

59. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Tagungsband

*„Futter und Fütterung im Hinblick auf die Klimarelevanz
und die Vermeidung von Nahrungskonkurrenz“*

12. Oktober 2021, Web-Konferenz



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 978-3-9816116-8-7

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Übersichtsvorträge

Windisch W Bioökonomische Herausforderungen an die Nutztierfütterung	1
Freibauer A Klimaneutralität – was kommt auf Futter und Fütterung zu?	7
Guggenberger T, Herndl M, Fritz Ch, Grassauer F, Terler G Beurteilung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe: Beispiel Österreich	12
Zehetmeier M, Karer A, Reindl A, Karger V, Strobl M Ermittlung des CO ₂ -Fußabdrucks unter praktischen Verhältnissen	21
Kraft J, Brandl J Nach- und Nebenprodukte aus der Lebensmittelerzeugung – Angebot für die Schweinefütterung	26
Preißinger W Grobfuttereinsatz beim Schwein	32
Riewenherm G Mischfutter für Schweine: Auf dem Weg zur klimaneutralen Schweineproduktion mit minimaler Nahrungskonkurrenz	39
Schneider S Life cycle assessment, carbon footprint und Co. – Nachhaltigkeitsbewertung im praktischen schweinehaltenden Betrieb	43
Brandl J, Kraft J, Brunlehner E-M Nebenprodukte in der Rinderfütterung – was gibt es im Hinblick auf die Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV) zu beachten?	50
Losand B, Pripke A Nebenprodukte in der praktischen Rinderfütterung	57
Oberschätzl-Kopp R Mischfutter für Rinder: klimaneutral und mit minimaler Nahrungskonkurrenz	65
Turner S Klimaneutrale Futterproduktion	67

Poster der Postervorstellung I

Kratz R, Breinesberger S, Dansen O Die vorteilhaften Auswirkungen von Monolaurin in einem PRRS-positiven Sauenbestand	74
Hirtenlehner S, Kratz R, Breinesberger S, Potthast C The reduction of sows' farrowing duration due to eubiotic lignocellulose supplementation is influenced by the sow genetic	80
Engler P, Bussieres D, Demortreux A, Paisley N, Benarbia A, Oberdorf A Untersuchung des Einflusses eines standardisierten Traubenextraktes bei laktierenden Sauen auf Kolostrumqualität und Ferkelleistung	87
Schemmer R, Hovenjürgen M Einfluss einer speziellen Fettsäurekombination auf die Leistung und das Wurfgewicht laktierender Sauen in der Praxis	92
Wiemann M, Segobola P, Mary A-L, Asmussen S Einsatz einer Muramidase in der Ferkelaufzucht – ein neuer Ansatz für einen Futterzusatzstoff	95
Preißinger W, Scherb S, Propstmeier G, Loibl P, Blindeneder S, Driessen D Unterschiedliche Anteile von Guanidinoessigsäure und Methylendonoren im Futter von Ferkeln – Auswirkungen auf zootechnische Parameter	100
Tünte M, Reeken J-B, Maes D, Chantziaras I, Wittevrongel B Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Leistungsparameter und die Mortalität von Mastschweinen	107
Wetscherek W, Somitsch W, Slama J Effekte der Verwendung von Klinoptilolith (IPUSagro F) in der Schweinemast	113

Poster der Postervorstellung II

Puntigam R, Frankenberger J, Herzog M, Eckel C, Wolf P Safety of Beta Rich Hop-Extract in broiler- and trout-diets	119
Eckel C, Winkler A, Dusel G Tolerance of high yielding dairy cows to feeding Beta Rich Hop-Extract	126
Holl E, Moussavi Biuki N, Eckel B Benefits of a prebiotic butyrate formulation on intestinal health parameters and performance of broilers	134
Kröger I, Möddel A Flavonoidreicher Futterzusatzstoff reduziert Entzündungsmarker von Milchkühen bei ansteigendem Hitzestress	139
Rothstein S, Landwehr B, Schlagheck A Glycine chelates improved antioxidant status of suckling calves	143

Marthold D, Mertens S, Scheidemann C, Piron A Einfluss einer <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (CNCM I-1077) Supplementation auf Milchleistung und Panseneffizienz von Milchkühen in Weidehaltung	149
Flisi S, Bartelt J How to improve dairy cow production and nitrogen efficiency through rumen-protected amino acids	153
Terré M, Kromm V, Sabrià D, Prat N, Parand E, Philipps P Supplementation von potenziertem Zinkoxid bei laktierenden Milchkühen	159
Zieger P Selektives Ca-Management: neue Erkenntnisse zur Hypocalcämie unserer Hochleistungskühe	165
Poster der Postervorstellung III	
Behler-Wöchtl B, Müller A, Nies W, Taschl I Mykotoxine in Nebenerzeugnissen – eine unterschätzte Gefahr? Eine Studie zum Vorkommen von Mykotoxinen in Zuckerrübenschnitten, Weizenkleie und DDGS	169
Honig A, Inhuber V, Spiekers H, Windisch W, Götz K-U, Schuster M, Ettle T Nährstoffverteilung im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten	176
Kraft K, Beggin G, Stanway A, Steinruck U Benefits of optimising silage fermentation	182
Slama J, Puntigam R, Mauerhofer S, Wetscherek W Einsatz von Körnerhirse in der Legehennenfütterung	186
Ettle T, Obermaier A, Edelmann P, Hammerl G Einfluss einer Wasserzugabe zur Totalen Mischration auf Futteraufnahme und Leistung von Fleck- und Braunviehkühen	195
Zißler E, Bendel E, Scheidemann C, Plateau-Gonthier J Etablierung eines positiven Biofilms auf Stalloberflächen in der Broilermast durch den Einsatz einer positiven Biofilmlösung mit Milchsäurebakterien	201
von und zur Mühlen F, Hartmann S, Martin T, Kandert M, Tabeling R Impfen von Schweinen gegen Lawsonien – Effekte der Futtermittelverwertung auf die Bilanz von N- und P-Ausscheidungen sowie CO ₂ -Fußabdruck	206
von und zur Mühlen F, Schmidt P, von Brehm K, Busen K, Renken C, Vogels J, Tabeling R Praxisergebnisse zu Leistung, Antibiotikareduktion und Wirtschaftlichkeit bei Verwendung des inaktivierten Lawsonia intracellularis-Impfstoffes beim Schwein	213
Autorenverzeichnis	220
Werbepartner	222

Bioökonomische Herausforderungen an die Nutztierfütterung

Wilhelm Windisch

Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München

Einleitung

In Europa ist die Bevölkerung hervorragend mit Lebensmitteln versorgt. Gleichzeitig wird gerade hier der Konsum von Lebensmitteln tierischer Herkunft oftmals pauschal als umwelt- und klimaschädigend bezeichnet. Die Bedeutung dieser Lebensmittel als Lieferanten limitierender Nährstoffe wird dabei vielfach außer Acht gelassen. So leiden weltweit etwa eine halbe Milliarde Menschen unmittelbar an Hunger (FAO 2018). Etwa zwei weitere Milliarden Menschen (unter anderem auch in Deutschland) sind sogenanntem *hidden hunger* ausgesetzt (Defizit an essenziellen Aminosäuren, Vitaminen und Spurenelementen) (Gödecke et al. 2018). Dabei genügen nur geringe tägliche Aufnahmemengen an Lebensmitteln tierischer Herkunft, um *hidden hunger* zu eliminieren. Auf der anderen Seite werden drei Viertel der Weltsojaernte und ein Drittel der Weltgetreideernte an Nutztiere verfüttert. Im krassen Gegensatz dazu steht die dramatische Abnahme der weltweiten Verfügbarkeit an landwirtschaftlicher Nutzfläche pro Mensch. Dies wird nicht nur durch den weiterhin starken Anstieg der Weltbevölkerung verursacht, sondern auch durch Verluste an landwirtschaftlicher Nutzfläche infolge von Versiegelung, Desertifikation und Erosion. Seit dem Jahre 1970 ist die pro Person verfügbare Fläche von 0,38 ha um etwa 40% gesunken und wird 2050 voraussichtlich nur noch 0,15 ha/Person betragen (FAO 2012). Dabei ist zu beachten, dass weltweit etwa 70% der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche aus nicht-ackerfähigem Grasland besteht und für die Erzeugung von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft ungeeignet ist. Damit stellt sich die Frage, in welchem Umfang und in welcher Ausrichtung wir in Zukunft Nutztiere halten und füttern sollen (siehe dazu auch Windisch 2021). Für weitere Hintergründe und ein ausführliches Literaturverzeichnis zu dieser Thematik sei auf Windisch und Flachowsky (2020) verwiesen.

Die Landwirtschaft erzeugt größtenteils nicht-essbare Biomasse

In Mitteleuropa generiert die Erzeugung von 1 kg Lebensmittel pflanzlicher Herkunft etwa 4 kg nicht-essbare Biomasse (jeweils bezogen auf Trockenmasse). Diese nicht-essbare Biomasse ist durchaus an Nutztiere verfütterbar und weist oftmals eine recht hohe Futterqualität auf. So ist der Anbau von lebensmittelliefernden Pflanzen unvermeidlich mit dem Anfall von *Koppelprodukten* verbunden (z.B. Stroh), die etwa die Hälfte der insgesamt geernteten Biomasse lebensmittelliefernder Kulturen ausmachen. Eine weitere Komponente sind die *Nebenprodukte*, die bei der Verarbeitung der Ernteprodukte zu Lebensmitteln oder Industrieprodukten (z.B. Biosprit) entstehen. Ihr Anteil ist oft deutlich größer als das eigentliche Produkt selbst (z.B. Rapsöl zu Extraktionsschrot = 1 zu 2). Hinzu kommt die nicht-essbare Biomasse, die im Zuge der *Fruchtfolge* anfällt (z.B. Klee gras), sowie das absolute *Grasland*, das aufgrund geographischer Gegebenheiten (Klima, Niederschlag, Hangneigung, etc.) für die Ackernutzung nicht herangezogen werden kann. Weltweit gesehen stellt Grasland etwa 70 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche dar, in Deutschland ist es etwa ein Viertel.

Diese nicht-essbare Biomasse enthält enorme Mengen an Pflanzennährstoffen (Stickstoff, Phosphor, etc.), insbesondere die Nebenprodukte. So werden beispielsweise bei der Verarbeitung von Ölsaaten die Pflanzennährstoffe so gut wie gar nicht in das Lebensmittel (Öl) übertragen und landen praktisch vollständig im Nebenprodukt (z.B. Extraktionsschrote), was ihrem oftmals hohen Futterwert erklärt (z.B.

hoher Rohproteingehalt). Das Gleiche gilt für die Herstellung von Biosprit. Auch in der Müllerei landen etwa drei Viertel des über die Getreideernte der Landwirtschaft entzogenen Phosphors in der Kleie. Diese Beispiele zeigen, dass die Komponenten des Kreislaufs an Pflanzennährstoffen keineswegs auf den unmittelbaren landwirtschaftlichen Betrieb begrenzt sind, sondern die weitere Verarbeitung der landwirtschaftlichen Ernteprodukte einschließt.

Mit Nutztieren läuft der Kreislauf von Pflanzennährstoffen am effizientesten

Zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Einsparung von Mineraldünger müssen die in der nicht-essbaren Biomasse fixierten Pflanzennährstoffe dem Boden zurückgeführt werden. Im Prinzip lässt sich dieses Ziel auf drei Wegen erreichen:

- (1) *Direkte Einarbeitung sämtlicher Koppel- und Nebenprodukte in den Boden.* Diese Strategie wird gelegentlich auch als „vegane Fruchtfolge“ bezeichnet und ist durch Abwesenheit von Biogasanlagen und Nutztieren gekennzeichnet. Hier wird der Kreislauf an Pflanzennährstoffen oftmals nur im rein pflanzenbaulichen Segment konzipiert, also im Bereich der Koppelprodukte und Zwischenkulturen im Rahmen der Fruchtfolge. Dabei müssten zur kompletten Rezyklierung die Nebenerzeugnisse der Verarbeitung von Ernteprodukten (vom Birtreber bis zur Kleie) ebenfalls auf die landwirtschaftliche Nutzfläche zurückgeführt werden.
- (2) *Verwertung in Biogasanlagen, Nutzung der Gärreste als Dünger.* Auch bei dieser Strategie müssten neben Koppelprodukten und Zwischenfrüchten aus der Fruchtfolge sämtliche Nebenprodukte in Biogasanlagen verwertet werden.
- (3) *Verfütterung an landwirtschaftliche Nutztiere, Nutzung der Exkremate als Wirtschaftsdünger.* Hier stellen Nebenprodukte der Verarbeitung pflanzlicher Ernteprodukte wertvolle Futtermittel dar. Diese Form der Rückführung in den agrarischen Kreislauf ist in der Tierproduktion fest etabliert und von großer quantitativer Bedeutung (etwa die Hälfte des weltweit gehandelten Mischfutters besteht aus solchen Nebenprodukten).

Diese drei Strategien wurden kürzlich unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus in Bezug auf ihre Produktivität an Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft („Getreideeinheiten“) und ihrer pflanzenbaulichen Effizienz untersucht (Bryzinski 2020). Dabei wurde als Modell für das dritte Szenario die Haltung von Milchvieh herangezogen. Alle drei Szenarien wurden über ihre jeweiligen Fruchtfolgen hinweg betrachtet, so dass die durchschnittliche Produktivität an pflanzlichen Lebensmitteln pro Hektar und Jahr und ihre Effizienzen unmittelbar miteinander verglichen werden konnten. Die Strategie (1) produzierte pro Hektar und Jahr nur halb so viel pflanzliche Lebensmittel wie die beiden anderen Strategien. Darüber hinaus erwies sie sich als vergleichsweise ineffizient, weil die Freisetzung der Pflanzennährstoffe nicht synchron mit dem Bedarf der Kulturpflanzen einherging. Bei Strategie (2) und (3) können Gärreste bzw. Wirtschaftsdünger dagegen zwischengelagert und je nach Bedarf gezielt ausgebracht werden. Aus pflanzenbaulicher Sicht sind die Strategien (2) und (3) in Bezug auf die Produktivität an Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft und ihre Effizienz gleichwertig. Im Gegensatz zu Strategie (2) fallen bei Verfütterung der nicht-essbaren Biomasse an Nutztiere jedoch zusätzlich Lebensmittel an. Somit erreicht die Summe der pro Hektar und Jahr generierbaren Lebensmittel bei Einbindung der Nutztiere in den Kreislauf der Pflanzennährstoffe ihr Maximum. Nutztiere stehen demnach keinesfalls *per se* in Konkurrenz zur Erzeugung von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft. Solange Nutztiere mit nicht-essbarer Biomasse gefüttert werden, bilden sie mit der Pflanzenproduktion eine Synergie.

Aus der Sicht der Pflanzenproduktion sind die Wirtschaftsdünger das Primärprodukt der Nutztierhaltung. Die Mengen an Pflanzennährstoffen, die über diesen Weg dem Kreislauf zurückgeführt werden, sind jedoch geringer als der Input in Form von Futtermitteln, denn ein Teil geht dem landwirtschaftlichen Betrieb durch den Verkauf an Lebensmitteln tierischer Herkunft verloren. Dieser Verlust kann beispielsweise durch Zukaufzusätzlicher Futtermittel ausgeglichen werden. Dies gilt umso mehr, je effizienter die Nutztiere die nicht-essbare Biomasse in Lebensmittel transformieren. Das System des Kreislaufs an Pflanzennährstoffen kann allerdings aus dem Gleichgewicht geraten, wenn der Anfall an Wirtschaftsdüngern (plus Mineraldünger) den lokalen Bedarf der Pflanzenproduktion übersteigt. Solche Situationen können durch Kombination einer relativ hohen Besatzdichte mit einer geringen Transformationseffizienz entstehen, etwa aufgrund einer niedrigen tierischen Leistungsfähigkeit, einem hohen Futterbedarf für die Systemerhaltung (z.B. geringe Anzahl an Laktationen bzw. Würfen, hohe Remontierungsraten), einer geringen Qualität der Futtermittel, und/oder einer wenig präzisen Fütterung mit hohen Sicherheitszuschlägen. Nutztiere stellen demnach keinesfalls *per se* eine Umweltbelastung dar. Diese entsteht erst durch ein Ungleichgewicht zwischen Pflanzenproduktion und Tierproduktion.

Nutztiere stehen im Zielkonflikt zwischen Transformations-effizienz, Umweltschutz und Lebensmittelkonkurrenz

Zur ökologischen Bewertung der Tierproduktion werden häufig *Footprints* (FP) herangezogen, die üblicherweise pro Masseneinheit des erzeugten Produkts angegeben werden (z.B. pro kg Fleisch). Nachdem die Tierproduktion primär hochwertiges Nahrungseiweiß liefert, ist der Bezug zur Menge an Protein geeigneter. Typische Land-FP, Wasser-FP und Carbon-FP bezogen auf essbares Eiweiß zeigen, dass die Emissionen je Gramm Nahrungsprotein mit steigender Leistung sinken (z.B. Windisch und Flachowsky 2020). Dies beruht hauptsächlich auf der Verdünnung des nicht-produktiven Erhaltungsbedarf am Gesamtumsatz an Nährstoffen. Der Effekt ist jedoch nur bei insgesamt niedrigem Leistungsniveau quantitativ relevant und flacht bei höheren Leistungen zusehends ab. Die eigentlichen Unterschiede sind dagegen zwischen einzelnen Tierspezies und Produktkategorien auszumachen, wobei Rindfleisch durch besonders hohe und Geflügelfleisch durch besonders niedrige FP auffällt.

Die FP sind allerdings diskussionsbedürftig, denn sie beruhen vielfach auf der globalen Extrapolation von Daten aus regionalen Produktionssystemen. So spiegeln die FP von Rindfleisch in der FAO-Publikation „Livestock`s long shadows“ (Steinfeld et al. 2006) das kraftfutterreiche Produktionssystem der USA wider. Demnach dürften die ökologischen Folgen der Rindermast in globaler Hinsicht wohl stark überschätzt sein. Hier sind regional besser differenzierte Daten dringend erforderlich. In der Gesamtschau ist jedoch klar erkennbar, dass die FP von Rindfleisch über Schweinefleisch und Milch zum Geflügelfleisch stark abnehmen. Dies ist allein schon aufgrund der Futtermittelverwertung dieser Produktionsrichtungen zu erwarten, denn die Emissionen verhalten sich spiegelbildlich zur Effizienz. Allerdings erfordern hohe Effizienzen stets den Einsatz von hochwertigen Futtermitteln. Im Falle der modernen Geflügelfütterung sind es fast durchwegs potenzielle Lebensmittel. Dies widerspricht jedoch dem zunehmenden Zwang der Vermeidung von Lebensmittelkonkurrenz und der daraus abgeleiteten Forderung, essbare Biomasse aus der Nutztierfütterung weitgehend zu verdrängen.

Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob die Begrenzung der Nutztierfütterung auf die nicht-essbare Biomasse mit einem Verlust an Transformationseffizienz und damit spiegelbildlich zu einem Anstieg von Emissionen assoziiert sei. Dieser Eindruck täuscht jedoch, denn die Ressourcen werden zum Zwecke der Erzeugung von essbarer Biomasse pflanzlicher Herkunft verbraucht und sind dieser dann auch anzulasten, während die nicht-essbare Biomasse als unvermeidliches Beiprodukt anfällt. Darüber hinaus macht es für das Ausmaß der Emissionen keinen nennenswerten Unterschied, ob die nicht-essbare Biomasse über Nutztiere, eine Biogasanlage oder einfach nur durch Verrotten auf dem Feld in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückgeführt wird. Letzteres ist jedoch ineffizient, denn die Emissionen geschehen ohne begleitende Transformation in ein nutzbares Gut. Im Gegensatz dazu

werden in der Biogasanlage Energieträger gewonnen bzw. über Nutztiere hochwertige Lebensmittel erzeugt. Demnach ist die Verfütterung von nicht-essbarer Biomasse an Nutztiere im Vergleich zu alternativen Verwertungsformen nicht nur weitgehend klimaneutral, sondern im bioökonomischen Sinne auch die sinnvollste Form der Verwertung.

In der Fütterungspraxis landwirtschaftlicher Nutztiere wird immer eine gewisse Mischung aus nicht-essbarer und essbarer Biomasse eingesetzt werden, zumal die Grenze zwischen beiden Fraktionen fließend ist. Hier hilft das Konzept des *human edible factor* (hef) weiter, der die Futterbiomasse nach ihrer Essbarkeit in einer Skala von 0 bis 100 % klassifiziert (Ertl et al. 2015). Solche hef-Werte könnte man künftig auch auf Futterrationen übertragen und damit ganze Produktionssysteme in Bezug auf den Carbon-, Land- und Wasser-FP differenziert beurteilen.

Maximierung der Transformationseffizienz der nicht-essbaren Biomasse

Angesichts der globalen Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche steht die Erzeugung von pflanzlicher Biomasse zum Zwecke der Ernährung von Menschen klar im Vordergrund. Dazu muss sowohl der Gesamtumfang der Pflanzenproduktion als auch der Anteil der essbaren an der insgesamt erzeugten Biomasse maximiert werden. Gleichzeitig muss die dabei anfallende, nicht-essbare Biomasse über Nutztiere möglichst effizient in Lebensmittel transformiert werden. Dazu bedarf es einer hohen Futterqualität der nicht-essbaren Biomasse. Dieses Prinzip gilt für jegliche Art von Pflanzenproduktion, also auch für *urban farming*, Nutzung offener Wasserflächen für Seetang und andere Wasserpflanzen, etc. All diese Verfahren generieren neben veganen Lebensmitteln stets auch große Mengen an nicht-essbarer Biomasse, die über Nutztiere möglichst effizient zu verwerten ist.

Der Futterwert der nicht-essbaren Biomasse kann durch Pflanzenzüchtung maßgeblich verbessert werden, aber auch durch die Verfahrenstechnik bei Ernte und Konservierung sowie bei der industriellen Verarbeitung (Bereitstellung der Nebenprodukte). Im Wesentlichen geht es um die Elimination antinutritiver bzw. toxischer Inhaltsstoffe, die Steigerung der Verdaulichkeit der organischen Substanz (z.B. Minimierung der Gehalte an Lignin) und die Separierung von Unterfraktionen mit hohem und niedrigem Futterwert. Darüber hinaus gilt es, die Verluste an Biomasse entlang der Strecke von der Ernte über die Konservierung bis zur Verfütterung zu minimieren. Weitere wichtige Ziele sind die präzise Fütterung der Tiere nach ihren Bedürfnissen (Supplementierung limitierender Nährstoffe, Vermeidung von Überschüssen) sowie die Förderung der Verdauungskapazität und die Stabilisierung der Darmgesundheit. All diese Maßnahmen zählen zum Kerngeschäft der Tierernährung und Futtermittelkunde (weitere Ausführungen siehe Windisch und Flachowsky, 2020). Darüber hinaus können Maßnahmen zur Minimierung des Basis-Futteraufwands von Tierproduktionssystemen die Verwertung der nicht-essbaren Biomasse signifikant verbessern, wie etwa die Reduzierung der Aufzucht-dauer von Jungtieren, aber auch die Förderung von Langlebigkeit, Tiergesundheit und Tierwohl.

Schlussfolgerung und Ausblick

Insekten werden oftmals als neuartige Alternative zur herkömmlichen Nutztierhaltung genannt. Ohne Zweifel können Insekten sehr effiziente Futtermittelverwerter sein. Allerdings benötigen sie hierzu wiederum eine hochwertige (d.h. prinzipiell essbare) Biomasse. Sobald nicht-essbare Biomasse eingesetzt wird, sinkt die Transformationseffizienz bis hin zur völligen Unbrauchbarkeit als Futtermittel für Insekten. Eine echte Alternative gegenüber herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutztieren stellen demnach nur solche Insektenspezies dar, die ähnlich wie Wiederkäuer faserreiche Biomasse verdauen können. Die aktuell gehaltenen Insekten schienen dazu nur sehr begrenzt in der Lage zu sein.

Pflanzliche „Imitate“ tierischer Produkte (z.B. Haferdrink, Sojamilch, Eiweiß aus Lupinensamen) werden vielfach als Alternativen zur Tierproduktion beworben. Die „Imitate“ entstehen jedoch aus der Weiterverarbeitung bereits vorhandener, pflanzlicher Biomasse und generieren wiederum große Mengen an nicht-essbarer Biomasse (Nebenprodukte), die am sinnvollsten über Nutztiere zu verwerten ist. „Vegane Imitate“ sind demnach keine Gegenpole zu Lebensmitteln tierischer Herkunft. Sie sind vielmehr Ausdruck einer weiteren Differenzierung der pflanzlichen Biomasse in eine essbare und eine nicht-essbare Komponente. Im Sinne der Bioökonomie ist dieser Prozess durchaus sinnvoll, denn die Kombination aus veganen Lebensmitteln und der Verwertung der dabei anfallenden, nicht-essbaren Biomasse durch Nutztiere generiert in der Summe mehr Lebensmittel als die alleinige Verwertung durch einer dieser beiden Pfade.

Innovative Verfahrenstechniken können sogar Flaschenhalse bei der Verwertung der pflanzlichen Biomasse eliminieren. So sind beispielsweise die Samen der blauen Lupine hauptsächlich wegen ihrer toxischen Alkaloide weder als Lebensmittel noch als Futtermittel geeignet. Moderne Aufbereitungsverfahren können jedoch die Samen in drei Fraktionen zerlegen: ein hochwertiges Proteinisolat für die Lebensmittelindustrie, die Hauptfraktion der Nicht-Stärke-Polysaccharide (nicht-essbare Biomasse), sowie eine kleine Restfraktion mit den toxischen Inhaltsstoffen. Auf diese Weise entsteht aus einer ursprünglich kaum verwertbaren Biomasse eine interessante Produktpalette mit breiter Verwendungsmöglichkeit als Lebens- und Futtermittel.

Cellular meat („Kunstfleisch“ auf der Basis von Zellkulturen) wird ebenfalls als Alternative für Lebensmittel tierischer Herkunft propagiert. Dabei handelt es sich um eine Technologie, die den Stoffwechsel der Nutztiere imitiert. Auch die Zellkultur benötigt Futter, und zwar hochreine Nährstoffmoleküle (Glucose, Aminosäuren, etc.), die durch aufwändige technische Verfahren aus essbarer, pflanzlicher Biomasse hergestellt werden müssen. *Cellular meat* ist somit ein unmittelbarer Nahrungskonkurrent um „vegane“ Lebensmittel. Darüber hinaus impliziert die Herstellung von *cellular meat* aus essbarer Biomasse unweigerlich eine sogenannte doppelte Transformation von Nährstoffen, denn die „geerntete“ Menge an Eiweiß ist stets geringer als der Input zur „Fütterung“ der Zellkultur. Darüber hinaus benötigt die Zellkultur analog zum Blutkreislauf ein Zirkulationssystem für Nährstoffe und Gase (O₂ und CO₂), analog zu Leber und Niere ein Entsorgungssystem für Abfallstoffe des Stoffwechsels, sowie analog zum Immunsystem einen hohen Energieaufwand zur Erhaltung steriler Bedingungen. Alles zusammengenommen ist der Energieaufwand pro Gramm geerntetes Nahrungseiweiß in der Zellkultur ähnlich hoch wie der Bedarf an Umsetzbarer Energie (ME) in der Geflügelmast. *Cellular meat* ist somit keine Alternative zur Nutztierhaltung, es sei denn, man könnte das „Futter“ der Zellkultur mit vertretbarem Aufwand aus nicht-essbarer Biomasse erzeugen. Davon sind wir derzeit technologisch noch weit entfernt.

Insgesamt erfüllen Nutztiere eine Doppelfunktion, indem sie durch effiziente Verwertung von nicht-essbarer Biomasse agrarische Stoffkreisläufe schließen und gleichzeitig höchstwertige Lebensmittel generieren. Der Austausch von Nutztieren durch Biogasanlagen würde zwar die pflanzliche Produktivität erhalten, könnte den Verlust an Lebensmitteln tierischer Herkunft aber nicht kompensieren. Würde man zudem auch noch auf Biogasanlagen verzichten, könnte sogar die Produktivität der Erzeugung von veganen Lebensmitteln sinken. Insofern gibt es zu Nutztieren derzeit keine Alternative. Voraussetzung ist allerdings die Vermeidung von Lebensmittelkonkurrenz durch bevorzugte Verfütterung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse an geeignete Nutztierspezies (insbesondere Wiederkäuer). Darüber hinaus muss die Effizienz der Transformation von nicht-essbarer Biomasse zu hochwertigen Lebensmitteln tierischer Herkunft maximiert werden. Ein weiterer, wichtiger Aspekt ist die Integration der Lebensmittel-verarbeitenden Industrie in die bioökonomische Bewertung der agrarischen Stoffkreisläufe.

Literatur

- Bryzinski, T. (2020): Erträge, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen ökologischer und konventioneller Pflanzenbausysteme: Methodische Einflüsse und feldexperimentelle Ergebnisse. Dissertation an der Technischen Universität München, Germany. ISBN: 979-8574395912/; <https://hypel.ink/bryzinski>
- Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W., Zollitsch, W. (2015) The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137, 119-125
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2012). Data accessed on Aug. 30, 2012 at <http://faostat.fao.org/>
- FAO (Food and Agricultural Organisation of the United Nations) (2018) The state of food security and nutrition in the world. CA1354EN/1/09.18
- Gödecke, T., Stein, A.J., Qaim, M. (2018) The global burden of chronic and hidden hunger: Trends and determinants. *Global Food Security* 17, 21-29
- Steinfeld, P., Gerber, T., Wassenaar, T., Castel, M., Rosales, M., Haan, C.D. (2006) *Livestock's long shadow: Environmental Issues and Options*. FAO, Rome, 390 p.
- Windisch, W., Flachowsky, G. (2020): Tierbasierte Bioökonomie. In: Thrän, D., Moesenfechtel, U. (Hrsg.): *Das System Bioökonomie*. Springer Nature, Berlin 2020. ISBN 978-3-662-60730-5. 70-86
- Windisch, W. (2021): Können wir uns in Zukunft überhaupt noch Nutztiere leisten? In: Verband der Landwirtschaftskammern (VLK), Tagungsband „Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung“, Online Veranstaltung am 27. und 28.04.2021, VLK Bad Sassendorf, 7–10

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Wilhelm Windisch
Lehrstuhl für Tierernährung
TUM School of Life Sciences
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising
E-Mail: wilhelm.windisch@tum.de

Klimaneutralität – was kommt auf Futter und Fütterung zu?

