprotein und 4,3 g P (N-/P-reduzierte Variante) bzw. 125 g Rohprotein und 3,8 g P (sehr stark N-/P-reduzierte Variante) je kg analysiert. Im Laktationsfutter belaufen sich die Werte auf 154 g Rohprotein und 4,9 g P (N-/P-reduzierte Variante) bzw. auf 151 g Rohprotein und 4,6 g P (sehr stark N-/P-reduzierte Variante) je kg. Die ersten Durchgänge zeigen keine Effekte der N- und P-Reduzierung auf die Zuchtleistung. Nach drei Produktionszyklen war die Zahl der lebend geborenen Ferkel mit 13,9 (N-/P-reduziert) und 14,1 (sehr stark N-/P-reduziert) nahezu identisch. Effekte auf den Bewegungsapparat bzw. das Fundament sowie

auf das Geburtsgeschehen werden im Rahmen einer tierärztlichen Dissertation bearbeitet. Ergebnisse liegen hierfür noch nicht vor.

Schulungen, Aus- und Fortbildung

Letztendlich müssen die Ergebnisse, sei es aus Fütterungsversuchen oder der Praxisbegleitung, bei den Schweinehaltern sowie deren Beratungskräften und Tierärzten ankommen. In den letzten Jahren wurden in Bayern bei zahlreichen Vorträgen, Schulungen und Fachveranstaltungen mehr als 5.000 Teilnehmer erreicht. Das Spektrum reicht dabei von den Praktikern und Beratern über die Tierärzte bis hin zu Teilnehmern aus der Futtermittel- und Zusatzstoffindustrie. Wichtig ist, dass die Inhalte bereits in der Ausbildung (Berufs- bzw. Landwirtschaftsschule, überbetriebliche Ausbildung, Praxistage, Studium) vermittelt werden.

Umsetzung in der Praxis

Erste Erfolge lassen sich bei im LKV Bayern organisierten Betrieben bereits erkennen (LVK Bayern, 2018). So ist der XP-Gehalt der „mittleren Mastration“ (Schneider et al., 2018) aller im LKV-organisierten Betriebe von etwa 167 g pro kg Futter im Jahr 2015 auf aktuell 156 g zurückgegangen. Unter der „mittleren Mastration“ versteht man dabei eine nach Mastabschnitten gewichtete Ration. Basis hierfür sind die zugrundeliegenden Rationsberechnungen. Neben immer noch bestehenden jahreszeitlichen Einflüssen zeigt die Rohproteinreduzierung keinerlei negative Effekte auf Leistung, Muskelfleischanteil und Futteraufwand (vgl. Abbildungen 1-3).

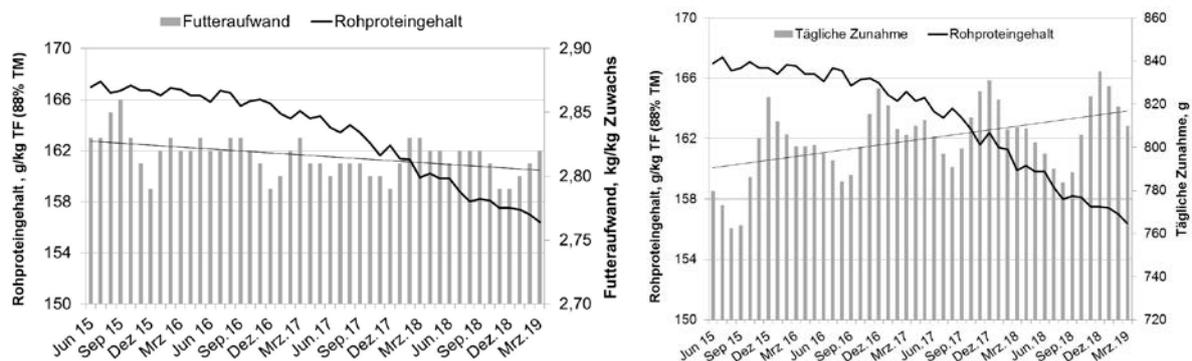


Abbildung 1 und 2: Veränderung des Rohproteingehaltes der mittleren Mastration und erzielte Tageszunahmen bzw. Muskelfleischanteile

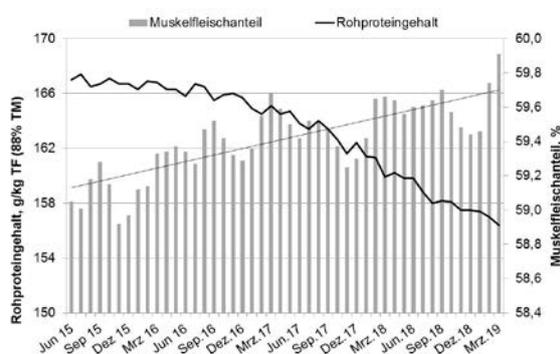


Abbildung 3: Veränderung des Rohproteingehaltes der mittleren Mastration und realisierter Futteraufwand je kg Zuwachs

Zwischen 2015 und 2018 stieg der Anteil der mehrphasig gefütterten Mastschweine von 18 auf 26 % an (LKV Bayern, 2015, 2018). Da die einzelnen Phasen sehr unterschiedlich ausgestaltet sein können (z.B. mit Begrüßungs- und Diätfutter), lässt die reine Anzahl der Phasen nicht unbedingt Rückschlüsse auf eine N- und P-Reduzierung zu. Zumindest wird dadurch aber gezeigt, dass nährstoffangepasster gefüttert werden kann. Im angeführten Zeitraum sank der Anteil der Tiere, die mittlere Mastrationen mit kalkulierten Rohproteingehalten von über 160 g je kg erhielten, deutlich von 79 auf 54 %. Ähnlich verhält es sich beim P. Hier wurden 2015 noch 34 % der Tiere mit mittleren Mastrationen und kalkulierten P-Gehalten von über 5 g je kg versorgt. 2018 fiel der Anteil auf 15 %. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass sich die N- und P-reduzierte Fütterung in der Praxis auf dem Vormarsch befindet.

Neue Mineralfutter und Ergänzter

Schweine haben weniger einen Bedarf an Rohprotein, sondern vielmehr an Aminosäuren bzw. praecaecal verdaulichen Aminosäuren (GfE, 2006). In bayerischen schweinehaltenden Betrieben werden deshalb seit vielen Jahren freie Aminosäuren meist über das Mineralfutter eingesetzt. Da laut LKV Bayern (2018) rund 99 % der Betriebe ihr Futter selber mischen (Lohn- und Eigenmischbetriebe), ist ein entsprechendes Mineralfutter zur Aminosäure- und P-Versorgung und somit für eine N- und P-reduzierte Fütterungsstrategie eine wichtige Komponente. Auch eiweißreiche Ergänzungsfuttermittel, die von rund 12 % der organisierten bayerischen Mastbetriebe eingesetzt werden, sind diesbezüglich von Bedeutung. Der Einsatz nur eines „Ergänzers“ über die gesamte Mast ist für eine stark N- und P-reduzierte Fütterung nicht mehr zielführend. Die Mischfutterindustrie hat reagiert und es sind Produkte mit entsprechend angepassten Rohprotein- und P-Gehalten auf dem Markt, die - wie auch Mineralfutter – oftmals mit dem Label „NP“ versehen werden.

Betrachtet man die in der Mast eingesetzten Mineralfutter genauer an, so hat sich innerhalb von ca. 10 Jahren der Gehalt an Lysin nahezu verdoppelt. Waren 2008 noch Mineralfutter mit 7 bis 8 % Lysin verbreitet, so sind heute bereits Mineralfutter mit 14 und mehr Prozent auf dem Markt (Preißinger, 2018). Neben erhöhten Gehalten an den Aminosäuren Methionin und Threonin enthalten diese Mastmineralfutter zusätzlich Tryptophan und z. T auch Valin. Über „Ringausschreibungen“ erhalten die organisierten Landwirte kostengünstig diese Mineralfutter (aktuell meist mit 12 % Lysin). Was die P-Absenkung betrifft, so ist mikrobielle Phytase seit Jahren Standard. Aktuell wird mikrobielle Phytase bei Schweinehaltern in Bayern nahezu flächendeckend eingesetzt. Derzeit sind Phytasen der neuesten Generation mit sehr hoher Wirksamkeit auf dem Markt und auch im Einsatz. Die Mineralfutter für Mastschweine werden mittlerweile differenziert für die Anfangsmast mit niedrigem P-Gehalt (meist 1-1,5 %) und für die Endmast ohne P beworben und angeboten (vgl. Tabelle 2). In den Ringmineralfuttermitteln für Mastschweine sind aktuell zwischen 0 und 1,5 % P sowie moderne Phytasen enthalten. Wird der P-Gehalt im Mineralfutter reduziert, dann wird meist auch der Kalzium (Ca)- Gehalt entsprechend angepasst.

Tabelle 2: Ca-, P- und Aminosäuregehalte in bayerischen „Ringmineralfuttermitteln“ für die Mast (Einsatzumfang 3 %)

		Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3 (Endmast)
Lysin	%	12	12	12
Methionin	%	3	3	2
Threonin	%	4,5	4,5	4
Tryptophan	%	-	-	-
Ca	%	16,4	19,5	16,5
P	%	1,5	1,5	0

Was für die Mast gilt, kann auch auf die Zuchtsauen- und Ferkelfütterung übertragen werden. Auch hier haben sich die Gehalte an P, Ca und Aminosäuren in den Mineral- und Ergänzungsfuttermitteln geändert. Bei den „Ringmineralfuttermitteln“ wurden die Mineralfutter für Ferkel und laktierende Sauen von den Aminosäuren her aufgewertet. Mineralfutter für tragende Sauen wurden auch im P-Gehalt reduziert. Aktuell haben Mineralfutter für Ferkel ca. 12-13 % Lysin, 3,5 % Methionin, 5,5 % Threonin und 0,5 % Tryptophan. Seit einiger Zeit wird auch Valin (meist 0,5 %) ergänzt. Die Mineral- bzw. Mischfutterindustrie hat entsprechend reagiert und bietet entsprechend ausgestattete Mineral- und Ergänzungsfutter für alle Tierkategorien an.

Die Futteruntersuchung – ein wichtiger Eckpfeiler der stark N-/P-reduzierten Fütterung

Werden in der Schweinefütterung stark bzw. sehr starke N- und P-reduzierte Fütterungsstrategien angestrebt, sind genaue Kenntnisse der Inhaltsstoffe insbesondere von Aminosäuren, Brutto-P und zukünftig auch von phytingebundenen P in den Futterkomponenten von entscheidender Bedeutung. Eine engmaschige Futterbeprobung und -untersuchung mit geeigneten Schnellanalyseverfahren ist insbesondere für die in Bayern vorherrschenden Lohn- und Eigenmischbetriebe sehr wichtig. Dies wird nachfolgend am Beispiel des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums (LVFZ) Schwarzenau verdeutlicht. In Abbildung 4 sind die Rohprotein- und Lysingehalte der 2017 und 2018 angelieferten Sojaextraktionsschrote (SES) (nonGVO-Ware) zusammengestellt.

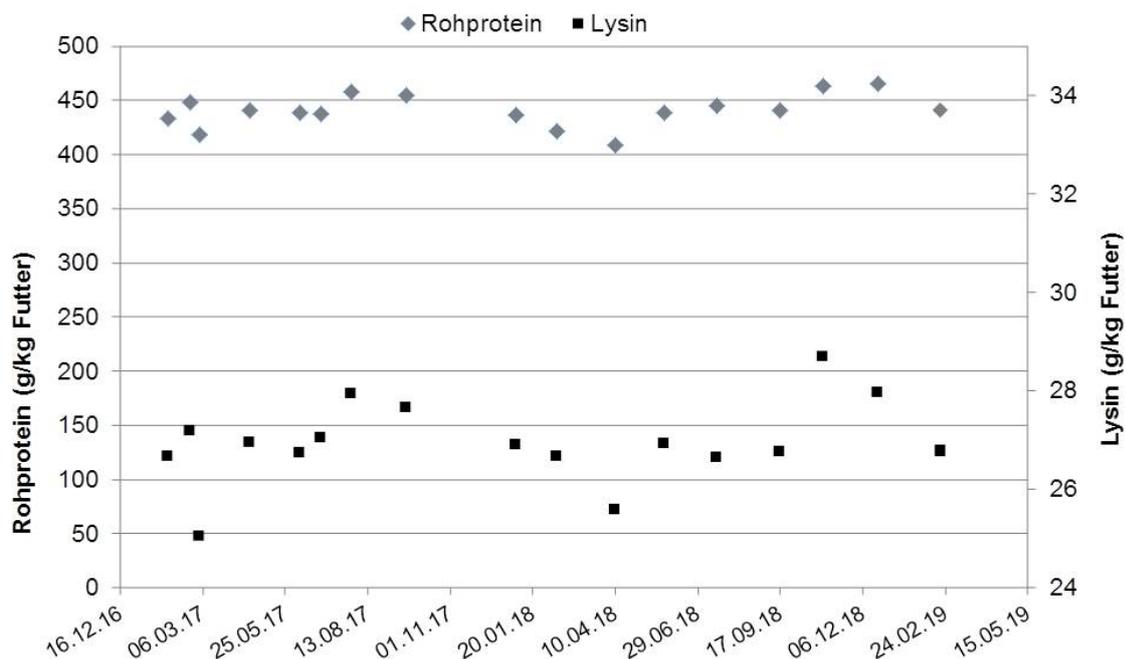


Abbildung 4: Rohprotein- und Lysingehalte der am LVFZ Schwarzenau in den Jahren 2017 bis 2018 angelieferten SES

Erfolgt die Rationskalkulation mit analysierten, hohen Aminosäuregehalten und wird anschließend SES mit deutlich niedrigen Gehalten geliefert und verfüttert, so hat dies, insbesondere bei stark N-/P-

reduzierten Rationen, negative Auswirkungen und kann im Extremfall zu einer nicht mehr bedarfsgerechten Versorgung führen.

Auch selbstangebautes bzw. zugekauftes Getreide ist entsprechend zu beproben. In Abbildung 5 sind die Lysingehalte von Weizen aus Bayern der Erntejahre 2013 bis 2018 dargestellt. Die Schwankungen verdeutlichen die Bedeutung einer Futterbeprobung und -untersuchungen für eine funktionierende nährstoffangepasste Fütterung.

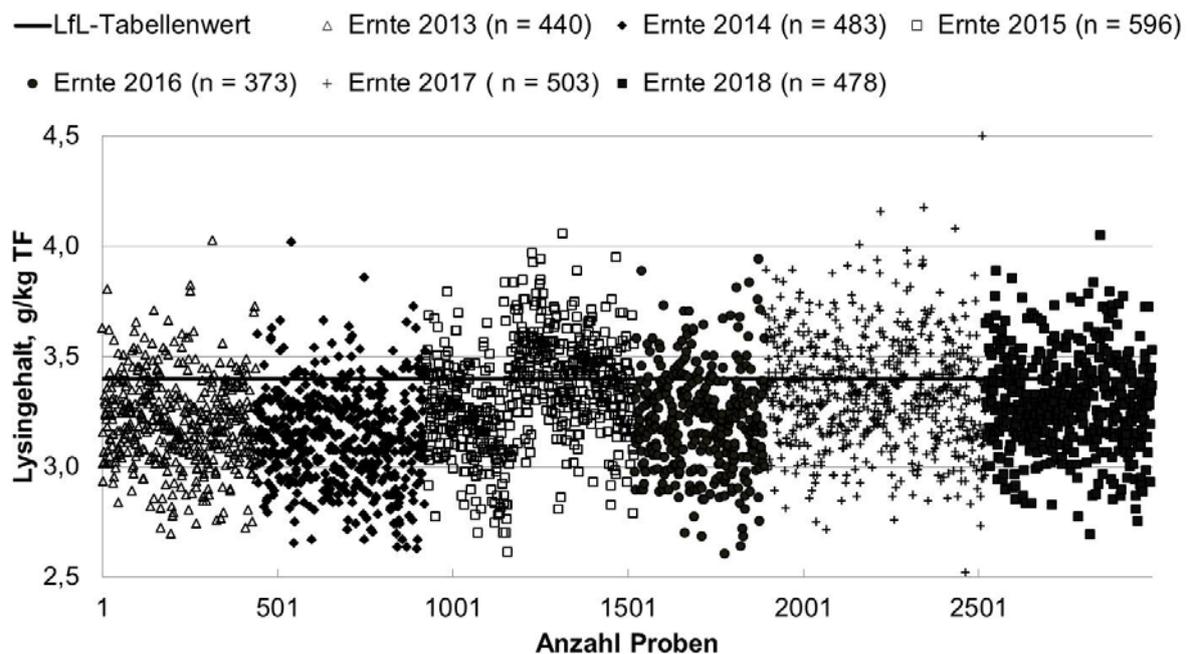


Abbildung 5: Lysingehalte von Weizen der Erntejahre 2013-2018 aus Bayern

Futteruntersuchungsergebnisse müssen dem Betrieb bzw. Berater/Tierarzt sicher und schnell vorliegen, damit umgehend reagiert werden kann (siehe auch Punkt Rationscontrolling). Wichtig ist, dass vorhandene Schnellanalyseverfahren für die betreffenden Nährstoffe bzw. Nährstoffgruppen geeignet sind. Zur schnellen und zuverlässigen Bestimmung von Aminosäuren in Getreide und Eiweißfuttermittel steht den im LKV Bayern organisierten Betrieben seit Jahren das Verfahren AMINONIR® kostengünstig zur Verfügung. Die Schnellanalyse von P ist schwieriger. Geeignet erscheint hier das ICP (Inductively Coupled Plasma)-Verfahren. Ein entsprechendes Analysegerät steht in Kürze zur Verfügung.

Steigende Analysen von Rohwaren

Zahlen aus der Fleischleistungsprüfung des LKV Bayern belegen, dass das Angebot der Futteruntersuchung auch genutzt wird. Zwischen 2015 und 2018 hat sich die Anzahl der Futteruntersuchungen (Weender) bei den Energiefuttermitteln (Getreide, MKS) um 15 % und bei den Eiweißfuttermitteln ausgehend von einem niedrigeren Niveau um 42 % erhöht. Auffällig ist dabei die Steigerung der Untersuchungen auf Mineralstoffe (P, Ca) um knapp 70 % bei den Energie- und um mehr als das Doppelte bei den Eiweißfuttermitteln (LKV Bayern, 2015, 2018). Auch die Analysen mit

AMINONIR® erhöhten sich zwischen 2015 und 2018 um rund 30 % bei den Energie- und Eiweißfuttermitteln.

Rationscontrolling

Ein wichtiger Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung stark N- und P-reduzierter Fütterungsstrategien ist der Abgleich zwischen der Rationsplanung z.B. mittels LfL-Futteroptimierungsprogramm Zifo2 und den tatsächlichen Gehalten in den fertig gemischten Futter, das die Tiere erhalten. Beim Rationscontrolling werden die kalkulierten Werte mit den Analysenergebnissen der Futteruntersuchung verglichen. Dabei sollten natürlich die kalkulierten Werte auch auf den Analysen der Einzelkomponenten beruhen.

Im Hinblick auf eine erfolgreiche Umsetzung einer nährstoffangepassten Fütterung ist es wichtig, überhöhte Gehalte rasch zu erkennen bzw. Unterversorgungen an wichtigen Inhaltsstoffen zu vermeiden. Natürlich treten zwischen kalkulierten und analysierten Inhaltsstoffen der Rationen immer auch Unterschiede auf, die durch Mischungenauigkeiten, Probenahmefehler oder auch Analysenspielräume bei der Laboruntersuchung begründet sein können. Zur Qualitätsverbesserung (Mischung, Probenahme) ist der Abgleich bei den relevanten Inhaltsstoffen enorm wichtig.

In der Praxis zeigte sich laut LKV Bayern im Zeitraum 2015 bis 2018 bei den Futteruntersuchungen fertiger Rationen bei den Aminosäureanalysen eine Steigerung um das 2,2-fache bzw. von 213 auf 453 Untersuchungen. Demgegenüber wurden bei den Weender-Analysen und erstaunlicherweise auch bei den Mineralstoffen 2018 hingegen weniger Untersuchungen im Auftrag gegeben als 3 Jahre zuvor. Beim P-Gehalt ist bei allen Tierkategorien bzw. in allen Produktionsabschnitten ein Trend zu einem niedrigen Gehalt erkennbar. Auch sind die Varianzen der betreffenden Inhaltsstoffe (Rohprotein, P) in den vergangenen Jahren niedriger geworden, sowohl was Unter- als auch Überversorgung betrifft.

N-/P-reduzierte Fütterung – Anbauplanung

Neben zugekauften Futtermitteln ist selbstangebautes Getreide inklusive Maisganzkornprodukte eine der Hauptkomponente in Schweinerationen. Eine N- und P-reduzierte Fütterung beginnt somit bereits bei der Anbauplanung und Sortenauswahl für das Getreide sowie der Düngung. So ist der Einsatz von „Qualitätsweizens“ mit hohen Rohproteingehalten nicht zielführend. Der Aminosäuregehalt von Getreide steigt zwar bei höheren Rohproteingehalten, aber gleichzeitig fällt die Konzentration der Aminosäuren im Rohprotein ab, vor allem Lysin (Abbildung 6). Höhere Aminosäurekonzentrationen im Getreide verbessern den Futterwert des Proteins, die N-Düngung ist darauf auszurichten. Angestrebt werden für Futtergetreide bei Gerste und Triticale 105 g sowie bei Weizen 110 g Rohprotein je kg Trockenfutter. Als Ziel- und Orientierungswerte für die Lysinkonzentration im Rohprotein (g/100 g Rohprotein) werden >3,6 für Gerste, >3,2 für Triticale und >2,8 für Weizen angeführt (Schäffler und Spiekers, 2018).

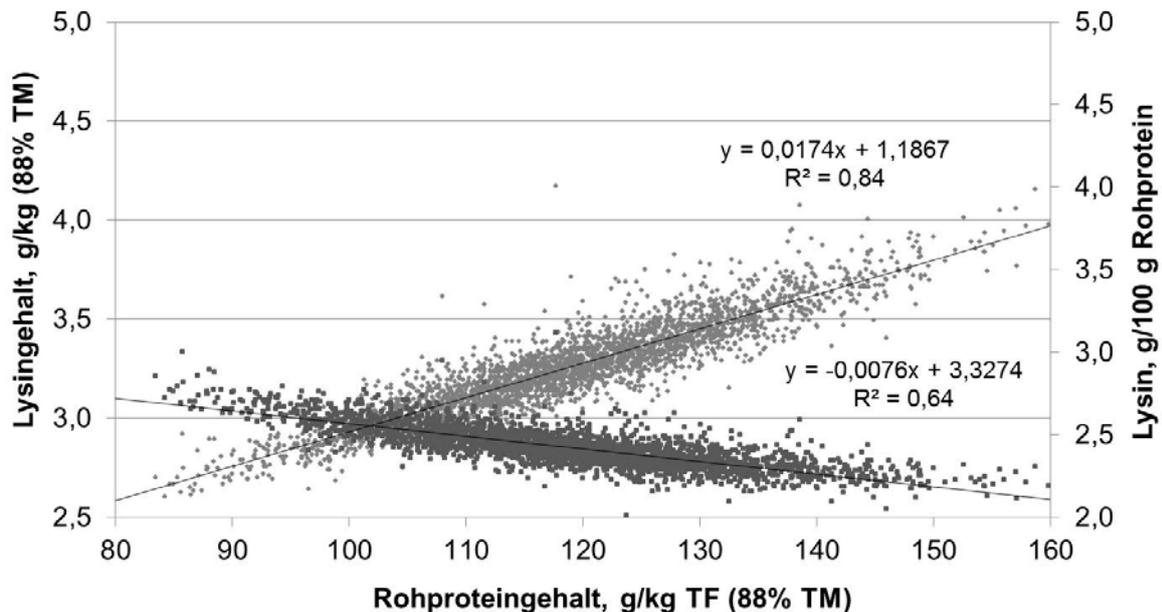


Abbildung 6: Lysingehalt und Lysinkonzentration im Rohprotein von Weizen

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die LKV-Auswertungen zeigen, dass eine nährstoffangepasste bzw. stark N-/P-reduzierte Fütterung sich in der Praxis etabliert. Dabei muss verdeutlicht werden, dass diese nicht nur dazu dient, die Vorgaben der DÜV bzw. StoffBiIV zu erfüllen. Sie hat durchaus auch Vorteile für den Betrieb. Es werden weniger z.T. teure Eiweißfuttermittel verbraucht und es müssen weniger Nährstoffe über die Wirtschaftsdünger und evtl. auch weniger Wirtschaftsdünger an sich (Meyer und Vogt, 2018) ausgebracht werden. Somit ist sie auch wirtschaftlich interessant. Sie verbessert die Stallluft für Mensch und Tier (Preißinger et. al., 2013) und kann sich letztendlich auch bei bedarfsdeckender Versorgung positiv auf die Tiergesundheit auswirken (Stoffwechsel-, Leberbelastungen). Bei der Umsetzung müssen alle Beteiligten, insbesondere Tierärzte und Berater, „mitgenommen“ werden, damit das Ziel, die tatsächliche Reduzierung der N- und P-Ausscheidungen erreicht wird.

Literatur

Austermann, F.; Norda, C.; Scholz, T.; Stalljohann, G. (2018): Mit N und P bis an die Grenze. Wochenblatt für Landwirtschaft u. Landleben, 44, 34-36

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): TA Luft, Referentenentwurf: Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Entwurf Stand 16.07.2018.

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19._Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_begrueundung_bf.pdf. Abruf 14.08.2019

DLG (2018) Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. DLG-Merkblatt 418, 3. Komplette überarbeitete Auflage, Stand: 10/2018 https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_418.pdf Abruf 14.08.2019

- DÜV: Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.05.2017 (BGBl. I S. 1305)
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] 2006: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen, Band 10, DLG-Verlag
- Hiller, P.; Linder Mayer, H.; Lüpping, W.; Meyer, A.; Pohl, C.; Pries, M. et al. (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 199. Hg. v. DLG e. V. 2. Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- LKV Bayern (2015): LKV Fleischleistungsprüfung in Bayern 2015. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern
- LKV Bayern (2018): LKV Fleischleistungsprüfung in Bayern 2018. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern
- Meyer, A.; Vogt, W. (2018a): Ab 100 kg ohne Eiweißfutter? In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 10.-11. April 2018, 144-145
- Meyer, A.; Vogt, W. (2018b): Mastfutter mit 12 % Rohprotein ab 80 kg Lebendgewicht. In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 10.-11. April 2018, 146-148
- Meyer, A.; Vogt, W. (2019a): Mastleistung bei extrem niedrigen Nährstoffgehalten. In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 2.-3. April 2019, 183-186
- Meyer, A.; Vogt, W. (2019b): Welche Leistungen sind mit einer sehr stark N-/P-reduzierten Mastschweinefütterung nach DLG-Vorgaben zu erzielen? In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 2.-3. April 2019, 181-182
- NEC-Richtlinie: Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG. Amtsblatt der Europäischen Union L 344/1-L 344/31
- Nüßlein, A.; Preißinger, W.; Durst, L.; Propstmeier, G.; Scherb, S. (2018): Unterschiedliche Gehalte an mineralischen Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 10.-11. April 2018, 149-152
- Paris Abkommen zum Klimaschutz: Übereinkommen von Paris 2015,
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf. Abruf 14.08.2019
- Preißinger, W., Linder Mayer, H., Propstmeier, G. (2013): Auswirkungen einer N-reduzierten Fütterung beim Schwein auf Mast- und Schlachtleistungen, Stallluftqualität und Gülleinhaltsstoffe. VDLUFA-Schriftenreihe 69, 720-727
- Preißinger, W.; Htoo, J.K.; Propstmeier, G.; Scherb, S.; Müller, M. (2017): Einfluss unterschiedlicher Aminosäurezulagen bei verminderten Einsatzmengen von Sojaextraktionsschrot auf Mast- und Schlachtleistung von Schweinen. In Tagungsband 14. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Wittenberg, 21.-23. Nov. 2017, 51-53
- Preißinger, W. (2018): 10 Jahre Fütterungsversuche am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums Schwarzenau. Vortrag anlässlich der Festveranstaltung 10 Jahre Ausbildungs- und Versuchszentrum am LVFZ Schwarzenau 2008-2018, Schwarzenau 23.10.2018
- Preißinger, W.; Propstmeier, G.; Scherb, S. (2019): Reduzierung des Phosphors im Mineralfutter für Mastschweine - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung, und Schlachtkörperqualität. Tagungsband 57. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., Grub, 10. Okt. 2019 eingereicht
- Schäffler, S.; Spiekers, H. (2018): Ziel- und Orientierungswerte Getreide. Tagungsband 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., Grub, 11. Okt. 2018, 30-36
- Schneider, S. (2019): Nährstoff-Kreisläufe beleuchtet. SUS-Schweinezucht und Schweinemast 4/2019, S. 20-23
- Schneider, S.; Brunlehner, E.-M.; Wendland, M.; Offenberger, K. (2018): Fütterung wird wichtiger. Bayer. Landw. Wochenbl. 23, 26-27
- Schneider, S.; Brunlehner, E.-M.; Hartwig-Kuhn, S. (2019): demonstration farms – Wissenschaft zum Anfassen. LKV-Journal 03/2019, 42-46
- Stalljohann, G.; Austermann, F.; Scholz, T.; Norda, C.; Bütfening, G.; Cielejewski, H., Bunge, J. (2019): Mastschweinefütterung mit extrem niedrigen Eiweißgehalten. In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 2.-3. April 2019, 187-191
- Stalljohann, G.; Schulze Langenhorst, C. (2011): Mit weniger Phosphor mästen? Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 11, 48-49.

StoffBilV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14.12.2017 BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360)

Weber, M., Müller, M. (2015) Optimierung der Eiweißversorgung von Mastschweinen: In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.) Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 14.-15.April 2015, 201–204

Weber, M., Müller, M. (2016) Einfluss einer Rohprotein- und Phosphorreduzierung im Futter auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen: In: Verband der Landwirtschaftskammern (Hrsg.): Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 12.-13.April 2016, 168–171

Autorenanschrift:

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

Herausforderung in der Öko-Schweinefütterung

Martina Kozel und Ewald Pieringer

Naturland-Fachberatung, Eichethof 1, 85411 Hohenkammer

Das Schwein ist evolutionsbedingt ein Allesfresser. Als Nutztier wurde es zur Resteverwertung der menschlichen Nahrungsabfälle gehalten. Im Ökologischen Landbau soll die Tierhaltung in den Nahrungs- und Betriebskreislauf eingebaut sein. Getreide schwächerer Qualitäten oder Futtergetreide, das am Ende der Fruchtfolge steht und keine Verarbeitungsqualitäten aufweist (wie Triticale, Roggen, Hafer und schwacher Futterweizen) sind die typisch eingesetzten Futtergetreide in den Rationen. Wintergerste hat etwas höhere Nährstoffansprüche und ist daher als Futtergetreide im Anbau zu aufwendig. Als Motor in der Fruchtfolge zu Stickstoffversorgung werden heimische Leguminosen gebraucht und angebaut. Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen oder Sojabohnen dienen aber zusätzlich der Eiweißversorgung der Schweine. Darüber hinaus werden auch Feinleguminosen wie Klee gras oder Luzerne zur Unkrautregulierung im Öko-Betrieb benötigt, die auch in Fütterungskonzepten der Schweine eingebaut werden. Die Flächenbindung in der Tierhaltung ist definiert mit maximal 1,4 Dungeinheiten/ha (entspricht 112 kg N/ha) und mindestens die Hälfte des Futters muss aus dem eigenen Betrieb stammen. Bis Ende 2020 sind noch fünf Prozent konventionelles Kartoffelweiß zur Eiweißaufwertung der Jahresration in der TM erlaubt. Ab dem Zeitpunkt müssen die Rationen zu 100 Prozent mit Öko-Futtermitteln ausgestattet sein. Bei Jungtieren wird es wohl eine Verlängerung der fünf Prozent geben.

Dem gegenüber stehen die Marktanforderungen wie hohe Schlachtkörperqualitäten, z.B. 56 bis 60 % MFA. Dazu bedarf es einer optimalen Aminosäureversorgung aus möglichst heimischer Erzeugung. Ziel ist es natürlich geringe Emissionen zu verursachen und Arbeitsverfahren mit geringem Aufwand (Fütterungstechnik, Einstreu und Entmistungstechnik) zu implementieren. Stroh ist ein fester Haltungsbestandteil.

Aus diesen Zielen und Rahmenbedingungen werden die Fütterungskonzepte der Öko-Schweinehaltung geformt und weiterentwickelt.

Das Zunahmenniveau in der Mast ist vergleichbar dem konventionellen Bereich, die MFA sind etwas geringer, was bei den geringeren Aminosäureausstattungen der Rationen nicht verwundert. Um ausgeglichene Rationen zu gestalten ist in einigen Themenbereichen noch Forschung und Entwicklungsbedarf. Ackerbohnen und Erbsen haben einen vergleichsweise hohen Lysin Gehalt pro 100 g Rohprotein aber einen geringen Methionin-Gehalt und antinutritive Inhaltsstoffe begrenzen den Einsatz. Zudem sind die Anbaumöglichkeiten durch Fruchtfolgekrankheiten limitiert. Züchtungsprogramme könnten hier mittel bis langfristig unterstützen. Ölkuchen von Raps, Lein oder Sonnenblumen weisen einen hohen Methionin-Gehalt auf und bieten sich als Ergänzung für Erbsen und Ackerbohnen an. Die Verfügbarkeit ist aber sehr begrenzt und die hohen Restölgehalte bei den Kuchen (Extraktionsschrote sind nicht zulässig) schränken den Anteil in den Rationen ein. Daher wird im Anbau mehr und mehr auf Soja ausgewichen. Der Klimawandel begünstigt diesen Trend. Die Vorfruchtwirkung in Bezug auf Stickstofflieferung von Soja in der Fruchtfolge ist allerdings im Vergleich zu Ackerbohnen deutlich niedriger. Dezentrale Aufbereitungskapazitäten (Erhitzen und Entölen) wurden erweitert sind aber noch nicht ausreichend.

Zur Aufwertung der Eiweißqualität gibt es Ansätze Bakterieneiweiß aus Ökrohstoffen zu gewinnen oder Insekteneiweiß herzustellen. Die Kosten sind derzeit aber noch zu hoch.

Ein weiterer Ansatz ist aus Luzerne oder Klee, der aus Fruchtfolgegründen (Unkrautregulierung und N-Fixierung) in den Betrieben angebaut wird, Eiweiß aufzubereiten und in der Verdaulichkeit für Monogaster zu verbessern. Die ausschließliche Beerntung des Blattapparates ohne Stängel verbessert die Verdaulichkeit und Eiweißqualität. Die Rohproteinträge pro Hektar liegen beim Doppelten von Ackerbohnen und etwas höher als Sojabohnen.

Es gibt noch einiges an Forschungsbedarf um gute Fütterungskonzepte aus heimischen Futterkomponenten zu gestalten, die gut in die Fruchtfolgen der Betriebe passen und geringe Nahrungskonkurrenz (Resteverwerter) für den Menschen bedeuten.

Autorenanschrift:

Martina Kozel & Ewald Pieringer
Naturland-Fachberatung
Eichethof 1
85411 Hohenkammer

Öko-effiziente Weidemilcherzeugung Lindhof: Leistungen und ökologische Effekte – erste Ergebnisse

**Ralf Loges, Thorsten Reinsch, Carsten Malisch, Arne Poyda, Sabine Mues,
Christof Kluß und Friedhelm Taube**

Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Einleitung

Die Intensivierung der europäischen Agrarproduktion der vergangenen Jahre ist von ernsthaften ökologischen Trade-offs begleitet, die die Nachhaltigkeit der derzeitigen spezialisierten Produktionssysteme in Ackerbau und Tierproduktion in Frage stellen. Das Paradigma der ‚Ökologischen Intensivierung‘ zielt darauf ab, die Nahrungs- und Futtermittelerzeugung auf hohem Niveau stabil zu halten, und gleichzeitig die Ausprägung weiterer Ökosystemdienstleistung (Biodiversität, Klimaschutz, Wasserschutz) positiv zu beeinflussen mit dem Ergebnis deutlich reduzierter ‚ökologischer Fußabdrücke‘ im Vergleich zum Status quo (Kleijn et al., 2019). Das interdisziplinäre Projekt: "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel setzt diesen Ansatz im Bereich der Milcherzeugung seit drei Jahren unter den Klimabedingungen Norddeutschlands um. Das Projekt stellt einen Ansatz dar, der alle relevanten Ökosystemdienstleistungen im Zusammenhang mit der betrieblichen Milcherzeugung erfüllt: hohe Quantität und Qualität von Agrarprodukten; geringe Nährstoffüberschüsse für hohe Grundwasserqualität; geringer CO₂-Fußabdruck zur Minderung des Klimawandels und durch den Anbau von Mehrarten-Gemengen Beiträge zur Agro-Biodiversität. Im Beitrag werden die im Projekt erzielten Leistungen des Futterbaus und der Milcherzeugung sowie die Auswirkungen auf die genannten weiteren Ökosystemdienstleistungen mit denen der derzeit dominierenden Milchproduktionssysteme in Beziehung gesetzt (Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 2019).

Material und Methoden

Im Rahmen des interdisziplinären Projekts "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" wurde seit Herbst 2014 mit dem Aufbau einer weidebasierten Milchviehherde bestehend aus 95 saisonal im Frühjahr abkalbenden Jerseykühen auf dem bei Eckernförde gelegenen ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Lindhof der Universität Kiel begonnen. Übergeordnetes Ziel ist es - nach einer Phase extensiver Tierhaltung auf dem Betrieb - die Leistungen im Ökolandbau durch ein optimiertes Gemischtbetriebskonzept (Milcherzeugung und Marktfrüchte) mit höchster Öko-Effizienz zu sichern und so ein Modell für eine ressourcenschonenden Landwirtschaft in Norddeutschland zu konzipieren. Das Konzept soll gleichermaßen ökonomische Erfolgsparameter wie Milch- bzw. Ertragsleistungen gewährleisten und ökologische Zielgrößen (Wasser- und Klimaschutz, Biodiversität) erfüllen. Dazu werden auf dem Lindhof Detailerhebungen sowohl in randomisierten Dauerversuchen als auch auf sämtlichen seit über 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Betriebsschlägen z. B. mit dem Ziel des langfristigen Fortschreibens langjähriger Humusgehaltsmessserien durchgeführt. Ergänzt wird das Programm durch Erhebungen der Emissionen klimarelevanter Gase auf Betriebsflächen (mittels Closed Chamber-Methode (N₂O) und Eddy-Covariance-Technik (CO₂)) bzw. durch Methan-Emissionsmessungen an den Milchkühen selbst (mittels der SF₆-Methode). Zusätzlich wird die faunistische Biodiversität durch regelmäßiges Monitoring von Brutvögeln, Laufkäfern sowie

bestäubenden Fluginsekten bestimmt. Ein Teilziel des Projektes ist die Maximierung der Milchleistung aus Weidefutter bei niedrigem Einsatz von Konzentratfutter von jährlich maximal 750 kg Getreide-Ackerbohnen-Schrot/Kuh/Jahr. Das Haltungssystem ist das System der intensiven Portionsweide in Kombination mit saisonaler Frühjahrsabkalbung, so wie es ähnlich in den „Weideländern“ Irland und Neuseeland praktiziert wird. Grundlage der Weide ist für die Milchkühe Ackerklee gras, während die Färsenaufzucht auf Dauergrünland erfolgt. Die fünffeldrige Betriebsfruchtfolge, die neben dem Klee gras noch 3 weitere Marktfrüchte enthält, ist somit eine Art Renaissance der traditionellen Feldgraswirtschaft Schleswig-Holsteins. Die Zuteilung des Weidefutters erfolgt zweimal täglich (Rotationsweide mit 8-10 Weidezyklen) und basiert auf Ertragserfassungen mit Hilfe des Rising-Platemeters. Wie in Irland wird auf einen möglichst frühen und dann zunächst stundenweisen Weideantrieb ab Anfang März gesetzt. Beweidet wird im Regelfall bis Anfang November solange die Tragfähigkeit der Narben gegeben ist. Die Anlage der zweijährig genutzten Klee grasbestände erfolgt im Mai als Untersaat in abtragende Wintergetreidestände, so dass schon im Anlagejahr nach der Getreidernte 2 Beweidungszyklen möglich sind. Das Erstkalbealter der Färsen liegt bei unter 24 Monaten. Als Rasse wurden kleinrahmige Jerseyrinder als fruchtbare und effektive Weiderasse gewählt. Seit 2016 werden auch Kreuzungen mit z.B. Irischen Schwarzbunten, die gemäß des Irischen Economic Breeding Index (EBI) selektiert wurden, durchgeführt, um Robustheit und Fruchtbarkeit so weit zu steigern, dass nach irischem Vorbild 5 Laktationen und mehr als 30.000 kg ECM als Lebensleistung erzielt werden. Unter den Standortbedingungen des Lindhofes (Bodenarten sandiger Lehm; AZ ~ 43; Jahresdurchschnittstemperatur 8.8°C; 769 mm Niederschlag) werden jeweils verteilt über 4 Schläge und 2 Altersstufen (1. bzw. 2. Nutzungsjahr) je 17,5 Hektar der folgenden Klee grassaatmischungen mit aufsteigender Biodiversität angebaut und vergleichend auf Ertragsleistungen und Umwelteffekte untersucht: a) 2-Artengemenge: Dt. Weidelgras (DW) + Weißklee, b) 3-Artengemenge: DW + Weiß- + Rotklee und c) Vielartengemenge, welches neben DW + Weiß- + Rotklee auch Hornschotenklee, Zichorie, Spitzwegerich, Wiesenkümmel und Kleinen Wiesenknopf enthält. Die Betriebsflächen werden regelmäßig vor der jeweiligen Nutzung auf Futterertrag und -qualität sowie im Falle von Weideflächen auf Weidereste beprobt. Sowohl auf Betriebsschlägen als auch in definierten Feldversuchsbeständen wird die Nitrat-N-Auswaschung mittels der keramischen Saugkerzenmethode untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt produktionstechnische und ökologisch relevante Kennzahlen des Lindhofes im Vergleich zum Durchschnitt der schleswig-holsteinischen Rinderspezialberatungsbetriebe jeweils im Wirtschaftsjahr 2017/2018. Die Milchleistung des Lindhofes betrug 5654 kg/Kuh mit 5,61 % Fett und 3,93 % Eiweiß bei einem Lebendgewicht von 430 kg je Kuh. Diese Leistung entspricht 6907 kg/Kuh energiekorrigierte Milch und damit ca. 80 % der Milchleistung der Rinderspezialberatungsbetriebe (vorwiegend Schwarzbunte) mit einem durchschnittl. Lebendgewicht von 680 kg/Kuh. Wird die Milchleistung auf das metabolische Körpergewicht bezogen, wiesen die Lindhofkühe je kg eine um 13 % höhere Leistung auf. Die im Vollweidesystem gehaltenen Kühe des Lindhofes erzielten ihre Leistung mit einer Zufütterung von 770 kg betriebseigener Schrotmischung, während im Beratungsringdurchschnitt ca. 2,5 Tonnen Kraftfutter je Kuh aufgewandt wurden. Entsprechend fällt die Grundfutterleistung des Lindhofes mit 4386 kg ECM je Kuh um 37 % höher als im Durchschnitt der Spezialberatungsbetriebe aus. Je Hektar Hauptfutterfläche (Klee gras und Dauergrünland) des Lindhofes wurden im Wirtschaftsjahr 2017/18 11.009 kg ECM ohne zusätzlichen Aufwand von mineralischer N-Düngung erzeugt. Trotz ökologischer Bewirtschaftung lagen im Vollweidesystem des Lindhofes die Grundfutterproduktionskosten je 10 MJ NEL um 38 % und die Gesamtfutterkosten je kg erzeugte Milch (ECM) um 36 % niedriger als im Durchschnitt der Beratungsbetriebe. Im Mittel wandten die Spezialberatungsbetriebe 123 kg/ha Mineral-N auf und erzielten 13.345 kg ECM je ha Hauptfutterfläche (i.d.R. Dauergrünland und Silomais). Beim letztgenannten Parameter handelt es sich jeweils um die Milchleistungen, die inklusiver der in den Betrieb importierten Futtermittel (i.d.R.

Krafftutter) erzielt wurden. Vergleicht man für den jeweiligen Teilbetrieb Milchproduktion die Hoftor-N-Bilanz, fällt diese auf den Spezialberatungsbetrieben je Hektar Hauptfutterfläche im Vergleich zum Lindhof fast doppelt so hoch aus. Aber auch der Lindhof wies mit 88 kg N/ha einen vergleichsweise hohen N-Bilanzüberschuß je ha der 59,5 ha Futterfläche auf. Da der Lindhof einen klassischen Gemischtbetrieb abbildet, der zusätzlich auf 55 Hektar Marktfrüchte ohne weiteren externen N-Input anbaut und die anfallenden Wirtschaftsdünger der Milchproduktion so vollständig verwertet, weist der Gesamtbetrieb Lindhof eine praktisch ausgeglichene N-Bilanz (~+20 kg N/ha) auf und realisiert eine NUE von über 80 Prozent.

Tab. 1: Wirtschaftliche Ergebnisse und ökologische Kennzahlen des Lindhofes im Vergleich zum Durchschnitt der Schleswig-Holsteinischen Rinderspezialberatungsbetriebe 2017/2018

		1. Beratungsbetriebe S-H*	2.Lindhof	(2. rel zu 1.)
Durchschnittsleistung	(kg ECM/Kuh)	8.601	6.907	(80 %)
Fett plus Eiweiß	(kg/Kuh)	661	539	(82 %)
Krafftuttermittel je Kuh	(kg/Kuh)	2.538	770	(30 %)
Lebendgewicht**	(kg/Kuh)	680	430	(63 %)
Leistung je kg metab. Körpergew.‡ (kg ECM/kg)		64,7	73,2	(113 %)
Grundfutterleistung	(kg ECM/Kuh)	3.195	4.386	(137 %)
Leistung je ha Hauptfutterfläche*** (kg ECM/ha)		13.345	11.009	(82 %)
Produktionskosten Grundfutter inklusive Fläche	(ct je 10 MJ NEL)	27,91	17,34	(62 %)
Futterkosten gesamt	(ct/kg ECM)	22,22	14,31	(64 %)
Grundfutterkosten	(ct/kg ECM)	13,22	9,15	(69 %)
Krafftuttermittelkosten	(ct/kg ECM)	9,00	5,16 ^o	(57 %)
Mineral-N-Dünger- Aufwand (kg/ha HF)		123	0	
N-Bilanz**** Teilbetrieb Milch (kg N/ha HF)		168	88	(52 %)

Abkürzungen: S-H = Schleswig-Holstein, *Durchschnitt der Rinderspezialberatungsbetriebe der LK Schleswig-Holstein, ECM = Energie korrigierte Milch, **Schätzwert im Durchschnitt der Rassen, ‡Berechnung metabolisches Körpergewicht = $W \cdot 0,75$, W=Lebendgewicht, ***inklusive Importfuttermittel in den Betrieb, HF = Hauptfutterfläche, **** Hoftor-N-Bilanz des Teilbetriebs Milchproduktion, ^o = aus ökologischer Produktion

Abbildung 1 zeigt im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 die Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser unterschiedlicher Futterflächen des Lindhofes. Innerhalb des gleichen Bestandstyps (Dauergrünland bzw. Klee gras im 1. Hauptnutzungsjahr) führt Beweidung im Vergleich zur Schnittnutzung zu einer Erhöhung der Nitratkonzentrationen. Dauergrünland weist bei gleicher Nutzungsart tendenziell niedrigere Nitrat- bzw. Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser auf als Klee gras. Innerhalb der Klee grasbestände führt zunehmendes Bestandesalter zu einer Erhöhung der Nitrat-Gehalte im Sickerwasser. Die höchsten Nitratkonzentrationen im Bereich 15-19 ppm weisen die Zwischenfrucht Welsches Weidelgras sowie beweidetes Klee gras im 2. Nutzungsjahr auf. Ersteres wurde als Futterreserve für Herbst- und Frühjahrsbeweidung angebaut und wird jeweils nach einer Beweidung Ende März/Anfang April zu einer Marktfrucht umgebrochen. Keiner der beprobten Bestandestypen überschreitet den EU-Richtwert für Trinkwasser von 25 mg Nitrat je Liter. Grund für die erhöhten Nitrat-Konzentrationen bei Beweidung sind die punktuell anfallenden Exkrementflecken der Tiere, die lokal die N-Aufnahmekapazität der Narbe überschreiten. Die vergleichsweise hohen Nitratverluste unter der Zwischenfrucht Wel. Weidelgras sind auf die intensive Bodenbearbeitung zur Etablierung der Zwischenfrucht zurückzuführen. Eine Klee grasuntersaat wäre im Sinne reduzierter Nitratausträge die bessere Alternative gewesen. Zusätzlich sind in Abb. 1. die unterschiedlichen

Kleeanteile in Anhängigkeit von Bestandesalter und Nutzungsart der futterbaulich genutzten Bestände des Lindhofes dargestellt. Bei gleichem Bestandestyp (Dauergrünland/ Klee gras) führt Weidenutzung u. a. durch Stickstoffrückführung über die Exkremente der Tiere zu höheren Grasanteilen.

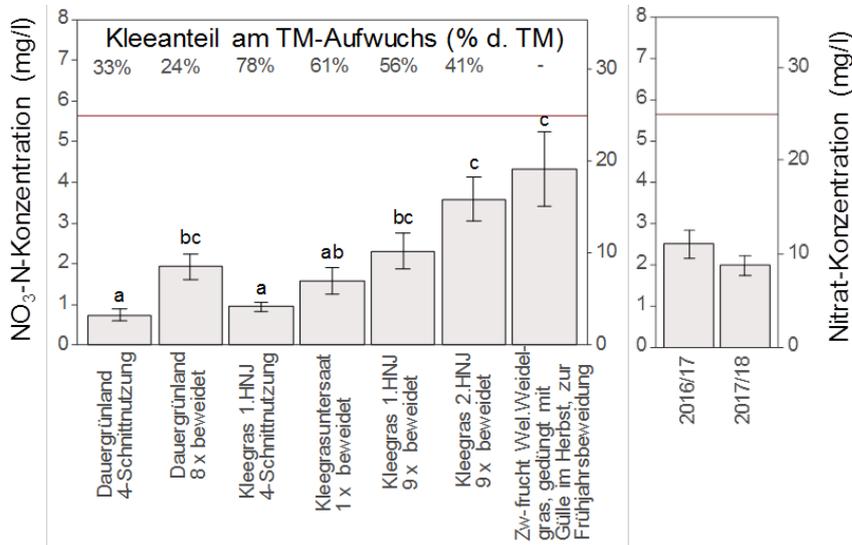


Abb. 1: Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 sowie Klee-Anteile am TM-Aufwuchs (im Mittel 2016 und 2017) unterschiedlicher Bestände zur Futterernutzung des Lindhofes (HNJ = Hauptnutzungsjahr).

Schlussfolgerungen

Die bisher dreijährigen Ergebnisse vom Lindhof verdeutlichen das ökonomische und ökologische Potenzial eines intensiven Rotationsweidesystems als Alternative für eine nachhaltige Milchproduktion unter norddeutschen Bedingungen. Eine umfassende ökonomische Bewertung des Systems befindet sich in Ausarbeitung. Intensive Messserien zu Treibhausgasemissionen und zur faunistischen Biodiversität wurden 2018 u. 2019 gestartet und ermöglichen zusammen mit den hier dargestellten N-Auswaschungsverlusten eine umfassende Datenbasis zur Bewertung der Ökoeffizienz des vorgestellten Ansatzes.

Literatur

Kleijn, D., Bommarco, R., Fijen, T.P.M., Garibaldi, L.A., Potts, S. G., Van der Putten, W.H. (2019): Ecological Intensification: Bridging the Gap between Science and Practice. Trends in Ecology and Evolution 34, 154-166. <http://doi.org/c6pb>

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2019): Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig-Holstein, Auswertungsjahr 2017/2018. Zugriff am 23. Mai 2019.

https://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/AADownloadcenter/Archiv_Tier/Rinderreporte/Rinder-Report_2018.pdf.

Autorenanschrift:

Dr. Ralf Loges
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Hermann-Rodewald-Str. 9
D 24118 Kiel
Tel. +49 431 880 4654
Email: rloges@gfo.uni-kiel.de

Erfahrungen zur differenzierten Nutzungsintensität beim Grünland in Milchkuhbetrieben

Peter Dufter

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein, Fachzentrum Rinderhaltung

Einleitung

Milchviehhaltung kann im Alpenvorland nur wirtschaftlich betrieben werden, wenn eine hohe Milchmenge aus dem Grundfutter erzeugt wird. Grundvoraussetzung für eine hohe Grundfutterleistung ist dabei die Versorgung der Milchkühe **mit bestem, eiweiß- und energiereichem** Grundfutter. Konsequenz für die Grünlandbewirtschaftung ist deshalb neben einer bedarfsgerechten Düngung dieser Flächen auch eine standortangepasste Schnittfrequenz und vor allem ein optimaler Pflanzenbestand. Hierbei gibt es aber einen Zielkonflikt zwischen bester Grundfutterleistung und Artenvielfalt im Grünland. Als Lösungsansatz für diesen Zielkonflikt bietet sich eine differenzierte Nutzungsintensität beim Grünland an.

Die Idee einer Differenzierung setzte erstmals der Schweizer Agrarwissenschaftler Walter Dietl in den frühen 1990er Jahren in ein Konzept um. Dieses Konzept beruht darauf, dass die einem Betrieb zur Verfügung stehenden Grünlandflächen unterschiedlich intensiv bewirtschaftet werden. Der „abgestufte Wiesenbau“ nach Dietl unterscheidet 4 Intensitätsstufen: sehr intensiv, mittelintensiv, wenig intensiv und extensiv. Je nach Ertragspotential werden die Flächen eines Betriebes unterschiedlich oft genutzt und entsprechend auch unterschiedlich intensiv gedüngt.

Das Ertragspotential eines Standortes hängt dabei entscheidend von Boden und Klima ab. Böden unterscheiden sich in ihrer Fruchtbarkeit abhängig vom Ausgangsgestein, dem Klima und der Geländeform. Standorte mit hohem Ertragspotential erlauben eine intensive Grünlandbewirtschaftung, während Standorte mit niedrigem Ertragspotential sich als Vorrangflächen für den Naturschutz eignen, weil diese Standorte bei lang andauernder hoher Nutzungsintensität allmählich degradiert werden. Es breiten sich Problempflanzen aus, die Erträge nehmen ab und die Futterqualität verschlechtert sich. Deshalb wird empfohlen, die unterschiedliche Eignung eines Standortes für die landwirtschaftliche Nutzung gezielt durch eine standortangepasste Grünlandbewirtschaftung zu berücksichtigen. Im Einzugsgebiet des Fachzentrums für Rinderhaltung am AELF Traunstein wurden in den letzten Jahren neben dem klassischen System der „abgestuften Grünlandbewirtschaftung“ auch Erfahrungen mit der „differenzierten Grünlandbewirtschaftung“ speziell für das Futter der Trockensteher gesammelt. Über diese Erfahrungen wird im Folgenden berichtet.

Erfahrungen mit der „abgestuften Grünlandbewirtschaftung“

Aufbauend auf dem Modell der „abgestuften Grünlandnutzung“ haben mehrere Traunsteiner Arbeitskreisbetriebe in den letzten Jahren ihre Flächen in unterschiedliche Intensitätsstufen aufgeteilt. Die Bewirtschaftungsintensität definierte sich dabei vor allem über die Zahl der Nutzungen pro Jahr. Die Düngung erfolgte in Abhängigkeit der Anzahl der Nutzungen nach Bedarf. Die höchste Intensitätsstufe variierte dabei zwischen den einzelnen Betrieben von 5 bis 7 Nutzungen. Dies zeigt, dass diese Betriebe vorwiegend in Gunstlagen angesiedelt sind.

In Abhängigkeit der Variation der Standortverhältnisse führte diese Aufteilung zu 9 bis 13 unterschiedlichen Siliertermenen je Betrieb. Zwischenzeitlich wurde dieses System deshalb von allen Betrieben wieder aufgegeben, da die arbeitswirtschaftlichen Nachteile zu gravierend waren. Außerdem wurde von einzelnen Landwirten der zusätzliche Nutzen z.B. für Honigbienen in Frage gestellt, da ein betriebseinheitlicher Schnittzeitpunkt insbesondere im Übergang von Bergregionen zu Gunstlagen dazu führt, dass evtl. einzelne Flächen in den Gunstlagen später geschnitten werden, bzw. einzelne Flächen im Berggebiet früher geschnitten werden als ortsüblich. Dies führt zu einer Aufsplittung der Ernte in der jeweiligen Region und verhindert, dass alle Flächen in der jeweiligen Region gleichzeitig gemäht werden.

Neue Impulse erhält dieses System derzeit in Ökobetrieben in Gunstlagen aufgrund der neuen Düngeverordnung, wenn aufgrund der abzugebenden Güllemengen die vorhandene Düngermenge nicht mehr ausreicht, um alle Futterflächen bedarfsgerecht zu düngen. Durch eine extensivere Bewirtschaftung weniger Flächen, können die ertragsstarken Flächen intensiver bzw. ihrem tatsächlichen Bedarf entsprechend gedüngt werden. Bei der erwarteten Ausgestaltung der künftigen Düngeverordnung könnte dieses System in Zukunft auch für konventionelle Betriebe an Bedeutung gewinnen.

Erfahrungen mit der „differenzierten Grünlandbewirtschaftung“ (speziell für Trockensteher)

Ausgehend vom Bedarf der trockenstehenden Kühe wird seit mehreren Jahren vom Fachzentrum für Rinderhaltung am AELF Traunstein die „differenzierte Grünlandbewirtschaftung“ empfohlen. „Differenzierte Grünlandbewirtschaftung“ bedeutet: Intensive Nutzung der überwiegenden Grünlandflächen als Basis für optimale Grundfutterleistungen und parallel dazu extensivere Nutzung von 5 bis 10 % der Flächen als Futtergrundlage für die Trockensteher.

Warum extensives Futter für die Trockensteher?

Gerade für das Futter der Trockensteher können deutliche Abstriche im Hinblick auf die Schnittfrequenz und die Bewirtschaftungsintensität gemacht werden. Denn für sie hat ein extensiveres Grünland insbesondere aufgrund der niedrigeren Kaligehalte in der Silage (bzw. im Heu) deutliche Vorteile im Hinblick auf die Milchfieber-Prophylaxe. So zeigen aktuelle Auswertungen der Grundfütterergebnisse im Einzugsbereich der Milcherzeugerringe Miesbach, Traunstein und Weilheim in den (früh geschnittenen) 116 Grassilageproben vom 1. Schnitt 2018 eine Spannweite von 25 bis 45 mg K/kg TS. Empfohlen wird aber eine kaliumarme Fütterung vor der Kalbung, da erhöhte Kaliumgehalte die DCAB (Kationen-Anionen-Bilanz) erhöhen und somit die Einstellung eines Kalziumgleichgewichtes um den Abkalbezeitpunkt behindern. Eine kaliumarme Fütterung vor der Abkalbung, kombiniert mit einer Ca-Reduzierung ist eine sehr einfache Möglichkeit zur Milchfieberprophylaxe. Neben Heu und Silage von extensiven, wenig begüllten Flächen sind auch Stroh, Maissilage, Getreide, Rapsextraktionsschrot und Ca-freies Mineralfutter als K- und Ca-arme Futtermittel gut geeignet für die Fütterung der Trockensteher.

Welche Flächen eignen sich für die Extensivierung?

Neben Flächen, die eingeschränkt befahrbar sind (feucht, hängig), eignen sich für die Extensivierung vor allem auch magere Standorte und Flächen, die nicht effizient bewirtschaftbar sind (kleine Teilstücke, unförmige Parzellen, buckelige und hängige Flächen, sowie Flächen mit extremer Hofentfernung, aufwändiger Ortsdurchfahrt oder schlechter Erreichbarkeit). Im Sinne des Gewässerschutzes sollte insbesondere bei Rändern an Bächen auch an eine extensivere

Bewirtschaftung gedacht werden. Auf diesem Wege lässt sich am ehesten das Ziel einer Vernetzung solcher Flächen erreichen.

Praktische Hinweise

Entsprechende Flächen sollten nicht nur später und weniger häufig gemäht, sondern auch dementsprechend weniger gedüngt werden. So können sich dort artenreichere Pflanzenbestände halten bzw. entwickeln. 5 – 10 % Anteil von derart extensiver bewirtschaftetem Grünland dürften in einem normalen Milchviehbetrieb kaum wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen. Ideal für diese Flächen ist wenig oder möglichst gar keine Gülledüngung und im Idealfall eine Düngung mit Stallmist.

Grundsätzlich können derartige Aufwüchse als Heu oder Silage für die Trockensteher geerntet werden. Insbesondere bei Silage muss aber unbedingt die schlechte Silierfähigkeit des Aufwuchses bedacht werden. Aus diesem Grund empfiehlt das Fachzentrum die Erstellung von Rundballensilagen und weist ausdrücklich darauf hin, dass diese Rundballen öfter gewickelt werden müssen, um ein Durchstechen der Folie und somit den Verderb dieses wertvollen Futters zu vermeiden.

Probleme in der praktischen Umsetzung

Während eine stärkere Abstufung der Grünlandbewirtschaftung in der Praxis hauptsächlich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen scheiterte, gilt diese Problematik nicht für die „differenzierte Grünlandbewirtschaftung“. Denn im Rahmen einer einheitlichen Nutzung von ca. 90 - 95 % der Flächen als Futter für die Laktierenden und parallel dazu 5 - 10 % der –ohnehin nicht effizient bewirtschaftbaren- Grünlandflächen als Trockensteherfutter bringt diese Form der Differenzierung in der Praxis keine arbeitswirtschaftlichen Nachteile. Viele Betriebsleiter berichten hingegen von massiven Problemen mit ihren Verpächtern, da diese Flächen in den ersten Jahren der Extensivierung einem ordnungsliebenden Verpächter oftmals ein Dorn im Auge sind. Hier gilt es intensive Öffentlichkeitsarbeit zu verrichten, um durch entsprechende Beschilderungen die Bevölkerung darauf hinzuweisen, dass diese Form der Bewirtschaftung keine Unordentlichkeit des Landwirtes aufzeigt, sondern einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Artenvielfalt bei Tieren und Pflanzen leistet.

Öffentlichkeitsarbeit und Rückmeldungen vom „Runden Tisch“

Um die Öffentlichkeitsarbeit der Landwirte zu unterstützen wurden am AELF Traunstein in 2019 zwei unterschiedliche Schautafeln entwickelt. Eine umfangreiche Erläuterung des Systems kann im Rahmen des Beratungsschwerpunktes „Biodiversität“ unter dem Stichwort „Differenzierte Grünlandbewirtschaftung“ von den Ämtern über die FÜAK angefordert werden (siehe Anhang). Dieses Plakat eignet sich für befestigte Wände. Eine einfache Kurzbeschreibung ist als freistehende Tafel konzipiert. Diese Tafel wird seit Mai 2019 vom AELF Traunstein kostenlos an die Landwirte ausgegeben und findet starke Verbreitung.

Aus Sicht des AELF Traunstein können viele verschiedene Arten stark davon profitieren, wenn möglichst viele Landwirte das Konzept der „differenzierten Grünlandnutzung“ umsetzen. Dieser Meinung waren auch die gut 40 Teilnehmer aus rund 25 verschiedenen Organisationen des ersten „Runden Tisch Biodiversität“, den das AELF im Februar 2019 organisiert hat. Das Konzept der „differenzierten Grünlandbewirtschaftung“ wird daher bei allen sich bietenden Gelegenheiten beworben. Auf Anregung aus dem runden Tisch Biodiversität wird dabei zusätzlich darauf hingewiesen, dass zum Schutz der Insekten nach Möglichkeit nicht bei vollem Sonnenschein gemäht und auf Mähgutaufbereiter verzichtet werden sollte.

Zusammenfassung / Fazit

Die „abgestufte Grünlandbewirtschaftung“ konnte sich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen in den Traunsteiner Arbeitskreisbetrieben nicht durchsetzen

Die „differenzierte Grünlandbewirtschaftung“ (speziell für die Trockensteher) ist für viele Milcherzeuger ein praktikabler Lösungsansatz für eine nachhaltige und gesellschaftlich akzeptierte Milcherzeugung. 5 - 10 % Anteil von derart extensiv bewirtschaftetem Grünland dürften in einem normalen Milchviehbetrieb kaum wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen. Aber für die Trockensteher, die Insektenwelt, die Singvögel und die Wildtiere bringt es viele Vorteile mit sich.

Literatur

Abfalter, A., Breuer, M., Frühwirt, P., Rudlsdorfer, S., Uhl, H (2014): Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung durch abgestuften Wiesenbau.

Dietl, W. (1998): Wiesengräser, 1. Auflage. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF).

Dietl, W. (2004): Ökologischer Wiesenbau, 1. Auflage. Österreichischer Agrarverlag.

Leitenbacher, A. und Dufter, P. (2019): Differenzierte Grünlandnutzung für mehr Artenvielfalt. Schule und Beratung Heft 5- 6/2019, 4-6.

Spiekers, H., Nußbaum, H., Potthast, V. (2009). Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. und erweiterte Auflage. 2009

Autorenanschrift:

Peter Dufter
Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein
Fachzentrum Rinderhaltung
Schnepfenluckstrasse 10
83278 Traunstein
Tel. 0861/7098-123
Peter.Dufter@AELF-TS.bayern.de

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

XXX



Erzeugung gestalten – Arten erhalten

Differenzierte Grünlandbewirtschaftung



Grünland ist Futtergrundlage

- Wiesen bleiben nur saftig und grün, wenn sie regelmäßig gemäht werden.
- Grünland ist die wichtigste Futtergrundlage für die Milchkuh. Lebensmittel wie Milch, Käse und Fleisch entstehen daraus.
- Je jünger das Gras, desto eiweißreicher ist es: Es ersetzt importiertes Eiweißfutter, z. B. Soja.
- Älteren Wiesenaufwuchs verwerten trockenstehende Kühe und Pferde gut.

Differenziert bewirtschaften heißt:

- Der Landwirt mäht Teilflächen ganz bewusst weniger oft und später. Er düngt auch deutlich weniger.
- Der spätere Schnittzeitpunkt lässt Pflanzen blühen und aussamen. Die Artenvielfalt auf der Fläche steigt.
- Die verschiedenen Gräser, Kräuter und Blumen sind Futtergrundlage und Lebensraum für viele Wildbienenarten, Insekten, Vögel und Niederwild.
- Mit Mischung aus extensiven und intensiven Standorten kann der Mähzeitpunkt flächendeckend aufgesplittert werden.
- Zusammen bilden die extensiven Teilflächen ein weitläufiges Netzwerk aus Rückzugsorten.



www.aelf-xxx.bayern.de

Ansätze zum Ausgleich der Stoffstrombilanz in rinderhaltenden Betrieben

Michael Höhensteiger

Maschinen- und Betriebshilfsring Aibling-Miesbach-München e.V.

Einleitung

Seit 2017 gilt in Deutschland eine neue Düngeverordnung, welche die Betriebe vor neue Herausforderungen stellt. Eine davon ist die Stoffstrombilanz, zu welcher vorerst nur viehstarke Betriebe, bzw. Tierhalter mit Aufnahme von Wirtschaftsdüngern verpflichtet sind. Ab 2021 müssen die meisten Betriebe Stoffströme bilanzieren. Durch das Ablösen von der Feld-Stall-Bilanz, hin zur Stoffstrombilanz, werden die Nährstoffströme der viehhaltenden Betriebe viele genauer erfasst und die bisherigen Standardwerte ersetzt. Das bietet Chance und Risiko zugleich. Da den meisten Betrieben in Bayern ihre Stoffströme unbekannt sind, sollen die nachfolgenden Beispiele einen Überblick geben.

Welche Faktoren gibt es?

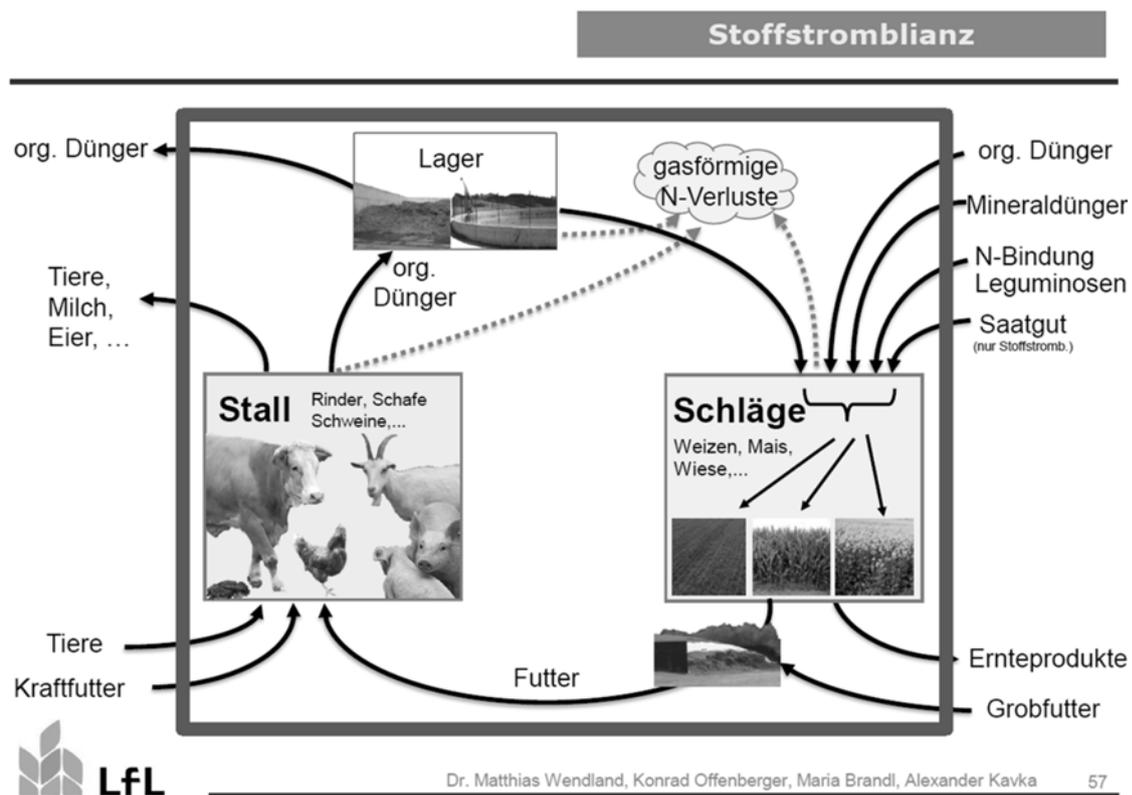


Abbildung 1: Nährstoffströme Stoffstrombilanz

Die größten Nährstoffflüsse zum Betrieb sind in der Regel Mineraldünger und Futtermittel (Grob- und Kraftfutter). Alle anderen Zuflüsse sind in spezialisierten Milchviehbetrieben deutlich kleiner. Bei den Nährstoffabgängen ist der Verkauf von Milch der mit Abstand größte Punkt, gefolgt von den Tierverkäufen (Milch:Fleisch im Verhältnis 4-6:1). Daraus wird klar, dass für eine ausgeglichene Stoffstrombilanz dem Verhältnis aus Zukauf von Kraftfutter und dem Verkauf von Milch größte Bedeutung zukommt.

Ein zulässiger Saldo wird beim Stickstoff betriebsindividuell errechnet und gilt beim Phosphat im Moment noch nicht. Der zulässige Saldo wird aber ca. bei 10 kg P_2O_5 /ha liegen.

Welche Futtermittel sind problematisch?

Bei den Futtermitteln gibt es große Unterschiede bei den für die Bilanz relevanten Nährstoffen Stickstoff und Phosphor (Abbildung 2). Davon haben insbesondere die Eiweißfuttermittel sehr hohe Konzentrationen. Dadurch kommt der Eiweißergänzung eine besonders starke Bedeutung zu.

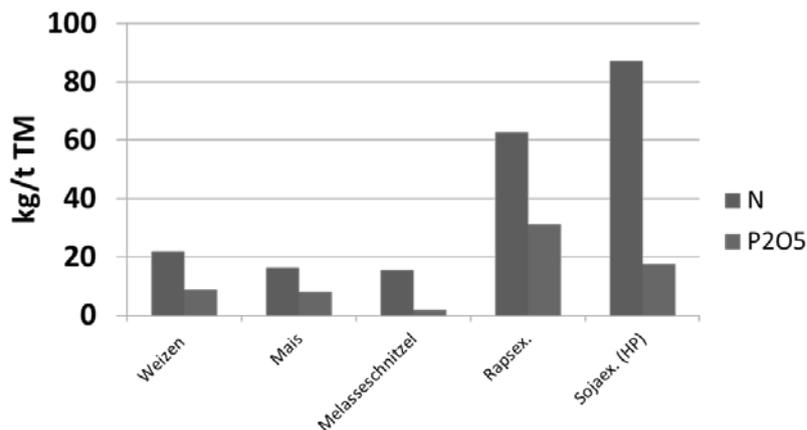


Abbildung 2: Inhaltsstoffe gebräuchlicher Futtermittel

Wie viel Kraftfutтереffizienz muss sein?

Die Streuung in der Kraftfuttereffizienz bei den bayerischen Betrieben ist sehr groß. Wie hoch aber muss die Effizienz sein? In nachfolgenden Abbildungen werden die maximal möglichen Kraftfuttermengen berechnet. Zur Berechnung werden dabei folgende Parameter angenommen:

- 8000 kg verkaufte Milch/Kuh
- 1, 2 und 3 GV/ha im Grünlandbetrieb incl. Nachzucht (33 %Remontierung)
- 2 und 3 GV/ha im Gemischtbetrieb incl. Nachzucht (33 % Remontierung)
- N Düngung nach Bedarfsermittlung
- Kein Zukauf P-Dünger/P-haltiges Mineralfutter
- Kein Grobfutterverkauf & Marktfruchtanbau
- Zulässige Bilanzüberschüsse nach Stoffstrombilanz mit eingerechnet

Die Kraftfutterkomponenten sind:

- Raps + Weizen/Mais
- Raps/Soja+ Weizen/Mais
- Soja + Weizen/Mais

Das Grundfutter beim Grünlandbetrieb (GL) besteht aus Grassilage und Heu. Die Kraftfuttermischung ist deshalb energielastig mit 87,5 % Energie und 12,5 % Eiweißkomponenten. Der Gemischtbetrieb hingegen hat eine Grundfuttermischung aus Gras- und Maissilage (50:50). Die Kraftfuttermischung enthält deutlich mehr Eiweiß. Daher wird in dem Beispiel mit 50 % Energie und 50 % Eiweißkomponenten gerechnet. Zusätzlich wird noch unterschieden ob die Eiweißkomponente nur Rapsextraktionsschrot (R), Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot 50:50 (RS), oder nur Sojaextraktionsschrot enthält (S) um den Einfluss des unterschiedlichen P Gehalts hervorzuheben.

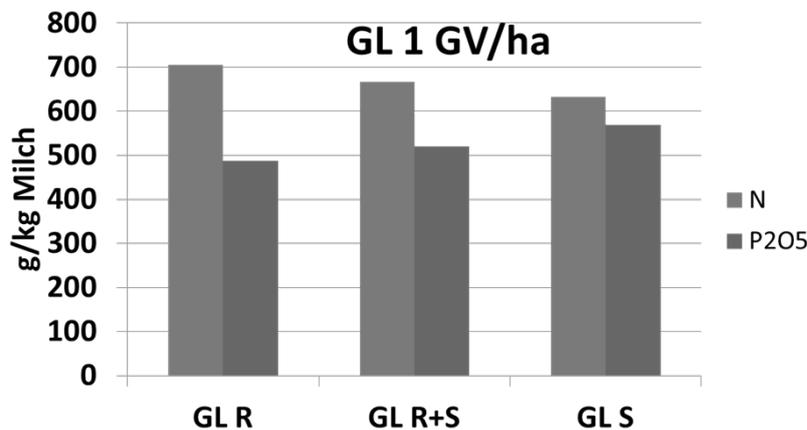


Abbildung 3: Maximale Kraftfuttereinsatz g/kg Milch, GL 1GV/ha

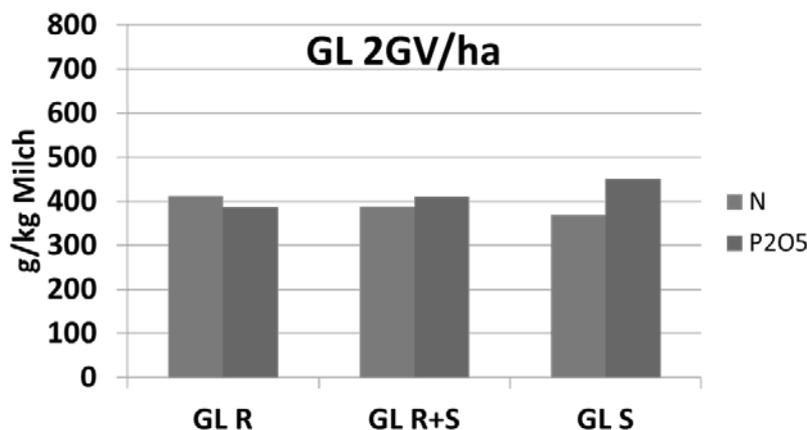


Abbildung 4: Maximale Kraftfuttereinsatz g/kg Milch, GL 2GV/ha

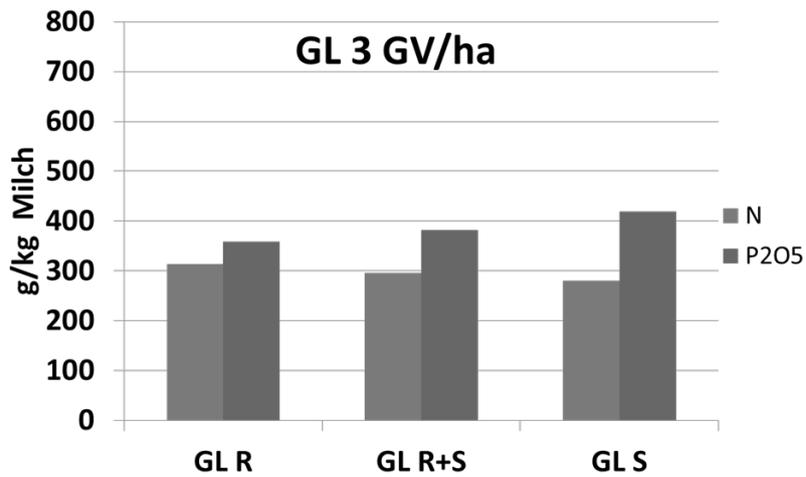


Abbildung 5: Maximale Kraftfuttereinsatz g/kg Milch, GL 3GV/ha

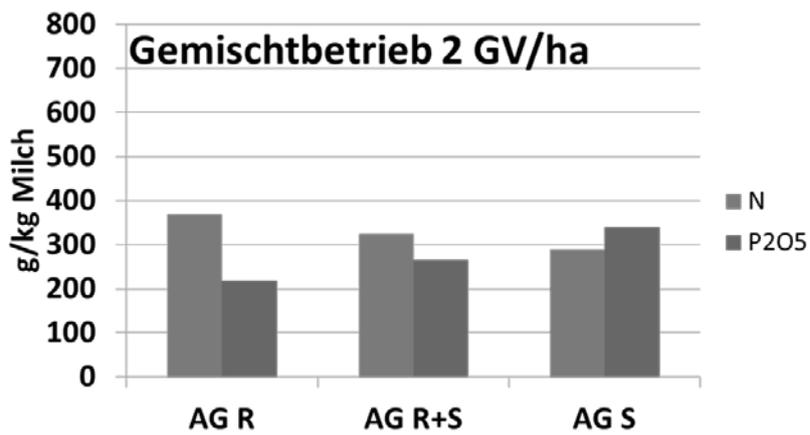


Abbildung 6: Maximale Kraftfuttereinsatz g/kg Milch, AG 2GV/ha

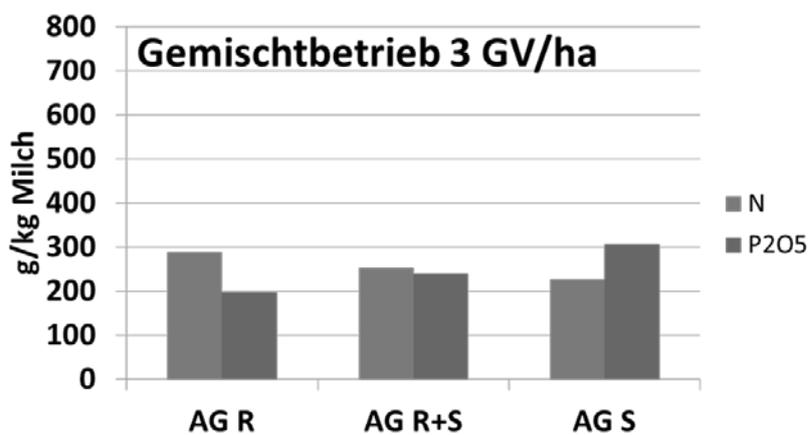


Abbildung 7: Maximale Kraftfuttereinsatz g/kg Milch, AG 3GV/ha

Aus den Abbildungen 3-5 wird deutlich, dass der Grünlandbetrieb je nach Variante 270-700 g/kg verkaufter Milch tolleriert und damit kaum ein Problem mit der Stoffstrombilanz haben dürfte. Je niedriger der GV Besatz, desto stärker wirken die zulässigen Salden auf das Ergebnis ein, sodass die zulässigen Kraftfuttermengen sehr hoch werden.