Annette Freibauer

LfL, Freising

Einleitung

Deutschland will bis 2045 klimaneutral werden. Dies erfordert von allen Sektoren einschließlich dem Agrar- und Ernährungssektor eine deutliche Transformation. Auch auf europäischer Ebene drängen der Green Deal und die Farm to Fork Strategie zu höherer Ressourceneffizienz, insbesondere bei Energie, Stickstoff und Phosphor.

Gleichzeitig ist die Futterproduktion stark von wachsenden Biodiversitätsanforderungen im Offenland betroffen. Flächen-Sharing für die Artenvielfalt bedeutet einerseits die Erhaltung des Dauergrünlands, aber auch eine abgestufte Grünlandnutzung, die extensiv(er) genutzte Flächen sinnvoll in die Futterproduktion und in Fütterungsstrategien integriert.

Welche Konsequenzen haben diese Entwicklungen für Futter und Fütterung in Deutschland?

Was bedeutet Klimaneutralität für die Landwirtschaft?

Die deutsche und europäische Gesetzgebung zum Klimaschutz setzen die Leitplanken für Treibhausgasemissionen und -senken in der Landwirtschaft. Die landwirtschaftlichen Methan- und Lachgasemissionen stammen aus biologischen Prozessen und können nicht auf Null reduziert werden. Szenarien aus der RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes für ein „Klimaneutrales und ressourceneffizientes Deutschland“ fordern daher eine Halbierung der Emissionen aus der Tierhaltung und Düngung einschließlich Futterbau (Purr et al., 2019). Das ist ambitioniert, aber machbar. Es gibt in vielen Bereichen große Synergien mit anderen gesellschaftlichen Anforderungen an die Landwirtschaft.

Allein durch technische Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffnutzungseffizienz, Einsatz von Wirtschaftsdüngern statt nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen, Maßnahmen im Stall und Güllelager, im Herdenmanagement können bis zu 20 oder 25% der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen reduziert werden. Der Einsatz und die Wirksamkeit von Futterzusätzen zur Methanreduktion aus der Verdauung der Wiederkäuer sind umstritten. Diese technische Maßnahme wird hier nicht weiter berücksichtigt. Darüber hinaus sind strukturelle Anpassungsmaßnahmen und eine Anpassung der Tierbestände nötig.

Gleichzeitig soll der Sektor „Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF)“, also Wald, langlebige Holz- (und Nawaro-)Produkte und Böden eine Netto-Senke werden. Denn Klimaneutralität kann nur erreicht werden, wenn unvermeidbare anthropogene Treibhausgasemissionen durch CO₂-Senken oder technische CO₂-Speicherung kompensiert werden. Dies bedeutet konkret, nasse Nutzungsformen für aktuell entwässerte Moorböden zu entwickeln, aber auch zusätzliche nachwachsende Rohstoffe in langlebigen Produkten zu nutzen oder Pflanzenkohlenstoff langfristig z.B. in Form von Pflanzenkohle festzulegen. Zusätzliche Biomasse für nachwachsende Rohstoffe kann in Konkurrenz zur Futterproduktion aus dem Grünland oder von wiedervernässten Moorböden stammen, aber auch ohne Konkurrenz zur Futterproduktion als wirksamere Klimaschutzalternative auf Flächen erzeugt werden, die derzeit im Sinne des Klimaschutzes ineffizient als Agrobiogas genutzt werden.

Ernährungstrends und Klimaneutralität

Ohne eine Umstellung des Ernährungsverhaltens in Deutschland ist der notwendige Beitrag des Agrar- und Ernährungssektors zur Klimaneutralität in Deutschland nicht vorstellbar. Der Ernährungstrend entwickelt sich in Deutschland bereits zu weniger Fleisch und mehr pflanzlichem Eiweiß. Produkte aus Milch und Eiern bleiben sehr gefragt (BMEL 2021). Dementsprechend können sich die Tierbestände bei gleich hoher Selbstversorgung anpassen, ohne anderswo indirekt Treibhausgasemissionen durch eine Verschiebung der Produktion zu erhöhen.

Würde sich die Ernährung in Europa an die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation anpassen, müssten Fett und Zucker deutlich reduziert werden. Konkret ersetzen dabei Kohlenhydrate aus Getreide, Kartoffeln und Gemüse sowie Proteine aus Speiseleguminosen und Fisch einen Teil des Fetts aus Fleisch, Milchprodukten und Öl. Die Ernährung enthält sehr viel weniger bis zu gar keine freien Zucker. Durch weniger fleischproduzierende Tiere und Anpassungen im Ackerbau ließen sich je nach Stringenz der Umsetzung zwischen 15% und 40% der landwirtschaftlichen Methan- und Lachgasemissionen einsparen (Freibauer 2002). Diese Emissionsminderung ist komplett zusätzlich zu den oben genannten technischen Maßnahmen. Die Halbierung der Treibhausgasemissionen ist also rechnerisch möglich, wenn die Konsumenten mitziehen und wenn die Landwirtschaft deutliche Produktionsänderungen schafft.

Klimaschutzmaßnahmen und Konsequenzen für die Futterressourcen

Die Futterressourcen verlagern sich vom gezielten Ackerfütteranbau zu nicht menschlich verwertbaren Pflanzenteilen und Reststoffen und ins Grünland.

Eine Halbierung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen greift tief in die Futterressourcen ein. Diese Anforderung wirkt im Ackerfutter und auf gesamtbetrieblicher und regionaler Ebene:

- Leguminosen liefern Stickstoff für die Fruchtfolge mit sehr geringem N₂O-Fußabdruck. Die menschliche Ernährung wird verstärkt pflanzliches statt tierischem Eiweiß nutzen. Speiseleguminosen werden verstärkt angebaut, aber auch die für die Bodenfruchtbarkeit wichtigen Fruchtfolgeglieder Klee gras oder Luzerne.
- Food before feed! Die Flächenkonkurrenz auf dem Acker food – feed – fibre muss im Hinblick auf Ressourceneffizienz und die knappen globalen Flächen für die menschliche Ernährung klar für direkt menschlich verwertbare Nahrungsmittel entschieden werden. Als Futterressource vom Acker bleiben nicht direkt menschlich verwertbare Pflanzenteile und Leguminosen in der Fruchtfolge. Zudem müssen Reststoffe aus der Nahrungsmittelproduktion gezielt als Futter eingesetzt werden (siehe Tagungsbeitrag von Prof. Windisch).
- Die Nährstoffkreisläufe im gesamten Ernährungs- und Agrarsektor werden auf regionaler und nationaler Ebene so gut wie möglich geschlossen (KLU 2019). Zentral dafür ist eine bessere Nährstoffnutzung organischer Dünger und eine bessere Rückführung von Reststoffen in den landwirtschaftlichen Kreislauf. Ohne Nutztiere und Wirtschaftsdünger lassen sich die Nährstoffkreisläufe nicht effizient schließen. Eine ressourceneffiziente klimaschonende Landwirtschaft muss Pflanzenbau und Tierhaltung wieder eng integrieren (KLU 2019). Gleichzeitig erfordert eine nährstoff-ausgeglichene Handelsbilanz, dass Futter weitestgehend aus heimischen Ressourcen statt Importfutter stammt.
- Die geänderte Futterbasis bedeutet nicht grundsätzlich weniger Tiere, sondern die richtigen Tiere, insbesondere Wiederkäuer und solche, die nicht-Nahrungsmittel gut verwerten und als Dünger aufwerten. Wirtschaftsdünger sorgen außerdem für resiliente, fruchtbare Böden, die im

Klimawandel erosivem Starkregen standhalten und einen guten Wasserrückhalt und Wasserspeicherung in der Fläche bieten.

Wald, langlebige Holz- und Nawaro-Produkte und Böden sollen eine Netto-Senke werden. Diese Anforderung betrifft vor allem Grünland und Moorböden. Klimaschutz und die Anpassung der Agrarlandschaft an den Klimawandel führen dazu, dass die Grünlandfläche in Deutschland um ca. 400.000 Hektar auf Kosten von Acker wachsen wird:

- auf organischen Böden (335.000 ha): Klimaschutz durch Moorbodenschutz erfordert die Umwandlung von Acker in Nassgrünland oder eine Nutzung als Paludikulturen für nachwachsende Rohstoffe.
- als Gewässerrandstreifen und in Wasserfließwegen in der Landschaft zum Erosionsschutz werden grob geschätzt 1% der Ackerflächen (66.000 ha) in Grünland umgewandelt.

Eine weitere Option für Kohlenstoffsinken sind Agroforstsysteme, z.B. als Baumstreifen oder flächenintegriert im Acker oder Grünland. Agroforst könnte verstärkt mit der Tierhaltung integriert werden und als Weidefläche oder Futter z.B. für Ziegen genutzt werden.

Die Wiedervernässung und nasse Nutzung organischer Böden ist ein wesentlicher Hebel für Klimaschutz und eine Netto-Senke im LULUCF-Sektor. Dazu müssen großflächig die Wasserstände auf weitgehend naturnahe Verhältnisse angehoben werden. Dies führt zur Extensivierung eines großen Teils dieses Grünlands (930.000 ha, 14% des deutschen Grünlands) auf ca. 2 Schnitte oder extensive Beweidung und Futter mit geringeren Energie- und Proteingehalten, aber z.B. guter Eignung für Pferdeheu.

Alle beschriebenen Maßnahmen haben starke Synergien mit dem Gewässerschutz und fördern die Biodiversität.

Klimaneutralität: die passenden Tiere und Systeme

Die aktuelle Form der Fütterung von Monogastriern steht auf dem Weg in die Klimaneutralität vor einer Wende zu einer neuen Form der traditionellen Monogastrier-Rolle als Reststoffverwerter vom Acker und aus der Nahrungsmittelproduktion. Dieses Szenario bedeutet vermutlich eine deutlich reduzierte Schweine- und Geflügelmast. Je stärker die Futtergrundlage mit nachwachsenden Rohstoffen und vielleicht Pflanzenkohle als langfristige Kohlenstoffsenke konkurriert, umso mehr werden die knappen Futterressourcen für die Legehennen und Eier eingesetzt werden, die weiterhin Teil der menschlichen Ernährung sind. Daraus ergeben sich neue Argumente für Zweinutzungshühner und für einen Trend zu anderen Nutztierarten.

Klimaneutralität braucht Wiederkäuer und Grünlandverwerter. Denn die Grünlandfläche wird wachsen. Längere Trockenphasen im Frühjahr und Sommer gefährden aber die Grünlanderträge, insbesondere die quantitativ und qualitativ wichtigen ersten und zweiten Schnitte. Um die Futterressourcen im Grünland möglichst hochwertig und robust zu gestalten, werden sich die Nutzungsstrategien standortabhängig differenzieren müssen. So wäre denkbar, energie- und nährstoffreiche Pflanzenteile separat oder als Hochschnitt zu ernten und gezielt als cobs einzusetzen. Überbetriebliche Nutzungskonzepte fürs Grünland erlauben die bestmögliche Nutzung gestaffelter Mahdintensitäten.

Das Futter ändert sich, daher werden sich auch die Tiere anpassen müssen. Die richtigen Tiere werden nicht mehr die Hochleistungs-Spezialrassen sein, sondern an die Futterbasis angepasste Rassen und Leistungsniveaus mit kombinierten Produktionszielen wie Milch plus Fleisch, Eier plus Fleisch. Eine neue Herausforderung für die Züchtung!

Wiederkäuer haben aufgrund ihrer ruminalen Methanemissionen einen höheren produktspezifischen CO₂-Fußabdruck als Monogastrier. Gibt es Alternativen zum Rind im Grünland? Sind Roß, Hase, Weideente, Weidegans ein denkbarer Ersatz für Schweineschnitzel und Hähnchen? Eine Bewertung der

Produktionssysteme unter europäischen Bedingungen fehlt weitestgehend. Hasenfleisch hatte in einem italienischen Produktionssystem pro kg Lebendgewicht einen ähnlichen CO₂-Fußabdruck wie Schweinefleisch, leicht höher als Hähnchen (Cesari et al. 2018).

Das ressourceneffizienteste Fleisch mit dem geringsten CO₂-Fußabdruck liefert aber der heimische Süßwasserfisch, insbesondere im Wildfang (Hornborg und Främberg 2019) und wenn die Fütterung pflanzlich ist.

Fütterungsstrategien

Klimaneutralität hat gravierende Konsequenzen für das verfügbare Futter in Deutschland, die damit möglichen Fütterungsstrategien und die Tierhaltung. Sie bedeutet Raus aus der Futterproduktion auf dem Acker. Sie verlangt eine Neuorientierung weg von genau bekannten speziell angebauten Futtermitteln hin zur bestmöglichen Nutzung von Grünland verschiedener Intensitäten, dem Einsatz von Leguminosen und von Reststoffen vom Ackerbau und der Nahrungsmittelproduktion. Die Futterressourcen werden in ihren Eigenschaften variabler. Umso wichtiger wird es zukünftig, die Eigenschaften genau und schnell zu messen, um die Rationen bedarfsgerecht zusammenzustellen. Fortschritte in der Digitalisierung und Messtechnik werden dies zukünftig leichter machen.

Ausblick

Was im Gesamtblick radikal aussieht, wird auf einzelnen Betrieben in Deutschland bereits in mehr oder weniger großen Anteilen praktiziert. Der ökologische Landbau setzt klassischerweise auf möglichst geschlossene Nährstoffkreisläufe im Betrieb und die Integration von Pflanzenbau und Tierhaltung. Neu ist die Rückbesinnung auf den Wert des Grünlands und von Reststoffen als Futter und auf Nutztierarten, die vor wenigen Jahrzehnten in Deutschland noch viel üblicher waren. Wenn es gelingt, die traditionellen Systeme modern wiederzuentdecken und weiterzuentwickeln, kann Deutschland mit anderen Tieren, aber vielleicht der gleichen mittleren Dichte an Großvieheinheiten klimaneutral werden.

Literatur

BMEL (2021) Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2021. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Mai 2021. <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/ernaehrungsreport2021.html>

Cesari, Valentina & Zucali, Maddalena & Bava, L. & Gislou, G. & Tamburini, Alberto & Toschi, I.. (2018). Environmental impact of rabbit meat: The effect of production efficiency. *Meat Science*. 145. 10.1016/j.meatsci.2018.07.011

Freibauer, A. (2002) Biogenic Greenhouse Gas Emissions from Agriculture in Europe – Quantification and Mitigation. Dissertation Universität Hohenheim. <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2002/22/>

Hornborg, S., Främberg, A. (2019) Carp (Cyprinidae) Fisheries in Swedish Lakes: A Combined Environmental Assessment Approach to Evaluate Data-limited Freshwater Fish Resources as Food. *Environmental Management*, 65(2): 232-242. <https://doi.org/10.1007/s00267-019-01241-z>

KLU (2019) Landwirtschaft quo vadis? Agrar- und Ernährungssysteme der Zukunft – Vielfalt gewähren, Handlungsrahmen abstecken. Position der Kommission Landwirtschaft beim Umweltbundesamt (KLU), Oktober 2019. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/agrar-ernaehrungssysteme-der-zukunftveroeffentlicht>

Purr, K., J. Günther, H. Lehmann, P. Nuss et multi alii (2019) Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE – Studie, CLIMATE CHANGE 36/2019

Autorenanschrift:

Dr. Annette Freibauer
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12, 85354 Freising
Annette.Freibauer@lfl.bayern.de

Beurteilung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe: Beispiel Österreich

Thomas Guggenberger, Markus Herndl, Christian Fritz, Florian Grassauer,
Georg Terler

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning-Donnersbachtal

Einleitung

Die individuelle Meinung wurde mit dem Durchbruch der sozialen Medien zu einer Ware, die sich allzu oft dem prüfenden Blick wissenschaftlicher Prinzipien entzieht. Die rationale Nüchternheit die Aristoteles und Hawkins eint bestimmt nicht mehr in direkter Weise die Entwicklung einer Gesellschaft, sondern hat bestenfalls Einfluss in der Beratung von Entscheidungsträgern. Diese erfüllen, zerrissen im ständigen Dialog zwischen den Empfehlungen der Wissenschaft und den Mehrheiten der öffentlichen Meinung (Megatrends), immer öfter nicht mehr die Rolle der Wegbereiter, sondern werden zum Richter zwischen Fakten und Emotionen. Mindestens 6 der 12 Post-Corona-Trends von Matthias Horx betreffen die Landwirtschaft direkt, weil sie die Menschen über ihre Ernährung adressieren (Horx, 2021). Dem faktischen Trend der Urbanisierung folgt dabei die Neo-Ökologie und die Individualisierung. Diese wiederum hat eine sehr starke Wirkung auf den Trend Gesundheit und mit der höheren Lebenserwartung auf die Silver Society. Durch die Freiheit der Märkte bleibt die Globalisierung eine marktbestimmende Größe. Niemand der direkt in der Landwirtschaft tätig ist oder die Landwirte in der Gesellschaft vertritt, sollte glauben, dass sich diese Bereiche nicht durchsetzen werden. Verhindert wird das derzeit nur noch durch die Generation X (1965-1979) die fest an den Schalthebeln der Macht sitzt. Die Babyboomer (<1965) sorgen sich bereits um ihre Enkel und die Millenials (1996 >) um die Zukunft der eigenen Kinder. Ob sich die urbanen und ruralen Räume in dieser Frage unterscheiden ist nicht klar, sicher ist aber, dass Menschen in der Stadt zunehmend von der tatsächlichen Produktion in der Landwirtschaft entfremdet sind und trotzdem ihre Werte in die Nahrung implementieren wollen. $\frac{3}{4}$ der Bevölkerung von Europa lebt in Städten, damit ist klar: Es ist keine Frage, ob wir unsere Lebensmittel in Zukunft nachhaltiger erzeugen werden, sondern nur mehr wie schnell wir das tun und wie wir die Nachhaltigkeit beweisen.

Aspekte der Nachhaltigkeitsbewertung

Gleich zu Beginn: Die eine mess- bzw. beweisbare Nachhaltigkeit gibt es nicht! Brundtland folgend – zumindest ihr Grundkonzept wird von der Gesellschaft weitgehend akzeptiert – ist Nachhaltigkeit ein Summensignal, dass sich aus den gesellschaftlichen Vorstellungen der Gegenwart in die Zukunft richtet (United Nation - World Commission on Environment and Development, 1987). Ökologische, ökonomische und soziale Aspekte sollen durch eine Information zusammengefasst werden. Herausfordernd sind hier nicht die einzelnen Teilbereiche, sondern die Wechselwirkungen, die sich zwischen den indirekt proportionalen Wirkungen ergeben können. Besonders das kurzfristig angelegte Gesamtttheorem der Wirtschaft befindet sich oft in Opposition zu langfristig angelegten ökologischen Wirkungen, die mit Hilfe des Wissenspools der Naturwissenschaften bewertet werden. Die gute Nachricht: Es gibt zumindest für Teilbereiche der Nachhaltigkeitsbewertung (z.B. für die Ökobilanzierung) methodische Vorschriften (Finkbeiner *et al.*, 2006). Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung, die nicht zumindest die vier Teilbereich Ziel- und Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung implementieren, erfüllen diese Vorschriften nicht.

Halten die verfügbaren Bewertungssysteme alle diese Regeln ein und kommen bei der gleichen Fragestellung zu unterschiedlichen Ergebnissen, dann hat das folgende Gründe:

Die Granularität der Sachbilanz: Weil die Erstellung einer umfassenden Sachbilanz, das ist eine vollständige Auflistung und Zuordnung von kurz- und langfristigen Betriebsmitteln zu den einzelnen landwirtschaftlichen Produkten, eine mühsame und teure Erfahrung ist, versuchen viele Ansätze ein geschichtetes Verfahren. Dieses bemüht sich um hohe Granularität für einfache Parameter oder bekannte Daten. In Österreich liefert etwa das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem INVEKOS viele solcher Daten mit hoher Dichte und Validität. Dazu gehören die Flächenausstattung und Flächennutzung der Betriebe sowie die Tierbestände und deren Dynamik. Im Sektor Milch können sogar die Lieferleistungen der Betriebe zentral abgelesen werden. Unbekannt bleiben aber noch Art und Menge zugekaufter Betriebsmittel wie Treibstoffe, Saatgut, Futtermittel, Pflanzenschutzmittel und Handelsdünger sowie der Leistungsertrag der Masttiere und des Pflanzenbaus. Gibt es aus wissenschaftlichen Untersuchungen belastbare Beziehungen zwischen diesen Größen und der Grunddynamik der Betriebe, so können diese die Erhebung bis zu einem gewissen Grad ergänzen. Zuletzt benötigt ein vollständiger Datensatz für die Nachhaltigkeitsbewertung noch die Information über das langfristige Betriebsinventar wie Maschinen und Gebäude. Spätestens hier finden sich in den meisten Anwendungen nur mehr Standardwerte. Noch schwieriger ist die Erstellung einer Sachbilanz für Aspekte mit nicht direkt messbaren oder sehr komplexen Inventaren. Zu diesen Bereichen zählen in der Landwirtschaft die Bewertung von Tierwohlpotenzial und Biodiversität, ganz allgemein aber auch der gesamte Bereich der sozialen Nachhaltigkeit. Das Besondere in diesen Bereichen ist die hohe Anzahl an möglichen Inventaren, die wiederum in verschiedenen, oft nicht objektiv messbaren Größen auftreten. Wir beobachten, dass Bewertungen mit niedriger Granularität meist die unvermeidbare Komplexität der Wirklichkeit unterschätzen.

Die Validität und Robustheit der Fachmodelle: Die Konzentration von Wissen in den Universitäten und Forschungsgesellschaften dieser Welt ist als ein klarer Vorteil für die Entwicklung dieses Aspektes zu bewerten. Das kann am Beispiel der Treibhausgasbewertung (THG) mit den IPCC-Guidelines gut gezeigt werden: Volume 4 bietet für die Landwirtschaft verschiedene Bewertungsebenen (Tier 1 bis Tier 3) an, die valide und robust sind. Außerdem gibt es weltweit nur das eine Modell. Wer also mit der gleichen Sachbilanz in eine Bewertung geht, der sollte zum selben Ergebnis kommen. Eine ähnliche Qualität dürfen wir uns für die Bewertung der Toxizität von USEtox erwarten. Als weiteres Modell gilt, zumindest im DACH-Raum, Agrammon für die Bewertung von Ammoniakemissionen als anerkannt. Die meisten Modelle eint, dass sie die direkt am Betrieb anfallenden Wirkungen bewerten. Zu diesen gesellen sich aber auch noch Wirkungen, die aus den Vorleistungsketten der Landwirtschaft kommen. Für solche Aspekte, etwa die Produktion von Maschinen, Gebäuden, usw. leisten Datenbanken wie *ecoinvent* einen unverzichtbaren Dienst. Sie liefern diese Informationen und durch ihre weite Verbreitung führen sie auch dann zu einer Standardisierung, wenn einzelne Bewertungen nicht optimal wären. Große Übereinstimmung herrscht weiteres bei der Bewertung der Ökonomie und bei den Grundlagen der sozialen Bewertung. Große Unterschiede herrschen, und das ist auch verständlich, bei allen Umweltwirkungen, die von der betrieblichen Lage stark beeinflusst werden. Das betrifft vor allem die Nährstoffkreisläufe, die durch die Bodenarten und das lokale Klima stark beeinflusst werden.

Die Standardisierung der Wirkungsabschätzung: Noch mehr als bei den Fachmodellen profitiert die Vergleichbarkeit der Wirkungsabschätzung von der normativen Kraft weniger Experten die in der Lage sind den direkten Impact von chemischen, physikalischen, technischen, ökonomischen und sozialen Wirkungen zu bewerten. Dieser Vorteil wird dort zum Nachteil, wo diese wenigen Kräfte aus Zeitmangel nicht ausreichend spezielle Abschätzungen für spezielle Fragestellungen bereitstellen können und die Anwender dann wieder auf Standardwerte zurückgreifen müssen.

Auswertung und Interpretation: Die wahren Herausforderungen der Nachhaltigkeitsbewertung beginnen bei der Auswertung einer oft hohen Anzahl an Wirkungen und enden bei der Objektivität der Interpretation. Dabei stehen zwei Aspekte ganz zentral im Mittelpunkt: Der erste Aspekt betrifft die

Gewichtung/Aggregation von Einzelergebnissen zu einem gemeinsamen Ergebnis, der zweite Aspekt entsteht bei der Auswahl einer funktionellen Einheit für eine zielgerichtete Interpretation von Handlungsempfehlungen. Einzelergebnisse zu einem Gesamtergebnis zu aggregieren ist eine Handlung, die immer zu einem Problem wird. Wird diese Aggregation durchgeführt, dann stellt sich die Frage nach der Auswahl und Gewichtung, beides eigentlich mehr ein gesellschaftspolitischer Akt als eine wissenschaftliche Fragestellung, wird sie nicht durchgeführt, dann entschlägt sich die Bewertung der Verantwortung zur Gesamtbewertung. Ein oft sichtbarer Mittelweg ist eine langatmige Abhandlung von Einzelergebnissen mit einer vagen Interpretation der Zusammenhänge. Auch keine gute Lösung! Der größte aller Fehler wird aber zumeist am Ende der Prozesskette gemacht (Guggenberger und Herndl, 2017). Hier werden Summenwirkungen, z.B. die gesamte Treibhausgasfracht einer Milchkuherde, auf relative Größen normiert. Diese Größen werden in der Ökobilanzierung als funktionelle Einheit bezeichnet. Übliche funktionelle Einheiten sind die Wirkungen pro l Milch bzw. kg Fleisch oder pro ha an landwirtschaftlicher Nutzfläche. Beide sind in ihrer Aussagekraft ebenbürtig, ihre singuläre Interpretation kann aber zu unterschiedlichen Handlungsempfehlungen führen. Noch deutlicher: Wer die THG pro Liter Milch senken will, wird zumindest eine Zeitlang die Leistung der Tiere steigern, wer auf die physikalische Last in der Atmosphäre achtet, der wird sich auf die Fläche beziehen und die Milchleistung und damit die Summe der Emissionen bei konstanter Fläche senken wollen. Die Autoren dieses Beitrags empfehlen eine gleichzeitige Interpretation der Nahrungsproduktion und der Landbewirtschaftungskompetenz.

Anwendungen in Österreich

Mit Ausnahme kleiner Projektstudien oder Auslandbeauftragungen werden in Österreich in den letzten Jahren serielle Bewertungen von drei Stellen durchgeführt. Diese Stellen sind Institut oder Plattform der Universität für Bodenkultur, das FiBL Österreich sowie die Forschungsgruppen Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Die Ansätze der Universität für Bodenkultur sind meist projektspezifisch und orientieren sich im Vorgehen am vorigen Kapitel. Das FiBL bzw. die HBLFA haben mit SMART bzw. FarmLife ein eigenes Tool im Einsatz.

SMART (Sustainability Monitoring and Assessment RouTine) beruht auf einer Expertenbefragung landwirtschaftlicher Betriebe. Die Grundlage bildet die SAFA-Nachhaltigkeits-Leitlinien (Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems) der FAO. Das Tool deckt alle Bereiche der Nachhaltigkeit ab und wurde weltweit auf über 3.500 Betrieben eingesetzt. Ziel ist eine Bewertung landwirtschaftlicher Produktionssysteme im Hinblick auf ein rasches und umfassendes Nachhaltigkeitsscreening mit internationaler Vergleichbarkeit. SMART wird oft in Projekten der Vermarktung genutzt und zeigt in seinen Ergebnissen verschiedene Spinnendiagramme. Eine Gesamtbewertung im Sinne eines Index findet nicht statt. Der Zeitaufwand für den einzelnen Betrieb besteht in einem längeren, strukturierten Interview von mehreren Stunden.

FarmLife baut auf der Ökobilanzierung mit SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) auf und ermöglicht dem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben die Erstellung einer eigenen Ökobilanz (Herndl *et al.*, 2016). Bis August 2021 wurden rund 1.000 vollständige oder teilweise Anwendungsfälle bewertet. Das Tool konzentriert sich auf die Bewertung der Ökoeffizienz, das ist die Beziehung zwischen Ökologie und Ökonomie. Die sozialen Aspekte werden derzeit nicht berücksichtigt. Der datengetriebene Ansatz von FarmLife ermöglicht neben einer gesamtbetrieblichen Bewertung auch eine Bewertung einzelner Produkte. Deshalb fragen besonders oft verschiedenen Stakeholder der spezialisierten Wertschöpfungsketten (Molkereien, Fleischverarbeitungsbetrieben, ...) mit ihren Betrieben nach FarmLife. FarmLife transformiert die Ergebnisse der Umweltbewertung mit der ökonomischen Bewertung in das Endergebnis der Ökoeffizienz. Auf dem Weg dorthin findet eine Transformation der Ergebnisse in vier praxisrelevante Beratungsbereiche und eine Risikoanalyse statt. Diese werden im Verlauf des Beitrages noch näher vorgestellt. Eine Bewertung der sozialen Aspekte wird (noch) nicht durchgeführt. Der Arbeitsaufwand für einen landwirtschaftlichen Betrieb beträgt zumindest zwei Tage.

Ohne Vertrauen und Nutzen keinen Praxiseinsatz

Wer die Nachhaltigkeitsbewertung aus dem wissenschaftlichen Umfeld in die Praxis bringen will, wird feststellen, dass bereits die Herausforderungen aus dem Kapitel *Aspekte der Nachhaltigkeitsbewertung* eine ganze Menge an Hürden bereithalten. Die größte Hürde aber wurde bisher noch nicht beschrieben: Es ist die gefühlte Lücke zwischen der Nachhaltigkeitsbewertung als Wissenschaft und dem Arbeitsalltag der bäuerlichen Betriebe, die größer nicht sein könnte. Die empirische, mit Körperreinsatz verbundene Arbeitsweise der Feldarbeit und Viehhaltung schlägt, bei einem ersten, unbegleiteten Kontakt, meist so hart auf dem komplexen Boden der Nachhaltigkeitsbewertung auf, dass eine Umsetzung ohne klaren Nutzen in aller Regel abgelehnt, vielleicht sogar bekämpft, wird. Die Gründe für die Ablehnung sind in drei verschiedenen Bereichen zu finden. Der erste Bereich ist die bestehende Arbeitsbelastung der Betriebe und ihre natürliche Ablehnung für formale Erfassungsprozesse. Dies ist das Ergebnis der jahrelangen Erfahrung in den Verwaltungssystemen bei der Abwicklung von Transferzahlungen. Zum zweiten benötigen wir für die Nachhaltigkeitsbewertung Informationen aus allen Bereichen des landwirtschaftlichen Betriebes. Reine Produktionsdaten sind heute schon so transparent, dass diese meist problemlos genutzt werden können. Daten der Wirtschaftlichkeit hingegen gelten immer noch als Privatsache und werden nur sehr zögerlich zur Nutzung bereitgestellt. Der dritte Bereich wiegt am schwersten: Statt an die Qualität der eigenen Produktion zu glauben und daraus Wertschöpfung zu erzielen, besteht Misstrauen, vielleicht sogar manchmal Angst, über die Verwendung der Ergebnisse der Umweltbewertung. Diese Haltung ist gerechtfertigt, weil Gruppen abseits des landwirtschaftlichen Hauptproduktionspfades solche Ergebnisse in der Vergangenheit immer wieder dazu benutzt haben, um Betriebe an den Pranger zu stellen. Das ist schädlich, weil dadurch ein großes proaktives Entwicklungspotenzial verloren geht. Nach 11 Jahren praktischer Erfahrung der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein können folgende Empfehlungen für die Implementierung einer Nachhaltigkeitsbewertung in die landwirtschaftliche Praxis ausgesprochen werden:

1. Aufbau langfristiger Beziehungen zu den bäuerlichen Betrieben: Vertrauen entsteht, wie immer, vor allem durch die Bindungsbereitschaft der Forschung und Beratung an die Wirklichkeit der Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter. Das ideale Werkzeug für diese langfristige Beziehung ist die Gründung von regionalen oder thematischen Netzwerken mit langer Lebensdauer. Diese kann in der Grundlagenforschung durch eine Verkettung von Forschungsprojekten und in der angewandten Forschung durch die Begleitung von Produktionsstrategien erreicht werden.
2. Maximierung des Nutzens für die Betriebe: Ungeachtet der Methode der Nachhaltigkeitsbewertung nehmen bäuerliche Betriebe in Österreich immer dann an Forschungsnetzwerken teil, wenn es mehrere Nutzen für den Betrieb gibt. Marktwirtschaftliche Effekte belohnen den Einsatz direkt. Diese Effekte lassen sich derzeit mit Nischenprodukten erzielen, wir erwarten aber schon in näherer Zukunft eine Öffnung verschiedener Pfade für die breite, konventionelle Landwirtschaft. Erfolgreiches, gemeinsames Handeln in einer Gruppe ist der zweite, besonders starke Nutzen der Betriebe. Gelingt mit der Nachhaltigkeitsbewertung eine zusätzliche Beweisführung über die Werthaltigkeit von Produkten bekommen die Betriebe eine Leadership-Rolle. Daraus entsteht der Stolz einer Gruppe der nach eigenen, empirischen Beobachtungen, die soziale Säule der Nachhaltigkeit weit über die ökonomischen Wirkungen hinaus fördert. Der dritte Effekt ist Verbesserung nach innen, der sich aus dem Zugewinn von Erkenntnissen ergibt. Wenn die Nachhaltigkeitsbewertung eines besonders gut kann, dann ist das die Darstellung von Verlustpfaden. Jede Umweltwirkung sollte dafür in die Teilwirkungen der Betriebsmittel zerlegt werden. Dort wo verhältnismäßig große Wirkungen entstehen, dort liegen auch ganz klar die Handlungsagenden der Betriebe.

Das Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife

FarmLife wird von den meisten Interessenten zu allererst als Softwarelösung im Web wahrgenommen. Erreichbar unter www.farmlife.at und zugänglich mit einem eigenen Konto das kostenlos angelegt werden kann, dient das Informationssystem als Kursportal für die Dateneingabe und die Besprechung der Ergebnisse. Wer will, kann die Möglichkeiten mit dem Demonstrationsbenutzer max.mustermann@farmlife.at und dem Passwort 123456 ausloten. Man wird bald entdecken, dass die Werkzeugsammlung von FarmLife nicht vollständig intuitiv ist und wir im Tool nicht jedes Detail genau erklären. Vor allem die Aspekte zur Sammlung und Erfassung von Betriebsdaten sind wenig beschrieben. Das liegt daran, dass fast alle Nutzer aus den vorher beschriebenen Gründen der Kundenbindung in ein Kurskonzept integriert sind. Dieses folgt derzeit folgender Struktur:

Erstinformation im Rahmen einer, meist durch Genossenschaften organisierten Besprechung. In Vor-Covid-Zeiten meist im Rahmen von Hauptversammlungen, heute immer als digitale Veranstaltung. Die Inhalte dieser Erstinformation befassen sich sehr intensiv mit dem notwendigen Nutzen. Potenziellen Interessenten wird der Umfang der benötigten Daten erklärt. Auf Wunsch werden analoge Formulare Sammlungen („Traktorheft“) per Post zugestellt. Drei Online-Kurse die direkt über FarmLife gebucht werden können. Jeder Kurs findet am Abend zwischen 19:00 und 21:30 mit einer maximalen Teilnehmeranzahl von 10 Personen statt. Am ersten Abend werden die Inventare erhoben, am zweiten die Feldbewirtschaftung. Der dritte Abend ist den Zu-/Verkäufen der Betriebe gewidmet. Die ideale technische Konstellation besteht derzeit auf der Seite der Betriebe aus einem Arbeits-PC/Laptop und einem Mobiltelefon über welches das Coaching (Zoom) durchgeführt wird. Bei durchschnittlichen Betriebsgrößen verbleiben nach den drei Kursen noch so viele Daten, dass diese in einem Arbeitstag durch den Betrieb selbstständig erledigt werden können. Auf reinen Grünlandbetrieben werden 80-120 Einzelbuchungen vorgenommen, auf Ackerbaubetrieben mit einer hohen Anzahl an Feldfrüchten kann die Anzahl auch deutlich darüber liegen. Ein abschließender Online-Kurs zur Erklärung der Ergebnisse. Ähnlich dem Eingabekurs coachen unsere Trainer die bäuerlichen Betriebe im Verständnis von bis zu 150 Kennzahlen und bis zu 20 Umweltwirkungen.

Das zentrale Ergebnis aus dem gesamten Bewertungsprozess mit FarmLife ist a.) die Festlegung je einer Bewirtschaftungsklasse für die Ökologie (Basis Umweltwirkungen) bzw. die Ökonomie (Basis Kostenrechnung) des Betriebes, b.) die Zusammenführung dieser beiden Säulen der Nachhaltigkeit zur Ökoeffizienz des Betriebes und c.) die wissenschaftliche Bewertung ganzer Betriebsnetze. Für alle Aspekte werden immer die funktionale Einheit der Flächenbewirtschaftung (ha) und der Ertragsleistung (MJ VE) gemeinsam verwendet. Für die Bewertung der Ökoeffizienz wurde in diesem Jahr, vorerst für die wissenschaftliche Bewertung, eine zusätzliche Methode entwickelt (Grassauer *et al.*, 2021).

Die Bewirtschaftungsklassen (a) bieten eine brauchbare Grundlage für die praktische Beratung der Betriebe, weil sie dem Managementwillen des Betriebes mit seiner Produktionskompetenz verbindet (Guggenberger *et al.*, 2020a). Es entsteht eine sehr direkte Input-Output-Beziehung, die in einem Vier-Felder-Diagramm folgende Möglichkeiten zulässt:

- **Effizient:** Die Umweltwirkungen pro ha und pro Nahrungseinheit sind gering. Das Produktionssystem hat trotz ansprechender Ertragsleistung an Nahrung nur mit geringen ökologischen Verlustwirkungen zu rechnen.
- **Ineffizient:** Die Umweltwirkungen pro ha und pro Nahrungseinheit sind hoch. Das Produktionssystem bedient sich externer Produktionsmittel und kann diese nur schlecht in Nahrung umsetzen.

- **Intensiv:** Die Umweltwirkungen pro ha sind hoch, jene pro Nahrungseinheit gering. Das Produktionssystem verteilt die Betriebsmittelbelastung der Fläche überdurchschnittlich gut auf die Nahrungsproduktion.
- **Extensiv:** Die Umweltwirkungen pro ha sind gering, jene pro Nahrungseinheit sind hoch. Die an sich geringe Belastung der Fläche trifft auf eine unterdurchschnittliche Nahrungsproduktion.

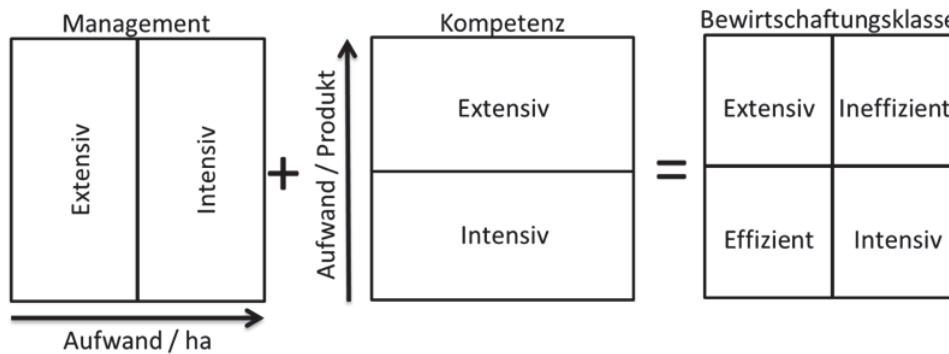


Abbildung 1: Definition der Bewirtschaftungsklassen

Dieses Konzept ist beratungsfreundlich, weil es entlang der X-Achse (Aufwand/ha) eine Diskussion von Leistungszielen und entlang der Y-Achse (Aufwand/Produkt) eine Vertiefung über die Effizienz im Betriebsmitteleinsatz ermöglicht. Die zentrale Stärke ist aber, dass die enorme Hürde der Komplexität der Umweltbewertung fast spielerisch übersprungen wird und die Betriebe das Summensignal verstehen und dann in praktische Handlungsmaßnahmen umsetzen können.

Im Beratungstool FarmLife verknüpft die Bewertung der Ökoeffizienz (b) die Bewirtschaftungsklassen der Ökologie und Ökonomie in einem Diagramm. Weil jeder Bereich mit zwei funktionalen Einheiten (ha bzw. MJ VE) ausgestattet ist, ergibt sich die Möglichkeit zur Paarbildung. So entstehen zwei, oft deutlich unterschiedliche, Aussagen zur Ökoeffizienz der Betriebe. Wir nennen die Beziehung, die sich aus der Paarung der X-Achsen der Ökonomie und Ökologie ergibt *Landbewirtschaftung* (kleiner Kreis) und jene der Y-Achsen *Nahrungserzeugung* (kleines Dreieck). Natürlich sind fast alle Beziehungen zwischen diesen Punkten möglich, aber es gibt auf der Basis der Bewirtschaftungsklassen vier ganz typische Konstellationen: Wird sowohl ökologisch als auch ökonomisch *effizient* gewirtschaftet, dann liegen beide Punkte im *ökoeffizienten* Bereich, wird *ineffizient* gewirtschaftet liegen beide Punkte im *nicht ökoeffizienten* Bereich. Betriebe mit insgesamt *extensiver* Wirtschaftsweise finden oft ihre Landbewirtschaftung im *ökoeffizienten* Bereich während die Nahrungsproduktion in den *nicht ökoeffizienten* Bereich abdriftet. Bei *intensiven* Betrieben ist das genau umgekehrt.

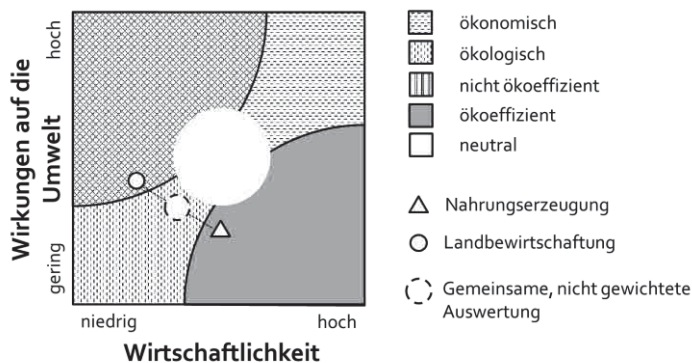


Abbildung 2: Die Ökoeffizienz zur Klärung der Produktionskompetenz

Das zentrale, nicht neue, Ergebnis

FarmLife vergleicht innerhalb des Online-Tools immer nur Betriebe mit ähnlicher Hauptbetriebsform. Ähnlich deshalb, weil auf der Ebene der gesamtbetrieblichen Bewertung immer mit gewissen Variationen zu rechnen ist. Durch eine interne Zerlegung der Gesamtwirkung (Allokation) wird das Ergebnis in 19 Produktgruppen aufgeteilt. Diese Produktgruppen können für wissenschaftliche Aussagen (c) im Rahmen von Forschungsprojekten ausgewertet werden. Für die Milchproduktion, das ist die derzeit am stärksten besetzte Gruppe in FarmLife-Netzwerk ergibt sich derzeit die in Abbildung 3 dargestellte Beziehung. Diese soll gemeinsam mit den landwirtschaftlichen Ertragsgesetzen diskutiert werden.

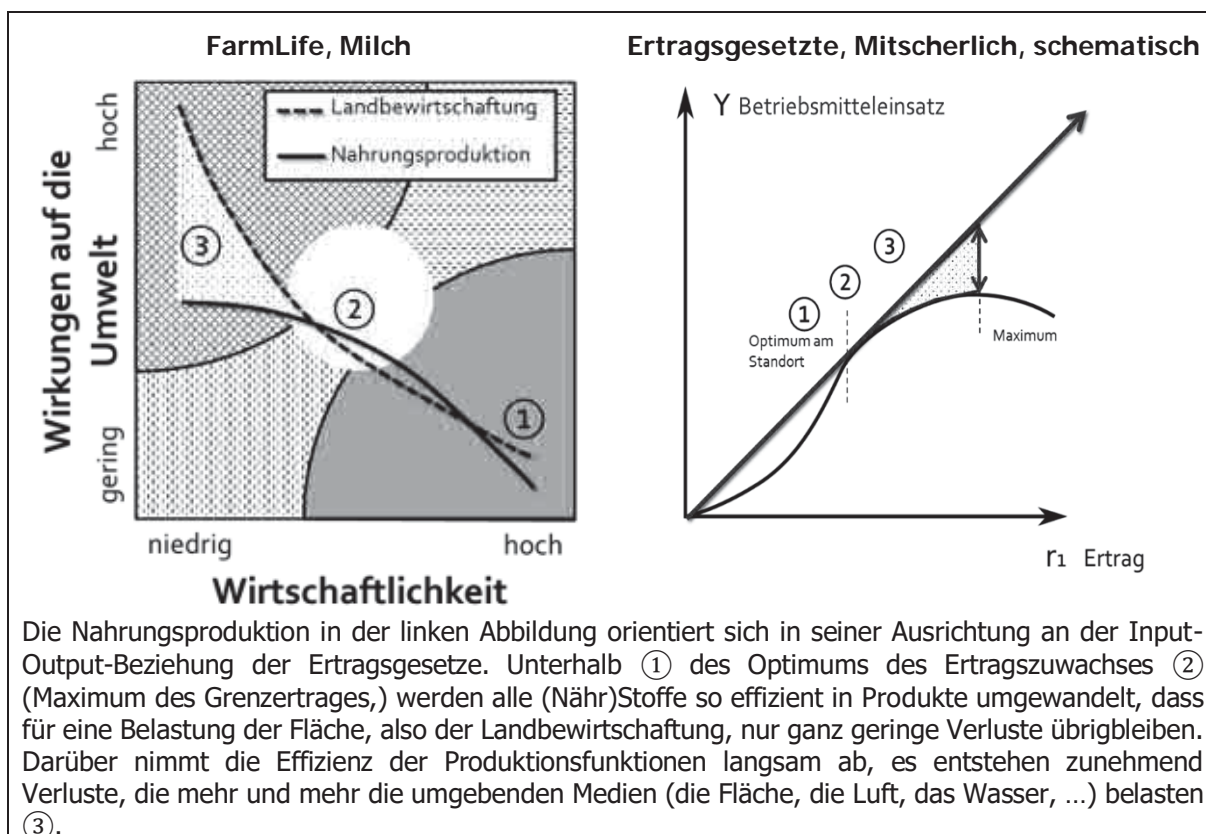


Abbildung 3: Beziehung zwischen der Ökoeffizienz der Milchproduktion und den landwirtschaftlichen Ertragsgesetzen

Weil sie weder Wirtschaftlichkeit noch Umweltverträglichkeit ermöglicht, warnt uns Abbildung 3 ganz klar vor einer ineffizienten Landwirtschaft. Je weiter wir uns bei einer laufenden Leistungssteigerung von ② in Richtung ③ bewegen umso eher wird ein Betrieb ineffizient. Wirkliche Effizienz ist eben nur den fruchtbarsten Standorten vorbehalten und kann nicht erzwungen werden! Intuitiv wissen das viele, aber im Streben nach Einkommen wird dieser Grundsatz über Bord geworfen und in der konkurrierenden Gemeinschaft der Landwirtschaft bis zur Wertlosigkeit weiterproduziert.

Eine Entfesselung aus dieser inneren Geiselhaft gelingt der Landwirtschaft scheinbar nicht, möglicherweise retten die im Einleitungstext aufgeführten Megatrends aber die bäuerlichen Betriebe noch durch den (sanften) Druck von außen.

Lessons learned

Die Bündelung verschiedenster Kompetenzen in der Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein/Österreich, die enge Kooperation mit der der Forschungsgruppe Ökobilanzen des Agroscope/Schweiz sowie 10 Jahre Erfahrung in verschiedenen nationalen und europäischen Projekten hat im Kontext der Nachhaltigkeitsbewertung zu zwei wesentlichen Erkenntnissen geführt:

1. Wer nicht zum Konsumenten bzw. Opfer der Nachhaltigkeitsbewertung werden will, muss sich intensiv in die verschiedenen Teilbereiche einarbeiten. Eine durchschnittliche naturwissenschaftliche Kompetenz reicht nicht aus, um die Detailfragen zu klären, die sich aus den verschiedenen Umweltwirkungen ergeben. Es braucht ganz sicherlich immer eine Gruppe um die Fragen der Bodenkunde, des Pflanzenbaus, der Tierernährung, der Medizin, der Physik und Chemie, der Technik, der Kommunikation, der Bildung usw. zu bewältigen. Kurzum, Nachhaltigkeitsbewertung gehört zu den komplexesten und interdisziplinärsten Anwendungen, die es gibt. Wer diese Aufgabe in einer Forschungsgruppe erledigen darf, wird folgendes erleben: In der Konnektivität der Gruppe wächst eine Sicherheit heran, die dazu führt, dass die Dinge nicht nur umgesetzt, sondern auch hinterfragt werden können.

Beispiel: Die Öffnung des Untersuchungsrahmens der Treibhausgasbewertung entlang des Lebenszyklus ökologischer Einheiten, deren Differenzierung zwischen biogenen und fossilen Quellen sowie die Berücksichtigung aller Emissions- bzw. Abbauprozesse zeigt, dass die CH₄-Produktion des einzelnen Wiederkäuers nur marginal mit der Klimaerwärmung verknüpft werden kann.

2. Es reicht nicht aus Entwicklungen nur zu erkennen, sondern es ist auch die Aufgabe der angewandten Forschung gesellschaftsfähige Konzepte vorzuschlagen.

Beispiel: Mit dem Titel „Standortgerechte Landwirtschaft“ arbeitet die Forschungsgruppe Ökoeffizienz derzeit an einer Neupositionierung der konventionellen Landwirtschaft in Österreich (Guggenberger *et al.*, 2020b). Ziel der Neupositionierung ist die Anpassung aller Leistungsziele an die Möglichkeiten des einzelnen betrieblichen Standortes. Das betrifft sowohl die natürliche Intensivierung von Betrieben, die unter ihren Möglichkeiten bleiben, als auch die Dämpfung von Leistungszielen über den betrieblichen Möglichkeiten. Gelingt diese Normalisierung der ganzen konventionellen Landwirtschaft, dann kann sie zu Recht für die bessere Umweltverträglichkeit eine höhere Wertschätzung einfordern.

Fazit

Die Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich ist gut eingeführt, von einer Massenverbreitung kann aber noch nicht gesprochen werden. Drei unterschiedliche Anbieter nutzen verschiedene Ansätze, wobei sich die Ökobilanzierung und die Kostenrechnung am Ende wohl für die Bewertung der Ökologie und Ökonomie durchsetzen werden. Die Autorengruppe dieses Beitrags arbeitet mit FarmLife, einem Tool, das in Kooperation mit Agroscope Reckenholz selbst entwickelt wurde und im Rahmen mehrerer nationaler und internationaler Forschungsprojekte intensiv angewandt wird. Im Rahmen des Einsatzes hat sich inzwischen eine breite Expertise entwickelt, die vom praktischen Nutzen am Betrieb bis zur kritischen Bewertung von Produktionssystemen und Modellen reicht. Die Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ist inzwischen ein antriebsstarker Think-Tank für alle Disziplinen der Landwirtschaft.

Literatur

- Finkbeiner, M.; Inaba, A.; Tan, R.B.H.; Christiansen, K. und Klüppel, H.J. (2006): The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *International Journal of Life Cycle Assessment* 11, 80-85.
- Grassauer, F.; Herndl, M.; Nemecek, T.; Guggenberger, T.; Fritz, C.; Steinwidder, A. und Zollitsch, W. (2021): Eco-efficiency of farms considering multiple functions of agriculture: Concept and results from Austrian farms. *Journal of Cleaner Production* 297(5).
- Guggenberger, T. und Herndl, M. (2017): Bedeutung der funktionellen Einheit für die Ökobilanzierung in der Landwirtschaft. 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising, 4.
- Guggenberger, T.; Herndl, M.; Terler, G.; Fritz, C.; Grassauer, F.; Zamberger, I. und Kandolf, M. (2020a): Gesamtheitliche Ökoeffizienz von Milchviehbetrieben. 47. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning-Donnersbachtal, 63-82.
- Guggenberger, T.; Fritz, C.; Finotti, E.; Herndl, M.; Ofner-Schröck, E.; Terler, G. und Steinwidder, A. (2020b): Grundzüge einer standortgerechten Landwirtschaft, Forschungsbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Forschungsgruppe Ökoeffizienz, Irdning-Donnersbachtal, 63 S.
- Herndl, M.; Baumgartner, D.U.; Guggenberger, T.; Bystricky, M.; Gaillard, G.; Lansche, J.; Fasching, C.; Steinwidder, A. und Nemecek, T. (2016): Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, Forschungsbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 93 S.
- Horx, M. (2021): Zukunftsreport 2021, *Zukunftsinstitut GmbH*, Frankfurt am Main.
- United Nation - World Commission on Environment and Development (1987): *Our Common Future.*, Oslo, 374 S.

Autorenanschrift:

Dr. Thomas Guggenberger
Dr. Georg Terler
Dr. Markus Herndl
Mag. Christian Fritz MA
DI Florian Grassauer
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Forschungsgruppe Ökoeffizienz
Raumberg 38
A-8952 Irdning-Donnersbachtal
thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks unter praktischen Verhältnissen

Zehetmeier, M., Karer, A., Reindl, A., Karger, V. Strobl, M.

Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft

Einleitung

Politische Entscheidungsträger auf internationaler (Klimarahmenkonvention; Kyoto-Protokoll), europäischer (Green Deal mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2050), nationaler und Landesebene (Klimaschutzprogramm 2030 und Bayerisches Klimaschutzgesetz) fordern die Reduktion der Treibhausgas (THG)-Emissionen im Sektor Landwirtschaft. Auch Marktakteure wie Handel und größere Unternehmen der Lebensmittelindustrie wünschen sich vom einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb zunehmend einen Nachweis über die THG-Emissionen in Form des sog. Carbon Footprint zum gelieferten Produkt. Dieser Wunsch ist von der Diskussion zum Klimalabeling von Lebensmitteln geprägt. Zudem empfehlen transnationale Standards zur Bilanzierung von THG-Emissionen für Unternehmen, wie das Greenhouse Gas Protocol, eine belastbare Quantifizierung und Dokumentation aller Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette (inklusive Herstellung des Rohstoffs Milch) (Scope 3) (WRI und WBCSD, 2020).

Treibhausgas-Tools zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks

Die Forschung im Bereich der Ökobilanzierung (auch Life Cycle Assessment) beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Umweltwirkung und damit auch der Berechnung von Treibhausgas-Emissionen landwirtschaftlicher Betriebe und Produkte (Vgl. Abbildung 1). Eine umfassende Bewertung bietet beispielsweise das Tool SALCA (Gaillard et al., 2009) des Schweizer Forschungsinstituts Agroscope. Das Tool bildet den Einzelbetrieb sehr detailliert ab und ermöglicht eine vollständige Ökobilanz für Praxisbetriebe. Auch an der LfL wurde ein Modell entwickelt, das LfL-IBA-Expertenmodell, das eine einzelbetriebliche THG-Bewertung mit maximaler Detailtiefe ermöglicht. Im Projekt „CO₂-Fußabdruck Milch und Rindfleisch in Bayern“ werden 300 Milchviehbetriebe erfasst und mit Hilfe des Modells ausgewertet. Bisher jedoch beschränkt auf die Umweltwirkung der THG-Emissionen.

Praxis und Wirtschaft fordern jedoch zunehmend Tools, die über den Forschungszweck hinaus, den landwirtschaftlichen Betrieben zur Ermittlung des individuellen CO₂-Fußabdrucks ihrer Produkte zur Verfügung stehen. Auf internationaler Ebene wurde beispielsweise das CoolFarmTool (Hillier et al., 2011) als Web-Anwendung für die landwirtschaftliche Praxis entwickelt.

Internationale Tools sind jedoch beschränkt in Ihrer Möglichkeit, regionale Besonderheiten landwirtschaftlicher Produktions- und Betriebssysteme abzubilden.

Deshalb wurde an der LfL der LfL-IDB.THG Rechner mit Fokus auf typische regionale Produktionssysteme entwickelt. Im Folgenden wird die Funktionsweise des Tools sowie Möglichkeiten und Grenzen näher erläutert.

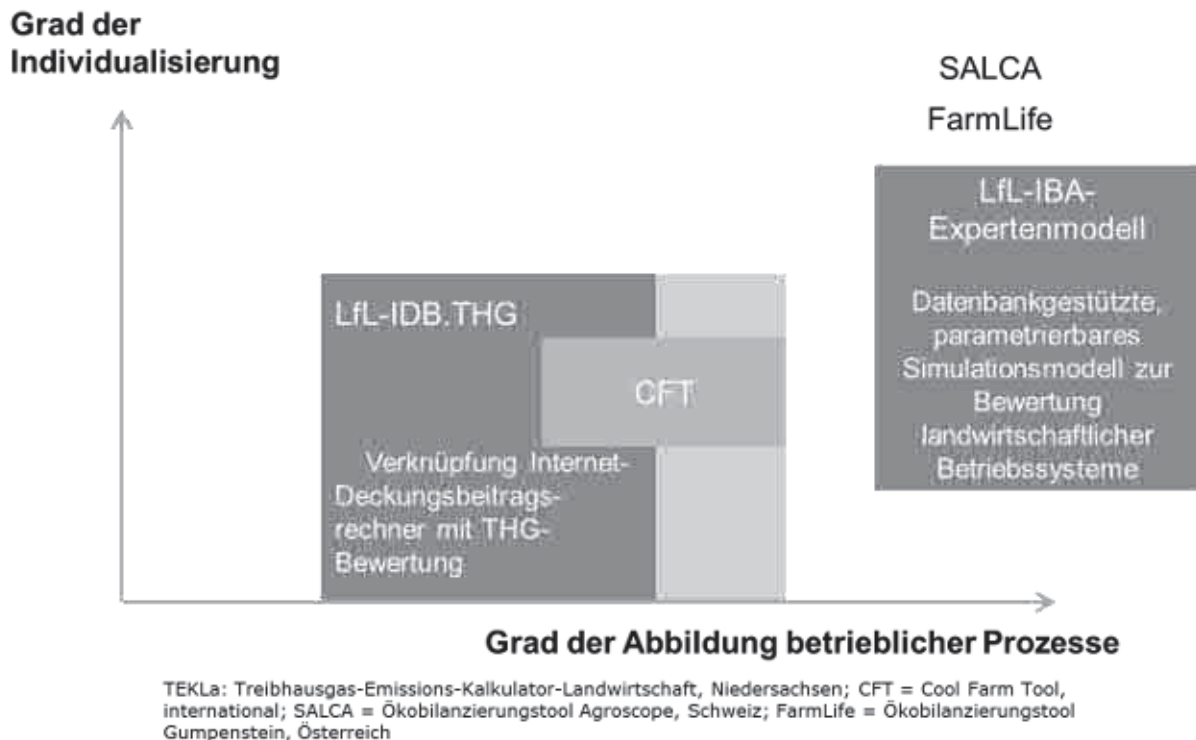


Abbildung 1: Einordnung von Modellen und Tools zur Umweltwirkung landwirtschaftlicher Betriebe nach Grad der Abbildung betrieblicher Prozesse und Grad der Individualisierung

LfL-IDB.THG - Wissensaustausch durch frei zugängliche Internet-Anwendung

Der Internet-Deckungsbeitragsrechner (IDB) besteht seit 1990 und ist ein frei zugängliches Online-Tool zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit von rund 100 bayerischen Produktionsverfahren aus dem Pflanzenbau und der Tierhaltung (IDB, 2021). Ein IDB-Verfahren vermittelt nicht nur die Rechenmethode, sondern gibt auch nach Regionen differenzierte Standardwerte vor, die jederzeit durch betriebsindividuelle Eingaben überschrieben werden können. Damit ist neben der niedrigen Einstiegsschwelle ein beliebiger Grad der Individualisierung möglich. Mit Projektmitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten werden zahlreiche Verfahren um eine THG-Bewertung ergänzt und so auch klimarelevante Begriffe und Zusammenhänge vermittelt. Ziel ist es zudem, eine Plattform für den Austausch von Wissenschaft und Praxis sowie zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen zu schaffen. Alle Berechnungen und verwendeten Methoden sind im Tool transparent dargelegt.