Beim Gemischtbetrieb (Abbildungen 4-7) werden die Auswirkungen des höheren Anteils der Eiweißfuttermittel sichtbar. Aufgrund der hohen N- und P-Gehalte sind die zulässigen Kraftfuttereinsatzmengen deutlich reduziert. Auch hier wird deutlich, je höher der Viehbesatz, desto niedriger die zulässige Kraftfutterhöhe. Nicht nur P sondern auch N ist ein begrenzender Faktor in der Bilanz. Der alleinige Ersatz von Raps durch Soja löst damit ein Problem (P) und schafft damit ein weiteres (N). Eine ausgeglichene Bilanz kann auch hier bei anspruchsvollen 200-250 g/kg Milch erreicht werden. Das bedeutet, dass über die Fütterung alleine ausgeglichene Bilanzen erreicht werden können. Wer in Zukunft die Derogation (230-250 kg N/ha aus org.N auf Grünland) nutzen will, muss auch in der Stoffstrombilanz den Spielraum für den Verbleib von mehr N und P haben. Ein effizienter Umgang mit Futtermittelzukaufen ist dafür Voraussetzung.

Schlussfolgerungen

Je mehr betriebseigenes Eiweiß (Herausforderung Eiweißqualität im Grundfutter) erzeugt wird, desto weniger muss man sich um die Stoffstrombilanz Sorgen machen. Bei hohem Zukauf von Eiweißfuttermitteln wird es zunehmend schwieriger ausgeglichene N- und P-Bilanzen zu erreichen. Hier wird die Effizienz beim Futtermiteleinsatz besonders wichtig. Jedoch ist auch das nicht alles, da über den Marktfruchtanbau, Gülleabgabe, Grundfuttermittelverkauf,... erhebliche Nährstoffmengen den Betrieb wieder verlassen können. Daher helfen pauschale Aussagen nur bedingt. Letztendlich wird erst jeder Betrieb rechnen müssen um einen Überblick über seinen Betrieb zu erhalten. Darauf aufbauend können bei Bedarf Lösungen gesucht werden.

Literatur

Hofmann und Dorfner, (2013): Kosten im Griff?!, lfl.bayern.de

LFL Gruber Futterwerttabelle, (2018): lfl.bayern.de

LFL Bayern, (2019): Ausgewählte Vortragsfolien, lfl.bayern.de

Autorenanschrift:

Michael Höhensteiger
Maschinenring- und Betriebshilfsring Aibling-Miesbach-München e.V.
Salzhub 10
83737 Irschenberg
Michael.hoehensteiger@mr-aibling.de

FÜTTERUNGS- BERATUNG

Für gesunde und leistungsfähige Kühe

- Auswertung von Milchleistungsprüfung und Futteruntersuchung
- Rationsberechnung und -kontrolle
- Tipps und Tricks für optimales Grundfutter und gesunde Tiere
- Unterstützung bei der Umsetzung der neuen Düngeverordnung

www.lkv-beratungbayern.de



Fütterungskonzepte heute und morgen

Martin Pries*, Hubert Schuster**

* Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bad Sassendorf

** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub

Aus ökonomischen Gründen und aus Gründen einer möglichst hohen Nährstoffeffizienz werden heute in der Rindermast und Milchkühhaltung hohe Leistungen bezüglich des Zuwachses und der täglichen Milchmengen angestrebt.

Fütterungsstrategien müssen dabei folgende Ziele erreichen:

- Sicherstellen des Energie- und Nährstoffbedarfs der Tiere
- Abdecken des Bedarfs an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen
- Hohe Verwertung der Nährstoffe, was gleichbedeutend mit einer hohen Nährstoffeffizienz ist.

In der Milchkühhaltung sind in Abhängigkeit der täglichen Milchmengen gemäß GfE (2001) die in Tabelle 1 dargestellten Mengen an Netto-Energie (MJ NEL) und nutzbarem Rohprotein am Duodenum (nXP) zur Verfügung zu stellen.

Tabelle 1: Bedarf an Energie (MJ NEL) und nutzbarem Rohprotein am Duodenum (nXP) für Milchkühe in Abhängigkeit der täglichen Milchmenge einschließlich Erhaltungsbedarf

Tägliche Milchmenge	Energiebedarf MJ NEL	nXP-Bedarf g
10	71	1.300
20	103	2.150
30	136	3.100
40	169	3.850
50	202	4.700
60	235	5.550

Quelle: GfE (2001)

Die Energieversorgung hochleistender Milchkühe insbesondere zu Laktationsbeginn stellt dabei eine der größten Herausforderungen dar, weil nach der Kalbung die Milchbildung deutlich schneller ansteigt als die korrespondierende Futteraufnahme.

Grundsätzlich ist die Bedarfsdeckung an Energie und nXP eine Funktion aus Futteraufnahme und Nährstoffdichte in der Futtermittelration. Der Tabelle 2 kann entnommen werden, dass die Futteraufnahme von verschiedensten Faktoren abhängig ist und sich in den letzten 30 Jahren stetig nach oben verändert hat.

Tabelle 2: Trockenmasseaufnahme (kg TM/Kuh/Tag) in verschiedenen Versuchen zur Intensität der Fütterung im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft, Haus Riswick

Autor, Jahr des Versuchs	Kraffutter ab			
	16 kg Milch	12 kg Milch	8 kg Milch	4 kg Milch
Baum, 1984	15,2 kg	16,9 kg	17,8 kg	18,8 kg
Pries et al., 2009	Mischration für 20 kg ECM, MLF ...			
	- 4 kg 19,5 kg	- 2 kg 20,1 kg	n. Leistung 21,4 kg	
Denißen et al., 2018	Futtergruppe			
	N 150 20,2 kg	H 250 22,2 kg	H 150 21,5 kg	H 250 22,5 kg

Auch bei den Nährstoffgehalten in den Grobfuttern Gras- und Maissilage haben sich deutliche Veränderungen ergeben, wie die Abbildungen 1 und 2 zeigen.

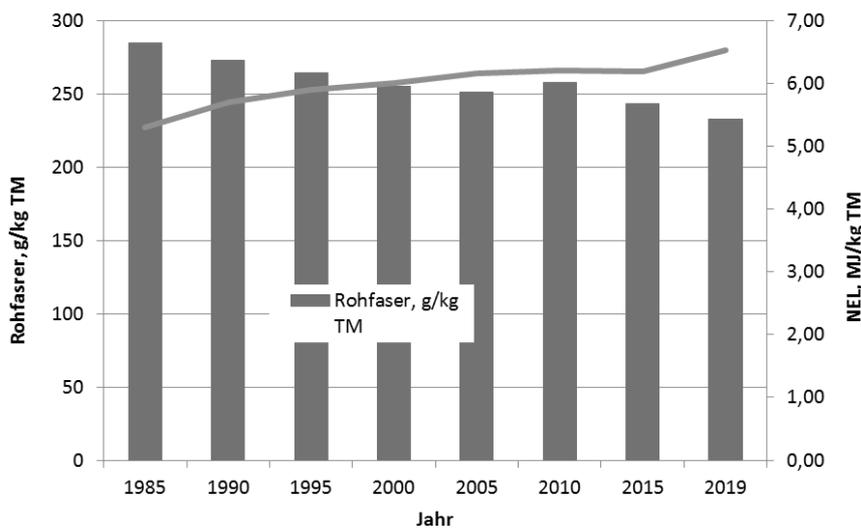


Abbildung 1: Entwicklung der Energie- und Rohfasergehalte in Grassilagen des ersten Aufwuchses in NRW in den Jahren 1985 bis 2019; Daten der LUFA NRW

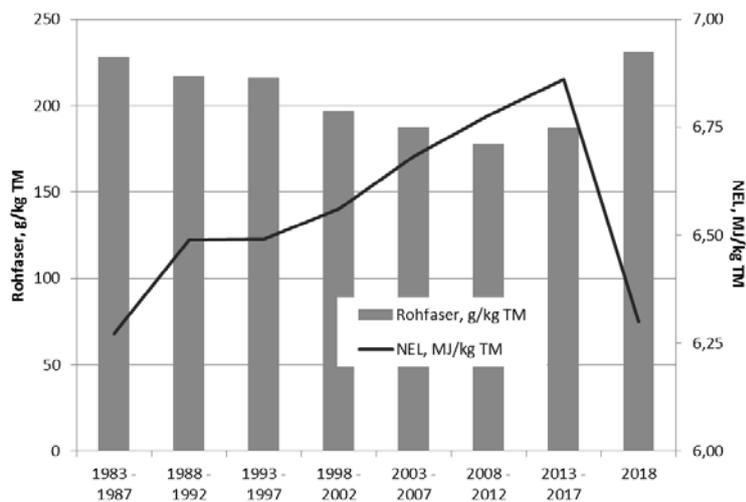


Abbildung 2: Entwicklung der Energie- und Rohfasergehalte in Maissilagen aus NRW in den Jahren 1983 bis 2018; Daten der LUFA NRW

Aus den positiven Entwicklungen der letzten 30 Jahre, sowohl bei den Futterqualitäten als auch bei der Futteraufnahme, wird gefolgert, dass in heutigen Hochleistungsherden das Ausmaß der negativen Energiebilanz zu Laktationsbeginn nicht größer ausfällt als in Zeiten mit geringerer Milchleistung. Verdeutlicht wird dies mit einigen Ergebnissen aus der Betriebszweigauswertung von spezialisierten Milchkuhbetrieben NRW, die in der Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 3: Leistungen und Fitnesseigenschaften von Milchkühen in NRW

	Unteres Viertel	Durchschnitt	Oberes Viertel
Anzahl Betriebe	190	760	190
Anzahl Kühe	122	145	164
ECM, kg Jahr	7.885	9.298	10.554
EKA, Monate	29,0	27,1	26,2
ZKZ, Monate	416	405	401
Repro-Rate, %	30,6	28,8	29,3
Lebensleistung, kg	26.631	31.537	35.480
Lebenstagsleistung, kg	12,5	15,2	17,3

Quelle: Milchviehreport NRW, Landwirtschaftskammer NRW, 2019

Aus den bisherigen Aussagen lässt sich folgendes Zwischenfazit ableiten: Tierernährung und Fütterungsstrategien sind keine festen Größen, sondern unterliegen dem stetigen Wandel. Erkenntnisfortschritt und technologische Weiterentwicklungen machen es möglich, hohe Tierleistungen unter Berücksichtigung von Tierwohlkriterien zu erzielen. Dies setzt ein gutes

Management und die Umsetzung des aktuellen Wissens in die gute fachliche Praxis voraus. Auch zukünftig wird es Weiterentwicklungen in den angesprochenen Bereichen geben.

Die zukünftigen Fütterungsstrategien sowohl in der Rindermast als auch in der Milchkuhhaltung werden sehr stark von den Vorgaben der Dünge-VO (2017) und den EU-weiten Regelungen zur Minimierung des Ausstoßes von klimarelevanten Gasen bestimmt sein. So ist zum Beispiel in der NERC-Richtlinie der EU festgelegt, dass der Ammoniakanfall bis zum Jahr 2030 um 29 % zu reduzieren ist. Da die Landwirtschaft mit etwa 95 % an den Ammoniakemissionen beteiligt ist, sind auch in der Fütterung große Anstrengungen zur Reduzierung erforderlich. Nach Sajeev et al. (2017) reduziert sich die Ammoniakemission um 17 %, wenn der Rohproteingehalt in der TM der Futtermischung um ein Prozentpunkt gesenkt wird. Gefragt sind deshalb Fütterungsstrategien, die ohne Leistungsverlust zu geringeren Nährstoffausscheidungen führen.

Die Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere ist in der Broschüre „Arbeiten der DLG, Band 199, Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage 2014“ beschrieben. Für die wichtigsten Produktions- und Fütterungsverfahren wurden dabei modellhaft die Nährstoffausscheidungen kalkuliert und dargestellt. Bei den Milchkühen wurden insgesamt 17 verschiedene Verfahren in Abhängigkeit des Standorts, der Leistung und der Rasse definiert. In dem Bestreben zur Senkung der Nährstoffausscheidungen vor dem Hintergrund neuerer Bestimmungen in der Düngeverordnung (DüV, 2017) etablieren sich in der Praxis neue Fütterungsstrategien, bei denen als weitere Einflussfaktoren die Milchleistung aus dem Grobfutter und eine differenzierte Nährstoffversorgung der Tiere in Abhängigkeit des Laktationsstadiums Berücksichtigung finden. Bei den bisherigen Kalkulationen der Nährstoffausscheidungen der Milchkühe wurden bedarfsdeckende Rationen auf Jahresbasis für Kühe mit unterschiedlichen Leistungshöhen und differierender Grobfuttersituation betrachtet. Der Energiebedarf und der Bedarf an nutzbarem Rohprotein (nXP) bei ausgeglichener ruminaler Stickstoffbilanz (RNB) ist sicher gedeckt. Die Festlegung der Gehalte an nXP in den Rationen orientierte sich hierbei vorwiegend an den Bedarfsgrößen für die Früh-Laktation, wobei mit Gehalten zwischen 159 und 167 g/kg TM gerechnet wurde. Beim P ergaben sich mittlere Konzentrationen von 4,0 bis 4,2 g/kg TM. Die Weiterentwicklung der Fütterungsverfahren und wachsende Bestandsgrößen erlauben heute aber eine sehr differenzierte Protein- und Phosphorversorgung in Abhängigkeit des Laktationsstadiums und der Trockenstehzeit der Kuh. Bekannt ist, dass Kühe zum Beispiel in der zweiten Laktationshälfte bei hoher Futtermittelaufnahme und abnehmenden Milchmengen mit geringeren Konzentrationen an nXP und P in der Ration bedarfsdeckend versorgt werden können. Über eine gezielte Einstellung der nXP- und P-Gehalte im Verlauf der Laktation und der Trockenstehzeit können Luxuskonsum vermieden und somit die Nährstoffaufwendungen vermindert werden.

In den Tabellen 4 bis 5 werden die Nährstoffaufnahmen bei einer nach Laktationsabschnitten differenzierten Rationsgestaltung für unterschiedliche Leistungshöhen dargestellt. Der Futter- und Energieaufwand sowie die Gehalte im Produkt (Milch, Fetus) der Verfahren orientieren sich an den in der DLG-Broschüre 199 dargestellten Größen. Die mittleren Gehalte an Rohprotein über die gesamte Laktation einschließlich der Trockenstehzeit bewegen sich bei dieser differenzierten Vorgehensweise je nach Leistungsklasse zwischen 136 und 150 g/kg TM. Beim P betragen die Konzentrationen 3,5 bis 3,9 g/kg TM im Mittel einer Laktation. Je nach Leistungshöhe ergeben sich beim N um knapp 9 bis gut 13 % verringerte Ausscheidungen gegenüber den bisherigen Berechnungen gemäß DLG-Broschüre 199. Bei P ergibt sich ein Minderungspotenzial zwischen 15 und 17 %. Es bleibt somit festzuhalten, dass eine dem Laktationsstand angepasste und gleichzeitig bedarfsgerechte Versorgung nach den Vorgaben der GfE (2001) und DLG (2001a, 2001b, 2012) zu einer beachtlichen Verringerung der N- und P-Ausscheidungen beitragen kann.

Tabelle 4: Nährstoffausscheidung bei normgerechter Versorgung; 8000 kg ECM je Kuh und Jahr
rechnerische Zwischenkalbezeit 365 Tage; Energiebedarf 43.500 MJ NEL

Phase	TM- Aufnahme, kg/Tag		TM- Aufnahme Phase, kg	nXP- Gehalt, g/kg TM	XP- Gehalt, g/kg TM	N- Aufnahme Phase, kg	P- Gehalt, g/kg TM	P- Aufnahme Phase, kg	Energiekon- MJ NEL/kg wand, MJ NEL	kg Milch/Tag	kg Milch im Abschnitt
	Tage	kg/Tag									
Trockenstehend	42	11,5	483	120	115	8,9	2,5	1,2	2801	30	3210
1. Drittel Laktation	107	19	2033	155	150	48,8	3,9	7,9	14231	27	2916
2. Drittel Laktation	108	21	2268	150	145	52,6	3,7	8,4	15196	19	2052
3. Drittel Laktation	108	17	1836	135	130	38,2	3,5	6,4	11750	25,3	8178
Summe/Mittel:	365	18,1	6620	145	140	148,5	3,6	24,0	43978		
Produkt						43,6		8,2			
Ausscheidung						104,9		15,8			
Ausscheidung (DLG,2014)						115,1		18,5			
Minderung, %						8,9		14,8			

Tabelle 5: Nährstoffausscheidung bei normgerechter Versorgung; 10.000 kg ECM je Kuh und Jahr
rechnerische Zwischenkalbezeit 365 Tage; Energiebedarf 50.000 MJ NEL

Phase	TM- Aufnahme, kg/Tag		TM- Aufnahme Phase, kg	nXP- Gehalt, g/kg TM	XP- Gehalt, g/kg TM	N- Aufnahme Phase, kg	P- Gehalt, g/kg TM	P- Aufnahme Phase, kg	Energiekon- MJ NEL/kg wand, MJ NEL	kg Milch/Tag	kg Milch im Abschnitt
	Tage	kg/Tag									
Trockenstehend	42	12,5	525	120	115	9,7	2,5	1,3	3150	35	3745
1. Drittel Laktation	107	21	2247	160	155	55,7	4,0	9,0	15954	33	3564
2. Drittel Laktation	108	23	2484	155	150	59,6	3,8	9,4	17140	27	2916
3. Drittel Laktation	108	19	2052	140	135	44,3	3,6	7,4	13748	31,7	10225
Summe/Mittel:	365	20,0	7308	150	145	169,3	3,7	27,1	49992		
Produkt						54,0		10,2			
Ausscheidung						115,3		16,9			
Ausscheidung (DLG,2014)						133		20,5			
Minderung, %						13,3		17,4			

Unter Berücksichtigung der oben dargestellten mittleren Gehalte an Rohprotein, nXP und P werden nachfolgend Rationen für unterschiedliche Leistungshöhen beschrieben und die korrespondierenden Nährstoffausscheidungen berechnet (Tab. 6). Die Vorgehensweise ist analog den Darstellungen in der DLG-Broschüre 199 (DLG, 2014). Für die Berechnungen wurden zwei neue Futter definiert: Milchleistungsfutter (MLF) Prot.-Erg. ist mit 35 % Rohprotein ein eiweißreiches Ergänzungsfutter der Energiestufe 2, welches vorwiegend aus Rapsextraktionsschrot bestehen kann. MLF Energ.-Erg. ist ein energiereiches Ergänzungsfutter bestehend aus Weizen, Körnermais und melassierten Zuckerrübenschnitzeln. Durch die Verwendung unterschiedlicher Anteile dieser beiden Futter können sowohl Rationen für den Ackerfutterbaustandort (Mais betont) als auch für den Grünlandstandort (Gras betont) bedarfsgerecht kalkuliert werden. Bei den Grobfuttern wurden die Nährstoffgehalte gemäß DLG-Broschüre 199 (DLG, 2014) angenommen.

Bezüglich der TM-Aufnahme für eine gesamte Laktation wurden die bisher in den Standardverfahren angenommen Größen beibehalten (s. DLG, 2014). Veränderungen in den Nährstoffausscheidungen beruhen deshalb nicht auf Änderungen im Futteraufwand. Des Weiteren wurden die Berechnungen so vorgenommen, dass der angenommene Energiebedarf für die verschiedenen Leistungsklassen sicher abgedeckt ist. Auch bei der Größe nXP sind die Rationen bedarfsdeckend eingestellt, wobei bezüglich der RNB ein leicht negativer Wert bis maximal -1 g/kg TM in der Gesamtration toleriert wurde.

In allen Leistungsklassen ist der Trockenmasseaufwand der N- und P-angepassten Fütterungsverfahren in ähnlicher Größenordnung wie in den bisherigen Standardnährstoffausscheidungen. Durch die Anpassung der nXP- und XP-Konzentrationen in Abhängigkeit des Laktationsstadiums und der Trockenstehzeit ergeben sich deutlich niedrigere Nährstoffaufnahmen. Dies gilt ebenfalls für die P-Konzentrationen in den Futterrationen. Im Vergleich zu den Angaben der DLG (2014) sinken die N-Ausscheidungen bei Mais betonter Fütterung je nach Leistungsklasse um **9** bis **14** und bei Gras betonter Fütterung um **12** bis **16** %. Das Einsparpotenzial steigt mit zunehmender Leistung sowohl bei Mais als auch bei Gras betonter Füttersituation. Auch beim Phosphor sinken die Ausscheidungen je nach Leistungsklasse zwischen **12** und **22** %. Bei Gras betonter Fütterung ist das Reduktionspotenzial größer als auf typischen Ackerbaustandorten. Wiederum ist das Einsparpotenzial bei höheren Leistungen höher als bei niedrigeren Leistungen.

Tabelle 6: Nährstoffausscheidungen von Milchkühen bei N- und P-angepasster Fütterung und Mais betonter Grobütterration (mittlere und schwere Rassen)

Verfahren	Milchkuh – 6.000 kg	Milchkuh – 8.000 kg	Milchkuh – 10.000 kg	Milchkuh – 12.000 kg								
Leistung	6.000 kg ECM plus 0,9 Kalb	8.000 kg ECM plus 0,9 Kalb	10.000 kg ECM plus 0,9 Kalb	12.000 kg ECM plus 0,9 Kalb								
Futtermittelaufwand	(je Kuh und Jahr)											
- Heu	kg TM 400	350	350	250								
- Grassilage	kg TM 1.400*	1.600**	1.650***	1.700***								
- Maissilage	kg TM 2.850**	3.200**	3.250***	3.300***								
- Stroh	kg TM 200	200	200	200								
MLF Prot.-Erg. (RES, Harn.)	kg FM 750	950	1.150	1.400								
MLF Energ. Erg. (W, M, M-S)	kg FM 200	500	1.150	1.780								
Mineralfuttermittel ohne P	kg FM 37	37	37	37								
Bilanzierung (kg Kuh und Jahr)												
Nährstoff	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Stickstoff	Phosphor	Kalium			
- Aufwand	123,8	20,2	87,8	147,9	24,2	101,1	169,0	27,7	110,5	194,4	31,9	121,6
- Produkt	32,8	6,2	9,1	43,4	8,2	12,1	54,0	10,2	15,1	64,6	12,2	18,1
Ausscheidung	91,0	14,0	78,7	104,5	16,0	89,0	115,0	17,4	95,4	129,8	19,7	103,6
Ausscheidung in g je kg ECM	15,2	2,3	13,1	13,1	2,0	11,1	11,5	1,7	9,5	10,8	1,6	8,6

Grobfutterqualität: * mittel, ** gut, *** sehr gut, TM – Trockenmasse, FM – Frischmasse

Fazit

Die bisherigen Fütterungsstrategien in der Rinderfütterung waren vor allem darauf ausgerichtet, den Energie- und Nährstoffbedarf der Tiere für hohe Leistungen abzudecken. Die Nährstoffdichte in den Rationen war dabei vor allem auf eine gute Versorgung in der Früh-laktation ausgerichtet, was eine gewisse Überversorgung in der zweiten Laktationshälfte zur Folge hat. Durch eine dem Laktationsstand angepasste Versorgung, die dem Bedarf bei abnehmenden Milchmengen Rechnung trägt, können erhebliche Einsparungen bei den Nährstoffausscheidungen erzielt werden. Diese N- und P-angepassten Fütterungsstrategien tragen zur Entlastung des Nährstoffsaldos gemäß Düng-VO bei und verringern zudem die Ammoniakemissionen aus der Rinderhaltung in nicht unerheblichen Maße.

Literaturverzeichnis

Baum, M. (1984): Langfristige Untersuchungen an Milchkühen über Grundfutter-Verzehr und Milchleistung bei Zuteilung unterschiedlicher Kraftfuttermengen. Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

Denißen, J., C. Hoffmanns, S. Hoppe, M. Pries, K.-H. Südekum (2018): Einfluss der Grobfutterqualität und des Kraftfutterniveaus bei Teil-TMR über zwei Jahre auf Milchleistungsparameter bei Deutschen Holsteins. in: Tagungsband „Abschlussveranstaltung Verbundprojekt optiKuh“ am 30/31.01.2018 in Braunschweig, Herausgeber: Spiekers, H., Hertel-Böhnke, P., Meyer, U.. LfL-Schriftenreihe 2/2018, 34 – 39. ISSN 1611-4159

DLG (2001a): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-Information 1/2001 des DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, DLG Verlag, Frankfurt a.M.

DLG (2001b): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkühe. DLG-Information 2/2001 des DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, DLG Verlag, Frankfurt a.M.

DLG (2012): Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum. DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

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

DüV (2017): Düngeverordnung, Bundesgesetzblatt, 1305

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

Landwirtschaftskammer NRW (2019): 30. Milchviehreport: Betriebszweigauswertung Unternehmerkreise Milchviehhaltung Nordrhein-Westfalen, Wirtschaftsjahr 2017/2018

Pries, M.; van de Sand, H.; Benninghoff, J.; Tholen, E.; Südekum, K.-H. (2009): Einfluss variierender Kraftfuttermengen auf Leistungsparameter in der Milchviehhaltung. In: Tagungsband "Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung am 01. und 02.04.2009 in Fulda, Verband der Landwirtschaftskammern (VLK) und Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG)

Sajeev, E., Amon, B., Ammon, C., Zollitsch W., Winiwarter, W. (2017): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9893-3>KÖHLER, B. et al. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos *Agricultural and food science* 22: 145–150

Autorenanschrift:

Dr. Martin Pries
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick
Esenpaß 5
47533 Kleve
02945/989-727
Martin.Pries@lwk.nrw.de



EXCENTIAL SELENIUM 4000

The new generation of organic selenium

All selenium is
in the most effective
organic form
(=L-Selenomethionine)



SELENIUM 4000

*“Excential Selenium 4000
is the first and only dust free
organic selenium source
in the market guaranteeing
workers safety!”*

Engineering your feed solutions

www.orffa.com



ORFFA

Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland

Sabine Heinz¹, Fabian Rupp¹, Franziska Mayer¹, Gisbert Kuhn¹

¹Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Einleitung

Grünland nimmt eine Schlüsselrolle bei der Erhaltung der Biodiversität in der Kulturlandschaft ein. Mit einem Maximum von 89 Pflanzenarten auf einem Quadratmeter gehört extensives Grünland zu den artenreichsten Biotopen im weltweiten Vergleich (Wilson et al. 2012). In Bayern können über 50 Pflanzenarten auf 25 m² genutztem Grünland vorkommen (Kuhn et al. 2011). Neben den Kräutern und Gräsern finden hier auch viele Tiere Nahrung, Lebens- und Rückzugsräume. Durch Intensivierung und Nutzungsänderungen verringerte sich der Artenreichtum des Grünlandes, aber auch die Grünlandfläche insgesamt in den letzten Jahrzehnten stetig (Statistisches Bundesamt 2019, Rennwald 2000). Auf intensiv genutzten Flächen können nur wenige schnittverträgliche und Stickstoff vertragende Pflanzenarten überleben. Auch wenn die Nutzungsintensität wieder verringert wird, kommen typische Wiesenarten oft auch nach Jahren nicht zurück, weil sie weder als Samen im Boden vorhanden sind, noch aus der Umgebung einwandern können. So entsteht artenarmes, wenig intensiv genutztes Grünland mit geringem Ertrag.

Möglichkeiten, solche Flächen wieder mit typischen Wiesenarten anzureichern, wurden im Modell- und Demonstrationsvorhaben ‚Transfer - Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland‘ gemeinsam mit Landwirten erprobt. Ziel des Projektes war es, die bereits aus dem Naturschutz vorliegenden Erfahrungen zur Artenanreicherung auf landwirtschaftlich genutztes Grünland zu übertragen und einen Leitfaden für die Praxis zu erstellen. Mit den Informationen aus dem Leitfaden können Landwirte entscheiden, ob eine Artenanreicherung für ihre Fläche in Frage kommt und diese dann weitgehend selbstständig durchführen.

Methoden

Im Demonstrations- und Modellprojekt „Transfer“ wurde die Artenanreicherung exemplarisch auf Wirtschaftsgrünlandstandorten gemeinsam mit den Bewirtschaftern erprobt. Dazu wurden fünf Mahdgutübertragungen jeweils im Sommer (Juli) (4x 2016, 1x 2017) und zwei Ansaaten mit gebietsheimischem Saatgut im Frühjahr (1x 2016, 1x 2017) durchgeführt.

Auf allen Projektflächen wurde die Artenanreicherung streifenweise im Bestand auf ca. 25 % der Fläche durchgeführt. Die Streifen wurden - angepasst an die betrieblichen Arbeitsbreiten (z.B. 2x3 m Arbeitsbreite = 6 m Breite) - quer zur üblichen Bearbeitungsrichtung angelegt, so dass durch die Bewirtschaftung die neu angesiedelten Arten aus den Streifen in die ganze Fläche ausgebreitet werden. Nur in diesen Streifen wurde jeweils vor der Maßnahme die Grasnarbe entfernt, um ein Saatbett zu bereiten.

Bei der Mahdgutübertragung wird statt gekauften Saatgutes frisches, samenhaltiges Schnittgut einer artenreichen, standörtlich ähnlichen Wiese (= Spenderfläche) auf die vorbereiteten Streifen auf der Empfängerfläche ausgebreitet. Die Schichtstärke beträgt dabei ca. 3 bis 5 cm. Während das Mahdgut trocknet, fallen die darin enthaltenen Samen aus und keimen. Um Schimmelbildung zu vermeiden, wird das Mahdgut in den ersten Tagen gewendet.

Für zwei Grünlandflächen wurden auf der Grundlage der Daten des Grünlandmonitoring Bayern (Kuhn et al. 2011) Samenmischungen mit 34 bzw. 31 Arten zusammengestellt. Das Saatgut aus gebietsheimischer Herkunft (Regio-Saatgut) wurde in einer Stärke von 1,5 g/m² mit üblicher Saatechnik oberflächlich abgelegt und angewalzt, nicht aber eingearbeitet. Um spontan auflaufende unerwünschte Arten zurückzudrängen, wurden im Laufe des Sommers mehrere Schröpfschnitte durchgeführt.

Artenanreicherung mit landwirtschaftlichen Mitteln

Mahdgutübertragung und Ansaat einer regionalen artenreichen Mischung konnten von den Landwirten erfolgreich mit eigenen bzw. über den örtlichen Maschinenring beschafften Standardgeräten durchgeführt werden. Wurden Ladewagen ohne Dosierwalze verwendet, erfolgte das gleichmäßige Ausbreiten des frischen Mahdgutes von Hand. Bei Ladewagen mit Dosierwalze konnte direkt eine gleichmäßige Schicht von 3 bis 5 cm ausgebracht werden. Das entspricht einem Auftrag von im Mittel 4,6 bis 7,5 t Trockenmasse je Hektar Streifenfläche.

Da die Landwirte die Bodenvorbereitung auf der eigenen Empfängerfläche, die Mahd auf der Spenderfläche sowie Transport und Verteilen des Schnittgutes selbst organisierten und durchführten, verliefen alle Arbeitsschritte reibungslos. Die benötigten Maschinen und Arbeitskräfte standen termingerecht und einsatzbereit zur Verfügung.

Die Ansaaten wurden mit einer Drillmaschine mit hochgebundenen Säscharen bzw. einem Pneumatikstreuer zur Grünlandnachsaaat erfolgreich durchgeführt.

Der erarbeitete Leitfaden gibt Landwirten Schritt für Schritt eine Anleitung, wie durch Mahdgutübertragung oder Ansaat mit den eigenen Maschinen eine Artenanreicherung gelingt. Die LfL-Information kann als pdf Dokument heruntergeladen oder als gedrucktes Heft bestellt werden: <http://www.lfl.bayern.de/artentransfer> (Heinz & Rupp 2018).

Kosten der Artenanreicherung

Um die Kosten der einzelnen Betriebe zu vergleichen, wurden mit Hilfe der dokumentierten Arbeitszeiten und Maschinen in einer Teilkostenrechnung die variablen Kosten für jeden Arbeitsschritt festgestellt (detaillierte Informationen zur Berechnung vgl. Rupp & Heinz 2018). Die Kosten für die durchgeführten Artenanreicherungen unterschieden sich zwischen den einzelnen Projektbetrieben deutlich und reichten von ca. 300 € bis ca. 1450 € je Hektar (Abb. 1).

Als entscheidende Faktoren für die Kosten einer Artenanreicherung stellten sich im Projekt der Grad der Eigenmechanisierung, die Entfernung zur Spenderfläche, Kosten für Mahdgut / Saatgut, Zeitaufwand und die Anwendung kombinierter Verfahren / Handarbeit heraus. Wurde ein Lohnunternehmer für einen oder mehrere Arbeitsgänge beauftragt (Betriebe 2, 6 und 3), stiegen die Kosten für die Maßnahme im Vergleich zur Eigenmechanisierung (Betriebe 4, 5 und 1) bei Mahdgutübertragung genauso wie bei der Ansaat deutlich an (Abb. 1).

Die Entfernung zur Spenderfläche spiegelte sich besonders im Zeitaufwand für die Mahdgutübertragung wieder, da die Kosten hier im verwendeten Kostenmodell ausschließlich über die längeren Fahrtzeiten der Geräte und die Personalkosten entstehen. Das wurde besonders beim Einsatz eines Lohnunternehmens wie bei Betrieb 3 sehr deutlich, da hier ein fester Stundensatz auch während der Fahrtstrecken abgerechnet wird.

Die Mahdgutübertragung kann bei geeigneter, gut befahrbarer Empfänger- und Spenderfläche fast ohne Handarbeit durchgeführt werden. Dies ist gerade für die Artenanreicherung auf größeren Flächen ein wichtiger Aspekt. Bei vollständiger Eigenmechanisierung kann die Mahdgutübertragung also schnell und günstig durchgeführt werden. Aber auch schon der Einsatz kombinierter Geräte - z. B. für Mähen und Aufladen - reduziert die Kosten. Bei steilen Hanglagen bzw. mit großen Geräten nicht

oder nicht vollständig befahrbaren Spenderflächen, wie z. B. bei Betrieb 6, sind bei der Mahdgutübertragung mehrere zusätzliche Arbeitskräfte für Handarbeiten nötig (z.B. Schwaden).

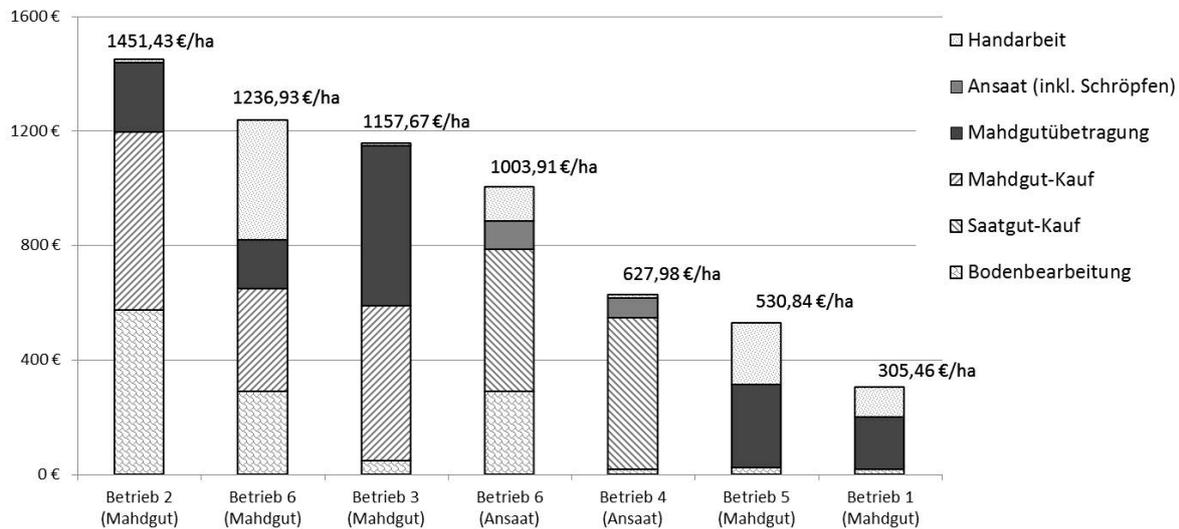


Abb. 1: Kosten pro 1 ha für die Mahdgutübertragung bzw. Ansaat bei sechs Projektbetrieben. Bei Betrieb 6 wurde sowohl eine Mahdgutübertragung als auch eine Ansaat auf zwei Teilflächen eines Schlags durchgeführt.

Erfolg der Artenanreicherung

Bereits im September des Übertragungsjahres waren zahlreiche Keimlinge von Wiesenblumen auf den Streifen zu finden. Vor dem Winter hatte sich in den Streifen wieder eine fast geschlossene Grasnarbe gebildet.

Die Artenzahl konnte auf allen Projektflächen deutlich erhöht werden (Abb. 2). Im zweiten Jahr nach der Mahdgutübertragung konnten zwischen 14 und 26 von der Spenderfläche übertragene Arten auf der Empfängerfläche nachgewiesen werden, die nicht im Ausgangsbestand vorhanden waren. Zusätzlich kamen spontan weitere Arten neu auf der Fläche vor, bei denen es sich meist um kurzlebige Ackerarten (vgl. Spontanarten Abb.2) handelte.

Auf der 2016 (Betrieb 4) angesäten Fläche konnten sich zwei Jahre nach der Saat 31 der 34 gesäten Arten etablieren. Die Artenzahl erhöhte sich von 42 Arten vor der Ansaat auf 62 Arten im ersten Jahr danach. Auf der im April 2017 angesäten Fläche konnten im folgenden Jahr 24 der 31 Arten der Saatmischung in den Streifen gefunden werden.

Im zweiten Jahr konnten Jungpflanzen z.B. von Margerite, Hornklee, Wiesenpippau und Flockenblume bereits in der Narbe außerhalb der Streifen nachgewiesen werden. Was die Artenzusammensetzung angeht entwickeln sich die Streifenflächen, aber auch die Fläche außerhalb der Streifen, in Richtung der Spenderflächen (Heinz et al. 2018).

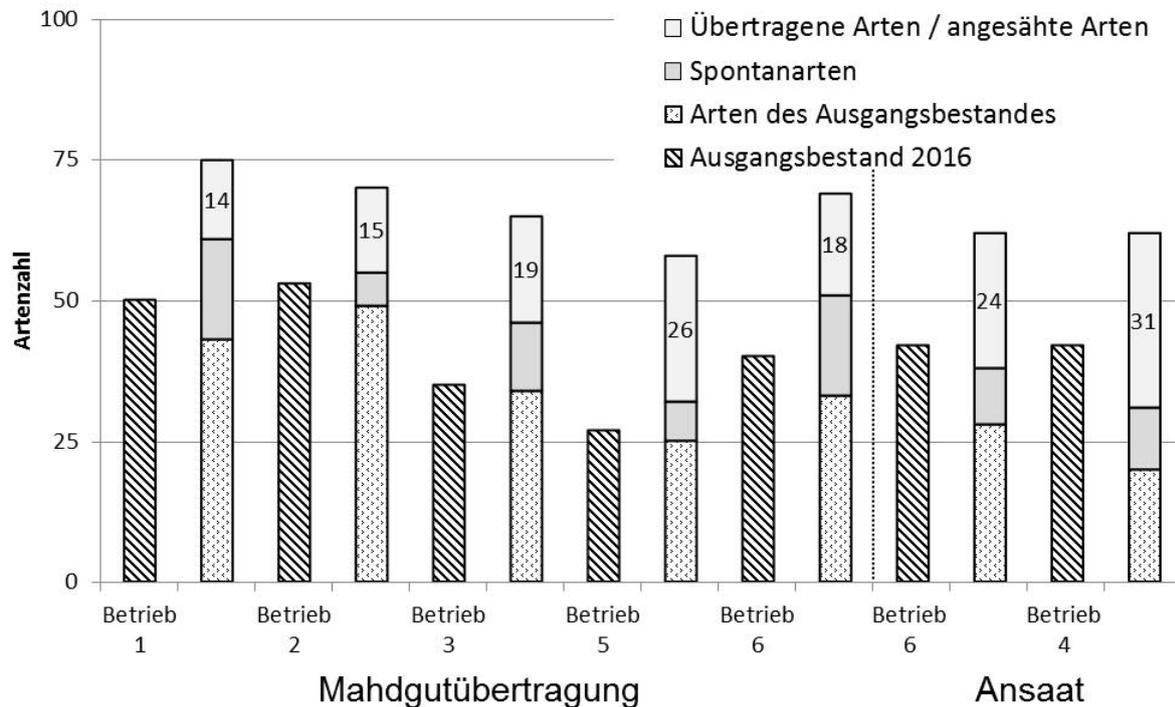


Abb. 2: Artenzahlen auf den Empfängerflächen vor der Artenanreicherung (Ausgangsbestand 2016) und zwei bzw. ein (Fläche 6 und 7) Jahr(e) nach der Artenanreicherung.

Parallel zu vier Mahdgutübertragungen in Paxisschlägen, wurden Mahdgutproben auf Schalen im Gewächshaus ausgebracht und das Samenpotential bestimmt. Im Gewächshaus konnten zwischen 35 und 52 Arten in den Proben einer Spenderfläche gefunden werden und ein Samenpotential zwischen 2723 Samen/m² und 13123 Samen/m² berechnet werden. Im Vergleich waren in den für die Fläche zusammengestellten Saatmischungen zwischen 2154 und 3028 Samen/m² enthalten. Auch die Artenzahlen von 31 bzw. 34 Arten liegen eher im unteren Bereich im Vergleich zu den Artenzahlen im Mahdgut.

Bei der Artenanreicherung von Naturschutzgrünland werden Etablierungs- bzw. Übertragungsraten zwischen 74 % und 100% bei Ansaat bzw. zwischen 14 % und 90 % bei Mahdgutübertragung erreicht (Kiehl et al. 2010, Buchwald et al. 2011). Die Mindestangaben von vier bis sechs übertragenen Arten (Kiehl et al. 2010) konnten im Projekt „Transfer“ bei allen Mahdgutübertragungen deutlich übertroffen werden. Oft wird besonders für die ersten fünf bis sieben Jahre nach der Mahdgutübertragung ein weiterer Anstieg der Anzahl von übertragenen Arten beschrieben (Kiehl et al. 2010, Kirmer & Tischew 2006). Nach mehreren Jahren konnten auf Grünland, das hinsichtlich der Nährstoffversorgung mit unseren Projektflächen vergleichbar ist, über 30 Arten übertragen werden (Buchwald et al. 2011).

Dank

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Förderkennzeichen 2813BM002

Literatur

Buchwald R., Roskamp T., Steiner L., Willen M. (2011) Wiederherstellung und Neuschaffung artenreicher Mähwiesen durch Mähgut-Aufbringung – ein Beitrag zum Naturschutz in intensiv genutzten Landschaften. Abschlussbericht, DBU Projekt, 185 S.

Heinz, S., Reindl, V., Numberger, F., Feder, J., Hauswald, S., Hofmann, M. (2018) Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland – Welche Arten lassen sich übertragen - in: Transfer Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland – Übertragung der Erfahrungen aus dem Naturschutz auf die Landwirtschaft. LfL Schriftenreihe 8/2018: S. 55-76.

Heinz, S., Rupp, F. (2018) Transfer – Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland – Ein Leitfaden für die Praxis. – LfL-Information: 34 S.

Kiehl K., Kirmer A., Donath T. W., Rasran L., Hölzel N. (2010) Species introduction in restoration projects – Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. Basic and Applied Ecology 11: 285-299.

Kirmer A, Tischew S. (2006) Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden. Teubner Verlag, Wiesbaden.

Kuhn G., Heinz S., Mayer F. (2011) Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3, 161 S.

Rennwald, E. (Koord.) (2000) Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands mit Anmerkungen zur Gefährdung . – Schriftenreihe für Vegetationskunde 35: 393-592.

Rupp, F., Heinz, S. (2018) Was kostet eine Artenanreicherung? - in: Transfer Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland – Übertragung der Erfahrungen aus dem Naturschutz auf die Landwirtschaft. LfL Schriftenreihe 8/2018: S. 94-111.

Statistisches Bundesamt (2019) Letzter Aufruf der Seite: 13.8.2019. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/zeitreihe-dauergruenland-nach-nutzung.html>

Wilson J. B., Peet R. K., Dengler J., Pärtel M. (2012) Plant species richness: the world records. Journal of Vegetation Science 23: 796-802.

Autorenanschrift:

Dr. Sabine Heinz
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12
85354 Freising
E-Mail: sabine.heinz@lfl.bayern.de

MEHR MILCH. WENIGER EMISSIONEN.

YEA-SACC®

YEA-SACC® von Alltech ist eine speziell für Wiederkäuer gezüchtete Lebendhefe. Sie trägt dazu bei die Leistungsfähigkeit von Milchviehherden zu steigern und gleichzeitig die Methanemissionen zu reduzieren. Seit 1980 ist YEA-SACC in landwirtschaftlichen Betrieben erfolgreich im Einsatz. Die Wirksamkeit wurde seither in wissenschaftlichen Studien immer wieder von Neuem bestätigt.

YEA-SACC stimuliert faserabbauende wie auch milchsäureverwertende Pansenbakterien, verbessert die Panseneffizienz und steigert die Futteraufnahme. Die mit dem Futter aufgenommene Energie steht so vermehrt der Milchproduktion zur Verfügung und geht nicht mit der Bildung von Methan verloren.

Positiv für Ihre Herde, Ihren Geldbeutel und unsere Umwelt.

EINZIGE HEFEKULTUR MIT CARBON TRUST ZERTIFIZIERUNG

YEA-SACC reduziert Methanemissionen und die Stickstoffausscheidung. Dies bestätigt Carbon Trust, ein auf Nachhaltigkeit spezialisiertes Beratungsunternehmen.

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

Alltech®

Alltech.com/deutschland Alltech.com/RumenFunction  AlltechDeutschland

Wiederbelebung der Beweidung auf der Mittelhut/Hochrhön sichert die Artenvielfalt

Siegfried Steinberger

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

Einleitung

Die Hochrhön liegt im Dreiländereck Bayern, Hessen und Thüringen. Diese Hochflächen (ca. 750 - 900 m über NN) sind Lebensraum vieler vom Aussterben bedrohter Tiere und Pflanzen. Einige gehören zu den wertvollsten aber auch am stärksten gefährdeten Lebewesen Deutschlands. Silberdistel, Arnika und Trollblume, Birkhuhn, Schwarzstorch und Uhu finden ihre letzten Rückzugsgebiete. Die Mittelhut ist Teil der Hochrhön und erstreckt sich auf einer Fläche von rund 140 ha. Durch frühere Beweidung entwickelte sich ein artenreicher Borstgrasrasen – ein idealer Lebensraum für die Silberdistel, das Markenzeichen der Rhön, oder Vögel wie Neuntöter oder Bekassine. Bis in die 1950er Jahre wurde auf der Rhön das Jungvieh der umliegenden Bauern über den Sommer geweidet (Bild 1).



Bild 1: Historische Jungviehweide mit gelbem Frankenvieh auf der Mittelhut Hochrhön

Solche artenreichen Grünlandflächen - nicht zu verwechseln mit degenerierten Weiden - bedürfen zu ihrem Erhalt einer stetigen Nutzung. Infolge des Strukturwandels, welcher in der hierorts üblichen, extrem kleinstrukturierten Landwirtschaft schnell voranschritt, verschwand die kleinbäuerliche

Milchviehhaltung rasch und somit auch das Jungvieh auf der Hochrhön und die Weiden verfielen zusehends. Vor allem konkurrenzstarke Gräser nahmen immer mehr Raum ein und verdrängten die schwächeren Blütenpflanzen. Durch gezielte Beweidung mit Mutterkühen sollten den Problemen entgegengewirkt und Empfehlungen zur Vereinbarkeit von Nutzung und Biodiversität abgeleitet werden. Entsprechende positive Ergebnisse konnten bereits durch eine gezielte Beweidung von Almen und Alpen in verschiedenen Projekten belegt werden (Steinberger und Spiekers, 2016; Jaritz und Burkhart-Aicher, 2013; Mayer und Kuhn, 2015).

Methode

Die Umsetzung und die Datenerhebungen erfolgten in einem Pilotprojekt. Als Weidesystem wurde eine Kombination aus Kurzrasenweiden und Koppelumtriebssystem – analog der historischen Nutzung - gewählt. Da auf der Mittelhut eine Schnittnutzung nicht vorgesehen bzw. nicht möglich war, wurde in der Hauptwachstumszeit ein Koppelsystem angewandt, damit der zeitweilige Futterüberschuss in zeitlicher Abfolge abgeweidet werden konnte. Die Beweidung der Flächen begann stets zu Vegetationsbeginn. Im Jahr 2015 wurden am 25. April die Mutterkühe mit ihren Kälbern auf die Mittelhut verbracht. Der Austrieb der Kühe mit Kälbern plus Deckbullen erfolgte deshalb zu Vegetationsbeginn, damit die Tiere auch ansonsten weniger schmackhafte Pflanzen im Jugendstadium problemlos abfressen und die Gräser zur Bestockung angeregt werden. Sobald mit zunehmender Wachstumsintensität das Grasangebot den Futterverzehr der Rinder übertraf, wurde in ein Koppelumtriebssystem gewechselt. Die Gesamtfläche von 30 Hektar wurde mit mobilen Weidelitzen in drei, maximal vier Koppeln unterteilt. Erfasst wurden die Daten zu den Maßnahmen der Weideführung, des Tierbesatzes und der Entwicklung der Vegetation. Die Futteraufnahme wurde über den Tierbesatz und mittlere Futterverbräuche kalkuliert. Die Vegetation wurde an Hand von Vorher/Nachher Bildern dokumentiert.

Ergebnisse

Der gesamte Aufwuchs wurde im zeitigen Frühjahr zunächst einmal abgeweidet. Als Vorteil ergab sich, dass fröhrtreibende, konkurrenzstarke Pflanzen zurück gestutzt wurden. Die nachfolgende Koppelung ermöglichte es, nacheinander die Folgeaufwüchse abzuweiden. Im Spätsommer, bei nachlassender Wachstumsintensität wurden die mobilen Zwischenzäune wieder abgebaut und die Tiere zogen bis in den Herbst hinein über die gesamte Fläche. Bereits nach dem ersten Weidejahr konnte eine deutliche Verbesserung der Weidefläche beobachtet werden (Bild 2).



Bild 2: Rechte Weidehälfte gezielt mit Mutterkühen beweidet, linke Hälfte extensive Weide

Die in den Sommermonaten durchgeführte Koppelung ermöglichte eine rotierende Weideruhe auf den Koppeln. So konnten sich bis zur nächsten Beweidung konkurrenzschwache Blühpflanzen ohne Bedrängnis von ansonsten dominanten Gräsern entwickeln. Bereits im dritten Weidejahr entwickelte sich auf Grund der gezielten intensiven Beweidung ein nie zu erwartendes Blütenmeer (Bild 3).



Bild 3: Ein Blütenmeer präsentiert sich im dritten Jahr des Weideprojekts, aufgenommen am 07.08.2017

Zur Kalkulation der gefressenen Trockenmasseerträge je Hektar (TM/ha) wurde den Mutterkühen eine Futteraufnahme von 15 kg TM und den Kälbern 5 kg TM je Weidetag unterstellt. Mit dieser Methode lässt sich relativ einfach das vorhandene Ertragspotential abschätzen (Tab. 1).

Tabelle 2: Niederschlagsmengen auf der Mittelhut während der Weidezeit in den Jahren 2016 bis 2017

Monat	2016	2017
	Liter/m ²	
April	Schnee!	18
Mai	111	60
Juni	77	38
Juli	94	136
August	19	57
September	27	38
Oktober	40	57
Summe	368	404

Diskussion

Historisch entstandene Weideflächen bedürfen zu ihrem Erhalt einer kontinuierlichen gezielten Beweidung. Nur so kann der Artenreichtum solcher Flächen auf Dauer erhalten werden. Ertragsarme Standorte wie sie in den Mittelgebirgslagen oder in den Alpen zu finden sind bedürfen zudem einer systematischen Beweidung, damit auch die Belange der Landwirtschaft (tierische Leistung, Arbeitsaufwand etc.) in Einklang gebracht werden. Das Beweidungsprojekt auf der Mittelhut/Rhön ist als Demonstrationsobjekt gut geeignet, als praktisches Beispiel aufzuzeigen, wie Naturschutz und eine fachgerechte landwirtschaftliche Bewirtschaftung in Einklang gebracht werden kann. Sicherlich sind die geringeren Erträge solcher Flächen im Sinne des Gemeinwohls abzugelten. Gleichzeitig wird eine Jahrhunderte alte Tradition wiederbelebt. Die kalkulierten Erträge solcher Flächen sind durch ein systematisches Weidesystem bei guter Futterqualität zu nutzen. Mittels nachfolgender Untersuchungen auf den Pilotflächen können weitere Empfehlungen zur Artenvielfalt in Flora und Fauna durch eine gezielte Beweidung generiert werden. In Folgeprojekten sollten die wichtigsten Ökosystemleistungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit erhoben werden. Dies in Anlehnung an die Forschungsstrategie der dafa (2015) „Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen“.

Literatur

Dafa (Deutsche Agrarforschungsallianz) (2015): Fachforum Grünland, Forschungsstrategie, dafa, Braunschweig

Jaritz G., Burkart-Aicher B. (2013): Almen aktivieren – neue Wege für die Vielfalt. Projektergebnisse und Empfehlungen. Salzburg, Laufen, 67 S.

Mayer F., Kuhn G. (2015): Vegetationsentwicklung auf der Haaralm. Der Almbauer 6, 10 - 13

Steinberger, S., Spiekers, H. (2016): Anpassung der Beweidung auf Almen und Alpen auf Grund des fortschreitenden Klimawandels. LfL-Schriftenreihe, 5, 61 - 68

Autorenanschrift:

Sigfried Steinberger
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
85586 Poing/Grub
Tel. 089 99141 416
Email: Siegfried.Steinberger@lfl.bayern.de

Etablierung einer routinemäßigen Einstreubehandlung mit Milchsäurebakterien und fibrolytischen Enzymen zur Reduktion von NH₃ Emissionen im Milchziegenbetrieb auf Tiefstreu

Daniela Marthold¹, Stephanie Jens¹, Christian Scheidemann¹, Julia Plateau-Gonthier¹

¹Lallemand SAS (Lallemand Animal Nutrition), Toulouse, Frankreich

Einleitung

Ammoniak (NH₃) ist ein Gas, welches insbesondere in Tiefstreställen ein Gesundheitsrisiko für Tier und Mensch darstellen kann. Typischerweise entsteht Ammoniak, wenn Stickstoff aus der Fütterung nicht für die Milchproduktion oder den Fleischansatz genutzt wird. Tatsächlich können 65-80 % des aufgenommenen Stickstoffs beim Wiederkäuer ungenutzt bleiben. Der restliche Stickstoff wird in Form von Harnstoff über Urin (75 %) und Kot (25 %) ausgeschieden (Powell et. al., 2006). Enzyme in den Exkrementen der Tiere, wie zum Beispiel die Urease, bauen Harnstoff in Ammoniak um, welcher sehr schnell in gasförmigen Ammoniak umgewandelt wird. Neben enzymatischer Aktivität sind auch eine Vielzahl von anaeroben und aeroben ureolytischen Bakterien während des Umwandlungsprozesses aktiv. Durch Hydrolyse in zwei Ammoniakmoleküle (NH₃) und ein Kohlendioxidmolekül (H₂CO₃) wird Harnstoff zerlegt (Sindou und Plateau-Gonthier, 2019)

In Tierhaltungen, insbesondere in Kompost- und Tretmistställen, aber auch in Tiefboxen mit entsprechender Einstreu, haben diese Gase nachgewiesenermaßen einen negativen Einfluss auf das Tierverhalten und die Tiergesundheit (Hughes et. al., 2002). Die Literatur gibt hier einen Grenzwert von 25 ppm an, ab dem es zu ersten sichtbaren Schädigungen kommen kann. Auch aus arbeitsschutzrechtlicher Sicht ist die Emission von Schadgasen auf landwirtschaftlichen Betrieben zu reduzieren.

Nicht zuletzt in der öffentlichen Wahrnehmung rücken landwirtschaftliche Emissionen wie Methan, aber auch Ammoniak, die unbestritten einen signifikanten Anteil am Gesamtaufkommen klimaschädlicher Treibhausgase haben, immer mehr in den Fokus. Staatliche Vorgaben in Anlehnung an das internationale Abkommen von Göteborg beschäftigen sich daher mit einer drastischen Reduzierung von Treibhausgasen aus der Landwirtschaft, insbesondere jedoch aus der Tierhaltung. Weitere Folgeabkommen des Europäischen Parlaments, beispielsweise aus dem Jahr 2016 (NEC Directive 2016/2284/EC), legen eine Reduktion der Ammoniakemissionen im europäischen Durchschnitt um 19 % und für Deutschland im speziellen um 29 % bis zum Jahr 2030 fest. Dies entspräche einer Reduktion auf 481.500 t pro Jahr (Sigurdarson et. al., 2018). Zuletzt betrug der Ammoniakausstoß 2016 in Deutschland rund 663.000 t (Umweltbundesamt, 2019).

Neben einer angepassten Rationsgestaltung sowie einer Erhöhung der Futtereffizienz (kg Milch/kg TMA), hat insbesondere die Auswahl des geeigneten Einstreumaterials (z. B. Stroh, Sägemehl, Gülleseparation), sowie die physikalischen Eigenschaften, wie Dichte und Absorbierfähigkeit des Materials, einen Einfluss auf die späteren Ammoniakgasemissionen (Misselbrook und Powell, 2005). Eine Behandlung der Einstreu bereits auf der Liegefläche mit Milchsäurebakterien und fibrolytischen Enzymen kann sinnvoll sein, um zum einen Ammoniakgase im Stall und später in der Atmosphäre zu reduzieren und zum anderen den Düngewert des Mists zu verbessern. Die Wirkung dieser Mischung entsteht durch die Förderung der Entwicklung von nützlichen Mikroorganismen in Einstreu und Mist. Die Enzyme arbeiten dabei in Synergie mit den Bakterien: Mittels Hydrolyse setzen die Enzyme

fermentierbare Zucker aus den Lignocellulosematerialien der Einstreu frei, Milchsäurebakterien verwenden diese Zucker wiederum als Nährstoffe, damit sie besser auf dem Medium wachsen können. Zeitgleich entsteht eine Konkurrenz mit unerwünschten Pathogenen und Mikroorganismen. Mittels Assimilation wird der pH-Wert im Substrat reduziert; Pathogenen wird somit die Lebensgrundlage entzogen. Durch diese Fermentationsprozesse und gezielte enzymatische Aktivität kommt es zu einer Reduzierung der Treibhausgasbildung (z. B. NH₃) sowie einer Steigerung des Düngewertes (Sindou und Plateau-Gonthier, 2019). In einer Feldstudie wurde der Einsatz einer speziell entwickelten Kombination aus Milchsäurebakterien und Enzymen in einer Milchziegenhaltung auf Tiefstreu und deren Einfluss auf die Ammoniakemission untersucht.

Material und Methoden

Von Januar bis Mai 2016 wurde auf einer Milchzieganlage in Wisconsin (USA) mit 600 laktierenden Tieren, die auf drei Abteile (A1, A2 und K3) mit jeweils 120 m² Größe aufgeteilt wurden, eine Flüssigapplikation einer Kombination aus *Pediococcus spp.* sowie Hemicellulasen und Cellulasen (Manure Pro, Lallemand SAS, Toulouse/Frankreich) im Abstand von jeweils 15 Tagen auf der Einstreu ausgebracht. Zu Versuchsbeginn wurden alle Abteile gemistet und ohne Desinfektion wieder neu mit Stroh eingestreut. Dabei dienten zwei Abteile als Versuchsabteile mit Applikation der Mischung. Die Anwendung erfolgte entsprechend der Einsatzempfehlung in den Abteilen A1 und A2: 1 g/m² Manure Pro (Lallemand SAS, Toulouse, Frankreich) bei Erstanwendung, 0,5 g/m² Manure Pro nach 15 Tagen zur Aufrechterhaltung, jeweils in flüssiger Lösung mit 1 kg Produkt auf 15 Liter Wasser. Das Abteil K3 diente als Kontrolle ohne Behandlung. In Abständen von 1-2 Tagen wurde zusätzliches Sojastroh lose nachgestreut. Einmal monatlich wurde die gesamte Stroh-Mist-Matratze aus allen Abteilen entfernt und neu eingestreut. Zur Bestimmung der NH₃-Konzentration wurde aus der Stroh-Mist-Matratze erstmalig zu Versuchsbeginn (Januar 2016) ohne jegliche Behandlung der Gehalt gemessen. Im weiteren Verlauf (Februar, März und April 2016) wurden beim Entmisten pro Abteil jeweils drei Proben (vorne, mittig, hinten) entnommen, gepoolt und die NH₃-Konzentration gemessen. Die Messung erfolgte jeweils mittels mobiler Gasmessstechnologie (Dräger Chip-Mess-System (CMS) (Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck). Einen Monat nach Versuchsende (Mai 2016) wurde eine fünfte und letzte Messung der NH₃-Konzentration vorgenommen. Die Datenanalyse erfolgte mit SPSS unter Nutzung eines parametrischen Tests. Das Signifikanzniveau wurde festgesetzt auf $p \leq 0,05$.

Ergebnisse

Vor Versuchsbeginn im Januar 2016 lag die Ammoniakkonzentration in der Einstreu der Abteile A1 und A2 zwischen 26,1 ppm und 43,7 ppm. Im Abteil 3, der Negativkontrolle (K), lag der Wert bei 26,2 ppm zu Versuchsbeginn. In den Folgemonaten Februar, März und April 2016 zeigte die Anwendung der Milchsäurebakterien und Enzymmischung eine signifikante Reduktion der Ammoniakkonzentration: Bei der Messung im Februar 2016, nach einmonatiger Anwendung, lagen die absoluten Werte bei 46,1 ppm (K3), 27,8 ppm (A1) und 27,2 ppm (A2). Dies entspricht einer Reduktion der NH₃-Emissionen um bis zu 39 Prozentpunkte. Im weiteren Verlauf zeigten die Abteile A1 und A2 weiterhin reduzierte NH₃-Werte. Für Abteil A1 lagen diese im März und April bei 24,2 ppm und 27,7 ppm. In Abteil A2 wurden im gleichen Zeitraum 27,5 ppm und 38,1 ppm ermittelt. Im Vergleich lagen die Messwerte in der Kontrollgruppe (K3) durchweg höher mit 58,0 ppm im März und 52,6 ppm im April. Nach Applikationsende und erneutem Einstreuwechsel im Mai 2016 zeigten alle Abteile mit 56,3 ppm (K3), 41,0 ppm (A1) und 79,0 ppm (A2) wieder deutlich erhöhte Ammoniakkonzentrationen (Abb. 1).

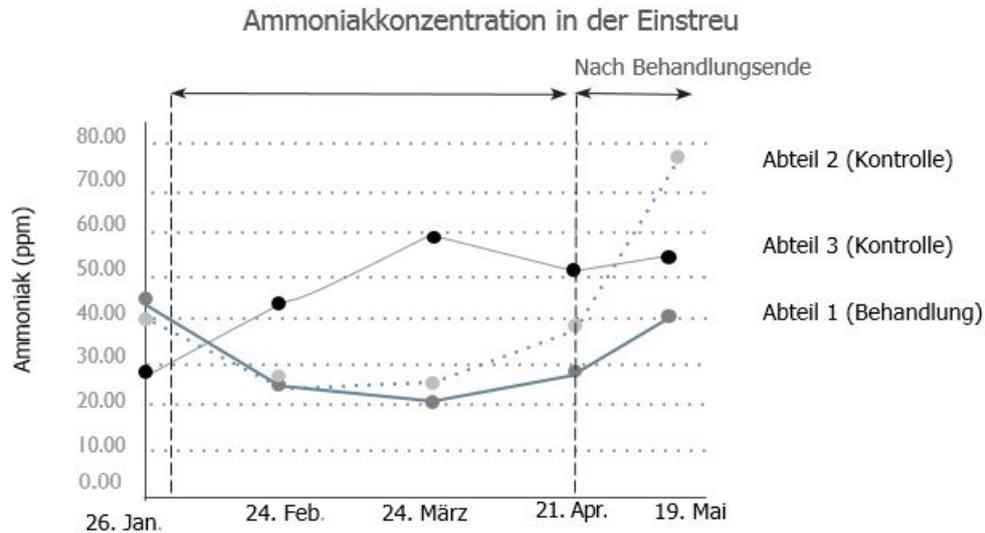


Abbildung 1: Ammoniakkonzentrationen (ppm) in den Abteilen 1-3 bei Probenentnahme zum Entmisten

Diskussion

Treibhausgase aus der Tierhaltung stehen zunehmend in der öffentlichen Kritik. Nicht nur auf Grund ihrer klimaschädlichen Wirkung, sondern auch im Hinblick auf negative Auswirkungen auf die menschliche und tierische Gesundheit. Insbesondere Ammoniakgase, die über Abbauprozesse aus Kot und Harn der Tiere entstehen, werden in diesem Zusammenhang kritisch diskutiert. Klare Ziele zur Reduktion dieser Ammoniakemissionen seitens internationaler Abkommen bedürfen effektiver Maßnahmen für die landwirtschaftliche Praxis.

Neben der Optimierung von Fütterungs- und Managementmaßnahmen kann eine Mischung aus *Pediococcus spp.* sowie Hemicellulasen und Cellulasen (Manure Pro, Lallemand SAS, Toulouse, Frankreich) zur Reduktion von NH₃-Emissionen einen sinnvollen Beitrag leisten. In dem vorliegenden Feldversuch sollte über einen Zeitraum von insgesamt fünf Monaten der Einsatz dieser Milchsäurebakterien-/Enzymmischung bei regelmäßiger Applikation bei Entmistung sowie einer Zwischenbehandlung evaluiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass allein mit der Anwendung der Mischung im Abstand von 15 Tagen, einhergehend mit einer Entmistung im Abstand von jeweils vier Wochen, zu einer Reduktion der Ammoniakkonzentration in der Stroh-Mist-Matratze um rund 40 % möglich ist.

Der offizielle Richtwert für eine Ammoniakkonzentration im Tierbereich liegt bei 20 ppm (TierSchNutzTV). Unsere Messungen zeigen, dass insbesondere in der Kontrollgruppe der Grenzwert um das bis zu 290-fache überschritten wird. Bei Diskussion der Ergebnisse gilt ein Aspekt während der Probennahme zu beachten. Für die Messung der NH₃-Konzentration wurde die Stroh-Mist-Matratze geöffnet und eine Mischprobe erstellt. Insbesondere im mittleren und unteren Bereich sind die Ammoniakkonzentrationen deutlich höher, als auf der Einstreudecke, auf der die Tiere liegen. Die Konzentration im tiernahen Bereich dürfte demnach, gerade beim Einsatz einer Einstreubehandlung, den Grenzwert annähernd erreichen.

Neben dem positiven Einfluss der Milchsäurebakterien-Enzym-Mischung auf Schadgase in der Einstreu ist durch die Aktivität der Milchsäurebakterien und der damit einhergehenden Konkurrenz im

mikrobiellen Ökosystem sowie die pH-Wert-Absenkung damit zu rechnen, dass Pathogene, wie Erreger von umweltassoziierten Mastiden (*Sc. uberis*, *E. coli*) in der Einstreu und auf Liegeflächen reduziert werden können. Hierzu gibt es bereits erfolgversprechende Ergebnisse.

Auch der Düngewert von abgelagertem Festmist, der während der Nutzung mit der Mischung im Stall behandelt wurde, kann gesteigert werden. Dies zeigen aktuell laufende Folgestudien.

Abschließend kann festgestellt werden, dass eine gezielte Applikation von Milchsäurebakterien und fibrolytischen Enzymen im Rahmen von routinemäßigen Einstreu- und Entmistungsarbeiten einen sinnvollen Beitrag zur Reduktion der NH₃-Emissionen leistet. Maßnahmen im Fütterungsmanagement wie eine optimierte Energie- und Proteinversorgung (Synchronisation) sowie eine Verbesserung der Futtereffizienz lässt hier noch weiteres Reduktionspotential vermuten und sind unbedingt bei allen Maßnahmen zu Reduktion von Treibhausgasen in der Tierhaltung zu berücksichtigen.

Literatur

Hughes, L. S., J. O. Allen, L. G. Salmon, P. R. Mayo, R. J. Johnson, and G. R. Cass. (2002). Evolution of Nitrogen Species Air Pollutants Along Trajectories Crossing the Los Angeles Area. *Environ. Sci. Technol.* 36:3928–3935

Misselbrook, T. H., J. M., Powell. (2005). Influence of Bedding Material on Ammonia Emissions from Cattle Excreta. *J. Dairy Sci.* 88:4304–4312

Powell, J. M., T. H., Misselbrook. (2006). Reducing in-barn Ammonia Emission to Conserve the Fertilizer Nitrogen Value of Dairy Manure. *Proc. of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Aglime & Pest Management Conference*, Vol. 45

Sindou, J., J. Plateau-Gonthier. (2019). Microbial Management of Bedding and Manure. Internal communication Lallemand Animal Nutrition.

Sigurdarson, J. J., Syane, S., Karring, H. (2018). The Molecular Process of Urea Hydrolysis in Relation to Ammonia Emissions from Agriculture. *Rev Environ Sci Biotechnol* (2018) 17:241–258

Umweltbundesamt (2019). Ammoniak Emissionen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#textpart-1>. 25.07.2019

Autorenanschrift:

Dr. Daniela Marthold
Lallemand Animal Nutrition
Alte Poststr. 81
94036 Passau
dmarthold@lallemand.com

Einfluss von Trockenmasse, Siliermittel und Verdichtungstechnik auf Mikrobiologie und aerobe Stabilität von Zuckerrübenpressschnitzelsilage

Mariana Schneider¹, Horst Auerbach², Meike Eklund³, Hubert Spiekers¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

² International Silage Consultancy, Wettin-Löbejün

³ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, ehemals Südzucker AG, Mannheim

Einleitung

Silage aus Zuckerrübenpressschnitzeln (ZRPS) ist ein wertvolles Futtermittel in der Tierernährung, stellt aber aufgrund seiner relativ schlechten aeroben Stabilität (ASTA) hohe Ansprüche an die Entnahme, insbesondere im Sommer und bei geringem Vorschub (Weber et al., 2006). Um der Problematik der Nacherwärmung während der Fütterung entgegenzuwirken, wurden erfolgreich chemische Siliermittel eingesetzt (Potthast et al., 2014). Mit dem Ziel der optimalen Energieausbeute und Energiekostensenkung bei der Schnitzeltrocknung und damit der Verbesserung der Nachhaltigkeit wird in verschiedenen Werken der Südzucker AG das Verfahren der Niedertemperaturtrocknung zur Vortrocknung von Trockenschnitzeln angewandt. Werden Pressschnitzeln nach der Vortrocknung nicht zu Trockenschnitzeln weiter getrocknet, entstehen als Zwischenprodukt Pressschnitzel aus der Niedertemperaturtrocknung, die gegenüber der „handelsüblichen“ Qualität einen höheren Trockenmasse-Gehalt aufweisen (45 % TM anstatt 28 % TM). Im Sinne einer nachhaltigeren Tierernährung reduzieren sich damit die Transportkosten, da weniger Wasser befördert werden muss. Weiterhin unterscheiden sich auch die Eigenschaften als Siliersubstrat (Temperatur, Verdichtbarkeit). Neben den Entwicklungen in Bezug auf den höheren TM-Gehalt werden ZRPS zunehmend in Folienschläuchen siliert. Hier stehen neben der Rotorpresstechnik auch verschiedene Absacktechnologien direkt vom LKW zur Verfügung. Diese neuen Entwicklungen erforderten jedoch zusätzliche Studien über den Besatz mit Pilzen und Hefen und die aerobe Stabilität von ZRPS. Dazu wurde ein Gemeinschaftsprojekt zwischen Forschungs- und Industriepartnern durchgeführt. Die Anlage und Durchführung des Versuches orientierte sich an Potthast et al. (2014).

Material und Methoden

Eine Übersicht des Versuchsdesigns ist in Tabelle 1 zusammengefasst. In den Jahren 2015 und 2016 wurden frische ZRPS mit unterschiedlichen TM-Gehalten (28 % und 45 %) aus Zuckerfabriken der Südzucker AG, Mannheim gewonnen und in Folienschläuche siliert. Die Prüfung der Siliereignung wurde mit dem Verfahren der Schlauchsilierung durchgeführt, entweder mit einer Rotorabfüllanlage (RT 8000, Budissa Bag GmbH) oder durch direkte Übergabe aus dem LKW (nur 45 % TM), der mit horizontalen Verdichtungsschnecken ausgestattet war (Süd-Treber GmbH). Für die Verbesserung der aeroben Stabilität wurde ein chemisches Siliermittel geprüft (Xtrasil excel HD, KONSIL Europe GmbH). Der flüssige Zusatz enthielt Kaliumsorbat (154 g/l), Natriumbenzoat (257 g/l) und Ammoniumpropionat (57 g/l) und wurde mit 1,5 l/t bzw. 2,0 l/t (nur 2016, Rotorabfüllung, 45 % TM)

dosiert. Je Variante wurde ein Folienschlauch mit 20-25 t frischen Pressschnitzeln befüllt und anschließend mindestens 6 Monate im Freien gelagert.

Tabelle 1: Versuchsdesign zur Prüfung des Einflusses von Trockenmasse, Siliermittel und Verdichtungstechnik auf Mikrobiologie und aerobe Stabilität von Zuckerrübenpressschnitzelsilage

Siliertechnik	TM	Siliermittel*	Jahr	
			2015	2016
Rotor	28 %	-	X	X
		+	X	X
	45 %	-	X	X
		+	X	X
		++		X
LKW	45 %	-	X	X
		+	X	X

* + = 1,5 l/t, ++ = 2 l/t

Die Probenahme erfolgte nach dem Öffnen der Siloschläuche (frisch) und nach einer Woche Lufteinwirkung (alt) in Anlehnung an Potthast et al. (2014). Durch das Entfernen von einem Meter Silage, die wiederum eine Woche lang der Luft ausgesetzt war, wurden immer wieder frische Anschnitte erzeugt, so dass insgesamt dreimal frische und alte Anschnittflächen untersucht werden konnten. Die Messung der Verdichtung erfolgte an den frischen ZRPS-Anschnitten mit Hilfe eines Hohlborers (3,32 l Volumen) an drei Messpunkten (Abb. 1).

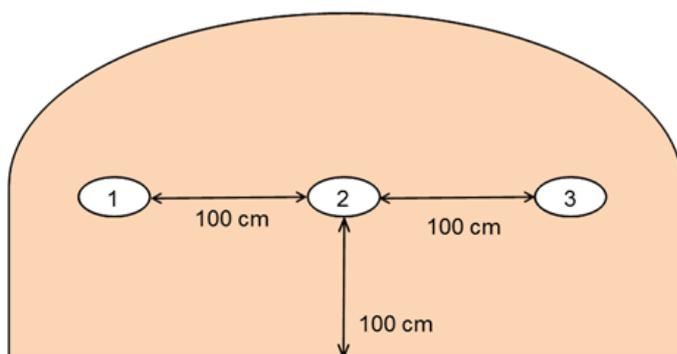


Abbildung 1: Punkte für die Messung der Verdichtung bzw. Probenahme an der Anschnittfläche der Siloschläuche.

Die Keimzahlbestimmung (Hefen, Schimmelpilze) wurde mittels Oberflächenspatelverfahren beim Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. (Grub) durchgeführt. Die Messung der aeroben Stabilität der Silagen erfolgte nach den entsprechenden Prüfrichtlinien der DLG (2018) indirekt über den Vergleich von Silagetemperatur und Umgebungstemperatur in einem Konstanttemperaterraum (20 °C). Dabei galt die Silage bis zum Beginn einer anhaltenden Temperaturerhöhung von > 3 K über der

Umgebungstemperatur als stabil. Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit Hilfe von SAS 9.4. Die Effekte von Jahr, TM, Luftexposition, Siliermittel und Absacktechnologie (nur in 45 % TM-Material) wurden durch die nichtparametrische ANOVAF-Option getestet und das Verfahren NLIN („Broken line“ Modell) wurde verwendet, um das Verhältnis zwischen Hefebesatz und ASTA zu beschreiben. Als Signifikanzniveau wurde $P < 0,05$ gewählt. Weitere Aspekte zur Statistik sind bei Kroschewski et al. (2018) beschrieben.