Der/Die Nutzer/in bekommt mit einer Dateneingabe eine ökonomische Auswertung und gleichzeitig eine THG-Bewertung seines Produktionsverfahrens. Durch die hinterlegten Standardwerte kann der/die Nutzer/in je nach Verfügbarkeit eigener Daten den Grad der Individualisierung selbst wählen und bekommt schon in der Standardbelegung ein Ergebnis, das er auch zum Vergleich mit seinem eigenem Produktionsverfahren nutzen kann. Auch Szenarien und damit die Identifizierung von Vermeidungsoptionen, sowie deren ökonomische Auswirkung sind möglich.

Die Berechnungsmethodik beruht auf den Vorgaben von IPCC und der nationalen Auslegung durch den Thünen-Report (Rösemann et al., 2019) um die entsprechenden direkten und indirekten klimawirksamen Emissionen zu bestimmen. Die Emissionen aus der Gruppe „Vorkette“ werden auf Basis internationaler Datenbanken bewertet.

Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt des Produktionsverfahrens „Milchkuh“ des LfL-IDB.THG Tools. Dabei zeigt sich, dass ein deutlicher Anteil der Gesamtemissionen des Produktionsverfahrens aus der Fütterung – Futterherstellung und Futterverluste vom Feld bis zum Trog - stammt (33 %). Hier ergeben sich Vermeidungsoptionen durch effiziente Düngung der hofeigenen produzierten Futtermittel, bedarfsgerechte Fütterung und damit Verzicht auf Luxuskonsum sowie Herkunft der Zukauffuttermittel mit Einsparpotentialen durch Verwendung von Nebenerzeugnissen der Lebensmittelherstellung.

Der größte Anteil liegt im Bereich der Methan Emissionen der enterischen Fermentation (35 %), deren Beeinflussung noch wissenschaftlich erforscht wird. Emissionen aus Bestandergänzung (17 %) und Wirtschaftsdünger-Management (10 %) können durch entsprechende produktionstechnische Verbesserungen im Bereich der Nutzungsdauer oder Technik im Bereich Wirtschaftsdünger-Lagerung verbessert werden.

Treibhausgasbewertung

Die **Systemgrenzen der THG-Bewertung Milchkuhhaltung** sind wie folgt gesetzt: Die Bewertung erfolgt für die Milchproduktion bis zur Milch im Tank, dem Tierverkauf ab Stalltür und dem Wirtschaftsdünger im Lager. Es werden die THG-Emissionen der Milcherzeugung sowie die vorgelagerten THG-Emissionen aus der Herstellung der eingesetzten Betriebsmittel berücksichtigt. Für die Berechnung werden die vorgegebenen bzw. eingetragenen Daten bis zum **Deckungsbeitrag II** übernommen.

Grundsätzliche Informationen zur Treibhausgasbewertung im Rahmen der IDB.THG Anwendung finden Sie im Merkblatt Klimacheck Landwirtschaft – Möglichkeiten und Grenzen.

Quellen für verwendete Emissionsfaktoren: Erklärung CO₂-Äq. bezogen auf GWP 100 nach IPCC (2007).

Ansprechpartner: Anna Karer und Anton Reindl (E-Mail: klima.check@LfL.bayern.de, Tel.: 08161 8640-1111).

Bestandergänzung	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	1834
Kälberaufzucht	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	117
Fütterung (Methan aus Verdauung)	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	3773
Fütterung (Futterverluste u. Futtermittelherstellung)	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	3469
Wirtschaftsdünger und Einstreu	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	1160
Wasser- und Energieeinsatz	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	182
Dieselerstellung und -verbrennung	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	95
THG-Emissionen je Kuh u. Jahr	kg CO₂-Äq./Kuh u. Jahr	10630
Weitere Kennzahlen des Verfahrens		
THG-Emissionen aus dem Betriebsmitteleinsatz und dem Tierzukauf	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	5593
THG-Emissionen aus dem Tierhaltungsverfahren	kg CO ₂ -Äq./Kuh u. Jahr	5037
THG-Emissionen je kg verkaufter Milch	kg CO₂-Äq./kg Milch	1.32
THG-Emissionen je kg verkaufter Milch (FPCM)	kg CO ₂ -Äq./kg Milch (FPCM)	1.27
THG-Emissionen mit ökonomischer Allokation je kg verkaufter Milch (FPCM)	kg CO₂-Äq./kg Milch (FPCM)	1.05
Vergleichsübersicht		

Abbildung 2: Ausschnitt aus der Treibhausgas-Bewertung des Produktionsverfahrens „Milchkuh“ des LfL-IDB.THG Tools

Klimawirkung und Ökonomie

Eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von THG-Modellen spielt die Verknüpfung mit der Ökonomie. Zum einen werden für die THG-Bilanz ähnliche Inputdaten benötigt. Zum anderen bieten sich zur Verringerung der THG-Emission im landwirtschaftlichen Betrieb mehrere Alternativen. Diese Alternativen sind hinsichtlich ihres Aufwands sowie ihrer technischen, organisatorischen und ökonomischen

Realisierbarkeit unterschiedlich zu bewerten. Eine isolierte Betrachtung der Klimawirkung greift zu kurz und spiegelt nicht die Anforderungen an die landwirtschaftliche Praxis wider.

Herausforderungen – Datenverfügbarkeit und Qualität auf den Betrieben

Wichtige Stellschrauben zur THG-Vermeidung können nur identifiziert werden, wenn die Betriebe beispielsweise über entsprechende Informationen zu Erträgen und Rationsgestaltung verfügen.

Wie sind die betrieblichen Emissionen auf die Produkte zu verteilen?

Am Beispiel der Milchviehhaltung: Die meisten Modelle zur Berechnung der THG-Emissionen aus der Milchviehhaltung wählen als Systemgrenze den Milchviehbetrieb. Die THG-Emissionen werden pro kg Milch ausgewiesen. Dieser Ansatz wird jedoch den typischen bayerischen Milchviehbetrieben mit Zweinutzungsrasen nicht gerecht. Milch- und Rindfleischprodukte sind eng verbunden, sogenannte Koppelprodukte. Die ausschließliche Fokussierung auf die Milch vernachlässigt die Synergien mit der Rindfleischproduktion außerhalb der Systemgrenze des Milchviehbetriebes. Berechnungsmethoden zur Bewertung der THG-Emissionen müssen daher die Rindfleischproduktion und die Masteigenschaften der nicht am Betrieb verbleibenden Kälber mitberücksichtigen.

Herausforderungen: Regionalisierung, Boden, Bezugsgröße, Klima- und Ökobilanz

Regionalisierung erforderlich: Bei der Modellierung von THG-Emissionen aus Milchviehbetrieben ist die Bewertung der Zukauffuttermittel eine ergebnisrelevante Stellgröße. In den meisten Tools werden Standardwerte aus internationalen/europäischen Datenbanken verwendet. Dies wird Betrieben, die auf regionale Herkunft der Futtermittel achten, nicht gerecht. Deshalb gilt es in Zukunft regional differenzierte Werte für bayerische Produktionsverfahren zu generieren. Auch dies ermöglicht das LfL-IDB.THG Tool durch die Möglichkeit die Emissionen der pflanzenbaulichen Produktionsverfahren individuell zu ermitteln.

Forschung erforderlich: Die Bewertung der Kohlenstoffbindung im Boden wird derzeit in verschiedenen THG-Bilanzierungsmodellen unterschiedlich behandelt. Innerhalb einer THG-Bilanz kann nur langfristiger Aufbau von Kohlenstoff im Boden berücksichtigt werden. Fachinstitute der LfL (IAB) entwickeln eine Methodik zur Bewertung der Kohlenstoffbindung unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen. Diese Methode soll in das Modell zur gesamtbetrieblichen Bewertung integriert werden. Erst dann wird die Klimawirkung der Landnutzungsänderung einzelbetrieblich quantifizierbar.

Herausforderung Klimalabeling:

Landwirtschaftliche Betriebssysteme sind im Gegensatz zu vielen industriellen Prozessen Systeme mit unterschiedlichen Produktionsverfahren, die ineinandergreifen und mehrere Produkte liefern. Deren Produktion kann im Betrieb kaum getrennt werden. Die THG-Emissionen müssen daher meist auf viele Produkte am Hof-Tor aufgeteilt werden, was je nach Wahl der Methode zu unterschiedlichen CO₂-Fußabdrücken pro Produkt führt.

Auch die Wahl der Bezugsgröße ist entscheidend. Werden beispielsweise Milchprodukte mit Haferdrinks verglichen, führt ein gewichtsbezogener Vergleich (pro kg Produkt) zu einer anderen Einordnung als ein Vergleich unter Berücksichtigung des Nährwerts und der biologischen Protein-Verfügbarkeit in der Human-Ernährung (Röös et al., 2016).

Klimawirkung und Ökobilanz: Eine THG-Bilanz beschreibt nur eine Wirkungsrichtung einer vollständigen Ökobilanz. Um die Zukunftsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebssysteme zu diskutieren, bedarf es eines

gesamtbetrieblichen Ansatzes unter Einbeziehung weiterer Indikatoren aus dem Bereich Umwelt, Ökonomie und Soziales. Insbesondere das Aufzeigen und Visualisieren von Synergien und Zielkonflikten dient dabei als Entscheidungshilfe und Diskussionsgrundlage für die landwirtschaftliche Praxis und Gesellschaft.

Literatur

Gaillard, G., Nemecek, T., 2009. Swiss Agricultural Life Cycle Assessment (SALCA): An integrated environmental assessment concept for agriculture. In: International Conference "Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development, Setting the Agenda for Science and Policy", Egmond aan Zee, Niederlande. AgSAP Office, Wageningen University, pp. 134-135.

Hillier, J., Walter, C., Malin, D., Garcia-Suarez, T., Mila-i-Canals, L., Smith, P. (2011): A farm-focused calculator for emissions from crop and livestock production. In: Environmental Modelling & Software, 26, 9, pp. 1070-1078.

IDB 2021. LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten - Internet Deckungsbeitragsrechner, Anwendung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), zuletzt aufgerufen am 16.09.2021, von: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/>

Röös, E., Patel, M., Spångberg, 2016. Producing oat drink or cow's milk on a Swedish farm — Environmental impacts considering the service of grazing, the opportunity cost of land and the demand for beef and protein. Agricultural Systems 142, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.002>.

Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R (2019) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2017: Report on methods and data (RMD) Submission 2019. Braunschweig: Johann Heinrich von ThünenInstitut, 432 p, Thünen Rep 67

World Resources Institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2020. Greenhouse Gas Protocol. Online abgerufen am 15.09.2020 unter <https://ghgprotocol.org/>

Autorenanschrift:

Dr. Monika Zehetmeier
Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Menzinger Str. 54
80638 München
E-Mail: monika.zehetmeier@LfL.bayern.de

Nach- und Nebenprodukte aus der Lebensmittelerzeugung – Angebot für die Schweinefütterung

Johannes Kraft, Jennifer Brandl

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

Einleitung

Die Verwertung von Nach- und Nebenprodukten aus der Lebensmittelindustrie und Bioethanolerzeugung als Futtermittel in der Tierernährung gewinnt vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Land- und Ernährungswirtschaft an Bedeutung. Im Sinne des Kreislaufgedankens ist die Landwirtschaft angehalten, Stoffkreisläufe zu schließen, indem die Reststoffe zurückgeführt und verwertet werden und so zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft beitragen. Nach- und Nebenprodukte werden nach pflanzlicher und tierischer Herkunft unterschieden. Sie können vielfältig sein und fallen bei der Mehl- und Schälmmüllerei, bei der Stärkegewinnung, in Brennereien, in Brauereien, bei der Obstverarbeitung, bei der Gemüse- und Kartoffelverarbeitung, in der Speiseölindustrie, in der Zuckerindustrie, bei der Milchverarbeitung sowie bei der Fleisch- und Fischverarbeitung an. Neben den genannten Nach- und Nebenprodukten kommen Fehlchargen und Bruch der Backwarenindustrie sowie anderer nicht marktfähiger Lebensmittel (z.B. wegen Überlagerung oder Fehletikettierung) hinzu, die im engeren Sinne keine Nebenprodukte darstellen (Susenbeth, 2004). Ein Großteil der Nebenprodukte pflanzlicher Herkunft werden in der Mischfutterindustrie als Rohstoffe zur Herstellung von Kraftfutter für Schweine, Rinder und Geflügel verwendet. Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen spielen Nebenprodukte tierischer Herkunft (Tiermehle etc.) mit Ausnahme von Nebenprodukten der Milchverarbeitung eine untergeordnete Rolle. Die gesamte Produktpalette der Milchverarbeitung war vom Verfütterungsverbot nicht betroffen. In der bayerischen Schweinehaltung werden Nebenprodukte zu großen Anteilen in Mastschweinerationen eingesetzt. So wurden in der Schweinemast rund 23 % der vom Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung e.V. (LKV Bayern) geprüften Mastschweine im Jahr 2019/2020 mit Nebenprodukten (vor allem mit Molken und Bierhefen) gefüttert (LKV Bayern, 2020). Zu berücksichtigen ist jedoch, dass beim Einsatz von Nach- und Nebenprodukten zwingend die Kenntnis der wertgebenden Inhaltsstoffe und des Futterwertes erforderlich ist, um eine Unter- bzw. Überversorgung der Tiere mit Nährstoffen zu vermeiden.

Inhaltsstoffe

Die Rationsberechnung und Optimierung von Futtermischungen bedürfen der genauen Kenntnis wertgebender Futtermittelinhaltsstoffe, um bedarfs- und tierartgerecht zu füttern. Diese werden ebenso im Hinblick auf Ressourcenschonung und Umweltschutz für eine effiziente Nutzung von Rohprotein bzw. Stickstoff (Ammoniakemissionen) sowie Phosphor (Eintrag in Gewässer) benötigt. Die für die Rationsformulierungen benötigten Futtermittelinhaltsstoffe von wirtschaftseigenem Futter sowie von Nach- und Nebenprodukten können umfangreichen Tabellenwerken entnommen werden (Hoedtke, 2020). Neben den tabellierten Werten kann idealerweise die Futtermitteldeklaration oder eine eigene laboranalytische Ermittlung Angaben zu den wertgebenden Inhaltsstoffen liefern. Die Angaben in Tabellenwerken können jedoch einige Jahre bis Jahrzehnte alt sein. Des Weiteren können die natürlichen Streuungen aufgrund von Sorten- oder Witterungseinflüssen nicht in Tabellenwerte

einbezogen werden (DLG 2014, LfL 2021). Gerade bei den flüssigen Nebenprodukten liegen wenig Untersuchungsergebnisse vor, was eine Überarbeitung der Tabellenwerte zusätzlich erschwert.

Bei Alleinfuttermitteln können mit Hilfe der Deklaration die Inhaltsstoffe korrekt interpretiert und für die Rationsformulierung genutzt werden. Bei Zukauf von Nach- und Nebenprodukten (Einzelfuttermittel) ist es ratsam die futtermittelrechtlichen Vorgaben bzgl. der Kennzeichnung der analytischen Bestandteile zu kennen. Tabelle 1 stellt für ausgewählte Nach- und Nebenprodukte der Schweinefütterung dar, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen Feuchte (bzw. Trockenmasse), Rohprotein und Phosphor deklariert werden müssen. Auffällig ist, dass Phosphor bei keinem der genannten Nach- und Nebenprodukte angegeben werden muss und der Gehalt an Rohprotein nicht immer kennzeichnungspflichtig ist. Des Weiteren werden in der Praxis teilweise immer noch Datenblätter mit Angaben wie min., max., ca. sowie Spannweiten ausgegeben, welche für eine genaue Rationsformulierung ungenügend sind.

Tabelle 1: Deklaration von Feuchte, Rohprotein und Phosphor gemäß Verordnung (EU) Nr. 68/2013

Futtermittel	Feuchte	Rohprotein	Phosphor
4.8.8 Kartoffelpülpe	wenn Feuchte <77% oder >88% bzw. <12%TM oder >23%TM	nein	nein
8.2.1 Buttermilch	wenn Feuchte >6% bzw. <94%TM	ja	nein
8.11.1 Magermilch	wenn Feuchte >5% bzw. <95%TM	ja	nein
8.17.1 Molke	wenn Feuchte >8% bzw. <92%TM	ja	nein
8.21.1 Molkenpermeat	wenn Feuchte >8% bzw. <92%TM	ja	nein
12.1.5 Bierhefe	wenn Feuchte <75% oder >97% bzw. <3%TM oder >25%TM	wenn Feuchte <65% bzw. >35%TM	nein

TM=Trockenmasse

Die Kenntnis der wertbestimmenden Inhaltsstoffe der aktuellen Nebenproduktlieferung bzw. -Charge ist die wünschenswerte Datengrundlage für die Rationsberechnung. Eine eigene laboranalytische Untersuchung kann diese Informationen liefern. Allerdings ist die Beprobung vor allem flüssiger Nebenprodukte mit großem Arbeits- und Zeitaufwand verbunden. Bei Entladung des LKW müssen am Entladeschlauch mehrere Einzelproben gezogen werden, die nach der Homogenisierung zu einer Einzelprobe für die laboranalytische Analyse zusammengefasst werden. Die Bestimmung der Trockenmasse (TM) ist mitunter die Basis für die Preisermittlung, sodass sich eine TM-Analyse mittels Schnelltest vor Ort in der Praxis regional etabliert hat, um die angegebene TM auf Lieferschein und Deklaration zu überprüfen. Eine ausreichend genaue Kontrolle des TM-Gehaltes ist möglich. Der Schnelltest sollte aber eine regelmäßige Laborprobe nicht gänzlich ersetzen, die auch Rohnährstoffe, Aminosäuren und Mineralstoffe umfasst.

Nach- und Nebenprodukte der Milchverarbeitung

Bei der Erzeugung von Molkereiprodukten fallen beträchtliche Mengen an unterschiedlichen Nebenprodukten an, die auch als Futtermittel eine große Bedeutung haben, wie beispielsweise Molke aus der Käseherstellung und Permeat aus der Milchproteingewinnung. Der Futterwert der verschiedenen Molkereinebenprodukte ist davon abhängig, welche Hauptnährstoffe der Milch in welchem Umfang zur Lebensmittelgewinnung entzogen wurden. Mithilfe moderner Technologieverfahren (Mikro- und Ultrafiltration) entstehen in der Milchverarbeitungsindustrie am Ende des Verarbeitungsprozesses häufig flüssige Molkereinebenprodukte, die asche- bzw. mineralstoffreich, rohprotein- und energiearm sind (Kamphues et. al, 2014). Aufgrund hoher Mineralstoffgehalte sind diese nur in begrenztem Mengen in der Tierfütterung einsetzbar. In der Schweinefütterung werden flüssige Molkereinebenprodukte vor allem an Mastschweine verfüttert. In der sogenannten „Molken-Mast“ werden nach Erfahrungen aus der Verbundberatung Mastschweine (ab 30 kg LM) mit steigenden Einsatzmengen an Molken bis Mastende gefüttert (Anteil bis 20% in der Gesamtfuttermischung je kg Trockenfutter). Der Einsatz von flüssigen Produkten birgt hinsichtlich des Hygienestatus grundsätzlich Risiken. Es bedarf deshalb eines regelmäßigen Controllings der Lagertankhygiene und der mikrobiellen Qualität der Gesamtfuttermischung. Nach Kamphues et. al (2014) kann es bei erhöhten Einsatzmengen von Molken mit hohen Milchzuckergehalten durch den ungenügenden praecaecalen Abbaus der Lactose zur fermentativen Diarrhoe kommen (nach Erfahrungen aus der Verbundberatung max. 10% Milchzucker in der TM). Hinzu kommt die Variation des Wasser- bzw. TM-Gehaltes der Molkereinebenprodukte, die je nach Hersteller aufgrund betriebsindividueller Produktionsverfahren schwanken. So variieren Molken in ihrer Zusammensetzung von Hersteller zu Hersteller. Tabelle 2 zeigt die Auswertung von 138 Molkereinebenprodukten, die im Zeitraum von 2017 bis 2020 im LKV-Futtermittellabor Grub auf Futtermittelinhaltsstoffe untersucht wurden. Die dargestellten Molkereinebenprodukte wurden anhand ihres TM-Gehaltes in drei Kategorien eingeteilt (<10%TM, bis 20%TM und >20%TM). Auffällig sind die großen Spannweiten bei allen Untersuchungsparametern, besonders bei Rohprotein. Mit steigender TM nimmt der Rohprotein- und Lysingehalt ab und der Aschegehalt zu. Somit enthalten Molkereinebenprodukte mit hohem Ascheanteil hohe Mineralstoffgehalte (Phosphor, Calcium, Natrium), was bei der Rationsformulierung (z.B. bei der Mineralfutterzusammensetzung) berücksichtigt werden muss. Anhand der Daten wird deutlich, dass Nebenprodukte Futtermittel mit schwankenden Inhaltsstoffen sind und in regelmäßigen Abständen untersucht werden müssen, um eine Über- oder Unterversorgung mit Nährstoffen zu vermeiden.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse von Molkereinebenprodukten im Zeitraum 2017 bis 2020, Gehalte bezogen auf 88%TM (LKV-Futtermittellabor, Grub)

	n	Ø (Spannweite)			
		Rohasche, g	Rohprotein, g	Lysin, g	Phosphor, g
<10%TM	83	89 (35-173)	209 (58-636)	17 (3-46)	8 (3-16)
10-20%TM	11	92 (41-118)	128 (30-488)	10 (1-37)	6 (3-11)
>20%TM	44	162 (75-251)	90 (26-178)	6 (1-16)	15 (6-21)

In Tabelle 3 sind die Folgen unterschiedlicher Ergebnisse eines Untersuchungsparameters an Hand eines Berechnungsbeispiels dargestellt. Die unterstellten Sauermolkeproben (Probe A und B) weisen den gleichen Rohprotein- und Phosphorgehalt auf, unterscheiden sich jedoch im TM-Gehalt (5 bzw. 8%TM). Bei einer Zukaufmenge von 10.000 dt Frischmasse ergibt sich dadurch ein Unterschied im Nährstoffeintrag von 720 kg Stickstoff- und 480 kg Phosphor in einen landwirtschaftlichen Betrieb. Bei einer Flächenausstattung von beispielsweise 50 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche sind das je nach Untersuchungsergebnis 38 bzw. 24 kg Stickstoff je ha und 26 bzw. 16 kg Phosphor je ha. Nur mit der Kenntnis der tatsächlichen Inhaltsstoffe können daher eine Überversorgung mit Ressourcen wie Eiweiß

und Phosphor verringert und gleichzeitig positive Auswirkungen auf Tier, Umwelt und Geldbeutel erzielt werden.

Tabelle 3: Einfluss des TM-Gehaltes am Beispiel Sauermolke

	Einheit	Probe A	Probe B
TM-Gehalt	%	8	5
Zukaufmenge	dt FM	10.000	10.000
Zukaufmenge	dt TM	800	500
Rohproteingehalt	g/kg in TM	150	150
Stickstoffgehalt	g/kg in TM	24	24
Phosphorgehalt	g/kg in TM	16	16
Summe N-Zukauf	kg	1.920	1.200
Summe P-Zukauf	kg	1.280	800
N-Zufuhr pro Hektar durch Sauermolke*	kg	38	24
P-Zufuhr pro Hektar durch Sauermolke*	kg	26	16

FM=Frischmasse, N=Stickstoff, P=Phosphor, *unterstellte Flächenausstattung beträgt 50 Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche

Bedeutung der Nebenprodukte im Hinblick auf die Stoffstrombilanzverordnung

Zum 1. Januar 2018 ist in Deutschland die Stoffstrombilanzverordnung (StoffBilV) in Kraft getreten (StoffBilV, 2017). Zunächst sind davon nur landwirtschaftliche Betriebe oberhalb bestimmter Grenzen betroffen. Gemäß Düngegesetz § 11a (2) Satz 1 soll der Geltungsbereich der StoffBilV ab dem 1. Januar 2023 auf alle Betriebe ausgeweitet werden. Aktuell befindet sich die StoffBilV in einer Evaluierungsphase, in der vor allem die Bewertungsverfahren der betriebsindividuellen Bilanzen thematisiert werden. Unverändert bleibt das Ziel, mit Hilfe der StoffBilV die Nährstoffflüsse in den landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar zu machen (BMEL, 2019). Betriebe sind verpflichtet, die Nährstoffzufuhr und -abgabe zu dokumentieren und bilanzieren. Als Nährstoffzufuhr werden hierbei die Nährstoffmengen an Stickstoff und Phosphor bilanziert, die durch z.B. Düngemittel, Futtermittel, Saatgut, Tiere oder Leguminosen zugeführt werden. Die Abgabe von Stickstoff und Phosphor wird dokumentiert durch den Verkauf pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse, Wirtschaftsdüngerabgabe sowie durch Tierverkäufe und -verluste. Laut StoffBilV sind für die Nährstoffgehalte der zugekauften Produkte immer die Angaben des Abgebers zu nutzen – eigene Analysen durch den aufnehmenden Betrieb sind nicht zulässig. Dies schafft eine Abhängigkeit von verlässlichen Rohprotein- bzw. Stickstoff- und Phosphorgehalten bzw. Deklarationen.

In Bayern hat ein dreijähriges Verbundprojekt gezeigt, dass bei tierintensiven Veredelungsbetrieben in der Schweinehaltung der Futtermittelzukauf mit Abstand den höchsten Stickstoff- und Phosphor-Input darstellt. Die Ergebnisse lassen weiter den Schluss zu, dass die Fütterung einen maßgeblichen Einfluss auf den gesamtbetrieblichen Nährstoffkreislauf dieser Betriebe hat (Schneider et. al, 2021). Wenn nun Nebenprodukte eine wichtige Futtergrundlage für Betriebe darstellen (laut LKV-Jahresbericht wurden 2019 rund 23% der Mastschweine mit Nebenprodukten gefüttert), wirken sich die zugekauften Mengen (dt) und Inhaltsstoffe (Rohprotein bzw. Stickstoff, Phosphor) maßgeblich auf die Bilanzen dieser Betriebe aus. BetriebsleiterInnen sind verpflichtet, die zugeführten Stickstoff- und Phosphormengen jedes Zukaufs zu dokumentieren. Da die StoffBilV bisher nur für wenige Betriebe in Bayern verpflichtet

ist, stehen die damit verbundenen Herausforderungen noch nicht im Fokus. Dennoch bedarf es bereits früh einer Sensibilisierung für dieses Thema. Aus diesem Grund hat das LfL-Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft in Grub eine Umfrage bei Nebenproduktherstellern und Händler durchgeführt. Von 24 angeschriebenen Händlern haben 10, von 31 Herstellern 13 an der Befragung teilgenommen. Alle Händler, aber nur 38% der Hersteller haben angegeben bereits von der StoffBilV gehört zu haben. Gerade den Herstellern ist also die Problematik häufig noch nicht bewusst. Sowohl Hersteller als auch Händler gaben an Lieferungen standardmäßig mit Liefermenge und Produktbezeichnung für ihre Produkte auszuweisen - TM, Rohprotein/Stickstoff und Phosphor hingegen selten. Abbildung 1 zeigt die Grundlage, auf welcher sich die TM- und Nährstoffangaben der Hersteller und Händler beziehen. Es wird deutlich, dass Hersteller überwiegend auf Tabellenwerte bei der Angabe der Inhaltsstoffe zurückgreifen und nur wenige Hersteller ihre Nach- und Nebenprodukte regelmäßig untersuchen lassen. Diese Tabellenwerte werden von den Händlern häufig übernommen, wie sieben von zehn der befragten Händler angeben. Erfreulich ist, dass 50% der befragten Händler regelmäßig laboranalytische Untersuchungen durchführen lassen, um genaue Angaben der Inhaltsstoffe zu gewährleisten.

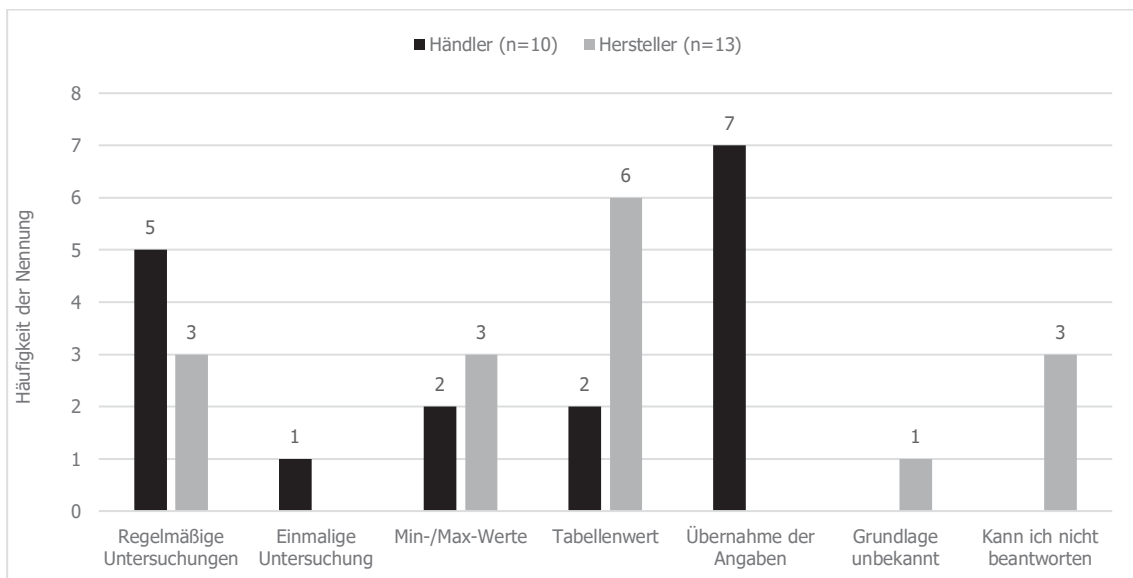


Abbildung 1: Antworten der Nebenprodukthersteller und -händler auf die Frage: „Auf welche Grundlagen beziehen sich ihre Trockenmasse- bzw. Nährstoffangaben? (Mehrfachnennung möglich)

Aus fachlicher Sicht sollten bei jeder Nach- und Nebenproduktlieferung die Angaben zur TM, zum Rohprotein (Stickstoff) und Phosphor angegeben werden, sodass Nährstoffzufuhr und -abgabe verlässlich dokumentiert und bilanziert werden können. Des Weiteren sind die genannten Angaben durch regelmäßige Untersuchungen seitens der Lebensmittelhersteller abzusichern, da Nebenprodukte in ihrer Zusammensetzung, wie gezeigt, schwanken. Auf den Verkauf von Produkten mit standardisierten Inhaltsstoffen haben sich bereits einzelne Unternehmen spezialisiert, indem sie die Nebenprodukte von Brauereien (Bierhefe und Biotreber) aufkaufen und zu standardisierten Produkten veredeln. Landwirtschaftliche Betriebe sollten regelmäßig besonders bei flüssigen Nebenprodukten die TM überprüfen, um die Nährstoffzufuhr in den landwirtschaftlichen Betrieb genau zu dokumentieren und die Rationsplanung zu optimieren. Die Ernährungsindustrie ist angehalten die benötigten Angaben zur wertbestimmenden Inhaltsstoffen der Nach- und Nebenprodukte zu liefern, sodass im Sinne der Kreislaufwirtschaft diese in der Tierfütterung weiterhin eingesetzt werden können.

Zusammenfassung

Die Verwertung von Nach- und Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung als Futtermittel ist aufgrund der Kreislaufwirtschaft weiterhin anzustreben. Um die Vorgaben der StoffBiV zu erfüllen und um ressourceneffizient zu wirtschaften, werden für eine nährstoffangepasste Fütterung jedoch verlässliche Angaben von TM, Rohprotein (Stickstoff) und Phosphor bei jeder Lieferung benötigt. Neben Hersteller und Händlern sind auch Landwirte gefordert sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Es sollten daher Anstrengungen unternommen werden, um verlässliche Angaben machen zu können. Die Verwertung von Nach- und Nebenprodukten als Futtermittel ist als positiv für die Gesamtumweltwirkung ihrer Produktion anzusehen und könnte zukünftig eine Daseinsberechtigung für die Fütterung von Monogastrierern sowie ein Verkaufsargument darstellen. Landwirte brauchen verlässliche Angaben für die Rationsformulierung von Futtermischungen, die Erstellung der StoffBiV und müssen diese Angaben auch von den Herstellern bzw. Händlern einfordern.

Literatur

BMEL - Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019): Stoffstrombilanz: Mehr Transparenz über Nährstoffe in landwirtschaftlichen Betrieben. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/stoffstrombilanz.html>. abgerufen am 08.09.2021.

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (2014): DLG-Futterwerttabellen Schweine, 7., erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

Hoedtke, H. (2020): Am Anfang steht die Analyse des Futters. In: Katrin Harms und Wilhelm Windisch (Hrsg.): 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und Rationskontrolle nutzen! Tagungsband, Freising, 15.10.2020. Grub: BAT, S. 5

Kamphues, J., P. Wolf, M. Coenen, K. Eder, C. Iben, E. Kienzle, A. Liesegang, K. Männer, Q. Zebeli, J. Zentek (2014): 10. Milch und Milchverarbeitungsprodukte. In: J. Kamphues, P. Wolf, M. Coenen, K. Eder, et al., (Hrsg.): Supplemente zur Tierernährung für Studium und Praxis. M. & H. Schaper GmbH, Hannover. S. 117–119.

LfL - Landesanstalt für Landwirtschaft (2021): Futterberechnung für Schweine. LfL-Information, 25. Auflage, Freising: LfL.

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2020): Fleischleistungsprüfung in Bayern 2020. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern.

Schneider, S., Brunlehner, E.-M., Spiekers, H. (2021): Nährstoffkreislauf in Schweinebetrieben: Ergebnisse und gesamtbetriebliche Beratungsansätze aus dem Verbundprojekt „demonstration farms“. In: Züchtungskunde 93. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. S. 19-41.

StoffBiV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017, BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360.

Susenbeth, A. (2004): Nebenprodukte der Lebensmittelverarbeitung als Futtermittel. UWSF-Z Umweltchem. Ökotox. 16, 29-32.

Verordnung (EU) Nr. 68/2013 der Kommission vom 16. Januar 2013 zum Katalog der Einzelfuttermittel, konsolidierte Fassung vom 01.07.2020.

Autorenanschrift:

Johannes Kraft,
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing
E-Mail: Johannes.Kraftl@LfL.bayern.de

Grobfuttereinsatz beim Schwein

Wolfgang Preißinger

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

Einleitung

Insbesondere bei tragenden Sauen wurden früher größeren Mengen an Grobfutter eingesetzt. Man sprach dabei von der „Kombinierten Fütterung“ tragender Sauen. In den letzten Jahrzehnten wurden jedoch eher weniger Grobfuttermittel bei Schweinen eingesetzt. Die Ernte und die Verarbeitung dieser Futter sind teuer, die Lagerung ist aufwändig, die Logistik zum Einbringen in den Stall sowie der damit verbundene Gülletransport aus dem Stall sind kompliziert. Die aktuell anzutreffenden Haltungssysteme in der Schweinehaltung, insbesondere die Gülletechnik, sind zum großen Teil nicht auf den Einsatz derartigen Futters ausgerichtet (Rau und Neumann, 2018).

Die Fütterung von Schweinen erfolgte in den letzten Jahrzehnten mit Ausnahme des Ökobereichs fast ausschließlich in Form eines Alleinfutters, das sowohl zugekauft als auch im eigenen Betrieb hergestellt sein kann. Eine kombinierte Fütterung von Saft- oder Grobfutter plus Ergänzungsfutter wird zwar empfohlen (Flachowsky et al., 2006) wurde in den letzten Jahren aber aus o. a. Gründen kaum durchgeführt. Die Diskussion um mehr Tierwohl in der Schweinehaltung rückt das Grobfutter jedoch wieder verstärkt in den Fokus. So wird u.a. bei der Teilnahme an der „Initiative Tierwohl“ (ITW) gefordert, dass Schweinen ständig Raufutter wie Stroh, Heu oder Kleie zusätzlich zum regulären Futterangebot zur Verfügung steht (Initiative Tierwohl, 2021). In den Kriterien des Staatlichen Tierwohlkennzeichens für Schweine wird „Raufutter und Beschäftigung“ unter Punkt 2 angeführt (BMEL, 2021). Auch in der aktuellen Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV) wird neben dem Rohfaserangebot für tragende Sauen seit 1. August 2021 gefordert, dass jedes Schwein jederzeit Zugang zu gesundheitlich unbedenklichem und in ausreichender Menge vorhandenem organischen und faserreichen Beschäftigungsmaterial hat. Explizit werden in der TierSchNutzTV u.a. die Grobfuttermittel Heu und Stroh angeführt.

Leider ist die Begrifflichkeit für diese Art von Futter nicht einheitlich. So werden Futtermittel wie Grünfutter, Silagen, Heu, Stroh, Grünmehle etc. in der DLG-Futterwerttabelle für Schweine (DLG, 2014) als Grobfutter bezeichnet. Im ökologischen Landbau wiederum muss in der Tagesration von Schweinen frisches, getrocknetes oder siliertes Raufutter eingesetzt werden (EU, 2018). Auch die Begriffe Grundfutter und wirtschaftseigenes Saftfutter sind durchaus noch gebräuchlich (Lindermayer et al., 2009; Roth, 2014; DLG, 2021).

Gründe für den Grobfuttereinsatz beim Schwein

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben bzw. Forderungen zum Einsatz von Raufutter bzw. organischem und faserreichem Beschäftigungsmaterial wird der Einsatz von Grobfutter wieder interessant und zum Teil verpflichtend. Grobfutter sind faserreich und haben beim Schwein positive Effekte auf die Sättigung, die Beschäftigung, die Darmgesundheit etc. (vgl. Abbildung 1).

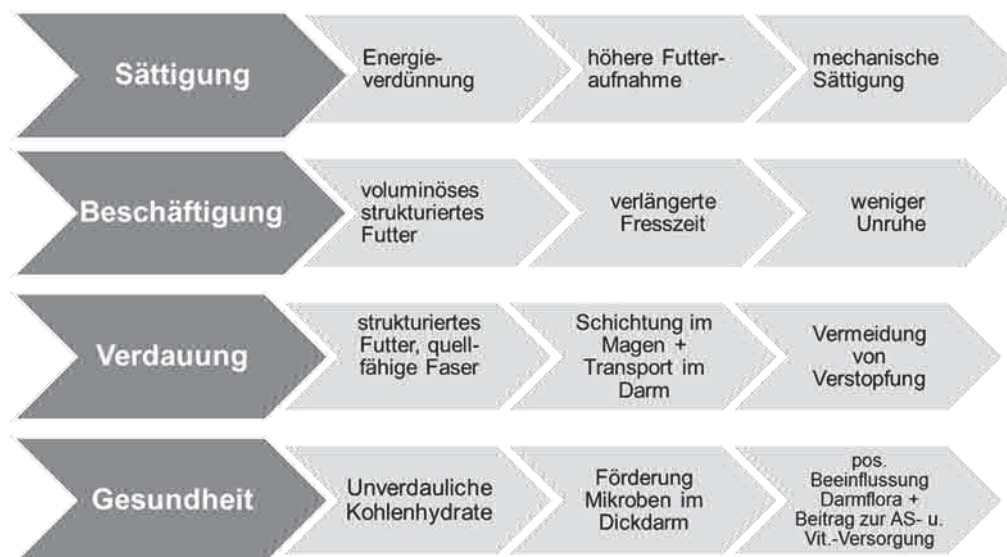


Abbildung 1: Effekte der Faser beim Schwein (nach Grünewald und Preißinger, 2014)

Die Bedeutung der Faser in der Schweinefütterung und somit auch den Einsatz von Grobfutter haben verschiedene Autoren (Dusel, 2014, 2018; Preißinger 2015) ausführlich beschrieben. Auch die DLG greift den Einsatz von Grobfuttermitteln (bezeichnet als „Grundfuttermittel“) im aktuellen DLG-Merkblatt 463 „Fütterung und Tierwohl beim Schwein, Teil A: Futter, Fütterung und Faserstoffversorgung“ (DLG, 2021) auf. In Tabelle 1 ist Charakterisierung von Grundfuttermitteln in der Schweinefütterung (DLG, 2021) zusammengestellt.

Tabelle 1: Die Charakterisierung von Grundfuttermitteln in der Schweinefütterung (DLG, 2021)

Futterform	Wirkung beim Tier
- voluminös, sperrig, inhomogen	- Neugierde, Riechen, Betasten, Sortieren, Bekauen, Zerkleinern
- große Qualitätsschwankungen (Nährstoffe, Hygiene)	- Einspeicheln, Enzym- und Hormonausschüttung
- sehr feucht bis sehr trocken (unterschiedliche TM-Gehalte)	- langsames Abschlucken bei hohen TM-Gehalten
- zellwandreich	- Magenschichtung/-füllung (pH-Gradient)
- geringe Nährstoffkonzentration	- geringe Verdaulichkeit der organischen Substanz im Chymus
- geringe Verdaulichkeit der organischen Substanz	- Stabilisierung Darmwand bzw. Darmzotten
	- Nährstoffquelle für Dickdarmbewohner
	- fördert u.a. die Milchsäure-/Bifidobakterien
	- Wirkung auf Peristaltik und Kotkonsistenz

Die Bedeutung und der Einsatz der faserreichen Futtermittel beim Schwein werden fachübergreifend diskutiert. So ist bei zukünftigen Stallbaumaßnahmen für Schweine die separate Vorlage eines faserreichen Beifutters bzw. Grobfutters zu berücksichtigen (BLE, 2018, 2021). Dies hat sowohl für die Fütterungs- als auch für die Entmistungstechnik entsprechende Konsequenzen.

Art der Grobfuttervorlage

Grundsätzlich kann Grobfutter auf verschiedenen Wegen beim Schwein vorgelegt werden. So können Grobfuttermittel mit hohen Trockenmasse (TM)-Gehalten wie Heu, Stroh oder heißluftgetrocknete Grobfuttermittel (Luzerne, Gras, Mais) geschrotet und direkt in das Futter eingemischt werden. Gleiches gilt auch für Maisganzpflanzensilage oder Maiskolbensilage bei entsprechender Vorzerkleinerung und Flüssigfütterung (Wolf et al. 2013; Lehnert, 2016). Für diese Art der Grobfuttervorlage ist somit nur eine

Futterstrecke notwendig. Eine separate Vorlage ist bei Teilnahme an bestimmten Programmen z.B. ITW aber zu beachten. Darüber hinaus ist die starke Zerkleinerung des Grobfutters zu diskutieren.

Eine weitere Möglichkeit ist Grobfuttervorlage über Raufen, Strohkörbe oder -kugeln, zusätzliche Tröge, Pelletautomaten, Grobfutterspender etc. Auch die Vorlage auf den Boden wird diskutiert (BLE, 2018). Der Transport in den Stall kann dabei von Hand, per Druckluft oder Rohrkettenförderer erfolgen. Auch die Fütterung mittels eines Hoftraks oder Mischwagens ist bei geeigneten Stallbauformen bzw. -systemen möglich. Das Grobfutter (Silagen, Heu, Stroh etc.) kann dabei separat oder auch zusammen mit dem Kraftfutter bzw. dem Ergänzungsfutter vorgelegt werden.

Bei Einsatz von Grobfutter ist ein besonderes Augenmerk auf das Entmistungsverfahren zu legen, da es zu Schwimmdeckenbildungen und Verstopfungen bei konventionellen Gülleentmistungsverfahren kommen kann. Bei Um- und Neubauten empfiehlt es sich Schiebersysteme einzubauen. Auch mit erhöhtem Fliegen- und Schädnerbefall ist zu rechnen, insbesondere wenn die Futterreste lange im Stall verbleiben bzw. nur unzureichend entfernt werden können.

Grobfuttereinsatz beim Ferkel

Bei Ferkeln finden sich zahlreiche Studien zum Grobfuttereinsatz (Meyer und Henke, 2018; Meyer 2020; Preißinger et al., 2015, 2016b, 2017a). Grobfutter wird meist in Form von Pellets bzw. Cobs, gehäckseltem Heu bzw. Stroh oder als Maisganzpflanzensilage zusätzlich zum Ferkelaufzuchtfutter eingesetzt. Der Fokus liegt dabei in der Vermeidung von Schwanzbeißen. Oft wird auf Luzerneprodukte zurückgegriffen. Eine „Verdrängung“ von Ferkelaufzuchtfutter durch Grobfutter konnten Preißinger et al. (2015) nicht feststellen. Der Verbrauch an Ferkelaufzuchtfutter wurde in diesen Studien durch die Grobfuttergabe eher noch stimuliert. Auf die täglichen Zunahmen zeigte sich in der Mehrzahl der Versuche kein gerichteter Effekt. Aufgrund eines eher höheren Futterverbrauchs bei nahezu gleicher Leistung ist der Futteraufwand pro kg Lebendmasse (LM)-Zuwachs zum Teil höher (Preißinger et al. 2016b). Die Studien zeigten auch, dass der Verbrauch an pelletiertem Grobfutter höher lag als bei gehäckseltem Futter (vgl. Abbildung 2).

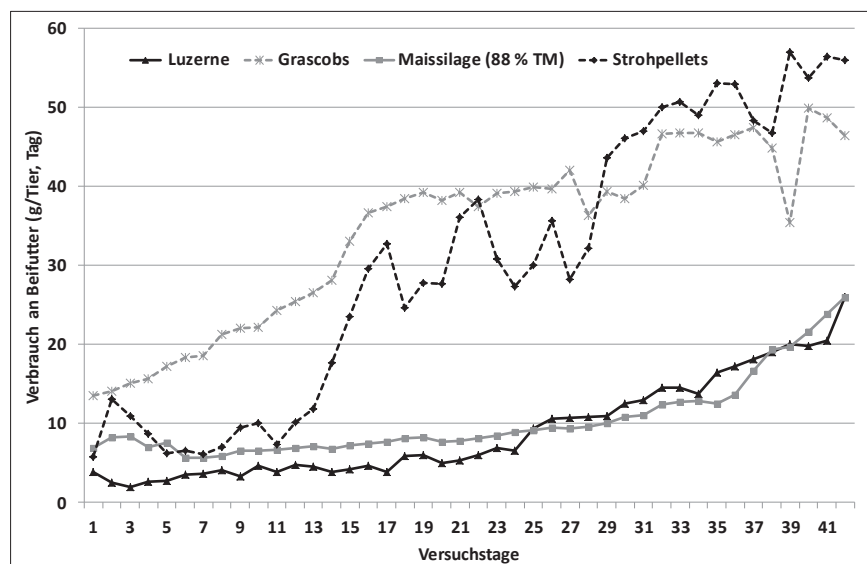


Abbildung 2: Verbrauch an verschiedenen, zusätzlich angebotenen Grobfuttermitteln (Angaben bei 88% TM) in der Ferkelaufzucht (Preißinger et al, 2016b).

Gegenüber einer separaten Vorlage zeigte das Einmischen von Grobfutter (Luzernepellets) in das Ferkelaufzuchtfutter keinen Effekt auf das Schwanzbeißgeschehen bei nicht kupierten Ferkeln (Preißinger et al, 2017a). Abbildung 3 zeigt die Schwanz- bzw. Teilschwanzverluste von nicht schwanzkupierten Ferkeln bei unterschiedlicher Vorlage von Grobfutter (separate Vorlage von Luzernepellets versus ins Ferkelaufzuchtfutter gemischten vermahlenden Luzernepellets). Positive Effekte auf die Darmgesundheit sind durch das Einmischen des Grobfutters ins Ferkelaufzuchtfutter und der damit verbundenen Erhöhung des Faseranteils zu erwarten (vgl. Abbildung 1).

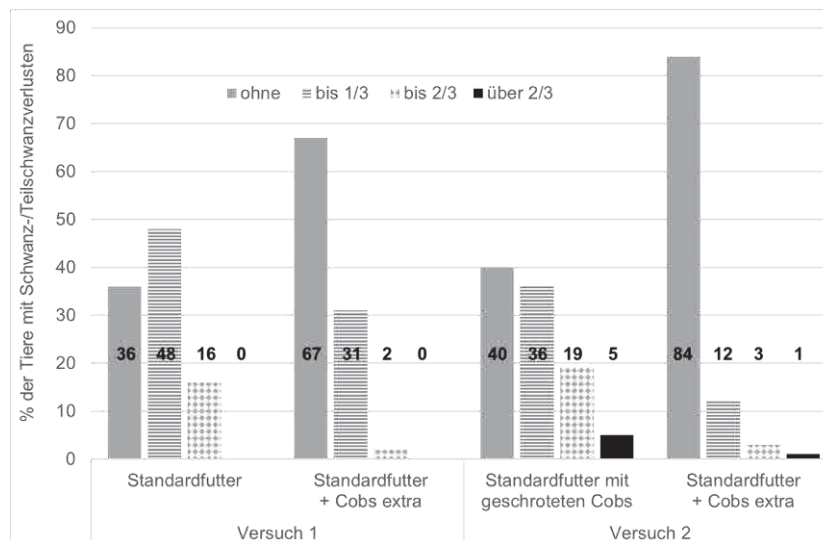


Abbildung 3: Schwanz und Teilschwanzverluste bei nicht kupierten Ferkeln und unterschiedlicher Fütterungsstrategie mit Zulage von Grobfutter (Preißinger et al, 2017a).

Grobfutter beim Mastschwein

Auch beim Mastschwein findet die zusätzliche Verabreichung von Grobfutter zur Erhöhung des Fasergehaltes in den Mischungen oder ein zusätzliches Angebot von Grobfutter immer mehr Eingang in die Fütterung von Mastschweinen (Scholz et al., 2016; Preißinger et al., 2017b, c). Scholz et al. (2016) berichten von einem ausgesprochen geringen Grobfutterverbrauch (Stroh 4-8 g/Tag; Strohpellets 8-19 g/Tag; Maissilage 40-95 g/Tag) bei separater Vorlage. Negative Auswirkungen auf die Leistung der Tiere bei zusätzlichem Grobfutterangebot sind nach Scholz et al. (2016) nicht zu befürchten. Die Grobfuttergabe zeigte in diesen Studien einen positiven Effekt auf den Futteraufwand in kg pro kg Zuwachs. Auswirkungen auf die Magengesundheit durch das Grobfutterangebot wurden in den Studien von Scholz et al. (2016) nicht festgestellt. Demgegenüber mischten Preißinger et al. (2017 b, c) Grobfutter (Stroh, 2,5% Rationsanteil im Trockenfutter mit 88 % TM) zur Fasererhöhung in das Mastfutter ein. Dabei wurden weder die Mast- noch die Schlachtleistungen negativ beeinflusst. Beim Einmischen ins Flüssigfutter beobachteten Preißinger et al. (2017b) einen signifikant positiven Effekt auf den Muskelfleischanteil und den Fleischanteil im Bauch bei Strohergänzung. In der Praxis wird in der Schweinemast bei akutem Schwanzbeißen die Beifütterung von Stroh bzw. Heu in Körben zur Minderung umgesetzt. Auf die Bedeutung eines erhöhten Fasergehalts durch die Gabe von Grobfutter wird auch beim Mastschwein hingewiesen. Sima (2021) empfiehlt ab der Vormast 0,2 kg Grassilage oder 0,4 kg Gras bzw. in der Endmast rund 1 kg Silage oder zwei 2 kg Gras pro Tier und Tag (Angaben in Frischmasse).

Grobfutter bei Zuchtsauen

Laut TierSchNutzTV wird gefordert, dass trächtige Jungsaugen und Sauen bis eine Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin mit Alleinfutter mit einem Rohfasergehalt in der TM von mindestens 8% zu füttern sind bzw. so zu füttern sind, dass die Aufnahme von mindestens 200 g Rohfaser pro Tier und Tag gewährleistet ist. Dies kann u.a. auch durch die Vorlage von Grobfutter realisiert werden.

In der Sauenfütterung rückt die eingangs erwähnte „Kombinierte Fütterung“ von tragenden Sauen wieder verstärkt in den Fokus (Lehnert, 2016). Dabei werden neben einem faserärmeren Futter für tragende Sauen (Kraftfutter) zusätzlich wirtschaftseigene, faserreiche Saftfuttermittel, vorzugsweise Silagen vorgelegt (Roth, 2014). Roth (2014) führt als geeignete Futtermittel Grünfutter aller Art, Silagen, Zuckerrübenblatt, Maiskolbenschrot und Futterrüben an. In Abbildung 4 sind die Einsatzmöglichkeiten von Grobfutter bei kombinierter Fütterung dargestellt (Lindermayer et al., 2009).

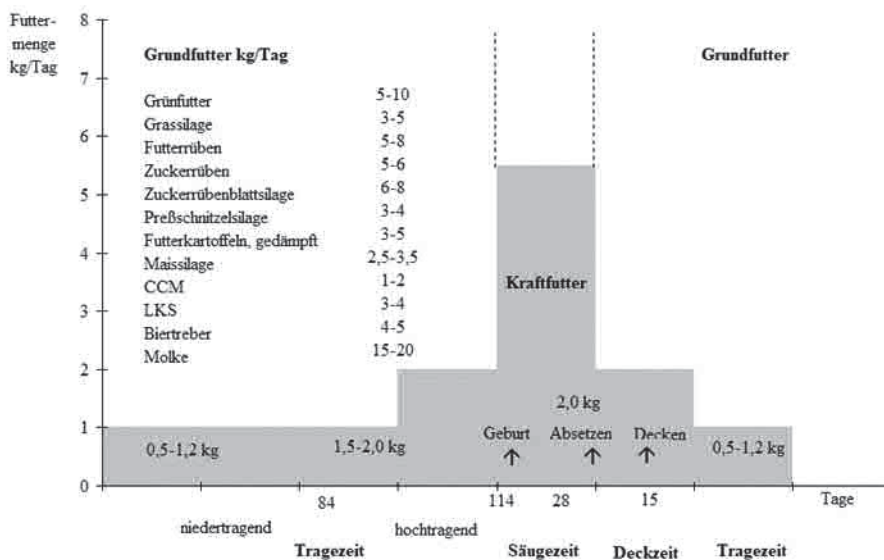


Abbildung 4: Einsatzmöglichkeiten von Grobfutter bei kombinierter Fütterung (Lindermayer et al., 2009).

Aus ernährungsphysiologischer Sicht sprechen viele Argumente für den Einsatz von Grobfutter bei tragenden Sauen (bessere Sättigung, ruhigere Tiere). Gleichzeitig kann eine grobfutterbasierte Fütterung während der Trächtigkeit die Futteraufnahme in der Laktation erhöhen und MMA-Problemen vorbeugen. In Praxisberichten wird demzufolge auch von positiven Effekten des Grobfuttereinsatzes bei Sauen berichtet (Lehnert, 2016). Grobfutter bei Sauen sollten nach Roth (2014) Verdaulichkeiten von mindestens 60% aufweisen. Als entscheidendes Kriterium dabei gilt die Futterqualität. Grassilagen für Schweine sollten frühzeitig gemäht werden. Der optimale Schnitzeitpunkt liegt zum Zeitpunkt des Ähren- und Rispschiebens der Gräser bzw. vor dem Öffnen der Knospen der Futterleguminosen (Sima, 2021). Um ein qualitativ hochwertiges Grobfutter zu gewinnen, sollten keine Restflächen mit minderwertigem Bestand verwendet werden. Auf eine optimale Silierung ist zu achten. Verschimmelte Partien bzw. Partien mit unangenehmem Geruch und Geschmack sind kein Grobfutter für Sauen. Generell sollten Grobfuttermittel (Stroh, Heu, Silagen etc.) hygienisch einwandfrei und auch frei von Mykotoxinen sein.

In Versuchsanstellungen mit Grobfutter an Sauen (Wolf et al, 2013; Preißinger 2016b) werden die positiven Effekte der Grobfuttervorlage herausgestellt. Preißinger et al., 2016b berichten aber auch von einer reduzierten Futteraufnahme in der Säugezeit und einer damit verbundenen stärkeren LM-Abnahme nach Fütterung von Maissilage in der Tragezeit. Meist wird jedoch wie o.a. die Ansicht vertreten, dass nach Fütterung von Grobfutter in der Trächtigkeit in der folgenden Laktation aufgrund eines voluminöseren Magens mehr Laktationsfutter aufgenommen werden kann (Sima, 2021).

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Grobfutterereinsatz beim Schwein wird hinsichtlich Tierverhalten und Tiergesundheit sehr positiv bewertet. Das Grobfutter trägt zu einer ballaststoffreichen Ernährung des Schweines bei und fördert die Darmgesundheit. Diesen positiven Effekten steht ein erhöhter Arbeits- bzw. Technisierungsaufwand gegenüber. Durch die Vorlage von Grobfutter ergeben sich neue bzw. alternative Haltungsformen. So sind bei Um- und Neubauten eine zweite Futterstrecke und der Einbau von Schiebern zur Entmistung einzuplanen. Auf eine hohe Qualität des Grobfutter ist zu achten, insbesondere wenn es in größeren Mengen z. B. bei tragenden Sauen zum Einsatz kommt.

Der Grobfutterereinsatz darf aber auch einer Stickstoff- (N) und Phosphor (P)-angepassten bzw. reduzierten Fütterung nicht zuwiderlaufen, d.h. auch bei Grobfuttermitteln bedarf es der genauen Kenntnis wertgebender Futtermittelinhaltsstoffe. Diese werden ebenso im Hinblick auf Ressourcenschonung und Umweltschutz für eine effiziente Nutzung von Rohprotein bzw. N (Ammoniakemissionen) sowie P (Eintrag in Gewässer) benötigt.

Insgesamt besteht weiterer Forschungsbedarf zum Einsatz von Grobfutter, insbesondere vor dem Hintergrund gestiegener Anforderungen der Umweltgesetzgebung (TA-Luft, Emissionen) sowie des Lebensmitteleinzelhandels (Haltungsstufen).

Literatur

- BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2019): Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Schweine - Mastschweine
- BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2021): Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Schweine - Sauen und Ferkel
- BMEL - Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021): <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierwohlskennzeichen/tierwohlskennzeichen.html> abgerufen am 13.09.2021
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2008): Empfehlungen zur Sauen- und Ferkelfütterung, DLG-Information 1/2008
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2014) DLG-Futterwerttabellen Schweine, 7., erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2021). DLG-Merkblatt 463 Fütterung und Tierwohl beim Schwein, Teil A: Futter, Fütterung und Faserstoffversorgung, 1. Auflage, Stand 07/2021
- Flachowsky, G., Berk, A, Schulz, E. (2006): Ernährung und Fütterung der Schweine. In Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 296, 123-155
- Grünewald, K.-H.; Preißinger, W. (2014): Rohfasergehalte und verwendete Rohfaserträger in Schweinemischfutter. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 166 – 169
- ITW - Initiative Tierwohl (2021): Kriterien, <https://initiative-tierwohl.de/tierhalter/kriterien> abgerufen am 13.09.2021
- Lehnert, H. (2016): Das Comeback der Maissilage. top agrar 8/2016, Spezialprogramm Schweinehaltung 24-28
- Lindermayer, H.; Propstmeier, G.; Preißinger, W. (2009): Grundsätze der Schweinefütterung – Unterrichts- und Beratungshilfe, LfL-Information

- Meyer, E.; Henke, S. (2018): Untersuchungen zum Einsatz von Beschäftigungsfutter bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren in der Ferkelaufzucht. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 121 - 126
- Meyer, E. (2020): Wieviel Faser braucht das Schwein? Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Soest, 158-161
- Preißinger, W. (2015): Faser in der Schweinefütterung. Tagungsband 53. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., 26-35
- Preißinger, W., Hahn, E., Linder Mayer, H., Propstmeier, G. (2015): Zum Tierwohl - Kraftfuttermittelverdrängung durch unterschiedliche Rohfaserträger in der Ferkelaufzucht? Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 220 - 223
- Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2016a): Maissilage als Beifutter für tragende Sauen, Auswirkungen auf Aufzuchtleistungen, Futteraufnahme und Lebendmasseentwicklung. VDLUFA-Schriftenreihe, 73, 437-444
- Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2016b): Verschiedene faserreiche Futtermittel als organische Beschäftigungsmaterialien in der Ferkelaufzucht mit Flüssigfütterung Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 160-163
- Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2017a): Luzernecobs als Beifutter oder eingemischt ins Ferkelfutter - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung, Kotbeschaffenheit und Caudophagie. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 159 – 163
- Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2017b): Stroh zur Erhöhung der Faser im Flüssigfutter für Mastschweine, Auswirkungen auf Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleitung. VDLUFA-Schriftenreihe 74, 521 – 526
- Preißinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S. (2017c): Einsatz unterschiedlicher Faserkomponenten zur Erhöhung des Rohfasergehaltes in der Mast von Schweinen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung Fulda, 159 - 163
- Scholz, T.; Stalljohann, G.; Norda, C. von und zur Mühlen, F.; Visscher C. (2016): Einsatz verschiedener Grobfuttermittel in der Schweinemast. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder und Schweinefütterung, Fulda, 164–166
- Sima, D. (2021). Welche Vorteile das Grundfutter für Schweine hat. Ikonline Landwirtschaftskammer Steiermark <https://stmk.lko.at/welche-vorteile-das-grundfutter-f%C3%BCr-schweine-hat+2500+3415684> (Abruf 13.09.2021)
- Rau, K.; Neumann, R. (2018) Kamillenhäckselstroh in der Ferkelaufzucht –Praxistest. <http://www.tll.de/www/daten/nutztierhaltung/schweine/haltung/schwka1118.pdf> (Abruf 13.09.2021)
- Roth, F. X. (2014): Schweinefütterung. In Kirchgeßner, Tierernährung, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, Schwarz, Rot, Südekum und Eder, DLG-Verlag Frankfurt am Main
- Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 1a der Verordnung vom 29. Januar 2021 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist
- Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates
- Wolf, P., Kleine, S., Kamphues, J., (2013): Untersuchungen zum Einsatz von Maissilage als Rohfaserquelle in der Fütterung tragender Sauen. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2013, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 139-144.