Ergebnisse und Diskussion

Alle Silagen wiesen eine gute Gärqualität auf. Der Einsatz der Rotorabfüllmaschine führte zu einer höheren Verdichtung (299 kg TM/m^3) als in den LKW-Schläuchen (245 kg TM/m^3 , $P < 0,001$). Die Ergebnisse des mikrobiologischen Besatzes und der ASTA in Abhängigkeit von Versuchsjahr, TM-Gehalt, Siliermitteleinsatz und Luftexposition sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Zwischen den Versuchsjahren wurden keine Unterschiede in den Gehalten an Hefen und Schimmelpilzen festgestellt. In Übereinstimmung mit den Daten von Weber et al. (2006) variierte auch die aerobe Stabilität nur marginal zwischen den Jahren. Die Keimzahlen waren an den alten Anschnitten der unbehandelten ZRPS am höchsten ($6,8 \text{ log KBE/g}$ Hefen und $4,0 \text{ log KBE/g}$ Schimmelpilze) und die ASTA am niedrigsten (0,8 Tage). Durch den Einsatz des Siliermittels konnte die Stabilität der ZRPS-Silagen unter Lufteinfluss grundsätzlich verbessert werden, wobei der Effekt bei frischen und alten Anschnitten unterschiedlich stark ausfiel (Luftexposition x Siliermittel-Interaktion, $P < 0,01$). Obwohl die Erhöhung der TM der ZRPS zu einer signifikanten Erhöhung des Hefebesatzes führte ($3,8$ bzw. $4,4 \text{ log KBE/g}$, $P < 0,01$), konnten keine Unterschiede bei der ASTA beobachtet werden. Dies dürfte auf geringe Unterschiede zwischen den TM-Werten und die Tatsache zurückzuführen sein, dass der Hefebesatz im Allgemeinen deutlich unter dem Schwellenwert von 10^5 KBE/g lag (Jonsson und Pahlow 1984). Unabhängig von der TM wurde die ASTA durch den Siliermitteleinsatz verbessert, wobei die Wirkung in 28 % TM ZRPS (TM x Siliermittel-Interaktion, $P < 0,001$) größer war.

Es gab keinen eindeutigen Effekt der Verdichtungstechnologie auf die Keimzahlen und die ASTA aufgrund vieler Wechselwirkungen mit anderen Faktoren (Daten nicht dargestellt). Dies ist auf eine unzureichende Siliermitteldosierung und Verteilgenauigkeit bei der LKW-Variante im Jahr 2015 zurückzuführen. Die Analyse von Proben auf den Natriumbenzoatgehalt und die anschließende Berechnung der Siliermittelkonzentration bestätigten diese Annahme (Mittelwert: $0,8 \text{ l/t}$; SD: $0,4 \text{ l/t}$). Bei den frischen Anschnittflächen wiesen die Silagen aus der Rotorabfüllung einen geringeren Hefebesatz auf als die aus der LKW-Variante ($2,9$ bzw. $4,5 \text{ log KBE/g}$), während bei alter ZRPS-Silage kein Unterschied beobachtet wurde ($5,8$ bzw. $6,0 \text{ log KBE/g}$, Luftexposition x Verdichtungstechnik-Interaktion, $P = 0,003$). Die ASTA der ZRPS-Silage schwankte stark in einem Bereich von 0,8 und 6,8 Tagen. Im Jahr 2015 führte der Einsatz des Siliermittels bei ZRPS-Silagen aus der LKW-Absackung nicht zu einem geringeren Hefebesatz, was auf die oben aufgeführte unzureichende Siliermitteldosierung und Verteilgenauigkeit zurückzuführen ist. Bei den alten Anschnitten der Rotor-Siloschläuche zeigte sich eine deutliche Verbesserung der ASTA durch den Siliermitteleinsatz von 1,1 auf 4,2 Tage. Unabhängig vom Versuchsjahr konnten die negativen Auswirkungen durch den Zutritt von Sauerstoff auf die Stabilität der Silagen durch den Einsatz des chemischen Siliermittels nahezu ausgeglichen werden (ASTA: 5,3 Tage frisch, unbehandelt bzw. 4,2 Tage alt, behandelt). Im Jahr 2016 wurden keine technologiebedingten Unterschiede bezüglich ASTA beobachtet. Der Siliermitteleinsatz verbesserte die ASTA in alter ZRPS-Silage je nach Verdichtungstechnik um 4,1 Tage (Rotor) bzw. um 3,5 Tage (LKW).

Tabelle 2: Auswirkungen des Jahres, der Trockenmasse (TM), der Luftexposition (A) und des Siliermittels (AD) auf die Keimzahlen und die aerobe Stabilität (ASTA) der Zuckerrübenpressschnitzelsilagen, die mit dem Rotorbagger verdichtet wurden (Daten als Mittel und SEM pro Behandlung, n=9).

Jahr	A	TM	AD	Hefen (log KBE/g)		Schimmelpilze (log KBE/g)		ASTA (Tage)	
				MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
2015								3,8 ^A	0,3
2016								4,1 ^B	0,3
	frisch		0	2,9 ^b	0,19	2,2 ^a	0,08	4,8 ^b	0,2
			1,5 l/t	2,3 ^a	0,12	2,2 ^a	0,04	6,2 ^c	0,1
	alt		0	6,8 ^d	0,22	4,0 ^c	0,31	0,8 ^a	0,2
			1,5 l/t	4,3 ^b	0,30	2,7 ^b	0,17	4,5 ^b	0,4
		28		3,8 ^A	0,26				
		45		4,4 ^B	0,25				
		28	0					2,3 ^a	0,4
			1,5 l/t					5,5 ^c	0,3
		45	0					2,9 ^b	0,4
			1,5 l/t					5,0 ^c	0,4
Signifikanzniveau (ANOVA-Option)									
Jahr				ns		ns		***	
A				***		***		***	
TM				**		ns		ns	
SM				***		*		***	
A x AD				**		**		***	
TM x AD				ns		ns		*	

A, B, a, b signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte, andere mögliche Interaktionen waren nicht signifikant.

Die Erhöhung der Siliermitteldosierung von 1,5 auf 2,0 l/t verringerte unabhängig von der Luftexposition den Hefebesatz ($P < 0,001$) dosisabhängig (3,9 bzw. 2,6 log KBE/g) im Vergleich zu unbehandeltem ZRPS-Silage (5,5 log KBE/g). In den Silagen der alten Anschnitte hatte der Siliermitteleinsatz einen noch stärkeren Einfluss auf die ASTA, was sich in einer Verbesserung der Stabilität von 1,2 Tagen ($P < 0,001$) in unbehandeltem Material auf 5,3 bzw. 6,9 Tage zeigte (A x AD-Interaktion, $P < 0,01$). Die Beziehung zwischen Hefezahl (x , log KBE/g) und ASTA (y , Tage) wurde am besten durch das „Broken-line“ Modell durch die Gleichungen $y = 5,77$ (wenn $x \leq 3,89$, Haltepunkt) und $y = 11,1 - 1,38x$ (wenn $x > 3,89$) beschrieben ($R^2 = 0,66$, $P < 0,0001$, $RMSE = 1,47$ Tage). Ab einem Hefebesatz von 3,89 log KBE/g wird die ASTA also negativ beeinträchtigt (-1,38 Tage je log KBE/g Hefen).

Schlussfolgerungen

ZRPS mit einem höheren TM-Gehalt (45 %) erwiesen sich, wie auch die Standardware (28 % TM), mit dem Verfahren der Schlauchsilierung als gut silierbar. Die Studie zeigte, dass die Rotorpresstechnik in Bezug auf die Verdichtung der ZRPS-Silage der LKW-Variante überlegen war. Ein schneller aerober Verderb durch Hefen und Pilze kann durch den Einsatz des chemischen Siliermittels verhindert werden, welches homogen und in ausreichender Menge aufgetragen werden muss. Wenn dies gewährleistet ist, können auch ZRPS mit höheren TM-Gehalten direkt vom LKW in Schläuche siliert werden. Die entwickelte Methodik zur Prüfung der Stabilitäten der Anschnittfläche hat sich bewährt und ist auch für weitere Fragestellungen eine Option.

Literaturverzeichnis

DLG e.V. (2018): „DLG-Prüfrichtlinien für die Verleihung und Führung des DLG-Gütezeichens für Siliermittel“, erarbeitet unter Federführung der DLG-Kommission Siliermittel, unter <http://www.dlg.org/siliermittel.html>

Jonsson, A. & Pahlow, G. (1984) Systematic classification and biochemical characterization of yeasts growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* cultures. *Animal Research and Development*, 20, 7-22.

Kroschewski, B., Auerbach, H., Weiss, K. (2018): Statistics and experimental design in silage research: Some comments on design and analysis of comparative silage experiments. In: Gerlach, K. & Südekum, K-H. (eds). *Proceedings of the XVIII. International Silage Conference*, Bonn, Germany, 2018, pp. 554-560.

Potthast, C., Brinker, S., Maier, K. (2014): Assessment of the effects of chemical silage additives in pressed pulp silage. In: IIRB (ed). *Proceedings of the 74th IIRB Congress*, Dresden, Germany, pp.116-121.

Weber, U., Kaiser, E., Steinhöfel, O. (2006): Studies on ensiling pressed sugar beet pulp in plastic tubes. Part 2: Effect of storage length, addition of ensiling aids and extraction end closure on the aerobic stability of pressed pulp silage. *Sugar Industry*, 131, 857-862.

Autorenanschrift

Dr. Mariana Schneider
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
85586 Poing/Grub
Tel. 089 99141 446
Mariana.Schneider@lfl.bayern.de

Nachhaltigkeit – können Siliermittel einen Beitrag leisten?

A. Milimonka¹, J. Thaysen², C. Richter¹

¹ ADDCON Europe, Bitterfeld

² Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Einführung

Das Thema Nachhaltigkeit/Sustainability ist in aller Munde. Die Landwirtschaft trägt unbewusst und bewusst zur Verbesserung der Nachhaltigkeitsbilanz bei, v.a. durch die Bindung von CO₂ in den Aufwüchsen und Böden. Wenn über Nachhaltigkeit gesprochen wird, wird gleichermaßen über Umweltwirkungen nachgedacht, wie bestimmte Produktionsweisen zu einer Umweltlast beitragen. Diese Überlegungen sind sicher richtig, allerdings werden in Diskussionen aber die ökonomischen und sozio-kulturellen Aspekte, die die Landwirtschaft für den ländlichen Raum erbringt, außer Acht gelassen. Nach dem Brundtland-Report bedeutet Nachhaltigkeit: so wirtschaften, dass die aktuellen Bedürfnisse, aber auch die künftiger Generationen, in Bezug auf Umwelt, Kultur und stabile Ökonomie erreicht werden können.

Unbestritten, die Landwirtschaft ist gegenwärtig Verursacher von Emissionen, Biodiversitätsverlust, und Überdüngung. Mit 13 % ist der Wirtschaftszweig am Treibhausgas (THG)-Ausstoß beteiligt (Taube 2012). Das ist aber auch stark regional unterschiedlich. Der ökologische Landbau ist offenbar nicht die Lösung, da durch diese Landbauform der aktuelle Bedarf an Lebensmitteln nicht gedeckt werden kann (Bos et al. 2012). Offenbar ist Innovation im Mainstream die derzeitige Lösung. Nachhaltige Intensivierung kann zu einem geringeren Ausstoß von THG führen (Flachowski 2006, Rao 2015). Küstermann (2007) beschreibt im Vergleich von low/high input Systemen auch einen absoluten low/high output an THG. Bezogen auf die erzeugte Produktmenge sind die Unterschiede mit 27/29 kg CO₂/GE nicht so groß.

In einem Systemvergleich der Milcherzeugung, grasbasiert, Weide (Schweiz) vs. konzentratbasiert, Stallhaltung (Deutschland/Frankreich) ermittelte Alig et al. (2015), bezogen auf die produzierte Menge Milch, ein global warming potential (GWP) 95:100 zu Gunsten des grasbasierten Systems. Beim Vergleich innerhalb der Schweiz (Weide/Stall) zeigte sich ein GWP von 100:75 zu Lasten des Weidesystems. Ursache dafür ist ein höherer Methanausstoß und ein geringerer Milchertrag im weide/grasbasierten System. Aus der Sicht des Energieverbrauchs ergibt sich für Weidesysteme meist ein geringerer CO₂-Fußabdruck im Vergleich zur Stallfütterung. Durch höhere Methan- (CO₂-äquiv. 25...34) und N₂O- (298) Ausgasungen sind die THG-Bilanzen oft ausgeglichen (Casella 1997, Lee et al. 2017).

Im Klimaschutzplan Deutschlands ist eine Verminderung des THG-Ausstoßes bis 2050 um 80 % CO₂-äquiv. gegenüber dem Referenzjahr 1990 festgeschrieben. 24...44 Mio. t CO₂-äquiv. könnte die Landwirtschaft einsparen (Lasar 2017). Im Jahr 2014 gingen 72 Mio. t CO₂-äquiv Ausstoß auf die Landwirtschaft zurück. Im Besonderen waren NH₄-Emission aus der Viehhaltung bilanzbeeinträchtigend genannt.

Auf der anderen Seite hat die Landwirtschaft seit 1990 ohne THG-Anstieg 22 % mehr Milch, 30 % mehr Ertrag, 4x mehr Masthähnchen und 7 Mrd. kWh Biogasstrom erzeugt (Lasar 2017).

In den meisten Reports wurden Silagen nicht explizit betrachtet. Von Silagen geht aber auch eine Klimabelastung aus. Hier sind die Ausgasungen (CO₂, nitrose Gase, VOC) und die TM-Verluste zu

nennen. In einer umfangreichen Praxiserhebung konnte Köhler et al. (2014) zeigen, dass bei guter fachlicher Praxis die Silageverluste in der gesamten Prozesskette bei 10 % liegen. Schlechtes managen lässt die Verluste deutlich steigen. Eine amerikanische Studie zeigt, dass TM-Verluste während der Lagerung die netto THG-Emissionen deutlich beeinflussen (Emery et al. 2012). Bei Silagen stellten die Autoren 3...25 %, bei Heu im Außenlager 5...53 % und Indoor 1...12 % höhere THG Emissionen fest. Auch VOC's tragen zum THG-Effekt und zur Luftbelastung bei (Kuhn et al. 2011). Gerlach et al. 2018 konnte aber zeigen, dass die Ausgasungen während der Entnahme hoch sind und dann wieder deutlich sinken.

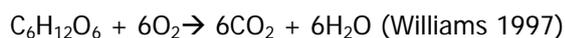
Siliermittel können auf Klimagase einen positiven Effekt haben. So konnte Daniel (2015) zeigen, dass der Gasausstoß in einem Zuckerrohrsilos mit der Behandlung Kontrolle >Harnstoff >>*Lactobacillus buchneri* >>Natriumbenzoat abnimmt.

Der Einsatz von Maissilage und Körnermais in der Fütterung von Milchkühen steigt kontinuierlich. Mais besticht durch seine Ertragsfähigkeit, seine hohe Energiedichte und eine konsistent hohe Futterqualität. Maissilage und Körnermais sind schmackhaft und liefern pansenstabile Stärke, die im Dünndarm effizient zu Glukose umgesetzt werden kann. Insbesondere zu Laktationsbeginn begrenzt die Glukoseversorgung die Milchleistung. Der Dünndarm ist allerdings in seiner Fähigkeit Stärke

Annahmen, Kalkulationen

In diesem Betrag skizzieren wir die Auswirkungen von Verlustsenkungen im Silierprozess auf den Ausstoß von THG. Dazu haben wir Daten aus der Literatur (Tab. 1) zusammengestellt. Aus den abgeleiteten mittleren Gärverlusten haben wir die Menge an freigesetztem CO₂ errechnet. Im Fall von anaeroben Verlusten, die während der Gärung auftreten, gilt als Annahme, dass kein Sauerstoff von außen das System erreicht. Werden die Gärverluste in der Massebilanz wesentlich dem CO₂ zugeordnet, dann entspricht der Masseverlust der CO₂-Freisetzung. Der Anteil nitroser Gase ist eher gering (Kaiser 1993, Maw 2002).

Im Fall aerob bedingter Verluste sind wir von folgender Umsetzung des Kohlenstoffs, im Wesentlichen von Hefen verursacht, ausgegangen:



Da beim Öffnen des Silos von außen Sauerstoff in das System eintritt und metabolisiert wird, ergibt sich eine um den Faktor 1,5 höhere CO₂-Masse als der Masseverlust des Silos.

Häufig wurden aerobe TM-Verluste in Versuchen nicht gemessen, nicht mitgeteilt. Meist waren die Temperaturänderungen das Prüfmerkmal. Der Temperaturanstieg erreichte Werte von 5...>20 grd. Die Untersuchungen von Honig (1974) zugrunde legend, haben wir je 5 grd. einen TM-Verlust von 1 % angenommen.

Der Sauerstoffeintritt in das Silo nach dem Öffnen ist stark von der Lagerungsdichte (Sun et al. 2015) und dem Vorschub bei der Entnahme abhängig. Aerobe Verluste entstehen auch während der Lagerung bedingt durch die Sauerstoffpermeabilität der Folien (Bernardes et al 2011) und v.a. unzureichenden Luftausschluss im Bereich der Folienübergänge zu den Silowänden. Diese Effekte sind hier nicht berücksichtigt.

Die CO₂-Lasten bei der Herstellung von Siliermitteln haben wir aus Daten der BASF und des VCI für organische Säuren und Daten vom UBA, WWF oder LCA-Modellen zu den Produktionsabläufen zusammengestellt (Tab. 2). Unter Berücksichtigung der Gesamt THG-Emission der chemischen Industrie sowie den handelsüblichen Bruttowertschöpfungen für organische Säuren legen wir hier 1 t CO₂ je Tonne Rohstoff zugrunde (Golla 2013, Anonymus 2019).

Für den in MSB-Präparaten als Trägerstoff verwendeten Zucker nehmen wir ebenfalls 1 t CO₂ je Tonne Produkt an. Die Zahlen schwanken hier erheblich von 600 kg ... >1000 kg CO₂/t. Für die Herstellung der MSB-Hochkonzentrate, die zur Weiterverarbeitung in den Produkten kommen, konnten wir nur einen mit Unsicherheiten behafteten Wert ermitteln und verwenden deshalb hier einen deutlich überhöhten Wert von 4000 kg CO₂/t. Für die MSB-Präparate ergibt sich so eine CO₂-Last von 1400 kg/t auf der Rohstoffseite (Tab. 2).

Gehen wir bei säure/salzbasieren Produkten von 4 kg Additiv je Tonne Silage und bei MSB-Produkten von 1g/t aus, ergeben sich folgende CO₂-Lasten je Tonne behandelte Silage:

Chemische Additive, 1133 kg/t Produkt, 4 kg Additiv/t Silage = 4,5 kg CO₂/t Silage

MSB-Präparate, 1533 kg/t Inokulum, 1 g Inokulum/t Silage = 0,0015 kg CO₂/t Silage

Tabelle 1: TM-Verluste in Silagen während der anaeroben und aeroben Phase

		CO ₂ / TM-Verlust (g/kg TM)		Behandlungen	Kultur
		anaerob	aerobe		
Weißbach	2005	90			
Keshri et al.	2019		5,6/18,5 g CO ₂ /kg DM	K/Lp	GPS
Pauli et al.	2010	108/55/52		K/Lp-Lb/Lp	Gras
daSilva et al.	2018	17K/14Lp/25Lb	127K/25Lb		CCM
Nishino et al.	2003	32/83		K/Lb	
Wyss & Mosimann	2016	100/50		K/KL+	Gemenge
Knicky et al.	2014	50% weniger CO ₂		K/Safesil	Gras NFSC
Knicky&Spörendly	2009	68/22		K/Ultra	RK-WL
Knicky&Lingvall	2004	50/9		K/Ultra	RK-WL
Fylia&Sucu	2010	15/9/28	64/120/6	K/Lp/Lb	Mais
Oliveira et al.	2017	13/10		K/L.p.	GPS
Rowghani	2009	60/30/10		K/L.p./FA	GPS
Lingwall	1999	80/40		K/FA	Gras
Lättemäe&Lingvall	1996b	60/20		K/FA	Gras
Lättemäe&Lingvall	1996b	50/10		K/HMTNO3	Gras
Queiroz et al.	2013		126/70	K/NaB	Mais
Yuan et al.	2017c	115/81/82		K/FA/KDF	Luzerne
Yuan et al.	2017a	127/89/106		K/FA/Calpro	Luzerne
Driehuis et al.	2001	28/13		K/Lp	Gras
Wen et al.	2017	127/89		K/FA	Luzerne
Driehuis et al.	1995				
Spiekers	2000	91/50		K/KL	Herbstgras
Thaysen	xxx				
Millimonka et al.	2019	60/38		K/KL	Herbstgras
Glenz et al.	2019	87/38		K/KL	Gras
Differenz der Behandlungen (Mittelwert)		32	72		
Amaral et al.	2014		39/74	ox.bar./PE Folie	Mais
Bernardes et al.	2011		82/140	ox.bar./PE Folie	Mais
Dolci et al.	2011		31/38	ox.bar.&PE Folie	Mais

Tabelle 2: Kalkulation der CO₂-Emissionen im Produktions- und Vertriebsprozess

Prozess	CO ₂ -Emission (kg/t Produkt)
Rohstoffe (organische Säuren, Salze/MSB-Präparate)	800...1000 / 1400
Vertrieb	4,3
Produktion	68,4
Versand	2 kg/t pro 100 km
Papier	0,03
Mitarbeiter	36,5
Verpackungen inklusive Entsorgung	4
Gesamt (Produktion, ohne Rohstoffe)	133,23 (2x 500km LKW)
Gesamt	1133...1533

CO₂-Fußabdruck und Siliermitteleinsatz

Nachfolgende Werte sind immer auf ein mit 1000 t (330 t TM) befülltes Silo bezogen. Es zeigt sich, dass durch den Einsatz von Siliermitteln je nach Situation 7 ... 35 t CO₂ vermieden werden können (Tab. 3). Im Mittel ist das Vermeidungspotential in der anaeroben Phase bei MSB-Präparaten, abgeleitet aus den zitierten Quellen, bei 2 % der TM. In Einzelfällen können auch 4 bis 6 % erreicht werden. Da chemische Siliermittel meist unter ungünstigen Silierbedingungen eingesetzt werden, ist im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle das Vermeidungspotential oft höher als das der MSB-Präparate. Im Mittel können Trockenmasseverluste von 4 % eingespart werden. Das ergibt 7 t CO₂-Ersparnis bei MSB-Präparaten bzw. 13 t bei Additiven bezogen auf 330 t Silage-TM (Tab. 3).

Die aeroben Verluste während der Auslagerung sind „fakultative“ Verluste. Diese können bei perfektem Management bei null, aber auch schnell bei 20 % der TM liegen. Die in der verwendeten Literatur beschriebenen, direkt gemessenen aeroben Verluste lagen bei 7 % der TM. Die aus den Temperaturanstiegen abgeleiteten Werte liegen bei 3 % der TM. Damit ergibt sich eine CO₂-Ersparnis von 15...35 t je 330 t Silagetrockenmasse.

Tabelle 3: Effekte des Siliermitteleinsatzes (DLG WR 1 und 2) abgeleitet aus Versuchsdaten (siehe Tabelle 1), angewendet auf 1000 t Silage (330 t TM)

Verminderung der TM-Verluste durch Siliermittel	CO ₂ Ersparnis
2 %, anaerob, durch MSB = 6,6 t	= 6,6 t
4 %, anaerob, durch chem. Additive = 13,2 t	= 13,2 t
7 %, aerob (gemessen) = 23,1 t	= 34,7 t
3 %, aerob (abgeleitet aus im Mittel 15 grd. Temperaturanstieg)	= 14,9 t

Der Einsatz der Produkte verursacht nur maximal 4,5 kg CO₂ je Tonne Silage. Hier wird nur der Effekt des Siliermitteleinsatzes diskutiert, weshalb CO₂-Lasten, die durch die Herstellung der Silage selbst entstehen, nicht berücksichtigt sind.

Da die einsatzbedingte CO₂-Last, die vom Siliermittel herrührt, eher gering ist, kann eine deutliche CO₂-Einsparung im Betrieb erreicht werden. Bei einer täglichen Pendelstrecke zur Arbeit von 50 km, zurückgelegt mit einem durchschnittlichen PKW und 200 Arbeitstagen ergibt sich ein CO₂-Ausstoß von 2,25 t (UBA CO₂-Rechner). Durch den Siliermitteleinsatz kann ein Vielfaches eingespart werden.

Die hier skizzierten Effekte beziehen sich ausschließlich auf die THG Emissionseffekte, die durch reduzierte TM-Verluste erreicht werden. Indirekte Effekte, wie die Verbesserung der Futterqualität und dadurch effizientere Verwertung der Silage, sind hier nicht berücksichtigt.

Schlussfolgerungen

Nachhaltige Landbewirtschaftung liegt den Landwirten seit Generationen am Herzen. Durch eine solche Wirtschaftsweise ist es Landwirten über Generationen gelungen, die bewirtschafteten Böden fruchtbar zu halten oder sogar ihre Produktivität und Fruchtbarkeit zu mehren. In den letzten 70 Jahren konnte das durch den vermehrten Einsatz von synthetischen Produkten erreicht werden. Damit konnte der wachsende Bedarf an Nahrungsmitteln befriedigt werden und das bei gleichbleibendem oder geringerem CO₂-Ausstoß je Produkteinheit.

Das Silieren oder im Speziellen Siliermittel sind aus der Sicht einer CO₂-Bilanzierung eher selten betrachtet worden. Wir konnten zeigen, dass der Landwirt durch den Einsatz von Siliermitteln einen stabilen Beitrag zur CO₂-Vermeidung in seinem Betrieb leisten kann.

Literaturverzeichnis

nur die im Text zitierte. Die in der Tabelle zusammengestellte kann beim Autor erfragt werden

Alig, M., Sutter, M. und Nemecek, T. (2015): Eco-efficiency of grass-based dairy systems in Switzerland. Grassland Science in Europe, Vol. 20. 380-382

Anonymus (2019): Energiestatistik für die Chemie- und Pharmaindustrie Mai 2019 VCI

Bernardes, T., Nussio, L. und Amaral, R. (2011): Top spoilage losses in maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. Grass and Forage Science, doi: 10.1111/j.1365-2494.2011.00823.x

Bos, A., Spoelstra, S., Groot Koerkamp, P, ... (2012): Reflexive Design for Sustainable Animal Husbandry: Mediating Between Niche and Regime. In: Spargaaren, G.: Food Practices in Transition. 229-256

Casella, E., Soussana, J. (1997) Long term effects of CO₂, enrichment and temperature increase on the carbon balance of temperate grass sward. J. Experimental Botany, 48, 1309-1321.

Daniel, J., Checollib, M., Zwielenherc, J., ... (2015): The effects of *Lactobacillus kefir* and *L. brevis* on the fermentation and aerobic stability of sugarcane silage. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.04.015>

Emery, I., Mosier, N. (2012): The impact of dry matter loss during herbaceous biomass storage on net greenhouse gas emissions from biofuels production. Biomass and Bioenergy, 39, 237-246.

Flachowski & Lebzien (2006) in Windisch, W. (2016): Livestock nutrition is a pivotal element for a safe, environmental friendly and sustainable production of food. Innovation in Animal Nutrition, FEFANA-FEFAC Conference, 9 June 2016, Brussels.

Golla, W. (2013): Energiewende - Aktuelle Entwicklungen und Auswirkungen auf die chemische Industrie

Honig, H. (1974): Losses by secondary fermentation during unloading the silo. 3rd Silage Conference, Edinburgh

Kaiser, E. (1993): Entstehung von Nitrosen Gasen bei der Silierung – Ursachen und Ausmaß.

Köhler, B., Thurner, S., Diepolder, M., Spiekers, H. (2014): Effiziente Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung in Futterbaubetrieben. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. 5/2014

Küstermann, B., Hülsbergen, K.-J. (2007): Energieeinsatz und Emissionen von Treibhausgasen landwirtschaftlicher Betriebssysteme. Mitt. Ges. Pflanzenbauw. 19. 146-147

Lasar, A. (2017) Ziele sind unrealistisch. Bauernzeitung. 48/2017, Klimabeauftragter der LWK Niedersachsen.

Lee, M., Davis, A., Chagunda, M., Manning, P. (2017): Forage quality declines with rising temperatures, with implications for livestock production and methane emissions. Biogeosciences, 14, 1403–1417

Rao, I., Peters, M., Castro, A., ... (2015): Livestock Plus: The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. CIAT

Taube, F. (2012): Pflanzliche Erzeugung im Klimawandel: Auswirkungen und Anpassungen aus der Sicht der Graslandwirtschaft. Klimawandel und Extremwetterereignisse: ein Problem für die Landwirtschaft? Wiss. Tagung Dachverband Agrarforschung (DAF), Nov. 2012, Braunschweig, 55-68.

UBA CO₂-Rechner: https://uba.co2-rechner.de/de_DE/mobility-travel#panel-calc

Williams, A., Hoxey, R., Lowe, J. (1997): Changes in temperature and silo composition during ensiling, storage and feeding-out grass silage. Grass and Forage Science, 52, 176-189

Autorenanschrift:

Dr. Andreas Millionka
ADDCON Europe, Bitterfeld
andreas.milimonka@addcon.com

Veränderung der Schlachtkörperzusammensetzung im Wachstumsverlauf in Abhängigkeit von der Energiedichte der TMR bei Fleckvieh-Bullen

Honig A.¹, Spiekers H.¹, Windisch W.², Götz K.-U.³, Schuster M.⁴, Etle T.¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

² Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Tierernährung, Freising

³ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierzucht, Grub

⁴ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen, Grub

Einleitung

Das Leistungspotenzial von Mastbullen der Rasse Fleckvieh wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch gezielte Zucht und Fortschritte in Management und Fütterung insbesondere im Wachstumspotenzial gesteigert. Dadurch könnten sich Veränderungen der Schlachtkörperzusammensetzung und der chemischen Zusammensetzung des Gesamtkörpers ergeben, welche neben den gestiegenen Tageszunahmen wiederum zu veränderten Energie- und Nährstoffansprüchen der Tiere führen. Um den Nährstoffansatz, sowie die chemische und grobgewebliche Zusammensetzung von wachsenden Fleckviehbullen der aktuell verfügbaren Genetik einschätzen zu können, wurde ein Fütterungsversuch mit anschließender Stufenschlachtung und Vollzerlegung der Rinderschlachtkörper durchgeführt. Nachfolgend liegt der Fokus auf der Futteraufnahme und Schlachtkörperzusammensetzung der Fleckviehbullen im Wachstumsverlauf bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten.

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch wurde an den Versuchsstationen Karolinenfeld und Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit 72 männlichen Fleckviehkälbern durchgeführt. Zu Versuchsbeginn hatten die Kälber ein Gewicht von 80 ± 6 kg bei einem Alter von 42 ± 9 Tagen. Ein Teil der Tiere (42 Kälber) war in Tiefstrebuchten in einem Warmstall untergebracht, die übrigen Tiere (30 Kälber) in zwei Tiefstrebuchten in einem Außenklimastall.

Während der sechswöchigen Tränkephase (MAT-Konzentration: 120 g/L) wurde eine Trocken-TMR auf Basis von Kraftfutter (55,7 %), Heu (30,3 %) und Melasse (14,3 %) verfüttert. In der Phase nach dem Absetzen wurde eine TMR mit Maissilage (durchschnittlich 63,6 %), Kraftfutter (30,8 %), Heu (3,7 %) und Melasse (1,9 %), ergänzt mit 110 g Bierhefe je Tier und Tag verfüttert. Die Rohnährstoff- und Energiegehalte der in der Fresseraufzucht eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 1, die Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen während der Tränkephase und nach dem Absetzen in Tabelle 2 dargestellt. Die Ration nach dem Absetzen wurde wöchentlich angepasst und orientierte sich an den Vorgaben der Gruber Tabelle in der Rindermast für Zuwachsraten von 1300 g/Tag (LfL, 2015).

Für die Mast, beginnend bei einer mittleren Lebendmasse von 225 ± 29 kg, wurden die Tiere in zwei Fütterungsgruppen, „Energie Norm“ mit 11,6 MJ ME/kg TM und „Energie Hoch“ mit 12,4 MJ ME/kg TM, eingeteilt. Die unterschiedlichen Energiegehalte basierten dabei auf stark abgestuften Kraftfutteranteilen in den Rationen. Die Energie Norm Gruppe erhielt eine TMR aus 80 % Maissilage und 20 % Kraftfutter (Basis TM), die Energie Hoch Gruppe eine TMR aus 40 % Maissilage und 60 % Kraftfutter. Die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der in der Mast eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 3, die Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen sind in Tabelle 4 dargestellt.

An Mischproben der Maissilage sowie an den Einzelproben der Kraftfuttermischungen und des MAT wurden nach den Methoden des VDLUFA (2012) die Gehalte an Trockenmasse (TM, Methode 3.1), Rohasche (XA, Methode 8.1), Rohprotein (XP, Methode 4.1.2) und Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung (aNDFom, Methode 6.5.1) ermittelt. Ergänzend hierzu wurden nach den Methoden der EG Verordnung (2009) die Gehalte an Rohfett (XL, Methode 152-H), Rohfaser (XF, Methode 152-I) und Stärke (XS; Methode 152-L) ermittelt. Der Gehalt an Zucker (XZ) wurde nach einer Hausmethode der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der LfL bestimmt. Nach Weißbach und Kuhla (1995) erfolgte bei den Silagen eine Korrektur der Trockenmasse, um die Verluste bei der Ofentrocknung unter Berücksichtigung der Gär säuregehalte zu bestimmen. Die Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) wurden aus den Analysenwerten nach derzeit gültigen Vorgaben (GfE 2008; DLG 2011) kalkuliert. Aus den Rohrnährstoff- und Energiegehalten der Einzelkomponenten (Tab. 1 und 3) und den Zusammensetzungen der TMR'n wurden die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der TMR'n ermittelt.

Während der Fresseraufzucht wurde die Futterraufnahme täglich je Futtergruppe und die Aufnahme an MAT automatisch am Tränkeautomaten erfasst. Während der Mast wurde die tägliche Futterraufnahme tierindividuell mit automatischen Wiegetrögen bestimmt. Die Lebendmasse der Tiere wurden in der Fresseraufzucht alle zwei Wochen und in der Mast alle vier Wochen festgestellt und daraus die Tageszunahmen errechnet. Abschließend wurden die Tiere fünf Schlachtgruppen mit 120 (n=8), 200 (n=10), 400 (n=18), 600 (n=18) und 780 kg (n=18) Mastendgewicht zugeordnet und im Versuchsschlachthaus der LfL in Grub geschlachtet. Neben der Erfassung von Futterraufnahme, Mast- und Schlachtleistung wurde eine Ganzkörperanalyse und Vollzerlegung des Rinderschlachtkörpers nach DLG-Schnittführung (1985) durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS (Version 9.3, SAS Institut, Cary, NC, USA). In den Tabellen sind die LS Means und die zugehörigen Standardfehler dargestellt. Signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Gruppen sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben (SNK-Test) gekennzeichnet.

Tabelle 1: Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel in der Fresseraufzucht

Futtermittel	TM g/kg	XA g/kg TM	XP g/kg TM	XL g/kg TM	XF g/kg TM	ME MJ/kg TM
Maissilage	438	29	78	43	197	11,6
Heu	852	61	140	20	317	8,5
Bierhefe	928	59	280	25	131	12,4
Melasse	775	209	108	0	0	10,9
Kraftfutter, Tränkeperiode	893	83	162	31	101	12,5
Kraftfutter, nach dem Absetzen	900	103	216	57	112	12,1
Milchaustauscher 120 g/Liter	961	69	210	191	7	16,6

Tabelle 2: Zusammensetzungen der Kraftfuttermischungen während der Tränkephase und nach dem Absetzen (in %)

Kraftfutterkomponenten	Tränkephase	Nach dem Absetzen
Gerste	31,7	4,0
Körnermais	20,0	23,0
Rapsextraktionsschrot	24,0	46,0
Trockenschnitzel	20,0	20,0
Sojaöl	0,5	2,5
Mineralfutter, 24 % Ca, 2 % P	3,0	3,5
Kohlensaurer Kalk	0,8	1,0

Tabelle 3: Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel in der Mast

Futtermittel	TM g/kg FM	XA g/kg TM	XP g/kg TM	XL g/kg TM	XF g/kg TM	ME MJ/kg TM
Maissilage	359	32	77	34	171	11,8
Kraftfutter Energie Norm	899	154	395	34	123	11,0
Kraftfutter Energie Hoch	895	73	185	36	75	12,8

Tabelle 4: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (in %)

Kraftfutterkomponenten	Energie Norm	Energie Hoch
Weizen	2,6	25,8
Körnermais	0	34,4
Futterharnstoff	2,4	0
Rapsextraktionsschrot	82,1	27,9
Trockenschnitzel	4,7	9,2
Mineralfutter 22 % Ca, 2 % P	4,1	1,4
Kohlensaurer Kalk, Viehsalz	4,1	1,3

Ergebnisse und Diskussion

Zwischen den TMR'n der Versuchsgruppen Energie Norm und Energie Hoch wurde eine energetische Differenzierung von 0,8 MJ ME/kg TM erreicht. Die tägliche Futter- Nährstoff- und Energieaufnahmen von Bullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch sind in Tabelle 5 dargestellt. Insbesondere bei fortgeschrittener Mastdauer (120-780 kg) zeigen sich zum Einen die um 600 g ($p < 0,05$) höhere tägliche Trockenmasseaufnahme und zum Anderen die um 13 MJ ME pro Tag ($p < 0,05$) höhere Energieaufnahme der Energie Hoch Gruppe gegenüber der Energie Norm Gruppe. Beides, wie auch die Unterschiede in den übrigen in Tabelle 5 dargestellten Parametern, resultieren aus dem höheren Kraftfutteranteil der Energie Hoch gegenüber der Energie Norm Ration und der dadurch erhöhten Aufnahme an ME.

Tabelle 5: Mittlere tägliche Futter- Nährstoff- und Energieaufnahmen von Bullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch in verschiedenen Lebendmassebereichen

Gewichtsbereich/ Fütterungsgruppe	n	TM kg	XP g	aNDFom g	XS g	XZ g	ME MJ
120-200 kg							
Energie Norm	32	4,29 ^a	634 ^a	1444 ^a	1187 ^a	240 ^a	50,2 ^a
Energie Hoch	32	4,28 ^a	633 ^a	1442 ^a	1184 ^a	241 ^a	50,1 ^a
120-400 kg							
Energie Norm	27	6,33 ^a	911 ^a	2067 ^a	1942 ^a	220 ^a	74,0 ^a
Energie Hoch	27	6,67 ^b	961 ^b	1813 ^b	2615 ^b	273 ^b	81,8 ^b
120-600 kg							
Energie Norm	18	7,21 ^a	1041 ^a	2360 ^a	2186 ^a	231 ^a	84,1 ^a
Energie Hoch	18	7,61 ^b	1099 ^b	2014 ^b	3043 ^b	292 ^b	93,7 ^b
120-780 kg							
Energie Norm	9	7,67 ^a	1105 ^a	2511 ^a	2317 ^a	239 ^a	89,3 ^a
Energie Hoch	9	8,27 ^b	1199 ^b	2153 ^b	3345 ^b	311 ^b	102,2 ^b

Verschiedene Hochbuchstaben innerhalb des Auswertungsbereichs bedeuten signifikante Unterschiede bei $p < 0,05$

In Abbildung 1 sind die bei den einzelnen Wiegungen festgestellten Lebendgewichte nach Alter der Tiere dargestellt. Hierbei zeigen sich für beide Fütterungsgruppen lineare Zuwachsverläufe nach folgenden Regressionsgleichungen:

Energie Norm, $y = 1,6488x - 17,48$ ($R^2 = 0,97$)

Energie Hoch, $y = 1,8086x - 51,553$ ($R^2 = 0,96$)

Es ist ersichtlich, dass die Energie Hoch Gruppe durch die energetisch differenzierte Fütterung einen etwas höheren täglichen Zuwachs gegenüber der Energie Norm Gruppe aufwies. Dies spiegelt sich auch im Schlachtalter der Tiere bei gleichen Endgewichten wieder (Tab. 6). Das Schlachtalter beider Fütterungsgruppen mit Endgewichten von 400 kg war nahezu identisch. Bei Schlachtung mit 600 kg zeigte sich ein numerischer Unterschied von 9 Tagen und bei Schlachtung mit 780 kg ein tendenzieller ($p < 0,1$) Unterschied von 21 Tagen.

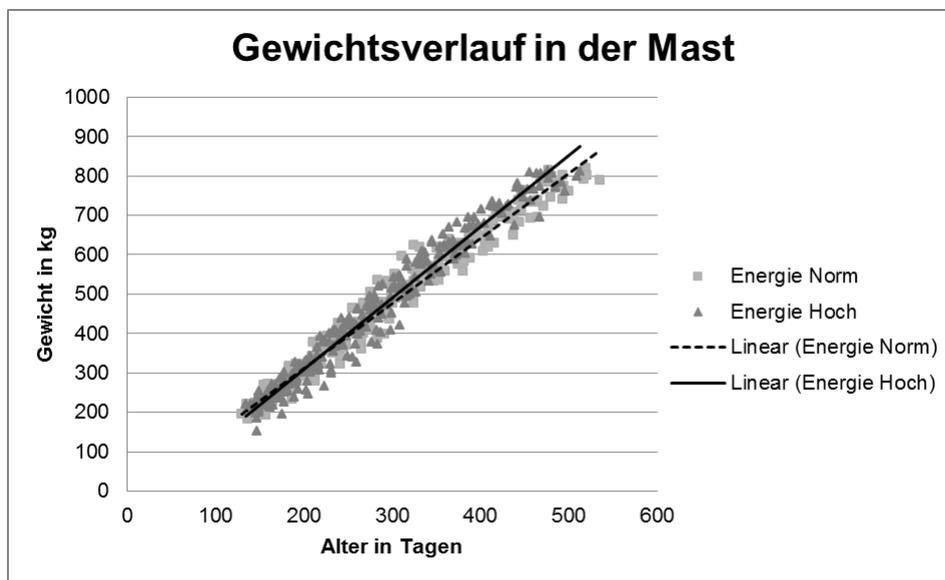


Abbildung 1: Schlachtalter und Gewichtsverlauf der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch während der Mast

Tabelle 6: Mittlere Schlachtalter und Endgewichte der Fleckviehbullen nach Schlachtgruppen

	Gewichtsklasse				
	120kg	200kg	400kg	600kg	780kg
Schlachtalter (Tage)					
Energie Norm	94 ±8	147 ±9	271 ±13	375 ±27	502 ±24
Energie Hoch			271 ±10	366 ±19	481 ±20
Endgewichte (kg)					
Energie Norm	121 ±4	200 ±6	399 ±15	595 ±23	777 ±16
Energie Hoch			401 ±10	595 ±16	784 ±13

Im Nachfolgenden soll auf die Auswirkungen der vergleichsweise erhöhten Zuwachsrate der Energie Hoch Gruppe auf die Schlachtkörperzusammensetzung eingegangen werden. Die zu den jeweiligen Schlachtkörpervierteln gehörigen Teilstücke sind in Tabelle 7 dargestellt. Bei beiden Fütterungsgruppen zeigen sich bei zunehmenden Gewichten wachstumsbedingte Verschiebungen des Hinterviertelanteils zum Vorderviertel (Tab. 8), wie sie bereits bei Augustini et al. (1992) beschrieben wurden. Der aus ausgewählten Teilstücken (Tab. 7) bestehende Pistolenanteil weist bei beiden Fütterungsgruppen eine gleichmäßige wachstumsbedingte Abnahme auf (Tab. 8).

Tabelle 7: Zuordnung der Teilstücke am Rinderschlachtkörper

Vorderviertel	Hinterviertel	Pistole
Kamm	Hochrippe	Hochrippe
Fehlrippe vorne	Roastbeef	Roastbeef
Fehlrippe mitte	Filet	Filet
Schaufeldeckel	Blume	Blume
Bugstück	Kugel	Kugel
Falsches Filet	Oberschale	Oberschale
Vorderbrust	Schwanzstück	Schwanzstück
Nachbrust	Knochendünnung	Hinterhesse
Vorderhesse	Fleischdünnung	
	Hinterhesse	

Tabelle 8: Durchschnittlicher Vorderviertel-, Hinterviertel- und Pistolenanteil (%) von Fleckviehbullen mit verschiedenen Endgewichten

	Gewichtsklasse				
	120 kg	200 kg	400 kg	600 kg	780 kg
Vorderviertel					
Energie Norm	43,8 ^{Aa}	43,3 ^{Aa}	45,2 ^B	46,5 ^C	47,3 ^C
Energie Hoch			45,6 ^b	46,5 ^b	47,6 ^c
Hinterviertel					
Energie Norm	56,2 ^{Aa}	56,7 ^{Aa}	54,8 ^B	53,5 ^C	52,7 ^D
Energie Hoch			54,3 ^b	53,5 ^b	52,3 ^c
Pistole					
Energie Norm	49,1 ^{Aa}	48,2 ^{Bb}	45,1 ^C	42,7 ^D	40,9 ^E
Energie Hoch			44,4 ^c	42,5 ^d	40,8 ^e

A,B Vergleich der Gewichtskategorien innerhalb der Fütterungsgruppe Energie Norm

a,b Vergleich der Gewichtskategorien innerhalb der Fütterungsgruppe Energie Hoch

Schlussfolgerungen

Eine Steigerung im Energiegehalt der TMR für Fleckviehbullen von 11,6 auf 12,4 MJ ME/kg TM führte zu nur nominal gesteigerten Zuwachsleistungen und hatte keinen Einfluss auf die Viertelanteile der Rinderschlachtkörper. Stärkere Effekte auf die Leistung sind nur dann zu erwarten, wenn die Energiekonzentration der TMR deutlichere Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme hat. Aus den weiteren Auswertungen zu den Ganzkörpern sind Informationen zu den Fett- und Proteingehalten und dem Aufwand an ME zu erwarten.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Maximilian Pickl und Georg Fleischmann vom Institut für Tierzucht (LfL) für die wissenschaftliche Dokumentation, sowie den Mitarbeitern des LfL Versuchsschlachthauses für die Rinderschlachtung und -zerlegung.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 727213 (GenTORE).

Literatur

Augustini C., Branscheid W., Schwarz F. J., Kirchgeßner M., 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh, *Fleischwirtschaft* 72 (12), 1706-1711

DLG, 1985: DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf, Frankfurt a. M.

DLG Arbeitskreises Futter und Fütterung, 2011: Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung; www.futtermittel.net

EG Verordnung Nr. 152, 2009 Der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln

GfE, 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc.Soc.Nutr.Physiol.* 17, 1991-197

LfL, 2015: Gruber Tabellen zur Fütterung in der Rindermast. LfL-Information, 19. Auflage, Freising

VDLUFA, 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Weißbach und Kuhla, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter – entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übersichten zur Tierernährung* 23, 189-214

Autorenanschrift:

Aniela Honig und Dr. Thomas Ettle
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwächter-Platz 3
D-85586 Poing-Grub
Email: Aniela.Honig@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 422
Email: Thomas.Ettle@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 411



Andreas Herrmann, AMA-Kontrollleur

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

“

Unsere Sorgfalt. Unser Siegel.



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



Mehr Infos:
amainfo.at

Nährstoffangepasste Schweinefütterung als Kern eines nachhaltigen Systemansatzes auf Betriebsebene: Rückblick auf die ersten zwei Jahre des Verbundprojektes „demonstration farms“

Stephan Schneider, Eva-Maria Brunlehner

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

Einleitung

Eine auf den Gesamtbetrieb abgestimmte, am Bedarf des Tieres orientierte und nährstoffeffiziente Schweinefütterung ist aktiver Umweltschutz. Zum Tierwohl und der Ökonomie bestehen keine Zielkonflikte, vielmehr werden durch eine möglichst nährstoffangepasste Fütterung dem Tierwohl, dem Ressourcenschutz und den betriebswirtschaftlichen Zielgrößen gleichermaßen Rechnung getragen.

Ernährungsphysiologisch sollte eine Überversorgung mit Nährstoffen vermieden werden. Das bedeutet, es wird eine bedarfsgerechte Versorgung von Schweinen mit Stickstoff (N) beziehungsweise Aminosäuren und Phosphor (P) angestrebt. Zudem gewinnt eine nährstoffangepasste Fütterung für die schweinehaltenden Betriebe aus umweltpolitischen Gesichtspunkten weiter an Bedeutung. Die Einhaltung der NEC-Richtlinie (EU) 2016/2284, welche 2018 in Deutschland mit der 43. Bundesimmissionsschutzverordnung (43. BImSchV) in nationales Recht umgesetzt wurde, ist ein weiterer Grund für eine nährstoffreduzierte Fütterung, da die Landwirtschaft mit ihrer Tierhaltung im Bereich der Ammoniakemissionen als Hauptemittent (95 % der gesamten Ammoniakemissionen) den Großteil der vereinbarten Reduzierung tragen muss (UBA, 2019).

Die Novellierung der Düngeverordnung (DüV) bringt zusätzlich eine Verschärfung der Vorgaben im Bereich des Nährstoffmanagements mit sich. So entscheidet die in der DüV festgelegte Kategorisierung der Betriebe nach deren biologischer Leistung und dem praktizierten Fütterungsverfahren (Standard, N-/P-reduzierte Fütterung und stark N-/P-reduzierte Fütterung) direkt über den Flächenbedarf, über den ein landwirtschaftlicher Betrieb zur gesetzeskonformen Wirtschaftsdüngerausbringung unter Einhaltung der 170 kg-N-Regelung aus Wirtschaftsdünger verfügen muss. Auch die seit dem 01.01.2018 geltende Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV), bei welcher neben N auch P betrachtet und bilanziert wird, wird sich stark auf die praktische Schweinefütterung auswirken.

Um die rechtlichen Vorgaben einzuhalten und die Umweltwirkung der Schweinefleischproduktion möglichst gering zu halten, besteht die Notwendigkeit Nährstoffkreisläufe zu schließen. Aufgrund dessen muss die Schweinefütterung immer im gesamtbetrieblichen Kontext gesehen und kann nicht losgelöst vom Futterbau, dem Futterzukauf sowie der praktizierten Fütterungsstrategie betrachtet werden.

Die gesamtbetriebliche Betrachtung des einzelbetrieblichen Nährstoffkreislaufes stellt für die schweinehaltenden Betriebe eine neue Betrachtungsweise dar, die erst verinnerlicht werden muss. Vor diesem Hintergrund hat das vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderte Verbundprojekt „demonstration farms - Implementierung einer gesamtbetrieblichen Betrachtung zur nährstoffangepassten Fütterung in bayerischen Schweinebetrieben über

digital aufbereitete Daten in einem webbasierten Informationscenter (Kurztitel: demonstration farms)“ das Ziel, den Wissenstransfer zwischen Landwirten zu den Themen betrieblicher Nährstoffhaushalt und nährstoffangepasste Schweinefütterung zu fördern. Zudem sollen der gesamtbetriebliche Ansatz und das systemische Denken stärker in den Fokus der Beratung gerückt werden.

Ein weiteres Ziel des Projektes ist es, Beratungsaussagen abzuleiten, an welchen Punkten im gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf Optimierungspotentiale vorhanden sind und welche Maßnahmen im einzelbetrieblichen Kontext ergriffen werden können (z.B. Anpassung der Fütterungsstrategie, Abgabe von Wirtschaftsdünger).

In der praxisorientierten Agrarforschung fehlt es häufig nicht an Wissen, vielmehr erfolgt der Transfer des vorhandenen Wissens in die Praxis nicht zeitnah genug. Somit ist es wichtig, den Wissenstransfer in die Praxis durch neue Ansätze zu stärken: Im angelsächsischen Raum besprechen und diskutieren Landwirte gemeinsam in sogenannten „discussion groups“ ihre betriebsindividuellen Auswertungen und vergleichen ihre Ergebnisse untereinander. Hierbei übernimmt der landwirtschaftliche Berater die Rolle des Impulsgebers, Analytikers sowie des Moderators und die Landwirte können durch den offenen Austausch voneinander lernen. Wie schon Max Schönleutner (1778-1831) mit dem Satz „da es gewiß ist, daß der Bauer keinem anderen traut, als der mit ihm nicht den gleichen Rock trägt“ treffend formulierte, ist ein Wissenstransfer unter Berufskollegen, also von Landwirt zu Landwirt, oftmals erfolgreicher als von Berater zu Landwirt (Seidl, 2015).

Sogenannte „demonstration farms“ dienen dem unmittelbaren Informationsaustausch, aber auch zum Abbau von Vorurteilen (BLE 2016). Aufgrund der räumlichen Verteilung der schweinehaltenden Betriebe über ganz Bayern ist ein persönlicher Austausch nicht immer möglich. Durch eine webbasierte Informationsplattform als neues Beratungs- und Wissenstransferangebot kann diesem Nachteil von ortsfesten „demonstration farms“ entgegengewirkt werden. Dennoch wird der persönliche Austausch zwischen den teilnehmenden Betrieben in diesem Projekt durch regelmäßige Projekttreffen unterstützt.

Material und Methoden

Im Projekt „demonstration farms“ werden die einzelbetrieblichen Nährstoffkreisläufe für N und P von 22 schweinehaltenden Betrieben in Bayern (9 Ferkelerzeuger und 13 Schweinemäster) über eine 2,5 jährige Projektlaufzeit erfasst und analysiert. Neben den klassischen Methoden des Wissenstransfers (wie beispielsweise Projekttreffen) greift das Projekt die Digitalisierung als Schlüsselinstrument des modernen Wissenstransfers auf. Die gewonnenen Ergebnisse werden aufbereitet und in einem webbasierten Informations- und Austauschcenter digital zugänglich gemacht. Neben den eigenen Auswertungen haben die Projektbetriebe auf dieser Plattform die Möglichkeit des Benchmarkings und können hierdurch Optimierungspotentiale für ihren eigenen Betrieb aufdecken.

Die Projektverantwortlichkeit obliegt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), genauer dem Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft in Grub. Die Betreuung der Betriebe vor Ort erfolgt durch die Ansprechpartner Futter und Fütterung an den zuständigen Fachzentren für Schweinezucht und -haltung der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Zudem unterstützt der Verbundpartner Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV Bayern e.V.) und die Ringberater der Fleischerzeugerringe das Projekt.

Futteruntersuchung

Werden Nährstoffpfade (N und P) in schweinehaltenden Betrieben mit der Schwerpunktsetzung auf die Schweinefütterung näher betrachtet, ist die Grundlage hierfür immer die Analyse der Futtermittelinhaltsstoffe. Die exakte Erfassung der Fütterungsstrategie durch die Laboranalyse der

betriebseigenen Futtermittel auf ihre Rohnährstoff-, Aminosäure- und Mineralstoffgehalte und die zusätzliche Untersuchung der fertig gemischten Rationen sowie der weiteren Zukauffutter ermöglicht eine genaue Bilanzierung der Nährstoffströme. Die Untersuchungsergebnisse werden den Landwirten und den betreuenden LKV-Ringberatern für die Rationsplanung und -optimierung über eine Schnittstelle zum LfL-Futteroptimierungsprogramm Zifo2 zur Verfügung gestellt.

Teilnehmende Projektbetriebe

Bei den 22 schweinehaltenden Betrieben handelt es sich um 13 Schweinemast- und 9 Ferkelerzeugerbetriebe aus ganz Bayern. Es wurden bewusst keine kombinierten Betriebe ausgewählt, um die Nährstoffströme möglichst nachvollziehbar darstellen zu können.

Die Bestandsgröße der Projektteilnehmer aus dem Bereich der Ferkelerzeugung liegt zwischen 90 und 330 produktiven Zuchtsauen mit eigener Ferkelaufzucht. Die durchschnittliche Bestandsgröße beträgt 194 Zuchtsauen und 60 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche.

In der Schweinemast liegt der mittlere Jahresbestand an Mastschweinen zwischen 670 und 3.200 (Durchschnitt: 1.400). Die Betriebe bewirtschaften im Schnitt 96 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche. Durch den höheren Tierbesatz der Schweinemäster übertrifft ihr Nährstoffanfall pro Hektar deutlich den der Ferkelerzeuger.

Die Projektbetriebe liegen nicht nur bei der Betriebsgröße und Leistung im Bereich von gut geführten bayerischen Betrieben, sondern sie verfügen, wie für bayerische Schweinhalter typisch, über eine überwiegend eigene Futtergrundlage. Somit können die Ergebnisse später in Ausbildung und Beratung auch auf andere schweinehaltende Betriebe in Bayern übertragen werden.

Gesamtbetrieblicher Nährstoffkreislauf

Im Projekt wird eine grafische Darstellung des gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislaufs in Anlehnung an das REPRO-Modell (Hülsbergen et al., 1997) genutzt, um jedem Betrieb seinen eigenen Nährstoffkreislauf aufzuzeigen (Abbildung 1). Bei dieser Art der Darstellung werden die Nährstoffpfade für N und P sowohl für den Input bzw. Output, als auch für die innerbetrieblichen Nährstoffflüsse schematisch dargestellt. Die Stärke der Pfeile weist auf die Bedeutung des jeweiligen Nährstoffpfads hin. Als Ergebnis erhalten die Projektteilnehmer neben dem berechneten Bilanzwert für den Gesamtbetrieb in Kilogramm N bzw. P insgesamt und pro Hektar auch eine grafische Ergebnisdarstellung.

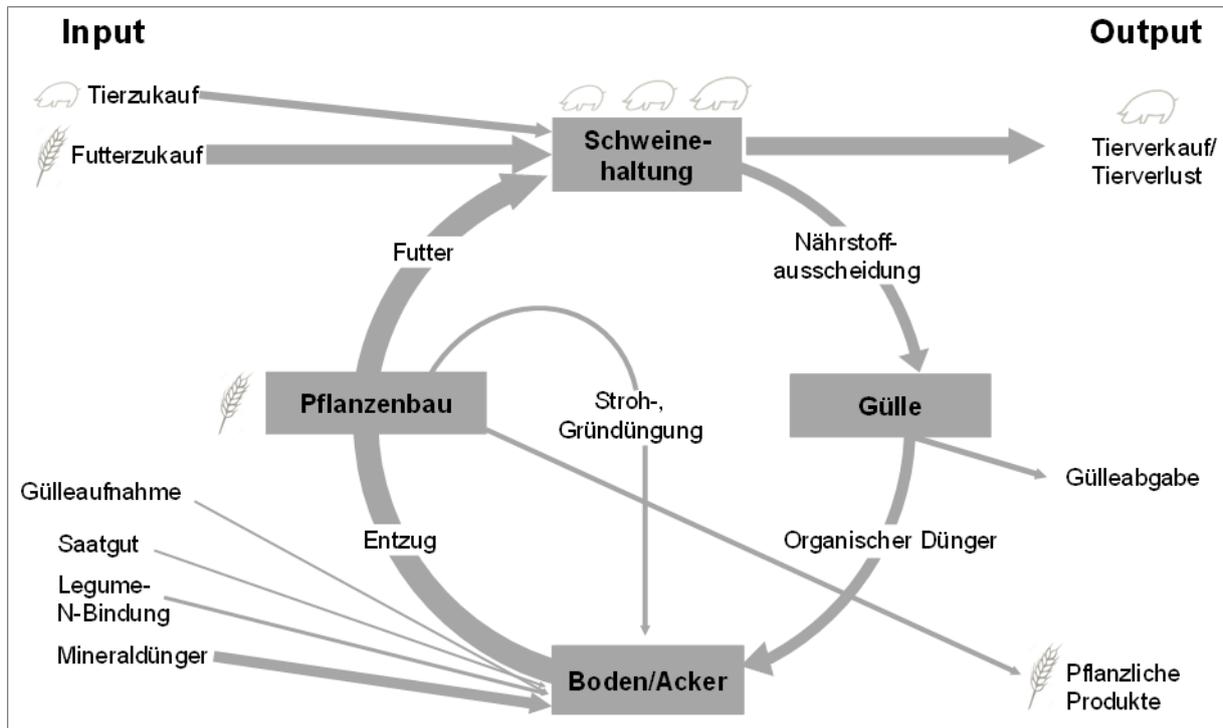


Abbildung 1: Gesamtbetrieblicher Nährstoffkreislauf (in Anlehnung an Hülsergen et al., 1997 und Böswirth, 2017).

Aufbauend auf der Darstellung des gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislaufs wird jedem Betrieb Rückmeldung geben, ob der betriebsindividuelle Nährstoffkreislauf ausgeglichen ist, d.h. Zufuhr und Abfuhr zusammenpassen oder ob es zu Nährstoffüberschüssen bzw. Nährstoffdefiziten kommt.

Ergebnisse und Diskussion

Stoffstrombilanz - Erste Ergebnisse für das Wirtschaftsjahr 2017/18

Die ersten Ergebnisse aus dem Wirtschaftsjahr 2017/2018 können, in Anlehnung an Brunlehner und Schneider (2019) wie folgt zusammengefasst werden:

1. Das Vorgehen bei der erforderlichen Datenerfassung zur Berechnung der Stoffstrombilanz nach StoffBilV ist derzeit in der Praxis noch ungewohnt (z. B. Erfassung der Futtermittelzukaufe mit Angabe der N- und P bzw. P_2O_5 -Gehalte pro kg Futter) und stellt alle Beteiligten, auch den vor- und nachgelagerten Bereich (z. B. Futtermittelhändler), noch vor Herausforderungen.
2. In den Projektbetrieben findet der größte Nährstoffinput sowohl bei N als auch P über den Futterzukauf statt, wobei je nach einzelbetrieblicher Flächenausstattung bzw. Tierbesatz pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche der Mineraldüngerzukauf eine ebenso entscheidende Rolle spielen kann (Abbildung 2).

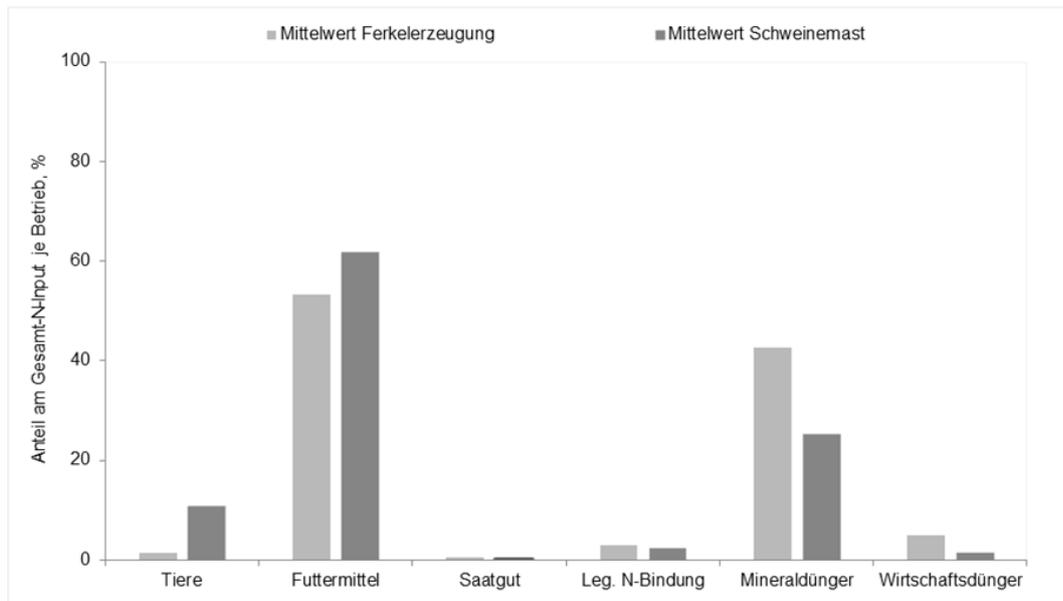


Abbildung 2: Pfade des Nährstoffinputs (N) im Wirtschaftsjahr 2017/2018, n = 22 Betriebe (13 Schweinemast, 9 Ferkelerzeugung).

- Als größte Position auf Seiten des N- und P-Outputs ist durch den hohen Veredelungsgrad bei schweinehaltenden Betrieben in der Regel der Tierverkauf (Anzahl Tiere x Lebendmasse/Tier x Nährstoffgehalt pro kg Lebendmasse) zu nennen.
- Der N-Saldo lag im Durchschnitt bei den Schweinemästern bei 140 kg N/ha (3,5 kg P/ha) und bei den Ferkelerzeugern bei 129 kg N/ha (5,2 kg P/ha).
- Die Nährstoffpfade von N und P verlaufen in den meisten Fällen parallel. Dies bedeutet, dass bei einem Betrieb mit hohem N-Input, beispielsweise durch Futterzukauf, meist auch ein hoher P-Input zu erwarten ist. Entkoppelt hiervon sind nur Mineraldüngerzukaufe.
- Die verschiedenen Nährstoffpfade (Input/Output) unterscheiden sich in der Ferkelerzeugung und Schweinemast nicht grundlegend, d. h. die Ansatzpunkte sind dieselben, nämlich der Futtermittel- und Mineraldüngerzukauf sowie die Wirtschaftsdüngerabgabe.

Bedeutung der Fütterung im gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf

Grundlegend gilt: Eine möglichst nährstoffangepasste Schweinefütterung reduziert den Eiweißfutterbedarf pro erzeugten Kilogramm Lebendmasse und entlastet somit den Nährstoffkreislauf der Betriebe. Der Anteil des N-Inputs über Sojaextraktionsschrot am Gesamt-Nährstoffinput lag im Wirtschaftsjahr 2017/2018 in der Ferkelerzeugung bei durchschnittlich 27 Prozent (14 – 39 Prozent) und in der Schweinemast bei rund 32 Prozent. Die Schwankungsbreite lag hier zwischen 25 und 46 Prozent (Abbildung 3). Die Projektbetriebe praktizierten im genannten Betrachtungszeitraum überwiegend noch keine (stark) N-/P- reduzierte Fütterungsstrategie, somit liegt hier ein zentraler Ansatzpunkt für Optimierungsmaßnahmen.

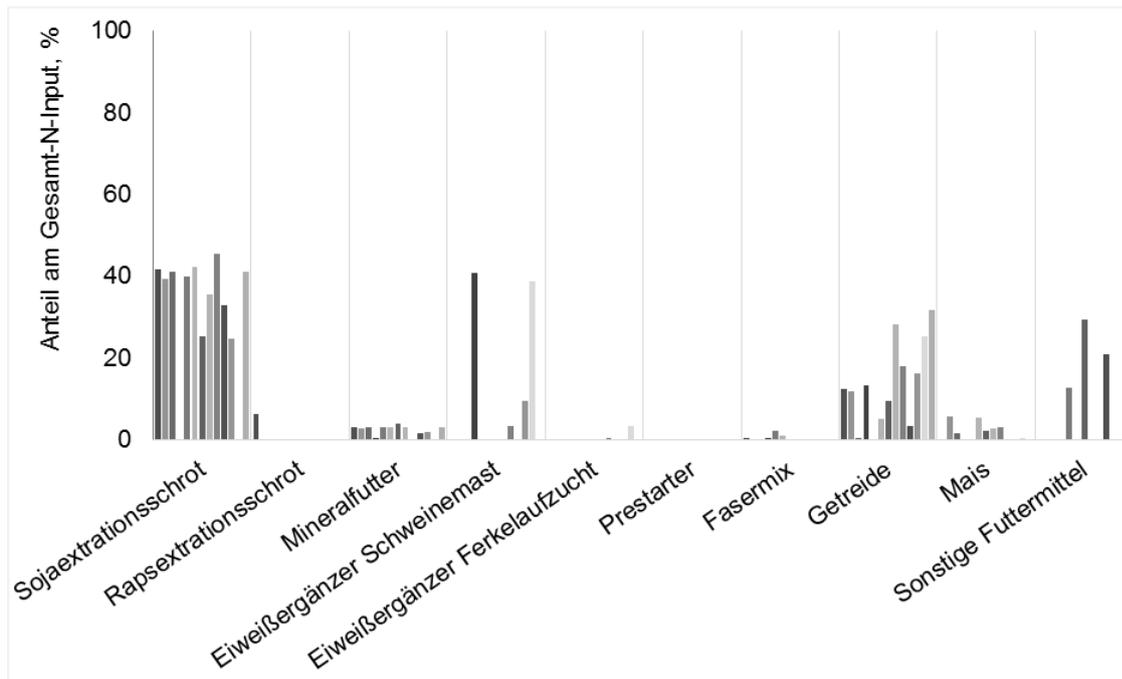


Abbildung 3: Anteil der Futtermittel am Gesamt-N-Input in Prozent, Auswertung von Schweinemastbetrieben im Wirtschaftsjahr 2017/2018, gereiht nach Tierbesatz pro Hektar, n = 13 Betriebe.

Neue Form des Wissenstransfers –webbasierten Informations- und Austauschcenter

Wie oben genannt wird im Projekt ein webbasiertes Informations- und Austauschcenter für den Wissenstransfer benutzt. Unter www.demonstration-farms.de (LfL, 2019) werden die gewonnenen Ergebnisse aufbereitet und in digital zugänglich gemacht (Abbildung 4).

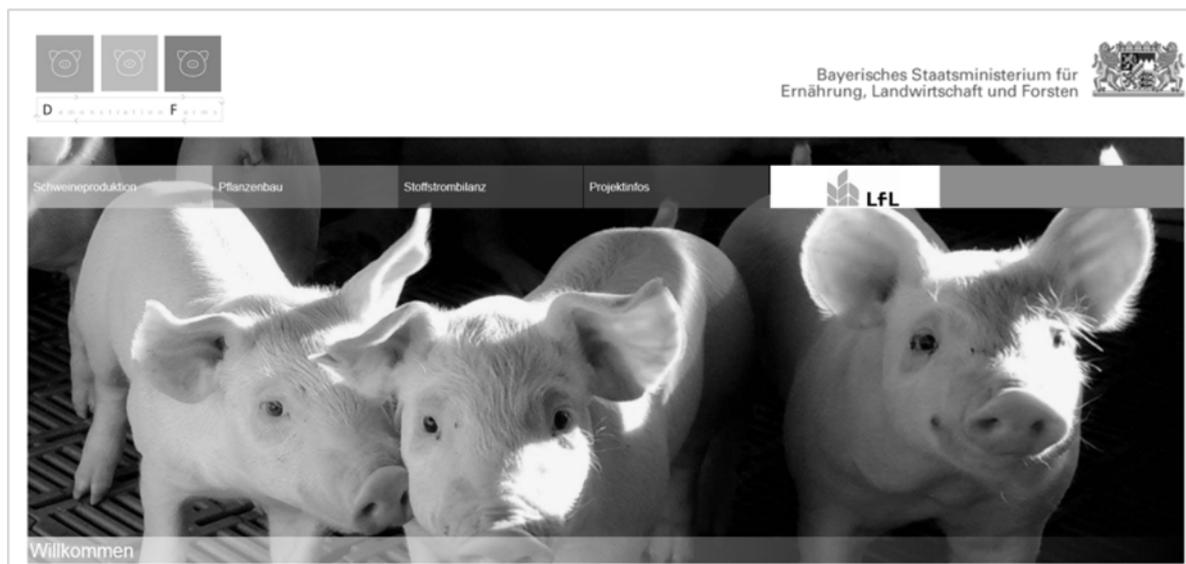


Abbildung 4: Interner Bereich der Online-Plattform für den webbasierten Wissensaustausch

Neben den eigenen Auswertungen haben die Projektbetriebe auf dieser Plattform die Möglichkeit des Benchmarkings und können hierdurch Optimierungspotentiale für ihren eigenen Betrieb aufdecken.

Forderungen, die sich aus den aktuell vorliegenden Projektdaten ableiten lassen:

1. Der Einfluss der Fütterung auf den gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf muss stärker in der Beratung berücksichtigt werden.
2. Das Wissen um die Nährstoffgehalte der Zukauffuttermittel muss in der Praxis stärker in den Fokus rücken. Stark schwankende Trockenmassegehalte bei Flüssigfuttermitteln (z. B. Molke) oder auch fehlende Deklarationen (z. B. beim Getreidezukauf) führen zu großen Unsicherheiten bei der Bilanzierung und können maßgeblichen Einfluss auf das Bilanzergebnis haben.
3. Betriebsindividuelle Strategien sind notwendig, um den betrieblichen Nährstoffkreislauf nachhaltig zu optimieren. Hierzu müssen Pflanzenbau und Tierhaltung aufeinander abgestimmt werden (z. B. selbsterzeugtes bzw. zugekauftes Getreide mit möglichst niedrigen Rohproteingehalten als Ziel für eine nährstoffangepasste Fütterung).
4. Die Ausbildung und Beratung muss den gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf stärker im Blick haben.

Fazit

Was hat den Teilnehmern die erste Phase des Pilotprojektes gebracht? Mit Sicherheit die Erkenntnis, dass noch Reserven im einzelbetrieblichen Nährstoffkreislauf vorhanden sind. So haben einige Projektbetriebe mit Optimierungsmaßnahmen begonnen. Im Vordergrund stehen die Futtermittelauswahl, die Fütterungsstrategie und die Fütterungstechnik. Einzelne Betriebe haben die eingesetzten bzw. abgegebenen Güllemengen angepasst. Zudem erfolgten Investitionen in die Abdeckung der Güllebehälter und in eine moderne Ausbringtechnik. Einzelbetrieblich wurde auch die Mineraldüngermenge im zweiten Betrachtungszeitraum reduziert. Die zentrale Rolle spielt jedoch die Fütterung.

Literatur

43. BImSchV: Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschadstoffe vom 18. Juli 2018, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (BGBl. I S. 1222).

BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2016): Projektförderung. Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“. Online verfügbar unter http://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungenauftraege/Modellvorhaben/Pflanzliche-Erzeugung/Demonstrationsbetriebe-integrierter-Pflanzenschutz/demonstrationsbetriebe-integrierter-pflanzenschutz_node.html (11.08.2019).

DüV: Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26. Mai 2017, BGBl. I S. 1305.

Böswirth, T. (2017): Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Energie- und Treibhausgasbilanzierung landwirtschaftlicher Biogassysteme. Dissertation, Technische Universität München.

Brunlehner, E.-M.; Schneider, S. (2019): Schweinefütterung im Kontext des betrieblichen Nährstoffhaushalts. Schule und Beratung 3-4, S. 59-61.

Hülsbergen, K.-J.; Diepenbrock, W. (1997): Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: DBU (Hrsg.): Umweltverträgliche Pflanzenproduktion – Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbringung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, S. 159-183.

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2019) Internetseite Projekt „demonstration farms“. Online verfügbar unter <http://www.demonstration-farms.de/> (11.08.2019).

Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14.12.2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (ABl. L 344 vom 17.12.2016, S. 1).

Seidl, A. (2015): Max-Schönleutner – Wegbereiter des Grünen Zentrums Weihenstephan und einer modernen Landwirtschaft in Bayern. Haus der bayerischen Landwirtschaft Herrsching, S. 24.

StoffBilV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017, BGBl I S. 3942.

UBA - Umweltbundesamt (2019): Luftschadstoff-Emissionen in Deutschland.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland> (12.08.2019).

Autorenanschrift :

Eva-Maria Brunlehner und Dr. Stephan Schneider

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)

Prof.-Dürrwachter-Platz 3

D-85586 Poing-Grub

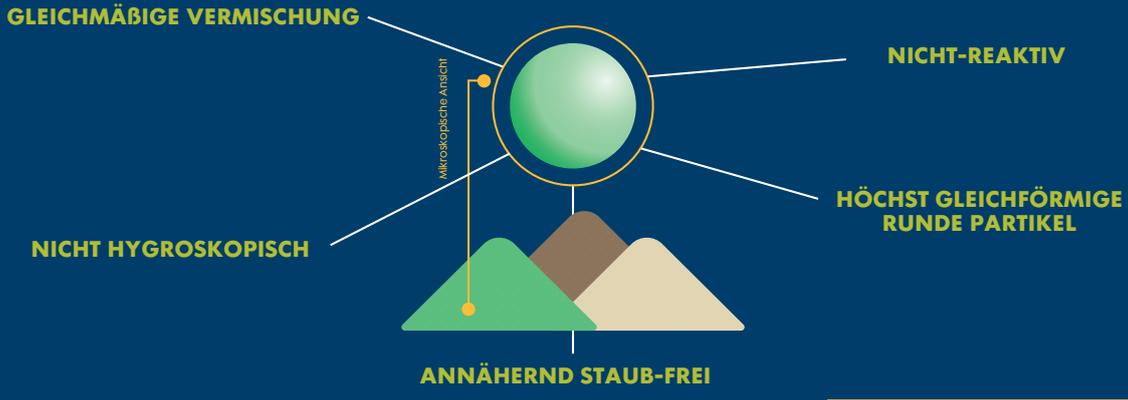
Eva-Maria.Brunlehner@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 445

Stephan.Schneider@lfl.bayern.de; Tel. 089 99141 420

IntelliBond®-Spurenelemente

Die fortschrittliche Alternative

OptiSize™ Partikel
Verbesserung der Handhabung, der Genauigkeit und der Gleichmäßigkeit im Futtermittel



GLEICHMÄßIGE VERMISCHUNG

NICHT-HYGROSKOPISCH

ANNÄHERND STAUB-FREI

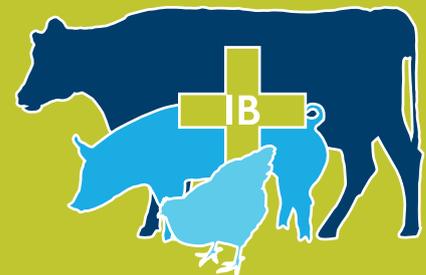
NICHT-REAKTIV

HÖCHST GLEICHFÖRMIGE RUNDE PARTIKEL

Mikroskopische Ansicht

Spurenelemente, die mit der OptiSize™ Large Particle Technology hergestellt werden, bieten genaue und gleichförmige Ergebnisse

Jüngste **Forschungsergebnisse*** zeigen: **IntelliBond-Spurenelemente** werden im Verdauungstrakt wesentlich später abgebaut als herkömmliche, sulphatgebundene Spurenelemente. Dadurch werden potenziell negative Reaktionen mit anderen Futterbestandteilen vermieden und eine **ideale Pansenfunktion** gewährleistet. Die Aufnahme **lebenswichtiger Nährstoffe** wird damit verbessert.