Autorenanschrift:

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

Mischfutter für Schweine: Auf dem Weg zur klimaneutralen Schweineproduktion mit minimaler Nahrungskonkurrenz

Georg Riewenherm

Deutsche Tiernahrung Cremer

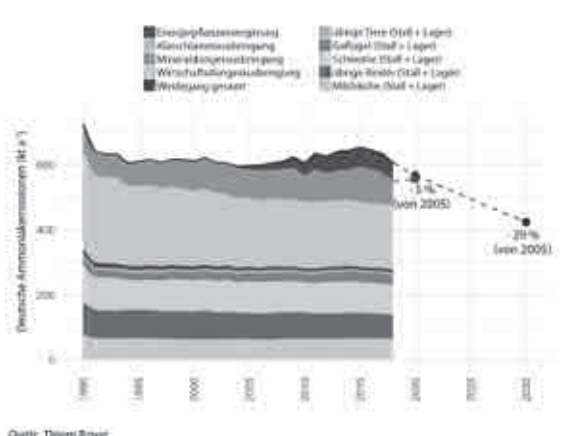
Die Reduktionsziele des Kyoto Protokolls, der Green Deal und als Teil daraus die EU-Farm to Fork Strategie (F2F) beschäftigen auch den Schweinesektor. Die F2F zielt darauf ab, die Lebensmittelherstellung in Europa nachhaltiger zu gestalten. Neben mehr Nachhaltigkeit und einem Anteil von 25 % biologischer landwirtschaftlicher Nutzfläche sind hier die Verringerung von Lebensmittelverlusten und der Lebensmittelverschwendung erklärte Ziele. Es soll der ökologische Fußabdruck von Unternehmen gesenkt werden. Die EU-Strategie mündet in den nationalen Klimaschutzplan 2050 des Bundesministeriums für Umwelt, der bis 2030 eine Reduktion (ausgedrückt in CO₂- Äquivalenten) gegenüber 1990 von 34%-31% im Bereich Landwirtschaft verlangt.

Für den Bereich der N-Überschüsse ist dies ausgedrückt in Ammoniak (NH₃) ein Reduktionsziel von -29%.

Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder:

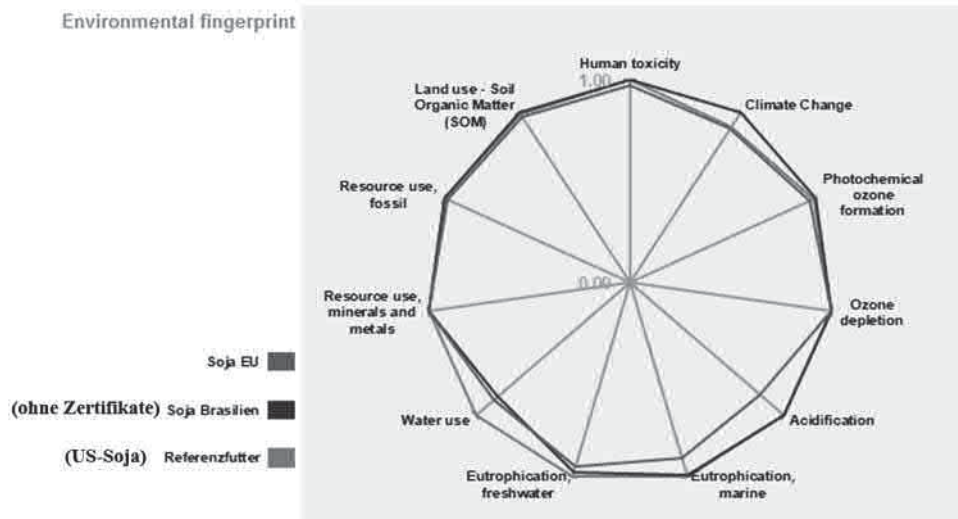
Handlungsfelder	1990 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2014 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2030 (in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent)	2050 (Minderung in Prozent gegenüber 1990)
Gesamtsumme	1248	901	543 bis 562	56 bis 55
Energiewirtschaft	466	356	175 bis 183	62 bis 61
Gebäude	209	119	70 bis 72	67 bis 66
Verkehr	163	160	95 bis 98	43 bis 40
Industrie	283	181	140 bis 143	51 bis 49
Landwirtschaft	88	72	58 bis 61	34 bis 31
Teilsumme	1209	890	538 bis 557	56 bis 54
Sonstige	39	12	5	87

Quelle: Bundesumweltministerium (2016), Klimaschutzplan 2050.



Die gleichzeitige Beurteilung aller Teilaspekte der Nachhaltigkeit für landwirtschaftliche Produkte ist nur sehr schwer möglich. Aktuell werden vom LEH Teilaspekte herausgegriffen, wie beispielsweise die Forderungen nach entwaldungsfreiem Soja, um eine Landnutzungsänderung zu verhindern. Dies ist ein erster Schritt, kann und wird aber nicht der letzte sein. Es wird nur ein Nachhaltigkeitsindikator herausgegriffen. Es gibt mittlerweile ausreichend Versuche den Sojaanteil in Schweinerationen zu reduzieren bis hin zum kompletten Verzicht auf Soja, um indirekt die Entwaldungsfreiheit zu sichern. Eine komplette Umstellung der Schweinefütterung auf die Fütterung ohne Soja ist machbar, würde aber zu Engpässen im Bereich der übrigen Proteinträger führen. Viele Mischfutterhersteller in Europa gehen daher einen anderen Weg, um schädliche Auswirkungen vom Sojaanbau auszuschließen. Sie haben sich selbst verpflichtet bis 2025 ausschließlich nachhaltiges Soja nach FEAC – Leitlinien zur nachhaltigen Sojabeschaffung einzusetzen. Neben der Entwaldungsfreiheit werden auch die sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit wie Arbeitsbedingungen, Verantwortung für die Umwelt und die gute landwirtschaftliche

Praxis etc. gewährleistet. Dies ist eine Möglichkeit in der Kette zukunftsorientiert Verantwortung zu übernehmen und den CO₂ Footprint - ausgedrückt in CO₂ – Äquivalenten- zu senken.



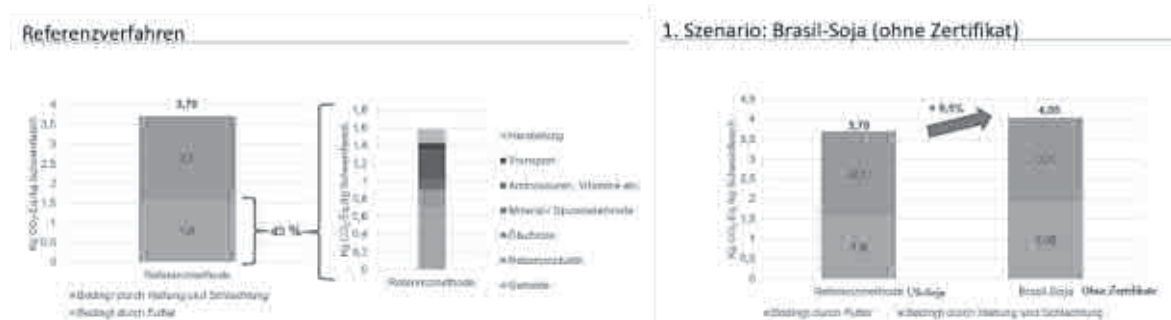
In der Schweinefütterung wurden in den letzten 20 Jahren erhebliche Fortschritte bei der Einsparung von Proteinträgern wie Soja erreicht. Auch die Nährstoffausscheidungen wurden stark reduziert. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Umstellung der Fütterung auf mehrphasige Fütterungssysteme und auf die sehr stark N und P reduzierte Fütterung. So wurde durch die deutliche Absenkung der Proteingehalte und die massive Verbesserung der Futterverwertung der CO₂ Footprint deutlich gesenkt. Möglich wurde dies unter anderem durch die Züchtung, den Einsatz weiterer, freier Aminosäuren, die Veredelung von Rohstoffen und den Zusatz von Enzymen wie z.B. Phytase und NSP-Enzymen etc..

In Bezug auf die Phosphor-Fracht ist Soja bislang durch den im Verhältnis zum Protein geringen Phosphoranteil unter den Proteinträgern das Mittel der Wahl. Unter Aspekten der CO₂ -Bilanz sind Nebenprodukte vorzüglicher. Dies liegt zum Teil im geringen CO₂ „Rucksack“ durch die Allokation der CO₂-Fracht begründet. Durch die Begrenzung der Phosphorgehalte in der Gesamtmischung ist der Einsatz von Nebenprodukten allerdings begrenzt.

Die Tendenz der Absenkung der Proteingehalte kann laut der DVT Arbeitsgruppe „Retrospektive Betrachtung der Fütterungs- und Futterrends und der damit verbundene positive Entwicklungsverlauf der Stickstoffeffizienz in der Schweinemast der Jahre 2000 bis 2020 mit rechnerischer Fortschreibung des Trends bis ins Jahr 2030“ fortgeschrieben werden, da die 25% besten Betriebe die prognostizierten Werte schon heute erreichen. Diese Arbeit zeigt, dass der landwirtschaftliche Sektor, insbesondere der Bereich der Schweinemast, erhebliche Schritte zur Senkung des CO₂ Footprint unternommen hat. Die nächsten Ziele sind schon anvisiert.

Um abzuschätzen, welche Reserven zur Senkung des CO₂ Footprints noch im Bereich der Schweinefütterung durch die Komponentenwahl gehoben werden können, ist eine einheitliche Datenbasis essenziell. Hierfür steht die Datenbasis des GFLI (Global Feed Life Cycle Analysis Institute) zur Verfügung. Das GFLI entwickelt öffentlich zur Verfügung stehende Lebenszyklus Analysen von Futtermitteln für die Tierernährung. Beteiligt sind Verbände aus der ganzen Welt. Gründungsmitglieder sind der Verband der Europäischen Futtermittelhersteller (FEFAC), die Schwesterorganisation in den USA (AFIA) und Kanada (ANAC) und der internationale Verband der Futtermittelhersteller (IFIF). Das Konzept des GFLI ist konform mit dem von der Europäischen Kommission koordinierten Product

Environmental Footprint (PEF). Die GLI Datenbank wird ständig weiterentwickelt, um z.B. regionale Unterschiede im Anbau zu berücksichtigen. Es steht damit eine internationale Datenbasis zur Verfügung, die einen Vergleich der Futtermittel erlaubt und damit verlässlich den Unterschied zwischen verschiedenen Fütterungssystemen darstellbar macht. Auf dieser Datenbasis wurde 2020 im Zuge einer Bachelorarbeit „Klimaschonende Fütterungskonzepte für Mastschweine“ in Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Osnabrück und Deutsche Tiernahrung Cremer mit Unterstützung der BASF vergleichende Berechnungen für Schweinemastrationen durchgeführt. Berechnet wurden die Daten mit dem online-Modul AgBalance™ (heute Opteinics™) BASF. Das Modul wird kontinuierlich weiterentwickelt und nutzt als Datenbasis die aktuelle GLI-Datenbank. Daher können die Werte von aktuell berechneten Rationen leicht abweichen. Es wurde in den vorliegenden Berechnungen, wie bei vielen anderen Studien auch, ausschließlich der CO₂ Footprint betrachtet. Im Vergleich zu einer üblichen Basisration bestehend aus US-Soja, sehr stark N und P reduziert, wurde der Einfluss von unterschiedlichen Fütterungsszenarien auf den CO₂-Fußabdruck beleuchtet. Auffällig ist bereits beim Referenzverfahren, dass der Transport anteilmäßig am CO₂ Footprint eine untergeordnete Rolle spielt und der Bereich Getreide einen hohen Anteil am CO₂ Footprint hat. Dies verwundert nicht, da Getreide den Hauptbestandteil üblicher Schweinemastfutter - besonders von Eigenmischungen - darstellt. Weiter fällt der hohe Anteil der Aminosäuren und Vitamine etc. am CO₂ Footprint auf, was durch den sehr energieintensiven Produktionsprozess zu erklären ist.



Werden auf dieser Basis nun Rationen mit US-Soja bzw. brasilianischem Soja mit unterstellter Landnutzungsänderung verglichen, so ergibt sich für Rationen mit brasilianischem Soja ein schlechterer CO₂ Footprint. Beim Einsatz von europäischem Soja ergibt sich eine bessere Bilanz im Vergleich zu US-Soja. Im Vergleich zum Anbau in den USA wird in Europa Soja in der Regel nicht bewässert. An diesem Beispiel zeigt sich, dass die Datenbasis entscheidend ist, aber auch innerhalb von Europa können die Bedingungen sehr unterschiedlich sein. So kann z.B. Mais aus Spanien bewässert worden sein, was im Rottal in Bayern absolut nicht notwendig ist. Beim Einsatz von Nebenprodukten muss differenziert werden, da hier der Produktionsprozess entscheidend ist. Fallen die Nebenprodukte in der Produktion „trocken“ an und müssen nicht energieintensiv getrocknet werden, so sind diese Produkte in der Mischfutterindustrie sehr gut geeignet, um einerseits die Kreislaufwirtschaft sicherzustellen aber andererseits auch, um den CO₂ Footprint zu senken. Dies trifft z.B. auf Kleien zu. Entsteht das Nebenprodukt flüssig und es kann nicht mit Abwärme aus dem Prozess oder einer Biogasanlage getrocknet werden, ist eine Verwertung direkt im Landwirtschaftlichen Betrieb ohne Trocknung oftmals ökologisch sinnvoller, z.B. Kartoffeldampfschalen. Wichtig ist bei den Nebenprodukten aus der Lebensmittelproduktion, dass das Ausgangsprodukt angebaut wird, um Nahrungsmittel für die Humanernährung zu produzieren. Also im Beispiel Kleie ist das Weizenmehl das gewünschte Produkt, die Kleie fällt zwangsläufig an und damit ist der Aufwand für die Düngung etc. schon entstanden. Das Nebenprodukt sollte daher nicht einfach ungenutzt weggeworfen werden. Bei der Aufteilung des CO₂ Footprints wird dies durch die Allokation berücksichtigt. Die CO₂ Fracht wird nach dem Verkaufserlös

auf das Brotmehl und die Kleie aufgeteilt. Durch die Allokation stehen für die Fütterung Nebenprodukte mit einem geringen CO₂ Footprint zur Verfügung.

Ein anderes Szenario ist der Vergleich von pelletiertem Futter mit Mehlfutter. Der Energieaufwand für die Pelletierung von Futtermitteln rechnet sich durch die bessere Futtermittelverwertung nicht nur finanziell, sondern auch in der Umweltbilanz, da die Futtermittelverwertung durch die Aufschlusseffekte deutlich verbessert wird. Es ist in diesem Fall also sinnvoll, Energie aufzuwenden und damit den Footprint vom Futter zu verschlechtern. In der Gesamtbilanz wird ein geringer Footprint erreicht.

Sinn macht auch der Einsatz von Leguminosen. Sie haben künftig das Potential, den CO₂ Footprint weiter zu senken.

Um im Bereich der Schweinefleischproduktion Klimaneutralität zu erreichen, muss aber die unvermeidlich in der Produktion entstehende CO₂ Fracht in der Bilanz durch Maßnahmen im Ackerbau oder die eigene Nutzung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen wie Biogas oder Photovoltaik kompensiert werden. Im Bereich der Milchproduktion gibt es dafür schon verschiedene Beispiele von CO₂-netto-Nullmilch.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

betrachtet man die Nachhaltigkeit und den Klimaeinfluss von Prozessen, ist eine detaillierte Kenntnis der Zusammenhänge unerlässlich und besonders die Datenbasis muss einheitlich und genau sein.

Schon immer war das Ziel in der Tierernährung eine möglichst geringe Konkurrenz mit der pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion aufzubauen. Für die Schweineproduktion können Nebenprodukte aus der Nahrungsmittelherstellung im Sinne der Kreislaufwirtschaft sehr gut genutzt werden. Es ist in der Tierernährung selbstverständlich, Nebenprodukte aus der Nahrungsmittelherstellung in der Fütterung zu verwerten und daraus wertvolles Protein für die menschliche Ernährung herzustellen. Bei der Produktion pflanzlicher Lebensmittel fallen zwangsläufig Nebenprodukte an, die vom Menschen nicht verwertet werden können, für die aber eine CO₂ Fracht im Produktionsprozess angefallen ist. Das Wegwerfen dieser wertvollen Produkte ist keine Alternative. Der Einsatz der Nebenprodukte gelingt aber nur dann vollständig, wenn wir die zulässigen Phosphorgehalte in den Rationen nur mit Augenmaß absenken.

Die Umstellungen auf GVO freie Produktion, wie es aktuell ab der Haltungsform 3 vom LEH gefordert wird, hat keinen Effekt auf die Nachhaltigkeit bzw. den CO₂ Footprint. Andere Länder wie die Niederlande sind uns auf dem Weg zur nachhaltigen Produktion weit voraus, da dort der Fokus nicht auf GVO-Freiheit, sondern auf die Nachhaltigkeit der Produkte selbst gelegt wird.

Wir sind auf dem Weg zur klimaneutralen Schweinefleischproduktion, Klimaneutralität ist aber nur in der Bilanzierung des gesamten Systems von der Fütterung über die Haltung, die Energiewirtschaft, den Ackerbau bis hin zur Schlachtung zu erreichen. Einzelne Teilaspekte herauszugreifen ist nur bedingt zielführend. Im Einzelfall kann es für die Gesamtbilanz sogar sinnvoll sein, einen energetischen Mehraufwand z.B. bei einem Futtermittel zu einzusetzen und damit den CO₂ Footprint negativ zu beeinflussen, um in der Gesamtbilanz durch z.B. Aufschlusseffekte eine bessere Futtermittelverwertung und in der Summe einen besseren CO₂ Footprint zu erreichen.

Autorenanschrift:

Georg Riewenherm
Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG
Düsseldorf

Life cycle assessment, carbon footprint und Co. – Nachhaltigkeitsbewertung im praktischen schweinehaltenden Betrieb

Stephan Schneider

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Fakultät Agrarwirtschaft, Volkswirtschaft und Management

Hintergrund

Der Klimawandel und die damit verbundene Reduzierung der Treibhausgasemissionen werden aktuell häufig als größte Herausforderung für die Menschheit gesehen. Dadurch rücken andere Themen, wie beispielsweise die Freisetzung reaktiver Stickstoffverbindungen und der Verlust an Biodiversität, welche nach Rockström et al. (2009) die planetaren Grenzen bereits überschritten haben, in den Hintergrund.

Während die Klimawirkung – durch den CO₂-Fußabdruck („carbon footprint“) dargestellt – nur einen Teil der Gesamtumweltwirkung ausmacht (Müller-Lindenlauf et al., 2013), werden bei der Lebenszyklusanalyse („Life Cycle Assessment“, LCA) alle relevanten Umweltwirkungen bewertet, unterschiedlich gewichtet und in Summe (Gesamtumweltwirkung) betrachtet. Die Gesamtumweltwirkung wird durch eine (Produkt-)Ökobilanz beschrieben. Diese Methode quantifiziert und bewertet die von einem Produkt ausgehende ökologische Umweltwirkung und lehnt sich an die Normen ISO 14040 und ISO 14044 zur Erstellung von Ökobilanzen an. Die Ökobilanz ist eine systematische Analyse der Umweltwirkung entlang des gesamten Lebensweges (von der Wiege bis zur Bahre). Sie wird als LCA bezeichnet und berücksichtigt in der Regel die Herstellung, Nutzung und Entsorgung. Teilweise werden bei der Ökobilanzierung von landwirtschaftlichen Produkten jedoch Teilbereiche ausgeklammert (Günther et al., 2017). Beispielsweise wird die Weiterverarbeitung oder der Konsum landwirtschaftlicher Produkte aufgrund fehlender belastbarer Daten bei der Ökobilanzierung häufig nicht berücksichtigt.

Die Ökobilanz nach DIN EN ISO-Normen 14040 und 14044 unterscheidet vier Phasen:

1. Definition des Ziels und Untersuchungsrahmens bzw. Festlegung von Systemgrenzen
2. Sachbilanz („Life Cycle Inventory“, LCI): Erfassung der Emissionen in Luft, Wasser und Boden sowie der Natur entnommenen Ressourcen
3. Wirkungsabschätzung („Life Cycle Impact Assessment“, LCIA): Berechnung der potenziellen Umweltwirkungen (wie Treibhauseffekt, Versauerung, Überdüngung), der Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Ressourcenverfügbarkeit
4. Auswertung und Interpretation

Folgende Umweltwirkungen (direkte und indirekte) werden im Rahmen der Ökobilanzierung häufig ausgewertet (Günther et al., 2017):

- Klimawandel/Treibhausgasemissionen
- Sommersmog (Photochemische Ozonbildung)
- Ozonloch (Rückgang des Ozons in der Stratosphäre)
- Versauerung (Saurer Regen)
- Marine Salzwassereutrophierung
- Frischwassereutrophierung

- Humantoxizität
- Abiotischer Ressourcenverbrauch (Mineralien, fossile Brennstoffe, ...)
- Wasserverbrauch
- Landnutzung

Da die Umweltwirkungen in verschiedenen Einheiten ($\text{CO}_2\text{-eq}$ bei der Kategorie Klimawandel/Treibhausgasemissionen oder $\text{SO}_2\text{-eq}$ bei der Versauerung) berechnet werden, ist eine Umrechnung der verschiedenen Umweltwirkungskategorien zur Ermittlung der Gesamtumweltwirkung notwendig (Müller-Lindenlauf et al., 2013). Eine typische Umrechnung bezieht sich auf die so genannten „Einwohnerdayswerte“ oder „Personenjahre“. Diese sind der Ressourcenverbrauch bzw. die Emissionen, die ein Bürger der Bundesrepublik Deutschland oder Mitteleuropas im Schnitt am Tag bzw. pro Jahr verursacht.

Schweinefütterung und Umweltwirkung

Die Nutztierhaltung hat aufgrund ihrer Emissionen einen großen Einfluss auf die Umwelt. Sie beeinflusst die Luft-, Boden- und Wasserqualität sowie die Verwendung von begrenzten oder nicht nachwachsenden Rohstoffen (Steinfeld et al., 2006; Kebreab et al., 2016). Zusammenfassend aus mehreren Studien stellten Kebreab et al. (2016) fest, dass in der Schweinehaltung (i) die Ausscheidung von überschüssigem N und P, (ii) direkte Treibhausgasemissionen aus der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger und (iii) Ammoniakemissionen hauptverantwortlich für die negative Umweltwirkung der Schweinefleischproduktion sind.

Die Produktion von Schweinefleisch ist das Produkt einer stark verflochtenen und interagierenden Wertschöpfungskette (Günther et al., 2017). Diese beginnt mit dem Anbau und dem teilweise weltweiten Handel von Futtermitteln, wie beispielsweise Mais, Weizen sowie Raps- und Sojaextraktionsschrot. Aber auch Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie, beispielsweise aus der Getreide-, Ölsaaten- oder Milchverarbeitung, werden als Futtermittel verwendet. Da jede einzelne Futterkomponente einen ökologischen Beitrag („ökologischen Rucksack“) zur LCA beisteuert und das Futter und die Fütterung den Hauptanteil der Gesamtumweltwirkung der Schweinefleischproduktion auf der Inputseite darstellen (Wolff et al., 2016), gewinnt das Thema LCI von Futtermitteln neben der klassischen Optimierung auf Nährstoffgehalt und Ökonomie eine zunehmende Bedeutung (Griep und Binder, 2016). Dies stellt insbesondere die Mischfutteroptimierung vor neue Herausforderungen und verringert deren Freiheitsgrade.

Die Schweinefleischerzeugung wurde bereits mehrfach hinsichtlich ihrer Umweltwirkung bewertet (Nguyen et al., 2011; Müller-Lindenlauf et al., 2013; Reckmann et al., 2013; Reckmann und Krieter, 2014; Reckmann et al., 2016). Es gibt hierbei Untersuchungen, welche nur ausgewählte Umweltkategorien wie den Klimawandel, die marine Salzwassereutrophierung, anorganische Stoffe in der Atemluft und die Frischwassereutrophierung betrachten (Prapaspongsa et al., 2010). Teilweise wurde auch nur der carbon footprint als Teilbereich der LCA betrachtet. In der Studie von Müller-Lindenlauf et al. (2013) wurde für die baden-württembergische Schweinefleischproduktion ein CO_2 -Fußabdruck von durchschnittlich ca. 5 kg $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ „hochwertiges“ Fleisch (kein Verarbeitungsfleisch) berechnet. Die große Bandbreite von 2,4-16 kg $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ „hochwertiges“ Fleisch und der Anteil der Landwirtschaft von ca. 70% zeigt auf, dass es hier einzelbetrieblich scheinbar noch großes Potential gibt. Nguyen et al. (2011) ermittelten 3,1 kg $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ Schlachtgewicht, wobei als Systemgrenze der Schweinebetrieb verwendet wurde. In der Studie von Reckmann und Krieter (2014), die den durchschnittlichen LCA der deutschen Schweinefleischproduktion berechneten, wurde ein Treibhausgaspotential von 3,22 kg $\text{CO}_2\text{-eq}/\text{kg}$ Schweinefleisch (Schlachtgewicht) angegeben.

Die Schweinefütterung ist im Allgemeinen nachhaltiger, wenn insbesondere die knappen Nährstoffe, wie Protein bzw. Aminosäuren, sparsam verwendet und dadurch die Ausscheidungen und Emissionen

reduziert werden (Windisch et al., 2013; Griep und Binder, 2016). Das Futter und die Fütterung, insbesondere die Rohprotein- und P-Gehalte in den Futtermitteln und Rationen, beeinflussen direkt die Nährstoffausscheidungen und die damit einhergehenden Emissionen. Ein Beispiel für eine aggregierte Umweltwirkung von Schweinefleisch (1.000 kg Schlachtgewicht, normiert auf Personenjahre eines Mitteleuropäers) zeigt einen Vergleich einer dreiphasigen Ferkel- und Mastschweinefütterung (Ferkelaufzucht einphasig, Schweinemast zweiphasig) mit einer sechsphasigen Ferkel- und Mastschweinefütterung (Ferkelaufzucht zweiphasig, Schweinemast vierphasig) (Abb. 1).

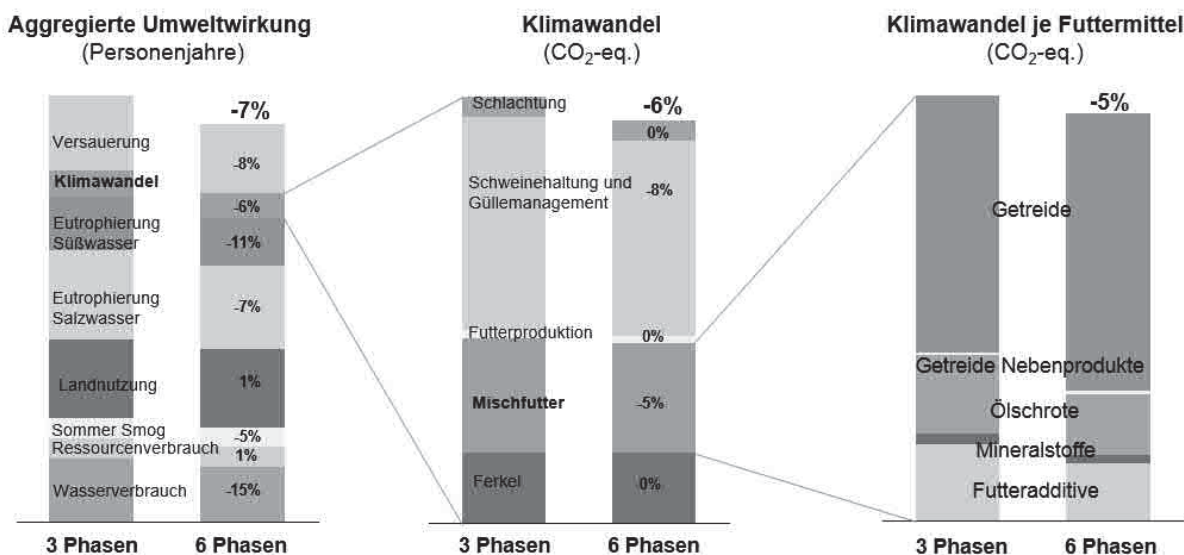


Abb. 1.: Vergleich des Einflusses zweier Fütterungssysteme (dreiphasig und sechsphasig) auf die Umweltwirkung von Schweinefleisch am Beispiel des Klimawandels (carbon footprint) (Günther et al., 2017).

Es wird ersichtlich, dass der CO₂-Fußabdruck als Teilbereich der Ökobilanz durch die sechsphasige Fütterung ähnlich verringert wird, wie die Ökobilanz insgesamt (-6% versus -7%). Hierbei zeigt sich jedoch, dass andere Umweltwirkungskategorien, wie beispielsweise der Ressourcenverbrauch (+1%), sich durch die mehrphasige Fütterung verschlechtern.

Für europäisches Schweinefleisch geben Kebreab et al. (2016) den Anteil der Futterproduktion an der Gesamtumweltwirkung mit 49-54% an. Nguyen et al. (2011) sowie Griep und Binder (2016) berechneten in Dänemark und Deutschland einen Anteil der Fütterung am carbon footprint von ca. 60%. Eine Nahe am Bedarf an praecaecal verdaulichen Aminosäuren angepasste (Multi-)Phasenfütterung der Schweine ist ein wichtiger Ansatzpunkt, um die Umweltwirkung zu optimieren (Griep und Binder, 2016; Kebreab et al., 2016), da der Proteinfuttermittelanteil maßgeblich zur Versauerung und Eutrophierung beiträgt. Somit ist die aktuelle Tendenz zu nährstoffreduzierten Futterrationen ((sehr) stark N-/P-reduzierte Fütterungsverfahren) und dem verstärkten Einsatz kristalliner Aminosäuren sowohl für die Einhaltung der Gesetze und Verordnungen im Bereich der Umwelt- (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft-Entwurf) und Düngegesetzgebung (Düngeverordnung, Stoffstrombilanzverordnung(StoffBiV)) hochaktuell (Schneider und Kraft, 2021).

Bei der Fütterung sind die aktuellen Fütterungskonzepte beim Thema N in zweierlei Hinsicht empfehlenswert:

1. Eine Reduzierung der Rohproteingehalte um 10 g/kg Futter bringt eine Reduzierung der Ammoniakemissionen um 11% mit sich (Sajeev et al., 2018). Somit reduzieren sich die Emissionen auf dem Betrieb und bei der Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringung.

2. Der Einsatz kristalliner Aminosäuren wirkt sich, im Vergleich zu herkömmlichen Proteinfuttermitteln, wie Sojaextraktionsschrot, Rapsextraktionsschrot, Erbsen oder Ackerbohnen, positiv auf die Umwelt aus, da diese eine gute Ökobilanz aufweisen (Reckmann et al., 2013).

Das Gülle-Management und die dabei auftretenden Emissionen machen ebenfalls einen beträchtlichen Teil der Umweltwirkung aus (ca. 30%, Nguyen et al., 2011). Der Futtertransport, der Energieverbrauch und die Schlachtung spielen laut Nguyen et al. (2011) eine untergeordnete Rolle, was von Müller-Lindenlauf et al. (2013) auch für Baden-Württemberg bestätigt wurde.

Bei der Verwendung von Nebenprodukten aus der Lebensmittelherstellung und -verarbeitung können sich Zielkonflikte zwischen den Anforderungen der Dünge- und Umweltgesetzgebung und der Gesamtumweltwirkung ergeben. Besonders deutlich wird dies beim P, der hinsichtlich der Düngegesetzgebung zukünftig über die Novellierung der StoffBilV reglementiert werden soll, obwohl dieser grundsätzlich – bei sachgerechtem Einsatz der Wirtschaftsdünger (kein Eintrag in Oberflächengewässer) – keine negative Umweltwirkung aufweist. Andererseits handelt es sich bei P jedoch um eine endliche Ressource, deren Verschwendung bei der Ökobilanz negativ bewertet wird.

Diskussion

Die Industrie hat den ökonomischen Vorteil erkannt, eine geringere Umweltwirkung bzw. eine erhöhte Nachhaltigkeit von Produkten zu deren Absatzsteigerung zu nutzen. In diesem Kontext tritt jedoch ein zentrales Problem auf: Es gibt zahlreiche Definitionen, Berechnungsmöglichkeiten, Kenngrößen sowie unterschiedliche Datenbanken, die zur Berechnung der Nachhaltigkeit herangezogen werden. Auch bei der LCA ist zu beachten, dass Ökobilanzergebnisse aus verschiedenen Studien nur bedingt vergleichbar sind, da bezüglich der zu verwendenden Emissionsfaktoren und Bilanzierungsmethoden bisher noch keine hinreichende Standardisierung erreicht werden konnte (Müller-Lindenlauf et al., 2013). Schon in der ersten Phase einer Ökobilanz können unterschiedlich festgelegte Systemgrenzen die Aussagefähigkeit und Vergleichbarkeit von Ergebnissen der LCA stark einschränken. Bei der Schweinefleischproduktion ist beispielsweise zu definieren, ob auf der Outputseite der Schweinehaltende Betrieb, der Schlachthof, der Lebensmitteleinzelhandel oder der Konsument die Systemgrenze darstellt. Bei der Wirkungsabschätzung ist die Festlegung der Gewichtung der einzelnen Umweltwirkungskategorien schwierig, da die einzelnen Umweltwirkungen gegeneinander abzuwägen sind. Wenn das Thema Ökobilanzierung flächendeckend zum Erfolg geführt werden soll, muss hier dringend eine Vereinheitlichung geschaffen werden, um eine Vergleichbarkeit und ein Benchmarking zu ermöglichen.

Perspektivisch wäre es bei der Optimierung von Fütterungsregimen zukünftig sinnvoll neben ernährungsphysiologischen und ökonomischen Kriterien auch Nachhaltigkeitsindikatoren wie die LCA mit zu berücksichtigen (Griep und Binder, 2016), jedoch muss auch hierfür ein universal anerkanntes, wissenschaftsbasiertes System nebst den dazugehörigen Berechnungsgrundlagen vorliegen. Mehrere Anbieter haben für die Mischfutterindustrie schon Programme hierfür bereitgestellt (z.B. AMINOFootprint oder Opteinics™). Seit 2018 gibt es zumindest für den Bereich carbon footprint erstmalig eine DIN-Norm (ISO 14067), welche den Anwendern eine zuverlässige Berechnungsgrundlage bereitstellt und die Transparenz und Glaubwürdigkeit von carbon footprints maximieren soll.

Die Ökobilanz von Schweinefleisch wird maßgeblich von der Futtermittelproduktion und somit von der Kategorie Landnutzung (land use) bzw. Landnutzungsänderung (LUC) beeinflusst, da die Futtermittelerzeugung einen hohen Flächenbedarf induziert (Nguyen et al., 2011; Reckmann et al., 2013; Reckmann et al., 2016). Insbesondere die Proteinquelle, in der Regel Sojaextraktionsschrot (SES), ist für die Umweltwirkung entscheidend (Reckmann et al., 2016), da diese einen großen ökologischen Rucksack mitbringen kann. Beim SES wird deutlich, wie schwierig eine exakte und belastbare

Berechnung einer LCA ist. Für eine genaue Berechnung müsste der LCI von SES – mit der verbundenen Landnutzung – eindeutig und nachvollziehbar bis in die Sojabohnenanbaugebiete bestimmt und für jede Lieferung ein LCI ausgewiesen werden. Die Durchführung vollständiger Lebenszyklusanalysen nach internationalen Standards kann sehr komplex und teuer sein (Binder, 2017) und wird deshalb noch nicht flächendeckend eingesetzt. In Deutschland beträgt der Anteil an entwaldungs- und umwandlungsfreiem SES derzeit schon 67% (DVT, 2021). Dieser nachhaltigere SES weist eine deutlich bessere Ökobilanz auf. Somit müssen viele Studien, die in der Reduktion der Anteile an SES in den Rationen einen Hauptansatz zur Verbesserung der LCA postulierten, neu bewertet werden.

Während in der Studie von Müller-Lindenlauf et al. (2013) noch durchschnittlich 19% SES (Standardfütterung) bzw. 11% Rapskuchen und 6% Molkenpulver (Regionale Fütterung) unterstellt wurden, beinhalten typische bayerische Ration derzeit deutlich geringere SES-Anteile. Somit hat sich auch die Ökobilanz der bayerischen Schweinefleischproduktion in den letzten Jahren verbessert. In der letzten Zeit mehren sich Veröffentlichungen, die stark verbesserte Ökobilanzen im Vergleich zu einer Kontrollvariante aufweisen. Bei genauerer Betrachtung wird jedoch deutlich, dass die Kontrollvariante überhöhte Ökobilanzwerte aufweist, damit das Einsparpotential größer erscheint. Eine definierte Benchmarkinggröße (z.B. DLG-Standardfütterungsverfahren) für standardisierte und nachvollziehbare Vergleiche wäre hier vorteilhaft.

Im Vergleich zur derzeit häufig praktizierten getreidebasierten Schweinefütterung ist bei der Fütterung auf Basis von Neben- und Koppelprodukten die Ökobilanz besser, da den Hauptprodukten schon ein Teil des „ökologischen Rucksacks“ zugewiesen wurde, wodurch die Ökobilanz der Nebenprodukte geringer wird. Die Tierernährung wird, auch bei steigenden Getreidepreisen, gezwungen sein, für den Menschen nicht genießbare Biomasse in einem wesentlich höheren Maße zu nutzen, als dies bisher der Fall ist (Windisch et al., 2013). Aufgrund der häufig einseitigen Nährstoffgehalte wird die optimale Kombination unterschiedlicher Nebenprodukte zukünftig noch wichtiger. Hierbei darf es jedoch nicht zu Einbußen bei der Produktivität und zu gesteigerten umweltrelevanten Emissionen kommen. Somit wird die Futtermitteloptimierung zukünftig noch anspruchsvoller und wichtiger.

Fazit

Die LCA ist für ein nachhaltigeres Wirtschaften von schweinehaltenden Betrieben notwendig, da es in der landwirtschaftlichen Produktion häufig konfligierende Umweltziele gibt und eine alleinige Betrachtung von Teil-Umweltwirkungen – wie der CO₂- oder der Wasser-Fußabdruck – zu einer Verschlechterung der Gesamtumweltwirkung führen kann. Hierfür müssen dringend Standardisierungen auf allen Ebenen erfolgen, um die Nachhaltigkeit messbar und nachvollziehbar zu machen. Die bisher empfohlenen stark N-/P-reduzierten Fütterungskonzepte haben schon zu einer verbesserten Ökobilanz geführt und müssen weiterhin konsequent umgesetzt werden. Hinsichtlich der Futtergrundlage wird, eine gesteigerte Nachhaltigkeit vorausgesetzt, der Einsatz von Neben- und Koppelprodukten die Verfütterung getreidebasierter Rationen mittelfristig einschränken oder ganz verdrängen.

Literaturverzeichnis

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, die durch Artikel 1 der Verordnung vom 28.04.2020 (BGBl. I S. 846) geändert worden ist.

Griep, W., Binder, M. (2016): "Ökologischer Rucksack" des Schweinefleisches schrumpft dank mehr Nachhaltigkeit in der Fütterungspraxis. Mühle + Mischfutter, 153 (Heft 4), 119-126.

Günther, C., Feuerstein, D., Challand, N., Müller, B., Schneider, S. (2017): Analyse des Einflusses verschiedener Fütterungsstrategien auf die Umweltwirkung der Schweinefleischproduktion mit dem Ökobilanz-basierten Tool „AgBalance™ Livestock“. In: Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Hrsg.), Kongressband 2017 Freising: Vorträge zum Generalthema: Standortgerechte Landnutzung - umweltverträglich und wirtschaftlich, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 466-474.

ISO 14040: DIN EN ISO 14040:2021-02, Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen.

ISO 14044: DIN EN ISO 14044:2021-02, Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen.

ISO 14067: DIN EN ISO 14067:2019-02, Treibhausgase- Carbon Footprint von Produkten- Anforderungen an und Leitlinien für Quantifizierung.

Kebreab, E., Liedke, A., Caro, D., Deimling, S., Binder, M., Finkbeiner, M. (2016): Environmental impact of using specialty feed ingredients in swine and poultry production: A life cycle assessment. J. Anim. Sci. 2016 (94), 2664-2681.

Müller-Lindenlauf, M., Zipfel, G., Münch, J., Gärtner, S., Rettenmaier, N., Paulsch, D., Reinhardt, G. (2013): CO₂-Fußabdruck und Umweltbilanz von Fleisch aus Baden-Württemberg. Endbericht im Auftrag der Marketinggesellschaft Baden-Württemberg mbH (MBW).

Nguyen, T., Hermansen, J., Mogensen, L. (2011): Environmental Assessment of Danish Pork. Aarhus University.

Prapasongsa, T., Christensen, P., Schmidt, J., Thrane, M. (2010): LCA of comprehensive pig manure management incorporating integrated technology systems. J. Clean. Prod. 18, 1413-1422.

Reckmann, K., Traulsen, I., Krieter, J. (2013): Life Cycle Assessment of pork production: A data inventory for the case of Germany. Livest. Sci. 157, 586-596.

Reckmann, K., Krieter, J. (2014): Environmental impacts of the pork supply chain with regard to farm performance. J. Agric. Sci. 153 (03) 1-11.

Reckmann, K., Blank, R., Traulsen, I., Krieter, J. (2016): Comparative life cycle assessment (LCA) of pork using different protein sources in pig feed. Arch. Anim. Breed. 59, 27-36.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart III, C., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., Cynthia de Wit, A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Constanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. (2009): Planetary boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecol. Soc. 14 (2) 32.

Sajeev, E., Ammon, B., Ammon, C., Zollitsch, W., Winiwarter, W. (2018): Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 110, 161-175.

Schneider, S. (2021): Beitrag der Fütterung für Tierwohl und Umweltschutz bei Schweinen. In: Kristina Kube und Martin Gierus (Hrsg.): Tierernährung zwischen Tierwohl und Umweltschutz - 19. BOKU-Symposium Tierernährung. Tagungsband, online, 15.04.2021. 1-6.

Schneider, S., Kraft, J. (2021): Auswirkungen des praktizierten Fütterungsverfahrens auf die Stickstoffausscheidung und die Ammoniakemission. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.), Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung. 17. KTBL-Tagung, KTBL, Darmstadt, 25-31.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. (2006): Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Livestock, environment and development initiative. United Nations Food and Agriculture Organization, Rom.

StoffBilV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017, BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360.

TA Luft-Entwurf: Entwurf zur Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Berlin, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/ta_luft_neu/Entwurf/ta_luft_neu_refe_bf.pdf download am 12.09.2021.

Windisch, W., Fahn, C., Brugger, D., Deml, M., Buffler, M. (2013): Strategies for sustainable animal nutrition. Züchtungskunde, 85 (1) 40-53.

Wolff, V., Alig, M., Nemecek, T., Gaillard, G. (2016): Ökobilanz verschiedener Fleischprodukte. Schlussbericht Projekt "Envi Meat". Revidierte Fassung Dezember 2016.

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Stephan Schneider
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
Neckarsteige 6-10
72622 Nürtingen
Tel. 07022 201 319
stephan.schneider@hfwu.de

Nebenprodukte in der Rinderfütterung – was gibt es im Hinblick auf die Stoffstrombilanzverordnung (StoffBiIV) zu beachten?

Jennifer Brandl, Johannes Kraft, Eva-Maria Brunlehner

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

Einleitung

Nebenprodukte der Lebensmittel- und Bioenergieerzeugung machen in der bayerischen Rinderfütterung sowohl bei Milchkühen als auch in der Rindermast einen bedeutenden Anteil in den Rationen aus. Aus Sicht des Nährstoffkreislaufgedankens ist die Fütterung von Nebenprodukten positiv zu bewerten und verbessert die Gesamtumweltwirkung der tierischen Produktion. Durch die Düngegesetzgebung steigen aktuell die Ansprüche an die Nährstoffeffizienz der landwirtschaftlichen Produktion, was die Anforderungen an Betriebe erhöht, Kenntnis über die wertgebenden und umweltrelevanten Inhaltsstoffe zu haben.

Verbreitung

Im Rahmen des Projektes „Fütterungsauswertung Bayern“ wurden 2013 durch das Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der LfL in Kooperation mit dem Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V (LKV Bayern) und den damaligen Fachzentren für Rinderhaltung und -mast an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, die Futtermitteln von 14 Rindermast- und 95 Milchviehbetrieben erfasst und ausgewertet: 43 % der Rindermastbetriebe und 35 % der Milchviehbetriebe setzten Nebenprodukte als Saftfüttermittel in ihren Rationen ein. Bezogen auf die Trockenmasse (TM) betrug der Anteil dieser Nebenprodukte in den Milchviehrationen 7,8 %, in den Rindermast-Rationen 10,4 %. Dabei wurden hauptsächlich Biertreber und Pressschnitzel gefüttert, gefolgt von Kartoffelpülpe und Rübenkleinteilen (Schuster, H., Rauch P., 2016).

Jedoch sind auch Raps- und Sojaextraktionsschrot bzw. -kuchen sowie Schlempe, egal ob frisch oder getrocknet, Nebenprodukte der Lebensmittel- bzw. Bioenergieerzeugung. Häufig werden sie jedoch nicht als „Nebenprodukt“ bezeichnet. Im Rahmen einer internen Befragung des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft der LfL zum Einsatz von Eiweißkraftfuttermitteln bei Fütterungsberatern des LKV von 1.500 bayerischen Milchviehbetrieben (ca. 90.000 Tiere) bzw. Rindermast-Beratern von 220 Rindermastbetrieben (ca. 30.000 Tiere) lag der Anteil von Soja- und Rapsextraktionsschrot am Eiweißkraftfutter im Jahr 2019 bei etwa 70 – 80 %. Des Weiteren waren auf diesen Betrieben im Mittel 9 % Biertreber, 4 – 6 % Rapskuchen, 1 – 11 % Schlempe sowie ein geringer Anteil Körnerleguminosen im Einsatz. Vor allem Raps- und Sojaextraktionsschrot sind also die Haupt-Eiweißkraftfutter. Im Sinne des Kreislaufgedanken und der Nachhaltigkeit darf man daher nicht vergessen, dass auch diese Futtermittel Nebenprodukte sind. Wenn man in Zukunft von sinkenden Tierzahlen, aber gleichbleibender Lebensmittel- und Bioenergieerzeugung ausgeht, wird der Anteil von Nebenprodukten in der Fütterung noch weiter steigen.

Inhaltsstoffe

Um Umwelt und Klima zu schützen ist eine effiziente Nutzung der Ressourcen anzustreben. Besonders Rohprotein bzw. Stickstoff (Ammoniakemissionen) und Phosphor (Eintrag in Gewässer) stehen hierbei im Fokus. Nur mit Hilfe einer Rationsberechnung ist ein optimierter Einsatz der zur Verfügung stehenden Nährstoffe in der Tierernährung und damit auch eine Vermeidung von Überschüssen möglich. Grundvoraussetzung für die Rationsberechnung ist wiederum, dass von jedem Futtermittel, also auch von den Nebenprodukten, Daten zu deren Inhaltsstoffen zur Verfügung stehen. Als Datenquellen kommen in Frage:

- Futterwerttabellen (z.B. DLG, Gruber Tabelle)
- Deklaration des Futtermittels durch den Inverkehrbringer (Hersteller oder Händler)
- Untersuchung im Labor

Die Daten in den **Futterwerttabellen** sind häufig einige Jahre bis Jahrzehnte alt. Änderungen in der Pflanzenzucht, den Witterungsbedingungen und auch in den Herstellungsprozessen spiegeln sich daher kaum in den Tabellenwerten wider. Zudem haben Tabellenwerte zum Ziel einen Mittelwert aus einem möglichst breiten Spektrum an Ausgangsmaterial und Herstellungsprozessen abzubilden. Erst bei einem sehr großen Datensatz kann zwischen verschiedenen Prozessen, o.ä. unterschieden werden. Gerade bei den feuchten Nebenprodukten liegen jedoch häufig sehr wenig Untersuchungsergebnisse vor. Tabellenwerte und tatsächliche Inhaltsstoffe von Nebenprodukten stimmen daher in den wenigsten Fällen überein.

Für die **Deklaration** eines Futtermittels ist dessen Inverkehrbringer verantwortlich. Das kann der Hersteller oder Händler sein. Die Angaben auf der Deklaration beziehen sich immer auf die konkrete Futtermittellieferung. Sollen die Inhaltsstoffe aus der Deklaration abgelesen werden, so ist es von Vorteil, die futtermittelrechtlichen Vorgaben zu kennen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen Feuchte, Rohprotein und Phosphor bei bestimmten Nebenprodukten deklariert werden müssen.

Tabelle 1: Deklaration von Feuchte bzw. Trockenmasse (TM), Rohprotein und Phosphor gemäß VO (EU) Nr. 68/2013

Futtermittel		Feuchte	Rohprotein	Phosphor
2.18.14	Soja(bohnen)- Extraktions- schrotfutter	nein	ja	nein
2.14.7	Raps- Extraktions- schrotfutter	nein	ja	nein
1.12.12	Biertreber	wenn Feuchte <65% oder >88%, bzw. <12%TM oder >35%TM	wenn Feuchte <65% bzw. >35%TM	nein
4.8.8	Kartoffelpülpe	wenn Feuchte <77% oder >88% bzw. <12%TM oder >23%TM	nein	nein
4.1.8	(Zucker-) Rübenpress- schnittel	wenn Feuchte <65% oder >82%; bzw. <18%TM oder >35%TM	nein	nein
1.12.9	Schlempe	wenn Feuchte <60% oder >80%; bzw. <20%TM oder >40%TM	wenn Feuchte <60% bzw. > 40%TM	nein

Der Inhaltsstoff Phosphor (P) muss also bei keinem der genannten und häufig verwendeten Nebenprodukte angegeben werden. Gleiches gilt für Stickstoff (N). Auch der Gehalt an Rohprotein, mit dem der N-Gehalt errechnet werden kann, ist bei diesen Einzelfuttermitteln nicht generell kennzeichnungspflichtig. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Praxis teilweise immer noch Deklarationen mit Angaben wie „min., max., ca.“ und Spannweiten ausgegeben werden. Auch die Addition von Rohprotein und Fett (z.B. 44 % Protein/Fett) ist vor allem auf Sojaextraktionsschrot-Deklarationen noch häufig zu finden. Konform mit dem Futtermittelrecht gehen diese Kennzeichnungen jedoch nicht. Gerade durch die Addition von Rohprotein und Fett wird der Rohproteingehalt des Futtermittels in der Rationsberechnung aber auch die N-Zufuhr in den Betrieb überschätzt.

Die **Untersuchung im Labor** ist folglich meist die einzige Möglichkeit, eine zur aktuellen Lieferung passende Datengrundlage für die Rationsberechnung zu erhalten. Die regelmäßige Untersuchung der eingesetzten Futtermittel ist auch deshalb eine zentrale Beratungsempfehlung. Für die Stoffstrombilanz darf der zu bilanzierende Nährstoffgehalt von Zukäufen nur durch den abgebenden Betrieb bzw. Inverkehrbringer angegeben werden, bayerische Landwirte können daher keine eigenen Untersuchungsergebnisse heranziehen. Sie sind somit auf eine verlässliche Deklaration des Rohprotein- bzw. N- und P-Gehaltes durch den Inverkehrbringer angewiesen. Wie unterschiedlich Untersuchungsergebnisse ausfallen können und welche Folgen sich daraus u. a. für die zu bilanzierende Nährstoffzufuhr ergeben, zeigt Tabelle 2 in der zwei real existierende Biertreber-Untersuchungsergebnisse dargestellt sind. Die Biertreber weisen den gleichen TM-Gehalt auf, unterscheiden sich jedoch im Rohproteingehalt (192 bzw. 271 g XP/kg TM). Bei einer Zukaufmenge von 1.500 dt Frischmasse (FM), bzw. 375 dt TM ergibt sich dadurch ein Unterschied von 450 kg N-Eintrag in den Betrieb. Bei einer Flächenausstattung von 50 ha Landwirtschaftlicher Nutzfläche sind das je nach Untersuchungsergebnis 23 bzw. 32 kg N/ha und 3,6 bzw. 5,5 kg P/ha. Hinzu kommt, dass besonders bei Unkenntnis der tatsächlichen Inhaltsstoffe Rohprotein und damit auch P zur Absicherung der Leistung vorgehalten werden. Das gleiche Problem besteht auch bei unbekanntem bzw. stark schwankendem TM-Gehalten (siehe vorliegender Tagungsband, Kraft 2021). Nur mit der Kenntnis der tatsächlichen TM und Inhaltsstoffe können daher eine Überversorgung mit Ressourcen wie N und P verringert und gleichzeitig positive Auswirkungen auf Tier, Umwelt und Geldbeutel erzielt werden.

Tabelle 2: Einfluss des Rohproteingehaltes am Beispiel zweier Biertreberproben

	Einheit	Probe A	Probe B
Trockenmassegehalt, %	%	25	25
Zukaufmenge	dt FM	1.500	1.500
Zukaufmenge	dt TM	375	375
Rohproteingehalt	g/kg in TM	192	271
Stickstoffgehalt	g/kg in TM	31	43
Phosphorgehalt	g/kg in TM	4,8	7,3
Summe N-Zukauf	kg	1.152	1.626
Summe P-Zukauf	kg	180	274
N-Zufuhr pro Hektar durch Biertreber*	kg	23	32
P-Zufuhr pro Hektar durch Biertreber*	kg	3,6	5,5

*unterstellte Flächenausstattung beträgt 50 Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche

Nebenprodukte und Stoffstrombilanz

Seit der Einführung der Stoffstrombilanzverordnung (StoffBiIV) zum 01.01.2018 müssen tierintensive und flächenlose Betriebe ihre Nährstoffflüsse aufzeichnen, eine Bilanz (Nährstoffzufuhr und -abgabe) berechnen und für N auch bewerten. Ziel der StoffBiIV ist es, die Nährstoffflüsse in den landwirtschaftlichen Betrieben transparent und überprüfbar zu machen (BMEL, 2019). Als Nährstoffzufuhr werden die Nährstoffmengen an N und P bilanziert, die z.B. durch Düngemittel, Futtermittel, Saatgut, Tiere oder Leguminosen zugeführt werden. Die Abgabe von N und P wird durch den Verkauf pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse, Wirtschaftsdüngerabgabe sowie durch Tierverkäufe und -verluste dokumentiert.

Gemäß Düngegesetz § 11a (2) Satz 1 soll der Geltungsbereich der StoffBiIV ab dem 1. Januar 2023 auf alle Betriebe oberhalb gewisser Bagatellgrenzen, inklusive Biogasbetriebe, ausgeweitet werden. Aktuell befindet sich die StoffBiIV in einer Evaluierungsphase. Laut Taube et al. 2020 ist im Zuge dieser Novellierung auch die Obergrenze der betrieblichen N-Überschüsse neu festzusetzen und für den P-Überschuss erstmalig ein Grenzwert festzulegen. Zudem besteht die Forderung, dass mit der Novellierung der StoffBiIV der Einstieg in einen längerfristigen Prozess einer nachhaltigen Reduzierung der Nährstoffüberschüsse gefunden werden muss.

Da vor allem bei tierintensiven Veredelungsbetrieben die N- und P-Zufuhr über Futtermittelzukauf einen großen Einfluss auf das Ergebnis der Stoffstrombilanz hat, kommt den Inhaltsstoffangaben von Futtermitteln eine zentrale Bedeutung zu (Schneider et al., 2021). Jedoch müssen bisher nur wenige Betriebe in Bayern eine Stoffstrombilanz rechnen, deshalb stehen die damit verbundenen Schwierigkeiten noch nicht im Fokus. Dennoch bedarf es bereits früh einer Sensibilisierung für dieses Thema, da die Einhaltung des zulässigen betrieblichen N-Überschusses für viehstarke Futterbau- und Veredelungsbetriebe eine große Herausforderung darstellt (Taube et al. 2020).

Das Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der LfL in Grub führte daher 2020 eine Umfrage bei bayerischen Herstellern und Händlern von Nebenprodukten durch. Ziel war es unter anderem herauszufinden, ob ein Informationsbedarf zu den Regelungen der StoffBiIV und deren Auswirkungen besteht. Von 24 angeschriebenen Händlern haben 10, von 31 Herstellern 13 an der Befragung teilgenommen. In Abbildung 1 sind die Antworten der Händler und Hersteller auf die Frage dargestellt „Haben Sie vom Thema Stoffstrombilanz(-verordnung) bereits gehört?“. Alle Händler, die an der Befragung teilgenommen haben, aber nur 38 % der Hersteller gaben an, bereits von der StoffBiIV gehört zu haben. Gerade den Herstellern ist also die Problematik häufig noch nicht bewusst.

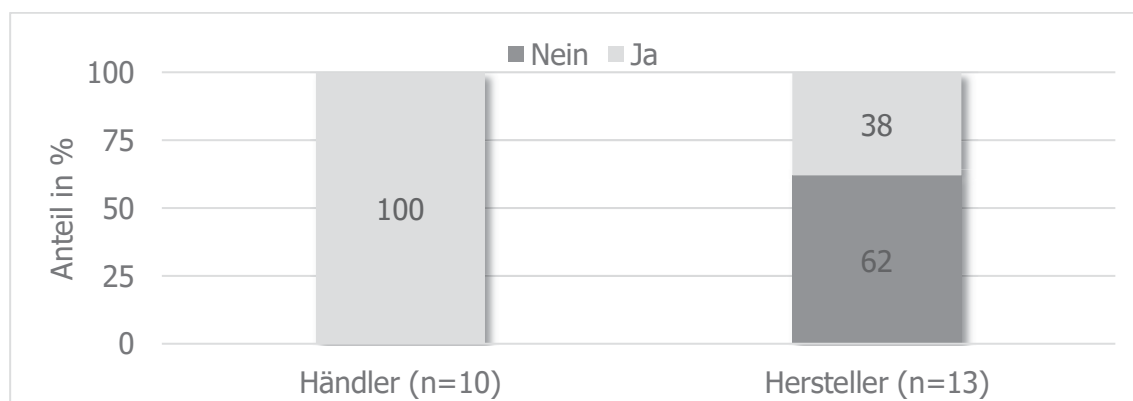


Abbildung 1: Befragung von Nebenproduktherstellern und -händlern, Frage: Haben Sie vom Thema Stoffstrombilanz(-verordnung) bereits gehört?

Die Umfrage zeigte ebenfalls, dass Nebenprodukte derzeit häufig ohne Angabe von TM, Rohprotein (N) und P abgegeben werden. Zudem greifen sechs von 13 Herstellern bei der Angabe der Inhaltsstoffe auf Tabellenwerte zurück und nur wenige (drei) Hersteller lassen ihre Nebenprodukte regelmäßig untersuchen. Die von den Herstellern deklarierten Tabellenwerte werden von den Händlern häufig übernommen. Erfreulich ist, dass 50 % der befragten Händler regelmäßig laboranalytische Untersuchungen durchführen lassen, um genaue Angaben der Inhaltsstoffe zu gewährleisten.

Welche Auswirkungen hat es nun auf die Erstellung der Stoffstrombilanz, wenn Futtermittel-Inhaltsstoffe über- bzw. unterschätzt werden?