IntelliBond® Spurenelemente in der Ration – Vorteile:

- Verbesserte Stabilität
- Höhere Bioverfügbarkeit
- Verbesserte Pansenfunktion
- Kosteneffizienz
- Geringerer Umwelteinfluss



Smart minerals, smart nutrition... smart decision

*Auf Anfrage von Trouw Nutrition erhältlich

Einfluss der Trocknung von erntefeuchtem Körnermais und Weizen bei unterschiedlicher Temperatur und Trocknungsdauer auf die KOH-Löslichkeit des Rohproteins

Reinhard Puntigam¹, Julia Slama¹, Daniel Brugger², Vanessa Winkler¹ und Martin Gierus¹

¹ Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie;
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU, TTE)

² Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung,
Landnutzung und Umwelt Technische Universität München (TUM, Weihenstephan)

Einleitung

Mit einem Produktionsvolumen von ~1,14 bzw. ~0,77 Mrd. Tonnen, stellen Körnermais und Weizen die weltweit bedeutendsten Getreidearten dar (FAOSTAT, 2018). Neben dem Einsatz in der Humanernährung finden beide Kulturen speziell in der Monogastridenernährung eine bedeutende Anwendung. Als Stärkequellen können diese mit Rationsanteilen von bis zu 60 % nicht nur ca. zwei Drittel des Bedarfs an umsetzbarer Energie, sondern ebenfalls etwa ein Drittel des Bedarfes an Protein innerhalb einer Geflügel- oder Schweineration abdecken (Cowieson, 2004). Um die Lagerstabilität von erntefeuchtem Körnermais und Weizen zu gewährleisten, findet vor allem die Trocknung mittels verschiedener technischer Varianten statt. Dabei kommt den beiden Parametern: Trocknungstemperatur und Einwirkzeit eine wichtige Rolle zu. Einerseits ist es vom Standpunkt der Kapazität der Trocknungsanlage sowie der Energieeinsparung zweckmäßig, höhere Temperaturen anzuwenden, andererseits resultiert ein zu hoher Eintrag an Temperatur in der Schädigung hitzelabiler Nährstoffe und kann in Folge in einer verminderten Nährstoffverdaulichkeit, wie auch tierischer Leistungsfähigkeit führen. Dies wurde bisher vor allem am Beispiel von Körnermais beim Schwein und Geflügel nachgewiesen (Barrier-Guillot et al., 1993; Kaczmarek et al., 2013; Odjo et al., 2015). Aufgrund der einfachen Bestimmung, wird vor allem der Denaturierungsgrad des Rohproteins auf Basis seiner Löslichkeit in Kalilauge (KOH) als Gradmesser für die Hitzeschädigung angewendet. Einerseits kann die Denaturierung eines Proteins dessen Verdaulichkeit bis zu einem gewissen Grad fördern, was auf die gesteigerte Enzymzugänglichkeit zurückgeführt werden kann (Camire et al., 1990; Căpriță et al., 2010). Andererseits bedingt ein zu starker Rückgang der Proteinlöslichkeit infolge zu starker Hitzeeinwirkung, eine Verringerung der Nährstoffverdaulichkeit (Batal et al., 2000). Aus Sicht der Fütterung wird daher eine Mindestlöslichkeit des Rohproteins angestrebt, wobei betont werden muss, dass im Vergleich zu Sojaprodukten (Grenzbereich Proteinlöslichkeit: 78-85 %; Araba and Dale, 1990) für Körnermais und Weizen wissenschaftlich keine Grenzwerte für diesen Parameter definiert sind. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die KOH-Rohproteinlöslichkeit des Weizens mit der von Körnermais zu vergleichen. Es wurde die Forschungshypothese aufgestellt, dass sich beide Kulturen bei identer Anwendung von Zeit- und Temperaturkombinationen in diesem Parameter nicht unterscheiden. Damit sollten erste Schritte unternommen werden, die technologischen Eigenschaften verschiedener Getreidearten systematisch zu beschreiben und hierdurch Futtermittelbehandlungen zu optimieren und zu katalogisieren.

Material und Methoden

Für die dargestellte Studie wurde luftgetrockneter Körnermais sowie Weizen derselben Herkunft bei 5, 6, 7, 8, 12, und 24 h mit 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 und 150°C unvermahlen in einem Labortrockenschrank (Heratherm, OGS 180, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA USA) mittels trockener Luft behandelt. Anschließend wurden die Proben bei Raumtemperatur gekühlt und kurzfristig bei -20°C tiefgekühlt gelagert um Hitzeschädigungen im Zuge der anschließenden Vermahlung (1.0mm; Retsch ZM200, Haan, Deutschland) zu vermeiden. Neben der klassischen Analyse der Rohnährstoffe (VDLUFA 2012) der beiden Extremvarianten (luftgetrocknet und 24h bei 150°C) wurde die Löslichkeit des Rohproteins in Kalilauge (KOH-Löslichkeit) nach Araba and Dale (1990) ermittelt. Dazu wurde die hitzebehandelte Probe für 20 Minuten mittels 75 ml 0.2 %-iger Kalilauge inkubiert, schließend zentrifugiert und jener Anteil an Stickstoffverbindungen der im Überstand löslich war gemessen. Die Proteingehalte der Proben, sowie der Aliquote des eingedampften Überstandes wurden anschließend mittels Dumas (DuMaster, D-480, Büchi, Schweiz) bestimmt. Unbehandelter (luftgetrockneter) Körnermais und Weizen dienten als Kontrolle.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Prozedur NLMIXED (SAS 9.4, SAS Institute Inc.). Dabei wurde für die Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais und Weizen jeweils ein mehrfaktorielles, lineares Regressionsmodell ($z = a + bx + cy + dxy$) unterstellt, wobei x den Zeiteffekt und y den Temperatureffekt darstellt (Tabelle 2). Zudem wurde getestet inwieweit sich bestimmte Regressionsparameter beider Kurven unterscheiden um mögliche Reaktionen der KOH-Löslichkeit auf Temperatur x Zeit abzuleiten, die den spezifischen Rohproteinfraktionen von Körnermais und Weizen zuordenbar sind. Das Signifikanzniveau wurde bei $P \leq 0.05$ festgesetzt. Die Messdaten der Proteinlöslichkeit und ihre Beziehung zur Temperatur und Einwirkzeit wurden einerseits exemplarisch für die Einwirkzeit von 12h (Abbildung 1) und andererseits dreidimensional in Streudiagrammen dargestellt (Abbildung 2).

Ergebnisse

In Tabelle 1 werden die Rohnährstoffgehalte von luftgetrocknetem und intensiv getrocknetem Körnermais und Weizen gegenübergestellt. Bezogen auf die Trockenmasse konnten hierbei keine analytischen Unterschiede zwischen den nicht und hochtemperierten Proben festgestellt werden. Demgegenüber konnte nachgewiesen werden, dass sowohl beim Körnermais als auch beim Weizen der Gehalt an Zucker in der hochtemperierten Variante nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Zusätzlich wird ebenfalls die KOH-Löslichkeit des Rohproteins beider Extremvarianten dargestellt.

Tabelle 1. Gegenüberstellung des Nährstoffgehaltes sowie der KOH-Löslichkeit des Rohproteins von luftgetrockneten und intensiv getrockneten Körnermais und Weizen (% XP)

	Probe	TM	XA	XP	XL	gXL	XZ	XS	KOH-Löslichkeit
Körnermais	Luftgetrocknet	91,79	1,25	8,27	3,66	4,61	2,14	76,21	72,89
	24 h, 150°C	99,48	1,25	8,26	3,97	4,78	n.d.	76,52	14,92
Weizen	Luftgetrocknet	87,62	2,00	17,22	1,76	2,62	2,25	68,23	93,89
	24 h, 150°C	99,96	2,06	17,20	1,88	2,51	n.d.	67,47	15,31

TM, Trockenmasse; XA, Rohasche; XP, Rohprotein; XL, Rohfett; gXL, Gesamtfett (nach Säureaufschluss); XZ, Gesamtzucker; XS, Stärke; n.d., nicht detektierbar.

Abbildung 1 stellt den Verlauf der KOH-Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais und Weizen, über die verschiedenen Temperaturstufen beispielhaft für 12 h Einwirkzeit dar. Die vollständige Beziehung zu Trocknungstemperatur und Einwirkzeit auf die KOH-Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais und Weizen, ist in Abbildung 2 dreidimensional dargestellt. Grundsätzlich wies die KOH-Löslichkeit des Rohproteins zwischen Körnermais und Weizen im unbehandelten Ausgangsprodukt deutliche Unterschiede auf. Auf Basis der Ergebnisse waren 93,9 % des Rohproteins von unbehandeltem Weizen löslich, wohingegen bei Körnermais eine Löslichkeit von 72,9 % nachgewiesen werden konnte. Sowohl für Körnermais als auch Weizen zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Interaktion von Zeit und Temperatur, wobei in jedem Fall das am intensivsten behandelte Produkt (24 h, 150°C) die niedrigste Proteinlöslichkeit aufwies (Körnermais: 14,92 %; Weizen: 15,31 %). Die höchste Proteinlöslichkeit war ausschließlich bei Weizen in der unbehandelten (luftgetrockneten) Probe nachweisbar (93,89 %). Demgegenüber zeigten sich beim Körnermais über die ersten Stufen der Einwirkung von Zeit und Temperatur (80°C, 90°C, 100°C) durchwegs höhere Löslichkeiten des Proteins, verglichen mit dem Ausgangsprodukt (72,89 %), mit durchschnittlich +5,40 % mehr an löslichem Anteil (Höchstwert: +9,96 % bei 90°C und 6h). Dabei reduzierte die zunehmende Einwirkzeit in Abhängigkeit der Temperaturstufe die Zunahme in der Löslichkeit des Rohproteins. Die Zunahmen waren über die ersten Stunden bei 90°C und 100°C durchwegs höher als bei 80°C, demgegenüber brachen diese gegen Ende der 24 h und höheren Temperaturen weitaus drastischer ein. Grundsätzlich wiesen diese Trends gewisse Inkonsistenzen bei der Beobachtung über die Zeit auf. Erst ab 100°C und einer Einwirkzeit von 24 h sank beim Körnermais die Löslichkeit des Rohproteins erstmals unter das Ausgangsniveau (-1,68 %). Dieser Trend setzte sich kontinuierlich fort, wobei innerhalb einzelner Temperaturstufen die Verluste nichtlinear über die Zeit abnahmen und mit steigender Temperatur immer drastischer wurden. Beim Weizen führte jegliche Hitzebehandlung unabhängig von der Einwirkzeit zu einer geringeren Löslichkeit des Rohproteins verglichen mit dem Ausgangsprodukt. Allerdings wiesen diese Trends bis einschließlich 110°C deutliche Fluktuationen bei der Betrachtung über die Einwirkzeit auf. Erst ab 120°C zeigte sich mit weiterer Temperatursteigerung eine kontinuierliche nicht-lineare Abnahme der Löslichkeit über die Einwirkzeit.

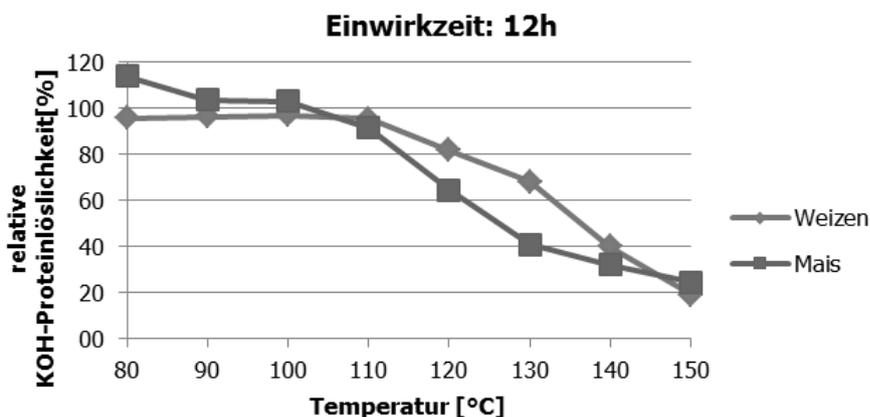


Abbildung 1: Relative (Kontrolle = 100 %) KOH- Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais und Weizen im Vergleich bei einer Einwirkzeit von 12 h.

Tabelle 2 stellt mehrfaktorielle Regressionsanalysen (Zeit, Temperatur, Zeit x Temperatur) der in Abbildung 2 dargestellten Rohdaten dar. Sowohl für die Proteinlöslichkeit in Körnermais, als auch Weizen war es möglich Regressionsmodelle mit hoher Schätzgenauigkeit abzuleiten ($R^2 = 0,81$ und $0,73$ für Körnermais bzw. Weizen). Des Weiteren waren die Kurvenparameter beider Modelle in jedem

Fall signifikant an der Beschreibung der Gesamtvarianz des Datensatzes beteiligt ($P < 0,0001$ in alle Fällen). Ein statistischer Abgleich der Modelle gegeneinander zeigte lediglich für den Y-Achsenabschnitt einen signifikanten Unterschied ($P < 0,0001$), der auf das unterschiedlich hohe Ausgangsniveau in den unbehandelten Produkten zurückzuführen ist.

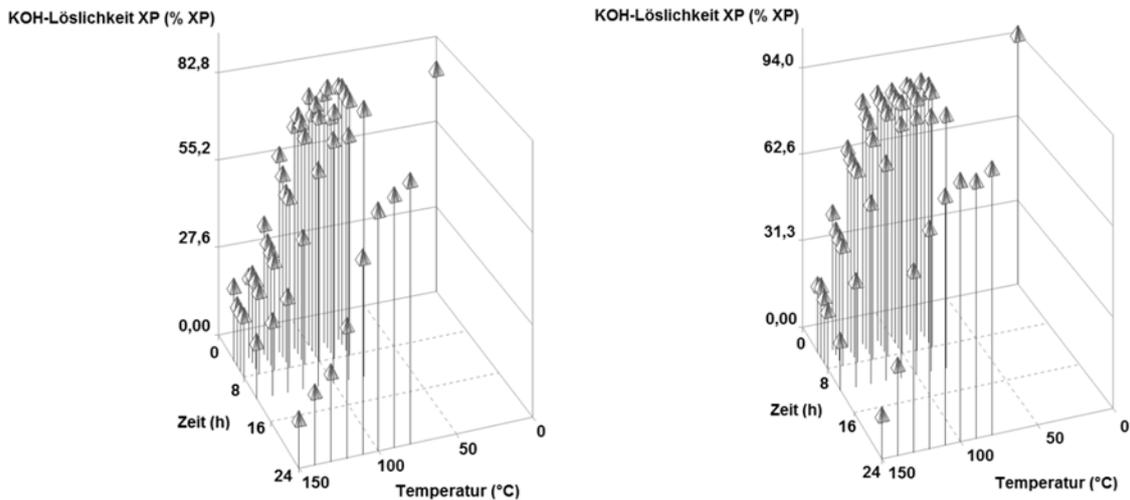


Abbildung 2. Interaktion von Einwirkzeit (h) und Temperatur (°C) auf die KOH-Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais (links) und Weizen (rechts). h, Stunde; KOH, Kalilauge; XP, Rohprotein.

Tabelle 2. Mehrfaktorielle Regression zur Interaktion von Einwirkzeit (h) und Temperatur (°C) auf die KOH-Löslichkeit des Rohproteins von Körnermais und Weizen

		Parameter Schätzer	SE	P	R ²	
Körnermais	$y = a + bx + cy + dxy$	a	106 ^b	8,26	<0,0001	0.81
		b	4,31	0,84	<0,0001	
		c	-0,42	0,07	<0,0001	
		d	-0,04	0,007	<0,0001	
Weizen	$y = a + bx + cy + dxy$	a	121 ^a	10,4	<0,0001	0.73
		b	4,41	1,06	<0,0001	
		c	-0,41	0,09	<0,0001	
		d	-0,04	0,009	<0,0001	

KOH, Kalilauge; P, Wahrscheinlichkeit für einen statistischen Fehler 1. Art; SE, Standardfehler des Schätzers; R², Bestimmtheitsmaß des jeweiligen Modells. Geschlossene Batches von Körnermais und Weizen wurden verschiedenen Temperaturen ausgesetzt. Die Probenahme erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb der 24 h Einwirkzeit. Zeitpunkte der Probenahme: 0, 5, 6, 7, 8, 12, 24 h; Temperaturspannen: 0, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150°C.

Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Regressionsparametern beider Modelle hin. Das Signifikanzniveau lag bei $P < 0,05$.

Diskussion

Proteine von thermisch unbehandelten Futtermitteln stellen in ihrer Konfiguration eine intakte dreidimensionale Struktur dar. Parameter wie Temperatur und Einwirkzeit resultieren in einer Denaturierung und in der Folge, einer Änderung der Ausrichtung der Proteine im dreidimensionalen

Raum. Im folgenden Versuch konnte gezeigt werden, dass sich unbehandelte (luftgetrocknete) Körnermais und Weizen in ihrer nativen Proteinlöslichkeit maßgeblich (21 %) unterscheiden. Auch der Eintrag unterschiedlicher Zeit- und Temperaturkombinationen wirkte sich bei beiden Kulturen auf diesen Parameter unterschiedlich aus. Im Gegensatz zu Weizen stieg die Proteinlöslichkeit von Körnermais zunächst mit zunehmender Trocknungstemperatur. Erst unter Einwirkung höherer Temperaturen über einen längeren Zeitraum (ab 12h bei 110°C), konnte auch hier ein kontinuierlicher zunehmender Abfall der Löslichkeit des Proteins beobachtet werden. Speziell bei Sojafuttermitteln findet die Qualitätskontrolle mittels Feststellung der Proteinlöslichkeit sehr häufige Anwendung und ist wissenschaftlich sehr gut dokumentiert. Căpriță et al. (2010) nutzte bei der Behandlung von Sojaextraktionsschrot ansteigende Einwirkzeiten (5, 10, 15, 20, 25 und 30 Minuten) bei einer trockenen Temperatur von 120°C. Die unbehandelte Probe wies eine Proteinlöslichkeit von 89,65 % auf wohingegen diese mit ansteigender Einwirkzeit deutlich abnahm (89,6; 87,4; 87,0; 80,2; 72,2; 68,3 und 65,2 % XP). Diese Ergebnisse können auch durch Batal et al. (2000) bestätigt werden. In deren Versuchen wurde ebenfalls ein Sojaprodukt bei einer Einwirktemperatur von 121°C unter Anwendung ansteigender Einwirkzeiten (0, 10, 20, 30 Minuten) autoklaviert. Innerhalb der ersten 10 Minuten sank die Proteinlöslichkeit von 89 auf 79 % XP, blieb dann nahezu konstant nach einer Einwirkzeit von 20 Minuten (76 % XP) und erreichte nach 30 Minuten einen Wert von 67 % XP. Demgegenüber sind für Körnermais und Weizen bezüglich Trocknung und deren Auswirkung auf die Proteinlöslichkeit nur wenige Literaturstellen verfügbar. Oftmals wird jedoch in der Literatur eine „Braunfärbung“ auf Grund der Maillard-Reaktion, veränderter Geruch des Trockengutes, sowie eine reduzierte Verdaulichkeit und tierische Leistungsfähigkeit nachgewiesen (Odjo et al., 2015).

Peplinski et al. (1994) trocknete feuchten (30 %) Körnermais bei 25, 40, 55, 70, 85 und 100°C und konnte einen deutlichen Rückgang der Proteinlöslichkeit in Wasser nachweisen, wobei speziell ab 70°C eine deutliche Reduktion ersichtlich war (25°C: 15 % TM; 70°C: 12% TM; 100°C: 8 % TM). Diese Ergebnisse konnten auch durch vorangegangene Studien bestätigt werden (Peplinski et al., 1975). Dieser Umstand konnte auch durch neuere Studien (Kaczmarek et al., 2013) bei der Anwendung von unterschiedlichen Zeit- und Temperaturkombinationen beim Mais nachgewiesen werden. Der Eintrag an trockener Hitze erfolgte für 5 h 50 Minuten bei 60°C, 5 h 40 Minuten bei 100°C und 5 h 10 Minuten at 140°C. Die KOH-Proteinlöslichkeit betrug: 94,4, 78,2 und 32,8 % XP für die angegebenen Behandlungsintensitäten. Barrier-Guillot et al. (1993) zeigten in Versuchen, dass die Trocknung von Körnermais keinesfalls 130°C übersteigen sollte, da eine deutliche Reduktion der Aminosäurenverdaulichkeit speziell von Lysin, beim Geflügel und Schwein nachgewiesen werden konnte. Dieses Ergebnis kommt jenem Punkt der Behandlungsintensität recht nahe, bei dem in der vorliegenden Studie der beginnende Abfall der Proteinlöslichkeit von Körnermais mit zunehmender Temperatur eintrat. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Löslichkeit des Rohproteins beim Körnermais tatsächlich sehr stark negativ mit der Bildung von Maillardprodukten korreliert ist, was einen interessanten Ansatzpunkt für weitere Folgeuntersuchungen darstellt. Inwieweit dies auch für Weizen zutrifft, dessen Proteinlöslichkeit über das beobachtete Behandlungsspektrum kontinuierlich abfiel, muss ebenfalls noch geklärt werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist jedoch noch ungeklärt, ob die Ergebnisse generelle Speziesunterschiede widerspiegeln oder inwieweit andere Parameter wie Sorteneffekte, Lagerbedingungen und weitere Faktoren Einfluss nehmen. Die bereits erwähnte Studie von Barrier-Guillot et al. (1993) beschreibt diesbezüglich den Vergleich zweier verschiedener Maissorten, welche bei identer thermischer Behandlung unterschiedliche Verdaulichkeiten auswiesen. Dieses Ergebnis könnte durch eine Studie von Hemetsberger et al. (2019) erklärt werden. Dabei wurde die Abnahme der Proteinlöslichkeit in Kalilauge von 7 rohen Sojabohnensorten nach einer Autoklavierung (105°C; 60 Minuten) ermittelt. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich die Sorten nach identer Behandlung sehr stark in der

Proteinlöslichkeit unterscheiden (von 2,1 % bis 22,9 %). Dieser Umstand war den Autoren zufolge unterschiedlichen Gehalten an reduzierenden Zuckern geschuldet. In diesem Zusammenhang ist der Befund aus der vorliegenden Studie, hinsichtlich der fehlenden Nachweisbarkeit des Gesamtzuckers in intensiv behandelten Körnermais und Weizen sehr interessant. Diese könnte zumindest teilweise mit der Reaktion freier, reduzierender Zucker mit bestimmten Aminosäuren im Zuge der Bildung von Maillardprodukten in Zusammenhang stehen. Die verfügbare Literatur weist für Getreide im Mittel einen Anteil von ~35 % der reduzierenden Zucker an der gesamten Fraktion freier löslicher Zucker auf (Batra et al., 1982, Kumar und Singh, 1981, Jood et al., 1993). Weiterführende Untersuchungen müssen klären ob die Fraktion freier löslicher Zucker, und insbesondere der freien, reduzierenden Zucker, ein verlässlicher und leicht zu erhebender Parameter für hitzebedingte Proteinschädigung im Getreide ist.

Schlussfolgerung

Die erhobenen Daten weisen darauf hin, dass sich Körnermais und Weizen bezüglich der KOH-Löslichkeit des Rohproteins und dessen Reaktion auf unterschiedliche Trocknungstemperatur und -dauer stark unterscheiden. Dies legt grundlegende Unterschiede in der Zusammensetzung des Proteoms dieser Pflanzenarten nahe. Im Kontext mit der verfügbaren Literatur erscheint es zudem interessant sich zukünftig auch mit dem Einfluss der Sorte zu beschäftigen. Des Weiteren sollte die Proteinschädigung im Zusammenhang mit weiteren Nährstofffraktionen, insbesondere der Zuckerfraktion, untersucht werden, um die Entwicklung verlässlicher und analytisch einfach zu erfassender Parameter der Proteinschädigung voranzutreiben.

Literatur

- Araba, M., and Dale, N. M., Evaluation of protein solubility as an indicator of over processing soybean meal, *Poultry Science*, 1990, 69, 76-83.
- Barrier-Guillot, B., Jondreville, C., Chagneau, A. M., Larbier, M., Leuillet, M. 1993. Effect of heat drying temperature on the nutritive value of corn in chickens and pigs. *Animal Feed Science and Technology* 41, 149-159.
- Batal, A. B., Douglas, M. W., Engram, A. E., and Parsons, C. M. 2000. Protein Dispersibility Index as an Indicator of Adequately Processed Soybean Meal. *Poultry Science* 79, 1592-1596.
- Batra VIP, Bansal HC, Mehta SL. 1982. Carbohydrate composition of developing grains of the high-lysine barley mutant (Notch-2) and its parent (NP 113). *J Sci Food Agr.* 33:30-34.
- Camire M.E., Camire A., Krumhar K., 1990. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 29, 35-57.
- Căpriță, R., ; Căpriță, A., & Crețescu, I. (2010). Protein Solubility as Quality Index for Processed Soybean. *Animal Science and Biotechnologies* , vol. 43, pp.375-378.
- Cowieson A. J., 2004: Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. *Animal Feed Science and Technology* 119, 293-305.
- FAOSTAT. 2018. Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics division, Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Hemetsberger, F., Kneifel, W., Schedle, K. 2019. Einfluss der Sorte auf die Wirkung einer Hitzebehandlung von Sojabohnen. ALVA – Jahrestagung 2019: Weinbau und Klima, Klosterneuburg.
- Jood S, Kapoor AC, Singh R. 1993. Available carbohydrates of cereal grains as affected by storage and insect infestation *Plant Food Hum Nutr.* 43:45-54.
- Kaczmarek S., Cowieson A. J., Jozefiak D., Rutkowski A., 2013. Effect of maize endosperm hardness, drying temperature and microbial enzyme supplementation on performance of broiler chickens. *Animal Production ScienceAnim. Prod. Sci.*, 54, 956-965.
- Kumar R, Singh R. 1981. Free sugars and their relationship with grain size and starch content in developing wheat grains. *J Sci Food Agr.* 32:229-234.

VDLUFA, 2012. Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt: VDLUFA-Verlag.

Odjo, D. P. S., Malumba Kamba, P., Beckers, Y., & Béra, F. (2015). Impact of drying and heat treatment on the feeding value of corn. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 19(3), 301-312.

Peplinski, A. J., Brekke, O. L., Griffin, E. L., Hall, G., Hill, L. D. 1975. Corn quality as influenced by harvest and drying conditions. *Cereal foods world* 20, 145.

Peplinski, A. J., Paulis, J. W., Bietz, J. A., Pratt, R. C. 1994. Drying of high-moisture corn: Changes in properties and physical quality. *Cereal Chemistry* 71, 129-132.

Autorenanschrift:

¹Dr. Reinhard Puntigam

Universität für Bodenkultur Wien
Muthgasse 11/1. Stock
A-1190 Wien
E-mail: reinhard.puntigam@boku.ac.at

²Dr. Daniel Brugger

Lehrstuhl für Tierernährung
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Hans-Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising, Deutschland

**We create
chemistry**

BASF

We create chemistry

**that makes phytase love
challenging environments.**

Natuphos[®] E

- Novel hybrid 6-phytase of bacterial origin
- Unprecedented overall enzyme stability
- Outstanding economic and environmental benefits



Check here for
more information.

By using Natuphos[®] E, you benefit from our experience in pioneering research. Our totally new hybrid 6-phytase is the most stable phytase in challenging environments – no matter whether in the animal's stomach or gut, during pelleting processes, or stored on a container ship. You can reach a new level of efficiency while saving more resources and costs. It's because at BASF, we create chemistry.

www.animal-nutrition.basf.com

natuphos[®] E

EFFICIENT BY EXPERIENCE

hybrid 6-phytase



Note: National regulations may vary and need to be considered prior to product use.

Beurteilung der nXP-Versorgung der Milchkuh am Milcheiweiß

Hubert Spiekers*, **Bernd Losand****, **Eckhard Stamer*****, **Julia Glatz-Hoppe****

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

** LFA MV, Institut für Tierproduktion, Dummerstorf

*** Tier-Daten GmbH, Brunx

Einleitung

Die Rationskontrolle bei der Milchkuh kann für das nutzbare Rohprotein am Darm (nXP) nur bedingt über den Gehalt an Milcheiweiß erfolgen, da der Gehalt an Milcheiweiß auch vom Gehalt an MilCHFett abhängt. Von Spiekers et al. (2009) wurde daher der Vorschlag unterbreitet das Milcheiweiß auf den Gehalt an Energie in der Milch zu beziehen. Der Vorschlag ist bisher nicht an einem größeren Datenmaterial validiert worden. An dem umfangreichen Datenmaterial aus dem Verbundprojekt optiKuh (Spiekers et al. 2018) (www.optikuh.de) wurde daher eine Validierung durchgeführt. Die Ergebnisse sollen in die aktuelle Diskussion zum Controlling der Milchkuhfütterung einfließen.

Material und Methoden

An dem Datenmaterial der 12 Versuchsbetriebe aus dem Verbundprojekt optiKuh wurde der Ansatz von Spiekers et al. (2009) geprüft. Bei den verfügbaren Daten aus optiKuh wurden folgende Grenzen gesetzt: Laktationstag 6 bis 320, Futtaufnahme von 4,4 bis 38 kg TM/Tag, Datensätze ohne Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) und/oder MilChharnstoffgehalt wurden nicht berücksichtigt. Es verblieben 49.275 Beobachtungen. In drei Betrieben wurden Fleckvieh, in 8 Betrieben Deutsche Holstein und in einem Betrieb Braunvieh und Fleckvieh einbezogen. Nicht in allen Betrieben wurde die gesamte Laktation betrachtet. Entsprechend der Empfehlung von Spiekers et al. (2009) wurden folgende Klassen unterschieden:

Klasse	Milcheiweiß	Beurteilung der nXP-Verorgung
	g/MJ	
1	< 9,8	Mangel
2	> 9,8 – 10,3	Unterversorgung
3	> 10,3 – 10,8	Passend
4	> 10,8	Übersorgung

Der Energiegehalt in der Milch wurde nach GfE (2001) wie folgt berechnet: $0,95 + (0,21 \times \text{Eiweiß } \%) + (0,38 \times \text{Fett } \%)$. Die Angaben zur nXP-Versorgung stammen aus dem vorliegen Datensatz entsprechend der Absprachen in optiKuh. Die Proteinversorgung sollte sich an den Maßgaben der GfE (2001) orientieren. Neben dem Saldo an NEL wurde auch der Saldo an nXP berechnet.

Die Auswertungen erfolgten mit SAS 9.4. und der Prozedur „mixed“ (Methode „reml“). In das Modell ging der Versuchsbetrieb (farm), Laktationsnummerklasse (kw) und die Milcheiweißklasse (Klasse) mit

dem Modell: $Y = \mu + \text{farm} + \text{kw} + \text{Klasse} + e$ ein. Die Berechnung der LS-Means erfolgte nach dem Tukey-Kramer-Verfahren. Es wurden die Laktationen 1 bis 4 sowie größer 4 unterschieden. Die Schätzung der Laktationskurven erfolgte nach Ali und Schaeffer (1987) unter Berücksichtigung der „4 Kovarianzparameter“.

Ergänzend erfolgten Auswertungen nach dem nXP-Saldo und der RNB. Hierbei wurden die Gruppen kleiner null und größer null beim nXP und kleiner - 4,29 g/Tag, - 4,29 bis 4,91 und > 4,91 bei der RNB unterschieden. Die - 4,29 g N/Tag ergaben sich an dem Schnittpunkt der Regressionsgeraden bei einem Milchharnstoffgehalt von 150 ppm und die 4,91 g bei 250 ppm Milchharnstoff.

Ergebnisse und Diskussion

Aus der Tabelle 1 sind die ermittelten Daten für die Milcheiweißklassen 1 bis 4 zu ersehen. Die größte Besetzung ergibt sich für die Klasse 4 Überversorgung mit 41 % der Beobachtungen. Die Klassen 1 Mangel und 2 Unterversorgung sind mit 11 bzw. 24 % besetzt. Eine Differenzierung ist somit gegeben. Wie vor Beginn der Versuche geplant, sind die Versorgung mit nXP und die RNB je kg TM entsprechend der Empfehlung der GfE (2001). Eine Differenzierung zwischen den Gruppen zeigt sich nicht. Der entscheidende Unterschied zwischen den Gruppen liegt in der Futteraufnahme und der gegenläufigen Milchleistung. In Klasse 1 ist die Futteraufnahme mit 20,2 kg TM je Tag am niedrigsten und die Milchleistung mit 37,3 kg je Tag am höchsten. Dies findet entsprechend Niederschlag im Energiesaldo. In Klasse 3 ist dieser ausgeglichen und in Klasse 1 mit -27 MJ NEL stark negativ. In Klasse 4 ist der Saldo mit 8 MJ NEL je Tag positiv. Entsprechend der NEL-Salden ist davon auszugehen, dass Energie im Körper ausgelagert bzw. angesetzt wurde.

Beim nXP findet sich die Abstufung in gleicher Weise. Allerdings ist nur die Klasse 1 mit -36 g nXP je Kuh und Tag leicht negativ. Die Daten stehen in Übereinstimmung mit der Auffassung, dass nur sehr geringe Mengen an Körperprotein zur Milchbildung genutzt werden können. Die Tiere der Klasse 1 reagieren mit einer starken Reduktion der Milcheiweißsekretion in Relation zur Abgabe von Energie mit der Milch. Dies drückt sich in dem geringen Milcheiweißgehalt von 9,3 g je MJ aus. Im Vergleich zur Zielgröße von 10,8 g Milcheiweiß je MJ fehlen 189 g Milcheiweiß je Kuh und Tag. Dies entspricht nach GfE (2001) **189 x 2,1 = 397 g nXP**. Bei 155 g nXP je kg TM sind dies 2,6 kg Futter-TM. Die Differenz zwischen Milchleistung und Milcheiweißleistung erklärt sich aus dem Abbau von Körpersubstanz. Diese stellt Energie zur Verfügung und nur wenig Protein. Für eine bedarfsdeckende Versorgung mit nXP wäre bei der realisierten Futteraufnahme eine entsprechende Anhebung der Gehalte im Futter erforderlich. In der Klasse 4 (Überversorgung) könnte eine Absenkung der nXP-Gabe über das Futter erfolgen.

In allen Gruppen ist im Mittel die RNB ausgeglichen. Dies zeigt sich auch an den Milchharnstoffgehalten, die in allen Gruppen im Mittel bei etwa 200 ppm liegen. Große Differenzen zeigen sich bei den Gehalten an Milchfett. In der Klasse 1 zeigen sich mit im Mittel 4,55 % erhöhte Werte, die unter anderem durch den Abbau von Körpersubstanz zu erklären sind. In der Klasse 4 liegen die Milchfettgehalte im Mittel bei 3,58 % und somit relativ niedrig. Die unterschiedliche Relation von Milcheiweiß und Milchfettgehalt wirkt sich entsprechend auf die Fett-Eiweiß-Quotienten aus. Insbesondere in Klasse 1 ist das Niveau mit im Mittel 1,48 sehr hoch und zeigt somit den verstärkten Abbau von Körpersubstanz an. In der Klasse 4 zeigt sich mit 1,01 das geringste Niveau. Die Gehalte an Milcheiweiß und Milchfett liegen in dieser Klasse auf gleicher Höhe.

Tabelle 1: Auswertung der optiKuh-Daten nach Milcheiweißklasse, Least Squer Means (LSM) und Standardfehler (StdErr)

Milcheiweißklasse		1		2		3		4		Summe
nXP-Versorgung		Mangel		Unter- versorgung		Passend		Über- versorgung		
Häufigkeit, n		5.552		6.872		16.735		20.116		49.275
Anteil, %		11		14		34		41		100
	Einheit	LSM	StdErr	LSM	StdErr	LSM	StdErr	LSM	StdErr	P-Wert
Laktationstag	D	69	1,4	103	1,3	127	1,1	142	1,0	<0,0001
nXP	g/kg TM	155	0,11	154	0,10	154	0,08	155	0,08	<0,0001
RNB	g/d	2,2	0,33	1,2	0,31	0,9	0,26	-0,3	0,25	<0,0001
Futtermverzehr	kg TM/d	20,3	0,07	21,4	0,06	21,7	0,05	21,9	0,05	<0,0001
Milchmenge	kg/d	37,3	0,14	35,5	0,13	34,0	0,11	33,1	0,11	<0,0001
Milcheiweiß	%	3,09	0,005	3,25	0,004	3,38	0,004	3,52	0,004	<0,0001
Milchfett	%	4,55	0,009	4,16	0,009	3,95	0,009	3,58	0,007	<0,0001
NEL-Saldo	MJ/d	-27	0,42	-9	0,39	0	0,33	8	0,32	<0,0001
nXP-Saldo	g/d	-36	8,1	112	7,8	170	6,5	157	6,4	<0,0001
Milcheiweiß	g/MJ	9,3	0,007	10,1	0,006	10,7	0,005	11,6	0,005	<0,0001
Fett/Eiweiß	Quotient	1,48	0,002	1,28	0,002	1,16	0,001	1,01	0,001	<0,0001
Milchharnstoff	ppm	194	0,91	201	0,85	200	0,72	198	0,70	<0,0001
Bilanzierung der Proteinversorgung zur Bildung von Milcheiweiß										
Milchenergie	MJ/kg	3,33		3,21		3,16		3,05		
Milcheiweißsaldo*	g/d	-189		-78		-12		77		
nXP-Saldo**	g/d	-397		-166		-25		162		

* Zielgröße: 10,8 g je MJ; ** Milcheiweißsaldo x 2,1 nach GfE (2001)

Über die Berechnung von Korrelationskoeffizienten sollte beurteilt werden wovon in der zugrundliegenden Stichprobe der Milcheiweißgehalt je MJ beeinflusst wird. Die Daten sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten nach Pearson für g Eiweiß je MJ Energie in Milch mit ausgewählten Kennwerten in Futter, Milch und Blutplasma

Kenngröße	Einheit	Korrelations- koeffizient	P-Wert	Beobachtungen n
nXP	g/d	0,15	< 0,0001	46.317
RNB	g/d	-0,02	< 0,0001	49.275
Energiesaldo	MJ NEL/d	0,36	< 0,0001	46.680
nXP-Saldo	g/d	0,07	< 0,0001	49.275
Milcheiweiß	%	0,48	< 0,0001	49.275
Milchfett	%	-0,54	< 0,0001	49.275
Milchharnstoff	ppm	0,02	< 0,0001	49.275
Fett-Eiweiß-Quotient		-0,93	< 0,0001	49.275
Kenngrößen im Blutplasma				
β-Hydroxy-Butyrat	mmol/l	-0,34	< 0,0001	3.955
NEFA	mmol/l	-0,41	< 0,0001	3.955
IGF 1	ng/ml	0,37	< 0,0001	3.873
Glukose	mmol/l	0,23	< 0,0001	3.955

Der stärkste Zusammenhang zeigt sich beim Fett-Eiweiß-Quotient mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,93$. Dies steht in Übereinstimmung mit dem Problem der ungenügenden Proteinversorgung in Relation zur Milchleistung bei Abbau von Körpersubstanz und der Nutzung zur Milchbildung. Die Proteinversorgung über das Futter steht nur in geringem Zusammenhang, wobei zu beachten ist, dass im Mittel die RNB ausgeglichen war und die Versorgung mit nXP in der TM den Empfehlungen entsprach. Bei den untersuchten Kenngrößen im Blut zeigen sich die erwarteten Zusammenhänge. Zu beachten ist hierbei, dass nur ein Teil der Tiere untersucht wurde und die fünf Probenahmeterminen sich über die gesamte Laktation erstreckten (Schmicke 2018; Schmitz et al. 2018). Die Auswertungen zeigen, dass dem Fett-Eiweiß-Quotienten in der Interpretation der Milchinhaltsstoffe eine überragende Bedeutung zukommt.

Interessant sind auch die Laktationskurven in Abhängigkeit von den Klassen des Milcheiweißgehaltes je MJ Energie in Milch (s. Abbildung 1). Die Klassen 2 und 3 zeigen eine typische Laktationskurve. In der Klasse 1 ist die Persistenz klar verschlechtert. Für die eher übersorgten Tiere der Klasse 4 zeigt sich eine sehr gute Persistenz. Zu beachten ist hierbei, dass das Niveau im Milchfettgehalt in dieser Klasse mit im Mittel $3,58\%$ relativ niedrig ist.

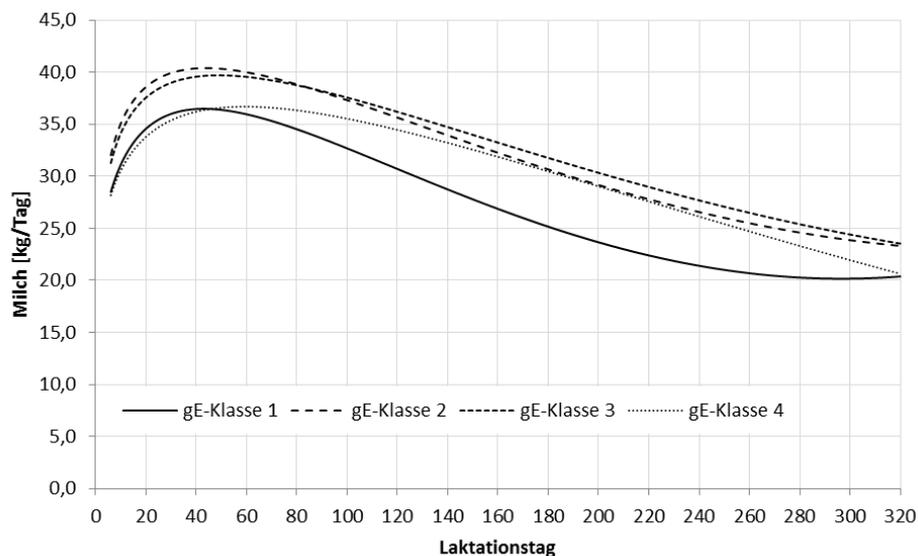


Abbildung 1: Verlauf der Laktationskurven ausgewertet nach Klassen des Milcheiweißgehaltes je MJ Energie in Milch

Die Auswertungen gestaffelt nach nXP-Saldo und RNB zeigten, dass diese im vorliegenden Datenmaterial relativ unabhängig vom Milcheiweißgehalt je MJ Energie in Milch sind. Zu erklären ist dies mit der geringen Variation in der Proteinversorgung je kg TM, da diese sich an den Empfehlungen der GfE (2001) orientierte. Weitergehende Auswertungen empfehlen sich bei stärker differenzierter Versorgung mit nXP und in der RNB. Aus Sicht der praktischen Fütterungskontrolle sind die Tiere der Milcheiweißklasse 1 jene, welche eine besondere Betreuung im Hinblick auf Förderung/Steigerung der Futteraufnahme und Ketoseprophylaxe benötigen (geringer Futterverzehr, hohe Milchfettgehalte). Da sie verstärkt Milch aus Körperfett gebildet haben, sind evtl. bereits in der Vorlaktation zu starke Fettreserven angelegt worden oder andere Fehler in der Vorbereitung und Gestaltung des Laktationsstarts (Haltung, Fütterung etc.) gemacht worden oder es handelt sich um weniger „robuste“ Tiere. Ein verstärktes Controlling ist hier geboten.

Fazit und Ausblick

Die Untersuchungen zeigen, dass eine starke Differenzierung im Milcheiweißgehalt je MJ Energie in Milch zwischen den Kühen besteht. Diese ist erheblich größer als bei Betrachtung des Milchweißgehaltes. Bei dem vorliegenden Datenmaterial besteht eine enge Beziehung zur Energieversorgung. Bei niedrigem Milcheiweißgehalt je MJ Energie in Milch ist die Futtermittelaufnahme niedriger und der Abbau von Körpersubstanz entsprechend hoch. Da Körpersubstanz in erster Linie Energie und wenig Eiweiß zur Milchbildung zur Verfügung stellt, sind die Gehalte an Milcheiweiß entsprechend erniedrigt. Die Kenngröße erscheint somit zur Beurteilung der Proteinversorgung für die Milchbildung geeignet.

Bei der nXP-Saldierung ist zu prüfen, ob neben der Berücksichtigung der erzielten Milcheiweißmenge auch die angestrebte Milcheiweißmenge angesetzt werden sollte z.B. 10,8 g Milcheiweiß je MJ Energie in Milch. Das „Defizit“ im Vergleich zur Zielplanung wird sonst unterschätzt.

Zur Beurteilung der Versorgungslage der Kuh insgesamt zeigen die Auswertungen eindeutig, dass der Fett-Eiweiß-Quotient hier von herausragender Bedeutung ist.

Zur Beurteilung der Proteinversorgung der Milchkuh erscheint der Vorschlag von Spiekers et al. (2009) geeignet. Weitere Untersuchungen an Daten mit stark variierender Versorgung an nXP und in der RNB sind zu empfehlen, um die Anwendbarkeit auch in den Randbereichen der Proteinversorgung beurteilen zu können.

Literatur

Ali, T.E. und L.R. Schaeffer (1987): Accounting covariances among test day milkyields in dairy cows. *Can. J. Anim. Science* 67 (3), 637 - 644

GfE (Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, Heft 8., DLG-Verlag, Frankfurt a.M.

Schmicke, M. (2018): Themenblock IV – Nutzung von Stoffwechselindikatoren. in: Tagungsband „Abschlussveranstaltung Verbundprojekt optiKuh“ am 30/31.01.2018 in Braunschweig. Herausgeber: Spiekers, H.; Hertel-Böhnke, P.; Meyer, U., LfL-Schriftenreihe 2/2018, 111 – 113, ISSN 1611-4159

Schmitz, R., K. Schnabel, D. von Soosten, U. Meyer, L. Hüther, H. Spiekers, J. Rehage, S. Dänicke (2018): Einfluss von Energiekonzentration im Grobfutter sowie Menge an Kraftfutter auf metabolische Parameter bei Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein während der Früh-laktation. in: Tagungsband „Abschlussveranstaltung Verbundprojekt optiKuh“ am 30/31.01.2018 in Braunschweig. Herausgeber: Spiekers, H.; Hertel-Böhnke, P.; Meyer, U., LfL-Schriftenreihe 2/2018, 126 – 129, ISSN 1611-4159

Spiekers, H., H. Nussbaum, V. Potthast (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. erweiterte und aktualisierte Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, 576 Seiten

Spiekers, H., P. Hertel-Böhnke, U. Meyer (2018): Verbundprojekt optiKuh. Tagungsband der Abschlussveranstaltung am 30/31.01.2018 in Braunschweig, Herausgeber: LfL-Schriftenreihe 2/2018, 149 Seiten, ISSN 1611-4159

www.optiKuh.de

Autorenanschrift:

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

Ethyl-cellulose rumen-protected methionine supplementation during the transition phase and in early lactation shows positive effects on the liver function, immune system, and oxidative stress of dairy cows

Lukas Bauer, Claudia Parys

Evonik Nutrition & Care GmbH, Hanau

Introduction

The period between three weeks before calving and three weeks after calving is commonly described as the transition phase. This period is the most critical phase in the productive life of high-producing dairy cows, and is characterized by the highest incidence and severity of both metabolic and infectious diseases. Inflammation responses can be activated by infection, injury as well as tissue and metabolic stress. In case of an inflammation, injury and infection greater synthesis of leukocytes is triggered which leads to an increased immune cell function which is fundamental for the efficiency and duration of the inflammatory process. In case of an inflammation acute-phase response gets triggered which alters liver function. Switching to the synthesis of positive acute-phase proteins (e.g., ceruloplasmin, haptoglobin) instead of negative acute-phase proteins (e.g., albumin) in an attempt to reestablish homeostasis is commonly described.

Most dairy cows in early lactation experience a prolonged imbalance between production of free radicals and their elimination by antioxidants, often causing cellular damage followed by a chronic inflammatory response. Oxidative stress around calving also can be a consequence of an infection-induced inflammatory response. Thus, the inflammatory events that afflict cows during early lactation are associated with physiological stressful conditions and the metabolic overload of the liver to meet the nutrient requirements for maintenance and milk synthesis.

Methionine is well researched and identified as being the first limiting amino acid in dairy cows. Methionine has several biological functions besides milk protein synthesis. Looking at the transition period in particular, lipoprotein synthesis in liver, antioxidant synthesis, and synthesis of immune-related proteins (e.g. acute phase proteins) is relevant. Supplying additional metabolizable methionine during the transition phase has been found to increase milk performance as well as to improve the immunometabolic functions of dairy cows. In the liver, methionine can be metabolized to S-adenosyl methionine, a fundamental methyl donor, as well as phosphatidylcholine, which is a main constituent of very low-density lipoproteins. Furthermore, methionine metabolism can generate intracellular antioxidants such as glutathione (GSH) and taurine. Therefore, the general hypothesis of the study was that feeding ethyl-cellulose rumen-protected methionine (RPM) to obtain a Lys- to- Met ratio of 2.8:1 in the metabolizable protein (MP) from d -28 relative to the expected parturition to 60 DIM would help reduce the inflammatory and oxidative stress status and enhance liver function in the cow.

Materials and methods

The research group of Dr. Juan Loor at the University of Illinois conducted a trial with 30 cows in the control group and 30 cows in the treatment group. The trial started 28 d prepartum and continued through peak lactation (60 DIM). The control ration was identical to the treatment ration except for the added Mepron® (0.09% Mepron® in DM prepartum and 0.10% in DM postpartum). These target

values derived from recent experiments demonstrating a benefit in terms of milk performance and health of supplementing rumen protected methionine to achieve a Lys:Met-ratio close to 2.8:1 in the treatment group over the whole trial period, whereas the Lys:Met-ratio in the control group was considerably higher with 3.7:1 calculated with NRC (2001).

Mepron® is a commercial rumen protected methionine source of DL-Met that resists ruminal degradation through an ethyl-cellulose film coating. The intestinal digestibility coefficient and rumen bypass of Mepron® is 90% (Schwab, 1995) and 80% (Overton et al., 1996), therefore the cows received 6.1 g of methionine available for absorption per 10 g of Mepron®. During the far-off period (from -45 to -29 d), all cows received the same diet (1.33 Mcal/kg of DM and 13.9% CP) with no RPM. The basal close-up (from -28 d to parturition), fresh (from 1 to 30 d), and high production (from 31 to 60 d) diets contained 1.47 Mcal/kg of DM and 15.3% CP, 1.67 Mcal/kg of DM and 17.7% CP, and 1.61 Mcal/kg of DM and 17.4% CP, respectively. The trial design is reported in Figure 1. Diets were mixed daily in a tumble mixer, and Mepron was top dressed on the TMR.

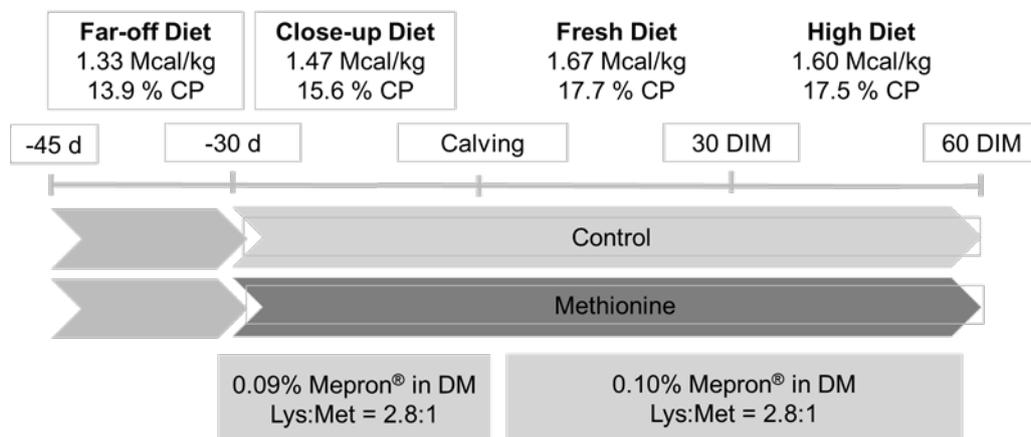


Figure 1: Trial Design

Results

Improved liver function in Mepron® supplemented cows

During the transition to lactation, the metabolic activity of liver increases substantially in large part to help meet the nutrient requirements necessary for milk synthesis. The glucose requirement has been estimated to be 1.2 kg/d at 3 wk before calving and increases to 3 kg/d as a result of hepatic gluconeogenesis at 3 wk postpartum when milk production is around 36 kg/d (Reynolds et al., 2003). The liver is also essential for the metabolism of nonesterified fatty acids taken up due to the mobilization of adipose tissue (Drackley et al., 2001). Thus, cows with optimal liver function are able to overcome the periparturient period more efficiently and exhibit signs of reduced inflammation, oxidative, and metabolic stress (Bionaz et al., 2007; Bertoni et al., 2008). Under normal physiological conditions the liver synthesizes and releases proteins and enzymes into the blood, which can be used as biomarkers of liver function (Ferre et al., 2002; Bertoni et al., 2008). Ethyl-cellulose RPM particularly increased plasma paraoxonase ($P < 0.01$) and cholesterol ($P = 0.02$) after parturition (Figure 2). The greater amount of cholesterol found in plasma was partly due to the greater DMI of the Mepron® supplemented cows shown in Batistel et al. (2017) and another reason might have been the greater synthesis of cholesterol in hepatic cells due to better liver function. Paraoxonase is an

ester hydrolase playing an important role as an antioxidant and serving as an index of liver function. On top of that, gamma-glutamyl transferase (GGT), another indicator of liver function, was 37% lower in Mepron® supplemented cows (Batistel et al., 2017). Previous research has shown that cows with better liver function have greater DMI as had cows in the current trial.

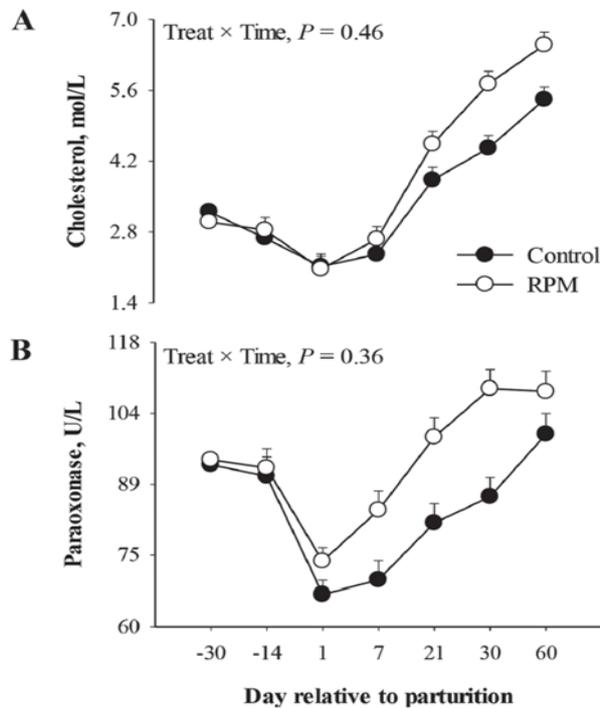


Figure 2: Effect of ethyl-cellulose rumen-protected methionine to multiparous Holstein cows from -28 through 60 DIM on plasma biomarkers of liver function (A = cholesterol; B = paraoxonase). Values represent the means \pm SEM. The data from d -30 were included as reference. Treat = treatment

Mepron® supplementation alleviates inflammation

Dairy cows experience some degree of inflammation after parturition (Bertoni et al., 2004). A retrospective study, where cows were classified by degree of liver inflammation based on plasma concentrations of acute-phase proteins, indicated that inflammation increases the risk of transition disorders and impairs animal performance during early lactation (Bertoni et al., 2008). In a recent review, Bradford et al. (2015) proposed that the duration of the inflammatory process rather than its complete avoidance is one of the normal adaptations to lactation; therefore, measuring the consequences of inflammatory conditions in the peripartum period is of importance (Trevisi et al., 2016). Among the inflammation biomarkers measured, compared with control, ethyl-cellulose RPM led to greater ($P < 0.01$) albumin (negative acute-phase protein) and lower haptoglobin ($P < 0.01$; Figure 3). This marked decrease in the concentration of haptoglobin by d 21 postpartum in ethyl-cellulose RPM-supplemented cows indicates they were able to better control the inflammatory response. Additionally, the higher concentration of plasma albumin, as well as cholesterol and paraoxonase, which are also biomarkers of anti-inflammatory responses, in ethyl cellulose RPM cows supports the idea that they were under a less pronounced inflammatory state (Trevisi et al., 2011). For cytokines, a main effect with greater IL-6 in ethyl cellulose RPM supplemented cows was detected ($P = 0.05$), whereas the concentration of IL-1 β was not affected ($P > 0.10$) by ethyl-cellulose RPM supply. Because IL-6 has proinflammatory and anti-inflammatory properties (Scheller et al., 2011), the

increased albumin and decreased haptoglobin profiles suggest that in ethyl-cellulose RPM cows it might have exerted an anti-inflammatory effect.

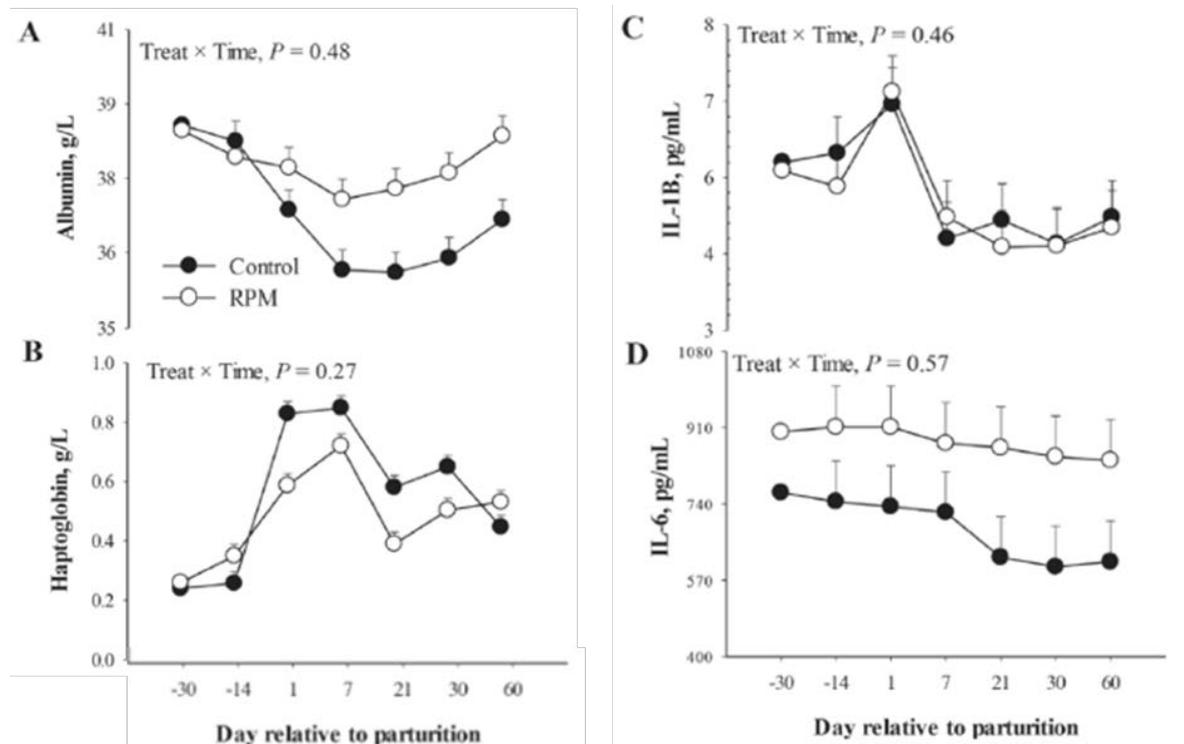


Figure 3: Effect of ethyl-cellulose rumen-protected methionine to multiparous Holstein cows from -28 through 60 DIM on plasma biomarkers of inflammation (A = albumin; B = haptoglobin; C = IL-1 β ; D = IL-6). Values represent the means \pm SEM. The data from d -30 were included as reference. Treat = treatment.

Less oxidative stress with Mepron®

Compared with control, cows supplemented with ethyl-cellulose RPM had greater plasma concentration of FRAP ($P = 0.04$) and lower concentration of ROM ($P = 0.01$; Figure 4). The higher plasma concentration of ROM in the postpartum period was expected because, in conditions of high metabolic demand, the production of free radicals is enhanced partly due to the increase in oxygen requirements (Sordillo and Aitken, 2009). Excessive and rapid production of free radicals can cause an imbalance between ROM concentrations and antioxidant mechanisms, often leading to an increase in oxidative stress. The lower plasma concentration of ROM in cows supplemented with ethyl-cellulose RPM indicated less pronounced oxidative stress status, which agrees with the profiles of inflammation biomarkers. Compared with controls, cows supplemented with ethyl-cellulose RPM had greater plasma concentrations of β -carotene and tocopherol ($P < 0.02$; Figure 4). These results partly reflect the greater DMI in RPM cows during the postpartum period (Batistel et al., 2017). The greater concentrations of those vitamins, together with greater plasma concentration of FRAP, is positively associated with antioxidant activity (Trevisi et al., 2011).

Compared with controls, cows supplemented with ethyl-cellulose RPM had higher concentrations of total glutathione and reduced glutathione in plasma ($P < 0.01$; Figure 4). These data reinforce the conclusion that cows fed ethyl-cellulose RPM experienced less oxidative stress. Glutathione performs a

vital function quenching free radicals and detoxifying xenobiotics (Wu et al., 2004). The GSH produced in liver can be used within the hepatic tissue or exported into the circulation, where it can aid in the control of systemic oxidative stress. Taken together, our results underscore the importance of methionine as a key player in the oxidative stress response, acting as a scavenger of ROM as previously observed in vitro (Campbell et al., 2016), and in dairy cows during the periparturient period (Zhou et al., 2016).

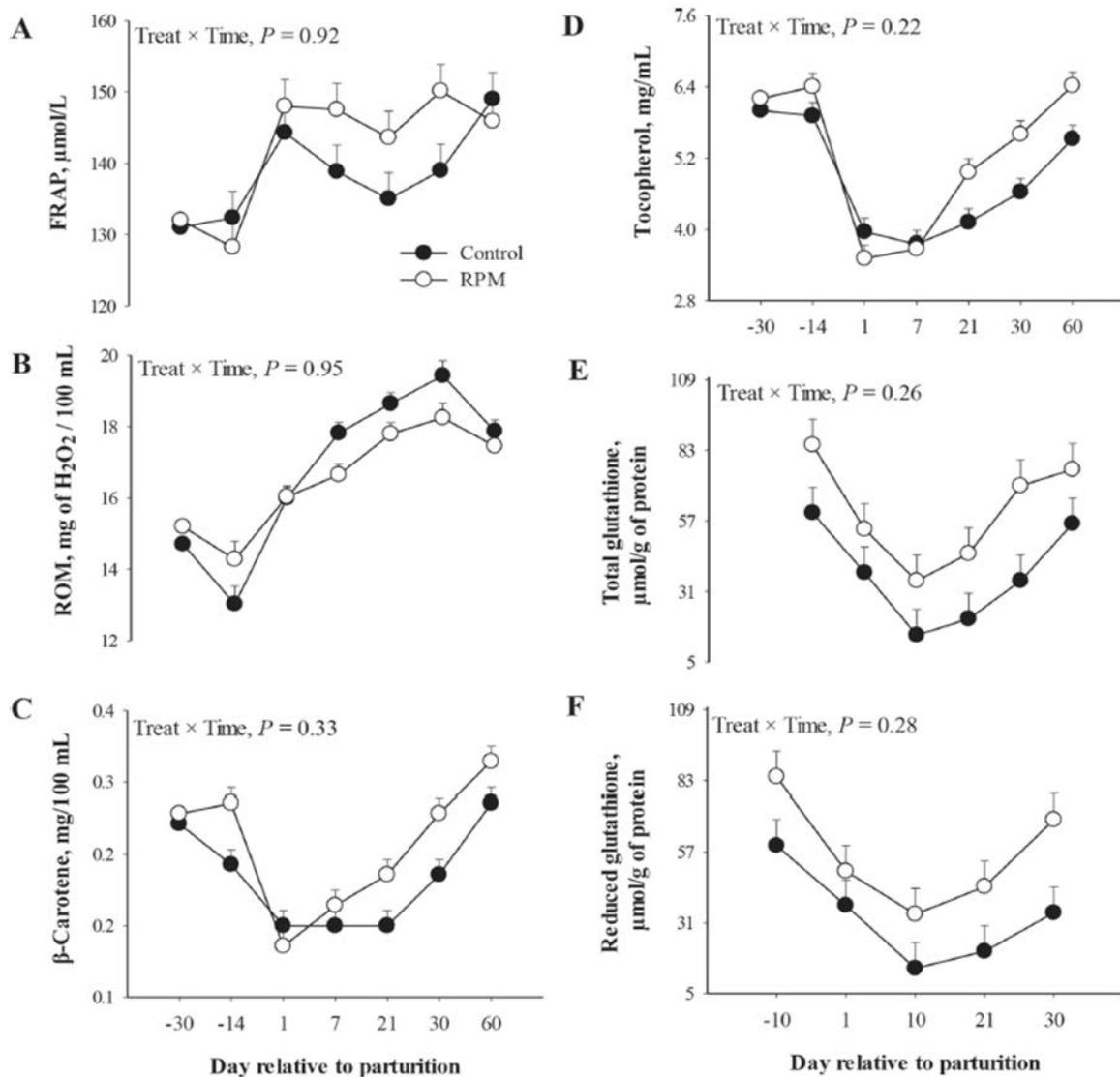


Figure 4: Effect of ethyl-cellulose rumen-protected methionine to multiparous Holstein cows from -28 through 60 DIM on plasma and liver biomarkers of oxidative stress (A = ferric-reducing ability of plasma (FRAP); B = reactive oxygen metabolites (ROM); C = IL-1 β ; D = IL-6; E = Total glutathione; F = Reduced glutathione). Values represent the means \pm SEM. The data from d -30 were included as reference. Treat = treatment.

Literature

- Batistel F, Arroyo JM, Garces CIM, Trevisi E, Parys C, Trevisi E, Ballou MA, Cardoso FC, Loor JJ (2018): Ethyl-cellulose rumen-protected methionine alleviates inflammation and oxidative stress and improves neutrophil function during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101:480-490
- Batistel F, Arroyo JM, Bellingeri A, Wang L, Saremi B, Parys C, Trevisi E, Cardoso FC, Loor JJ (2017): Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:7455-7467
- Bertoni G, Minuti A, Trevisi E (2015): Immune system, inflammation and nutrition. *Anim. Prod. Sci.* 55:354-360
- Bertoni G, Trevisi E, Han X, Bionaz M (2008): Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:3300-3310
- Bionaz M, Trevisi E, Calamari L, Librandi F, Ferrari A, Bertoni G (2007): Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions, and liver function in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1740-1750
- Bradford BJ, Yuan K, Farney JK, Mamedove LK, Carpenter AJ (2015): Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *J. Dairy Sci.* 98:6631-6650
- Campbell K, Vowinkel J, Keller MA, Ralser M (2016): Methionine metabolism alters oxidative stress resistance via the pentose phosphate pathway. *Antioxid. Redox Signal.* 24:543-547
- Drackley JK, Overton TR, Douglas GN (2001): Adaptions of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 84:E100-E112
- Ferré N, Camps J, Prats E, Vilella E, Paul A, Figuera L, Joven J (2002): Serum paraoxonase activity: A new additional test for the improved evaluation of chronic liver damage. *Clin. Chem.* 48:261-268
- Overton TR, LaCount DW, Cicela TM, Clark JH (1996): Evaluation of a ruminally protected methionine product for lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 79: 631-638
- NRC (2001): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC
- Reynolds CK, Aikman PC, Lupoli B, Humphries DJ, Beever DE (2003): Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:1201-1217
- Scheller J, Chalaris A, Schmidt-Arras D, Rose-John S (2011): The pro- and anti-inflammatory properties of the cytokine interleukin-6. *Biochim. Biophys. Acta* 1813:878-888
- Schwab CG (1995): Protected proteins and amino acids for ruminants. Pages 115-141 in *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. R. J. Wallace and A. Chesson, ed. VCH, New York, NY.
- Sordillo LM, Aitken SL (2009): Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 128:104-109
- Trevisi E, Amadori M, Cogrossi S, Razzuoli E, Bertoni G (2012): Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows. *Res. Vet. Sci.* 93:695-704
- Trevisi E, Grossi P, Cappelli P, Cogrossi S, Bertoni G (2011): Attenuation of inflammatory response phenomena in periparturient dairy cows by the administration of an omega 3 rumen protected supplement containing vitamin E. *Ital. J. Anim. Sci.* 10:277-285
- Wu G., Fang YZ, Yang S, Lupton JR, Turner ND (2004): Glutathione metabolism and its implications for health. *J. Nutr.* 134:489-492
- Zhou Z, Bulgari O, Vailati-Riboni M, Trevisi E, Ballou MA, Cardoso FC, Luchini DN, Loor JJ (2016): Rumen-protected methionine compared with rumen-protected choline improves immunometabolic status in dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 99:8956-8969.

Corresponding author:

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

Einfluss einer Ergänzung der Milchviehration mit pansengeschütztem Methionin und Lysin bei abgesenkter RNB auf Milchleistung und Futteraufnahme

Vivienne Inhuber¹, Wilhelm Windisch¹, Hubert Spiekers², Thomas Ettle²

¹ Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung, Freising-Weihenstephan

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

Einleitung

In der Fütterung von wachsenden Rindern (Mastbullenhaltung) in Bayern wird oftmals noch mit starken Rohprotein-(XP)-überhängen gearbeitet. In Milchkuhrationen findet sich häufig eine stark positive ruminale Stickstoffbilanz (RNB) (LfL 2018). Diese Protein- bzw. Stickstoffüberschüsse entstehen meist durch unausgeglichene Rationsgestaltung sowie den Einsatz von Proteinkonzentraten, wie z. B. die Sojabohne und deren Weiterverarbeitungsprodukte, die jedoch zu einem hohen Anteil aus dem Ausland importiert werden. Die Importmenge von ca. 6,2 Mio t (Bohne und Schrot) im Jahr 2008 ging fast gänzlich in die Tierhaltung (FAOStat 2010). In Frage zu stellen ist dies sowohl aus ökonomischem als auch ökologischem Hintergrund. Die bayerischen Landwirte sind dadurch stark vom z.B. Soja-/Raps-/Getreide-Weltmarktpreis abhängig. Zudem sind Importe von Futtermitteln, besonders aus Übersee, auch ökologisch umstritten. Um diesen langjährig praktizierten Futtermittelimporten entgegenzuwirken und diese somit auf ein langfristiges Minimalmaß zu reduzieren, wurden von der bayerischen Regierung einige Initiativen und Programme auf den Weg gebracht. Nach Berichten des StMELF (Pressemitteilung 08/2018) konnte in der Rinderfütterung seit 2011 der Anteil an importiertem Sojaschrot um 50 % (220.000 t) durch verstärkten Einsatz von heimischem Rapsschrot, effizientere Nutzung des Grünlandaufwuchses und die Ausweitung der bayerischen Anbaufläche für Eiweißpflanzen gesenkt werden. Besonders vor dem Hintergrund der Novellierung der Düngeverordnung und den Vorgaben zur Minderung der NH₃-Ausgasung muss aber weiter an einer Reduzierung des XP-Einsatzes gearbeitet werden.

Auf Seiten der Fütterung kann eine weitere, nachhaltige Reduzierung von Proteinträgerimporten und N-Belastung der Umwelt nur durch effizientere Eiweißfütterung und bessere Eiweißverwertung im tierischen Stoffwechsel unterstützt werden. Eiweiße sind Stickstoffverbindungen, die aus Aminosäurenketten bestehen. Im Pansen werden diese jeweils in N- und C-Ketten abgebaut und teilweise zu anderen Aminosäuren (AS) resynthetisiert. Diese werden zusammen mit unabgebauten Futter-AS an den Dünndarm transportiert, wo sie über spezifische Transporter in die Blutbahn und somit in den Stoffwechsel gelangen. Der Bedarf an AS am Dünndarm ist jedoch sehr spezifisch und stimmt nicht exakt mit der AS-Zusammensetzung des Futters überein. Folglich muss mehr Gesamt-Futterprotein zugeführt werden, damit die ausreichende Menge der einzelnen AS am Dünndarm schließlich verfügbar ist (Kirchgeßner 2014). Ein in Deutschland relativ moderner Ansatzpunkt, Proteinüberschüsse aus dem Futter zu reduzieren, liegt im Einsatz XP-reduzierter Rationen bei zeitgleicher Ergänzung mit limitierenden pansengeschützten AS. In Deutschland liegen dazu im Vergleich zu anderen Ländern (USA, Frankreich) sehr wenige Erfahrungen vor und es gibt auch keine Empfehlungen zur Ausgestaltung einer entsprechenden Fütterung. Mit vorliegend beschriebenem Versuch sollen daher die Effekte einer Zulage von pansengeschütztem Methionin und Lysin (Met +

Lys) zu einer moderat XP-reduzierten Ration auf die Milchleistung und Futteraufnahme überprüft werden.

Material und Methoden

Am LFVZ Achselschwang wurden 48 Kühe der Rassen Fleckvieh und Brown Swiss ausgewählt und während einer zweiwöchigen Adaptationsphase an die Wiegetröge im Versuchsbereich des Milchviehstalls gewöhnt. Während dieser Phase wurden einmal wöchentlich das Morgen- und Abendgemelk beprobt. Die Milchleistung und Milchleistungsparameter (Fett, Eiweiß, Lactose, Harnstoff mittels Infrarotspektroskopie) sowie Futteraufnahme, Anzahl der Laktationen, Tage in Laktation sowie Rasse dienten unmittelbar vor Versuchsbeginn der gleichmäßigen Aufteilung der Versuchstiere auf die drei Versuchsgruppen (VG) „Kontrolle“, „RNB negativ“ (Behandlungsgruppe 1) sowie „RNB negativ + Methionin + Lysin“ (Behandlungsgruppe 2, supplementiert). Zu Versuchsbeginn befanden sich die Tiere im Mittel am 126 ± 58 . Laktationstag in der 3. Laktation. Die Fütterung der Kontrollgruppe erfolgte über eine nach Milcherzeugungswert NEL und nXP ausgeglichene Teil-Mischration (PMR; 6,89 MJ NEL/kg TM und 152 g nXP/kg TM), die mit 16 % XP in der TM kalkulatorisch einen XP-Überschuss und eine stark positive RNB von +25 g/ Tag aufwies (Tabelle 1).

Tabelle 1: Zusammensetzung (% i. d. TM) sowie kalkulierte Nährstoffgehalte (je kg TM) der Futterationen der Versuchsgruppen.

Futtermittel (Anteil i. d. TM)		Kontrolle	RNB negativ	RNB negativ + Methionin + Lysin
Grassilage	%	24,36	24,36	24,36
Maissilage	%	44,04	44,04	44,04
Stroh	%	5,50	5,51	5,51
Gerste	%	3,39	3,39	3,99
Körnermais	%	9,17		10,09
Rapsextraktionsschrot	%	11,93	11,93	11,14
Harnstoffergänzer	%	0,92	-	-
Lysigem	%	-	-	0,11
Smartamine	%	-	-	0,07
Mineralfutter	%	0,69	0,69	0,69
Inhaltsstoff (je kg TM)				
Netto-Energie-Laktation (NEL)	MJ	6,89	6,95	6,96
Rohprotein (XP)	g	160	145	144
nutzbares Rohprotein (nXP)	g	152	153	153
ruminale N-Bilanz	g	1	-1	-1
Stärke + Zucker	g	330	337	340
aNDFom	g	350	351	349
Lysin	g	6,08	6,1	6,87
Methionin	g	2,42	2,43	3,08

Als XP-Hauptquellen wurden Rapsextraktionsschrot und Futterharnstoff eingesetzt. In der Gruppe „RNB negativ“ wurde die RNB durch Austausch des Futterharnstoffes gegen Körnermais auf -31 g/Tag und der XP-Gehalt auf 145 g/kg TM abgesenkt. In der Gruppe „RNB negativ + Methionin + Lysin“ wurde zu zuletzt beschriebener Ration pansengeschütztes Methionin (15 g brutto/Tier und Tag) und Lysin (25 g brutto/Tier und Tag) zugelegt (Tabelle 1). Für Leistungen oberhalb 33 kg Milch/Tag wurde Leistungskraftfutter über die Kraftfutterstationen bis max. 4,0 kg/Tag zugeteilt. Je kg Milch wurden 0,4 kg verabreicht.

Nach dem nXP-System ist Ration „Kontrolle“ bedarfsgerecht (GfE 2001) kalkuliert. Nach dem nXAA-System (Schröder et al. 2008) weist diese Ration jedoch defizitäre Gehalte an Methionin und Lysin auf. Durch diese Ration werden bei unterstellter Futteraufnahme von 21 kg TM/Tag lediglich 87 bzw. 97 % des täglichen Methionin- bzw. Lysinbedarfs gedeckt. Die Ration „RNB negativ“ weist zudem ein nXP-Defizit auf. Die Ration „RNB negativ + Methionin + Lysin“ ist ebenfalls wie die Ration „RNB negativ“ nach dem nXP-System nicht bedarfsgerecht kalkuliert. Durch die Zulage der pansengeschützten Aminosäuren Methionin und Lysin decken diese den entsprechenden täglichen Bedarf zu 105 bzw. 102 % ab.

Die Hauptkomponenten Mais- und Grassilage wurden wöchentlich beprobt und zu einer vierwöchigen Mischprobe zusammengefasst. Die Kraftfuttermischungen, deren Einzelkomponenten, Heu und Stroh wurden zwei Mal und die Vormischungen (Methionin, Lysin, Gerste, Körnermais) drei Mal im Versuch beprobt. Die Rohrnährstoffgehalte wurden nach Standardmethoden (VDLUFA, 2012) bestimmt. Die Energiegehalte der Futtermittel wurden nach Vorgaben der GfE (2008) und DLG (2011) ermittelt. Die aNDFom wurde nach den Bestimmungen der GfE (2014) analysiert. Die Gesamtnährstoffgehalte der Rationen wurden aus den ermittelten Einzelwerten der Rationskomponenten kalkuliert. Der N-Saldo (g) wurde aus der Differenz von N-Aufnahme und N-Ausscheidung berechnet.

$$N - \text{Saldo} = \left(\frac{XP - \text{Aufnahme (g)}}{6,25} \right) - \left(\frac{\text{Milchweiß (g)}}{6,25} + \text{Milchharnstoff (g)} * 0,46 \right)$$

Die Tiere wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Täglich erfasst wurden die Futteraufnahme über die Wiegetröge sowie die Milchleistung. Einmal wöchentlich wurden die Milchleistungsparameter über eine Mischprobe aus Morgen- und Abendmelk erfasst (Analyse wie in der Adaptationsphase). Die Körperkondition der Tiere wurde zu Versuchsbeginn und -ende erfasst. Dazu wurden der „Body Condition Score“ (BCS) auf einer fünfstufigen Skala nach Angaben von Edmundson et al. (1989) sowie Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Außerdem wurde zu den gleichen Versuchszeitpunkten die Rückenfettdicke (RFD) mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel (1992) gemessen. Beim Verlassen des Melkstandes wurde zudem die Lebendmasse der Versuchstiere aufgezeichnet.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version SAS 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedur „proc glm“.

Ergebnisse und Diskussion

Die tägliche Milchleistung lag in der Kontrollgruppe bei 35 kg. Mit einer durchschnittlichen täglichen Milchleistung von 33,9 kg lag die VG „RNB negativ+Methionin+Lysin“ etwas darunter, wies aber eine minimal höhere Leistung als die VG „RNB negativ“ auf, die im Mittel nur 33,7 kg Milch pro Tag produzierte. Zwar sind die Unterschiede in der Milchleistung statistisch nicht abzusichern, aber dennoch sollte diese Abstufung zwischen XP-normversorgten und XP-reduziert-versorgten Tieren, auch unter Berücksichtigung einer im Versuchsdesign vergleichbaren Studie von Pries et al. (2018)

nicht außer Acht gelassen werden. In dieser Studie wurde gezeigt, dass eine XP-Reduzierung der Ration von 16 % auf 14 % eine signifikante Verringerung der Milchleistung zur Folge hatte. Eine Supplementierung der XP-reduzierten Gruppe führte in dieser Studie jedoch zu einer größeren Differenz zur reduzierten Gruppe als in vorliegendem Fall. Eine signifikante Differenzierung der Milchinhaltstoffe wurde weder in vorliegendem Versuch noch in der vergleichbaren Studie detektiert. Aufgrund des ähnlichen Milchleistungsniveaus sowie der vergleichbaren Inhaltsstoffkonzentrationen fand sich auch bei den produzierten Fett-, Eiweiß- und Lactosemengen kein signifikanter Unterschied zwischen den VG. Die Kontrollgruppe wies jedoch einen signifikant ($p < 0,05$) höheren Harnstoffgehalt als die beiden Behandlungsgruppen mit negativer RNB auf. Der Harnstoffgehalt lag bei 260 mg/L in der „Kontrolle“, bei 196 mg/L in der „RNB negativ“-Gruppe und mit 178 mg/L am niedrigsten in der „RNB negativ+Methionin+Lysin“-Gruppe. Aufgrund dieses Ergebnisses kann somit davon ausgegangen werden, dass die gewünschte Absenkung der RNB zwischen den Versuchsgruppen erreicht wurde. Eine ähnliche Differenzierung ergab sich auch in der Studie von Pries et al. (2018).

Tabelle 2: Milchleistung sowie Milchinhaltstoffe der drei Versuchsgruppen.

Milchleistung/Tag		Kontrolle	RNB negativ	RNB negativ + Methionin + Lysin
Milchmenge	kg	35±4,2	33,7±5,4	33,9±4,6
Fett	%	3,92±0,43	3,81±0,38	3,9±0,35
Eiweiß	%	3,58±0,18	3,69±0,22	3,67±0,11
Laktose	%	4,7±0,16	4,66±0,18	4,73±0,08
Zellzahl	x1000	182±224	476±947	154±165
Harnstoff, IR	mg/L	260±29 ^a	196±28 ^b	178±23 ^b
ECM	kg	35,1±5,0	33,4±4,3	33,9±4,7
Fett	kg	1,37±0,25	1,27±0,16	1,31±0,20
Eiweiß	kg	1,25±0,17	1,24±0,16	1,24±0,17

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte auf einem Signifikanzniveau von 0,05.

Auch bei der Trockenmasse-Aufnahme konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die Abstufung der VG präsentierte sich in gleicher Reihenfolge wie in der Milchleistung. Die Versuchstiere der „RNB negativ“-Gruppe nahmen im Mittel 1,0 bis 1,3 kg weniger TM pro Tag auf als die Tiere aus den anderen beiden VG. Die Rohprotein (XP)-Aufnahme war in dieser Gruppe mit 3,14 kg/Tag numerisch geringer im Vergleich zur „RNB negativ+Methionin+Lysin“-Gruppe mit 3,34 kg/Tag und signifikant ($p < 0,05$) geringer im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 3,63 kg/Tag. Die Reduzierung der XP-Rationen bzw. -Aufnahmen konnte somit erreicht werden. Nominale Unterschiede zwischen allen Versuchsgruppen mit gleichen Abstufungen in der Aufnahmemenge zeigten sich auch beim nutzbaren Rohprotein (nXP), der aNDFom sowie der Energie (Netto-Energie-Laktation). Bei der Lysin-Aufnahme konnte ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der supplementierten Gruppe sowie der „RNB negativ“-Gruppe festgestellt werden. Die „RNB negativ+Methionin+Lysin“-Gruppe nahm im Mittel 15 % mehr Lysin auf. Mit einer Aufnahmemenge von 151 g/Tag lag die Kontrollgruppe zwischen den beiden Behandlungsgruppen und zeigt in der Lysin-Aufnahme nur nominale Unterschiede zu den anderen beiden Gruppen. Die supplementierte Behandlungsgruppe nahm täglich 69,8 g Methionin (Met) auf und hatte somit eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Met-Aufnahme als die beiden anderen Gruppen, die sich untereinander nur gering numerisch in ihrer Aufnahme unterschieden (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Trockenmasse- und Nährstoffaufnahmen der drei Versuchsgruppen sowie tatsächlich realisierte Energie- und Nährstoffkonzentration der Tagesration.

Aufnahmen/Tag		Kontrolle	RNB negativ	RNB negativ + Methionin + Lysin
TM	kg	23,3±2,7	22,3±2,6	23,6±2,9
XP	g	3627±455 ^a	3170±419 ^b	3336±466 ^{ab}
nXP	g	3525±433	3389±421	3587±471
NEL	MJ	159±19	153±19	162±21
aNDFom	g	7949±861	7601±810	8009±905
Lysin	g	151±20 ^{ab}	142±3 ^b	163±22 ^a
Methionin	g	57,5±7,3 ^b	54,7±7,1 ^b	69,8±9 ^a
Futtermittelanalytik				
RNB	g/Tag	16,3±3,7	-35,0±3,2	-40,2±3,8
XP	% TM	155±2	142±3	141±3
nXP	% TM	151±1	152±1	152±1
aNDFom	% TM	341,3±4,8	341,9±5,2	340,0±5,1
NEL	MJ/kg TM	6,8±0,1	6,9±0,1	6,8±0,1

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte auf einem Signifikanzniveau von 0,05.

Die geplante Differenzierung der RNB der einzelnen Rationen konnte nach entsprechender Analytik bestätigt werden. In der Kontrollgruppe wurde eine positive RNB von 16,3 g/Tag errechnet. Die „RNB negativ“ als auch die „RNB negativ+Methionin+Lysin“-Gruppe wiesen beide eine negative RNB von -35,0 sowie -40,2 g/Tag auf, die sich kongruent dazu auch in der signifikanten Differenzierung des Milchwahnstoffgehaltes der einzelnen Versuchsgruppen zeigte. Die XP-, nXP-, aNDFom- sowie NEL-Gehalte der Rationen der Versuchsgruppen unterschieden sich entsprechend der geplanten Rationskalkulation (Tabelle 3). Es erfolgte somit die geplante moderate Reduzierung des XP-Gehaltes der Ration bei vergleichbaren nXP-, aNDFom- sowie Energiegehalten.

Der N-Saldo betrug in der Kontrollgruppe 379 g/Tag, in der „RNB negativ“-Gruppe 308 g/Tag und in der „RNB negativ+Methionin+Lysin“-Gruppe 334 g/Tag (Tabelle 4).

Tabelle 4: N-Saldo der Versuchsgruppen sowie N-Reduzierung der XP-reduzierten Rationen im Vergleich zur Kontrollgruppe.

N-Saldo (pro Tag)		Kontrolle	RNB negativ	RNB negativ + Methionin + Lysin
N-Aufnahme	g	580	507	533
N-Milch	g	201	199	199
N-Saldo	g	379	308	334
N-Reduzierung i. Vgl. zur Kontrolle			-19	-12
	%			

Die Absenkung der XP-Gehalte in den VG „RNB negativ“ sowie „RNB negativ+Methionin+Lysin“ zeigte sich in reduzierten N-Ausscheidungen im Vergleich zur Kontrollgruppe. In der reduzierten Gruppe wurde im Mittel fast ein Fünftel weniger an N ausgeschieden als durch die Versuchstiere der Kontrollgruppe. Die supplementierte Gruppe schied 12 % weniger N aus als die Kontrollgruppe. Die höhere N-Ausscheidung im Vergleich zur reduzierten Gruppe ergibt sich durch die etwas höhere TM- sowie XP-Aufnahme (vgl. Tabelle 3) bei gleicher mittlerer N-Ausscheidung über die Milch.

Schlussfolgerung

Die Reduzierung des XP-Gehaltes auf etwa 140 g/kg TM hatte keinen signifikanten Einfluss auf die TM-Aufnahme und Milchleistung. Numerische Differenzen bzw. eine numerische Reduzierung der Futteraufnahme sowie der Milchleistung, die mit einer XP-Reduzierung einhergehen, sollten jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Eine Reduzierung des XP-Gehaltes auf 14 % ist für die Praxis nach aktuellem Wissensstand somit nicht zu empfehlen. Eine Supplementierung XP-reduzierter Rationen mit pansengeschütztem Methionin und Lysin zeigte keinen signifikanten Effekt auf die Futteraufnahme und bewirkte auch keine Steigerung der Milchleistung sowie der Milcheiweißmenge. Der Milchharnstoffgehalt erweist sich als adäquater Parameter zur Beurteilung der RNB einer Milchviehration.

Literatur

- DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011): <http://faostat.fao.org/> (9.08.2018)
- 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 (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-197.
- GfE (2014): Communications of the committee for requirement standards of the society of nutrition physiology: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 23, 165-179.
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, DLG Verlag, 136pp.
- Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. top agrar 6, R12-R15.
- Kirchgeßner et al. (2014) Tierernährung. DLG Verlag 2014.

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2018): Abbau von Proteinüberhängen in der Rinderfütterung durch optimierte Rationsgestaltung mit Einsatz pansengeschützter Aminosäuren. <https://www.lfl.bayern.de/ite/rind/180406/index.php> (9.08.2019)

Pries M., Denßen J., Beintmann S., Bothe B., Hoppe S (2018) N-reduk Proteingehalt in Milchkuhrationen senken? http://www.riswick.de/versuche/tierhaltung/fuetterung/ergebnisse_nreduk.htm (9.08.2019)

StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2018) Weniger Soja-Importe aus Übersee. <https://www.stmelf.bayern.de/service/presse/pm/2018/197802/> (9.08.2019)

Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rücken

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

Autorenanschrift:

Vivienne Inhuber
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising-Weihenstephan
Email: inhuber@wzw.tum.de

Pansengeschützte Aminosäuren bei Milchkühen – Effekte einer Zulage von Methionin und Lysin in der Praxis

Michael Hovenjürgen

BEWITAL agri GmbH & Co.KG

Einleitung

Fortschritte im Bereich der Milchkuhhaltung in Zucht und Management haben in den letzten Jahrzehnten, zusammen mit neuen Erkenntnissen zur leistungs- und bedarfsgerechten Fütterung, zu einer deutlichen Steigerung der Milchleistung der Kühe geführt.

Besonders in der Früh lactation hat die Trockenmasse (TM)-Aufnahme noch nicht ihr Maximum erreicht, damit ist auch die mikrobielle Proteinsynthese nicht auf ihrem maximal möglichen Niveau. Dies führt dazu, dass in Rationen für hohe Milchleistungen die Bedeutung des Anteils der absorbierbaren Aminosäuren aus dem unabgebauten Futterprotein zunimmt. In umfangreichen Studien der letzten Jahrzehnte zeigte sich Methionin - auch aufgrund seiner zusätzlichen intermediären Wirkung im Stoffwechsel - als erstlimitierende Aminosäure für die Milchleistung in Maissilage basierten Rationen.

Mit zunehmendem Einsatz von Rapsextraktionsschrot und/oder verschiedener Nebenprodukte wie z.B. Biertreber, Getreideschlempe bzw. Maiskleberfutter, rückt zunehmend die Aminosäure Lysin weiter in den Vordergrund.

In der vorliegenden Untersuchung sollte daher geprüft werden, ob unter praxisüblichen Bedingungen bei Einsatz von Rapsextraktionsschrot und anderen Nebenprodukten eine Zulage von pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin eine Auswirkung auf Milchleistung bzw. Milchhaltsstoffe der Kühe hat.

Material und Methoden

In einem norddeutschen Milchkuhbetrieb wurde in Zusammenarbeit mit einem örtlichen Mischfutterunternehmen im Frühjahr 2019 (Februar bis Mai) ein Fütterungstest durchgeführt. Die Milchleistung der Herde lag im Mittel bei 10.500 kg/Kuh und Jahr. Die Herde von ca. 130 Holstein-Friesian-Kühen wurde in 2 Gruppen gehalten und jeweils an einem Melkroboter gemolken.

Beide Gruppen erhielten am gemeinsamen Futtertisch eine aufgewertete Teil-TMR. Im Testzeitraum erfolgten keine Rationsumstellungen bzw. Silagewechsel. Zu Beginn des Fütterungstests wurden die Kühe nach der Milchkontrolle (Woche 0) paarweise nach Abkalbetag (+/- 1 Tag) eingeteilt. In die Auswertung einbezogen wurden Kühe zwischen 15 und 160 Melktagen. Diese Kühe wurden über die anschließenden drei Milchkontrollen (5. Woche/10. Woche/14. Woche) verfolgt. Der Färsenanteil der beiden Gruppen lag bei 41 %. Im Versuchszeitraum abkalbende Kühe wurden mit mindestens 15 Melktagen paarweise nach Abkalbedatum in die Gruppenauswertungen einbezogen.

Die Fütterung der Gruppen unterschied sich nur über das im Roboter zugeteilte Leistungskraftfutter. Die Zusammensetzung der aufgewerteten Teil-TMR und der Leistungskraftfutter findet sich in Tabelle 1 und Tabelle 2. Die berechnete Versorgung mit absorbierbaren Aminosäuren im Dünndarm auf der Basis der von SCHUBA und SÜDEKUM (2012) diskutierten Kalkulationsmodelle ergab Werte von ca. 85 % (Methionin) bzw. ca. 95 % (Lysin) in Relation zur jeweiligen Versorgungsempfehlung.

In der Zulagegruppe wurde daher im Leistungskraftfutter 2,5 % eines Kombinationsproduktes aus pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin (BEWI-FATRIX® LM101, Fa. BEWITAL agri GmbH & Co. KG, Südlohn, DE) zugesetzt. Im Mittel wurden 4,8 kg Kraftfutter je Kuh und Tag und damit 120 g BEWI-FATRIX® LM101 zugeteilt.

Mit Einsatz dieses Produktes über das Kraftfutter wurde in der Zulagegruppe je Tag ca. 14 g absorbierbares Methionin und 14 g absorbierbares Lysin je Kuh und Tag zugelegt. Durch die Zulage von 120 g BEWI-FATRIX® LM101 ergab sich zusätzlich eine um 1,4 MJ NEL/Tag höhere Energieversorgung (berechnet).

Tabelle 1: Zusammensetzung und Gehalte der aufgewerteten Teil-TMR

Komponente	kg Frischmasse je Kuh und Tag	Analysierte Gehalte	
Maissilage	32	Trockenmasse	364 g/kg
Grassilage	10	Rohprotein	150 g/kg TM
Biertreber, siliert	5	Rohfaser	207 g/kg TM
Gerstenstroh	0,3	Stärke	268 g/kg TM
Körnermais	1,4	Berechnete Gehalte:	
Rapsextraktionsschrot	1	nXP	145 g/kg TM
Sojaextraktionsschrot (HP)	1	NEL	6,7 MJ/kg T
Trockenschnitzel	0,3		
Mineralstoffe und Vitamine	0,2		

Tabelle 2: Zusammensetzung und Gehalte des Leistungskraftfutters

Komponente (%)	Kontrollgruppe	Zulagegruppe
Körnermais	25,6	25
Rapsextraktionsschrot	23,8	23,2
Getreideschlempe (DDGS)	13,3	13
Maiskleberfutter	10,3	10
Palmexpeller	12,3	12
Grießkleie	7,2	7
Mineralstoffe/Vitamine etc.	4,2	4,1
BEWI-FATRIX® LM101	----	2,5
Berechnete Gehalte:		
Rohprotein	198 g/kg	200 g/kg
NEL	6,9 MJ/kg	7,2 MJ/kg

Aus den monatlichen Kontrollen wurden die Anzahl der Laktationstage, die Milchmenge und die Milchinhaltsstoffe ausgewertet. Die energiekorrigierte Milchleistung (ECM) wurde über die Formel

$ECM (kg) = \text{Milch (kg)} * ((0,38 * \text{Fett\%} + 0,21 * \text{Eiweiß\%}) + 1,05) / 3,28$ berechnet. Für die Inhaltsstoffe Fett und Eiweiß wurde die täglich produzierte Menge je Kuh aus Milchmenge und Milchinhaltsstoffen in Prozent berechnet.

Ergebnisse

Zum Start des Fütterungstests wurden die Kühe mit den Ergebnissen der Milchkontrolle paarweise zugeordnet. Beide Gruppen zu je 17 Kühen hatten im Mittel 88 bzw. 89 Melktage und eine annähernd gleiche Milchleistung (ECM).

Die Ergebnisse der Milchkontrollen im Verlauf des Tests finden sich zusammen mit der Übersicht über Kuhzahl (n) und mittlere Zahl der Laktationstage (DIM) der Gruppen in Tabelle 3. Durch das System der Paarbildung war die Anzahl der Laktationstage im Testzeitraum zwischen den Gruppen annähernd gleich, erhöhte sich aber durch die nachrückenden Kühe nicht proportional zum Testzeitraum.

Zum Ende des Fütterungstests waren die Kühe im Mittel bei 147 Laktationstagen, die ältesten Paare hatten 258 Melktage. Die gemessenen Milchleistungen decken damit die ersten zwei Drittel der Laktation ab. Die Zulagegruppe zeigte im Mittel der drei Milchkontrollen mit Zulage von Methionin und Lysin eine um 2,3 kg ECM je Tag höhere Leistung gegenüber der Kontrollgruppe.

Tabelle 3: Anzahl Melktage und Milchleistungsergebnisse der Gruppen im Verlauf des Fütterungstests

Wochen	Kontrollgruppe		Zulagegruppe		Kontrollgruppe	Zulagegruppe	Differenz kg/Tag
	n	DIM	n	DIM	ECM (kg/Tag)	ECM (kg/Tag)	
0 (Start)	17	89	17	88	35,8	35,6	-0,15
5	19	117	19	117	33,3	36,3	3,02
10	19*	135	19*	136	33,8	35,8	1,94
14	22*	147	22*	146	32,7	34,8	2,05

* ab der 10. Woche wurden 2 Start-Kuh-Paare aufgrund je eines Kuhausfalls nicht weiter berücksichtigt

Aus den Milchkontrollergebnissen wurde die tägliche Milchfett- bzw. Milchproteinmenge je Kuh berechnet. Für die Zulagegruppe ergab sich im Testzeitraum eine im Mittel um 120 g/Tag höhere Milchfettmenge und 40 g höhere Milchproteinmenge gegenüber der Kontrollgruppe (Tabelle 4).

Tabelle 4: Milchfett- und Milchproteinmenge der Gruppen im Verlauf des Fütterungstests

Wochen	Milchfett kg/Kuh und Tag			Milchprotein kg/Kuh und Tag		
	Kontrolle	Zulage	Differenz	Kontrolle	Zulage	Differenz
0 (Start)	1,39	1,41	0,02	1,23	1,18	-0,05
5	1,29	1,43	0,14	1,18	1,23	0,05
10	1,32	1,48	0,16	1,17	1,20	0,03
14	1,35	1,41	0,06	1,16	1,20	0,04

Der Milchnitrogengehalt der Gruppen lag im Mittel bei 210 bis 220 mg/kg und zeigte keine gerichteten Einflüsse der Fütterung.

Diskussion

In der Literatur finden sich weit weniger Untersuchungen zum Einsatz von pansengeschütztem Lysin als Untersuchungen zum Einsatz von pansengeschütztem Methionin bei Milchkühen. Eine umfangreiche Übersicht findet sich bei SCHUBA und SÜDEKUM (2012). Methionin ist häufig erstlimitierend für die Milchkuh. In maisbetonten Rationen mit Maiskleberfutter, Getreideschlempen oder Biertreber als Proteinträger steigt die Bedeutung des Lysins. Diskutiert wird hier eine erstlimitierende Bedeutung des Lysins mit Methionin als nächstlimitierender Aminosäure. Anteile von Rapsextraktionsschrot erhöhen ebenfalls die Bedeutung des Lysins.

In der vorliegenden Untersuchung kamen alle diese Faktoren zusammen, neben Biertreber (5 kg FM/Tag) und Rapsextraktionsschrot in Teil-TMR und Leistungskraftfutter (zusammen 2,1 kg/Tag) wurden zusätzlich im Leistungskraftfutter Trockenschlempe und Maiskleberfutter eingesetzt. Dies könnte die um 2,3 kg höhere Milchleistung je Kuh und Tag erklären und bestätigt die Bedeutung des Lysins für die Milchkuh. Die in der Zulagegruppe um 1,4 MJ NEL je Tag höhere Energieversorgung durch die zugeführte Fettmenge aus der Verkapselungsmatrix kann allein die erhöhte Milchleistung nicht erklären.

ROBINSON et al. (1997) fanden bei einer Ration auf Basis von u.a. Maissilage, Körnermais und Maiskleberfutter positive Effekte einer Zulage von pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin auf die Milchinhaltsstoffe. ROBINSON et al. (2011) hingegen stellten mit einer Zulage an pansengeschütztem Lysin bei einer Ration auf Basis von u.a. Maissilage, Körnermais, Trockenschlempe und Rapsextraktionsschrot deutliche Effekte auf Milchmenge (+2,03 kg/Tag), Milchproteinmenge (+0,08 kg/Tag) und Milchfettmenge (+0,10 kg/Tag) bei Tieren im ersten Laktationsdrittel fest. Im zweiten Laktationsdrittel fanden sie eine tendenziell höhere Milchfettsynthese (+0,12 kg/Tag) durch die Lysinulage.

Ähnliche Effekte fanden sich in der vorliegenden Untersuchung. Hier war neben der Milchmenge (+2,3 kg/Tag) auch die Milchfettsynthese um 0,12 kg/Tag erhöht. Ursache für die positiven Effekte könnte der höhere Anteil an „Lysinmangel“-Komponenten wie Rapsextraktionsschrot, Getreideschlempe und Maiskleberfutter in Mischung mit Maissilage, Körnermais und Biertreber sein.

Zum Ende der eigenen Untersuchung befand sich ein Großteil der Milchkühe im zweiten Laktationsdrittel (146 bzw. 147 Melktage im Mittel der Gruppen). Die Tiere zeigten weiterhin eine höhere tägliche Milchleistung und zumindest tendenziell auch eine höhere Milchfettsynthese durch eine Zulage einer Kombination von pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin.

Schlussfolgerungen

In einem Parallelversuch an Holstein-Friesian-Kühen wurde eine Zulage von pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin über das Produkt BEWI-FATRIX® LM101 geprüft. Gefüttert wurde eine maissilagebetonte Ration mit Ergänzung von Biertreber, Rapsextraktionsschrot, Getreideschlempe und Maiskleberfutter.

Die Zulage von pansengeschütztem Methionin und pansengeschütztem Lysin führte zu einer um 2,3 kg erhöhten Milchleistung bei einer gleichzeitig um 0,12 kg/Tag erhöhten Milchfettsynthese; die Milchproteinsynthese war tendenziell erhöht. Die Wirkung der Zulage von pansengeschützten Aminosäuren (Methionin + Lysin) in dieser Untersuchung bestätigt die besondere Bedeutung der Berücksichtigung der Aminosäureversorgung der Milchkuh bei höheren Anteilen an Nebenprodukten in der Ration.

Literatur

SCHUBA, J. u. K.-H. SÜDEKUM (2012): Pansengeschützte Aminosäuren in der Milchkuhfütterung unter besonderer Berücksichtigung von Methionin und Lysin. Übers. Tierernährg. 40, 113-149

ROBINSON P.H., W. CHALUPA, C.J. SNIFFEN, W.E. JULIEN, H. SATO, K. WATANABE, T. FUJIEDA u. H. SUZUKI (1997): Ruminally protected lysine or lysine and methionine for lactating dairy cows fed a ration designed to meet requirements for microbial and postruminal Protein. J. Dairy Sci. 81, 1364-1373

ROBINSON, P.H., N. SWANEPOEL, I. SHINZANTO u. S.O. JUCHEM (2011): Productive responses of lactating dairy cattle to supplementing high levels of ruminally protected lysine using a rumen protection technology. Anim. Feed Sci. Technol. 168, 30-41

Autorenanschrift:

Dr. Michael Hovenjürgen
BEWITAL agri GmbH & Co. KG
Industriestr. 10
46354 Südlohn-Oeding
m.hovenjuergen@bewital.de

Der Einfluss von Lysolecithin auf Leistungsparameter von Sauen und Absetzferkeln

Rüdiger Kratz¹, Olga Dansen², Sarah Asmussen³, Christine Potthast¹

¹ Agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Österreich

² Framelco BV/The Netherlands

³ Livestock Feed tests Denmark IVS/Denmark

Einleitung

Die Ferkelerzeugung ist ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Produktionsbereiche. Dabei sind einige Abschnitte von kritischer Bedeutung. In der Sauenhaltung ist dies die Laktation mit hohen Milchleistungen moderner Sauengenetik. Bei ungenügender Fütterung mobilisieren Sauen Körpersubstanz und deren Ferkel realisieren dennoch ein gutes Wachstum (Sulabo et al., 2010).

Die Energieversorgung lässt sich über Fettzulagen verbessern. Der Milchfettgehalt steigt und damit die Versorgung der Saugferkel. Vielfache Leistungseffekte werden in der Literatur beschrieben (Pettigrew, 1981): mehr Glykogen in Muskulatur und Leber von Ferkeln zur Geburt; geringere Mortalität der Ferkel; höhere Absetzgewichte. Zu hinterfragen bleibt die grundsätzlich hohe Variabilität der Effekte (ca. 1/3 der Versuche sind negativ), bei z.T. sehr hohen Fettzulagen (5-10 %) und das niedrige Leistungsniveau von 10 Ferkeln/Sau. Die aktuellere Übersichtsarbeit von Josero et al. (2016) zeigt eindeutig positive Effekte der Fettzulagen auf die Energieaufnahme, Körpermasseentwicklung der Sau und die Wurfgewichte. Abseits von Fütterungseffizienz können Schulterläsionen bei Sauen ein tierschutzrelevantes Problem darstellen, das Beachtung verdient. Dies scheint v.a. bei hohen Wurfwüchsen aufzutreten, kombiniert mit zu geringer Futteraufnahme bzw. zu hohen Lebendmasseverlusten (Ocepek et al., 2016). Zusammenfassend ist die Fettversorgung entscheidend für die Tiergesundheit und den wirtschaftlichen Erfolg der Ferkelproduktion. Dies ist nur bei guter Verdaulichkeit gewährleistet. Nahrungsfette sind nur dann verdaulich, wenn sie richtig emulgiert werden. Der Zusatz von Emulgatoren als Futteradditive kann für Schweine vorteilhaft sein, um die Nährstoffe effizienter zu nutzen. Als Emulgatoren können hydrolysierte Lecithine (auch als Lysolecithine bezeichnet) eingesetzt werden. Sojalecithine enthalten hohe Gehalte an Phosphatidylcholin (PC) und Phosphatidylethanolamin (PE) (Garti, 2002), nach Hydrolyse entstehen die entsprechenden Lyso-Varianten (LPC, LPE). LPC und LPE verbessern die Nährstoffabsorption insgesamt (Overland et al., 1993), insbesondere aber die Verdaulichkeit von Fetten. FRA® LeciMax Dry (FRAMELCO BV, The Netherlands) ist ein Emulgator auf Basis von hydrolysierten Lecithinen. Diese unterstützen die Phospholipide der Galle beim Emulgieren der Fette und fördern in weiterer Folge die Bildung kleiner, stabiler Mizellen, die einfach absorbiert werden können.

Das Ziel dieser Studie war es, die Wirkung von FRA® LeciMax Dry auf die Leistung von Sauen zu untersuchen. Zudem wurde nochmals die Wirkung des FRA® LeciMax Dry in der Ferkelaufzucht untersucht.

Material & Methoden

Insgesamt 63 Sauen (Danbred x Pietrain) auf einem konventionell wirtschaftenden Versuchsbetrieb in Deutschland in Laktationsgruppe x Fütterungsgruppe x n Sauen (7 x 3 x 3) eingesetzt. Die Versuche liefen von März bis Juli 2019. Die Sauen wurden in die Ferkelschutzkörbe am 7. Tag vor dem Abferkeln aufgestellt. Nach dem Wurfausgleich 24 Stunden p.p. verblieben 13 Ferkel bei jeder Sau. Die Ferkel wurden nach ca. 25-27 Tagen abgesetzt. Die Fütterung der Pellets erfolgte per Hand zweimal täglich nach betriebsinterner Fütterungskurve. Die Sauen wurden gleichmäßig und zufällig auf die Versuchsgruppen verteilt: Kontrolle (ohne Zusatz), Versuch 1 (0,5 kg/to FRA® LeciMax Dry), Versuch 2 (1,0 kg/to FRA® LeciMax Dry).

567 Ferkel aus dem vorangegangenen Sauenversuch wurden zufällig und gleichmäßig auf die beiden Fütterungsgruppen (Kontrolle: ohne Zusatz, Versuch: 0,5 kg/to FRA® LeciMax Dry on top) verteilt. Das Futter war pelletiert und wurde per Hand zugeteilt. Die Futterstrategie im Betrieb umfasste nach dem Absetzen 2 Phasen zu 2 und 3 Wochen (Ferkelaufzucht (FAZ): I + II). 10 Gruppen wurden mit der Kontrollration und 11 Gruppen mit der Versuchsration gefüttert. Lebendmassen und Zunahmen basieren auf Einzeltiergewichten und Futteraufnahme sowie Futterverwertung auf Gruppenmittelwerten.

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

Sau

$Y_i = \mu + \text{Futter}_i + e_i$
 Y_i = abhängige Variable
 μ = Gesamtmittelwert
 Futter_i = fixer Effekt der Zulage ($i = 1 \dots 3$)
 e_i = zufälliger Restfehler

Ferkel

$Y_{ij} = \mu + \text{Futter}_i + \text{Start-Lebendmasse}_j + e_{ij}$
 Y_{ij} = abhängige Variable
 μ = Gesamtmittelwert
 Futter_i = fixer Effekt der Zulage ($i = 1 \dots 2$)
 $\text{Start-Lebendmasse}_j$ = Kovariable
 e_{ij} = zufälliger Restfehler

Ergebnisse

Das Sauenfutter basierte v.a. auf Getreide, Kleie, Soja-, Rapsextr.schrot, Sojaöl, Mineralstoffen und Vitaminen. Die Ferkelfutter enthielten gleiche Komponenten ohne Kleie. Tabelle 1 zeigt die Nährstoffgehalte entsprechend der Deklarationen.

Tabelle 1: Nährstoffgehalte der eingesetzten Rationen

	Laktationsfutter	FAZ I ¹	FAZ II ¹
Rohprotein, %	16,5	18,0	17,0
Rohfett, %	5,4	5,3	4,5
Rohfaser, %	5,3	3,2	3,1
Rohasche, %	5,7	5,2	5,3
Calcium, %	0,85	0,65	0,75
Phosphor, %	0,55	0,55	0,55
Natrium, %	0,25	0,25	0,23
Lysin, %	1,05	1,45	1,30
Methionin ¹ , %	0,30	0,66	0,64
ME, MJ/kg	13,2	13,8	13,6

¹ Ferkelaufzuchtfutter I und II; ² incl. Hydroxy-Analogon von Methionin

58 Sauen kamen in die Auswertung. Die Ausfälle (1 Abort, 2 Todesfälle, 2x Sauendaten als Ausreißer) waren nicht spezifisch der Fütterung zuzuordnen. Die Zulagen an FRA® LeciMax Dry erfolgten „on top“, ohne Ausgleich von Nährstoffen. Die Futtervorlage war für alle Sauen einheitlich nach Futterkurve. Rückwaagen traten v.a. während der 1. Laktationswoche auf (ca. 90%; Tabelle 2). Mit Zulage von 1 kg/to FRA® LeciMax Dry wurden die geringsten Futterrückwaagen verzeichnet. Nicht eindeutige Ergebnisse ergaben sich aus der Körpermasseentwicklung der Sauen ($p > 0,1$; Tabelle 3), wohingegen der BCS deutlich positive Effekte ($p \leq 0,05$) der Zulage zeigte. Die Gewichtsentwicklung der Ferkel blieb unbeeinflusst (Tabelle 4).

Tabelle 2: Sauenversuch: Verminderte Futteraufnahme (Mittel, \pm SD)

		Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry	1,0 kg FRA® LeciMax Dry
Anzahl Sauen, n (%)		4 (20)	3 (15)	1 (5)
Menge	kg/Tag	0,88 (± 40)	0,82 ($\pm 0,50$)	0,60 ($\pm 0,18$)
	%Vorlage	26 (± 14)	20 (± 13)	20 (± 13)

Tabelle 3: Sauenversuch: Körpermasseentwicklung der Sauen (Mittel, \pm SD)

	Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry	1,0 kg FRA® LeciMax Dry
n	19	19	17
Parität	4,32 ($\pm 2,3$)	4,63 ($\pm 2,1$)	4,30 ($\pm 2,0$)
Lebendmasse ¹ , kg	292 (± 53)	301 (± 35)	283 (± 42)
Lebendmasseverlust ² , kg	41 (± 20)	44 (± 19)	35 (± 13)
Lebendmasseverlust, %	14,2 ($\pm 6,7$)	14,9 ($\pm 6,8$)	12,3 ($\pm 4,8$)
BCS ^{1, 3}	3,26	2,84	2,82
BCS-Verlust ¹ , %	27,2 ^a ($\pm 16,1$)	15,8 ^b ($\pm 16,1$)	15,2 ^b ($\pm 16,1$)
Absetzen-Oestrus-Intervall, Tage	5,70	5,20	5,15

¹ 7 Tage a.p.; ² 7 Tage a.p. bis 26 Tage p.p.; ³ Body Condition Score

Tabelle 4: Sauenversuch: Entwicklung der Ferkel (Mittel, \pm SD)

	Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry	1,0 kg FRA® LeciMax Dry
n	19	19	20
Ferkel _{lebendgeborene} , n	17,3 (\pm 3,5)	18,0 (\pm 3,0)	17,8 (\pm 3,3)
Ferkel _{totgeborene} , n	2,5 (\pm 2,5)	2,4 (\pm 1,7)	1,6 (\pm 1,2)
Wurfgewicht _{lebendgeborene} , kg	22,1 ^A (\pm 3,5)	24,3 ^B (\pm 4,4)	22,4 ^A (\pm 3,8)
Lebendgewicht ¹ , kg	1,40 (\pm 0,25)	1,45 (\pm 0,18)	1,36 (\pm 0,18)
Absetzgewicht ¹ , kg	7,2 (\pm 1,0)	7,3 (\pm 0,6)	7,3 (\pm 0,7)
Lebendmassezunahme ² , g/Tag	227 (\pm 37)	227 (\pm 22)	234 (\pm 23)

¹ nach Wurfausgleich; ² von Wurfausgleich bis zum Absetzen mit ca. 26 Lebenstagen; ^{A, B} $p \leq 0,10$

Der Ferkelversuch verlief störungsfrei bei einer geringen Mortalität von 1,8 %. Die Daten von 9 Ferkeln wurden, da Ausreißer, nicht berücksichtigt. Während der ersten 14 Tage nach dem Absetzen gab es keine Unterschiede in Futteraufnahme und Wachstum zwischen den beiden Versuchsgruppen (Tabelle 5 & 6). Im zweiten Versuchsabschnitt nahmen die Ferkel der Versuchsgruppe 2 +44 g/Tag Futter auf und erzielten +54 g/Tag Lebendmassezunahmen. Die Futterverwertung verbesserte sich um 0,04.

Tabelle 5: Ferkelversuch: Entwicklung der Ferkel (Mittel, \pm SD)

		Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry
n		259	289
Mortalität	%	2,2%	1,3%
Lebendgewicht, kg	Tag 1	7,20 (\pm 1,0)	7,3 (\pm 0,6)
	Tag 14	9,5 (\pm 1,4)	9,7 (\pm 1,5)
	Tag 35	19,6 ^a (\pm 2,9)	20,7 ^b (\pm 3,1)
Lebendmasse- zunahme, g/Tag	Tag 1-14	149 (\pm 60)	147 (\pm 54)
	Tag 14-35	477 ^a (\pm 95)	526 ^b (\pm 105)
	Tag 1-35	346 ^a (\pm 71)	374 ^b (\pm 69)

^{a, b} $p \leq 0,05$

Tabelle 6: Ferkelversuch: Futteraufnahme und -verwertung (Mittel, ± SD)

		Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry
n		10	11
Futteraufnahme, g/Tag	Tag 1-14	193 (±29)	181 (±30)
	Tag 14-35	680 ^a (±31)	724 ^b (±64)
	Tag 1-35	488* (±27)	507* (±38)
Futtermittlerwertung	Tag 1-14	1,30 (±0,11)	1,25 (±0,10)
	Tag 14-35	1,42 ^a (±0,05)	1,38 ^b (±0,03)
	Tag 1-35	1,40 ^a (±0,04)	1,36 ^b (±0,03)

^{a, b} $p \leq 0,05$, * $p = 0,106$

Bei der ökonomischen Bewertung der Einflussgrößen des Sauenversuchs haben sich die Absetzgewichte der Ferkel und das Absetz-Östrus-Intervall als wesentlich gezeigt (Tabelle 7). Die resultierenden Vorteile (ohne Kosten für FRA® LeciMax Dry) belaufen sich auf ca. 2,40 bzw. 6,00 €/Wurf.

Trotz etwas höherem Futterverbrauch verbessert das gesteigerte Wachstum den Erlös je Ferkel (Tabelle 8). Zusätzlich war die Mortalität vermindert, so dass ein Zusatzerlös von ca. 2,00 €/Ferkel durch FRA® LeciMax Dry erzielt werden konnte.

Tabelle 7. Sauenversuch: Erlöse über Futterkosten (IOFC¹)

		Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry	1,0 kg FRA® LeciMax Dry
Laktationsfutter ²	0,35 €/kg	-66,85 €	-66,85 €	-66,85 €
Laktationsfutter Rückwaage		-0,13 €	-0,10 €	-0,01 €
Ferkelerlös ³	36,80 €/Stück	651,36 €	651,36 €	651,36 €
Ferkelgewichte ⁴	1,00 €/kg	-12,35 €	-12,35 €	-9,13 €
Absetz-Östrus-Intervall ⁵	4,80 €/Tag		2,40 €	2,64 €
IOFC ¹	€/Wurf	572,03 €	574,46 €	578,01 €
			2,43 €	5,98 €

¹Income over feed costs: Erlöse über Futterkosten ohne Berücksichtigung des Zusatzes von FRA® LeciMax Dry;

² gleiche Futteraufnahme nach Futterkurve; ³ Stückpreis 8 kg Standardferkel, Annahme gleicher Ferkelzahlen;

⁴ Zuschlag/Abschlag für Ferkelüber-, -untergewichte, berechnet mit einheitlichen Ferkelgewichten nach Wurfausgleich und realen zunahmen über 26 Tage.

Tabelle 8. Ferkelversuch: Erlöse über Futterkosten (IOFC¹)

		Kontrolle	0,5 kg FRA® LeciMax Dry	Differenz
Kosten FAZ I	0,70 €/kg	-1,89 €	-1,77 €	0,12 €
Kosten FAZ II	0,40 €/kg	-5,71 €	-6,08 €	-0,37 €
Ferkelerlös ²	56,00 €/Stück	52,64 €	53,76 €	1,12 €
Lebendmasse ³	1,00 €/kg	-5,40 €	-4,30 €	1,10 €
IOFC ¹	€/Wurf	39,64 €	41,60 €	1,97 €

¹Income over feed costs: Erlöse über Futterkosten ohne Berücksichtigung des Zusatzes von FRA® LeciMax Dry;

²Stückpreis 25 kg Standardferkel, Mortalität eingerechnet; ³Zuschlag/Abschlag für Über-/Untergewichte

Diskussion

FRA® LeciMax Dry konnte dosisabhängig die Futterrückwaagen in der 1. Laktationswoche reduzieren. Dies ist zum Erreichen maximaler Futteraufnahmen in der 2. Hälfte der Laktation (Strahte et al., 2017) und verminderter Körpermasseverluste (Derking, 2015) von besonderer Bedeutung.

Körpermasseverluste, Rückenspeckdicken und Body Condition Scoring (BCS) von Sauen sind wesentliche Parameter der Fütterungskontrolle im Sauenstall (Wähner, 2006; Pollmann, 2013). Dabei werden die Parameter oft synonym genutzt. Die kann problematisch sein, da die Rückenspeckdicke von der Energieversorgung abhängig ist und Körpermasse sowie BCS auch vom Proteinverlust wesentlich verändert werden können. Lysolecithine verbessern die Verdauung allgemein (Overland et al., 1993). Diese höhere Nährstoffverfügbarkeit unterstützt die Sauen v.a. während der ersten Woche p.p., bei noch geringen Futteraufnahmen aber schon deutlich steigender Milchleistung. Nur bei 1 kg/to FRA® LeciMax Dry war in diesem Versuch der Körpermasseverlust verringert, allerdings der BCS-Verlust bei beiden Zulagestufen. Diese Ergebnisse bestätigen Literaturangaben (Zhao et al., 2016; Wang et al., 2019). Das verbesserte Absetz-Östrus-Intervall wird auch von Wang et al. (2019) als linearer Effekt beschrieben, allerdings nicht von Zhao et al. (2016). Trotz positiver Wirkung des FRA® LeciMax Dry auf die Nährstoffversorgung der Sauen ergab sich kein Vorteil für die Saugferkel (Tabelle 4) entsprechend Zhao et al. (2016). Aber Wang et al. (2019) fanden einen linear positiven Einfluss von Lysolecithin auf das Wachstum der Saugferkel. Futteraufnahme, Körpermasse/BCS-Verlust und Ferkelwachstum (bzw. Milchleistung) sind unter Praxisbedingungen nicht zwingend eng miteinander verbunden (Derking, 2015). Bei deutlich restriktiver Fütterung (-25%, Sulabo et al., 2010) werden Sauen deutlich Körpermasse mobilisieren und das Wachstum der Ferkel bleibt zurück.

Kratz et al. (2018) haben bereits den Einfluß von FRA® LeciMax Dry auf Wachstum und Wirtschaftlichkeit bei Absatzferkeln beschrieben. Der vorliegende Versuch bestätigt die Ergebnisse. Der fehlende Effekt beim FAZ I (Tag 1-14) im vorliegenden Versuch (Tabelle 5 & 6) gegenüber Kratz et al. (2018) mag in der um eine Woche kürzeren Dauer begründet sein. Die jeweils sehr deutlichen Effekte im FAZ II untermauern die erhöhte Nährstoffverfügbarkeit nach Zusatz von Lysolecithinen (Overland et al., 1993; Santos et al., 2017; Danek et al., 2015), womit das genetische Potential der Ferkel besser ausgenutzt werden kann. Lysolecithin erscheint effizienter als reines Lecithin, dass nur bei hohen Dosierungen die Futtermittelverwertung verbessert (Burfeind, 2018). Direkt nach dem Absetzen scheinen andere Faktoren begrenzend zu wirken.

FRA® LeciMax Dry verbesserte den Ertrag je Wurf (ohne Kosten für das Produkt) linear um ca. 2,40-6,00 €. Bei ad libitum Fütterung bzw. Hitzestress sind weitere Vorteile zu erwarten. Der Ferkelversuch bestätigt die Ergebnisse von Kratz et al. (2018) mit ca. +2,00 €/Ferkel.

Schlussfolgerungen

Mit FRA® LeciMax Dry können Sauen ihr Futteraufnahmepotential sicher erreichen und die Mobilisation von Körpermasse reduzieren. Dies ist v.a. für Fruchtbarkeit und Langlebigkeit von Bedeutung. Der Effekt scheint mit steigender Dosierung besser zu sein. Ein Mehrerlös von 2,40-6,00 €/Wurf ist möglich.

FRA® LeciMax Dry erhöht Futteraufnahme und Wachstum von Ferkel im Bereich 10-20 kg Lebendmasse. Dies kann einen Mehrerlös von ca. 2,00 €/Ferkel generieren.

Literatur

- Burfeind O (2018): Fettverdauung durch Lecithin verbessern. Bauernbl., (8), 51-52
- Danek P, Paseka A, Smola J, Ondracek J, Beckova R, Rozkot M (2005): Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning Czech J. Anim. Sci., 50, (10), 459–465
- Danek P, Paseka A, Smola J, Ondracek J, Beckova R, Rozkot M (2005): Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning Czech J. Anim. Sci., 50, (10), 459–465
- Derking S (2015): Feldstudie an hochproduktiven Sauen zu Fütterungseinflüssen auf die Entwicklung der Körpermasse und Rückenspeckdicke in der Laktation sowie auf die Leistung der Ferkel (Wurfzuwachs). INAUGURAL-DISSERTATION, Inst. Tierern. Tierärztlichen Hochschule Hannover, ISBN 978-3-86345-269-8
- Kratz R, Dansen O, Asmussen S, Potthast C (2018): Der Einfluss von Lysolecithinen auf Leistungsparameter von Absetzferkeln. 56. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.; 83-87
- Overland M, Tockach MD, Cornelius SG, Pettigrew JE, Rust JW (1993): Lecithin in swine diets: I. Weanling pigs J. Anim. Sci, 71(5), 1187-93
- Pettigrew JE (1981): Supplemental Dietary Fat for Peripartal Sows: a Review. J ANIM SCI 1981, 53:107-117.
- Pollmann C (2013): Sauenkonidition im Fokus. Bauernbl. 47-49
- Santos KM, Watanabe PH, Freitas ER, Nepomuceno RC, Oliveira PJD, Lima VM, Rodriguez BBV, Do Nascimento GAJ, de Carvalho LE (2017): Beef Tallow and Emulsifier in Growing-Finishing Pig Diets. Ann. Braz. Acad. Sci., 89(2), 1221-1230
- Strathe AV, Bruun TS, Hansen CF (2017): Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. Anim., 1913–1921
- Sulabo RC, Jacela JY, Tokach MD, Dritz SS, Goodband RD, DeRouchey JM, Nelssen JL (2010): Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. J. Anim. Sci. 2010. 88:3145–3153
- Todorova M, Ignatova M, Petkova M (2011): Effect of lecithin supplementation in standard diet for weaned pigs on growth performance and blood cholesterol level. Arch. Zootech., 14(4), 45-50
- Wähner M (2006): Fortpflanzung und Biotechnik – Allgemeine Angaben zur Fortpflanzungsbiologie beim Schwein. In: Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung Empfehlungen für die Praxis. Hrsg. Brade W & Flachowsky G. Landbau. Sonderheft 296, 65-69
- Wang QQ, Long SF, Hu JX, Li M, Pan L, Piao XS (2019): Effects of dietary lysophospholipid complex supplementation on lactation performance, and nutrient digestibility in lactating sows. Anim. Feed Sci. Techn. 251, 56-63
- Zhao PY, Zhang ZF, Lan RX, Liu WC, Kim IH (2016): Effect of lysophospholipids in diets differing in fat contents on growth performance, nutrient digestibility, milk composition and litter performance of lactating sows. Anim. 1-7

Autorenanschrift:

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

FRA[®]
LeciMax
Dry

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

MAX. ENERGIE

PROFITSTEIGERUNG

KOSTENERSPARNIS

PERFORMANCE

agromed
natural effects

agromed Austria GmbH
Bad Haller Straße 23
A - 4550 Kremsmünster

Tel.: +43 7583 5105-0
Fax.: +43 7583 5105-40
info@agromed.at
www.agromed.at

Potential of specific lignocellulose for modulation of ruminal pH-value in dairy cows

Christine Potthast¹, Johannes Friedrich², Rüdiger Kratz¹, Volker Potthast³, Arthur Kroismayr⁴

¹ Agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Austria;

² Trostberg, Germany;

³ Molln, Austria;

⁴ AGROCON Consulting, Regau, Austria

Introduction

Subacute rumen acidosis (SARA) is considered a common problem in modern, high-yielding dairy herds. According to a study by Kleen et al. (2013), the prevalence of SARA in German dairy farms is 20% when looking at the individual animals. Symptoms of SARA are e.g. ruminitis (inflammation of the rumen mucous membrane), laminitis, poor body condition, decrease in feed intake, milk yield or milk fat. The delimitation of symptoms and consequences of the SARA for the dairy cow is not always clear - on closer examination, various other diseases (mastitis, liver damage, abomasal displacements) and fertility disorders can be related to SARA. At low pH levels in the rumen or sudden drop, microbial endotoxins (also lipopolysaccharides, LPS) are increasingly released and enter the bloodstream. The endotoxins induce systemic inflammatory reactions in animals and promote various metabolic disorders (Khol-Parisini and Zebeli 2012).

SARA is defined differently, including by different periods of the day during which the rumen pH drops below a certain threshold. Gozho et al. (2007) suggest a threshold of < pH 5.6 for more than 180 minutes / day, in Zebeli et al. (2008), < pH 5.8 at 5.2 hours / day is an indicator of SARA.

There is a strong linear positive correlation between the duration of a pH decrease below pH 6 and the concentration of endotoxins in rumen fluid (Zebeli et al., 2012). The longer the pH is below 6, the more severe is the SARA and the higher are the levels of endotoxins in the rumen fluid. The threshold for the linear increase in the endotoxin level is thus at pH 6 for a period of > 96.5 minutes per day (Zebeli et al. 2012). When looking at these interactions (pH, endotoxins, inflammatory reactions), negative effects occur even at a higher pH and within a shorter period, than when considering the pH value occurrence of SARA alone, which in older studies is mainly defined by performance parameters or the feed intake. SARA and inflammation are central problems for the dairy cow, which is especially evident at the start of lactation. However, a consistent reduction of SARA risks in feeding provides an efficient way of reducing the risk of inflammation and therefore, of illness and avoiding unscheduled cullings. The best prophylaxis is a ruminant-friendly feeding - often a contradiction to the concentrate and thus starch-rich diets commonly used. Farms often use feed additives/supplements like ruminal buffers to prevent SARA.

Stabilisation of ruminal fermentation and ruminal pH is also possible by modulation of starch degradation in the rumen using a lignocellulose (agromed TIME305®) whose specific flavonoids cause a delay in ruminal starch degradation by reversible amylase inhibition, without affecting the overall degradability of the starch. These effects were demonstrated in vitro and in vivo (Schieder et al. 2013). Thus, a direct intervention in the problem area of rumen acidosis is possible: the too low descent of the pH values and unphysiologically low pH values are prevented.

The aim of this study was to test the effect of agromed TIME305® supplementation on rumen pH.

Material & Methods

In the trial, 72 Simmental dairy cows were divided into two groups, of which the experimental group was supplemented daily with 60 g of the product agromed TIME305®. The control animals received no supplement. 5 animals of the experimental and 4 animals of the control group were provided with a ruminal bolus, which recorded the pH value continuously. For the evaluation, the first 90 days were used, since then the measurement accuracy decreases. Feeding was carried out as a partial TMR, (targeted milk yield 23 kg). In addition, concentrate was administered individually in the automatic milking system. The partial TMR consisted of grass silage (37%), corn silage (40%), concentrate (12%, corn, molassed sugar beet pulp, wheat, barley, minerals) and rapeseed meal (12%). For the data analysis, the performance data from the milk performance tests (8 x in the test period), the rumen pH values from the boli (smaXtec Premium Bolus) and as well as the results of a two-time claw assessment at 30.6.2017 and 2.12.2017 (according to Hermann and Landmann 2007) were available. The trial lasted from 6.4. - 2.12.2017. The animals were grouped based on the data from the four milk performance tests preceding the trial, considering the factors energy-corrected milk, fat-protein quotient, lactation day and lactation number. Milk yield data and pH-minima were analysed using linear modelling procedures of software R (Version 3.5.1, R Core Team). The differences among claw assessment and measurement points below pH-thresholds were assessed according to X2 -Test. Student's t-test was used to statistically evaluate the differences among means of pH-minima and pH-maxima as well as pH-means.

Results

There was no significant difference in the number of claw diseases between the two trial groups. Due to the numerically lower number of diagnosed white line defects in the experimental group, it is assumed that claw health status tends to be improved by long-term use of the lignocellulose supplement.

The milk yield and milk solids did not differ between the experimental and control group (table 1).

Table 1: Performance data at trial start and in the trial period

Group	Number, n	ECM*, kg/d	FPQ#	Day of lactation
Trial start (first milk performance test 8.4.2017)				
Experimental	35	30,0	1,15	161
Control	34	31,0	1,11	162
Average trial period				
Experimental	33	24,5	1,15	199
Control	30	25,7	1,15	206

*ECM energy corrected milk == Fat- (4%) and protein-(3.4) adjusted milk yield;

#FPQ = fat:protein-quotient

Differences in rumen pH values, however, could be statistically verified. As shown in table 2, the group means did not differ, but the supplementation with agromed TIME305® significantly increased the minimum pH values in the experimental group. The respective times below the critical pH values were significantly reduced in the experimental group.

Table 2: Rumen pH results for the experimental and control group

Rumen pH value	Experimental	Control	P-value
Average	6.23	6.20	1
Maximum	6.53	6.52	0,270
Minimum	5.89	5.81	<0,001
< 5.6 min/d	7	12	<0,001
< 5.8 min/d	33	62	<0,001
< 6.0 min/d	174	237	<0,001

The broad spread of the pH values of the individual animals was most striking. In the experimental group, 3 of the 5 animals had no measurement points below pH 5.6, while in the control, all animals had measurement points in this critical pH range. The pH amplitude in the rumen of the lignocellulose-supplemented animals is markedly reduced, while the control animal shows marked downward pH movements, and the absolute pH minimum in the experimental group is higher compared to the control group (table 3).

Table 3: pH minima and maxima of cows with rumen boli

	pH-minimum, absolute	pH-maximum, absolute	pH-fluctuation, average
Experimental group	5.49	6.88	1.39
Control group	5.24	6.83	1.56

Discussion

The diet fed in the experimental farm did not imply a high acidotic risk. The aNDF_{om} content averaged 36%, and the ADF_{om} content averaged 22.5%, well above the minimum levels of a ruminant-friendly ration, which Engelhard (2016) sets at 28% and 17%, respectively. The roughage proportion was 65% and a maximum of 6 kg concentrate were administered per cow per day.

The low risk for SARA is reflected by the relatively high average pH values of both groups. Although the mean values of both groups were above the limits for a SARA (pH 5.6 > 3 hours / day, Gozho et al. 2007 or pH 5.8 > 5.2 hours / day, Zebeli et al. 2008), the period below pH 6 in the experimental group with supplemented lignocellulose is significantly reduced (table 2).

The value of pH 6 can be defined as the critical pH, since below this value the endotoxin release increases significantly (Zebeli et al., 2012). Additionally, the fibre digestion in the rumen is significantly reduced (Sung et al., 2007).

In conclusion, the animals receiving the control diet are at significantly higher risk of suboptimal rumen fermentation, and higher LPS release with higher susceptibility for inflammation. The aim of

the trial farm, however, was less the reduction of the occurrence of SARA than the improvement of total herd health status. With the agromed TIME305® supplementation, the farm expects improvements in rumen and claw health status in the long term to increase life productivity of the cows. Due to the positive effect of the addition of agromed TIME305® on the ruminal pH, especially at the individual animal level, or in the reduction of the period below pH 6, and the tendency of improved claw health, these effects can be expected in the medium term. The stabilization of the pH value can furthermore reduce the endotoxin release and thus the overall inflammatory processes.

Conclusion

Subclinical rumen acidosis (SARA), especially in individual animals, has negative performance and above all, health effects, with direct cost respectively profit effects, but especially on the reduction of the dairy cows' life productivity. Effective rumen management to prevent SARA is possible by supplementing a specific lignocellulose (agromed TIME305®). Consequently, a direct intervention in the problem area of rumen acidosis is possible: the too low drop of the pH values and unphysiologically low pH values are prevented.

Literature

- Engelhard, T. (2016): Fütterung rund um die Abkalbung: Basis für hohe Leistungen. Fachtagung Milchviehfütterung, 3.11.2016. HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- Gozho, G.N.; Krause, D.O.; Plaizier, J.C. (2007): Ruminal lipopolysaccharide concentration and inflammatory response during grain-induced subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 856
- Hermann, H.-J.; Landmann, D. (2007): 2. DLG-Report Klauengesundheit. 1. Aufl. DLG-Verlag. Frankfurt a.M.
- Khol-Parisini, A.; Zebeli, Q. (2012): Die Milchkühe im Spannungsfeld zwischen Leistung, Gesundheit und Nährstoffeffizienz. Proceedings of 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein: 43
- Kleen, J.L.; Uppang, L.; Rehage, J. (2013): Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Vet Scand.* 55: 48
- Mahlkow-Nerge, K. (2008) Stoffwechselstörungen bei Milchkühen –Wie kann der Landwirt diesen begegnen? In: Praxis trifft Forschung - Neues aus der Ökologischen Tierhaltung. *Landbauforschung Sonderheft 320.* 109
- Schieder, C.; Gasteiner, J.; Kroismayr, A.; Leidinger, L. Ludwig, P.; Neufeld, N.; Zollitsch, W. (2013): Lignocellulose Formulierung mit Amylase-hemmender Wirkung in vitro und in vivo. 12. Boku-Symposium Tierernährung, Wien; 167
- Sung, H. G.; Kobayashi, Y.; Chang, J.; Ha, A.; Hwang, I.H.; Ha, J.K. (2007): Low ruminal pH reduces dietary fiber digestion via reduced microbial attachment. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20: 200
- Zebeli, Q.; Dijkstra, J.; Tafaj, M.; Steingass, H.; Ametaj, B. N.; Drochner, W. (2008): Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91 (5). 2046
- Zebeli, Q.; Metzler-Zebeli, B. U.; Ametaj, B.N. (2012): Meta-analysis reveals threshold level of rapidly fermentable dietary concentrate that triggers systemic inflammation in cattle. *J. Dairy Sci.* 95: 2662

Autorenanschrift:

Dr. Christine Potthast
Bad Haller Straße 23
A-4550 Kremsmünster Austria
potthast@agromed.at

Einsatz einer ökokonformen Riboflavinquelle bei langsam wachsenden Mastbroilern

Christian Lambertz^{1,2}, Jochen Leopold², Klaus Damme³, Werner Vogt-Kaute⁴, Stefanie Ammer², Florian Leiber²

¹ Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), 60486 Frankfurt am Main, Deutschland

² Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Departement für Nutztierwissenschaften, 5070 Frick, Schweiz

³ Lehr-, Versuchs-, und Fachzentrum für Geflügel, 97318 Kitzingen, Deutschland

⁴ Naturland e.V., 82166 Gräfelfing, Deutschland

Einleitung

Die Deckung des Riboflavinbedarfs mit ausschließlich ökologisch erzeugten Futterkomponenten stellt die Rationsgestaltung für Monogastrier derzeit vor große Herausforderungen, da der Bedarf mit nativen Gehalten in Getreide und Leguminosen selten erreicht wird (Witten und Aulrich, 2018, 2019). Mastbroiler sind dabei in der Zeit zwischen dem 7. und 14. Tag am sensibelsten gegenüber einer Riboflavinmangelversorgung (Olkowski und Classen, 1998). Ein Mangel ruft Nervenstörungen und Lähmungen der Zehen, die sogenannte „curled-toe paralysis“, nach sich (Cai et al., 2006; Johnson und Storts, 1988; Wyatt et al., 1973). Nicht nur aus Tierschutzsicht muss eine ausreichende Versorgung mit diesem Vitamin zwingend sichergestellt werden.

Für die Aufwertung des Riboflavingehaltes von Öko-Futtermischungen sind daher Alternativen in Form von ökokonformen und Riboflavin-reichen Futtermitteln notwendig. Ziel des vorliegenden Versuches war es daher, den Einfluss einer Riboflavin-haltigen Suspension auf Basis der Fermentation der Hefe *A. gossypii* in unterschiedlichen Dosierungen im Vergleich zu konventionell hergestelltem Riboflavin mittels gentechnisch veränderten Bakterien auf Leistungsparameter von langsam wachsenden Mastbroilern zu untersuchen.

Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchung umfasste zwei Durchgänge mit jeweils 800 Eintagsküken der Genetik Ranger Gold™ (Aviagen Epi GmbH, Cuxhaven, Germany). Diese wurden gemischtgeschlechtlich unter Bodenhaltungsbedingungen in 40 Gruppen mit jeweils 20 Tieren gehalten. Starterfutter wurde vom 1. bis zum 28. Lebenstag und Mastfutter anschließend bis zur Schlachtung an Tag 62/63 verabreicht. Vier Versuchsmischungen (10 Gruppen je Variante) wurden getestet: eine Grundmischung 1) ohne Supplementierung von Riboflavin und ausschließlich nativem Riboflavin der Futterkomponenten (NATIV), 2) mit Riboflavinsupplementierung einer konventionellen Quelle (9,6 mg/kg im Starter- und 8,0 mg/kg im Mastfutter; Cuxavit B2 80%, Kaesler Nutrition GmbH, Cuxhaven, Deutschland) (KONV), 3) mit Riboflavinsupplementierung der alternativen Quelle in niedriger Dosierung (3,5 mg/kg) (A-NIEDRIG) und 4) hoher Dosierung (9,6 mg/kg im Starter- und 8,0 mg/kg im Mastfutter (A-HOCH)). Die alternative Quelle war eine als ökologisches Futtermittel in der EU zugelassene, Riboflavin-reiche Suspension aus der Fermentation einer Hefe (*A. gossypii*), hergestellt durch die Firma AGRANO GmbH

& Co. KG (Riegel am Kaiserstuhl, Deutschland). Die Nährstoffgehalte der Futtermischungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Das individuelle Tiergewicht ebenso wie die gruppenweise Futter- und Wasseraufnahme wurden wöchentlich erhoben. Zweiwöchentlich wurden 5 bis 10 Tiere je Abteil auf Fußballendermatitis untersucht. Schlachtparameter (Ausschlachtung, Anteil an wertvollen Teilstücken, Abdominalfett, Leber, Herz und Magen) wurden an fünf männlichen und weiblichen Tieren je Abteil erfasst.

Tabelle 1: Riboflavin- und Nährstoffgehalte der vier eingesetzten Versuchsmischungen des Starter- und Mastfutters sowie der Riboflavin-reichen Fermentations-Suspension

	Starterfutter				Mastfutter				Suspen- -sion
	NATIV	KONV	A- NIEDRIG	A- HOCH	NATIV	KONV	A- NIEDRIG	A- HOCH	
Riboflavin (mg/kg) ¹	3,05	9,36	5,51	11,40	1,99	9,15	5,43	11,00	741,00
Trockenmasse (g/kg)	885	882	878	877	875	874	872	865	54
Rohprotein (g/kg)	215	222	216	227	187	181	182	178	17
Rohfett (g/kg)	57	56	57	60	42	40	42	40	18
Rohfaser (g/kg)	33	41	44	42	43	41	41	40	<3
Saccharose (g/kg)	38	38	37	40	40	40	43	40	<10
Stärke (g/kg)	346	341	340	329	398	399	402	404	<10
NfE (g/kg)	510	499	498	477	533	542	537	541	11
Rohasche (g/kg)	70	64	63	71	70	70	70	66	8
ME (MJ/kg)	11,6	11,5	11,5	11,6	11,5	11,4	11,5	11,4	9
Aminosäuren									
Lysin (g/kg)	9,3	9,4	9,2	9,8	8,2	8,4	8,3	7,9	0,6
Methionin (g/kg)	3,4	3,5	3,4	3,6	2,9	2,9	2,8	2,8	<0,5
Cystin (g/kg)	3,8	3,6	3,8	3,9	3,2	3,3	3,1	3,1	<0,5
Threonin (g/kg)	7,7	7,6	7,6	8,1	6,7	6,7	6,6	6,4	<0,5

¹ je kg Frischmasse

Ergebnisse und Diskussion

Das Körpergewicht in der Gruppe A-HOCH (2299 g) war höher als das der Gruppen NATIV (2173 g) und A-NIEDRIG (2150 g) ($P < 0.05$). Beide Gruppen mit der hohen Riboflavinsupplementierung zeigten einen höheren Futterverbrauch als die Gruppen NATIV und A-NIEDRIG ($P < 0.05$), wobei sich die Futterverwertung nicht unterschied ($P > 0.05$) (Tabelle 2).

Tabelle 2: Leistungsparameter der Mastbroiler, die eine Grundmischung ohne Supplementierung von Riboflavin (NATIV), mit Riboflavinsupplementierung einer konventionellen Quelle (KONV) oder einer alternativen Quelle in niedriger Dosierung (A-NIEDRIG) und hoher Dosierung (A-HOCH) erhielten (LS Means, n=400)

Merkmal	Versuchsgruppe				SE
	NATIV	KONV	A-NIEDRIG	A-HOCH	
Körpergewicht (g)	2193 ^{bc}	2267 ^{ab}	2167 ^c	2316 ^a	39,2
Tageszunahme (g)	34,5 ^{bc}	35,6 ^{ab}	34,0 ^c	36,4 ^a	0,6
Futtermittelverbrauch (g/Tier)	5119 ^c	5294 ^{ab}	5036 ^c	5467 ^a	82,0
Futtermittelverwertung (kg/kg)	2,40	2,41	2,39	2,42	0,02
Wasserverbrauch (ml)	10009 ^{bc}	10225 ^{ab}	9783 ^c	10515 ^a	141
Wasser:Futtermittelverhältnis (ml/g)	1,96	1,93	1,95	1,93	0,03
Mortalität (%)	2,09	4,20	5,24	4,38	1,41
Mortalität Tag 0 bis 7 (%)	1,31	1,84	3,45	1,87	125
Europäischer Broiler Index (Punkte ¹)	142 ^{ab}	143 ^{ab}	136 ^b	145 ^a	3
Erlös nach Futtermittelnkosten (€/Tier ²)	2,59	2,67	2,56	2,70	0,05
Erlös nach Futtermittelnkosten, korrigiert auf zusätzliche Riboflavinkosten (€/Tier)	2,59	2,67	2,51	2,57	0,05

^{a,b,c} Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p < 0,05$);

¹ Europäischer Broiler Index: Tageszunahme (g) x Überlebensrate (%) / Futtermittelverwertung (kg Futter/kg Gewichtszunahme) x 10;

² Erlös nach Futtermittelnkosten: Körpergewicht (kg) x 2,65 € - Futtermittelverbrauch (kg) x 0,56 €.

Der Brustfleischanteil der NATIV- und KONV-Tiere lag höher als der der A-NIEDRIG-Tiere ($P < 0,05$). Er unterschied sich jedoch nicht zu A-HOCH ($P > 0,05$) (Tabelle 3). Er lag mit 22,9 bis 23,7% bei allen Gruppen auf einem niedrigen Niveau. Die Anteile von Schenkel und Flügel unterschieden sich nicht ($P > 0,05$). KONV und A-NIEDRIG zeigten im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen einen höheren Leberanteil ($P < 0,05$). Der Anteil stark ausgeprägter Fußballendermatitis war in allen Gruppen gering ($P > 0,05$), auch bedingt durch eine geringere als in der Praxis übliche Besatzdichte.

Tabelle 3: Schlachtparameter von Mastbroilern, die eine Grundmischung ohne Supplementierung von Riboflavin (NATIV), mit Riboflavinsupplementierung einer konventionellen Quelle (KONV), oder einer alternativen Quelle in niedriger Dosierung (A-NIEDRIG) und hoher Dosierung (A-HOCH) erhielten (LS Means; n=100)

Merkmal	Versuchsgruppe				SE
	NATIV	KONV	A-NIEDRIG	A-HOCH	
Körpergewicht (g)	2346 ^a	2322 ^a	2191 ^b	2350 ^a	46,1
Schlachtgewicht (SG, g)	1717 ^a	1705 ^a	1607 ^b	1750 ^a	35,8
Ausschlachtung (%)	73,3 ^b	73,3 ^b	73,3 ^b	74,4 ^a	0,3
Brustanteil (% SG)	23,7 ^a	23,6 ^a	22,9 ^b	23,4 ^{ab}	0,2
Schenkelanteil (% SG)	31,8	31,1	31,6	31,5	0,29
Flügelanteil (% SG)	11,5	11,5	11,6	11,4	0,09
Karkasse (% SG ¹)	27,8	28,0	28,1	28,0	0,24
Abdominalfett (% SG)	1,78 ^{ab}	1,74 ^b	1,71 ^b	1,93 ^a	0,10
Leber (% SG)	2,66 ^b	2,79 ^a	2,83 ^a	2,67 ^b	0,04
Herz (% SG)	0,50	0,50	0,50	0,51	0,01
Magen (% SG)	1,54 ^a	1,63 ^a	1,63 ^a	1,43 ^b	0,04

a,b,c Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Zeilen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p < 0,05$); ¹einschließlich Hals

Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass das Riboflavinprodukt aus der Fermentation der nicht gentechnisch veränderten Hefe bei gleicher Dosierungshöhe als Alternative zu konventionell erzeugtem Riboflavin in der Mastbroilerfütterung eingesetzt werden kann. Bei der hohen Dosierung des fermentativen Produktes kam es in Folge einer erhöhten Futterraufnahme zu einem verbesserten Gewichtswachstum. Riboflavin-Mangelscheinungen traten bei keiner der Versuchsgruppen auf, also auch nicht in der Gruppe, die nur auf die nativen Gehalte der Futterkomponenten angewiesen war. Bei der Einordnung der Ergebnisse müssen jedoch die Versuchsbedingungen berücksichtigt werden, vor allem die langsam wachsende Genetik sowie die verhältnismäßig hohen nativen Riboflavinegehalte der Futtermischungen. Weiterführende Studien sind notwendig, um zu untersuchen in wieweit die Riboflavinegehalte insbesondere in der Endmastphase reduziert werden können, ohne einen Riboflavinmangel hervorzurufen. Aus ökonomischen Gründen könnten hierdurch erhöhte Kosten des ohne Gentechnik hergestellten Riboflavins ausgeglichen werden.

Literatur

Cai, Z., Finnie, J.W., Blumbergs, P.C. (2006): Avian riboflavin deficiency: An acquired tomaculous neuropathy. *Vet Pathol* 43: 780–781.

Johnson, W.D., Storts, R.W. (1988): Peripheral neuropathy associated with dietary riboflavin deficiency in the chicken I. Light microscopic study. *Vet Pathol* 25: 9–16.

Olkowski, A.A., Classen, H.L. (1998): The study of riboflavin requirement in broiler chickens. *Int J Vitam Nutr Res* 68, 316–27.

Witten, S., Aulrich, K. (2018): Effect of variety and environment on the amount of thiamine and riboflavin in cereals and grain legumes. *Anim Feed Sci Technol* 238: 39–46.

Witten, S., Aulrich, K. (2019): Exemplary calculations of native thiamine (vitamin B1) and riboflavin (vitamin B2) contents in common cereal-based diets for monogastric animals. *Organic Agric* 9: 155-164.

Wyatt, R.D., Tung, H.T., Donaldson, W.E., Hamilton, P.B. (1973): A new description of riboflavin deficiency syndrome in chickens. *Poultry Sci.* 52: 237–244.

Autorenanschrift:

Dr. Christian Lambertz
Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Kasseler Strasse 1a
60486 Frankfurt am Main
Email: christian.lambertz@fibl.org

YOUNG ANIMAL NUTRITION

PROGRAM FOR PIGLETS. FUNCTIONAL PROTEINS TO SUPPORT INTESTINAL HEALTH.

**Standardised
source of
natural egg
immunoglobulins.**



Immunglobuline aus dem Ei als Prophylaxe gegen Durchfall bei Aufzuchtkälbern

Franziska Stemmer

EW Nutrition

Einleitung

Durchfall gehört weltweit zu den bedeutendsten Krankheiten in der Kälberaufzucht. Bei starkem Durchfall können Kosten von bis zu 263 € pro Kalb entstehen. Weiterhin beeinflusst das Durchfallvorkommen neonataler Kälber die spätere Milchleistung. Schon beim Auftreten von leichtem Durchfall kann mit einer geringeren Milchleistung von 344 kg in der ersten Laktation gerechnet werden (Welsch, 2016). Als Ursachen für Durchfall kommen sowohl infektiöse als auch nicht-infektiöse Faktoren in Frage. Zu den infektiösen Faktoren zählen u.a. Viren, Bakterien und Parasiten. Hier sind besonders E. coli, Clostridien, Rota- und Coronaviren sowie Kryptosporidien hervorzuheben. Aber auch nicht-infektiöse Faktoren wie Haltungs- und Fütterungsfehler sind oft für das Auftreten von Durchfall verantwortlich (Rademacher, 2007).

Wie letztes Jahr bereits vorgestellt (Stemmer, 2018), eignen sich Immunglobuline aus dem Ei, um Kälber im Fall von akutem Durchfall effektiv zu unterstützen. Bei dem Versuch zeigte die Versuchsgruppe ein um 8 kg höheres Absetzgewicht und 20 % höhere tägliche Zunahmen. Außerdem konnte der Anteil Kälber, die eine Behandlung mit Antibiotika benötigten, von 86 % in der Kontrolle auf 52 % in der Versuchsgruppe gesenkt werden.

Material und Methoden

In der im Folgenden beschriebenen Studie wurde untersucht, ob der Einsatz des eipulverhaltigen Diät-Ergänzungsfuttermittels Globigen® Dia Stop auch dazu beitragen kann, Kälber schon im Vorfeld gegen Durchfall zu unterstützen. Globigen® Dia Stop enthält neben Immunglobulinen aus dem Ei (IgY) Traubenzucker, Natriumchlorid, Natriumbicarbonat, Hefeerzeugnisse und Kaliumchlorid.

Versuch:

Fragestellung: Kann durch den Einsatz des Diät-Ergänzungsfuttermittels Globigen® Dia Stop das Durchfallvorkommen bei Aufzuchtkälbern reduziert werden?

Der Fütterungsversuch wurde von Juni bis September 2016 auf einem Milchviehbetrieb (330 Kühe) in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Insgesamt wurden 45 weibliche Holstein Kälber vom ersten Lebenstag bis zum Absetzen (ca. 77. Lebenstag) untersucht.

Die Verteilung der neugeborenen weiblichen Holstein Kälber auf die Versuchs- und Kontrollgruppe vor dem Abkalben erfolgte anhand der Laktationsnummer der Mutterkühe. Die Kälber wurden jeweils mit der gleichen Menge an Kolostrum versorgt.

Das Versuchsdesign sah folgendermaßen aus:

Versuchsgruppe (n=22): 4. – 8. Lebenstag 2x täglich 25 g Globigen® Dia Stop eingerührt in den Milchaustauscher

Kontrolle (n=23): Keine zusätzliche Durchfallprophylaxe

Ergebnisse

Durch die prophylaktische Anwendung des eipulverhaltigen Diät-Ergänzungsfuttermittels Globigen® Dia Stop konnte das Vorkommen von Durchfall in der Versuchsgruppe deutlich reduziert werden (Abb. 1). Dies resultierte in signifikant höheren täglichen Zunahmen in der Versuchsgruppe (694 g im Vergleich zu 564 g in der Kontrolle; Abb. 2) und in einem signifikant ($p \leq 0,01$) höheren Absetzgewicht (89,86 kg im Vergleich zu 77,63 kg in der Kontrollgruppe; Abb. 3).

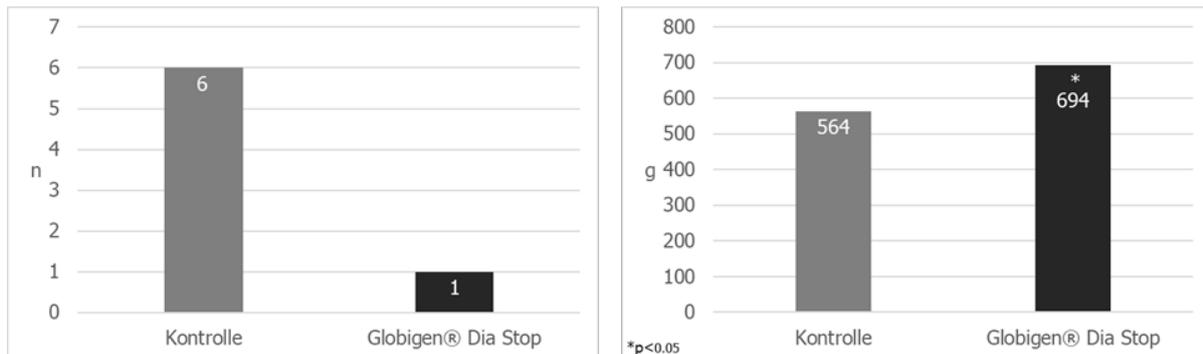


Abbildung 2: Durchschnittliche Tageszunahmen bis zum Absetzen

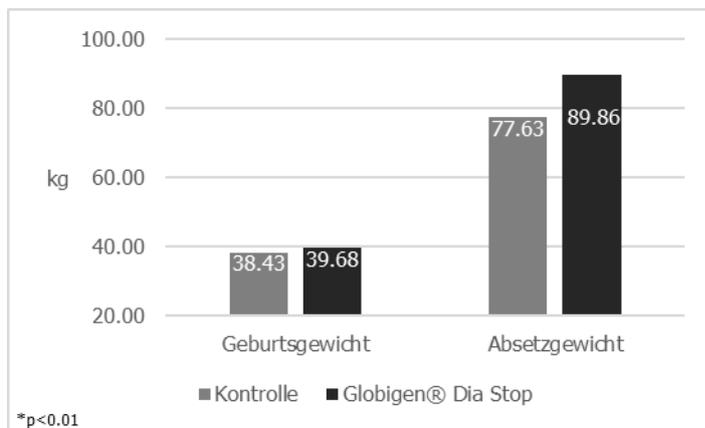


Abbildung 3: Gewichtsentwicklung der Kälber ohne und mit dem Diät-Ergänzungsfuttermittel Globigen® Dia Stop

Diskussion und Schlussfolgerung

Der vorgestellte Versuch zeigt, dass Globigen® Dia Stop prophylaktisch gegen Durchfall eingesetzt werden kann. Durch den Einsatz konnte das Durchfallvorkommen gesenkt, die täglichen Zunahmen und dadurch auch das Absetzgewicht erhöht werden.

Die Ergebnisse des vorgestellten Versuchs können als Indikator gesehen werden, dass die Gabe von Ei-Antikörpern (IgY) bei Kälbern die Darmgesundheit unterstützt und die Zunahmen der Kälber positiv beeinflusst. Studien von Ikemori et al. (1992) zufolge agieren Ei-Immunglobuline im Darm von

Kälbern, wo sie Durchfallerreger binden und sie damit blockieren können. Das Ergänzungsfuttermittel Globigen® Dia Stop kann somit als eine Möglichkeit gesehen werden, Kälber in der kritischen Phase der ersten Lebensstage zu unterstützen und somit das Vorkommen von Durchfall zu reduzieren.

Literatur

Ikemori, Y., Kuroki, M., Peralta, R. C., Yokoyama, H. und Y. Kodama (1992): Protection of neonatal calves against fatal enteric colibacillosis by administration of egg yolk powder from hens immunized with K99-piliated enterotoxigenic Escherichia coli. Am. J. of Vet. Res. 53: 2005 – 2008.

Rademacher, G., I Lorenz und W. Klee (2002): Tränkung und Behandlung von Kälbern mit Neugeborendurchfall. Tierärztl. Umschau 57, 177-189

Stemmer, F. (2018): Einsatz eines eipulverhaltigen Ergänzungsfuttermittels zur Unterstützung von Aufzuchtkälbern im Falle von Neugeborenen-Durchfall. Poster. 56. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Welsch, B. (2016): Kälberdurchfall mindert spätere Milchleistung. Elite Magazin, Heft 6/2016.

Autorenanschrift:

Franziska Stemmer
EW Nutrition GmbH
Hogenbögen 1
49429 Visbek, Deutschland
franziska.stemmer@ew-nutrition.com

Einfluss eines Polyphenolproduktes auf ausgewählte Parameter bei Weißfleischkälbern

Hans-Bernd von Hebel¹, Sarah Gravemeyer²

¹ MIAVIT GmbH, Essen i. O., Deutschland

² Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

Einleitung

Männliche Holstein-Kälber verlassen gewöhnlich nach 14 Lebenstagen die Milchviehbetriebe und werden zu spezialisierten Mastbetrieben transportiert. Dort werden sie mit weiteren Kälbern aus anderen Herkünften anfangs in Einzelboxen und später in Gruppen aufgezogen und gemästet. Wirtschaftliches Ziel des Landwirts ist es, hohe Zunahmen in weniger als acht Lebensmonaten zu erreichen, damit das Fleisch später als Kalbsfleisch vermarktet werden kann. Dies gelingt u.a., wenn der Faktor Stress während des Einstallens der noch jungen Kälber sowie die Gewöhnung an Umgebung und Futter weitgehend auf ein Minimum reduziert wird. Umgekehrt können viele Erkrankungen gerade zu Beginn der Aufzucht durch Stress ausgelöst werden (Mandelker and Vajdovich, 2011). Auslöser vieler Erkrankungen ist im Vorfeld dabei ein Ungleichgewicht zwischen Oxidantien und Antioxidantien im Stoffwechsel (Winter 2009).

Antioxidantien werden heutzutage über das Futter supplementiert, um effektiv Krankheiten vorzubeugen, die durch oxidativen Stress ausgelöst werden (Zhong et al. 2013). Eine bedarfsgerechte Zufuhr zugesetzter Antioxidantien wie Vitamin E ist nötig. Nach Kirchgeßner et al. (2011) werden für Milchaustauscher für Kälber ein Gehalt von 20 mg Vitamin E/kg TM empfohlen. Auch eine Supplementierung des Spurenelementes Selen spielt als Bestandteil der Glutathionperoxidase eine wichtige Rolle, da dieses Enzym vor Zellschädigung durch Oxidation schützt. Die GfE (2001) empfiehlt für Aufzuchttrinder 0,15 mg Se/kg TM.

Des Weiteren sind auch Polyphenole aus der Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe wegen ihrer entzündungshemmenden und antioxidativen Eigenschaften bekannt und werden zunehmend auch in der Tierernährung eingesetzt (Gansinger 2011). So führten Fiesel et al. (2014) die Hypothese an, dass die Verfütterung von polyphenolreichem Traubentrester an Ferkel Entzündungen im Darm hemmen kann.

Ziel dieser vorliegenden Studie war es, die Wirkung eines definierten Polyphenol-Produktes aus wasserlöslichen und fettlöslichen Antioxidantien auf die Leistung von Weißfleischkälbern in der Mast zu untersuchen und damit vorhandene Versuchsergebnisse bei anderen Tierarten und Stresssituationen zu bestätigen.

Material und Methoden

Der vorliegende Versuch wurde auf einem Praxisbetrieb in Nordwestdeutschland durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden 76 männliche Kälber der Rasse Holstein-Friesian auf einem Kälbermastbetrieb in zwei Gruppen gleichmäßig nach Ankunftsgewicht und Lebensalter randomisiert. Die Kälber stammten aus 40 Herkünften überwiegend aus Niedersachsen und Brandenburg.

Tabelle 1: Verteilung der Versuchsgruppen zum Versuchsstart

	Kontrolle-Gruppe	Polyphenol-Gruppe
Anzahl	38	38
Lebensalter, Tage	21,2 ±6,2	19,3 ±3,6
Gewicht, kg pro Kalb	50,95 ±5,7	50,16 ±5,0

Alle Tiere standen zum Zeitpunkt der Supplementation in Einzelboxen. Das Fütterungsregime war für beide Gruppen identisch hinsichtlich Zusammensetzung und Menge der Milch und des Festfutters. An Tag 1 erhielten beide Gruppen täglich über zwei Mahlzeiten insgesamt 4,4 L Milch pro Kalb. Die TM-Konzentration der Milch lag bei 12,5 % (125 g Trockenmasse in 875 g Wasser). Diese Menge wurde kontinuierlich nach betriebsindividuellem Fütterungsplan auf 9 l pro Tag gesteigert. Ab dem 6. Versuchstag erhielten die Kälber eine Trocken-TMR aus 79 % Kälbermüsli, 20% Weizenstroh und 1 % Natriumbicarbonat als Festfutter. Die Aufnahmen des Futters pro Einzeltier und Gruppe wurden stichpunktartig durch Rückwaage protokolliert. Wiegenungen der nüchternen Kälber erfolgte an Tag 1, Tag 16 und Tag 35 jeweils morgens.

38 Versuchstiere erhielten täglich morgens 200 mg eines definierten wasser- und fettlöslichen Polyphenol-Produktes für 35 Tage über die Tränke. Die Kälber aus der Kontrollgruppe bekamen dagegen keinen Zusatz.

Im weiteren Verlauf wurde die Supplementierung nach dem 35. Versuchstag gestoppt. Beide Gruppen wurden nach der abgeschlossenen Aufzuchtperiode gemischt in Gruppen aufgeteilt und bei identischer Fütterung bis zur Schlachtung weiterbeobachtet. Lebendmassen der Kälber wurden am Tag der Schlachtung nicht erfasst. Die vorhandenen Schlachtdaten wurden genutzt, um die weitere Entwicklung der Kälber hinsichtlich Zunahmen und Schlachtkörper zu bestimmen.

Ergebnisse

Nach fünfwöchiger Aufzucht wurden durchschnittlich 6,5 l Milch pro Kalb und Tag restriktiv angeboten, die von 97,4 % aller Kälber vollständig aufgenommen wurden. Lediglich zwei Kontrolltiere tranken durchschnittlich nur 6,4 l bzw. 6,3 l. Gesundheitsstatus der gesamten Gruppe war unauffällig. Aufgrund sehr geringer Aufnahme an Trockenfutter wurden nur die Versuchstage 28 bis 31 einbezogen. Durchschnittlich hatten die Kontrolltiere täglich 609 g (± 127) aufgenommen, während die Versuchsgruppe bei 595 g (± 143) lag.

Die kalkulierten mittleren Aufnahmen von Vitamin E aus Milch und Festfutter lagen in der Aufzuchtperiode zwischen 126-155 mg pro Tag. Für Selen lagen die Aufnahmen zwischen 0,14 – 0,44 mg pro Kalb und Tag. Die Variation entstand durch ansteigende TM-Aufnahmen und höhere Aufnahmen der Trocken-TMR.

Zusammenfassend lagen die Tageszunahmen pro Kalb nach fünf Wochen durchschnittlich bei 694 g in der Kontrolle und 725 g in der Versuchsgruppe. Kälber aus der Polyphenol-Gruppe zeigten insgesamt einen höheren Lebendmassezuwachs innerhalb von 35 Tagen (24,7 kg vs. 23,6 kg). Im Detail ergaben sich im ersten Zeitraum der Aufzucht (Versuchstag 1 – Versuchstag 16) höhere prozentuale Zuwächse der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrolle als im zweiten Abschnitt. Innerhalb der Gewichtsklassen war der prozentuale Zuwachs der Versuchsgruppe ab 52 kg Startgewicht am deutlichsten gegenüber den Kontrolltieren der leichteren Gewichtsklasse.

Tabelle 2: LM-Zuwachs in kg nach Gewichtsklassen

Zeitraum	d 1 – 16		d 16 – 35		d 1 – 35	
	Kontrolle	Poly-phenole	Kontrolle	Poly-phenole	Kontrolle	Poly-phenole
bis 48 kg (K:12; V:14)	6,13 ± 1,55	6,35 ± 0,89	17,8 ± 2,22	18,3 ± 2,90	23,9 ± 2,51	24,7 ± 2,82
48 bis 52 kg (K:11; V:11)	6,01 ± 0,98	6,43 ± 1,70	18,8 ± 1,90	18,9 ± 3,31	24,8 ± 1,92	25,4 ± 4,01
ab 52 kg (K:15; V:13)	4,70 ± 1,66	5,37 ± 1,90	17,8 ± 2,01	18,7 ± 2,20	22,5 ± 2,77	24,1 ± 3,09

Die Schlachtergebnisse aller 76 im Versuch betreuten Kälber zeigten ebenfalls Unterschiede zugunsten der Versuchsgruppe. Kälber, die während der Aufzucht Polyphenole erhielten, besaßen im Mittel ein um 5,3 kg höheres Schlachtgewicht. Dazu waren die betreffenden Kälber noch um 4,1 Tage jünger als die Kontrollgruppe. Bezogen auf die Nettotageszunahmen ergab sich damit ein Vorteil von 37 g für die supplementierten Kälber. (784 g vs. 747 g).

Tabelle 3: Schlachtdatenergebnisse

	Schlachtgewicht kg	Lebensalter Tage	Nettotageszunahmen g/Tag
Kontrolle	164,7 ±16,6	220,7 ±6,8	747 ±80,4
Polyphenole	170,0 ±16,2	216,6 ±3,6	784 ±76,5

Hinsichtlich der Fleischigkeit und der gewünschten Fleischfarbe erhaben sich im Mittel leichten Unterschiede der Schlachtkörper zugunsten der Polyphenol-Gruppe. Beide Gruppen wiesen eine leichte Fettabdeckung auf, zeigten aber keine Unterschiede in der Bewertung der Fettklasse.

Tabelle 4: Schlachtkörperbewertung

	Fleischigkeit (E=1; P=5)	Fettklasse (1-5)	Farbe
Kontrolle	3,74 ±0,4	1,97 ±0,2	3,84 ±1,5
Polyphenol	3,58 ±0,5	1,97 ±0,2	3,79 ±1,2

Diskussion

Im vorliegenden Versuch konnte eine positive Wirkung einer Polyphenol-Gabe auf das Wachstum von Mastkälbern gezeigt werden und bestätigt damit vorliegende Ergebnisse des definierten Polyphenol-Produktes in anderen Bereichen (Vodde et al. 2019). Diese Beobachtung fiel nach der Supplementationsphase auf (+4,5 % höhere LM) und wurde auch bei der Schlachtung festgestellt (+5 % höheres SG). Folglich ergibt sich für den Landwirt daraus die Möglichkeit, die Zuwachsperiode zu optimieren, indem innerhalb von sieben Monaten ein maximales Schlachtgewicht erreicht wird.

Die täglich verabreichten Mengen an Vitamin E und Selen waren in beiden Gruppen in der fünfwöchigen Aufzucht gegenüber den Vorgaben der GfE mehr als bedarfsdeckend. Trotzdem scheint es, dass eine weitere Zulage anderer Antioxidantien in Form von Polyphenolen sinnvoll erscheint.

Höhere Zunahmen der Versuchsgruppe sind auf antioxidative und entzündungshemmende Eigenschaften der eingesetzten Polyphenole zurückzuführen. Entzündungsprozesse führen zu einem erhöhten Energiebedarf, welcher durch einen Abbau von Muskelprotein in Energie und Aminosäuren realisiert wird (Gessner et al. 2017). In wieweit eine metabolische Programmierung der jungen Kälber während der postnatalen Phase für die spätere Mast stattfinden, muss in weiteren Versuchsanstellungen erforscht werden. Erste Ansätze dazu haben Maccari (2012) und Huber (2019) in ihren Arbeiten bereits dargestellt.

Schlussfolgerung

Der Erfolg der Nutztierhaltung hängt stark in starkem Maße von der Gesundheit der Tiere ab. Seit dem Verbot von Fütterungsantibiotika 2006 innerhalb der EU nehmen Futterzusatzstoffe bei der Sicherung von Leistung und Gesundheit in der Nutztierhaltung eine noch wichtigere Rolle ein. Nichtsdestotrotz wird seitens der Wissenschaft nach phytogenen Stoffen gesucht, die der Optimierung von Tiergesundheit und Leistung dienen. Polyphenole aus der Gruppe der sekundären Pflanzenstoffe bringen nützliche Eigenschaften mit, die zielgerichtet in der Tierernährung eingesetzt werden können. Zwingend notwendig bleibt allerdings eine Standardisierung solcher Polyphenole, um Effekte darstellen zu können. Daraus ergeben sich verschiedene Anwendungsbereiche zur Absicherung von Leistung und Minimierung von Stress.

Literatur

- Fiesel A, Gessner D, Most E, Eder K (2014): Effects of dietary polyphenol-rich plant products from grape or hop on pro-inflammatory gene expression in the intestine, nutrient digestibility and faecal microbiota of weaned pigs; In BMC Veterinary Research 2014, 10:194
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder 2001
- Gessner D K, Ringeis R, Eder K (2017): Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 101,605-628
- Gansinger D (2010): Phytotherapie – Einflüsse auf die Milchleistung und Milchqualität
- Huber K (2019): Metabolic imprinting by pre- and early postnatal nutrition in farm animals. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Band 28 17-19
- Maccari P (2012): Effekte unterschiedlicher Aufzuchtkonzepte auf Gewichtsentwicklung, Gesundheitsstatus und metabolische Leitparameter von Holstein-Kälbern
- Kirchgeßner M (2011): Richtwerte für Milchaustauscher: Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast 2014, 10
- Mandelker L Vajdovich P (2011): Studies on Veterinary Medicine, Oxidative Stress in Applied Basic Research and Clinical Practice
- Vodde H, zur Wickern A, Ermann M; Schuh K, Dusel G (2017): Effects of polyphenol supplementation during pregnancy on mean birth weight of the offspring from high yielding sows. 18. BOKU-Symposium 2019, 97-98
- Winter (2009): Untersuchungen des antioxidativen Status des Pferdes bei unterschiedlichen Fütterungsprotokollen sowie Prüfung zur Stabilität antioxidativer Parameter in Blutproben
- Zhong R, Zhou D, (2013): Oxidative stress and role of natural plant derived antioxidants in animal reproduction. Journal of Integrative Agriculture 12 (10): 1826-1838

Autorenanschrift:

Hans-Bernd von Hebel
Robert-Bosch-Straße 3
49632 Essen i.O.
hb.vhebel@miavit.de



geringere Ausfallraten

unterstützt das Immunsystem

100 % natürlich

MiaPhenol

Innovative Mischung aus definierten
wasser- und fettlöslichen Antioxidantien

Oxidativer Stress entsteht u. a. durch Hitzestress,
Mykotoxine im Futter, Leistungsspitzen oder
Belastungen des Immunsystems

- **wasserlösliche** Antioxidantien neutralisieren freie Radikale schneller als Vitamin E oder C
- **fettlösliche** Antioxidantien kräftigen die Zellmembran

MIAVIT GmbH
Robert-Bosch-Straße 3
49632 Essen (Oldb) · Germany
Tel. +49 5434 820 · info@miavit.de

www.miavit.com

Höhere Leistung bei stark P-reduzierter Fütterung mit Phytase 4a19

Iris Kröger¹, Michael Wilhelm¹, Rob ten Doeschate², Marieke van Hout²

¹ Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

² AB Vista, Madrid, Spanien

Einleitung

Fütterungskonzepte mit deutlich reduzierten Phosphorgehalten müssen umgesetzt werden, um die P-Emissionen in Deutschland zu reduzieren. Einer der Gründe, warum diese Konzepte noch nicht zu einem höheren Ausmaß Verwendung finden sind Bedenken, ob eine mineralstoffreduzierte Fütterung in der Schweinemast ohne negative Effekte auf Leistung und Tiergesundheit möglich ist. In Bezug auf ein gutes Fundament der Schweine gibt es beispielsweise Zweifel, ob die geforderte P-Reduktion ohne Risiko umgesetzt werden kann.

Wird der Mineralstoffgehalt der Rationen reduziert, spielt die Auswahl der Phytase eine entscheidende Rolle, da sie pflanzliches Phytat spaltet und so den im Futter gebundenen Phosphor sowie Calcium und andere Mineralstoffe freisetzt (Cowieson et al., 2011). Dabei ist das Potenzial der Phytasen sehr unterschiedlich und lässt sich am besten an den von den Herstellern angegebenen Matrixwerten ablesen. Eine Reduktion von Phosphor und Calcium entsprechend der Matrixwerte ermöglicht es, P-reduzierte Fütterungskonzepte umzusetzen und dadurch Kosten zu sparen und Emissionen zu senken. Zum Teil werden die Matrixwerte der Phytasen bei der Rationsberechnung allerdings nicht berücksichtigt und das Potenzial leistungsstarker Phytasen wird nicht voll genutzt.

Neben der Reduktion von Phosphor und Calcium in der Ration, kann der Einsatz von Phytasen auch eine leistungssteigernde Wirkung haben, da Phytat neben Mineralstoffen weitere Nährstoffe wie Protein, Energie und Aminosäuren bindet (Cowieson et al., 2011). Eine stark verbesserte Leistung der Tiere wird insbesondere bei hoher Dosierung von leistungsstarken Phytasen (Superdosing) erzielt (Laird 2018 et al., 2018). Anders als bei der herkömmlichen Phytase-Anwendung zur Mineralstoffeinsparung werden beim Superdosing auch niedrige Phosphatester nahezu komplett gespalten. Dies minimiert die antinutritiven Effekte von Phytat auf Aminosäuren, Mineralien und Spurenelemente. Zusätzlich wird vermehrt Inositol gebildet, dessen positive Wirkung auf Leistung und Tiergesundheit belegt ist (Cowieson et al., 2011; Laird et al., 2018). Die Phytase 4a19 kann aufgrund der hohen Reaktionsgeschwindigkeit, einer ausgeprägten Affinität gegenüber Phytat und der Aktivität im richtigen pH-Bereich auch für die Superdosing-Anwendung empfohlen werden.

In diesen Studien wurde untersucht, ob eine starke P-Reduktion durch die Phytase 4a19 ohne Risiko für Leistung und Fundament möglich ist. Dabei wurde der Phosphor- und Calciumgehalt entsprechend der Matrixwerte der Phytase 4a19 reduziert. Die Hypothese war, dass sich ein Mineralstoffmangel in der Ration negativ auf Leistung und Knochenqualität der Schweine auswirkt und dass dieser negative Effekt durch den Einsatz der Phytase 4a19 ausgeglichen wird. Zusätzlich wurde untersucht, ob durch Superdosing eine Leistungssteigerung auch bei mineralstoffreduzierter Fütterung möglich ist.

Material und Methoden

Insgesamt wurden 360 Schweine (Startgewicht 22.9 kg) randomisiert in sechs Behandlungsgruppen mit je zwölf Wiederholungen aufgeteilt. Je sechs Abteile wurden mit fünf Jungsauen oder Börgen besetzt. Die Schweine wurden über 43 Tage gefüttert. Die Fütterung der auf Mais und Soja basierenden Rationen erfolgte in zwei Phasen (Phase 1: Tag 0 – 21, Phase 2: Tag 22 – 43).

Die Positivkontrolle (PK) wurde bedarfsgerecht gefüttert. Die Negativkontrollen wurden mit einem Calcium- und Phosphorgehalt, der entsprechend der Matrixwerte für 250 FTU/kg oder 500 FTU/kg Phytase 4a19 (NK250 und NK500) reduziert war, gefüttert (Tabelle 1). Im Gegensatz zu den NK-Gruppen enthielten die mineralstoffreduzierten Phytase-Rationen, 250 bzw. 500 FTU/kg Phytase 4a19 (Quantum® Blue, AB Vista, Marlborough, UK; NK250 QB und NK500 QB). Die Superdosing-Gruppe erhielt die NK 500-Ration mit 2000 FTU/kg Phytase 4a19 (Superdosing; Tabelle1).

Die Messung des Körpergewichts und der Futteraufnahme sowie die Berechnung der Futterverwertung (FCR) erfolgten an Tag 0, 21 und 43 des Versuches. An Tag 43 wurde zusätzlich ein Tier mit durchschnittlichem Körpergewicht pro Wiederholung euthanasiert, um den rechten vierten Metakarpalknochen auf die Knochenbruchfestigkeit und das Knochenaschegewicht zu untersuchen.

Tabelle 1: Nährstoffgehalt der Rationen.

Nährstoffe*	Phase 1			Phase 2		
	PK	NK 250	NK 500	PK	NK 250	NK 500
AME (kcal/kg)	3300	3300	3300	3100	3100	3100
Protein (%)	18,5	18,5	18,5	16,5	16,5	17,0
Verdauliches Lysin (%)	1,10	1,10	1,10	0,96	0,96	0,96
Calcium (%)	0,71	0,60 (-0,11)	0,55 (-0,16)	0,61	0,50 (-0,11)	0,45 (-0,16)
Verfügbarer Phosphor (%)	0,32	0,22 (-0,10)	0,17 (-0,15)	0,27	0,17 (-0,10)	0,12 (-0,15)
Gesamt Phosphor (%) **	0,59	0,48	0,46	0,59	0,46	0,41

**Analysierter Gehalt

Ergebnisse

Effekte der mineralstoffreduzierten Fütterung:

Die Reduktion des verfügbaren Phosphors um 0,10 bis 0,15 % und des Calciums um 0,11 bis 0,16 % führte zu einem um 13 % niedrigeren Knochenaschegewicht der NK250 und 500 Gruppen gegenüber der Kontrollgruppe ($p < 0,01$; Abbildung 1a). Die Knochenbruchfestigkeit war bei Mineralstoffreduzierter Fütterung jedoch nur numerisch niedriger (Abbildung 1b). Zudem führte die calcium- und phosphorreduzierte Fütterung zu einer schlechteren Leistung der Schweine. Diese Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant (Abbildung 2 a, b).

Die durchschnittliche Futtermittelaufnahme lag bei 1,54 kg/Tag und wurde weder durch die Reduktion von Calcium- und Phosphor, noch durch die Gabe von Phytase 4a19 beeinflusst (Daten nicht gezeigt).

Effekte von Phytase 4a19 bei mineralstoffreduzierter Fütterung:

Die negativen Effekte der Calcium- und Phosphorreduktion auf das Knochenaschegewicht wurde durch die Phytase 4a19 in allen getesteten Dosierungen aufgehoben (Abbildung 1a). Die Knochenbruchfestigkeit lag in der NK500 QB-Gruppe 23 % über der entsprechenden NK Gruppe. Durch Superdosing wurde die Knochenbruchfestigkeit um 30 % verbessert ($p < 0,05$).

Die Zulage der Phytase 4a19 in der mineralstoffreduzierten Ration führte zu einer deutlich verbesserten Leistung der Schweine. Die FCR wurde durch 250 bis 2000 FTU/kg Phytase 4a19 gegenüber der entsprechenden NK-Gruppe um 5 bis 9 Punkte verbessert. Superdosing verbesserte die FCR sogar über das Niveau bei bedarfsgerechter Fütterung ($p < 0,01$; Abbildung 2a). Auch das Endgewicht wurde gegenüber der PK durch 250-2000 FTU/kg Phytase 4a19 um 1,1 bis 2,2 kg verbessert ($p < 0,01$; Abbildung 2b).

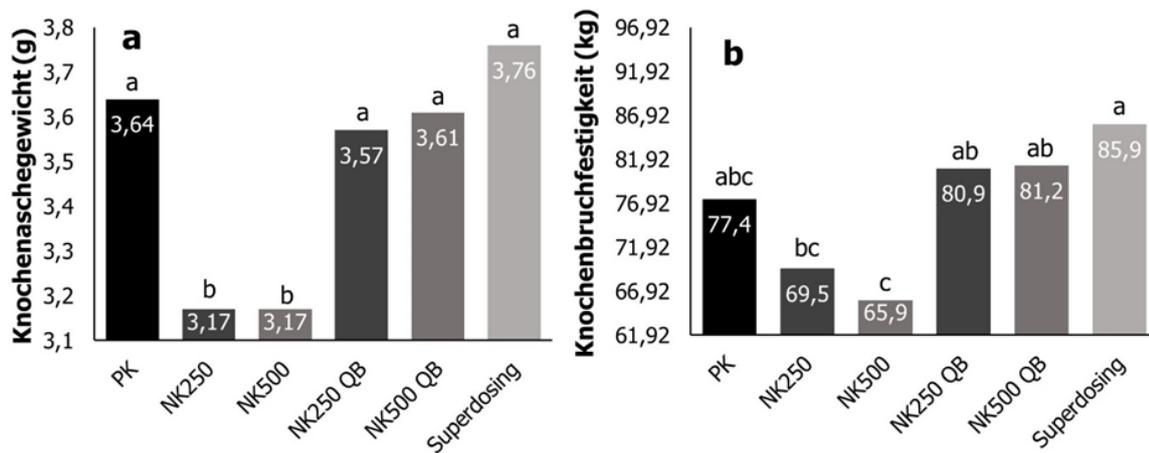


Abbildung 1: Effekt von Quantum® Blue auf die Knochenqualität bei calcium- und phosphorreduzierter Fütterung.

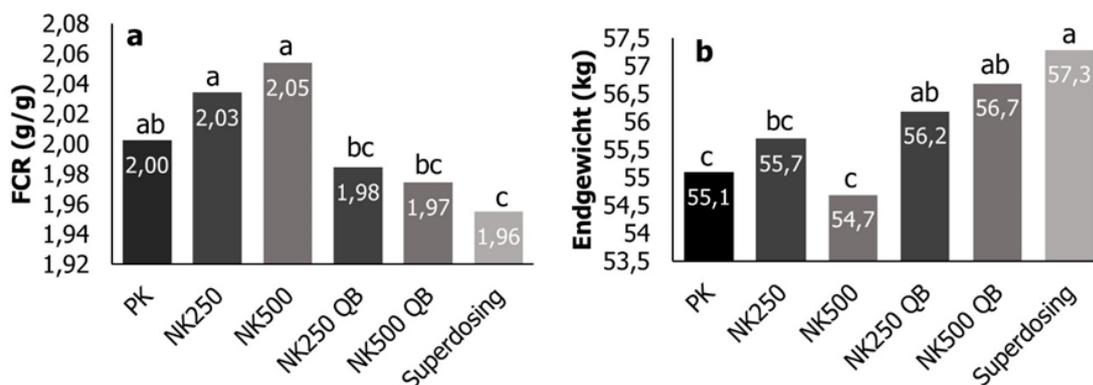


Abbildung 2: Effekt von Quantum® Blue auf die Leistung bei calcium- und phosphorreduzierter Fütterung.

Diskussion

Der analysierte Gesamtposphor in der NK500-Gruppe lag leicht unter dem empfohlenen P-Gehalt von 4,5 - 5,0 % der stark P-reduzierten Fütterung (DLG, 2018) und resultierte zusammen mit der Calciumreduktion in einer signifikanten Abnahme des Knochenaschegewichts. Dies verdeutlicht die Bedeutung einer guten Mineralstoffversorgung für ein optimales Fundament. Erwartungsgemäß konnten die negativen Effekte durch Einsatz von Phytase 4a19 aufgehoben werden. Dies bestätigt, dass Calcium und Phosphor entsprechend der Matrixwerte freigesetzt wurden und dass bei Anrechnung der Matrixwerte von Phytase 4a19 in der Ration keine negativen Auswirkungen auf das Fundament der Tiere zu erwarten sind.

Trotz der Mineralstoffreduktion wurde die Futtermittelverwertung durch Phytase 4a19 wesentlich verbessert. Das Endgewicht lag durch Phytase 4a19 sogar über den Werten der bedarfsgerecht gefütterten Kontrollgruppe. Diese Leistungssteigerung ist darauf zurückzuführen, dass neben Phosphor und Calcium, auch weitere Nährstoffe aus der Ration freigesetzt werden (Cowieson et al., 2011). Die besten Effekte auf Leistung und Knochenqualität wurden in der Superdosing-Gruppe erzielt. Dies lässt sich auf die vermehrte Freisetzung von Nährstoffen mit ansteigender Phytasedosierung zurückführen. Zudem kam es möglicherweise auch zur vermehrten Bildung von leistungssteigerndem Inositol. Dieses wird gebildet, wenn die Phytatester von Phytasen nahezu komplett gespalten werden (Cowieson et al., 2011; Laird et al., 2018). Die Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial leistungsstarker Phytasen P-reduzierte Fütterungskonzepte erfolgreich umzusetzen und gleichzeitig die Effizienz von Betrieben zu steigern.

Schlussfolgerung

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass sich die stark P-reduzierte Fütterung (DLG, 2018) mit der leistungsstarken Phytase 4a19 ohne negative Effekte auf Leistung und Fundament von Schweinen umsetzen lässt, wenn die vom Hersteller angegebenen Matrixwerte für Calcium- und Phosphor berücksichtigt werden. Zudem ist die Phytase 4a19 hervorragend geeignet, um die Leistung und Futtermittelverwertung von Schweinen auch in mineralstoffreduzierten Rationen zu verbessern. Dadurch leistet die Phytase 4a19 einen wichtigen Beitrag zur umwelt- und kostensparenden Fütterung und das bei optimaler Leistung.

Literatur

DLG; 2018, „Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen“. DLG-Merkblatt 418.

Cowieson, A. J. Wilcock, P. Bedford, M.R.; 2011, „Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics“, World's Poultry Science Association, 67, 225-235.

Laird, S.; Kühn, I.; Miller, H. M.; 2018, „Super-dosing phytase improves the growth performance of weaner pigs fed a low iron diet“, Animal Feed Science and Technology, 242, 150-160

Autorenanschrift:

Iris Kröger, PhD
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG
Im Stiefelfeld 10
56651 Niederrissen, Deutschland
I.Kroeger@dr-eckel.de

Außerordentlich vielseitig, erstaunlich wirkungsvoll.

Anta®Phyt: die phytogene Power für alle Tierarten



Unser preisgekröntes **Anta®Phyt** – mehrfach in vitro und in vivo getestet und in der Praxis bewehrt. Die innovative Kombination hochwirksamer Pflanzenextrakte mit breitem Wirkungsspektrum wird auch Sie überzeugen.

Nutzen Sie **Anta®Phyt**, die hochwirksame Kombination für alle Tierarten, für Ihre Herausforderungen und Ihren Erfolg. Wir beraten Sie gerne.

Anta®Phyt wird gefördert vom zentralen Innovationsprogramm Mittelstand.



DR. ECKEL
PIONEERING
ANIMAL NUTRITION

Anta®Phyt
www.dr-eckel.de



DR. ECKEL
creative solutions

Einfluss eines phytogenen Futterzusatzstoffes auf die Futteraufnahme, Milchleistung und -parameter von Milchkühen

Anne Möddel¹, Michael Wilhelm¹, Laura Geueke², Leonhard Durst²

¹ Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, DE

² Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Landwirtschaft, DE

Einleitung

Phytogene Zusatzstoffe haben in den letzten Jahren in der Tierernährung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Ein Kernbereich dabei ist die Unterstützung der Gesundheit und Leistung, die in immer zahlreicheren Untersuchungen gezeigt wird. Im Wiederkäuerbereich steht die Fütterung und damit der Pansen im Fokus. Er ist einer der entscheidenden Einflussfaktoren auf Leistung und Gesundheit der Milchkühe.

Phytogene Zusätze besitzen ein vielseitiges Potenzial. Für Wiederkäuer sind bereits die positiven Einflüsse auf das Mikrobiom im Pansen, die Reduzierung von Ammoniak, die Futteraufnahme sowie Futtereffizienz bekannt (De Nardi et al., 2014; Flythe, 2009; De Nardi et al., 2016).

Diese Einflüsse sind besonders bei Hochleistungskühen interessant, da deren Stoffwechsel meist durch eine mehr oder weniger stark ausgeprägte negative Energiebilanz gekennzeichnet ist. Dies hat nicht nur Auswirkungen auf die Milchleistung bzw. -inhaltsstoffe, sondern auch auf die Gesundheit der Kühe. Die Zellzahlen sind dabei ein wichtiger Parameter zur Erfassung der Tiergesundheit

Somatische Zellen werden hauptsächlich durch das Immunsystem der Milchkuh produziert und sind ein wesentlicher Indikator für Mastitis, welche als wichtigste Krankheit bei erwachsenen Milchkühen von enormer Bedeutung ist (Sordillo et al., 1997). Die Zellzahlen geben eine Indikation der Schwere der Mastitis in der einzelnen Kuh oder der Herde.

Das Ziel dieser Studie ist es, die Effekte eines phytogenen Zusatzstoffes (Anta®Phyt) auf die Futteraufnahme, Milchleistung und Milchqualität von Fleckviehkühen zu untersuchen.

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch wurde im Versuchsstall der Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf im Zeitraum vom 12. Oktober 2018 bis zum 5. Februar 2019 durchgeführt. Die Fleckviehkühe wurden anhand ihrer Laktationsnummer, Laktationsleistung aus dem Vorjahr und ihrem Laktationstag in zwei Gruppen eingeteilt.

Tiere, die am Anfang des Versuchs trockengestellt oder in der Laktation zu weit fortgeschritten waren, wurden gegebenenfalls später in die Gruppen eingeteilt. Dies gilt auch für die Jungkühe, die während des Versuchs zum ersten Mal abgekalbt haben. Insgesamt wurden 65 Kühe mit einer durchschnittlichen Milchleistung von 30,8 kg/Kuh und Tag mit 4,49 % Fett, 3,81 % Eiweiß und einem somatischen Zellgehalt von 117 Tsd./ml in dem Versuch berücksichtigt. Davon haben sich 23 Tiere in der ersten Laktation befunden. Die durchschnittliche Laktationszahl lag bei 2,5 und das durchschnittliche Gewicht bei ca. 770 bis 780 kg.

Die Tiere wurden dreimal täglich mit einer Teil-TMR gefüttert, die für eine tägliche Milchleistung von 28 kg ausgelegt war (vgl. Tabelle 1). Das restliche Kraftfutter wurde leistungsabhängig über zwei

Krafftutterstationen gefüttert. Das Milchleistungsfutter (MLF) 16/4 wurde an Frischmelker (bis 200. Laktationstag) und das MLF 20/3 an Altmelker gefüttert (vgl. Tabelle 2). Durchschnittlich wurden ca. 2,2 kg KF an der Krafftutterstation verfüttert. Damit liegt das Verhältnis von Grundfutter zu Krafftutter bei etwa 70:30. Die Versuchsgruppe erhielt über die Mikrodosierungen der Krafftutterstationen einmal täglich 10 g des phytogenen Zusatzstoffs (Anta®Phyt MO, Dr. Eckel) der mit einer Mischung aus jeweils 50 % Gerste und Körnermais gemischt wurde. Der Versuch war im Cross-Over-Design gestaltet und entsprechend in zwei Perioden unterteilt. Das heißt, dass die Versuchsgruppe der ersten Periode zur Kontrollgruppe der zweiten Periode wurde und umgekehrt. Dieser Gruppenwechsel fand am 11. Dezember 2018 statt.“

Tabelle 1: Zusammensetzung und Teil-TMR (Angaben in kg TM/Tier und Tag)

	ab 11.09.18	ab 18.10.18	ab 12.12.18	ab 22.12.18	ab 24.01.19
Grassilage 2. Schnitt, 44 % TS, 6,0 MJ NEL	5,7	-	-	-	-
Grassilage 1. Schnitt, 33 % TS, 6,6 MJ NEL	-	5,3	5,8	5,5	5,0
Maissilage 33% TS, 7,0 MJ NEL	8,0	8,0	8,4	-	-
Maissilage 38 % TS, 6,6 MJ NEL	-	-	-	9,1	9,3
Stroh	0,2	0,4	0,4	0,5	-
Luzernenheu	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
Summe GF	14,5	14,3	15,3	15,8	15,1
Pansenstabiles Rapsextraktionsschrot	1,1	0,9	1,7	1,7	1,6
Rapsextraktionsschrot	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4
Sojaextraktionsschrot	2,0	1,4	1,2	1,2	1,4
LactoEnergy	0,2	-	-	-	-
Melasse	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3
Mineralfutter 20 % Ca, 2 % P	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
KF-Mischung 50:50 Gerste / Körnermais	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Summe TMR	19,6	18,7	19,8	20,4	20,1

Tabelle 2: Nährstoffgehalte im Milchleistungsfutter (Angaben in %)

	Milchleistungsfutter 16/4	Milchleistungsfutter 20/3
Rohprotein	15,8	20,3
Nutzbares Rohprotein	16,3	19,6
NEL (MJ/kg)	7,6	6,9
Calcium	1,3	0,9
Phosphor	0,4	0,6

Die Milchmenge wurde täglich durch die Milchmengenmessung im Melkstand erfasst. Es wurde zusätzlich eine wöchentliche Milchleistungsprüfung durch den Landeskontrollverband Bayern durchgeführt, in der die Milchparameter (Fett-, Eiweiß-, Laktose-, Zellzahl-, Harnstoffgehalt, Tabelle 3) ermittelt wurden.

Die Daten zur Futteraufnahme und Milchmenge bzw. -parameter wurden mit dem Test-Tags-Modell und die Zellzahlklassen mit dem Chi-Quadrat-Test analysiert. Unterschiede werden als signifikant bezeichnet, wenn $p < 0,05$ beträgt.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 sind die Milchmenge und -parameter aller Tiere dargestellt.

Tabelle 3: Milchmenge und -parameter im Gesamtversuch

Parameter	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	p-Wert ¹⁾
	LS-means ± s; pro Kuh und Tag		
Jungkühe, n=23			
Laktationstag	166 ± 90	164 ± 91	
Futteraufnahme gesamt, kg TM/d	20,97 ± 0,36	20,94 ± 0,30	0,7302
Milchmenge, kg/Tag	29,3 ± 1,0	29,4 ± 1,0	0,7801
Milchfett, %	4,51 ± 0,10	4,57 ± 0,10	0,0829
Milchprotein, %	3,8 ± 0,05	3,78 ± 0,05	0,0515
Zellzahl, Tsd./ml	126 ± 31	57 ± 30	0,0645
Harnstoff, mg/kg	265 ± 7	271 ± 8	0,0511
Laktose, %	4,91 ± 0,03	4,91 ± 0,03	0,5431
ECM, kg/Tag	31,6 ± 0,8	31,6 ± 0,8	0,9049
Mehrkalbskühe, n=43			
Laktationstag	154 ± 78	153 ± 71	
Futteraufnahme gesamt, kg TM/d	23,34 ± 0,29	23,41 ± 0,30	0,4243
Milchmenge, kg/Tag	31,8 ± 1,0	32,1 ± 1,0	0,0150
Milchfett, %	4,44 ± 0,08	4,51 ± 0,08	0,0153
Milchprotein, %	3,82 ± 0,04	3,80 ± 0,04	0,1053
Zellzahl, Tsd./ml	160 ± 25	153 ± 25	0,6182
Harnstoff, mg/kg	271 ± 5	270 ± 5	0,8898
Laktose, %	4,82 ± 0,02	4,82 ± 0,02	0,5097
ECM, kg/Tag	34,3 ± 0,9	34,9 ± 0,9	0,0362
Alle Tiere, n=65			
Laktationstag	158 ± 82	157 ± 79	
Futteraufnahme gesamt, kg TM/d	22,63 ± 0,24	22,68 ± 0,24	0,4527
Milchmenge, kg/Tag	30,5 ± 0,8	30,7 ± 0,8	0,0345
Milchfett, %	4,48 ± 0,07	4,55 ± 0,07	0,0055
Milchprotein, %	3,82 ± 0,03	3,80 ± 0,03	0,0229
Zellzahl, Tsd./ml	160 ± 20	129 ± 20	0,0476
Harnstoff, mg/kg	271 ± 4	272 ± 4	0,4313
Laktose, %	4,85 ± 0,02	4,84 ± 0,02	0,7464
ECM, kg/Tag	33,5 ± 0,7	33,9 ± 0,7	0,0795

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Futteraufnahme der Kühe war in beiden Versuchsgruppen mit 22,63 kg bzw. 22,68 kg nahezu identisch. Die Milchmenge und die ECM wurden bei den mehrkalbigen Tieren signifikant beeinflusst. In beiden Parametern hat die Versuchsgruppe höhere Werte erzielt als die Kontrollgruppe (+0,3 kg Milch und +0,6 kg ECM). Außerdem hatte die Milch der Kontrolltiere mit 4,44 % einen geringeren Fettgehalt als die der Versuchstiere mit 4,51 % (s= 0,0153). Bei den Jungkühen wurde ein deutlicher Unterschied bei den Zellzahlen sichtbar, der Zellgehalt der Milch in der Kontrollgruppe der Jungkühe war nahezu doppelt so hoch wie der der Versuchsgruppe. Außerdem zeigten die Jungkühe in der Versuchsgruppe einen um 0,06 % höheren Fettgehalt sowie einen um 0,02 % geringeren

Eiweißgehalt der Milch. Insgesamt gaben die Jungkühe im Durchschnitt ca. 2,5 kg weniger Milch und waren etwa 12 Tage weiter in der Laktation fortgeschritten als die Altkühe. Auch die Verteilung der Tiere in Zellzahlklassen wurde signifikant beeinflusst ($s= 0,0032$). Der Anteil an Tieren mit über 100 Tsd. Zellen/ml Milch war in der Versuchsgruppe um 2 % geringer als in der Kontrollgruppe. Die erhöhte Milchmenge könnte durch eine effizientere Nutzung der Energie mithilfe des Zusatzstoffes erklärt werden.

Das Pansenmikrobiom ist entscheidend für eine optimale Verdauung und Energieversorgung von Milchkühen. Versuche zeigten bereits, dass der getestete Zusatzstoff das Potenzial hat, den Pansen-pH-Wert zu stabilisieren und die Diversität und den Reichtum des Pansenmikrobioms zu steigern (De Nardi et al., 2016). Diese Effekte können zu einer verbesserten Faserverdauung führen und die Produktion kurzkettiger Fettsäuren im Pansen anregen. Die Ergebnisse von De Nardi et al. (2014) weisen darauf hin, dass der getestete Zusatzstoff auf diese Weise die Glukosekonzentration im Blut der Kühe erhöht und zu einer besseren Energieversorgung der Kühe führen kann. Neben einer gesteigerten Milchleistung kann eine verbesserte Energieversorgung zu einer Entlastung der Leber führen. Dadurch kann die Leber ihrer Aufgabe im Immunsystem besser nachkommen.

De Nardi et al. (2014) zeigten, dass der untersuchte Futterzusatzstoff bei hoher Kraftfutterfütterung die Akute-Phase-Proteine HP, LBP und SAA signifikant verringerte. Die nachgewiesene Reduktion der Akute-Phase-Proteine sprechen für einen immunomodulatorischen Effekt des getesteten Zusatzstoffes. Dies erklärt den gezeigten signifikanten Rückgang der somatischen Zellzahl in der Milch. Diese Reduktion belegt, dass der Zusatzstoff die Eutergesundheit wesentlich verbessern kann.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der getestete Zusatzstoff bei erstlaktierenden Tieren besonders effektiv wirkt. Möglicherweise hängt dieser Effekt zusammen mit der höheren Sensibilität des Pansens gegenüber Futterumstellungen bei jüngeren Tieren.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der eingesetzte Zusatzstoff führte besonders bei den erstlaktierenden Kühen zu einer Verringerung der Zellzahlen. Eine Unterstützung in der Energieversorgung wurde durch die ebenfalls verbesserten Milchleistungen und Milchfettwerte bei gleicher Futteraufnahme erkennbar. Die Versuchsergebnisse zeigen damit, dass der getestete phytogene Zusatzstoff zu einer positiven Wirkung auf die Leistung und Gesundheit von Milchkühen geführt hat, wobei das Alter der Tiere einen starken Einflussfaktor darstellt. Dadurch können mit Anta®Phyt Vorteile für die Wirtschaftlichkeit und das Tierwohl erzielt werden.

Literatur

- Sordillo L.M., Shafer-Weaver K., DeRosa D. (1997) Immunobiology of the mammary gland, *J. Dairy Sci.* 80 (1997) 1851–1865.
- De Nardi R, Marchesini G, Plaizier JC, Li S, Khafipour E, Ricci R, Andrighetto I, Segato S. (2014) Use of dicarboxylic acids and polyphenols to attenuate reticular pH drop and acute phase response in dairy heifers fed a high grain diet. *BMC Vet Res.* 2014;10:277.
- De Nardi R, Marchesini G, Li S, Khafipour E, Plaizier KJ, Ganesella M, Ricci R, Andrighetto I, Segato S. (2016) Metagenomic analysis of rumen microbial population in dairy heifers fed a high grain diet supplemented with dicarboxylic acids or polyphenols. *BMC Vet Res.* 2016 Feb 19;12:29.
- Flythe M.D. (2009) The antimicrobial effects of hops (*Humulus lupulus* L.) on ruminal hyper ammonia-producing bacteria. *Journal compilation.* 2009 The Society for Applied Microbiology, *Letters in Applied Microbiology* 48 (2009) 712–717

Histrov A. N., Oh J., Firkins J. L., Dijkstra J., Kebreab E., Waghorn G., Makkar H. P. S., Adesogan A. T., Yang W., Lee C., Gerber P. J., Henderson B., Tricarico J. M., 2013: Special topics – Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science* 91, S. 5045-5069.

Houben, E.H., Dijkhuizen A.A., Van Arendonk J.A., Huirne R.B. (1993) Short- and long-term production losses and repeatability of clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 76, S. 2561-2578.

Autorenanschrift:

Anne Möddel
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG
Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederrissen
E-Mail: a.moeddel@dr-eckel.de

Einfluss einer *Saccharomyces cerevisiae* (CNCM I-1077) Supplementation auf Panseneffizienz und Pansengesundheit bei temporärem Weidegang von Milchkühen unter Praxis- bedingungen

Daniela Marthold¹, Christian Scheidemann¹, Aurelien Piron¹

¹Lallemand SAS (Lallemand Animal Nutrition), Toulouse, Frankreich

Einleitung

Die Nutztierhaltung befindet sich immer mehr im öffentlichen Fokus. Themen wie Nachhaltigkeit, Artgerechtigkeit und Platzangebot werden hier besonders diskutiert. Aus Gründen des Tierwohls, der Verbraucherakzeptanz aber auch der Erzielung eines besseren Milchpreises, entscheiden sich immer mehr Landwirte dazu, die Kühe während der Vegetationsphase stundenweise auf die Weide zu lassen. Auch in dieser Haltungsform ist die Futtereffizienz (kg Milch/kg TMA) ein entscheidender technischer Parameter für die Steigerung der Rentabilität: Die Futterkosten im Milchviehbetrieb machen 60 - 80 % der Produktionskosten aus (Hanrahan et al., 2018). Neben anderen Faktoren wird die Futtereffizienz stark von der Panseneffizienz und Pansengesundheit beeinflusst (De Ondarza et al., 2010). Im Idealfall wird über den Tag verteilt eine Trockenmasseaufnahme von mindestens 22 kg über eine homogene wiederkäuergerechte Ration angestrebt (Holcom et al. 2001). Jede Rationsumstellung bedeutet eine Herausforderung für das Pansen-Gleichgewicht. Die Anpassung an den Weidegang ist eine davon. Durch den Weideaustrieb ändert sich die Zusammensetzung des Futters zweimal täglich. Eine homogene TMR wird durch Weidegras mit jahreszeitlich schwankenden Inhaltsstoffen (Zucker, Protein, Fasern) und unterschiedlicher Verfügbarkeit für einige Stunden ausgetauscht. Dies hat einen negativen Einfluss auf den Pansen pH-Wert und die Panseneffizienz. Studien zeigen, dass Weidekühe höhere Schwankungen im absoluten Pansen pH-Wert und generell niedrigere Pansen pH-Werte aufweisen (Sousa et al., 2018, Bach et al., 2017). Gerade beim Pansen pH-Wert sollte die Schwankung innerhalb eines Tages (24 Stunden) nicht mehr als 1,0 betragen. Werte die über pH 1,0 liegen weisen beispielsweise auf abrupte Abfälle und das Risiko einer subklinischen Pansenazidose (SARA) hin. Werte unter 0,8 sind Indikatoren für eine mangelnde Futteraufnahme.

Futterzusatzstoffe wie die pansenspezifische Lebendhefe CNCM I-1077 oder chemische Futterzusatzstoffe, wie Natriumbicarbonat (NaHCO₃) oder Magnesiumoxid (MgO), haben sich im unterschiedlichen Maße als sinnvolle Maßnahmen zu Stabilisierung des Pansen pH-Wertes bewährt. Die Lebendhefe CNCM I-1077 ist weiterhin in der Lage durch ihren Stoffwechselaktivität (u. a. Verbrauch von Restsauerstoff) das Pansenmikrobiom so zu beeinflussen, dass eine bessere Futtereffizienz durch Förderung von fibrolytischen Bakterien und Pilzen, erreicht werden kann (Chaucheyras-Durand und Fonty, 2001).

Pansen- und Futtereffizienz sind unter realen Bedingungen nicht leicht zu beurteilen. Tierernährer nutzen in der Praxis Beobachtungen der Tiere und sichtbaren Anzeichen wie das Wiederkäuen, Kotbeschaffenheit aber auch die Fortbewegung, um die Pansengesundheit zu bewerten. In einem Feldversuch wurden Milchkühe mit stundenweisem Weidegang mit Pansenboli ausgestattet, um den Einfluss von Rationsumstellungen innerhalb des Tages auf Pansen pH-Wert und Futtereffizienz zu evaluieren. Zusätzlich erhielten die Kühe zum Zweck der Pansen pH-Wert Stabilisierung eine pansenspezifische Lebendhefe in Kombination mit chemischen Puffer bzw. nur einen chemischen Futterzusatz. Deren Wirkung sollte ebenfalls mittels Daten aus dem Pansenboli überprüft werden.

Material und Methoden

Aus einer Schweizer Milchviehherde wurde insgesamt 43 pluripare Holstein Friesian Kühe für den Versuch über einen Zeitraum von 75 Tage während der Vegetationsperiode 2016 untersucht. Neun der Tiere wurde in unterschiedlichen Laktationsstadien zu Versuchsbeginn mit einem Pansenbolus (Smaxtec, Graz) ausgestattet. Der Pansenbolus wurde nach Aktivierung und Kalibrierung im Retikulum platziert und maß im engen zeitlichen Abstand von 15 Minuten pH-Wert, Temperatur im Pansen sowie die Aktivität des Tieres. Diese Daten wurden über eine Software (Smactec Messenger, Smactec, Graz) ausgelesen und gespeichert. Kalkuliert wurden aus den Pansenmesswerten der durchschnittliche Pansen pH-Wert innerhalb von 24 Stunden, das Minimum des pH-Wertes innerhalb von 24 Stunden sowie die Zeit, in Minuten pro Tag, in der sich der Pansen pH-Wert unter 6,0 bewegte. Neben den Parametern aus dem Pansen wurden für alle 43 Kühe Leistungsdaten erhoben. Neben Milchleistung (kg/Tag), Milchfett (%), Milcheiweiß (%) sowie fett- und energiekorrigierte Milch (ECM, 4,0 % Fett, 3,4 % Eiweiß), wurden zusätzlich die Futtereffizienz (kg ECM/kg TMA) berechnet. Die entsprechende Trockenmasseaufnahme (TMA) wurde anhand der vorgelegten TMR sowie einer Schätzung der TMA während des Weidens ermittelt.

Die Tiere hatten pro Tag zwischen null und vier Stunden Weidegang. Dabei erfolgte eine Annäherung an die volle Weidezeit in den Schritten 0 bis 2 Stunden und 2 bis 4 Stunden. In der Zeit der Aufstallung wurde eine Totale Mischration (TMR) bestehend aus Grassilage (31 % basierend auf Trockenmasse), Maissilage (24 % basierend auf Trockenmasse) und 45 % Kraftfutter gefüttert. Die eine Hälfte (Gruppe 1) der Kühe erhielt zusätzlich 120 g/Tier/Tag chemischen Pansenpuffer (NaHCO₃ + MgO). Die andere Hälfte (Gruppe 2) der Tiere erhielt 60 g/Tier/Tag des chemischen Pansenpuffers (NaHCO₃ + MgO) sowie 1 g/Tier/Tag einer pansenspezifischen Lebendhefe (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 - E 1711, Levucell SC 10 ME Titan, Lallemand Animal Nutrition) in der Standarddosis von 10x10⁹ KBE/g. Statistische Auswertung mittels SPSS. Signifikanzniveau wurde festgesetzt auf p≤0,05.

Ergebnisse

Die Tabelle 1 veranschaulicht die Ergebnisse aus den Messungen im Pansen mittels Pansenbolus. Es wird ersichtlich, dass die Kühe in der Gruppe 2 (chemischer Puffer + Lebendhefe) einen höheren Pansen pH-Wert innerhalb eines Tages aufweisen, als die Tiere der gleichen Herde, die nur einen chemischen Puffer (NaHCO₃ + MgO) erhielten (Gruppe 1). Dieses erste Ergebnis wird zugleich durch Betrachtung der absoluten Minimalwerte im Pansen innerhalb eines Tages unterstrichen. In Gruppe 1 (chemischer Puffer) betrug der niedrigste Wert 5,86, in Gruppe 2 lag der Wert deutlich höher bei pH 6,07.

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen im Pansen mittels Pansenboli (n=9) in den Gruppen

Parameter	Gruppe 1 (120 g NaHCO ₃ + MgO)	Gruppe 2 (60 g NaHCO ₃ + MgO + 1 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> CNCM I-1077)
Durchschnittlicher Pansen pH-Wert (24 Stunden)	6,20	6,39*
Minimaler Pansen pH-Wert (24 Stunden)	5,86	6,07***
Dauer (Minuten) Pansen pH-Wert unter 6,0	270,36	69,14**

* p≤0,05, ** p≤0,01, *** p≤0,001

Besonders groß ist der Unterschied in den beiden Fütterungsgruppen im Hinblick auf die Zeit, in der sich der Pansen pH-Wert unter 6,0 befand. In Gruppe 1 bewegten sich die Tiere durchschnittlich 270,36 Minuten im kritischen Bereich, wohin gegen die Gruppe 2 nur knapp ¼ dieser Zeit (69,15 Minuten pro Tag) im Bereich von 6,0 und darunter befand.

Über alle Tiere hinweg wurde während des Versuchszeitraums eine durchschnittliche Trockenmasseaufnahme von 23,4 kg pro Tier und Tag erfasst.

Die Ergebnisse aus den Leistungsdaten zeigt Tabelle 2. Insgesamt zeigen die Kühe aus Gruppe 2 (chemischer Puffer + Lebendhefe) eine Milchmehrleistung von 0,9 kg pro Tier und Tag. Das MilCHFett war trotz der höheren Milchleistung in der Gruppe 2 um 0,7 Prozentpunkte höher. Keine Unterschiede konnten beim Milchproteingehalt beobachtet werden. Bei Betrachtung der korrigierten Milchleistung zeichnet sich die Gruppe 2 als deutlich überlegen ab. Hier konnte eine Mehrleistung in Gruppe 2 von 1,6 kg pro Tier und Tag im Vergleich zu den Tieren in Gruppe 1 erreicht werden. Somit konnte auch die Futtereffizienz, also die erzeugten Milchkilogramm pro Kilogramm Trockenmasseaufnahme in der Gruppe 2 durch die Reduzierung des chemischen Puffers und den Zusatz der Lebendhefe um 4,4 % (1,42 versus 1,36) verbessert werden.

Tabelle 2: Ergebnisse aus der Leistungskontrolle der Tiere in Gruppe 1 und 2 (n=43)

Parameter	Gruppe 1 (120 g NaHCO ₃ + MgO)	Gruppe 2 (60 g NaHCO ₃ + MgO + 1 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> CNCM I-1077)
Milchproduktion (kg/Tag)	31,52	32,45
Milchfett (%)	3,96	4,02
Milcheiweiß (%)	3,28	3,26
Energiecorr. Milch (kg/Tag)	31,76	33,33
Futtereffizienz (kg Milch/kg TMA)	1,36	1,42

Diskussion

Weidegang von Milchvieh spielt in einigen Regionen wieder eine wichtige Rolle. Nicht zuletzt Tierwohlmaßnahmen führen zu einer neuen Diskussion dieser Haltungform. Mit dem Weidegang und dem damit verbundenen Rationswechsel innerhalb des Tages, entstehen aber auch viele Probleme im Hinblick auf Pansengesundheit und Panseneffizienz. Auch die Nachhaltigkeit, also möglichst viel Milchkilogramm aus dem Kilogramm Trockenmasse, ist unter solchen Haltungssystemen kritisch zu betrachten. In einem Feldversuch sollte daher der Einfluss von temporärem Weidegang in Kombination mit einer ausgeglichenen TMR und dem Einsatz eines Pansenpuffers mit und ohne Lebendhefe auf Parameter der Pansengesundheit und Effizienz sowie Leistungsparameter untersucht werden.

Die Betrachtung der absoluten Tiefstwerte des pH-Werte (5,86 – 6,07) zeigen, dass die tägliche Rationsumstellung und Anpassungsprozesse im Pansen durch den Weidegang deutlich ausfallen. Der Einsatz eines Pansenpuffers kann daher sehr sinnvoll sein. Deutlich wurde gezeigt, chemische Puffer wie Natriumcarbonat, haben ein begrenztes Wirkungsspektrum und können durch den Einsatz einer Lebendhefe anteilig deutlich reduziert werden können. Selbst beim Einsatz von 120 g chemischen Puffers zeigten alle Kühe in Gruppe 1 Minimalwerte von durchschnittliche pH 5,86. Im Gegensatz dazu

befanden sich die Kühe in der Gruppe 2 (chemischer Puffer + Lebendhefe) zu keiner Zeit im kritischen Bereich unter pH 6,0. Pansen pH-Werte im Bereich unter 6,0 sind aus mehreren Gründen problematisch. Fällt der Pansen pH-Wert unter 6,0 verschlechtern sich die Lebensbedingungen für fibrolytische Bakterien, die maßgeblich für den Faserabbau zuständig sind. Für laktatbildende Pansenbewohner verbessern sich jedoch die Bedingungen, je niedriger der pH-Wert fällt. Auf Grund dieses Ungleichgewichts fällt der pH-Wert immer weiter und es kommt beispielsweise zu Schädigungen des Pansenepithels. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass insbesondere der Einsatz der Lebendhefe das Mikrobiom positiv beeinflusst, in dem Restsauerstoff verbraucht wird und die Lebensgrundlage für fibrolytische Bakterien und Pilze verbessert wird. Die Ration kann so besser ausgenutzt werden. Höhere Leistung sowie bessere Futtereffizienz werden erzielt. Im Versuch erbrachten die Kühe in der Gruppe 2 ein Plus am Milch von 0,9 kg/Tag und eine verbesserte Futtereffizienz von 1,42 im Vergleich zu 1,36 in Gruppe 1.

Eine nachhaltige und auf Panseneffizienz ausgerichtete Milchproduktion mit Weidegang ist möglich. Die Ergebnisse des vorliegenden Praxisversuchs zeigen jedoch, dass eine Stabilisierung des Pansens, beispielsweise durch eine effektive Lebendhefe in Kombination mit NaHCO_3 + MgO aus Gründen der Pansengesundheit und Ökonomie zu empfehlen ist.

Literatur

- Bach A., C. Iglesias, M. Devant, N. Ràfols. 2007. Daily rumen pH pattern of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. *J. Anim. Feed Sci. Technol.* 136: 146-153
- Chaucheyras-Durand F. and G. Fonty. 2001. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reprod. Nutr. Dev.* 41: 57-68
- De Ondarza M. B., C. J. Sniffen, L. Dussert, E. Chevaux, J. Sullivan, N. D. Walker. 2010. Multiple-study analysis of the effect of live yeast on milk yield, milk component content and yield, and feed efficiency. *Prof. Anim. Sci.* 26: 661-666
- Hanrahan L., N. McHugh, T. Hennessy, B. Moran, R. Kearney, M. Wallace, L. Shalloo. 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Dairy Sci.* 101:5474-5485
- Holcomb, C. S., H. H. Van Horn, H. H. Head, M. B. Hall, C. J. Wilcox. 2001. Effects of Prepartum Dry Matter Intake and Forage Percentage on Postpartum Performance of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84:2051-2058
- Sousa D.O. , C.A. Oliveira, A.V. Velasquez, J.M. Souza, E. Chevaux, L.J. Mari, L. F.P. Silva. 2018. Live yeast supplementation improves rumen fibre degradation in cattle grazing tropical pastures throughout the year. *Animal Feed Science and Technology* 236: 149:158

Autorenanschrift:

Dr. Daniela Marthold
Lallemand Animal Nutrition
Alte Poststr. 81
94036 Passau
dmarthold@lallemand.com



Grundfutterknappheit: Jetzt MEHR rausholen!

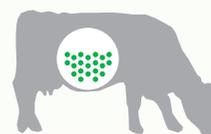


LEVUCELL SC steigert nachweislich Faserverdaulichkeit und Futtereffizienz

Erwiesene Wirksamkeit der pansenspezifisch selektierten
Lebendhefe *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077:

- **Optimierter Pansen-pH** verringert Azidose und steigert die Faserverdaulichkeit
- **Futtereffizienz:** bis zu 120 g Milch/kg TMA
- **Milchertrag:** bis zu +2,4 Liter/Kuh./Tag

* Metaanalyse, ADSA, USA, 2009 nachgewiesen mit EINEM Stamm (I-1077), EINER empfohlenen Fütterungsrate (10 Mrd./Tag)



Levucell SC
Wiederkäuerspezifische Lebendhefe[€]

€ In der EU zugelassen (E 1711/4b 1711/4a 1711) für den Einsatz in für die Fleisch- und Milchproduktion vorgesehenen Rindern, Milchziegen, Schafen, Lämmern und ebenfalls für Pferde. Nicht alle Produkte sind in allen Ländern erhältlich und einhergehende Produktansprüche können nicht in allen Regionen geltend gemacht werden.

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION ■ **SPECIFIC FOR YOUR SUCCESS**

www.lallemandanimalnutrition.com/de animalgermany@lallemand.com
Tel.: +49 (0) 172 - 13 16 780 (Dr. Scheidemann)



***Pichia guilliermondii* yeast - a novel ingredient for animal feed in the post-antibiotic era**

Clementine Oguey¹ and Manfred Peisker²

¹Pancosma, Rolle, Switzerland

²ADM Specialty Ingredients, Amsterdam, The Netherlands

Introduction

The European Food Safety Authority (EFSA) and the European Centre for Disease Prevention and Control report a high resistance for commonly used antimicrobials such as ampicillin and tetracyclines in its summary report (2019). In animals and food, a very high proportion of campylobacteria is resistant to ciprofloxacin, particularly in chicken but also in pigs and cattle. This phenomenon also occurs for common antimicrobials that are not anymore able to treat most *Salmonellae* and *Escherichia coli*. Despite the EU-wide ban of antibiotic growth promoters in feed still significant levels of antibiotics are used in the livestock industry and the search for alternatives is still high on the agenda. Yeast preparations are a primary ingredient in this context since they contain mannan-oligosaccharides (also known as MOS) and β -glucans. Those components of the yeast cell wall may exert specific functions in supporting the immune system and fend off pathogen invasion in the intestines of the host. The capacity to bind certain pathogenic bacteria is a well-documented characteristic of many *Saccharomyces cerevisiae* derived products (Perez-Sotelo et al. 2005).

Almost all products used for above described purpose are based on *Saccharomyces cerevisiae* yeast. They are processed in various ways to improve its efficiency for the purpose of pathogen binding and acting on immune parameters. Now there is an alternative yeast product on the market that has been proven in the United States already for some years. The product tradename is CitriStim® consisting solely of inactivated *Pichia guilliermondii* yeast that is a non-GMO yeast, fermented in batch fermentation on renewable carbohydrate sources and finally spray dried. This article provides a review of the available information on the modes of action of this product on farm animals.

Pathogen Binding

Pichia guilliermondii yeast cells are smaller compared to *Saccharomyces cerevisiae*. As such they provide a greater the surface area per weight unit added to the feed (Peisker et al. 2017). They are more hydrophobic, which promotes an even distribution in the gut and attracts lipophilic pathogens (Oh et al. 2018).

The pathogen binding activity of CitriStim® was tested in various trials. If pathogenic bacteria are bound to CitriStim®, then a lower proportion should adhere to the intestinal epithelium of the host. To confirm this, in a study, mucus was obtained from 14 days old broiler chickens and piglets two weeks after weaning, and was used to determine the inhibition of pathogens (*E. coli* F4+ and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis) adherence by the product. Treatments were negative control (no addition), positive control (mannose) and CitriStim® (untreated and treated to mimic gastrointestinal digestion = pre-digested). Doses applied ranged from 0.5 to 2.5%.

The pathogenic strain of *E. coli* adhered at equal efficiency to mucus from piglets and broiler chickens. The pathogenic strain of *S. enterica*, however, had a higher affinity to mucus from broiler chickens than piglets.

CitriStim® inclusion reduced the binding of both tested pathogens dose dependently. In the broiler chicken model the highest dose of yeast inhibited adherence by > 90% and in the piglet model by >

80% and 90% for the strain of *E. coli* and *S. enterica*, respectively. The same dose of the positive control inhibited the binding of pathogens by 40 to 65%, respectively (Fig. 1).

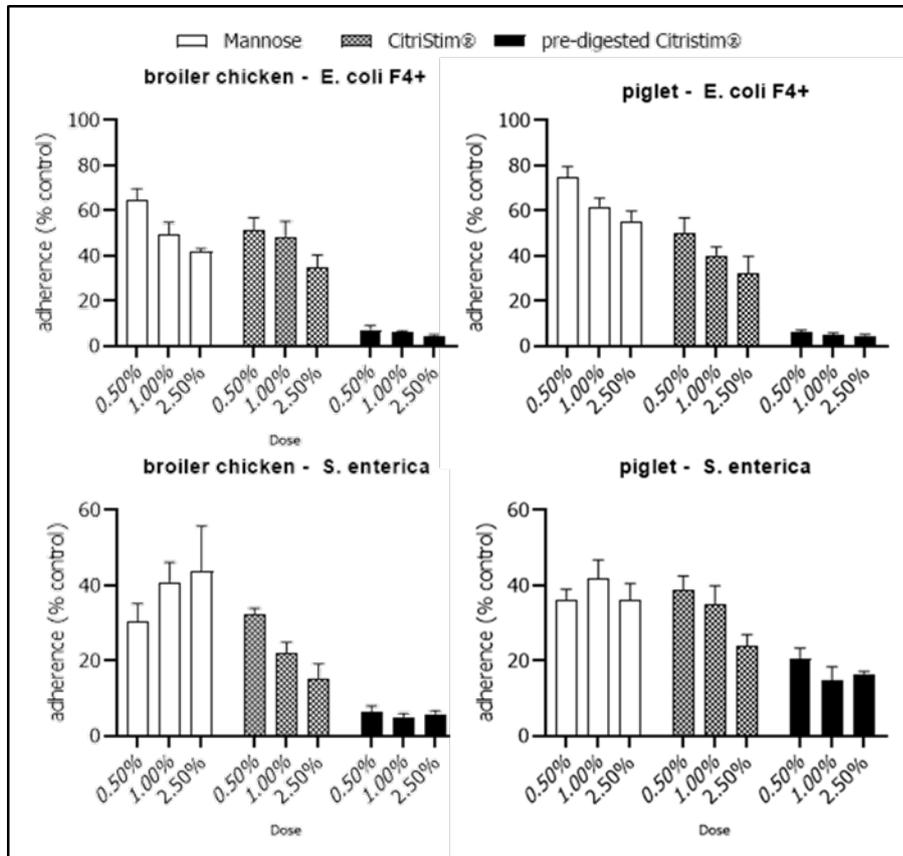


Figure 1: Relative inhibition of adherence of *E. coli* and *Salmonella enterica* in mucus of piglets and broiler chicken treated with mannose, CitriStim® pre-digested CitriStim®

The simulation of the yeast's passage through GIT further improved the inhibitory effect of CitriStim® significantly, suggesting that the ability of the product to limit pathogen adherence to the mucus may be promoted by gastric and digestive processes.

Modulation of the immune system

Yeast cell wall components can modulate immune responses and may impact on composition of microbiota (Kim et al. 2011). In particular the number of regulatory T-cells (T-reg), Interleukins and nitric oxide production by macrophages is responsive to dietary manno-proteins and β -glucans. Also, there is a connection between the level of T-reg numbers and presence of lactic acid bacteria in the gut (de Roock et al. 2011).

T-regs have a specific function in maintaining immune-tolerance by suppressing T-cell effector responses and thus are the counter-reaction to immune activation. Thus they suppress unwanted and overshooting immunoreactions (Workman et al., 2009). In a non-challenge situation, it has been found that (CitriStim®) positively increases the number of T-regs (Fig. 2) and anti-inflammatory cytokine IL-10 (Fig. 3). Thus the energy expenditure of the host towards unwanted and unnecessary immune reactions is minimized.

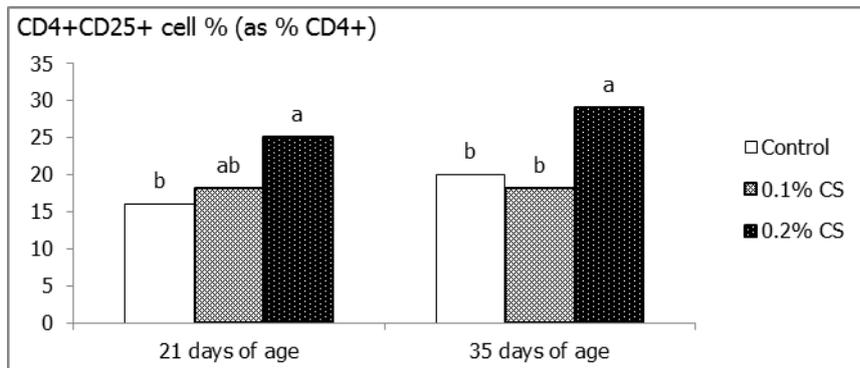


Figure 2: Relative Regulatory T cell percentages in cecal tonsil of birds fed 0.1 and 0.2 % CitriStim® (a, b, P < 0.05 - adapted from Shanmugasundaram et Selvaraj. 2012).

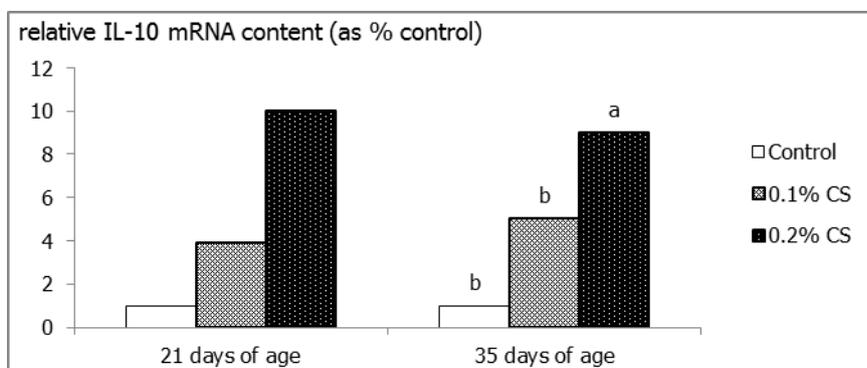


Figure 3: relative IL-10 mRNA content of cecal tonsils from birds fed 0.1 and 0.2 % Citristim® (a, b, P < 0.05; adapted from Shanmugasundaran et Selvaraj. 2012)

The immune effect of CitriStim® was however different when animals were placed into a challenging situation. In turkeys injected with *E. coli* lipopolysaccharide (LPS), the number of T-reg was reduced since the immune system should not be suppressed under challenge. Concomitantly IL-10 decreased as well and IL-1 increased (Fig. 4).

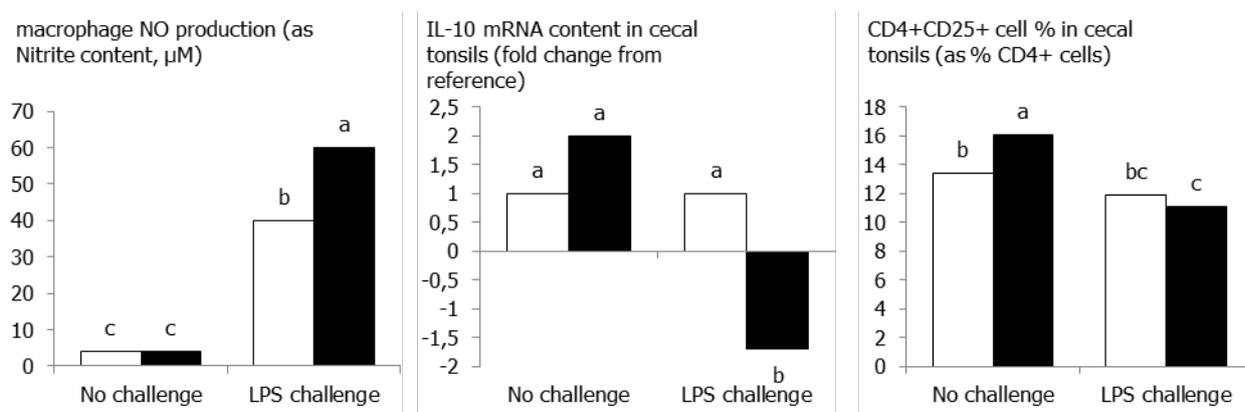


Figure 4: Impact of 0.1% CS on immunity parameters in 6-week-old turkeys challenged or not with *E. Coli* LPS (white filling: Control, black filling: 0.1% CS; a, b, c, P < 0.05 – adapted from Shanmugasundaram et al. 2014)

A similar pattern on immune response was observed in broilers fed CitriStim® and experimentally challenged with coccidia (Shanmugasundaram et al. 2013). This suggests that the mode of action of this product on the immune system is independent from the type of pathogen.

Conclusion

Inactivated *Pichia guilliermondii* yeast product (CitriStim®) balances the microflora by adsorbing pathogenic microorganisms to its surface. In addition, its immune-modulating properties prevent unnecessary spending of energy for host defense in the absence of challenge, and fastens immune response in case of challenge. Therefore, this product has the potential to secure productive performance of farm animals raised in commercial operations.

References

- European Food Safety Authority. 2019. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2017. Surveillance report 26 Feb 2019.
- Kim, G. B., Y. M. Seo, C. H. Kim, and I. K. Paik. 2011. Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers. *Poult. Sci.* 90:75–82.
- Oh, J.K., Yegin, Y., Yang, F., Zhang M., Li, J., Huang, S., Verkhoturov, S.V., Schweikert, E.A., Perez-Lewis, K., Scholar, E.A., Taylor, T.M., Castillo, A., Cisneros-Zevallos, L., Min, Y. and Abkulut, M. 2018. The influence of surface chemistry on the kinetics and thermodynamics of bacterial adhesion *Scientific Reports* volume 8, Article number: 17247
- Peisker M, Stensrud E, Apajalahti J, Sifri M. 2017. Morphological Characterization of *Pichia guilliermondii* and *Saccharomyces cerevisiae* yeast and their Effects on Adherence of Intestinal Pathogens on Piglet and Chicken Epithelium In-vitro. *J Anim Res Nutr* 2 (1): 1-7
- Pérez-Sotelo LS, Talavera-Rojas M, Monroy-Salazar HG, Lagunas-Bernabé S, Cuarón-Ibargüengoytia JA, Montes de Oca JR, Vázquez-Chagoyán JC. 2005, In vitro evaluation of the binding capacity of *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 to adhere to the wall of *Salmonella* spp. *Microbiologia* 47: 70-75
- Pillai, D. A. Vignali. 2009. The development and function of regulatory T cells. *Cell. Mol. Life Sci.* 66:2603–2622.
- de Roock S , van Elk M, Hoekstra M.O., Prakken B.J., Rijkers G.T., de Kleer I.M. 2011. Gut derived lactic acid bacteria induce strain specific CD4+ T cell responses in human PBMC. *Clin. Nut.* 30 (6): 845–851
- Shanmugasundaram R., Selvaraj R. K.. 2012. Effect of killed whole yeast cell prebiotic supplementation on broiler performance and intestinal immune cell parameters, *Poult. Sci* 91 (1) 107-111
- Shanmugasundaram R., Sifri M., Selvaraj R.K. 2013. Effect of yeast cell product supplementation on broiler cecal microflora species and immune responses during an experimental coccidial infection. *Poult. Sci* 92 (5) 1195-1201
- Shanmugasundaram R., Sifri M., Jeyabalan R., Selvaraj R.K. 2014, Effect of yeast cell product (CitriStim) supplementation on turkey performance and intestinal immune cell parameters during an experimental lipopolysaccharide injection, *Poult. Sci* 93 (11): 2763–2771

Corresponding author:

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

SUCRAM®

XTRACT®

Taktik®

B-TRAXIM®

ncx

PAN-TEK®

Carbovet®

MAGNASWEET®

Based on research and science
 our ranges of products are dedicated
 to animals well-being and
 performance around the world



Pancosma
 makes sense

Continuously innovating feed additives

www.pancosma.com



Follow us on 



Dietary sodium diformate and monolaurate – impact against intestinal Gram-positive bacteria in sows during lactation – a short review

Christian Lückstädt and Christoph Hutter

ADDCON GmbH, Bitterfeld, Germany

Introduction

It is widely agreed that establishing and maintaining good gut health is an effective strategy against intestinal pathogens. This has been demonstrated in practice only since the removal of antibiotic growth promoters in feed. Maintaining a healthy gut requires up to 25 % of the daily protein and 20 % of the dietary energy supplied with the feed, so gut health should be carefully planned into the dietary programme, in order to not waste resources (Hittel and Lückstädt, 2017).

The application of organic acids and their salts to diets for pigs has been studied extensively over decades. They are especially effective in maintaining growth performance, since the ban on antibiotic growth promoters came into effect in Europe and this strategy is now applied in many countries world-wide. China, the largest pig producer in the world, is banning the use of antibiotic growth promoters in 2020. Numerous trials have demonstrated the mode and magnitude of action of organic acids in feed for pigs and has established effective doses for piglets, fattening pigs and sows.

The use of formic acid and its double potassium salt in particular has been the subject of intense investigation, with the result that we now understand its dose-dependent effect on growth performance and feed conversion in pigs under a range of different environmental conditions and feed formulations (Lückstädt and Mellor, 2011). The primary mode of action is its antimicrobial effect, which makes it comparable with antibiotic growth promoters; but organic acids also reduce pH in the stomach, optimising conditions for pepsin activity; and increases the digestibility of nitrogen, phosphorus and several other minerals, including calcium. This is not only beneficial in sparing nutrients, but it also prevents nutrient losses that might otherwise contribute to environmental pollution. A similar impact in swine production was noted recently with sodium diformate (double salt of sodium formate and formic acid), which is produced similarly to potassium diformate with a patented production technology (Lückstädt and Petrovic, 2019).

However, while the antimicrobial impact of organic acids and their salts, including potassium or sodium diformate, is mainly directed against Gram-negative bacteria, medium chain fatty acids (C-6 to C-12) have also been shown to have an antibacterial impact against various Gram-positive bacteria (Preuss et al., 2005). This is especially true for lauric acid (C-12) and its monoglyceride ester, monolaurate. Lauric acid has the greatest antibacterial activity of all medium chain fatty acids. This effect is magnified if monolaurate is used (Batovska et al., 2009), making it a promising candidate as an additive or as an alternative to antibiotics for treatment of different diseases (Rouse et al., 2005).

Recently, the impact of a physical agglomerate of sodium diformate and monolaurate against Gram-negative bacteria in sow faeces during lactation was documented (Table 1) – this included the count of total aerobic bacteria and among them the group of spoilage indicating bacteria (Lückstädt et al., 2019), which tended to be reduced (94%).

Table 1: Gram-negative bacterial count reduction rates (%) in sow faeces after feeding with 1.0% sodium diformate-monolaurate (Formi 3G) in the lactation diet (modified from Lückstädt et al., 2019)

Trial	Bacteria	Reduction rate (%)	P-level
I	<i>E.coli</i>	-90.3	0.06
II	<i>E. coli</i>	-98.3	<0.01
III	Total aerobic bacteria	-94.1	0.09

However, despite the well documented impacts of both additives, data on the combined impact of these additives on gut health – especially on the impact against pathogenic Gram-positive bacteria in sows under commercial conditions are scarce. In addition to faecal analysis, microbiome analysis is a useful tool to check the effectiveness of dietary approaches to combat these bacteria. The gut microbiome, which is also greatly exhibited in the faecal microbiome, is a community of host-associated symbiotic microbes that fulfils several important roles in host metabolism and immune function (Ingala et al., 2018). Therefore, an increased understanding of the interaction of gut microbiota has the potential to have an impact on nutrition, feed efficiency and general health in pig farming (Xiao et al., 2016). The current study therefore reviews the available data of a combination of sodium diformate and monolaurate on its decontamination impact on Gram-positive bacteria in sow faeces and the faecal microbiome.

Material and methods

Multiparous sows on commercial farms in Germany and Australia were fed either a commercial lactation diet as control – or a test diet, which contained additionally 1% of a sodium diformate-monolaurate agglomerate (traded as Formi 3G, ADDCON). For the German farms (trial I and II), after feeding the additive for 28 days, freshly excreted faecal matter was collected on the 21st day of lactation from all sows (n=40) and analysed for Enterococci and Streptococci. The Australian trial measured the reduction rates (%) of Streptococci and Clostridia on their relative abundance of the overall faecal microbiome. This was done with faecal samples taken from sows (n=24), which were fed for 19 days with 1 % dietary diformate-monolaurate, with sampling on the 5th day of lactation. Data were analysed using the t-test for trials I and II and the Wilcoxon-Mann-Whitney test in the microbiome analysis of trial III. A significance level of 0.05 was used in all tests.

Results and discussion

Results of the microbial / microbiome analysis revealed a strong significant impact (P<0.05) of the product on the bacterial population in the faecal matter of sows. This holds true for Streptococci and Enterococci counts, as well as the Clostridia count (Table 2).

Table 2: Gram-positive bacterial count reduction rates (%) in sow faeces after feeding with 1.0% diformate-monolaurate (Formi 3 G) in the lactation diet

Trial	Bacteria	Reduction rate (%)	P-level
I	Total Streptococci + Enterococci	-97.2	0.009
II	Enterococci	-98.9	0.03
II	Streptococci	-75.1	0.01
III	Streptococci*	-42.5	0.01
III	Clostridia spp.*	-42.3	0.02

*reduction rates analysed as change in relative abundance in microbiome in %

The reduction in the Streptococci and Enterococci counts within the various trial periods were significant and varied from 75 % to 99 %; for trial I a highly significant reduction ($P < 0.01$) was achieved – validating the comment from the swine practitioners that “Formi 3G decontaminates the sow faeces from pathogenic bacteria”. The Australian results (Dunlop, personal communication) on the overall change in the faecal microbiome – with a focus on Streptococci and Clostridia, confirmed the impact measured in the German trials. The reduction of the relative abundance of Clostridia was especially noteworthy.

Similar observations were made by *Agrarberatung Hittel* in 2017/18 (unpublished), who reported on the elimination of Clostridia-related mortality in a sow herd in Lower Saxony, Germany, after the use of 1.2 % sodium diformate-monolaurate.

Conclusion

The addition of this sodium diformate and monolaurate agglomerate was found to result in a significant improvement in the health status of sows. The impact against the Gram-positive Streptococci is especially interesting. This is particularly important since the EU-funded Focus Group is calling for action to reduce the use of antibiotic treatments on swine farms (EIP-AGRI, 2014). These three separate trials (Hittel and Lückstädt, 2017; Lückstädt and Hutter, 2018; Dunlop, unpublished) show how the inclusion of Formi 3G, with its agglomeration of the active ingredients sodium diformate and monolaurate, may not only provide a healthy gut in sows, but might furthermore support the EU-antibiotic reduction initiatives by securing a pork production chain with reduced zoonotic pathogen pressure.

Acknowledgement

The support of Dr. Dunlop, Australia, in providing information on the microbiome impact is greatly appreciated.

Literaturverzeichnis

Batovska DI, Todorova IT, Tsvetkova IV and Najdenski HM (2009): Antibacterial study of the medium chain fatty acids and their 1-monoglycerides: Individual effects and synergistic relationships. *Polish Journal of Microbiology* 58 (1), 43-47.

EIP-Agri (2014): Focus Group - Reducing antibiotic use in pig farming – Final report, p.40 (accessed online: http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_fg3_pig_antibiotics_final_report_2014_en_0.pdf)

Hittel J and Lückstädt C (2017): Dietary potassium diformate and medium chain fatty acids – support for a healthy gut in sows during late gestation. *Tagungsband 16. BOKU-Symposium Tierernährung 2017*, 91-94.

Ingala M, Simmons N, Wultsch C, Krampis K, Speer K and Perkins S (2018): Comparing microbiome sampling methods in a wild mammal: Fecal and intestinal samples record different signals of host ecology, evolution. *Frontiers in Microbiology*. May 2018, Vol 9, Article 803.

Lückstädt C and Hutter C (2018): Dietary sodium diformate and monolaurate affect faecal pathogen load in lactating sows. *Book of Abstract, 14th International Symposium Digestive Physiology of Pigs*.

Lückstädt C, Hutter C and Petrovic S (2019): Diformates and monolaurate – support for a healthy gut in sows during lactation – a short review. *Proceedings book, 13th SafePork 2019*.

Lückstädt C and 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*, Vol 18, 123-130.

Lückstädt C and Petrovic S (2019): Dietary sodium diformate supplementation in sows during late gestation and lactation can improve performance of suckling piglets. *Proceedings of BSAS – Advances in Animal Biosciences*, p. 226.

Preuss HG, Echard B, Enig M, Brook I and Elliott TB (2005): Minimum inhibitory concentrations of herbal essential oils and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria. *Molecular and cellular biochemistry* 272 (1-2), 29-34.

Rouse M, Rotger M, Piper K, Steckelberg J, Scholz M, Andrews J and Patel R (2005): In vitro and in vivo evaluations of the activities of lauric acid monoester formulations against *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents Chemother.* 49, 3187-3191.

Xiao L, Estelle J, Kiilerich P, Ramayo-Caldas Y, Xia Z, Feng Q, Liang S, Pedersen A, Kjeldsen N, Liu C, Maguin E, Dore J, Pons N, Le Chatelier E, Prifti E, Li J, Jia H, Liu X, Xu X, Ehrlich S, Madsen L, Kristiansen K, Rogel-Gaillard C and Wang J (2016): A reference gene catalogue of the pig gut microbiome. *Nature Microbiology – Letters*. Article Number 16161.

Corresponding author:

Dr. Christian Lückstädt
ADDCON GmbH
Parsevalstrasse 6
06749 Bitterfeld-Wolfen
Germany
E-Mail: christian.lueckstaedt@addcon.com

The impact of an *Aspergillus oryzae*-derived additive on milk production in dairy cows

César Ocasio-Vega¹, Katja Horn², Fernando Bargo¹, Ulrich Steinruck²

¹ BioZyme Inc., St. Joseph, Missouri, US

² Pulte GmbH & Co. KG, Hirtenweg 2, 82031 Grünwald, Germany

Introduction

The use of feed additives produced via microbial fermentation helps to enhance the innate ability of animals to degrade substrates such as fiber and thereby increase the harvest of nutrients from consumed feeds. This type of feed additives has been shown to be a valuable tool in modern animal production. Some of such feed additives are defined as prebiotics or to possess prebiotic-like action. The feed additive and digestibility enhancer used in this trial, which is manufactured via fermentation with *Aspergillus oryzae*, fits such a definition (Ocasio-Vega et al. 2019). In dairy cows, this product has been documented to improve the degradation of organic matter and thereby enhance the supply of energy (Frumholtz et al., 1989; Sun et al., 2017) and metabolizable protein (Gomez-Alarcon et al., 1990) to the animal via stimulation of gut microbiota. As expected, these responses have been linked to improvements in dairy cow performance (intake and milk yield production) (Yu et al., 1997, Denigan et al., 1992; Gomez-Alarcon et al., 1991).

The aim of this field study was to validate the impact of an *Aspergillus oryzae*-derived additive (Amaferm®, BioZyme Inc., St. Joseph, USA) on milk production by lactating dairy cows under practical conditions on two commercial dairy farms. The effect of this product was measured in terms of average response but also in variability (homogeneity) within the group of dairy cows.

Materials and methods

A field study was conducted in two commercial farms located in Northwestern Germany. These farms were selected because their production conditions were similar (geographical area, climate, and nutritional management). Both primiparous and multiparous dairy cows with less than 150 days in milk (DIM) were selected for the study (n = 121 and 47 for Farms 1 and 2, respectively). The total duration of the study was six months (January to June 2019), which included two months in which animals were supplemented with the zootechnical additive derived from *Aspergillus oryzae*.

On both farms, cows were fed a ration with a forage to concentrate ratio of 60:40. Forage fed was similar between farms, consisting of corn silage and/or grass silage (approx. 60 % and 40 %). Animals used in the study were supplemented with 4 g of Amaferm® / cow / d for a period of either 67 d or 56 d in Farm 1 and 2, respectively. In order to ensure the intake of the feed additive, the product was either added to the total mix ration (TMR; Farm 1) or fed pelleted in the milking parlour (Farm 2).

Individual animal data from each farm was recorded. Data included the number of lactations, DIM, milk production (kg of milk produced on the day of control), milk composition (fat and protein content, %), and milk production based on the individual standard value (ISV). The ISV-value is calculated by extrapolating all cows in the herd to the 50th DIM during the 3rd lactation (6-7 years of age) with a spring calving (February / March), making all cows comparable to a reference moment in their

productive life. This standardized value is based on an extrapolation of the 305-day performance of the respective herd. The coefficient of variation in percent was used to assess variation in milk production.

For the comparison, data from lactating cows (primiparous and/or multiparous < 150 DIM) that were included in milk controls from January to June 2019 were used. Data recorded during the evaluation period (January to June 2019) were first categorized as either belonging to the supplementation (days when Amaferm® was fed) or non-supplementation period and subsequently compared.

Table 1: Information about the two dairy farms (average values)

	Farm 1	Farm 2
Lactating cows, n	266	116
DIM	194	185
Cows < 150 DIM	121	47
Primiparous < 150 DIM, %	22.3	17.0
Fat, %	4.17	3.94
Protein, %	3.42	3.35
Amaferm® initial date	14.02.19	12.02.19
Amaferm® end date	01.06.19	03.06.19
Duration of trial feeding, in days	62	108

DIM = days in milk.

Results

Feeding of Amaferm® to dairy cows influenced milk production and its variability in both farms (Table 2). Milk solids (protein and fat content in milk) were not affected in either farm by Amaferm® supplementation (average for both farms = 4.06 % fat and 3.39 % protein).

In Farm 1, Amaferm® supplementation during 67 days increased milk production on average by 1.3 kg compared to the period prior to Amaferm® supplementation (49.6 vs. 48.3 kg of milk; Table 2). In this herd, first lactation cows experienced an increase in milk output of 2.2 kg in response to Amaferm® feeding and compared to the period prior to its administration (55.6 versus 53.4 kg of milk). A similar response but of lower magnitude (1 kg more milk) was observed for multiparous cows (47.7 vs. 46.7 kg of milk) when the same comparison was made. In addition, the feeding of Amaferm® to multiparous cows reduced variation in milk output by 14.0 % when comparing the Amaferm® feeding period to the period before supplementation; (CV = 15.3 vs. 17.8 %, Table 2 and Figure 1). Furthermore, removal of Amaferm® from the diet of multiparous cows increased variation by 22.3 % (CV = 15.3 % during the Amaferm® feeding period vs. 19.7 % during the period after Amaferm® supplementation).

Table 2: Impact of Amaferm® on milk production in dairy cows with less than 150 DIM

	ISV ¹	SD ²	%CV	ISV ¹	SD	%CV	ISV ¹	SD	%CV
Farm 1 (81 DIM on average)	All cows, n=121			Primiparous, n=27			Multiparous, n=94		
Milk produced; kg based on ISV									
21.01.19	47.6	8.80	18.5	53.5	6.25	11.7	45.9	8.72	19.0
18.02.19	48.8	7.70	15.8	53.2	4.99	9.38	47.6	7.90	16.6
21.03.19	48.9	7.95	16.3	53.5	6.29	11.8	47.5	7.90	16.6
26.04.19 (67d-Amaferm®)	49.5	7.88	15.9	55.6	6.73	12.1	47.7	7.31	15.3
23.05.19	48.4	7.76	16.0	52.5	6.09	11.6	47.3	7.82	16.5
01.07.19	46.9	8.84	18.9	52.2	6.20	11.9	45.38	8.92	19.7
Farm 2 (80 DIM on average)	All cows, n=47			Primiparous, n=8			Multiparous, n=39		
Milk produced; kg based on ISV									
11.01.19	41.0	6.12	14.9	43.1	5.47	12.7	40.6	6.22	15.3
07.02.19	43.0	5.47	12.7	46.3	6.30	13.6	42.3	5.10	12.1
12.03.19	43.0	6.96	16.2	44.7	7.07	15.8	42.7	6.98	16.4
09.04.19 (56d-Amaferm®)	43.9	5.78	13.2	45.7	4.65	10.2	43.6	5.96	13.7
17.05.19	46.2	7.46	16.1	45.9	9.19	20.1	46.3	7.25	15.7
20.06.19	42.1	6.59	15.6	42.6	6.06	14.2	42.1	6.77	16.1

DIM = days in milk; ¹ ISV = individual standard value (All animals in a herd are extrapolated to the 50th lactation day in the 3rd lactation (6-7 years of age) with a spring calving (February / March) and are thus all comparable to a reference date (the day of the milk yield test)), ²SD = standard deviation.

Similar results were obtained in Farm 2, in which milk production increased on average by 1.9 kg after 56 days of supplementation with Amaferm® compared to the period prior to the inclusion of Amaferm® in the diet (43.9 vs. 42.0 kg of milk; Table 2). Based on the same comparison, the impact of Amaferm® on milk production was larger on multiparous than on primiparous cows. That is, milk yield increased by 2.3 kg in multiparous cows (43.6 vs. 41.3 kg of milk), whereas this improvement was 1 kg in first lactation animals (45.7 versus 44.7 kg of milk). Likewise, Amaferm® reduced variation in milk production by 23.0 % in primiparous cows compared to the period preceding Amaferm® supplementation (CV = 10.2 % during Amaferm® feeding period vs. 13.3 % during the period before Amaferm® supplementation; Table 2 and Figure 1). Moreover, removing Amaferm® from the diet increased variation in all lactating cows by 15.4 % (CV = 13.2 % during the Amaferm® feeding period vs. 15.6 % during the non-feeding period after Amaferm® supplementation; Table 2).

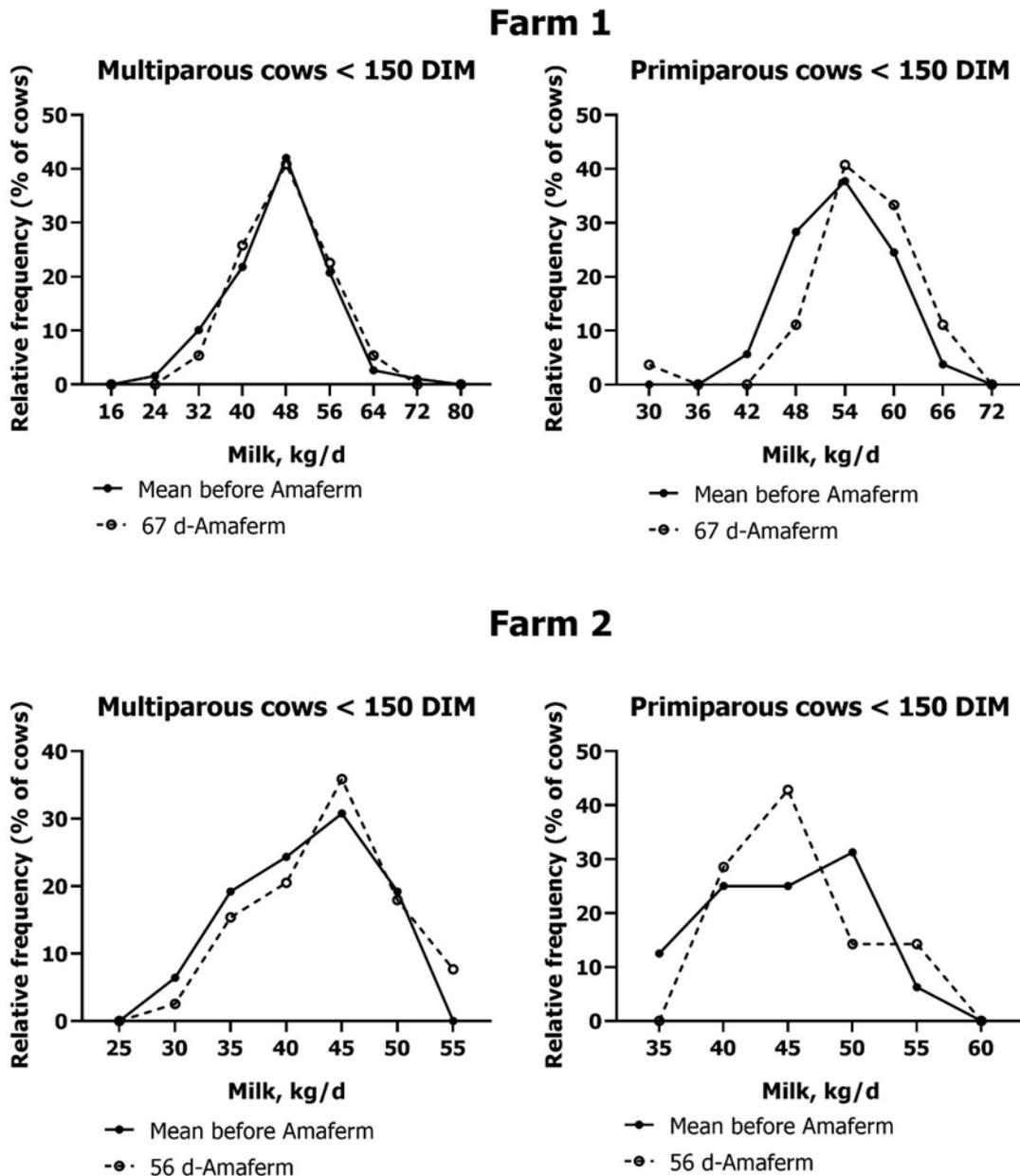


Figure 1: Impact of Amaferm® on milk production in dairy cows with less than 150 DIM

Discussion and conclusion

The use of Amaferm® has been shown to improve feed digestibility (Gomez-Alarcon et al., 1990; Gomez-Alarcon et al., 1991). These changes in digestibility were generally associated with improvements in productivity resulting from the enhanced supply of energy and metabolizable protein to dairy cows. An increase of up to 1.03 kg of milk / day has been observed in dairy cows fed between

3 and 5 g of Amaferm® / cow / day (Sun et al., 2017; Chiou et al., 2002; Yu et al., 1997; Gómez-Alarcón et al., 1991; Denigan et al. al., 1992; Kellems et al., 1990; Huber et al., 1986). In these studies, the response in milk production to Amaferm® did not depend on dietary fiber concentration (NDF) or DIM. These observations are consistent with results from this study where cows supplemented with Amaferm® produced on average 1.6 kg more milk / day.

In this study, the feeding of Amaferm® reduced variability in milk yield, allowing a more homogeneous milk output from the farm. This might have been related to a better balance of the ruminal microbiota. Amaferm® has been shown to accelerate fungal growth and metabolism (Chang et al. 1999). In their in vitro study, Chang et al. (1999) observed that Amaferm® induced an increase in the density of the ruminal fungus *Neocallimastix frontalis*, which was characterized by an increase in the number and length of mycelial branches, and an increase in enzymatic activity. In addition, Beharka and Nagaraja, 1993 demonstrated that the stimulation of microbial growth by the same fermentation product of *Aspergillus oryzae* not only affected anaerobic fungi but also ruminal bacteria. It has been reported that feeding Amaferm® to dairy cows increases the ruminal concentration of volatile fatty acids and the ruminal outflow of microbial protein (Sun et al., 2017; Gomez-Alarcon et al., 1990; Frumholtz et al., 1989). These improvements could be related to a better balance of the ruminal microbiota and environment.

In conclusion, this evaluation in commercial dairy farms showed that supplementing the diet of dairy cows with Amaferm® increased average milk yield between 1.3 to 1.9 kg / cow / d. In addition, Amaferm® supplementation improved the uniformity in milk production. Therefore, results indicate that Amaferm® is an effective tool to improve milk yield and reduced variation in milk production by dairy cows.

References

- Beharka A. A., and T. G. Nagaraja. 1993. Effect of *Aspergillus oryzae* extract alone or in combination with antimicrobial compounds on ruminal bacteria. *J. Dairy Sci.* 81: 6; 1591 – 1598. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75725-X
- Chang J. S., E. M. Harper, and R. E. Calza. 1999. Fermentation extract effects on the morphology and metabolism of the rumen fungus *Neocallimastix frontalis* EB188. *J. Appl. Microbiol.* 86; 389 – 398. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1999.00673.x
- Chiou, P.W.S.; Chen, C.R.; and Yu, B. 2002. Effects of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on performance of lactating cows in the summer and winter in Taiwan. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 15:382-389. DOI: 10.5713/ajas.2002.382
- Denigan M. E., J. T. Huber, G. Alhadhrami, and A. Al-Dehneh. 1992. Influence of feeding varying levels of Amaferm on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75; 1616–1621. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77918-1
- Frumholtz P. P., C. J. Newbold, and R. J. Wallace. 1989. Influence of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the fermentation of a basal ration in the rumen simulation technique (Rusitec). *J. Agri. Sci.* 113; 169 – 172. DOI: 10.1017/S002185960008672X
- Gómez-Alarcón R. A., C. Dudas, and J. T. Huber. 1990. Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. *J. Anim. Sci.* 73; 703 – 710. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78723-1
- Gomez-Alarcon R. A., J. T. Huber, G. E. Higginbotham, F. Wiersma, D. Ammon, and B. Taylor. 1991. Influence of feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the milk yields, eating patterns, and body temperatures of lactating cows. *J. Anim. Sci.* 69; 1733– 1740.
- Huber J.T., G.E. Higginbotham, and R. Gomez, 1986. Influence of feeding an *Aspergillus oryzae* culture during hot weather on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69 (Suppl 1):290.
- Kellems, R.O., A. Lagerstedt and M.V. Wallentine. 1990. Effect of Feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract or *Aspergillus oryzae* plus yeast culture plus mineral and vitamin supplement on performance of holstein cows during a complete lactation. *J. Dairy Sci.* 73:2922-2928. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78980-1
- Ocasio-Vega C., Bargo F., and Horn K. 2019. The impact of an *Aspergillus oryzae*-derived additive on dairy cow performance: A review. 18. BOKU-Symposium Tierernährung 2019. 57 – 61.

Sun H., Y. Wu, Y. Wang, C. Wang, and J. Liu. 2017. Effects of addition of *Aspergillus oryzae* culture and 2-hydroxyl-4-methylthio butanoic acid on milk performance and rumen fermentation of dairy cows. *Anim. Sci. J.* 88 (4); 602 – 609. DOI: 10.1111/asj.12646

Yu P., J. T. Huber, C. B. Theurer, K. H. Chen, L. G. Nussio, and Z. Wu. 1997. Effect of steam-flaked or steam-rolled corn with or without *Aspergillus oryzae* in the diet on performance of dairy cows fed during hot weather. *J. Dairy Sci.* 80; 3293 – 3297. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76304-5

Corresponding author:

César Ocasio Vega
Biozyme Inc., 6010 Stockyard Expressway
64504 St. Joseph, Missouri
cocasio@biozymeinc.com

Analyse des Saponingehalts von Bockshornkleesamen (*Trigonella foenum-graecum*) aus verschiedenen Quellen

Armand Manière¹, Fabiola Reindl², Loup-Sophie Druhet¹, Benoît Thys¹

¹ Nor-Feed SAS, Angers, France

² Pulte GmbH & Co. KG, Grünwald

Einleitung

Bockshornklee (*Trigonella foenum-graecum*) ist eine einjährige Pflanze der Familie der Fabaceae, die hauptsächlich in Indien kultiviert wird. Indien gilt mit 63 % der weltweiten Produktion als größter Produzent (Vidyashankar, 2014; Sauvaire et al., 1996; Srinivasan et al., 2006; Kheder et al., 2012). Die in Bockshornkleesamen enthaltenen Sekundärmetabolite, in Form von Steroidsaponinen, besitzen therapeutische und appetitanregende Eigenschaften. Traditionell als Heilpflanze, Lebensmittelbestandteil oder als Aromastoff in der menschlichen und tierischen Ernährung ist Bockshornklee vielfältig einsetzbar und weit verbreitet (Chaudhary et al., 2018; Harper et al., 2016; Petit et al., 1995). Ziel dieser Studie war es, den Saponingehalt in einem handelsüblichen Bockshornkleesamenextrakt (Cotyl® M, Nor-Feed SAS) und in Bockshornkleesamen verschiedener Lieferanten aus Indien, als größter Hersteller der Welt, zu bewerten. Der Vergleich dient zur Beurteilung der Qualität verschiedener Herkünfte auch in Hinblick auf die Wirksamkeit als appetitanregende Substanz.

Material und Methoden

Muster

Es wurden 5 Chargen von Bockshornkleesamen (FSE India1, FSE India2, FSE India3, FSE India4, FSE India5) von verschiedenen indischen Herstellern aus insgesamt 4 Regionen Indiens (Abbildung 1) und der kommerzielle Bockshornkleesamenextrakt (Cotyl® M) analysiert. Zur Absicherung der Ergebnisse erfolgten 9 Wiederholungen pro Charge für alle Bockshornkleesamenprodukte.

Methoden

Die Saponinquantifizierung der Bockshornkleesamenprodukten fand mittels Spektrophotometrie nach der Methode F.I.T. (Patent angemeldet) statt. Hierfür wurden die Proben der Bockshornkleesamenprodukte vor dem Zentrifugieren einer Ultraschallextraktion mit einer alkoholischen Lösung zur Gewinnung der Saponine unterzogen. Eine chromogene Reaktion in Gegenwart einer Säure und eines Aldehydmittels wurde an einem Aliquot des Probenüberstands durchgeführt. Mit Hilfe der spektrophotometrischen Analyse konnte die spezifische Absorptionsrate der Saponine gemessen und somit der Saponingehalt der Proben in Bezug auf einen Referenzwert bewertet werden.

Statistik

Eine statistische Analyse der gesammelten Daten aller Lieferanten wurde unter Verwendung einer ANOVA (Tukey's Multiple Comparisons Test) durchgeführt und mittels des Statistikprogramms R (Version 3.2.1.) ausgewertet.



Abbildung 1. Herkünfte der im Versuch verwendeten indischen Bockshornkleesamen (1. FSE India1, 2. FSE India2, 3. FSE India3, 4. FSE India4, 5. FSE India5)

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten Unterschied im Saponingehalt ($p < 0,001$) zwischen dem kommerziellen Bockshornkleesamenextrakt (COTYL® M) und den einzelnen indischen Bockshornkleesamen Produkten. Diese wiederum differierten untereinander kaum und wiesen einen Saponingehalt von 5,4 %, 5,8 %, 5,0 %, 4,9 % und 5,6 % auf. Demzufolge lag der Saponingehalt des Extraktes mit 12,3 % mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu den vermahlenden Bockshornkleesamen (Abbildung 2).

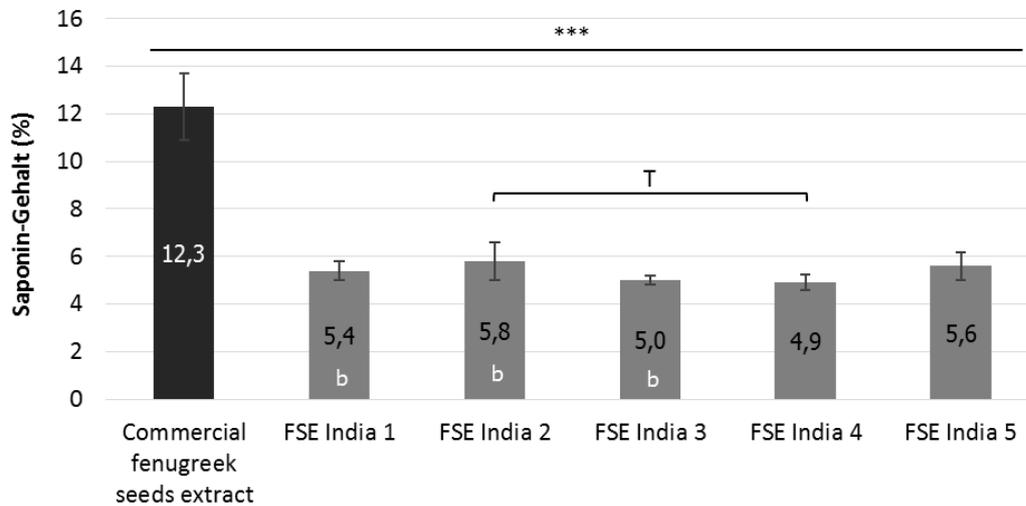


Abbildung 2: Mittelwerte der in den Bockshornkleesamenprodukten enthaltenen Saponine (***) $p < 0,001$, Tukey's multiple comparisons test)

Diskussion

Die Analyse der verschiedenen Produkte von Bockshornkleesamen ergab, dass der handelsübliche Bockshornkleesamenextrakt mindestens 50 % mehr Saponine enthielt ($p < 0,001$) als die 5 Chargen von indischen Bockshornkleesamen. Dies lässt sich mit dem Herstellungsverfahren erklären, so werden in dem handelsüblichen Bockshornkleesamenextrakt (COTYL® M) mit den Kotyledonen lediglich die reichsten Teile der Samen verwendet, verglichen mit den anderen indischen Chargen, die aus ganzen Samen bestanden. Bockshornkleeprodukte aus vermahlenden Samen enthalten somit auch Schalen mit niedrigen Konzentrationen an Saponinen (Naidu et al., 2010) und können folglich die hohen Wirkstoffgehalte eines Extraktes nicht erreichen. Zudem weisen ganze Bockshornkleesamen häufig eine schlechte phytosanitäre Wirkung auf. Sie sind häufig stark mit Hefen und Schimmelpilzen belastet, hingegen wird mit einem Extrakt aus Bockshornkleesamen diesem Problem vorgebeugt und ein hygienisch und qualitativ hochwertiger Aromastoff eingesetzt.

Literatur

- Chaudhary S., Chaudhary P.S., Chikara S.K., Sharma M.C., Iriti M., 2018. Review on Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and its Important Secondary Metabolite Diosgenin. Not Bot Horti Agrobo, 46(1), p. 22-31
- Harper M.T., Oh J., Giallongo F., Lopes J.C., Weeks H.L., Faugeton J., Hirstov A., 2016. Short communication: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. Journal of dairy science, 99, p. 1-5
- Kheder S.I., Salih K., Muddathir A., Barsham M.A., 2012. Effects of oral administration of (Fenugreek seeds) on galactagogue, body weight and hormonal *Trigonella foenum-graecum* L. levels in Sudanese desert sheep. Journal of pharmaceutical and biomedical sciences, Vol 22, Issue 22, p. 1-5
- Naidu M.M., Shyamala B.N., Naik P.J., Sulochanamma G., Srinivas P., 2010. Chemical composition and antioxidant activity of the husk and endosperm of fenugreek seeds. Food Sci. Technol., 44, 451-456
- Petit P.R., Sauvaire Y.D., Hillaire-Buys D.M., Leconte O., Baissac Y.G., Ponsin G.R., Ribes G.R., 1995. Steroid saponins from fenugreek seeds: Extraction, purification, and pharmacological investigation on feeding behavior and plasma cholesterol. Butterworth Heinemann, 60, p. 674-680

Sauvaire Y.D., Baissac Y.G., Leconte O., Petit P.R., Ribes G.R., 1996. Steroid saponins from fenugreek and some of their biological properties. Saponins Used in Food and Agriculture

Srinivasan K., 2006. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effects. Food Rev. Int., 22 (2), 203–224

Vidyashankar G.K., 2014. Fenugreek: An Analysis from Trade and Commerce Perspective. Fenugreek Special Issue, p. 162-170

Autorenanschrift:

Armand MANIERE
Nor-Feed SAS
3 rue Amedeo Avogadro
49070 BEAUCOUZE
armand.maniere@norfeed.net
www.norfeed.net

Anzeige Pulte

Supplementierung eines Extraktes von Bockshornkleesamen (*Trigonella faenum-graecum*) in Färsen und Bullenkälbern verbessert die Schmackhaftigkeit von Mineralfutter

Armand Manière¹, Fabiola Reindl², Benoît Thys¹, Pierre Caillis¹

¹ Nor-Feed SAS, Angers, Frankreich

² Pulte GmbH & Co. KG, Grünwald, Deutschland

Einleitung

Die Aufnahme von Mineralien in der Rinderaufzucht ist essentiell für ein optimales Wachstum (Nielsen, Volden, 2011). Mit einer ausreichenden Mineralstoffabsorption werden normale Funktionen des physiologischen Mechanismus wie Stoffwechselfunktionen aufrechterhalten (Konqvist, 2011). Jedoch kann die Aufnahme von Vitaminen und Mineralstoffen durch einen unattraktiven bis hin zu bitteren Geschmack erheblich beeinflusst werden (L.S., 2011; McDowell, 1996; Mora, Oddo, 2018). Die Schmackhaftigkeit gilt als einer der Hauptgründe für eine zu geringe Aufnahme von Mineralfuttermitteln. Allerdings fördert eine hohe Futterraufnahme die Wachstumsleistung positiv, weshalb das Ziel in der Rinderfütterung sein sollte, die Schmackhaftigkeit des Futters zu verbessern.

In vielen Ländern sind Bockshornkleesamen (*Trigonella faenum-graecum*) weit verbreitet zur Stimulierung des Appetits indem, die sensorische Qualität des Futters verbessert wird. Bockshornklee enthält eine Reihe von aromatischen Verbindungen (Lactone) und aktiven Komponenten wie sterioide Saponine, welche die Futterraufnahme von Wiederkäuern nachweislich steigern (ADM, 2006; El-Alamy et al., 2001; Smit, 2014; Wani, Kumar, 2018).

Ziel der beiden Studien war es, die Wirkung eines Extrakts aus Bockshornkleesamen (Cotyl® M, Nor-Feed SAS) auf die Aufnahme von Mineralfutter in Milchfärsen und auf die Futterraufnahme bei Bullenkälbern im Vergleich zu einer nicht-aromatisierten Kontrolldiät zu beurteilen.

Material und Methoden

Versuch 1 – Einfluss auf die Mineralfutterraufnahme in Färsen

Der Versuch wurde mit 11 Holstein-Färsen (im Alter von 6 bis 10 Monaten) auf einem kommerziellen französischen Milchviehbetrieb in Beaucouzé durchgeführt. Die Tiere wurden in einer Gruppe gehalten, bekamen als Futter eine Ration aus Grassilage und Kraftfutter vorgelegt, supplementiert mit einem herkömmlichen Mineralfutter (Tabelle 1).

Alle Tiere hatten Zugang zu Mineralfutter, welches separat in Futterschalen zur freien Aufnahme (*ad libitum*) angeboten wurde. Die Schalen waren nebeneinander aufgestellt und die Tiere hatten zu jeder Zeit des Versuchs die freie Wahl zwischen dem kommerziellen Mineralfutter in der Kontrollschale mit Sepiolith und der Bockshornkleeextrakt-Schale bestehend aus dem kommerziellen Mineralfutter plus Bockshornkleesamen-Extrakt (Cotyl® M) mit 3 kg/t Mineralfutter (Abbildung 1). Um das Phänomen der Gewöhnung zu vermeiden, wurde die Position der Schalen täglich gewechselt. Während des Versuchs über 28 Tage fand die Erfassung der Mineralfutterraufnahme täglich zur selben Stunde statt.

Eine statistische Analyse der gesammelten Daten wurde unter Verwendung eines t-Tests realisiert.

Tabelle 1. Zusammensetzung des Mineralfuttermittels

Inhaltsstoffe	Konzentration
Phosphor	50 g/kg
Calcium	250 g/kg
Magnesium	50 g/kg
Vitamin A	400 000 IE/kg
Vitamin D3	100 000 IE/kg
Vitamin E	800 IE/kg
Zink	5000 mg/kg
Mangan	4000 mg/kg
Kupfer	1000 mg/kg
Iod	75 mg/kg
Cobalt	40 mg/kg
Selen	20 mg/kg

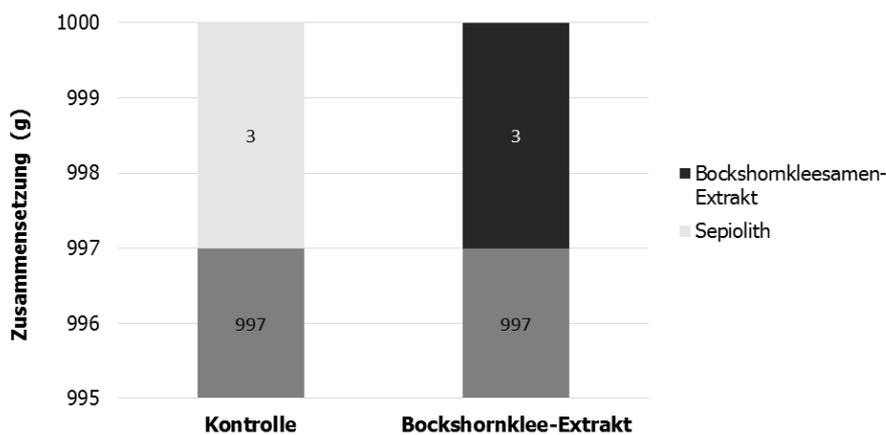


Abbildung 1. Zusammensetzung in 1kg Mineralfutter

Versuch 2 – Effekt auf die Gesamtfutteraufnahmemenge in Bullenkälbern

Der Versuch wurde auf einem kommerziellen Milchviehbetrieb in der Bretagne (Frankreich) mit 3 Holstein Bullenkälbern (7-8 Monate alt) angelegt. Die Tiere wurden gemeinsam in einer Bucht gehalten und erhielten eine Futterration aus 60 kg Mais, 4,5 kg Kraftfutter und 3 kg Eiweißgänzer. Die Versuchsdauer betrug 3 Wochen. In Woche 1 erhielten die Tiere die Kontrollration (60 kg Mais, 4,5 kg Kraftfutter, 3 kg Eiweißgänzer), in der zweiten Woche wurde diese mit 30 g Bockshornkleesamen-Extrakt (Cotyl® M) pro Tier und Tag supplementiert (FSE Diät). In der 3. und damit letzten Woche wurde auf die Kontrollration ohne Zusatz des Bockshornkleesamen-Extrakts zurück gewechselt. Die Tiere erhielten das Futter täglich *ad libitum* und die Futteraufnahme wurde mittels Rückwaage der Futterreste von Dienstag bis Freitag für jede Woche ermittelt.

Ergebnisse

Versuch 1 – Einfluss auf Mineralfuttermittelaufnahme in Färsen

Während der Versuchsdauer von 28 Tagen wurde eine signifikante Präferenz für das Mineralfutter mit dem Bockshornkleesamen-Extrakt nachgewiesen. Tatsächlich konsumierten die Färsen, bezogen auf die gesamte tägliche Mineralfuttermittelaufnahme pro Tier (69,08 kg Mineralfutter), signifikant mehr Mineralfutter, das mit 3 kg/t Bockshornkleesamen-Extrakt (37,73 g/Tag) ergänzt war, als das Kontrollmineral (31,35 g/Tag), eine Zunahme von 20,3% (t-Test, $P < 0,1$, Abbildung 2).

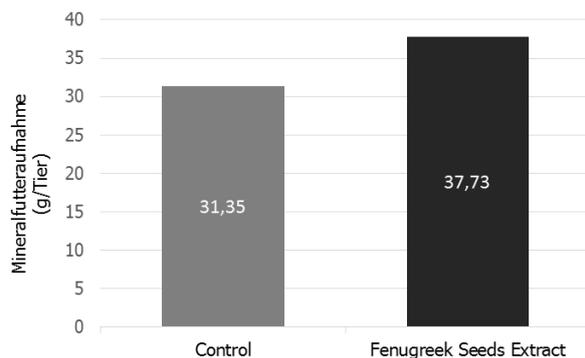


Abbildung 2. Präferenzverhältnis der gesamten täglichen Mineralfuttermittelaufnahme (g / Tier)

Versuch 2 – Effekt auf die Gesamtfuttermittelaufnahmemenge in Bullenkälbern

In der ersten Versuchsperiode, nahmen die Bullenkälber individuell im Mittel 17 kg des Kontrollfutters pro Tag auf. Mit der Supplementierung von Bockshornkleesamen-Extrakt zum Kontrollfutter in der zweiten Woche erhöhte sich die tägliche Futtermittelaufnahme gegenüber der ersten Woche um 360 g pro Tier (17,36 kg/Tier/Tag). Darüber hinaus führte die anschließende Entfernung des Bockshornkleesamen-Extrakts aus der Ration wieder zu einer Verringerung der täglichen Futtermittelaufnahme um 310 g in der letzten Woche (17,05 kg/Tier/Tag) im Vergleich zur zweiten Woche mit dem Bockshornkleesamen-Extrakt (Abbildung 3).

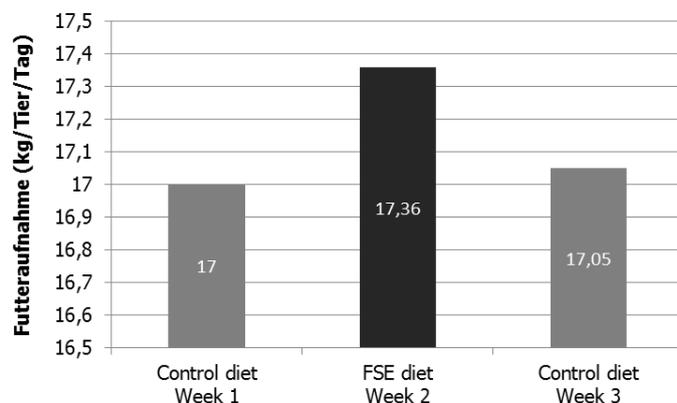


Abbildung 3. Durchschnittliche tägliche Futtermittelaufnahmemenge in Bullenkälbern

Diskussion

Der erste Versuch zeigte, dass die Zugabe von Bockshornkleesamen-Extrakt bei Milchvieh eine signifikante Präferenz für das supplementierte Mineralfutter gegenüber einem Kontrollmineral herbeigeführt hat. Tatsächlich nehmen Färsen, wenn sie die Wahl haben, wesentlich mehr Mineralien auf, die mit Bockshornkleesamen-Extrakt ergänzt sind. Die Mineralien ohne Geschmacksverbesserer scheinen weniger attraktiv für Wiederkäuer und deren gut entwickelten und ausgeprägten Geschmackssinn (Albright, 1993) zu sein. Bockshornkleesamen-Extrakt hat daher einen Einfluss auf die Verbesserung des Mineralstoffgeschmacks.

In Versuch 2 wurde der Effekt von Bockshornkleesamen-Extrakt auf die Futteraufnahme der Gesamtration nachgewiesen und bestätigt die geschmacksverbessernde Wirkung von Cotyl® M. Die Futteraufnahme in Bullenkälbern konnte durch die Supplementierung gesteigert werden, während die Entfernung von Bockshornkleesamen-Extrakt aus der Ration wieder zu einem Rückgang der Futteraufnahme führte.

Somit ist Bockshornkleesamen-Extrakt ein natürlicher Geschmacksverbesserer, der in Wiederkäuern Vorlieben hervorruft und folglich deren Futteraufnahme verbessert.

Literatur

ADM, 2006. Animal Nutrition Research Study D06105.

Albright, J. L. J. Dairy Sci. 1993, 76, 485–498.

El-Alamy H., Khattab H., El-Nor S., Salam F., Abdou M., 2001. Milk production response to supplementing rations with some medicinal herbs of lactating buffaloes. 8th Egyptian Conference for Dairy Science and Technology, p. 678-686.

Konqvist C., 2011. Minerals to dairy cows with focus on calcium and magnesium balance. Swedish University of Agricultural Sciences, p. 9-14.

L.S., 2011. Carences en oligo-éléments. Wallonie Elevage, février n°2, p.34-35.

McDowell L.R., 1996. Feeding minerals to cattle on pasture. Animal Feed Science and Technology, Volume 60, p. 247-271.

Autorenanschrift:

Armand MANIERE
Nor-Feed SAS
3 rue Amedeo Avogadro
49070 BEAUCOUZE
armand.maniere@norfeed.net
www.norfeed.net

Positiver Effekt eines Mykotoxindeaktivators auf die Milchgerinnung beim Einsatz von mit Fusarium Mykotoxinen (DON, FUM) kontaminierter TMR

Antonio Gallo¹, Paolo Bani¹, Terenzio Bertuzzi¹, Johannes Faas², Barbara Doupovec², Ines Taschl³, Walter Nies⁴

¹ Department of Animal Sciences, Food and Nutrition (DIANA), Faculty of Agriculture, Food and Environmental Science, Università Cattolica del Sacro Cuore, 29122 Piacenza, Italien

² BIOMIN Research Center, Technopark 1, 3430 Tulln, Österreich

³ BIOMIN Holding GmbH, Erber Campus 1, 3131 Getzersdorf, Österreich

⁴ BIOMIN Holding GmbH, Gartenstraße 17, 73119 Zell u. A., Deutschland

Einleitung

Mykotoxine bilden eine große Familie toxischer Pilzmetaboliten, die weltweit in verschiedenen Getreidearten und anderen Futtermitteln vorkommen. Während der gesamten Produktionskette vom Feld bis zur Fütterung können Mykotoxine durch Schimmelpilze in Pflanzenmaterial produziert werden. Es gibt zahlreiche Mykotoxine, die für Nutztiere giftig sind und verschiedene Krankheiten verursachen können. Sie sind daher für Einbußen in der Tierproduktion verantwortlich. Häufig in Futtrationen von Milchkühen vorkommende Mykotoxine sind die Fusarium-Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Fumonisine (FUM).

Material und Methoden

Anhand eines Fütterungsversuches wurde gezeigt, dass Milch von Milchkühen, die Mykotoxinen ausgesetzt waren, signifikant schlechtere Käseereigenschaften im Vergleich zu Kühen aufwies, die keinen Mykotoxinen ausgesetzt waren. Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von DON und FUM auf die Milchqualität und die Labkoagulationseigenschaften von Milchkühen zu untersuchen. Dazu wurde ein Fütterungsversuch mit 12 Holstein-Kühen in einem Versuchsdesign eines lateinischen Quadrats durchgeführt. Die Kühe erhielten entweder (a) ein Kontrollfutter (CTR), (b) eine mit Fusarium-Mykotoxinen kontaminierte TMR (1,0 mg/kg DON und 0,9 mg/kg FUM) (MTX) oder (c) kontaminierte TMR, ergänzt mit einem Mykotoxin Deaktivator (Mycofix®) (35 g / Tier / Tag) (MTX + Mycofix®). Der Kontaminationsgrad war niedriger als die empfohlenen Höchstwerte für Rinderfutter in Europa (5 mg/kg DON und 50 mg/kg FUM) und stellt einen Kontaminationsgrad dar, der üblicherweise in Milchkuhrationen festgestellt werden kann. Jede der drei Versuchsperioden bestand aus einer dreiwöchigen Behandlungsperiode, gefolgt von einer zweiwöchigen Wash-out Periode. Zur Bestimmung der Gerinnungseigenschaften wurden einmal wöchentlich einzelne Milchproben entnommen (Bruchfestigkeitszeit k20 in Minuten und Bruchfestigkeit a30 in mm). Für die Auswertung der Ergebnisse wurde das GLM-Verfahren (General Linear Model) von SAS (SAS 9.4 TS, 2018) verwendet.

Ergebnisse

Die Behandlungen hatten keinen signifikanten Einfluss auf den Casein-Gehalt und die Gerinnungszeit der Milch. Die Mykotoxin-Diät zeigte jedoch signifikante negative Auswirkungen auf die Bruchfestigkeit (a30) und die Bruchfestigkeit (k20). Die Zugabe von Mycofix® milderte diese negativen Effekte (a30: CTR: 30,44 mm; MTX: 25,06 mm; MTX + Mycofix®: 32,44 mm; $p < 0,05$, k20: CTR: 8,07 min; MTX: 13,0 min; MTX + Mycofix®: 9,71 min; $p = 0,05$).

Zusammenfassung

Die in Milchrationen häufig nachgewiesenen FUM- und DON-Konzentrationen in der Ration hatten einen negativen Einfluss auf die Gerinnungseigenschaften von Milchlab. Mycofix® hat diesen negativen Effekten entgegengewirkt.

Autorenanschrift:

Dr. Walter Nies
BIOMIN Holding GmbH
Gartenstraße 17
73119 Zell u. A.
Deutschland
Email: walter.nies@biomin.net



Zukunftsweisend *in der* Tierernährung



Unsere starke hauseigene Forschung&Entwicklung und die Zusammenarbeit mit führenden Institutionen weltweit bilden die Grundlage für unsere innovativen Lösungen, die speziell für unsere Kunden entwickelt werden.

BIOMIN Deutschland GmbH
73431 Aalen, Telefon: +49 7361 9246 0
office.germany@biomin.net

www.biomin.net

BIOMIN ist eine registrierte Marke der Erber Aktiengesellschaft (IR-509692).

Natürlich im Futter.

≡ Biomin[®] ≡

Effekt der Kombination von Benzooesäure mit ätherischen Ölen auf die Leistungen von Mastschweinen

Peter Loibl, Matthias Wiemann

DSM Nutritional Products GmbH

Einleitung

Organische Säuren und ätherische Öle finden breite Anwendung in der Schweinehaltung. Konsistent werden dadurch die Leistungen und der Gesundheitsstatus verbessert. Die Wirkungen sind vielfältig und deshalb erstrecken sich die Einsatzmöglichkeiten von der Durchfallprävention über die Verbesserung der Verdaulichkeit (Roth et al., 1998) bis hin zur Verbesserung der Fleischqualität (Salmonellen) und Verminderung von Emissionen (Halas et al., 2010). Gerade im Hinblick auf die Verminderung des Einsatzes von Antibiotika in der landwirtschaftlichen Produktion wird die Anwendung von organischen Säuren und phytogenen Zusatzstoffen häufig diskutiert und als gute Alternative betrachtet (z. B. Windisch, 2008).

In der vorgestellten Studie wurde die Wirkung von Benzooesäure und eines kommerziell erhältlichen ätherischen Öl Produktes auf die Leistungen von Mastschweinen untersucht. Eine Kombinationsgruppe sollte mögliche synergistische Effekte der Kombination Säure+ätherische Öle ableiten.

Material und Methoden

Auf einem kommerziellen Betrieb in England, wurde in einem Fütterungsversuch an Mastschweinen der Einfluss des Einsatzes von 0,3 % Benzooesäure (VevoVitall®, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst), 75 ppm einer definierten Mischung ätherischer Öle (CRINA® Finishing Pigs and Sows, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst) und der Kombination von beiden Produkten auf die zootecnischen Leistungen untersucht. Es wurden 960 Tiere (Ratterow Landroc x PIC 337, durchschnittliches Startgewicht 32,8 kg) getrennt geschlechtlich in jeweils 6 Buchten pro Geschlecht mit jeweils 20 Tieren auf die vier Behandlungsgruppen aufgeteilt. Somit ergab sich eine Gesamtanzahl von 240 Tieren aufgeteilt über 12 Buchten pro Behandlungsgruppe. Die Mastschweine wurden zweiphasig über 82 Tage (Phase 1: Tag 1-42, Phase 2: Tag 43-82) gefüttert und am letzten Versuchstag geschlachtet. Die Rationen setzten sich hauptsächlich aus Gerste (20,0 %, Phase 1 und 40,0 %, Phase 2), Weizen (42,3 % bzw. 29,7 %), Keksmehl (8,3 %, bzw. 7,0 %), Hipro Sojaschrot (17,7 % bzw. 7,6 %) und Rapsextraktionsschrot (6,6 % bzw. 10,0 %) zusammen. Der Rohproteingehalt lag in Phase 1 bei 18,5 % bei 13,3 MJ ME und in Phase 2 bei 15,6 % und 13,1 MJ ME. Die vier Rationen unterschieden sich nur durch die Zulage der Säure bzw. der ätherischen Öle. Die richtige Dosierung der Zusatzstoffe wurde über vier verschiedene Premixe sichergestellt. Eine Detaillierte Aufführung des Versuchsaufbaus findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Versuchsaufbau

Behandlung	Kontrolle	VevoVitall®	CRINA®	Kombination
Benzooesäure (%)	0,0	0,3	0,0	0,3
Ätherische Öle (ppm)	0	0	75	75
Anzahl Buchten (weibl./männl.)	12 (6/6)	12 (6/6)	12 (6/6)	12 (6/6)

Es wurde der Einfluss der unterschiedlichen Behandlungen auf die täglichen Zunahmen, die tägliche Futteraufnahme und die Futtermittelverwertung untersucht. Die statistische Auswertung erfolgte über eine einfaktorische ANOVA. Als Untersuchungseinheit wurde die Bucht verwendet, d. h. für jede Behandlung standen 12 Wiederholungen zur Analyse zur Verfügung.

Ergebnisse

Es mussten 12 Tiere aufgrund von Krankheiten von der Auswertung ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der Gewichtsentwicklung und der zootecnischen Leistungen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Vor allem im ersten Mastabschnitt zeigte sich eine gute Wirkung der Zusatzstoffe. Der reine Einsatz des ätherischen Ölproduktes und die Kombination mit der Benzoessäure führte zu einer numerischen Verbesserung der täglichen Zunahmen um 3,1 % bzw. 4,6 %. Der Einsatz von 0,3 % Benzoessäure brachte signifikant höhere Zunahmen um 53 g bzw. 6,3 % im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dies kam v.a. über eine signifikant erhöhte Futteraufnahme zustande (1,96 kg/Tag, VevoVital® gegenüber 1,85 kg/Tag, Kontrolle). Die Futtermittelverwertung war in der Kombinationsgruppe signifikant verbessert (2,26 kg/kg im Vergleich zu durchschnittlich 2,31 kg/kg der anderen drei Gruppen). Im zweiten Mastabschnitt zeichnete sich tendenziell ein ähnliches Bild ab, die Leistungen der mit Benzoessäure oder ätherischen Ölen supplementierten Gruppen waren höher als die der Kontrolle, die Ergebnisse konnten aber nicht statistisch abgesichert werden. Über die gesamte Mastperiode betrachtet konnte die VevoVital®-Gruppe signifikant höhere Tageszunahmen als die Kontrolle erreichen (909 g/Tag gegenüber 872 g/Tag). Die CRINA®-Gruppe und die Kombinationsgruppe lagen numerisch zwischen Kontroll- und VevoVital®-Gruppe ohne statistische Signifikanz. Die Futtermittelverwertung der Kombinationsgruppe war über die 82 Versuchstage signifikant niedriger als die der Kontrolle, die anderen beiden Gruppen zeigten keine statistisch signifikante Differenz.

Tabelle 2: Gewichtsentwicklung und zootecnische Leistungen

	Kontrolle	VevoVital®	CRINA®	Kombination	SEM	p-Wert
Gewichtsentwicklung						
Startgewicht (kg)	32,4	33,3	32,3	33,1	0,35	n.s.
Gewicht Tag 43 (kg)	66,9 ^a	70,3 ^b	67,6 ^a	69,3 ^{ab}	0,68	<0,01
Gewicht Tag 82 (kg)	103,8 ^a	107,7 ^b	104,5 ^{ab}	107,0 ^{ab}	0,96	0,02
Tag 1-43						
tägl. Zunahmen (g)	798 ^a	851 ^b	815 ^{ab}	836 ^{ab}	11	<0,01
tägl. Futteraufnahme (kg)	1,85 ^a	1,96 ^b	1,88 ^{ab}	1,89 ^{ab}	0,02	0,02
Futtermittelverwertung (kg/kg)	2,32 ^a	2,31 ^{ab}	2,31 ^{ab}	2,26 ^b	0,01	<0,01
Tag 44-82						
tägl. Zunahmen (g)	953	969	960	978	14	n.s.
tägl. Futteraufnahme (kg)	2,60	2,60	2,59	2,61	0,03	n.s.
Futtermittelverwertung (kg/kg)	2,73	2,69	2,7	2,68	0,02	n.s.
Gesamt						
tägl. Zunahmen (g)	872 ^a	909 ^b	883 ^{ab}	904 ^{ab}	9	0,02
tägl. Futteraufnahme (kg)	2,20	2,26	2,21	2,23	0,02	n.s.
Futtermittelverwertung (kg/kg)	2,53 ^a	2,50 ^{ab}	2,51 ^{ab}	2,48 ^b	0,01	<0,01

Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen an. n.s. = nicht signifikant.

Diskussion

Der hier vorgestellte Versuch hatte zum Ziel, festzustellen, ob die Kombination einer organischen Säure mit ätherischen Ölen einen synergistischen Effekt auf die Leistung des Mastschweines hat.

Die Effekte der Benzoessäure ist in zahlreichen Versuchen untersucht worden (z. B. Plitzner et al., 2006, Kluge et al., 2006). Organische Säuren senken den pH-Wert des Verdauungsbreis, wodurch Verdaulichkeit der Ration erhöht wird. Dies kommt v.a. durch eine Verbesserung der enzymatischen Wirkung von Pepsin im Magen und weiterer endogener Enzyme im Dünndarm zustande. So konnten Diao et al. (2016) feststellen, dass durch die Zulage von 0,5% Benzoessäure zum Futter von ~19 kg schweren Ferkeln eine signifikante Erhöhung der Trypsin-, Lipase- und Amylaseaktivität im Jejunum zur Folge hatte. Außerdem wurden histologische Parameter der Darmwand (Kryptentiefe) verbessert. Die Benzoessäure zeichnet sich außerdem durch eine gute antimikrobielle Wirkung im Tier aus, wodurch die Darmgesundheit unterstützt wird. So konnten z. B. Giannenas et al (2016) einen reduzierenden Effekt auf die Gehalte an coliformen Keimen im Dünndarm feststellen. In der gleichen Studie wurde zusätzlich eine weitere Verringerung der Gehalte dieser Pathogene durch eine Kombination von Benzoessäure mit ätherischen Ölen und einem Präbiotikum erreicht. Häufig führt der Einsatz von Benzoessäure auch zu einer Erhöhung der Futteraufnahme (z. B. Diao et al., 2016). Die verdauungsverbessernde und gesundheitsfördernde Wirkung der Benzoessäure bestätigte sich auch in dieser Studie. Die signifikante Erhöhung der Leistung war unter anderem auch in einer Erhöhung der Futteraufnahme begründet, die Futterverwertung lag mit der Kontroll-Gruppe auf einem Niveau.

Ätherische Öle haben vielfältige Wirkungsweisen. Da es sich bei dem in diesem Versuch eingesetzten Produkt um eine definierte Mischung ätherischer Öle handelt (v.a. Thymol, Eugenol, Guajacol, m-Kresol, Piperin und Curcumin), lassen sich die Wirkungsweisen präzise ableiten. Neben einer Erhöhung der Schmackhaftigkeit des Futters wird die Sekretion von Verdauungsenzymen erhöht (v.a. Piperin und Cucurmin (Platel und Srinivasan, 2004)). Außerdem kann eine antioxidative Wirkung festgestellt werden (v.a. bei Thymol (Cuppet und Hall, 1998)). Zahlreiche ätherische Öle zeichnen sich durch gute antimikrobielle Wirkung aus. Da die meisten Wirksubstanzen hydrophobisch sind, können sie die Zellwand von Bakterien durchdringen, wodurch diese durchlässiger wird. Dadurch kann es zu einem Austritt von Ionen kommen, was zu einem vermehrten Absterben der Keime führt (Burt, 2004). Besonders hoch ist dieser Effekt bei phenolischen Komponenten wie Eugenol, Thymol oder Carvacrol (Lambert et al., 2001; Dorman et al., 2000). Das Zusammenspiel dieser drei Hauptwirkungen führt im Regelfall zu einer Verbesserung der Futteraufnahme und v.a. der Futterverwertung. Dies kann, zumindest numerisch, in der vorgestellten Studie ebenfalls festgestellt werden.

Mit der Kombinations-Gruppe sollte untersucht werden, ob die positiven Effekte organischer Säuren und ätherischer Öle auf die Darmgesundheit, die Verdauungsphysiologie und Verdauungsleistung kombiniert eine zusätzliche Leistungsverbesserung bewirken. Es konnten zwar die täglichen Zunahmen nicht ganz an die der nur mit Benzoessäure supplementierten Gruppe heranreichen (909 g/Tag zu 904 g/Tag), allerdings war doch im ersten Mastabschnitt und über die gesamte Mastperiode die Futterverwertung verbessert. Diese lag signifikant unter der der Kontrolle (2,53 zu 2,48). Ein ähnlicher Befund konnte auch in einer ähnlichen Feldstudie 2012 festgestellt werden (Senkung der Futterverwertung von 2,79 kg/kg, Kontrolle, auf 2,52 kg/kg, 0,3 % VevoVital® + 75 ppm CRINA® Finishing Pigs and Sows; Weber, 2013). Die Kombination einer Dosierung von 0,3 % Benzoessäure mit ätherischen Ölen zeigte sich hier als die wirtschaftlich sinnvollste Anwendung.

Die Verbesserung der Leistungen durch Supplementierung von Eubiotika konnte v.a. in den ersten sechs Mastwochen festgestellt werden. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass die gesundheitsfördernde Wirkung v.a. in den ersten Wochen nach dem Umställen in den Mastbereich zum tragen kommt. Hierfür wären aber weiterführende Untersuchungen nötig.

Schlussfolgerung

Der vorgestellte Versuch zeigte eindrücklich, dass der Einsatz von organischen Säuren und/oder ätherischen Ölen einen positiven Einfluss auf die Leistungen von Mastschweinen hat. Hier ergab sich für eine Kombination von 0,3% Benzoessäure in Kombination mit 75ppm einer definierten Mischung ätherischer Öle eine signifikant bessere Futtermittelverwertung. Für den Einsatz von ausschließlich 0,3 % Benzoessäure ergaben sich signifikant verbesserte Tageszunahmen – vor allem in der ersten Mastperiode. Diese Effekte liegen vermutlich in der Verbesserung der Verdaulichkeit der Ration und der Förderung der Darmgesundheit begründet. Dies sollte in weiterführenden Studien untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- Burt, S.: Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*. 2004, 94, 223-253
- Cuppet, S. L.; Hall, C. A.: Antioxidant activity of Labiatae. *Advances in Food and Nutrition Research*. 1998, 42, 245-271
- Diao, H.; Gao, Z.; Yu, B.; Zheng, P.; He, J.; Yu, J.; Huang, Z.; Chen, D.; Mao, X.: Effects of benzoic acid (VevoVital®) on the performance and jejunal digestive physiology in young pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016, 7:32
- Dorman, H. J. D.; Deans, S. G.: Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied Microbiology*. 2000, 88, 308-316
- Giannenas, I.; Doukas, D.; Karamoutsios, A.; Tzora, A.; Bonos, E.; Skoufos, I.; Tsinas, A.; Christaki, E.; Tontis, D.; Florou-Paneri, P.: Effects of *Enterococcus faecium*, mannan oligosaccharide, benzoic acid and their mixture on growth performance, intestinal microbiota, intestinal morphology and blood lymphocyte subpopulation of fattening pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2016, 220, 159-167
- Halas, D.; Hansen, C. F.; Hampson, D. J.; Kim, J.-C.; Mullan, B. P.; Wilson, R. H.; Pluske, J. R.: Effects of benzoic acid and inulin on ammonia-nitrogen excretion, plasma urea levels, and the pH in faeces and urine of weaner pigs. *Livestock Science*. 2010, 134, 243-245
- Kluge, H.; Broz, J.; Eder, K.: 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*. 2006, 90, 316-324
- Lambert, R. J. W.; Skandamis, P. N.; Coote, P. J.; Nychas, G.-J. E.: A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*. 2001, 91, 453-462
- Platel, K.; Srinivasan, K.: Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? *Indian Journal of Medical Research*. 2004, 119, 167-179
- Plitzner, C.; Schedle, K.; Wagner, V.; Etle, T.; Windisch, W.: Influence of adding 0.5 or 1.0 % of benzoic acid on growth performance and urinary parameters of fattening pigs. *Slovak Journal of Animal Science*. 2006 (1-2), 39, 69-73
- Roth, F. X. und Kirchgessner, M.: Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 1998, 7, 25-33
- Weber, M.; Mäurer, H.; Altemüller, U.; Wiemann, M.: Einsatz der Zusatzstoffe VevoVital und CRINA Finishing Pigs & Sows in der Schweinemast. In: A. Zeyner, G. I. Stangl, Kluth, H.; H. Kluge und M. Bulang (Hrsg.): 12. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. 12.-13. November 2013 Lutherstadt Wittenberg. 144-146
- Windisch, W.; Schedle, K.; Plitzner, C.; Kroismayr, A.: Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 2008, 86, E140-E148

Autorenanschrift

DSM Nutritional Products GmbH
Peter Loibl
Im Breuel 10
D-49565 Bramsche
Peter.Loibl@dsm.com

DSM EUBIOTICS

VevoVitall®:

- Die zugelassene und erprobte Benzoesäure für Sauen, Ferkel und Mastschweine

Cylactin®:

- Das Probiotikum für stabile Darmflora und bessere Immunität

CRINA®:

- Abgestimmte Mischungen ätherischer Öle für optimale Futtermittelverwertung

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.™

DSM Nutritional Products GmbH
Animal Nutrition and Health
Im Breuel 10, D-49565 Bramsche
Tel.: 0049-5461/8828-0
www.dsm.com/animal-nutrition-health

Reduzierung des Phosphors im Mineralfutter für Mastschweine - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung und Schlachtkörperqualität

Wolfgang Preißinger, Günther Propstmeier, Simone Scherb

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

Einleitung

Die Ausscheidungen von Stickstoff (N) und Phosphor (P) über die Tiere gilt es weiter zu minimieren, zumal eine Novellierung der seit 2017 bestehenden Düngeverordnung (DÜV) bevorsteht. Die Mast von Schweinen mit sehr geringen Mengen an bzw. gänzlich ohne mineralischen Phosphor wird deshalb propagiert. Praktiker und Forscher berichten diesbezüglich von guten Leistungen bei reduzierten Phosphorgehalten (Stalljohann und Schulze Langenhorst 2011; Stalljohann 2015, N.N., 2015). In einem ersten Versuch aus Schwarzenau zeigte der gänzliche Verzicht auf mineralischen Phosphor im Mineralfutter keine negativen Effekte auf Leistung, Knochenzusammensetzung und Fundament (Nüsslein et al. 2018). Demgegenüber berichten Meyer und Vogt (2018) bei sehr hohen Leistungen (> 1000 g tägliche Zunahmen) von geringeren täglichen Zunahmen bei starker Phosphorreduzierung. In weiteren Versuchen in Schwarzenau wurde deshalb geprüft, wie sich die Reduzierung von mineralischem Phosphor im Mineralfutter unter unterschiedlichen Fütterungsbedingungen auf die Leistung und die Phosphorbilanz in der Schweinemast auswirkt. Dazu wurden ein Versuch mit Einzeltierfütterung und Trockenfutter sowie ein Versuch am Langtrog mit Flüssigfütterung durchgeführt.

Material und Methoden

Die Versuche wurden am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Schwarzenau durchgeführt. Dazu wurden 48 (Versuch 1) bzw. 192 (Versuch 2) Mastläufer der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Versuchsgruppen aufgeteilt:

Versuch 1:	Kontrollgruppe:	1,5 % P im Mineralfutter während der gesamten Mast
	Testgruppe:	0 % P im Mineralfutter während der gesamten Mast
Versuch 2:	Kontrollgruppe:	1,5 % P im Mineralfutter während der gesamten Mast
	Testgruppe:	1,5 % P im Mineralfutter der Anfangsmast, 0 % P im Mineralfutter der Mittel- und Endmast

Die Mastschweine wurden in Buchten zu je 12 Tieren auf Betonspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 68 Tage alt und wogen im Mittel knapp 28 kg (Versuch 1) bzw. knapp 28,5 kg (Versuch 2). Die Versuche gliederten sich in 3 Mastphasen. Die Futterzuteilung erfolgte in Versuch 1 über Abruflstationen mit integrierter Futtermittelverwiegung für das Einzeltier (Compident MLP, Schauer Agrotronic, GmbH) und in Versuch 2 am Langtrog mit Sensorsteuerung (Firma Schauer). Die Flüssigfuttermengen wurden in Versuch 2 für jede Bucht automatisch

verwogenen. Die Trockenmassen (TM) der Fließfütterationen wurde wöchentlich ermittelt. Die LM der Tiere wurden in beiden Versuchen wöchentlich am Einzeltier erfasst. Während der Versuche wurde der Kot der Tiere in der Bucht einmal pro Woche bonitiert (Note 1 bis 4 von hart bis wässrig). Bei Erreichen von ca. 120 kg LM wurden die Mastschweine nach den Richtlinien der Mastleistungsprüfung (ZDS, 2017) im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet.

Die Futtermischungen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot und Mineralfutter. Die Zusammensetzungen und kalkulierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen beider Versuche sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen von Versuch 1 (Angaben bei 880 g TM)

P im Mineralfutter		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		1,5 %	0 %	1,5 %	0 %	1,5 %	0 %
Gerste	%	35	35	40	40	44	44
Weizen	%	44	44	44	44	45,5	45,5
Sojaextraktionssschrot, LP	%	17,5	17,5	12,5	12,5	7,0	7,0
Sojaöl	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mineralfutter ¹ , 18% Ca, 1,5% P	%	3,0		3,0		3,0	
Mineralfutter ¹ , 16% Ca, 0% P	%		3,0		3,0		3,0
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Rohprotein	g	173	173	156	156	139	139
Lysin	g	10,6	10,6	9,4	9,4	8,1	8,1
Met+Cys	g	6,2	6,2	5,8	5,8	5,4	5,4
Threonin	g	6,6	6,6	6,0	6,0	5,2	5,2
Kalzium	g	6,7	6,1	6,6	6,0	6,4	5,8
Phosphor	g	4,3	3,8	4,1	3,7	3,9	3,5

¹ 4.170 OTU-6-Phytase (4a16); 12% Lysin; 2,5% Methionin; 3,5% Threonin, 0,2% Tryptophan

Tabelle 2: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen von Versuch 2 (Angaben bei 880 g TM)

P im Mineralfutter		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		1,5 %	1,5 %	0 %	1,5 %	0 %	
Gerste	%	30	35	35	37	37	
Weizen	%	51,5	51,5	51,5	55	55	
Sojaextraktionssschrot, LP	%	15,5	10,5	10,5	5	5	
Mineralfutter ¹ , 18% Ca, 1,5% P	%	3	3	-	3	-	
Mineralfutter ¹ , 16% Ca, 0% P	%	--	--	3	--	3	
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	
Rohprotein	g	168	151	151	134	134	
Lysin	g	10,7	9,6	9,6	8,3	8,3	
Met+Cys	g	6,3	5,9	5,9	5,4	5,4	
Threonin	g	6,5	6,1	6,1	5,2	5,2	
Kalzium	g	6,6	6,5	5,9	6,4	5,8	
Phosphor	g	4,3	4,0	3,6	3,8	3,4	

¹ 4.170 OTU-6-Phytase (4a16); 12% Lysin; 2,5% Methionin; 3,5% Threonin, 0,2% Tryptophan

Die Versuchsrationen wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LFL in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012). Die Stickstoff- und Phosphorgehalte wurden nach den Vorgaben der DLG, 2014 bilanziert. In Versuch 1 wurde zu Versuchsbeginn, in der Versuchsmitte sowie bei Versuchsende bei den Tieren eine Exterieurbeurteilung nach Hilgers und Hühn (2008) durchgeführt. Beurteilt wurden: Klauen, Röhrbeinstärke, Hinterbeinwinkelung, Hinterbeinfesselung sowie Vorder- und Hinterbeinstellung.

Ergebnisse und Diskussion

Futteruntersuchungen

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die analysierten Inhaltsstoffe der Rationen beider Versuche.

Tabelle 3: Analysierte Gehaltswerte und ermittelte Gehalte an umsetzbarer Energie der Rationen von Versuch 1 (Angaben bei 880 g TM)

P im Mineralfutter		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		1,5 %	0 %	1,5 %	0 %	1,5 %	0 %
Rohasche	g	45	44	44	46	35	38
Rohprotein	g	163	164	153	152	139	134
Lysin	g	10,1	9,9	10,1	10,3	7,8	7,7
Met+Cys	g	4,7	4,8	5,2	5,5	4,6	4,5
Threonin	g	6,1	6,2	5,7	5,9	4,9	4,7
Tryptophan	g	2,0	2,1	1,8	1,7	1,6	1,1
ME	MJ	13,45	13,37	13,20	13,16	13,47	13,47
Kalzium	g	6,2	6,1	7,4	6,3	5,1	5,2
Phosphor	g	4,4	3,6	4,0	3,6	3,6	3,3
Kupfer	mg	20	18	23	22	14	17
Zink	mg	105	100	116	115	84	91

In Versuch 1 waren über alle Mastabschnitte die Inhaltsstoffe der Kontroll- und Testrationen mit Ausnahme des versuchsrelevanten P-Gehalts vergleichbar. Im ersten Mastabschnitt lagen die Gehalte an Rohprotein und Lysin beider Rationen unterhalb der vorab kalkulierten Werte. Beim Methionin wurden in allen Mastabschnitten niedrigere Gehalte analysiert als vorab kalkuliert. Ansonsten stimmten die analysierten Gehalte im Rahmen der Analysenspielräume mit den kalkulierten Werten überein.

Tabelle 4: Analysierte Gehaltswerte und ermittelte Gehalte an umsetzbarer Energie der Rationen von Versuch 2 (Angaben bei 880 g TM)

P im Mineralfutter		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		1,5 %	1,5 %	0 %	1,5 %	0 %	
Rohasche	g	43	41	41	42	43	
Rohprotein	g	159	149	150	131	122	
Lysin	g	10,1	8,8	8,8	8,3	9,2	
Met+Cys	g	5,2	5,1	5,0	4,4	4,4	
Threonin	g	6,0	5,6	5,5	5,1	5,0	
Tryptophan	g	1,6	1,7	1,4	1,1	1,2	
ME	MJ	13,3	13,4	13,4	13,1	13,2	
Kalzium	g	6,2	6,7	5,8	6,6	6,5	
Phosphor	g	4,0	3,9	3,8	3,8	3,1	
Kupfer	mg	16	16	22	20	16	
Zink	mg	100	100	92	123	120	

In Versuch 2 stimmten die Ca- und P-Gehalte im Rahmen der Analysenspielräume gut mit den vorab kalkulierten Werten überein. Die analysierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen waren über alle Mastabschnitte im Rahmen der Analysenspielräume vergleichbar. Lediglich in der Endmast wurde in der Testgruppe ein höherer Lysin- bei einem gleichzeitig niedrigeren Rohproteingehalt ermittelt. Die analysierten Aminosäuregehalte lagen fast durchgängig unterhalb der vorab kalkulierten Werte.

Mastleistungen

Aus Tabelle 5 gehen die täglichen Zunahmen, der Futterverbrauch sowie der Futteraufwand je kg Zuwachs für beide Versuche hervor.

Im Versuch 1 wurde im Mittel Tageszunahmen von 761 g (Kontrolle) und 789 g (Testgruppe) im LM-Bereich von 28 bis ca. 122 kg erzielt. Die Unterschiede waren nicht signifikant. Während zu Mastbeginn von Versuch 1 die Tiere der Kontrollgruppe mit 712 g knapp 30 g pro Tag mehr erzielten als die Tiere der Testgruppe, drehte sich dies im 2. Mastabschnitt. Hier wurden in der Kontrollgruppe 753 g und in der Testgruppe 873 g erreicht. Die Unterschiede waren dabei signifikant. Zu Mastende wurden Tageszunahmen von 816 g in der Kontroll- und 849 g in der Testgruppe erzielt. In Versuch 1 war mit 2,1 gegenüber 2,0 kg pro Tier und Tag im Mittel ein signifikant höherer Futterverbrauch in der Testgruppe festzustellen. Während sich in der Anfangsmast mit jeweils 1,5 kg pro Tier und Tag noch keine Unterschiede zeigten, war in der Mittel- und Endmast der Futterverbrauch in der Testgruppe durchgängig um 0,15 bis 0,18 kg pro Tier und Tag höher. Im Mittel der gesamten Mast zeigte sich mit 2,64 und 2,70 kg Futter pro kg Zuwachs kein Einfluss der Versuchsgruppe auf den Futteraufwand. Signifikante Unterschiede traten in der Anfangs- und Mittelmast auf. Während in der Anfangsmast der Futteraufwand in Testgruppe signifikant niedriger lag, wurde in der Mittelmast in dieser Gruppe ein signifikant höherer Futteraufwand berechnet.

Tabelle 5: LM-Entwicklung, tägliche Zunahmen, Futterverbrauch und Futteraufwand (LSQ-Means)

Lebendmasse		Versuch 1			Versuch 2		
		Kontrolle	Testgruppe	p ¹⁾	Kontrolle	Testgruppe	p ¹⁾
Beginn	kg	27,9	27,8	0,865	28,4	28,4	0,960
Umstellung I	kg	62,8	61,3	0,299	58,8	57,7	0,151
Umstellung II	kg	83,9	85,7	0,247	85,5	84,4	0,188
Ende	kg	121,3 ^b	124,2 ^a	0,034	119,6 ^a	117,7 ^b	0,024
Futterverbrauch							
Anfangsmast	kg	1,51	1,54	0,552	1,63	1,65	0,839
Mittelmast	kg	2,12 ^b	2,27 ^a	0,026	2,22	2,38	0,149
Endmast	kg	2,48 ^b	2,66 ^a	0,017	2,68	2,65	0,886
gesamt	kg	2,01 ^b	2,13 ^a	0,030	2,22	2,27	0,648
Tägliche Zunahmen							
Anfangsmast	g	712	685	0,260	725 ^a	699 ^b	0,042
Mittelmast	g	753 ^b	873 ^a	0,001	953	952	0,929
Endmast	g	816	849	0,245	816 ^a	758 ^b	0,002
gesamt	g	761	789	0,131	814 ^a	781 ^b	0,004
Futteraufwand pro kg Zuwachs							
Anfangsmast	kg	2,13 ^a	2,25 ^b	0,017	2,24 ^a	2,36 ^b	0,003
Mittelmast	kg	2,83 ^b	2,61 ^a	0,014	2,34	2,52	0,052
Endmast	kg	3,04	3,15	0,187	3,32	3,54	0,078
gesamt	kg	2,64	2,70	0,313	2,75 ^a	2,92 ^b	0,004

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

In Versuch 2 wurden im Mittel Tageszunahmen von 814 g (Kontrolle) und 781 g (Testgruppe) bei einer Mast von 28,5 bis knapp 120 kg LM erzielt. Obwohl im ersten Mastabschnitt noch identische Rationen eingesetzt wurden, ergaben sich in der Testgruppe um 26 g niedrigere Tageszunahmen. Die Unterschiede waren dabei signifikant. Möglicherweise hat ein Influenzaausbruch zu Mastbeginn die Tiere der Testgruppe stärker beeinträchtigt. Während in der Mittelmast mit 953 und 952 g nahezu identische Zunahmen in beiden Gruppen festgestellt wurden, ergaben sich in der Endmast in der Testgruppe knapp 60 g niedrigere Tageszunahmen. Diese Differenz ließ sich statistisch absichern. In allen Mastabschnitten zeigte sich in Versuch 2 kein Effekt der P-Reduzierung auf den Futterverbrauch. Mit 2,2 und 2,3 kg pro Tier und Tag fiel dieser für die Flüssigfütterung eher niedrig aus. Aufgrund der niedrigeren Tageszunahmen bei nahezu gleichem Futterverbrauch war der Futterverbrauch pro kg Zuwachs mit 2,92 gegenüber 2,75 kg in der Testgruppe signifikant höher.

Schlachtleistung

Die Schlachtleistungsparameter für beide Versuche sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Der Muskelfleischanteil war in beiden Versuchen mit über 60 % als sehr gut einzustufen. Die Phosphorversorgung zeigte in Versuch 1 bei allen relevanten Schlachtkörperparametern keinen signifikanten Einfluss. In Versuch 2 waren Rückenmuskelfläche und Ausschlagung in der Testgruppe signifikant höher.

Tabelle 6: Schlachtleistungsparameter (LSQ-Mittelwerte)

		Versuch 1			Versuch 2		
		Kontrolle	Testgruppe	p ¹⁾	Kontrolle	Testgruppe	p ¹⁾
Schlachtgewicht	kg	98,3	100,2	0,065	96,9	96,7	0,770
Ausschlachtung	%	81,4	81,2	0,531	81,1 ^b	82,2 ^a	<0,001
Rückenmuskelfläche	cm ²	61,3	59,9	0,245	57,2 ^b	58,4 ^a	0,031
Fettfläche	cm ²	16,1	15,9	0,749	15,8	15,3	0,173
Muskelfleisch	%	60,8	60,8	0,932	60,3	60,6	0,166
Fleisch i. Bauch	%	59,4	59,2	0,854	59,2	59,2	0,875

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Kotkonsistenz

In beiden Versuchen wurde der Kot in den Buchten durchgängig mit der Note 2 als normal bewertet. Ein Effekt der P-Reduzierung wurde nicht festgestellt.

N- und P-Ausscheidungen

Die bilanzierten N- und P-Ausscheidungen sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Die Reduzierung des mineralischen Phosphors führte in beiden Versuchen zu 16 bzw. 11 % geringeren Phosphorausscheidungen pro Tier, obwohl in beiden Versuchen in den Testgruppen ein höherer Futtermittelverbrauch festgestellt wurde. Die etwas höheren N-Ausscheidungen in den Testgruppen sind einem höheren Futtermittelverbrauch bei vergleichbaren Rohproteingehalten in der Ration geschuldet.

Tabelle 7: Stickstoff- und Phosphorausscheidungen

		Versuch 1		Versuch 2	
		Kontrolle	Testgruppe	Kontrolle	Testgruppe
N-Aufnahme pro Tier	kg	5,95	6,13	5,60	5,67
N-Ansatz pro Tier	kg	2,40	2,42	2,33	2,28
N-Ausscheidung pro Tier	kg	3,55	3,71	3,27	3,39
N-Ausscheidung relativ	%	100	104	100	104
P-Aufnahme pro Tier	g	979	901	960	897
P-Ansatz pro Tier	g	478	482	465	455
P-Ausscheidung pro Tier	g	501	418	495	442
P-Ausscheidung relativ	%	100	84	100	89

Fundamentbeurteilung

Bei der Fundamentbeurteilung in Versuch 1 waren keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen zu erkennen. Alle Merkmale lagen sowohl bei Mastbeginn als auch bei Mastende nahe am Optimum. Die Veränderungen im Verlauf der Mast waren gering.

Schlussfolgerungen

In beiden Versuchen ließen sich durch die Reduzierung des mineralischen P im Mineralfutter die P-Ausscheidungen deutlich reduzieren (11-16 %). Während sich im 1. Versuch kein negativer Effekt

auf Futteraufnahme und Leistung zeigte, konnte dies im 2. Versuch nicht bestätigt werden. Die Testgruppe hatte hier um 35 g signifikant niedrigere Tageszunahmen. Ein mit 3,1 g pro kg sehr niedriger P-Gehalt im Endmastfutter sowie ein Influenzaausbruch zu Beginn von Versuch 2 könnten ursächlich dafür sein. Die unterschiedlichen Ergebnisse aus beiden Versuchen verdeutlichen, dass noch ein erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Literatur

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage DLG e.V., DLG-Verlag Frankfurt a. Main.

Hilgers, J.; Hühn, U. (2008): Sauen auf gute Fundamente züchten. Die Zuchtverbände sollen bei der Bonitur der Sauen ein einheitliches Bewertungsschema nutzen, um vergleichbare Zuchtwerte zu erhalten. dlz (12), 105-109

Meyer, A.; Vogt, W. (2018): Starke Phosphorreduzierung in der Schweinemast. In Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 153-155

N.N. (2015): Mästen ohne Phosphor. Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben

Nüßlein, A.; Preißinger, W.; Durst, L.; Propstmeier, G.; Scherb, S. (2018): Unterschiedliche gehalte an mineralischen Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. In Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 149-152

Stalljohann, G.; Schulze Langenhorst, C. (2011); Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 11, 2011, S.48-49.

Stalljohann, G. (2015): Gut füttern mit weniger N und P. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 29, 2015, S.39-41.

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

ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion e.V), Hrsg. 2017: Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein (Stand: 18.04.2017)

Autorenanschrift:

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

Delacon[™] performing nature

Einen Schritt voraus:

Wir verbinden Natur und High-Tech

Sie sind auf der Suche nach natürlichen Futterzusätzen, welche die Leistung steigern und die Widerstandskraft bei Nutztieren erhöhen? Dann sind phyto gene Futtermittelzusätze aus Kräutern, Gewürzen, anderen Pflanzen und deren Extrakten, Ihre erste Wahl.

Unterschiedliche Kalziumgehalte im Mineralfutter bei phosphorreduzierter Fütterung in der Schweinemast – Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung und Schlachtkörperqualität

Wolfgang Preißinger, Günther Propstmeier, Simone Scherb

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

Einleitung

Aufgrund der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen (Dünge- und Stoffstrombilanzverordnung) ist es für Schweinemäster immens wichtig, die Stickstoff (N)- und Phosphor (P)- Ausscheidung seiner Tiere zu reduzieren. Die P-Ausscheidungen lassen sich u.a. durch die Reduzierung des mineralischen Phosphors im Mineralfutter bei gleichzeitiger Zulage von mikrobieller Phytase realisieren. Neben der Freisetzung von Phytinphosphor setzen Phytasen vor allem Kalzium (Ca) (Pallauf und Rimbach, 1997; Kornegay, 2001) aber auch Aminosäuren, Spurenelemente und weitere Mineralstoffe frei. Durch die Weiterentwicklung der Phytasen dürfte sich dieser Effekt noch verstärken. Ziel ist ein Verhältnis von Ca zu verdaulichem P von 2,2 bis 2,6 zu 1. Bei niedrigem Gesamtphosphorgehalt ist ein noch engeres Verhältnis von 2,0 zu 1 anzustreben. In vorliegender Untersuchung wurden deshalb Mineralfutter mit gleich niedrigen P- aber unterschiedlichen Ca-Gehalten getestet.

Material und Methoden

Der Mastversuch wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Schwarzenau durchgeführt. Dazu wurden 96 Mastläufer der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Versuchsgruppen aufgeteilt:

- Gruppe A: 20 % Ca, 1,5 % P im Mineralfutter
- Gruppe B: 18 % Ca, 1,5 % P im Mineralfutter
- Gruppe C: 16 % Ca, 1,5 % P im Mineralfutter
- Gruppe D: 14 % Ca, 1,5 % P im Mineralfutter

Die Mastschweine wurden in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Betonspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 68 Tage alt und wogen im Mittel knapp 26 kg. Pro Gruppe wurden 2 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Der Versuch gliederte sich in 3 Mastphasen. Die Futterzuteilung erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futterverwiegung für das Einzeltier (Compident MLP, Schauer Agtrononic, GmbH). Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. Während des Versuchs wurde der Kot der Tiere in der Bucht einmal pro Woche bonitiert (Note 1 bis 4 von hart bis wässrig). Bei Erreichen von ca. 120 kg LM wurden die Mastschweine nach den Richtlinien der Mastleistungsprüfung (ZDS, 2017) an drei Terminen im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet.

Die Futtermischungen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot und Mineralfutter. Sie wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LFL in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012). Die Zusammensetzungen und kalkulierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen (Angaben bei 880 g TM)

		Anfangsmast	Mittelmast	Endmast
Gerste	%	30	30	32
Weizen	%	49,5	55	58
Sojaextraktionsschrot, LP	%	17,5	12,0	7,0
Mineralfutter ¹ , 1,5 % P	%	3,0	3,0	3,0
<hr/>				
ME	MJ	13,0	13,0	13,0
Rohfaser	g	34	32	32
Rohprotein	g	176	156	139
Lys	g	10,8	9,4	8,1
M+C	g	6,2	5,8	5,3
Thr	g	6,7	5,9	5,2
Ca (Gruppe A)	g	7,3	7,1	7,0
Ca (Gruppe B)	g	6,7	6,5	6,4
Ca (Gruppe C)	g	6,1	5,9	5,8
Ca (Gruppe d)	g	5,5	5,3	5,2
P	g	3,7	3,4	3,2

¹ 16.666 FTU-3-Phytase (4a1600); 10 % Lysin; 2 % Methionin; 3 % Threonin, 20 % Ca (Gruppe A), 18 % Ca (Gruppe B), 16 % Ca (Gruppe C), 14 % Ca (Gruppe D)

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 2 sind die analysierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermischungen angeführt. Von den Versuchsmischungen lagen nur die Analysen der Mittel- und Endmastfutter vollständig vor. Die kalkulierten Rohproteingehalte von 156 und 139 g pro kg Futter für die Mittel- und Endmastmischungen wurden im Mittel bestätigt. Bei nahezu gleicher Zusammensetzung ergaben sich beim Lysin in der Mittelmast Schwankungen zwischen 8,3 und 9,4 g und in der Endmast zwischen 7,4 und 8,4 g. Gegenüber den vorab kalkulierten Werten lagen die Gehalte an Rohprotein und Lysin innerhalb der vorgegebenen Analysenspielräume. Beim Gesamt-P lagen 2 der 8 Werte knapp außerhalb des Analysenspielraums. Größere Unterschiede zwischen Kalkulation und Analyse zeigten sich beim Ca. Während in der Endmast die Werte innerhalb der vorgegebenen Analysenspielräume lagen, wurden in der Mittelmast mit Ausnahme von Gruppe A gegenüber den kalkulierten Gehalten niedrigere Werte analysiert. Die unterschiedliche Ca-Zulage über das Mineralfutter konnte nur teilweise durch die Analysen bestätigt werden.

Tabelle 2: Analytierte Inhaltsstoffe und ermittelte Gehalte an umsetzbarer Energie der Versuchsrationen in der Mittel- und Endmast (Angaben bei 880 g TM)

		Mittelmast				Endmast			
		A	B	C	D	A	B	C	D
Trockenmasse	g	886	886	884	887	886	895	884	895
Rohasche	g	40	37	34	35	41	40	37	37
Rohprotein	g	150	155	153	158	143	137	134	139
Lysin	g	8,3	9,2	8,4	9,2	8,3	7,4	7,7	8,4
Met+Cys	g	5,2	5,2	5,3	5,2	4,9	4,9	5,2	4,4
Threonin	g	5,9	5,8	5,3	5,9	5,3	5,0	4,9	5,1
Tryptophan	g	1,7	1,9	1,9	1,8	1,7	1,3	1,6	1,5
Rohfaser	g	32	36	34	36	34	32	31	33
aNDFom	g	103	114	112	119	110	104	105	110
ADFom	g	39	42	39	39	41	37	37	40
Rohfett	g	24	26	25	23	24	25	24	24
Stärke	g	518	501	521	502	516	538	536	529
Zucker	g	18	21	20	21	17	15	16	16
ME	MJ	13,5	13,4	13,6	13,4	13,4	13,5	13,5	13,4
Kalzium	g	6,7	5,0	4,0	4,3	7,1	7,1	5,8	5,3
Phosphor	g	3,6	3,8	3,7	3,6	3,7	3,2	3,5	3,1
Natrium	g	1,6	1,5	1,4	1,4	1,9	2,0	1,9	2,0
Magnesium	g	1,4	1,7	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,6
Kalium	g	6,3	6,7	6,3	6,4	6,1	5,6	5,5	5,7
Kupfer	mg	25	25	25	19	25	28	35	26
Zink	mg	74	101	104	92	79	132	134	108

Die täglichen Zunahmen, der Futterabruf aus den Stationen sowie der Futteraufwand je kg Zuwachs sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Anzuführen ist der sehr frühe Mastbeginn mit knapp 26 kg LM.

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

			Versuchsgruppe				p ¹
			A	B	C	D	
Lebendmasse	Beginn	kg	25,9	25,9	25,9	25,8	0,996
	Umstellung I	kg	58,2	57,8	58,7	59,5	0,809
	Umstellung II	kg	88,9	84,7	88,2	88,6	0,396
	Ende	kg	120,2	120,2	125,9a	121,5 ^{ab}	0,035
Futterabruf	Anfangsmast	kg	1,42	1,39	1,47	1,49	0,405
	Mittelmast	kg	2,21	2,04	2,23	2,23	0,193
	Endmast	kg	2,46	2,54	2,65	2,61	0,176
	gesamt	kg	1,98	1,97	2,10	2,08	0,120
Tageszunahmen	Anfangsmast	g	660	650	670	688	0,652
	Mittelmast	g	874	772	843	833	0,057
	Endmast	g	781	776	778	756	0,932
	gesamt	g	761	732	756	758	0,563
Futteraufwand pro kg Zuwachs	Anfangsmast	kg	2,16	2,15	2,20	2,19	0,703
	Mittelmast	kg	2,54	2,68	2,64	2,71	0,388
	Endmast	kg	3,18	3,31	3,44	3,44	0,194
	gesamt	kg	2,60 ^a	2,69 ^{ab}	2,77 ^b	2,76 ^b	0,026

¹ Irrtumswahrscheinlichkeit

Bei den täglichen Zunahmen konnten im Mittel der Mast keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. So hatten die Tiere der Gruppen A, C und D im Mittel mit 761, 756 und 758 g nahezu gleich hohe tägliche Zunahmen. Die Tiere der Gruppe B erzielten mit 732 g eine etwas niedrigere Leistung. Da die Tiere mit knapp 26 kg in die Mast gingen, lag das Zunahmeniveau niedriger als in vorausgegangenen Versuchen. In allen Versuchsgruppen wurde im Mittel der Mast mit 2,0 bis 2,1 kg ein niedriger Futterabruf pro Tier und Tag festgestellt. Für Abruffütterungsstationen mit Trockenfütterung und schrotförmiger Futtervorlage ist dies ein noch akzeptabler Wert für einen Mastbeginn bei ca. 26 kg LM. In den einzelnen Versuchsgruppen errechnete sich ein Futteraufwand zwischen 2,60 und 2,77 kg je kg Zuwachs. Gegenüber der Gruppe A ergab sich in den Gruppen C und D ein signifikant höherer Futteraufwand je kg Zuwachs.

Die Schlachtleistungsparameter sind in Tabelle 4 dargestellt. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Das bezahlungsrelevante Merkmal Muskelfleischanteil war mit Werten zwischen 59,8 % (Gruppe A) und 60,5 % (Gruppe D) im Geschlechtermix als hoch einzustufen. Gleiches galt auch für den Fleischanteil im Bauch mit Werten zwischen 59,0 und 60,2 %.

Tabelle 4: Schlachtleistungsparameter (LSQ-Mittelwerte)

		Versuchsgruppen				p ¹
		A	B	C	D	
Schlachtgewicht	kg	97,6	97,0	101,4	98,5	0,054
Ausschlachtung	%	81,2	80,7	80,6	81,0	0,340
Rückenmuskelfläche	cm ²	58,2	56,2	58,0	58,7	0,329
Fettfläche	cm ²	16,0	15,7	15,8	16,2	0,914
Muskelfleisch	%	59,8	60,2	60,2	60,5	0,737
Fleisch i. Bauch	%	59,0	59,2	60,2	59,8	0,623

¹ Irrtumswahrscheinlichkeit

Schlussfolgerungen

Bei einem geringen Anteil von mineralischem Phosphor im Mineralfutter (1,5 %) und Einsatz von Phytase führte die Reduzierung des Ca-Anteils im Mineralfutter von 20 auf 14 % zu keinen negativen Effekten auf die Mast und Schlachtleistung. Ziel ist ein Verhältnis von Ca zu verdaulichem P von 2,2 bis 2,6 zu 1. Wird der Gesamtphosphor weiter abgesenkt, ist über ein noch engeres Verhältnis von 2,0 zu 1 zu diskutieren.

Literatur

- Pallauf, J. und Rimbach, G. (1997): Nutritional significance of phytic acid and phytase. Arch.Anim. Nutr. 50, 169-178
- Kornegay, E.T. (2001): Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. In: Bedford, M.R. and Partridge G.G. (Eds.) Enzymes in Farm Animal Nutrition. CABI Publishing, Oxon, UK, 237-271
- VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzungslieferung 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion e.V), Hrsg. 2017: Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein (Stand: 18.04.2017)

Autorenanschrift:

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

Consequences of reducing copper levels in the diet of weaned piglets

Agathe Roméo¹, David Mathé¹, Botond Alpár², Rita Horváth², Alessandra N.T.R. Monteiro¹, Jennifer Plattner³

¹ ANIMINE, Annecy, France

² AGROFEED, Győr, Hungary

³ PULTE GmbH & Co. KG, Grünwald, Germany

Introduction

Recently, the maximum dosage of copper (Cu) authorised in piglet feed was reduced (Regulation (EU) 2018/1039): 150 ppm for suckling and weaned piglets up to 4 weeks after weaning, 100 ppm from 5th week up to 8 weeks after weaning. The previous legislation allowed 170 ppm of Cu for piglets up to 12 weeks with proven effect on growth improvement. The reduction of Cu dosages may result in a reduction of piglet performance, representing a challenge for pig producers: new feeding strategies and new Cu sources have to be evaluated. Copper(I) oxide (CoRouge®, Animine) recently approved in the European Union (Regulation (EU) 2016/2261), was compared to the standard Cu source CuSO₄ in this experiment.

Material and methods

In this study, 560 piglets (DanAvl F1 x DanAvl Duroc) weaned at 26 days were selected and divided in 4 experimental groups (7 pens per group, 20 piglets per pen). During 2 weeks, animals were fed a standard pre-starter feed. From 40 to 72 days of age, they were fed a standard starter feed (Table 1).

Table 1: Composition of the basal diet

Main ingredients	Maize, wheat, barley, soybean meal
Crude protein	17.1 %
Lysine	1.2 %
Crude fat	4.5 %
Metabolizable energy	14 MJ/kg

In the starter feed, copper sulphate (CuSO₄) or copper(I) oxide (Cu₂O, CoRouge®) were supplemented at 2 dosages: 140 or 90 ppm of supplemented Cu (Table 2).

Table 2: Experimental diets

	Copper source	Copper dose
CS_High	CuSO ₄	140 ppm
CO_High	Cu ₂ O	140 ppm
CS_Low	CuSO ₄	90 ppm
CO_Low	Cu ₂ O	90 ppm

At the end of the trial, growth performance was measured and the economic benefit was calculated.

Results and discussion

Copper sources and doses showed significant effects on growth performance of piglets. Concerning the dose-effect, decreasing Cu level from 140 ppm to 90 ppm significantly ($p < 0.01$) reduced the final bodyweight (31.8 kg vs. 31.2 kg): the weight gain decreased by 1.9 %. In addition, a source-effect was observed: supplementing Cu₂O instead of CuSO₄ significantly ($p < 0.05$) increased the final bodyweight (31.8 kg vs. 31.3 kg, a vs. b) (Figure 1). Bodyweights of piglets fed Cu₂O at 90 ppm increased by 2.6 % compared to bodyweights of piglets fed CuSO₄ at the same dose. The results of this group were consequently very close to the growth performance of the positive control.

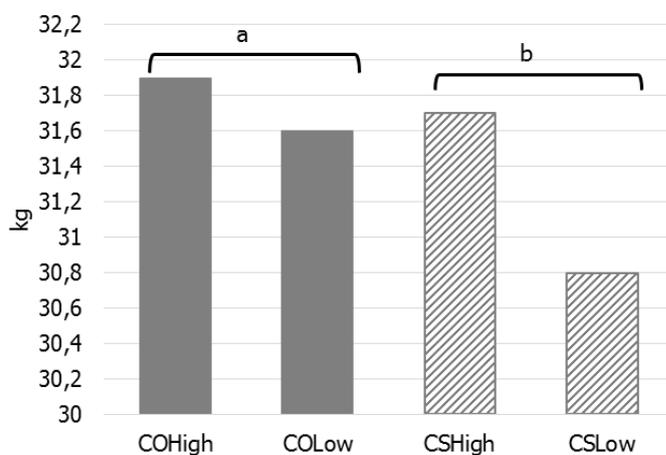


Figure 1: Final bodyweight (72 days), $p_{\text{source}} < 0.05$

Concerning the average daily feed intake (ADFI), there was no difference between the experimental groups ($p > 0.1$). Cu₂O tended ($p < 0.1$) to improve feed conversion ratio (FCR) compared to CuSO₄ (1.41 vs. 1.45) (Figure 2).

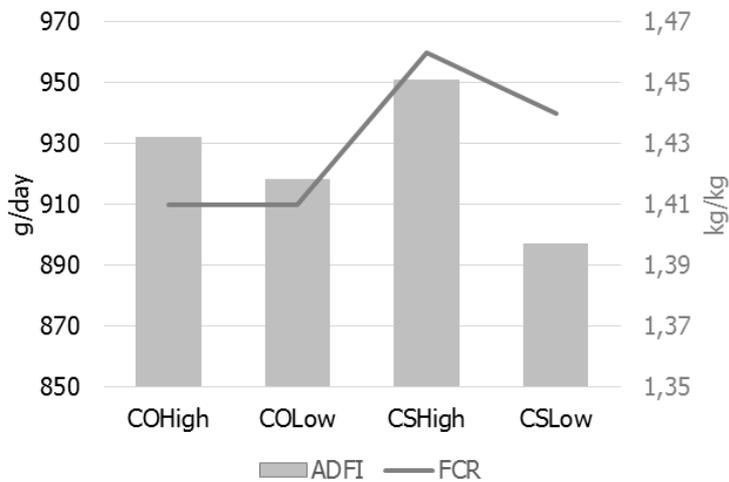


Figure 2: Feed intake and feed conversion ratio (40-72 days)

The positive effect of copper at growth-promoting level was recorded in literature (Bikker et al., 2016): average daily gain (ADG) increased by 14 % when copper was supplemented at 160 ppm compared to negative control group (15 ppm Cu). In general, ADFI increased while FCR remained stable. In a previous study, Cu₂O supplemented at different doses (15 ppm, 80 ppm or 160 ppm) tended to increase weight gain compared to CuSO₄ (Roméo et al., 2018). Increasing doses of Cu also improved ADFI and FCR, independently of the source.

The mode of action of Cu at supra-nutritional level is not fully elucidated but its growth-promoting effect can be related to its bacteriostatic and bactericidal properties (Højberg et al., 2005; Dupont et al., 2011). The antimicrobial properties of Cu₂O were demonstrated in ileum and colon of weaned piglets: compared to groups fed CuSO₄, E. coli population decreased significantly ($p < 0.05$) in ileum with a high dosage of Cu₂O and numerically ($p < 0.1$) in colon whatever the dose (Ambrosio et al., 2018). Its superior bactericidal effect could be related to ionic form Cu⁺ (cuprous ion) of solubilised Cu₂O, being more toxic than ion Cu²⁺ (cupric ion) released by CuSO₄ (Ladomersky and Petris, 2015).

Reducing copper level in the diet of weaned piglets may lead to economic losses due to reduced feed intake and reduced weight gain. In the present experiment the economic loss was minimal (Table 3).

Table 3: Economic benefits

PARAMETERS	UNIT	CuSO ₄ 140	CuSO ₄ 90	Cu ₂ O 90
Weight gain per piglet	kg	20.9	20.0	20.8
Revenue per piglet *	€	50.90	50.00	50.80
Feed intake per piglet	kg	30.43	28.70	29.38
Piglet feed price	€/100 kg	50.00	49.95	50.10
Feed cost per piglet	€	15.22	14.34	14.72
Income over feedcosts (IOFC) per piglet	€	35.68	35.66	36.08
IOFC: 1.000 sows with 30.000 piglets/year	€	1.070.400	1.069.800	1.082.400

* assumed basic price: 50 € per piglet, weight surcharge on basic price: 1 €/kg

Using Cu₂O instead of CuSO₄ at 90 ppm (new copper regulation) leads to economic benefits. Although the feed costs for "Cu₂O 90" were € 0.38 higher, the IOFC per piglet was € 0.42 (+1,2 %) better. With 1.000 sows the IOFC of "Cu₂O 90" would be about 12.600 €/year better than "CuSO₄ 90".

Conclusion

Our results showed that copper(I) oxide, the new source of Cu, can mitigate performance losses related to the reduction of copper levels (obligate reduction by EU is described in the introduction) in piglet diets. Moreover, the replacement of CuSO₄ by Cu₂O led to economic benefits.

References

- Ambrosio C.S., Smidt H., van Baal J., Roméo A., Bikker P., 2018. Differential effects of dietary copper sulphate and copper(I)oxide on gut microbiota of weaned piglets. 14th International Symposium on Digestive Physiology of Pigs (DPP2018), 141
- Bikker P., Jongbloed A. W., van Baal J., 2016. Dose-dependent effects of copper supplementation of nursery diets on growth performance and fecal consistency in weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 94, 181-186
- Dupont C.L., Grass C., Rensing C., 2011. Copper toxicity and the origin of bacterial resistance – new insights and applications. *Metallomics*, 3, 1109–1118.
- Højberg O., Canibe N., Poulsen H.D., Hedemann M.S., Jensen B.B., 2005. Influence of dietary zinc oxide and copper sulfate on the gastrointestinal ecosystem in newly weaned piglets. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (5), 2267-2277
- Ladomersky E., Petris M.J., 2015. Copper tolerance and virulence in bacteria. *Metallomics*, 7 (6), 957-964
- Regulation (EU) 2016/2261, December 2016, concerning the authorisation of copper(I) oxide as a feed additive for all animal species, Official Journal of the European Union L 342, 18
- Regulation (EU) 2018/1039 of 23 July 2018 concerning the authorisation of Copper(II) diacetate monohydrate, Copper(II) carbonate dihydroxy monohydrate, Copper(II) chloride dihydrate, Copper(II) oxide, Copper(II) sulphate pentahydrate, Copper(II) chelate of amino acids hydrate, Copper(II) chelate of protein hydrolysates, Copper(II) chelate of glycine hydrate (solid) and Copper(II) chelate of glycine hydrate (liquid) as feed additives for all animal species and amending Regulations (EC) No 1334/2003, (EC) No 479/2006 and (EU) No 349/2010 and Implementing Regulations (EU) No 269/2012, (EU) No 1230/2014 and (EU) 2016/2261
- Roméo A., Durosoy S., van Baal J., Bikker P., 2018. Effet de deux sources de cuivre sur les performances et le statut en cuivre de porcelets sevrés. *Journées Recherche Porcine*, 50, 131-136

Corresponding author:

Agathe Roméo
Animine
10 Rue Léon Rey Grange
74960 Meythet - Annecy, France
E-Mail: aromeo@animine.eu

Effekt eines teilweisen oder vollständigen Ersatzes von Kupfersulfat durch Kupferbisglycinat auf die Leistung von abgesetzten Ferkeln

Roger Davin¹, Yvonne Christine Link², Sophie-Charlotte Wall², Francesc Molist¹

¹ Scothorst Feed Research,

² Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH

Einleitung

Im August 2019 trat eine neue Verordnung (Durchführungsverordnung (EU) 2018/1039) in Kraft, welche die Kupfer-(Cu)-Gehalte in Ferkelfutter weiter limitiert. Bis zu diesem Zeitpunkt waren bis zu 170 mg Cu/kg Alleinfuttermittel für Ferkel bis zu einem Alter von 12 Wochen erlaubt. Die neue Verordnung (VO) limitiert den Kupfergehalt nun auf maximal 150 mg Cu/kg Alleinfutter für Ferkel bis vier Wochen nach dem Absetzen und 100 mg Cu/kg Alleinfutter für Ferkel von fünf bis acht Wochen nach dem Absetzen. In dieser VO wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass niedrigere Kupfergehalte (25 mg Cu/kg Alleinfutter) auch für Ferkel nach der Entwöhnung ein Ziel ist, auf das nun stetig hingearbeitet werden soll (Europäische Kommission, 2018). Die Reduzierung der Kupfergehalte erfolgt aufgrund der möglichen Auswirkungen auf die Umwelt (Europäische Kommission, 2018). Der tägliche Kupferbedarf für Ferkel beträgt 5-6 mg/kg Gesamtfutter (GfE, 2006; NRC, 2012).

Der erhöhte Einsatz von Kupfer in den Rationen wird mit einem positiven Einfluss auf die Lebendmassezunahmen (Cromwell et al., 1998; Li et al., 2008; Ma et al., 2015), sowie einer erhöhten Futteraufnahme und einer verbesserten Darmintegrität in Verbindung gebracht. Dabei wird die erhöhte Futteraufnahme auf einem Anstieg der Neuropeptid Y (NPY) Konzentration im Hypothalamus und dem gastrointestinalen Hormon Ghrelin im Magen zurückgeführt (Li et al., 2008; Yang et al., 2012). Der positive Effekt von Kupfer auf die Gesundheit des Magen-Darm-Traktes wurde bereits oft benannt und unter anderem von Namkung et al. (2006), Yang et al. (2012) und Jensen (2016) beschrieben. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die Reduzierung des Kupfergehaltes im Ferkelfutter ein vermindertes Wachstum der Tiere und eine verschlechterte Kotkonsistenz bewirken kann.

Ziel dieser Arbeit war es, die die Effekte eines teilweisen oder vollständigen Ersatzes von Kupfersulfat mit Kupferbisglycinat (Plexomin® Cu, Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH), auf die Leistung von abgesetzten Ferkeln zu untersuchen.

Material und Methoden

Die Studie wurde von Dezember 2018 bis Februar 2019 im Schweinestall der Forschungsinstitution Scothorst Feed Research in den Niederlanden durchgeführt. 384 Ferkel im Alter von 26,5 Tagen mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 7,59 kg wurden in einem randomisierten Verfahren auf 4 Versuchsgruppen (120-CuSO₄, 60-Plexo, 120-Plexo, 120-Kombo) aufgeteilt (Tab. 1). Pro Versuchsgruppe gab es 16 Wiederholungen mit je 6 Ferkeln (♂:♀ Verhältnis 1:1). Die Tiere wurden über eine Versuchsdauer von 28 Tagen in 2 x 1,13 m großen Buchten gehalten. Futter und Wasser wurde *ad libitum* angeboten. Von Tag 0-14 wurde eine auf Weizen, Gerste und Mais basierte Ration mit Milchpulver versetzt gefüttert, und von Tag 14-28 wurde eine auf Weizen, Gerste, Mais und Sojabohnenmehl basierte Ration vorgelegt.

Tabelle 1 Versuchsgruppen mit Kupferdosierungen.

Gruppe	Kupferquelle	Supplementierte Cu-Dosis
120-CuSO ₄	Kupfersulfat	120 mg/kg
60-Plexo	Kupferbisglycinat (Plexomin [®] Cu)	60 mg/kg
120-Plexo	Kupferbisglycinat (Plexomin [®] Cu)	120 mg/kg
120-Kombo	Kombination aus Kupfersulfat und Kupferbisglycinat (Plexomin [®] Cu)	120 mg/kg

Der allgemeine Gesundheitsstatus und die Mortalität der Ferkel wurden täglich dokumentiert, die Beurteilung der Faeces fand zweimal wöchentlich statt (Score 1-10, wobei 6 als Optimum gilt), das Körpergewicht pro Bucht wurde an den Tagen 0, 7, 14 und 28 ermittelt, die Futtermittelaufnahme wurde jeweils am Ende einer Fütterungsperiode (Tag 14 und 28) ebenfalls auf Buchtenebene gemessen. Aus den erhobenen Daten wurden die durchschnittliche tägl. Lebendmassezunahme (LMZ), Futtermittelaufnahme (FA) sowie Futtermittelverwertung (FV) berechnet. Die Rohdaten wurden auf statistische Ausreißer untersucht, welche aus dem Datensatz entfernt wurden, wenn die Residuen die Standardabweichung um 2,5 Punkte überschritten. Die statistische Analyse wurde anhand einer Varianzanalyse (ANOVA) mit GenStat[®] für Windows durchgeführt. Das folgende Modell wurde hierzu aufgestellt:

$$Y_{ij} = \mu + \text{Block}_i + \text{Gruppe}_j + e_{ij},$$

wobei, y_{ij} die abhängige Variable (Futtermittelaufnahme, Tägliche Zunahme, Futtermittelverwertung, Faeces Score), μ der Mittelwert, Block die Wiederholungen ($i=1,2 \dots 16$), Gruppe die Fütterungsgruppe (120-CuSO₄, 60-Plexo, 120-Plexo, 120-Kombo) und e_{ij} der Restfehler ist. Die Fütterungsgruppen wurden mit der Methode der kleinsten gesicherten Differenz (Least Significant Difference, LSD) verglichen, nachdem die signifikanten Effekte durch den Fischer's Test abgesichert wurden. Unterschiede wurden als signifikant bewertet, wenn $P \leq 0.05$ war, wohingegen $0.05 \geq P \geq 0.10$ als Trend bezeichnet wurde.

Ergebnisse

Die Tiere waren über den gesamten Versuchszeitraum in guter Verfassung (9 Behandlungen: 3 x Gelenksentzündungen, 5 x generelle Schwäche, 1 x Durchfall) mit einer Sterblichkeit von 0,5 % (2 Tiere). Die Faecesbeurteilung lag im Durchschnitt bei 4,9, 3,9, 4,9 und 4,8 für die Gruppen 120-CuSO₄, 60-Plexo, 120-Plexo und 120-Kombo.

Tabelle 2 Effekt der Fütterungsgruppe auf das Körpergewicht der Ferkel an Tag 0, 7, 14 und 28 des Versuches.

	Tag 0	Tag 7	Tag 14	Tag 28
120-CuSo4	7,59	8,43	10,7	18,1
60-Plexo	7,59	8,55	10,7	18,1
120-Plexo	7,59	8,58	10,9	18,6
120-Kombo	7,59	8,52	10,9	18,7
LSD	0,005	0,151	0,26	0,55
P-Wert	0,42	0,25	0,34	0,056

Das durchschnittliche Körpergewicht der abgesetzten Ferkel an Tag 0 betrug $7,6 \pm 0,69$ kg, an Tag 14 $10,8 \pm 0,83$ kg und an Tag 28 $18,4 \pm 1,29$ kg. Während der gesamten Versuchsdauer wurden durchschnittliche Tageszunahmen von $374 \pm 31,3$ g/Tag mit einer Futtermittelaufnahme von $511 \pm 37,5$ g/Tag realisiert. In Tabelle 2 sind die Körpergewichte an den einzelnen Wiegepunkten dargestellt. Das Körpergewicht an den Tagen 0, 7 und 14 unterschied sich nicht zwischen den Fütterungsgruppen

($P > 0,10$). Am Tag 28 zeigte sich die Tendenz, dass die Gruppen 120-Plexo und 120-Kombo höhere Gewichte aufwiesen als die Gruppen 120-CuSO₄ und 60-Plexo hatten (Tabelle 2).

Die Fütterungsgruppe hatte keinen signifikanten Effekt auf LMZ, FA und FV während der ersten Fütterungsphase (Tag 0-14, $P > 0,10$). Numerisch zeigte sich eine leicht höhere LMZ bei den Gruppen 120-Plexo und 120-Kombo. Die Fütterungsgruppe hatte einen signifikanten Effekt auf die LMZ der Ferkel in der zweiten Fütterungsphase (Tag 14-28, $P = 0,014$, Tabelle 3). Ferkel mit 60-Plexo hatten eine ähnliche LMZ wie 120-CuSO₄ und 120-Plexo (529 vs. 526 und 553 g/Tag). 120-Plexo unterschied sich allerdings signifikant von 120-Kombo (553 vs 526 g/Tag). Jedoch hatte die Gruppe 120-Kombo auch die höchste Futtermittelaufnahme mit 781 g/Tag und war somit signifikant höher als 120-CuSO₄ und 60-Plexo ($P = 0,026$). Die Unterschiede zwischen den Gruppen bei LZM und FA spiegeln sich nicht in der FV wider ($P = 0,23$).

Tabelle 3 Tägl. Lebendmassezunahme (LMZ), Futtermittelaufnahme (FA) und Futtermittelverwertung (FV) innerhalb der Fütterungsphasen (Tag 0-14 und Tag 14-28), sowie über den gesamten Versuchszeitraum (Tag 0-28). Signifikanzen mit a, b und c gekennzeichnet.

	Tag 14-28					Tag 0-28				
	LMZ	FA	FV	LMZ	FA	FV	LMZ	FA	FV	
	g/Tag	g/Tag	g/g	g/Tag	g/Tag	g/g	g/Tag	g/Tag	g/g	
120-CuSO ₄	526	a	741	a	1,41	362	a	499	a	1,38
60-Plexo	529	ab	734	a	1,39	363	a	498	a	1,37
120-Plexo	553	bc	764	ab	1,38	381	b	515	ab	1,35
120-Kombo	565	c	781	b	1,39	388	b	526	b	1,36
LSD	27,1		33,4		0,032	17,8		21,1		0,027
P-Wert	0,014		0,026		0,23	0,008		0,028		0,12

Die LMZ wurde durch die Fütterungsgruppe über den gesamten Versuch hinweg beeinflusst ($P = 0,008$, Tabelle 3). Ferkel der Gruppen 120-Plexo und 120-Kombo hatten eine ähnliche LMZ, welche sich jedoch signifikant von 120-CuSO₄ und 60-Plexo unterschied. Die Gruppen Plexo-60 und 120-CuSO₄ unterschieden sich kaum in der LMZ. Auch die gesamte FA wurde von den Fütterungsgruppen signifikant beeinflusst ($P = 0,028$). Ferkel der Gruppe 120-Kombo hatten die höchste FA (526 g/Tag) welche sich jedoch nicht signifikant von der Gruppe 120-Plexo (515 g/Tag) unterschied. Die Gruppen 120-CuSO₄ und 60-Plexo hingegen zeigen eine signifikant niedrigere FI. Die Futterverwertung wurde nicht durch die Fütterungsgruppen beeinflusst ($P = 0,12$).

Diskussion

Kupfer ist ein essenzielles Spurenelement. Es ist Bestandteil vieler Enzyme und in verschiedene Zellfunktionen und die Entwicklung von Bindegewebe involviert. Der Bedarf an Cu von Absetzferkeln beträgt laut GfE (2006) und NRC (2012) 5-6 mg/kg Alleinfutter. Allerdings wird Cu meist in höheren Mengen als Kupfersulfat (CuSO₄) dosiert (z.B. 100 – 250 mg Cu/kg Gesamtfutter) um das Wachstum der Tiere positiv zu beeinflussen (Hill, 2012; Ma et al., 2015). Die Reduzierung der Kupfergehalte im Ferkelfutter von 170 mg/kg auf 150 mg/kg bis vier Wochen nach dem Absetzen und 100 mg/kg in den Wochen 5-8 nach dem Absetzen in Europa ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass noch weitere Restriktionen in der EU kommen und andere Regionen nachziehen könnten.

Ziel dieser Arbeit war es, die Effekte eines kompletten oder teilweisen Austausches von CuSO₄ durch Kupferbisglycinat auf Ferkel in den ersten Wochen nach dem Absetzen zu untersuchen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen während der ersten Hälfte des Versuches (Tag 0-14) festgestellt. Allerdings spiegelten sich die numerischen Unterschiede zwischen den Gruppen in signifikanten Unterschieden in der zweiten Hälfte des Versuches (Tag 14-28) und über die gesamte Versuchszeit wider.

Es ist hervorzuheben, dass die Gruppe 60-Plexo mit der halben Cu-Dosis über die gesamte Versuchsdauer eine ebenso gute Leistung wie die Gruppe 120-CuSO₄ zeigte. Die Überlegenheit von Kupferbisglycinat zeigte sich auch, wenn 120 mg Cu/kg Gesamtfutter (120-Plexo) oder 60 mg Cu/kg CuSO₄ + 60 mg Cu/kg Kupferbisglycinat (120-Kombo) gefüttert wurden. Die Leistung in diesen Gruppen übertraf die der beiden anderen Gruppen (120-CuSO₄ und 60-Plexo). Allgemein wird organisch gebundenen Spurenelementen eine höhere Bioverfügbarkeit zugeschrieben. Allerdings finden sich in der Literatur diesbezüglich widersprüchliche Aussagen (Bikker et al., 2012; Liu et al., 2016; Ma et al., 2015; Schlegel et al., 2013; Wedekind et al., 1992). Ergebnisse einiger Studien weisen darauf hin, dass organisch gebundene Spurenelemente keinen Effekt auf Leistungsparameter haben. Der Grund hierfür könnte sein, dass in diesen Versuchen meist anorganisch und organisch gebundenen Spurenelementen auf einem niedrigen Supplementierungslevel verglichen wurden. Ein Großteil der Veröffentlichungen jedoch belegt den positiven Effekt von organisch gebundenen Spurenelementen. Zum Beispiel zeigten Studien der vergangenen Jahre die positive Wirkung von organisch gebundenem Kupfer, allein oder in Kombination mit anderen Spurenelementen, wie Zink und Mangan, auf die Knochenmineralisierung, sowie auf die Phosphor- und Calcium-Verdaulichkeit und -ausscheidung (Davin et al., 2012; Liu et al., 2016, 2014). Hier wird angenommen, dass die negativen Interaktionen zwischen Kupfer und Mineralien wie Calcium, oder zwischen Kupfer und Phytase durch die organische Bindung reduziert wird.

Die Tatsache, dass die Kombination aus organischem und anorganischem Kupfer (120-Kombo) genauso hohe Leistungen bewirkte wie die Gruppe 120-Plexo, könnte mit den verschiedenen Transportmechanismen der anorganischen und organischen Spurenelemente zusammenhängen. Weitere Studien, in welchen die Schlüsselparameter zur Kupferverdaulichkeit (z.B. Kupfergehalt in der Leber) gemessen werden, könnten hier Aufschluss über die zugrundeliegenden Mechanismen geben.

Schlussfolgerung

Bei gleicher Einsatzmenge an Cu zeigte sich, dass der Einsatz von Kupferbisglycinat die Leistung der Tiere verbessert hat. Bei reduzierter Einsatzmenge (60 mg Cu/kg) konnte die Leistung der Tiere erhalten werden. Dies zeigt, dass auch bei reduzierten Cu-Höchstmengen weiterhin das Leistungsniveau gesichert werden kann.

Literatur

- Bikker, P., Jongbloed, A.W., Thissen, J.T.N.M., 2012. Meta-analysis of effects of microbial phytase on digestibility and bioavailability of copper and zinc in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 90 Suppl 4, 134–136.
- Cromwell, G.L., Lindemann, M.D., Monegue, H.J., Hall, D.D., Orr, D.E., 1998. Tribasic copper chloride and copper sulfate as copper sources for weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 76, 118–123.
- Davin, R., Manzanilla, E.G., Klasing, K.C., Pérez, J.F., 2012. Evolution of zinc, iron, and copper concentrations along the gastrointestinal tract of piglets weaned with or without in-feed high doses of zinc oxide compared to unweaned littermates. *J. Anim. Sci.* 90 Suppl 4, 248–250.
- Europäische Kommission, 2018. Durchführungsverordnung (EU) 2018/1039 der Kommission vom 23. Juli 2018.
- GfE, 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Hill, G.M., 2012. Minerals and Mineral Utilization in Swine. In: L. I. Chiba, editor, Sustainable swine nutrition. Blackwell Publ., Oxford, 186-189.
- Jensen, B.B., 2016. Extensive Literature Search on the 'Effects of Copper intake levels in the gut microbiota profile of target animals, in particular piglets.' EFSA Support. Publ. 13, 1024E.
- Li, J., Yan, L., Zheng, X., Liu, G., Zhang, N., Wang, Z., 2008. Effect of high dietary copper on weight gain and neuropeptide Y level in the hypothalamus of pigs. *J. Trace Elem. Med. Biol. Organ Soc. Miner. Trace Elem. GMS* 22, 33–38.
- Liu, B., Xiong, P., Chen, N., He, J., Lin, G., Xue, Y., Li, W., Yu, D., 2016. Effects of Replacing of Inorganic Trace Minerals by Organically Bound Trace Minerals on Growth Performance, Tissue Mineral Status, and Fecal Mineral Excretion in Commercial Grower-Finisher Pigs. *Biol. Trace Elem. Res.* 173, 316–324.
- Liu, Y., Ma, Y.L., Zhao, J.M., Vazquez-Añón, M., Stein, H.H., 2014. Digestibility and retention of zinc, copper, manganese, iron, calcium, and phosphorus in pigs fed diets containing inorganic or organic minerals. *J. Anim. Sci.* 92, 3407–3415.
- Ma, Y.L., Zanton, G.I., Zhao, J., Wedekind, K., Escobar, J., Vazquez-Añón, M., 2015. Multitrial analysis of the effects of copper level and source on performance in nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 93, 606–614.
- Namkung, H., Gong, J., Yu, H., de Lange, C.F.M., 2006. Effect of pharmacological intakes of zinc and copper on growth performance, circulating cytokines and gut microbiota of newly weaned piglets challenged with coliform lipopolysaccharides. *Can. J. Anim. Sci.* 86, 511–522.
- NRC, 2012. Nutrient Requirements of Swine, Revised. ed. National Academies Press, Washington, D.C.
- Schlegel, P., Sauvant, D., Jondreville, C., 2013. Bioavailability of zinc sources and their interaction with phytates in broilers and piglets. *animal* 7, 47–59.
- Wedekind, K.J., Hortin, A.E., Baker, D.H., 1992. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide. *J. Anim. Sci.* 70, 178–187.
- Yang, W., Wang, J., Zhu, X., Gao, Y., Liu, Z., Zhang, L., Chen, H., Shi, X., Yang, L., Liu, G., 2012. High Level Dietary Copper Promote Ghrelin Gene Expression in the Fundic Gland of Growing Pigs. *Biol. Trace Elem. Res.* 150, 154–157.

Autorenanschrift:

Yvonne Christine Link
Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH
Wallufer-Straße 10a
65343 Eltville, Deutschland
y.link@phytobiotics.com

PHYTOBIOTICS

Be curious. Be brave. Be genius.



HALBE PORTION – VOLLE LEISTUNG!

- Extrem stabil im Magen-Darm-Trakt
- Höchste Verfügbarkeit fürs Tier
- Geschützt vor Antagonisten (Komplexbildner)
- Nachhaltige Herstellung



 **Plexomin**[®]
ORGANIC MINERALS

Versorgen Sie Ihre Tiere optimal mit Mineralstoffen und senken Sie die Mineralstoffausscheidungen. Dank des neuen Plexomin[®] erzielen Sie **gleiche Ergebnisse, aber mit weniger Produkteinsatz!**

Kontaktieren Sie unsere Experten:
plexomin@phytobiotics.com | +49 6123 702 680
www.phytobiotics.com

Folgen Sie uns auf  

Wirkungen eines hopfen- und magnesiumhaltigen Kombinationspräparates auf die Inzidenz von Caudophagie- assoziierten Verletzungen bei Ferkeln

Denise K. Geßner¹, Laura Schneider¹, Frederik Löwenstein², Gerald Reiner²,
Anne Möddel³, Klaus Eder¹

¹ Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie, Justus-Liebig-Universität
Gießen

² Klinik für Schweine, Justus-Liebig-Universität Gießen

³ Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, GmbH, Niederzissen

Einleitung

Das Schwanzbeißen (Caudophagie) stellt in der Schweineproduktion ein enormes Problem dar, das Tiergesundheit und Tierwohl in erheblicher Weise beeinträchtigt. Die Ursachen für das Schwanzbeißen sind vielfältig. Diskutiert werden unter anderem Stressoren wie unzureichende Beschäftigung, Langeweile, Nichtbefriedigung natürlicher Verhaltensweisen, schlechter Umgebungskomfort, Lüftungsprobleme, zu hohe Umgebungstemperaturen, Umgruppierungen, zu hohe Belegdichte, Verdrängung am Futtertrog, Belastungen durch einen schlechten Gesundheitszustand oder Wassermangel (Schröder-Petersen und Simonsen, 2001, De Briyne et al. 2018). Die bisherige weitverbreitete Praxis zur Vorbeugung gegen Schwanzbeißen, das Kupieren des letzten Drittel des Schwanzes, ist innerhalb der Europäischen Union aus tierschutzrechtlichen Gründen verboten (EU Directive 2008/120/EC). Schwanzbeißen kann bis zu einem gewissen Grad durch Beschäftigungsmaterial wie loses Stroh oder hängende und pendelnde Gegenstände in der Bucht unterdrückt werden. Allerdings verlieren die Tiere häufig sehr schnell das Interesse an entsprechenden Gegenständen (Taylor et al., 2010).

Frühere Untersuchungen haben bereits gezeigt, dass die Neigung von Schweinen zum Schwanzbeißen auch mit deren physischer Aktivität assoziiert ist. Beispielsweise konnten Statham et al. (2009) zeigen, dass Tiere in Buchten, in denen es häufig zu Schwanzbeißattacken kam, in den letzten 4 Tagen vor dem Ausbrechen solcher Schwanzbeißausbrüche physisch aktiver waren, mehr Zeit im Stehen oder Sitzen und weniger Zeit im Liegen verbrachten als Tiere in Buchten, in denen solche Schwanzbeißausbrüche nicht stattfanden. Geht man dieser Untersuchungen zufolge davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen physischer Aktivität von Schweinen und der Neigung zum Schwanzbeißen besteht, so könnten Ansätze zur Reduktion der körperlichen Aktivität erfolgversprechend sein, um die Neigung zum Schwanzbeißen zu vermindern.

Neben Verletzungen, die durch Schwanzbeißen hervorgerufen werden, werden auch Nekrosen an Schwänzen beobachtet, die nicht Folge von Schwanzbeißen sind. Derartige Schwanznekrosen wurden bei Schweinen zudem bereits am ersten Lebenstag beobachtet (Reiner et al., 2019). Begleitet werden solche Schwanznekrosen auch von Entzündungen und Nekrosen an anderen Stellen des Körpers wie den Ohren, dem Nabel, den Koronarbändern oder den Fersen. In einer Untersuchung, die insgesamt 4725 Ferkel von 19 Herden umfasste, lag der Anteil von Entzündungen im Bereich der Fersen, der Koronarbänder und der gekürzten Schwänze bei 73,4%, 54,1% und 11,3% aller Tiere (Reiner et al.,

2019). Entsprechend dieser weiten Verbreitung stellt dieses Phänomen, das als "swine inflammatory and necrosis syndrome (SINS)" bezeichnet wird, eine ernsthafte Beeinträchtigung des Tierwohls dar (Langbein et al., 2016). Die Ursachen für das Auftreten von SINS sind aktuell weitgehend unklar und Gegenstand laufender Untersuchungen. Es wird aber davon ausgegangen, dass Lipopolysaccharide, die von gramnegativen Bakterien stammen, als Entzündungsmediatoren an diesem Phänomen beteiligt sein dürften (Reiner et al., 2019).

Hopfen (*Humulus lupulus* L.) wird, neben seinem Einsatz in der Bierbrauerei, auch als pflanzliches Therapeutikum bei der Behandlung von Schlafstörungen, Angstzuständen und Ruhelosigkeit verwendet. Die sedierenden Eigenschaften von Hopfen sind wissenschaftlich gut belegt (Schiller et al., 2006). Darüber hinaus wirken Inhaltsstoffe des Hopfens auch antioxidativ und anti-inflammatorisch (Fiesel et al., 2014).

Magnesium stellt ein essentielles Mengenelement dar, das in seiner Funktion als Cofaktor an vielen enzymatischen Reaktionen im Energie- und Proteinstoffwechsel beteiligt ist. Neben diesen essentiellen Funktionen kann Magnesium aber auch die Effekte von Katecholaminen in Stresssituationen abschwächen und daher zur Beruhigung der Tiere beitragen (Sahin et al. 2005).

Vor dem Hintergrund dieser Beobachtungen wurde in der vorliegenden Arbeit die Hypothese untersucht, dass die Verabreichung eines Kombinationspräparates bestehend aus ausgewählten Hopfenbestandteilen und hoch verfügbarem Magnesium an Ferkel durch eine Beruhigung der Tiere zu einer Reduktion der Schäden durch Schwanzbeißen und infolge entzündungshemmender Inhaltsstoffe auch zu einer Reduktion des Auftretens der Symptome von SINS führt.

Material und Methodik

Der Versuch wurde auf der Lehr- und Versuchsstation Oberer Hardthof der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Er umfasste eine Anzahl von 156 Ferkeln (81 männlich, 75 weiblich), die von 13 Sauen (6 primipar, 7 multipar) abstammten. Von jeder Sau wurden 12 Ferkel in den Versuch genommen. Die Ferkel wurden im Alter von 4 Wochen bei einer mittleren Lebendmasse von 8,4 (\pm 1,5, SD) kg abgesetzt. Die Würfe wurden dann getrennt und jedes Ferkel eines Wurfs wurde in eine von 12 Buchten eingeteilt. Die Ferkel erhielten in einen zwei-Phasen-System bedarfsgerechte, praxisrelevante Futterrationen (Phase I in den Lebenswochen 5 und 6, Phase II in den Lebenswochen 7 bis 11), das überwiegend aus den Komponenten Weizen, Gerste und Sojaextraktionsschrot bestand. Die Energiegehalte der Rationen betragen (Phase I/Phase II) 13,8 und 13,3 MJ ME/kg. Die Gehalt der relevanten Inhaltsstoffe betragen (%): Rohprotein, 18,6 und 19,2; pcv Lysin, 1,21 und 1,08; pcv Methionin + Cystein, 0,74 und 0,71; pcv Tryptophan, 0,22 und 0,21. Die nativen Magnesium-Gehalte betragen 0,11 und 0,18%. Das Futter wurde in Futtertrögen vorgelegt, wobei sich 3 Ferkel einen Futterplatz teilten. Die 12 Buchten wurden in 3 Behandlungsgruppen zu je 4 Buchten eingeteilt. Gruppe 1 („KON“) erhielt die Basisrationen ohne Zulage. Gruppe 2 („HMS 1“) erhielt die Basisrationen mit Zusatz von 0,2% des Kombinationspräparates, Gruppe 3 („HMS 2“) erhielt die Basisrationen mit Zusatz von 0,5% des Kombinationspräparates. Das Kombinationspräparat (MagPhyt®, Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland) bestand aus ausgewählten Hopfenbestandteilen und hoch verfügbarem Magnesium. Der Magnesiumgehalt des Präparates betrug 13,5%. Das Kombinationspräparat wurde im Austausch gegen Weizen eingesetzt, so dass der Weizenanteil und damit auch der Energiegehalt in den Rationen mit Zusatz des Kombinationspräparates geringfügig niedriger war als in den Basisrationen (-0,03, -0,06 MJ ME/kg).

Für die Bewertung der Schwanzbeiß-assoziierten Veränderungen wurde das Bonitursystem nach Abriel (2017) angewendet, welches Verletzungen am Schwanz (0 = keine Verletzung erkennbar, 1 = Kratzer, leichte Bissspuren, punktuelle Verletzungen, 2 = kleinflächige Verletzungen, 3 = großflächige Verletzungen) und Teilverluste am Schwanz (0 = kein Teilverlust, 1 = bis zu 1/3 Teilverlust, 2 = bis zu 2/3 Teilverlust, 3 = mehr als 2/3 Teilverlust) beschreibt. Daneben wurde das System nach Langbein et

al. (2016) angewendet, das die visuell sichtbaren Entzündungs- und Nekroseanzeichen bewertet und im Rahmen der Forschung zu SINS entwickelt wurde [Entzündungs-Nekrose-Score (EnNe-Score)]. Zusätzlich wurde der CAUD-Score berechnet, der beide Aspekte beinhaltet und einen Gesamtwert liefert [CAUD-Score = (Schwanzverletzung + 2*Schwanzteilverlust) + EnNE-Score/2]. Der errechnete Wert wurde dann in Scores von 1 bis 4 eingeteilt (Score 1: Wert < 1; Score 2: Wert < 1 bis 5; Score 3: Wert < 5 bis 10; Score 4: Wert > 10).

Bei Betrachtung der Boniturdaten zu den einzelnen Zeitpunkten handelte es sich um unabhängige Stichproben. Die statistische Auswertung erfolgte aufgrund der Datenstruktur zunächst mithilfe einer Kruskal-Wallis-Rangvarianzanalyse. Der auf Rangsummen basierende, parameterfreie Test ermittelte, ob die Variablen einer gemeinsamen Population entstammen. Außerdem wurden Unterschiede der Mediane analysiert. Um Unterschiede besser lokalisieren zu können, wurde der U-Test als Anschlussstest mit einer Hochberg-Adjustierung durchgeführt. Die Hochberg-Adjustierung diente einer Fehlerkorrektur der Alphafehler-Kumulierung, die aufgrund des multiplen Testens entsteht (mehr als ein Vergleich). Damit der gesamte Zeitverlauf betrachtet werden konnte, wurden bei allen Parametern Häufigkeiten ermittelt. Mögliche Zusammenhänge zwischen den Gruppen und der Häufigkeit des Auftretens von Schwanzläsionen und -verlusten wurden mit dem Chi²-Unabhängigkeitstest in Kontingenztafeln auf Unterschiede geprüft. In den Gruppen HMS 1 und HMS 2 mussten 2 bzw. 4 Tiere im Laufe des Versuches aus gesundheitlichen Gründen aus dem Versuch genommen werden, die dann in der Auswertung nicht berücksichtigt wurden.

Ergebnisse

Die Lebendmassen der Tiere zu Versuchsbeginn in der 5. Lebenswoche und zum Versuchsende in der 11. Lebenswoche unterschieden sich zwischen den drei Versuchsgruppen nicht. Die mittleren täglichen Zunahmen über den Versuchszeitraum betragen 552 ± 87 (KON), 580 ± 93 (HMS 1) und 566 ± 109 (HMS 2) g. Der Futterverzehr konnte aus technischen Gründen nicht erfasst werden.

Insgesamt waren über den Versuch hinweg starke Schwanzbeißaktivitäten der Ferkel festzustellen. Erste Teilverluste der Schwänze aufgrund von Schwanzbeißen waren bereits in der zweiten Versuchswoche festzustellen (Abbildung 1). Ab der dritten Woche traten bereits bei über 50% der Tiere Teilverluste der Schwänze auf (Abbildung 1). Zu Versuchsende gab es nur noch wenige Tiere, die keine Teilverluste der Schwänze zeigen. Die Anzahl der Tiere ohne Teilverluste der Schwänze war in der Gruppe HMS 2 (13 von 46 Tieren) allerdings größer als in den Gruppen HMS 1 (2 von 48 Tieren) und KON (4 von 50 Tieren).

Auch die Betrachtung der Rangsummen der Bonitursummen für die Parameter Schwanzverletzung und Schwanzteilverlust sowie des EnNe-Scores ergab für die Tiere der Gruppe HMS 2 insgesamt günstigere Werte als für die Tiere der Gruppen HMS 1 und KON.

Die Tiere der Gruppe HMS 2 zeigten in den Versuchswochen 2 und 3 signifikant niedrigere Rangsummen der Boniturstufen des Parameters Schwanzverletzung als die Tiere der Kontrollgruppe (KON, Tabelle 1). In Versuchswoche 4 zeigte sich diesbezüglich eine Tendenz (Tabelle 1). In den Wochen 4 und 5 ergaben sich für die Tiere der Gruppe HMS 2 signifikant niedrigere Rangsummen der Boniturstufen des Parameters Schwanzteilverlust als für die Tiere der Gruppen KON und HMS 1, Tabelle 1). In den Wochen 6 und 7 ergaben sich für die Tiere der Gruppe HMS 2 diesbezüglich signifikant geringere Werte im Vergleich zur Gruppe HMS 1 (Tabelle 1).

In den Versuchswochen 2 bis 4 zeigten die Tiere der Versuchsgruppen HMS 1 und HMS 2 signifikant geringere Rangsummen des Parameters EnNe-Score als die Gruppe KON (Tabelle 2). In der Versuchswoche 3 waren die Rangsummen diesbezüglich zusätzlich bei der Gruppe HMS 2 niedriger als bei der Gruppe HMS 1 (Tabelle 2). In den Versuchswochen 6 und 7 waren die Rangsummen des

Parameters EnNe-Score in den Gruppen HMS 1 und HMS 2 in der Tendenz im Vergleich zur Gruppe KON vermindert (Tabelle 2).

In den Wochen 3, 4 und 7 zeigten die Tiere der Gruppe HMS 2 signifikant geringere Rangsummen des Parameters CAUD-Score als die Tiere der Gruppe KON. In der Woche 7 war der Unterschied auch zur Gruppe HMS 1 signifikant (Daten nicht gezeigt).

Als Ergebnis der erzielten Verbesserungen im Schwanzbeißverhalten konnten nach Abschluss der Untersuchung in der HMS 2 Gruppe mehr Ferkel für die Langschwanzmast (28 von 46) verkauft werden als in den Gruppen KON (16 von 50) und HMS 1 (12 von 48).

Tabelle 1: Rangsummen der Boniturstufen des Parameters Schwanzverletzung (Stufen 0-3) und Schwanzteilverluste der Aufzuchtferkel über den Versuchszeitraum

	KON ¹ (n=50)	HMS1 ¹ (n=48)	HMS2 ¹ (n=46)	P-Wert (Kruskal-Wallis- Test)
Schwanzverletzung				
Woche 1	3374	3606	3460	0,48
Woche 2	3871 ^b	2885 ^a	3967 ^b	< 0,05
Woche 3	4188 ^b	3435 ^{ab}	2818 ^a	< 0,05
Woche 4	4024	3272	3144	0,07
Woche 5	3705	3649	3087	0,37
Woche 6	3856	3356	3228	0,22
Woche 7	3376	3440	3224	0,36
Schwanzteilverlust				
Woche 1	o.B.*	o.B.*	o.B.*	-
Woche 2	3461	3557	3422	0,49
Woche 3	3666	3621	3153	0,68
Woche 4	3983 ^b	3854 ^b	2517 ^a	< 0,05
Woche 5	3878 ^b	3853 ^b	2710 ^a	< 0,05
Woche 6	3554 ^{ab}	3835 ^b	2752 ^a	< 0,05
Woche 7	3734 ^{ab}	3916 ^b	2731 ^a	< 0,05

a, b unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zum jeweiligen Zeitpunkt.

* ohne Befund (o.B.). Die Bonitur erfolgte im Abstand von 7 Tagen.

¹ Abkürzungen:

KON, Kontrollration

HMS¹, Kontrollration + 0,2 % Hopfen Magnesium-Supplementierung

HMS², Kontrollration + 0,5 % Hopfen Magnesium-Supplementierung

Tabelle 2: Rangsummen des Parameters Entzündung-Nekrose-Score (EnNe-Score) der Aufzuchtferkel über einen Zeitraum von 6 Wochen

	KON ¹ (n=50)	HMS1 ¹ (n=48)	HMS2 ¹ (n=46)	P-Wert (Kruskal-Wallis- Test)
Woche 1	3195	3594	3652	0,167
Woche 2	4275 ^b	3058 ^a	3113 ^{ab}	0,022
Woche 3	4789 ^c	3704 ^b	1897 ^a	< 0,001
Woche 4	4442 ^b	3034 ^a	2928 ^a	0,003
Woche 5	3649	3323	3410	0,799
Woche 6	4142	3303	2940	0,084
Woche 7	4191	3230	2957	0,054

a, b unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zum jeweiligen Zeitpunkt.

* ohne Befund (o.B.). Die Bonitur erfolgte im Abstand von 7 Tagen.

¹ Abkürzungen: Siehe Tabelle 1.

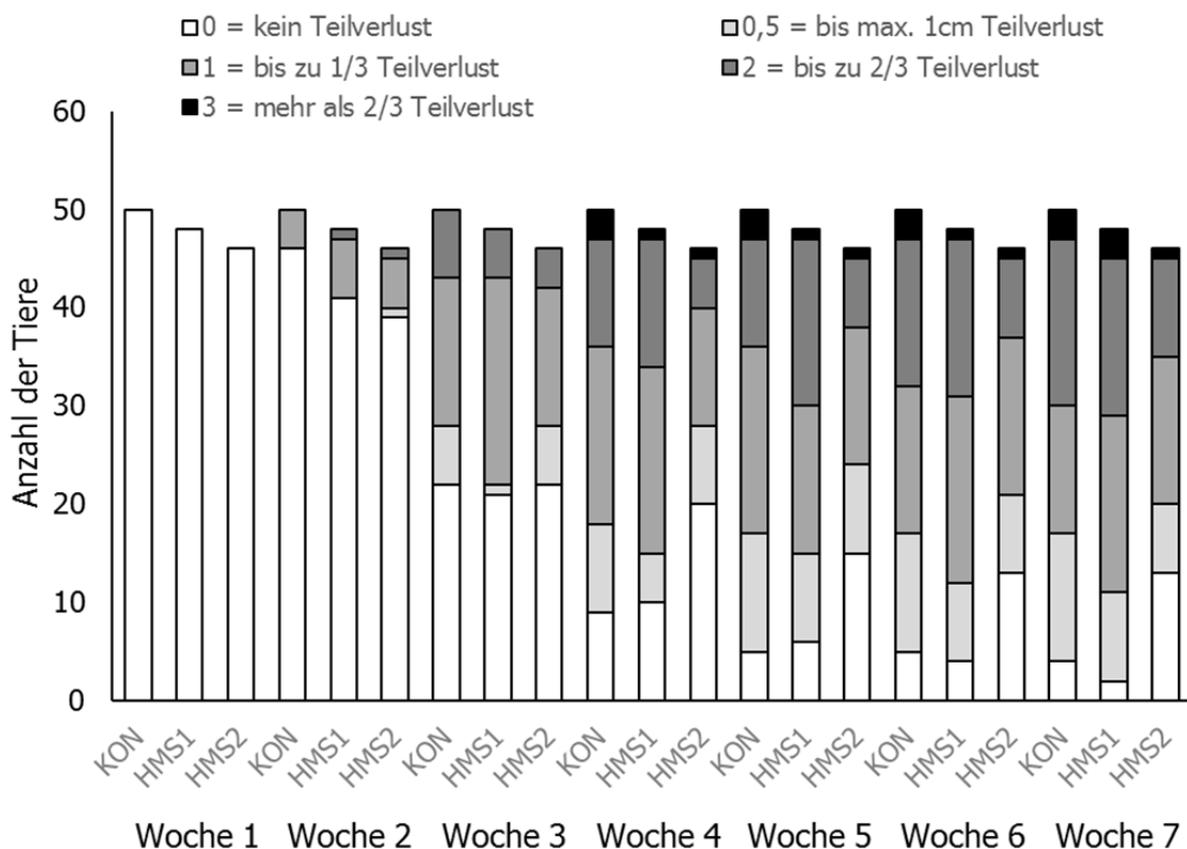


Abbildung 1: Häufigkeiten unterschiedlich stark ausgeprägter Schwanzteilverluste der Ferkel der drei Behandlungsgruppen über den Versuchszeitraum

Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurden Ferkel mit unkupierten Schwänzen in Gruppen gehalten. Erwartungsgemäß zeigte sich das Phänomen des Schwanzbeißens, das beim Großteil der Ferkel zu Verletzungen des Schwanzes, mit mehr oder weniger großen Verlusten des Schwanzes, führte. In Übereinstimmung mit einer anderen Untersuchung (Abriel und Jais, 2013) waren besonders starke Schwanzbeißaktivitäten in der 2. und 3. Woche nach dem Absetzen zu beobachten, so dass dann ab der 3. Woche bereits bei über 50% der Tiere Teilverluste des Schwanzes auftraten. Die statistische Auswertung des Versuches ergab, dass die Verabreichung des Kombinationspräparates aus Hopfen und Magnesium in der höheren Dosierung (0,5% MagPhyt in der Futtermischung) zu einer Verminderung aller drei beobachteten Größen, nämlich den Schwanzverletzungen, den Schwanzteilverlusten und dem Auftreten von Entzündungen im Bereich des Schwanzes führt. Eine detaillierte Analyse der Ursachen für diese Verbesserungen durch das Präparat konnte in diesem Versuch aus technischen Gründen nicht vorgenommen werden. Es ist möglich, dass die Gabe von Hopfen und Magnesium zu einer Beruhigung der Tiere geführt hat, in Folge derer geringere Schwanzbeißaktivitäten aufgetreten sind. Die sedierende Wirkung von Hopfen ist gut belegt (Schiller et al., 2006). Auch Magnesium gilt – vor allem beim Auftreten von Stress – als beruhigend, was mit seiner Wirkung auf die Bildung von Neurotransmittern im Zusammenhang steht (Muir, 2002; Eby und Eby, 2006). Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass bereits die Magnesiumgehalte der Basisrationen bedarfsdeckend waren, so dass zu hinterfragen ist, ob eine zusätzliche, über den regulären Bedarf hinausgehende Magnesiumgabe für die günstigen Wirkungen des Kombinationspräparates im Kontext dieser Untersuchung verantwortlich sein kann. Die Beobachtung, dass auch Entzündungen des Schwanzes, die als Komponente des SINS zu verstehen sind, durch das Kombinationspräparat in der höheren Dosierung abgeschwächt wurde, könnte auf das Vorkommen anti-inflammatorisch wirksamer Komponenten im Hopfen, wie Xanthumol, Flavonoiden und Phenolsäuren, zurückzuführen sein. Bereits in einer früheren Untersuchung wurde gezeigt, dass der Einsatz von Hopfen als Komponente der Futtermischung entzündungshemmende Eigenschaften beim Ferkel besitzt (Fiesel et al., 2014).

Schlussfolgerung

Die Untersuchung deutet insgesamt darauf hin, dass der Einsatz des untersuchten Kombinationspräparates bestehend aus Hopfen und Magnesium das Auftreten von Verletzungen durch Schwanzbeißen und von SINS-assoziierten Entzündungen vermindern und damit das Tierwohl insgesamt verbessern könnte.

Literatur

- Abriel, M.K. (2017): Untersuchungen zum Schwanzbeißen in der Ferkelaufzucht, Dissertation, Technische Universität München.
- Abriel, M.K., Jais, C. (2013): Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Auftreten von Kannibalismus bei Aufzuchtferkeln. *Landtechnik* 68: 295–300.
- De Briyne, N., Berg, C., Blaha, T., Palzer, A., Temple, D. (2018). Phasing out pig tail docking in the EU – present state, challenges and possibilities. *Porcine Health Manag.* 4:27.
- Eby, G.A., Eby, K.L. (2006): Rapid recovery from major depression using magnesium treatment. *Med. Hypotheses* 67:362–370.
- Fiesel, A., Gessner, D.K., Most, E., Eder, K. (2014): Effects of dietary polyphenol-rich plant products from grape or hop on pro-inflammatory gene expression in the intestine, nutrient digestibility and faecal microbiota of weaned pigs. *BMC Vet. Res.* 10:196.
- Langbein, F., Schrade, H., Reiner, G. (2016): Swine Inflammation and Necrosis Syndrome (SINS) - a new syndrome related to tail biting in pigs. Poster Abstract PC02-020 Proceedings of the 24 th IPVS Congress Dublin, Ireland.

Muir, K.W. (2002): Magnesium in stroke treatment. Postgrad. Med. J. 78:641–645.

Reiner, G., Lechner, M., Eisenack, A., Kallenbach, K., Rau K., Müller, S., Fink-Gremmels, J. (2019): Prevalence of an inflammation and necrosis syndrome in suckling piglets. Animal (Epub ahead of print).

Sahin, N., Onderci, M., Sahin, M., Cikim, G., Kucuk, O. (2005): Magnesium Proteinate Is More Protective than Magnesium Oxide in Heat-Stressed Quail. The Journal of Nutrition 135:1732-1737.

Schiller, H., Forster, A., Vonhoff, C., Hegger, M., Biller, A. Winterhoff, H. (2006): Sedating effects of Humulus Lupulus L extracts. Phytomedicine 13:535–541.

Statham, P., Green, L., Bichard, M., Mendl, M. (2009): Predicting tail-biting from behaviour of pigs prior to outbreaks. Appl. Anim. Behav. Sci. 121: 165-170. Schröder-Petersen DL, Simonsen HB, (2001): Tail biting in pigs. The Veterinary Journal 162: 196-210.

Taylor, N.R., Main, D.C.J., Mendl, M., Edwards, S.A. (2010): Tail-biting: A new perspective. Vet. J. 186: 137-147.

Autorenschrift:

Prof. Dr. K. Eder
Institut für Tierernährung und Ernährungsphysiologie
Justus-Liebig-Universität Gießen
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Gießen
E-Mail: klaus.eder@ernaehrung.uni-giessen.de

Autorenverzeichnis

Alpár	238	Götz	102
Ammer	162	Gravemeyer	171
Asmussen.....	150	Heinz	77
Auerbach.....	91	Höhensteiger	62
Bani.....	216	Honig.....	102
Bargo	201	Horn	201
Bauer	132	Hovenjürgen.....	145
Bertuzzi.....	216	Hutter	197
Brugger.....	119	Inhuber	138
Brunlehner	110	Isselstein.....	12
Caillis	212	Jais	23
Cielejewski	33	Jens	87
Damme	162	Kaute	162
Dansen.....	150	Kluß.....	53
Davin.....	242	Kozel.....	51
Demmel	17	Kratz.....	150, 158
Doeschate	177	Kröger	177
Doupovec.....	216	Kroismayr	158
Druhet.....	207	Kuhn.....	77
Dufter	57	Lambertz	162
Durst	182	Leiber	1, 162
Ecklund	91	Leopold.....	162
Eder	248	Link.....	242
Ettle	102, 138	Loges.....	53
Friedrich.....	158	Loibl.....	219
Gallo.....	216	Losand.....	127
Gandorfer.....	17	Löwenstein.....	248
Geßner	248	Lückstädt.....	197
Geueke.....	182	Malisch	53
Gierus	119	Manière	207, 212
Glatz-Hoppe.....	127	Marthold.....	87, 187

Mathé	238	Roméo	238
Mayer	77	Rupp	77
Millimonka	96	Scheidemann	87, 187
Möddel	182, 248	Scherb	224, 233
Molist	242	Schneider L	248
Monteiro	238	Schneider M	91
Mues	53	Schneider S	110
Nies	216	Schuster	68, 102
Ocasio-Vega	201	Slama	119
Oguey	192	Spiekers	91, 102, 127, 138
Parys	132	Stamer	127
Peisker	192	Steinberger	83
Pieringer	51	Steinruck	201
Piron	187	Stemmer	168
Plateau-Gonthier	87	Südekum	7
Plattner	238	Taschl	216
Potthast C	150, 158	Taube	53
Potthast V	158	Thaysen	96
Poyda	53	Thys	207, 212
Preißinger	40, 224, 233	van Hout	177
Pries	68	Vinzent	17
Propstmeier	224, 233	von Hebel	171
Puntigam	119	Wall	242
Reindl	207, 212	Wiemann	219
Reiner	248	Wilhelm	177, 182
Reinsch	53	Windisch	102, 138
Richter	96	Winkler	119

Werbepartner

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:



Agromed Austria GmbH

Bad Haller Straße 23
4550 Kremsmünster



**Alltech (Deutschland)
GmbH**

Deller Weg 14
D-41334 Nettetal



**Agrarmarkt Austria
Marketing GmbH**

Dresdner Straße 68a
A-1200 Wien



Biomin Deutschland GmbH

Röntgenstraße 27-29
D-73431 Aalen



BTC Europe GmbH

Industriestraße 20
D-91593 Burgbernheim

DelaconTM
performing nature

Delacon Biotechnik GmbH

Weissenwolffstraße 14
A-4221 Steyregg



DR. ECKEL
creative solutions

Dr. Eckel GmbH

Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederzissen



DSM
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

**DSM Nutritional
Products GmbH**

Emil-Barell-Straße 3
D-79639 Grenzach-Wyhlen

ew | **nutrition** 

EW Nutrition GmbH

Hogenbögen 1
D-43429 Visbek



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION

**Lallemand
Animal Nutrition**

Postfach 34 01 02
40440 Düsseldorf



LKV Bayern e.V.

Landsberger Straße 282
D-80687 München



MIAVIT GmbH

Robert-Bosch-Straße 3
D-49632 Essen (Oldb.)



Orffa Deutschland GmbH

Grünstraße 93
D-46483 Wesel



Pancosma S.A.

Voie-des-Traz 6
CH-1218 Le Grand-Saconnex



**Phytobiotics
Futterzusatzstoffe GmbH**

Wallufer Straße 10a
D-65343 Eltville



Pulte GmbH & Co. KG

Hirtenweg 2
D-82031 Grünwald



**Trouw Nutrition
Deutschland**

Gempfinger Str. 15
86666 Burgheim
Deutschland / Germany