- Liegt der tatsächliche Gehalt des Futtermittels unter dem verwendeten Wert, so wird die Ration fälschlicherweise daraufhin angepasst und die Tiere mit diesem Nährstoff unterversorgt. Gleichzeitig ist rechnerisch eine höhere Nährstoffzufuhr zu bilanzieren als tatsächlich stattfindet.
- Liegt der tatsächliche Gehalt des Futtermittels über dem verwendeten Wert, so werden die Tiere mit diesen Nährstoffen überversorgt. Der nicht für die Leistung benötigte N und P belastet den tierischen Stoffwechsel und steigert die Nährstoffausscheidungen. Hierdurch gelangen mehr Nährstoffe in den Betrieb als berechnet, was eine Überversorgung der Böden (P) oder eine erhöhte Umweltbelastung (N) zur Folge hat.

Beides wirkt sich also negativ aus. Die derzeitige Praxis bei der Deklaration von Nebenprodukten wird daher für die zukünftigen Anforderungen der StoffBiIV nicht ausreichen. Denn nur bei einem effizienten Einsatz der Ressourcen können die Vorgaben der StoffBiIV eingehalten werden. Aus fachlicher Sicht müssen daher bei jeder Futtermittellieferung TM, Rohprotein (N) und P deklariert werden. Nur so können die Nährstoffzufuhr und -abgabe verlässlich dokumentiert und bilanziert werden.

Lösungsvorschläge

Durch die oben genannten steigenden Anforderungen sind große Anstrengungen aller Beteiligten erforderlich, die Nebenprodukte herstellen, handeln oder füttern. Ansonsten besteht die Gefahr, dass diese wertvollen Futtermittel aus den Rationen verschwinden und somit auch der Absatz für diese Produkte als Futtermittel wegbricht. Um das zu verhindern, müssen folgende Punkte gemeinsam diskutiert und Lösungen erarbeitet werden:

1. Können bundesweit einheitliche und verlässliche **Tabellenwerte** erstellt werden, mit denen es möglich ist, belastbare Bilanzen zu rechnen?
 - Dies wurde bereits in Erarbeitung der StoffBiIV in Fachkreisen diskutiert (Klages et al., 2017).
 - Grundsätzlich sind fundierte Tabellenwerte für viele Zwecke hilfreich. Beispielsweise können sie eine Hilfestellung bieten, wenn weder eine Deklaration noch ein Untersuchungsergebnis zu einem Inhaltsstoff vorliegen. Oftmals wird jedoch bei Tabellenwerten der Produktvielfalt innerhalb eines Nebenprodukttyps nicht genügend Rechnung getragen (z.B. Weißbiertreber oder Pilstreber). Durch die oben dargestellte Schwankungsbereiche der Inhaltsstoffe führt die Verwendung von Tabellenwerten (= Mittelwerten) zu einer Über- oder Unterschätzung der tatsächlichen N- und P-Zufuhr.
2. Kann die **Schwankungsbreite der Inhaltsstoffe der Futtermittel** (die vor allem bei feuchten und flüssigen Nebenprodukten sehr hoch ist) **reduziert** werden?
 - Hersteller sollten eine Partie (Charge) so festlegen, dass sie gemeinsame Eigenschaften wie Ursprung, Sorte, etc. hat. Hilfreich wäre es daher, wenn z.B. mehrere Silos für verschiedene Nebenprodukte bereitstünden, damit verschiedene Futtermitteltypen (z.B. Weißbiertreber, Pilstreber) getrennt gelagert werden können.

- Auch gibt es bereits „Weiterverarbeiter“, die Nebenprodukte zukaufen, mischen und als Futtermittel mit standardisierten Inhaltsstoffen verkaufen.
- 3. Ist es nicht möglich die Schwankungsbreite der Inhaltsstoffe zu reduzieren, scheint aus fachlicher Sicht eine **verstärkte Untersuchung** dieser Futtermittel unumgänglich. Die Bestimmung des Gehalts an TM und der Inhaltsstoffe Rohprotein bzw. N und P könnte aufgeteilt werden, z.B. indem der Hersteller die Untersuchung auf N und P und der Händler die Untersuchung der konkreten Charge auf TM durchführt. Bei der Untersuchungshäufigkeit sollte sowohl die Menge des hergestellten Futtermittels als auch die Schwankungsbreite der Inhaltsstoffe (z.B. bei Helles-Biertreber) berücksichtigt werden. Zudem spielt auch die Homogenität eine wichtige Rolle: Je inhomogener (Beispiel: Montag v.a. Weißwasser, Dienstag v.a. Sauermolke) ein Nebenprodukt ist, desto häufiger sollte es untersucht werden. Die Beteiligten der Kette (Hersteller, Händler, Landwirtschaft und Branchenverbände) sollten ins Gespräch kommen, um hierzu Vorschläge zu erarbeiten wer, was, wie oft untersucht.
- 4. Hersteller und Händler müssen sich dazu durchringen, nicht nur die gesetzlichen Kennzeichnungsangaben und die dort vorgegebenen Toleranzen einzuhalten, sondern zur Sicherung ihrer Absatzmöglichkeiten darüber hinauszugehen. Die verstärkten Untersuchungen müssen sich auch in den Deklarationen wiederfinden und regelmäßig aktualisiert werden.
- 5. Landwirtschaftliche Betriebe sollten besonders bei feuchten und flüssigen Nebenprodukten regelmäßig die TM überprüfen, um die Nährstoffzufuhr in den landwirtschaftlichen Betrieb genau zu dokumentieren und die Rationsplanung zu optimieren.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Verfütterung von Nebenprodukten ist sowohl aus Sicht der Tierernährung als auch aufgrund des Nährstoffkreislaufgedankens wichtig. Zudem wirkt sie sich positiv für die Gesamtumweltwirkung der Lebensmittelproduktion aus und könnte zukünftig ein Verkaufsargument für die tierischen Lebensmittel darstellen. Zur Erfüllung der StoffBilV und um Überschüsse in der Fütterung abbauen zu können, werden jedoch verlässliche Deklarationen von Trockenmasse, Rohprotein (Stickstoff) und Phosphor bei jeder Lieferung benötigt. Dabei sind alle Beteiligten gefordert sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Landwirte brauchen verlässliche Deklarationen für die Rationsberechnung und die Erfüllung der StoffBilV, sie müssen diese Daten jedoch auch von den Händlern bzw. Herstellern einfordern. Andernfalls ergibt sich für Landwirte die Notwendigkeit, auf den Einsatz von Nebenprodukten notgedrungen zu verzichten. Es sollten daher Anstrengungen in der gesamten Kette (Hersteller, Händler, Landwirtschaft und Branchenverbände) unternommen werden, um verlässliche Angaben zu erreichen.

Literatur

BMEL - Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019): Stoffstrombilanz: Mehr Transparenz über Nährstoffe in landwirtschaftlichen Betrieben. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/stoffstrombilanz.html>. abgerufen am 08.09.2021.

Klages, S., Osterburg, B., Hansen, H. (2017): Betriebliche Stoffstrombilanzen für Stickstoff und Phosphor - Berechnung und Bewertung. Dokumentation der Ergebnisse der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Betriebliche Stoffstrombilanzen“ und der begleitenden Analysen des Thünen-Instituts, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig <https://www.thuenen.de/de/infothek/presse/pressearchiv/pressemitteilungen-2017/neues-duengerecht-thuenen-institut-legt-bericht-ueber-betriebliche-stoffstrombilanzen-vor/> abgerufen am 16.09.2021

Kraft, Johannes, Brandl, Jennifer (2021): Nach- und Nebenprodukte aus der Lebensmittelerzeugung – Angebot für die Schweinefütterung. In: Harms K. und Windisch W (Hrsg.): 59. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. - „Futter und Fütterung im Hinblick auf die Klimarelevanz und die Vermeidung von Nahrungskonkurrenz“. ISBN 978-3-9816116-8-7, S. 26-31.

Schneider, S., Brunlehner, E.-M., Spiekers, H. (2021): Nährstoffkreislauf in Schweinebetrieben: Ergebnisse und gesamtbetriebliche Beratungsansätze aus dem Verbundprojekt „demonstration farms“. Züchtungskunde 93, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 19-41

Schuster, H., Rauch P. (2016): Endbericht zum Forschungsvorhaben „Unterstützung der Eiweißberatung in der Rinderfütterung“ (E/13/04); weitere Informationen hierzu können bei den Autoren angefragt werden: petra.rauch@lfl.bayern.de

Taube, F., Bach, M., Breuer, L., Ewert, F., Fohrer, N., Leinweber, P., Müller, T. und H. Wiggering (2020): Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung: Stickstoff- und Phosphor-Überschüsse nachhaltig begrenzen - Fachliche Stellungnahme zur Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung, Texte 200/2020, UBA, Dessau-Roßlau <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/novellierung-der-stoffstrombilanzverordnung>; abgerufen am 16.09.2021

Verordnung (EU) Nr. 68/2013 der Kommission vom 16. Januar 2013 zum Katalog der Einzelfuttermittel, konsolidierte Fassung vom 01.07.2020, abrufbar unter <https://eur-lex.europa.eu>

StoffBiIV: Verordnung über den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb und betriebliche Stoffstrombilanzen (Stoffstrombilanzverordnung) vom 14. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3942; 2018 I S. 360).

Autorenanschrift:

Jennifer Brandl,
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing
Email: Jennifer.Brandl@Lfl.bayern.de

Nebenprodukte in der praktischen Rinderfütterung

Bernd Losand und Antje Priepke

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

Die Nutzung von Nebenprodukten aus der Verarbeitung landwirtschaftlicher pflanzlicher Rohstoffe in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere ist keine spezifische Frage für die Haltung von Rindern. Aber die spezifischen Bedürfnisse von Wiederkäuern und der Vormägen können oft mit Nebenprodukten gezielter und in breiterem Umfang gedeckt werden als bei Monogastern. Sie stellen eine nicht unbedeutende zusätzliche Futterquelle für die Rinder dar neben dem zielgerichteten Futterbau (Grünland, Ackerfutter, Getreideganzpflanzen, Futtergetreide) und dem Zukauf von Ergänzungs- und Leistungsfuttermitteln.

Hauptprodukte der Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe sind meist Erzeugnisse, die direkt oder indirekt für die Lebensmittelerzeugung gebraucht werden. Die großtechnologische Verarbeitung führt dazu, dass auch die Nebenprodukte bei Entstehung eine konstante Zusammensetzung und hohe hygienische Qualität haben. Wegen des Entzugs der im oder für das Hauptprodukt benötigten Nährstoffe (Öl, Stärke, Mehl, Zucker) fehlen oft einzelne und konzentrieren sich im verbleibenden Nebenprodukt andere Nährstoffe auf, so dass mit ihnen eine gezielte Ergänzung in der Tagesration der Rinder möglich ist und exzessive Versorgungslagen vermieden werden können. Für die durch die Landwirte erzeugten Rohstoffe bedeutet die Nutzung der Nebenprodukte eine intensivere Inwertsetzung ihrer landwirtschaftlich erzeugten Rohstoffe. Je nachdem, wo der CO_{2e}-Fußabdruck aus der Hauptproduktherstellung angesetzt wird, ist er für das Nebenprodukt entweder sehr gering oder er wird mit dem Hauptprodukt geteilt. Ihre Nutzung fördert zudem die Regionalisierung der Futterversorgung und Kreislaufwirtschaft der Nährstoffe in der landwirtschaftlich genutzten Fläche.

Welche Nebenprodukte fallen an und warum kann deren Nutzung auch vorteilhaft sein?

- Extraktionsschrote oder Ölkuchen aus der inländischen Erzeugung pflanzlicher Öle aus Ölsaaten (z.B. Raps, Soja, Sonnenblumen, Lein)
- Zuckerrübenmark und Melassen aus der Zuckerrübenverarbeitung zur Zuckergewinnung (Pressschnitzel, Trockenschnitzel, Melasseschnitzel)
- Trester aus der Safterstellung mit Obst (z.B. Zitrusfrüchte, Äpfel) oder z.B. Mohrrüben
- Treber und Bierhefen aus der Brauereiwirtschaft und Whiskyherstellung
- Schlempen/Vinassen vorwiegend aus der Bioethanolerzeugung
- Mühlennachprodukte (Kleien, Futtermehle)
- Nachprodukte der Stärkegewinnung (Kleberfutter, Kleber)

Wichtig ist die Feststellung, dass die der Futterwertbeschreibung zugrundeliegende Nährstoffzusammensetzung der in feuchtem Zustand und oft auch erhitzt den Produktionsprozess verlassenden Nebenprodukte sowie ein hoher hygienischer Standard nur für den Zeitpunkt des unmittelbaren Verlassens der Produktionslinie anzunehmen sind. Die oxydativen Prozesse und die aerobe mikrobiologische Umsetzung der während der Produktion aufgeschlossenen Nährstoffe beginnen

sofort. Dabei können auch Mykotoxine gebildet werden. Eine schnellstmögliche Konservierung auch zur Sicherung der wertvollen Inhaltsstoffe ist anzustreben. Aus Sicht der Verarbeiter der Rohnährstoffe zum Hauptprodukt stellen die anfallenden feuchten Nebenprodukte daher eher ein Problem dar. Um den Verderb der wertbestimmenden Bestandteile bis zur Vorlage beim Tier zu vermeiden und zum Erhalt eines sicheren Futtermittels muss eine **Kette der Qualitätssicherung vom Hersteller über den Händler/Spediteur, den Konservierer bis hin zum Tierhalter** selbst eingehalten werden. Dazu gehören eine durch den Hersteller garantierte hygienische und Nährstoffqualität, schneller Transport bis zum Verbraucher, saubere/desinfizierte Transportfahrzeuge und Zwischenlager, unmittelbare sachgerechte Konservierung und Entnahme, ausreichende Abkühlung des silierten Futterstapels bis zur Öffnung.

Eine zusammenfassende Übersicht der in den folgenden Erläuterungen aufgeführten Futterwertbeschreibungen findet sich in Tabelle 1. Die für diese Futtermittel(gruppe) besonders interessanten Inhaltstoffe sind hervorgehoben. Darin enthalten sind auch Angaben zur Verdaulichkeit der beiden Kohlenhydrat-Fractionen aNDFom und Nichtfaserkohlenhydrate (NFC). Diese Werte wurden standardmäßig in den Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in den letzten 20 Jahren mit erhoben. Sie erlauben neben dem Energiegehalt, Rohproteingehalt und UDP-Anteil des XP eine tiefergehende quantitative Einschätzung des Beitrages der Futtermittel zum mikrobiellen Ertrag in den Vormägen. Der Gehalt an unverdaulicher aNDFom (ndNDF) kennzeichnet den Ballaststoffanteil der Futtermittel ohne Energiebeitrag für das Vormagenmikrobiom.

Extraktionsschrote/Ölpressekuchen

Extraktionsschrote entstehen bei der Gewinnung des Hauptproduktes Öl aus Ölfrüchten durch Pressen und nach Extraktion mit Lösungsmitteln. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind vor allem Raps-, Soja-, Sonnenblumen- und Leinsamenextraktionsschrot (RES, SES, SbES, LsES). Sie sind wegen der Nutzung von Lösungs(Extraktions-)mitteln nicht einsetzbar in der ökologischen Tierhaltung. Ölkuchen entstehen ausschließlich nach der Ölgewinnung durch Auspressen der Ölfrüchte. Sie haben einen noch ansprechenden Rest-Fettgehalt von 4 bis über 20 % und sind in der Ökofütterung einsetzbar. Die Qualität der Ölkuchen und damit ihre Einsatzfähigkeit in den Tagesrationen hängen vom erreichbaren Pressdruck, einer möglichen thermischen oder hydrothermischen Vorbehandlung und den Möglichkeiten einer Schälung der Ölsaaten ab. Ölkuchen aus dezentralen Ölmühlen sind in der Regel fettreicher als aus den großen Ölmühlen. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind Raps-, Soja-, Palmkern- und Leinkuchen.

Durch den Öl-Entzug werden alle anderen Inhaltsstoffe (Protein, Mineralstoffe, Zucker, Stärke, Zellwände, Schalenanteil) gegenüber dem Ausgangsmaterial aufkonzentriert. Extraktionsschrote und Ölkuchen sind proteinreich und werden daher vorrangig zur **Proteinergänzung** in den Wiederkäuerrationen genutzt. Die Stabilität der Proteine (UDP) gegenüber dem mikrobiellen Abbau in den Vormägen ist gegenüber der Ausgangssaaten erhöht und abhängig von der Intensität und Dauer der Hitzebehandlung vor und während des Ölentzugs. Die höhere Pansenstabilität des Proteins ist von Vorteil in Hochleistungsrationen, weil der Proteinbedarf des Tieres dann den N-Bedarf des Pansenmikrobioms überschreitet. Andererseits ist bei Einsatz pansenstabiler Proteine insbesondere in proteinarmen Grundrationen besonders auf die Bedarfsdeckung für die mikrobielle Proteinsynthese zu achten, um die Produktivität des Mikrobioms nicht einzuschränken. Je MJ ME der Tagesration sind 120 g (100 ... 140) pansenverfügbares Protein bereit zu stellen (DLG 1997).

Der Energiegehalt der Extraktionsschrote und Ölkuchen ist abhängig vom Restölgehalt. Eine wesentliche Rolle spielen aber auch der Anteil der Schalen und die Verdaulichkeit der vor allem in den Schalen enthaltenen Faseranteile. So ist z.B. im Rapsextraktionsschrot der Gehalt an aNDFom nach Entzug des hohen Ölgehaltes mit ca. 26 % der TS recht hoch und die Verdaulichkeit der NDF mit etwa 70 % eher

niedrig. Zusammen mit den NFC liefern die Faserkohlenhydrate des RES insgesamt 374 g verdauliche Kohlenhydrate und 117 g Ballastkohlenhydrate. In Sojaextraktionsschrot ist der Faseranteil geringer und die Verdaulichkeit der NDF mit 86 % deutlich höher. Es liefert insgesamt 416 g verdauliche Kohlenhydrate und nur 26 g unverdauliche Kohlenhydrate. Sonnenblumenextraktionsschrot hat, wenn nicht geschält, einen hohen Schalenanteil und bringt mit über 436 g aNDFom sehr viel Faser mit sehr geringer Verdaulichkeit (39 %). Zusammen mit den NFC liefert Sonnenblumenextraktionsschrot 426 g verdauliche Kohlenhydrate, belastet den Verdauungstrakt aber mit 318 g unverdaulichen Kohlenhydraten.

Futtermittel aus Palmkernen kommen in Deutschland in gleicher Größenordnung zum Einsatz wie aus Sonnenblumensaat, finden aber überwiegend in der Mischfutterherstellung Verwendung (DVT 2021). Etwa 3/4 des Palmkernexpellers bestehen aus Faserstoffen (aNDFom) mit einer Verdaulichkeit von 67 %. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz liegt zwischen 63 und 69 %. Den trotzdem noch mäßigen Energiegehalt von 10,5 – 10,8 MJ ME/kg TS begründet sein Restfettgehalt zwischen 40 und 85 g/kg TS. Erwähnenswert ist der hohe P-Gehalt der Extraktionsschrote und Ölkuchen zwischen 6,6 in Palmkuchen und 13,1 g/kg TS in Rapsextraktionsschrot (DVT 2010).

Melassen

(Angaben zu den Inhaltsstoffen nach DLG 1997, Harms 2003, Potthast 2011, LfL 2020, LWK NRW 2015)

Melasse ist Restprodukt nach Abzentrifugation des Kristallzuckers aus dem aus Zuckerrüben, Zuckerrohr oder Zitrusfrüchten gewonnenen Dicksaft. Melassen haben einen hohen Restzuckeranteil von 63 - 65 % der Trockenmasse (70-77 %), der überwiegend aus Saccharose besteht. Sie sind frei von Zellwandbestandteilen (Faser) und nahezu fettfrei. Ihre Verdaulichkeit aufgrund des hohen Zuckeranteiles und der Faserfreiheit ist sehr hoch, ca. 95 %. Aufgrund der geringeren energetischen Umsetzung von Zucker gegenüber anderen verdaulichen Kohlenhydraten und dem hohen mineralischen Anteil von >10 % ist der Energiegehalt der Melasse vergleichbar mit dem der Rübenmarkprodukte.

Der Rohproteinanteil zwischen 8,5 und 14,6 % (DLG 1997: 13,6 %) besteht bei der Zuckerrübenmelasse überwiegend aus (33 %) Aminosäuren-N und (27 %) Betain-N. Melassen besitzen eine hohe Viskosität, weshalb für die Nutzung im Winter die TS durch Wasserzusatz auf 70 % abgesenkt wird. Infolge des Zuckerentzugs konzentriert sich der mineralische Anteil auf. Mit 0,5 g P/kg TS ist Melasse trotzdem **nahezu P-frei**, aber Na-reich (7,6 g) und vor allem **K-reich** (54,1 g). Die DCAB liegt bei >1000 meq/kg TS.

Melassen können gut ergänzt werden **in zuckerarmen Rationen** zur Verbesserung einer schnellen und kontinuierlichen Energielieferung für die Pansenprozesse. Erstrebenswert sind Zuckergehalte in der Gesamtration zwischen 5 und maximal 7 %. Genutzt werden Melassen auch gern für den zusätzlichen Effekt der **Bindung kleiner und staubiger Futterpartikel** in Rationen mit deutlich mehr als 40 % TS.

Offenbar bringt der Melasse-Zusatz in der Ration auch den Rindern eine gewisse **Geschmacksverbesserung**. Vorsicht ist geboten beim Einsatz in der Vorbereitungsration in Fütterungskonzepten ohne Saure Salze wegen der hohen Kalium- und Na-gehalte und der sehr hohen DCAB.

Die Ergänzung einer Ration von 24 kg TS mit einem kg Melasse erhöht den Zuckeranteil der Gesamtration um etwa 2 %.

Zuckerrüben(mark)-Produkte

Hierzu zählen Melasseschnitzel, Trockenschnitzel, Pressschnitzel und Rübenkleinteile.

Es sind proteinarme, zellwand(faser)reiche und nahezu fettfreie Nebenprodukte der Zuckergewinnung aus Zuckerrüben. Ihr Restzuckergehalt ist durch unterschiedlichen Melassierungsgrad differenziert und sollte zur Produktinformation gehören, damit er für die Rationsberechnung bilanziert werden kann. Der Restzuckergehalt in Pressschnitzeln kann bei Auslieferung noch bis zu 10 % der Trockenmasse betragen. Er beschert den Pressschnitzeln eine gute Vergärbarkeit, wird aber sofort beginnend mit Produktionsaustritt mikrobiologisch zu Gärsäuren umgesetzt.

Zuckerrübenkleinteile sind ähnlich zu bewerten wie die Zuckerrübe, haben aber einen deutlich geringeren TS-Gehalt und sind etwas faserreicher, weil vermischt mit Blatt- und Blattstängelanteilen. Sie sind aufgrund der intensiven Reinigung der Zuckerrüben sehr sauber. Ausgelaugte Rübenschnitzel enthalten nur noch das Rübenmark. Das sind im Wesentlichen **hochverdauliche Faser - aNDFom (Verdaulichkeit der NDF 88 %)** und Nichtfaserkohlenhydrate, zu denen der Restzucker und die daraus entstehenden organischen Säuren, Alkohole und Pektine gehören. Auch diese sind sehr hoch verdaulich (94 %). Der Anteil an verdaulichen Kohlenhydraten ist mit etwa 70 % der Trockenmasse sehr hoch und begründet den ansprechenden Energiegehalt. Nur etwa 9 % der Faserkohlenhydrate sind unverdaulich.

Zuckerrübenmarkprodukte außer den Rübenkleinteilen sind für die **alternative Nutzung in stärkereichen Rationen** geeignet, d.h. sie können energiereiche Konzentratfütterung teilweise ersetzen. Aufgrund ihres hochverdaulichen Faseranteiles, der zusammen mit den Pektinen die Bildung von Essigsäure im Pansen begünstigt, können Rübenmarkprodukte auch Grobfutter ersetzen. Sie sind ein typisches Pansenfutter, fördern zwar nicht das Wiederkauen, aber **stabilisieren das Pansenmilieu** bei Steigerung der Leistungsfähigkeit des Pansenmikrobioms. Rübenprodukte sind generell **P-arm**. Press- und Trockenschnitzel enthalten um 0,6 – 0,8 g P/kg TS. Der Ca-Gehalt kann verfahrensabhängig (Kalzium-Zusatz verbessert das Auspressverhalten der ausgelaugten Schnitzel) zwischen 7 und 16 g/kg TS variieren.

Pelletierte Trockenschnitzel werden in unterschiedlichen Pelletgrößen angeboten (6 ... 12 mm Durchmesser). Ein Aufquellen vor dem Verzehr sollte abgesichert werden. Zu große und noch feste Pellets werden oft nicht aufgenommen und verbleiben dann im Futterrest. In nicht zu trockenen Rationen ist das sicher kein Problem. Ansonsten sollte das vorherige Aufquellen der Pellets durch eine definierte Wasserzugabe technologisch in den Fütterungsprozess eingeordnet werden.

Eine Frischverfütterung von Pressschnitzeln während der Zuckerrübenkampagne ist möglich, wenn diese nicht später als zwei Tage nach Produktionsausstoß direkt verfüttert werden. Empfehlenswert für einen langfristigen Einsatz der Pressschnitzel ist generell die Silierung. Pressschnitzel verlassen die Prozesslinie mit bis zu 70°C. Eine „Vergärung“ der Restzucker beginnt sofort durch die während der Zuckergewinnung nicht abgetöteten wärmeliebenden Bakterien. Eine schnellstmögliche Einlagerung (Luftabschluss) der noch warmen (mindestens 40 – 45 °C) Pressschnitzel ins Silo ist also anzustreben, eine Zwischenlagerung zur Abkühlung der Schnitzel nicht anzuraten. Im Silo eingelagerte Pressschnitzel erreichen innerhalb weniger Tage einen stabilen und ausreichend niedrigen pH-Wert. Trotzdem sollte mit der Verfütterung, d.h. mit der Öffnung des Silos bis zur **Abkühlung des Futterstapels** auch im Kern gewartet werden. Das sind bei einer täglichen Abkühlung von 0,5 – 1 Kelvin mindestens 4 bis 6 Wochen. Es empfiehlt sich daher, Horizontal- wie auch Flachsilo maximal bis 2 m Höhe zu befüllen. Ein zu frühes Öffnen des noch warmen Silostapels führt am Anschnitt zu schnellem Schimmelwachstum, meist verbunden mit Toxinbildung.

Pressschnitzelsilagen können bis zu 20 % der Trockenmasse einer Tagesration in der Milchviehfütterung eingesetzt werden. Auf eine ausreichende Versorgung mit physikalisch effektiver Struktur ist bei solch hohen Anteilen zu achten und dies in der Fütterungsroutine auch verstärkt zu kontrollieren.

Trester

Trester sind Nebenprodukte aus der Safterstellung aus Früchten und anderen Saftrohstoffen wie z.B. Möhren. Etwa 25 – 40 % der verarbeiteten „Früchte“ verbleiben nach der Entsaftung als Trester. Diese enthalten die Fruchtschalen, bei Früchten auch das Kerngehäuse einschließlich der Samen und das „Fruchtmark“. Aus Nährstoffsicht enthalten sie Restzucker, organische Säuren und das aus Zellwänden und verbleibendem Zellinhalt gebildete Mark in Form von Hemizellulosen, Pektinen als hochverdauliche Faserstoffe, fettartige Substanzen und Eiweißstoffe. Zitrus- und Apfeltrester sind am bekanntesten, umfangreichsten und wertvollsten. Trester sind mit etwa 6 % der TS sehr **proteinarm**. Ihr Fasergehalt (Zellwände) ist mit 200 – 220 g aNDFom eher mäßig. Auch Trester sind mit 1 – 2 g/kg TS phosphorarm. Ein relativ hoher Ca-Gehalt ist technologiebedingt möglich. Zitrustrester haben trotz der Entsaftung einen hohen Anteil an NFC mit 650 g/kg TS. Davon sind noch ca. 200 g Zucker. Die Differenz ist zu erklären mit dem **hohen Pektinanteil** in den Früchten. Dieser beträgt in Zitruschalen immerhin 30% und im Apfeltrester noch 15 %.

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz von Zitrustrester ist mit 90 % sehr hoch. Zusammen mit dem hohen Zuckergehalt liefert der Trester insgesamt hohe Anteile verdaulicher Gesamtkohlenhydrate von nahezu 750 g/kg TS und ist damit ein idealer Energielieferant für die mikrobielle Verdauung in den Vormägen.

Wahrscheinlich wegen des hohen Pektinanteiles haben Trester eine hohe Viskosität und ein hohes Wasserhaltevermögen bei nur geringem TS-Gehalt (10 %). Sie sind daher leicht verderblich. Verderb ist wegen des Risikos toxischer Stoffwechselprodukte unbedingt zu vermeiden. Auch hier gilt es, die Nährstoff- und die mikrobiologische Qualität durch unmittelbare Konservierung zu sichern.

Bei Beachtung des Restzuckergehaltes eignen sich Trester zur **alternativen Nutzung in stärkereichen Rationen** bei gleichzeitigem **Ersatz schwerverdaulicher Faser** und tragen zur Stabilisierung der Lebensbedingungen und Steigerung des Leistungsvermögens des Vormagenmikrobioms bei.

(Bier)Treber

Treber sind bei der Bier-(auch Whisky)Herstellung anfallende Rückstände des Braumalzes aus Gerste und/oder Weizen. Sie enthalten die nach Keimung des Braugetreides, Trocknung, Abtrennung des Keimlings, Vermaisung, Erhitzung der Maische, Vergärung und Läuterung verbleibenden festen Bestandteile. Das sind die Spelzen und die ungelösten Bestandteile des Getreidekorns. Infolge des fast vollständigen Entzugs der Stärke und des Zuckers, sind gegenüber dem Getreidekorn die Gehalte der Faserparameter (XF, NDF und ADF) sowie des Proteins und des Fettes stark angereichert.

Bezogen auf den maximal möglichen Fettgehalt von 4 % in der Gesamtration muss Biertreber mit ca. 10 % Rohfett in der TS als fettreich angesehen werden. Die Verdaulichkeit des Biertreber-Fettes ist mit ca. 88 % hoch.

Der Faseranteil ist mit >600 g aNDFom sehr hoch. Die NDF-Verdaulichkeit liegt bei 70% in der gleichen Größenordnung wie beim intakten Getreidekorn oder der Getreideschlempe. Trotz dieser nur mäßigen Verdaulichkeit um 70 % und dem praktischen Fehlen von NFC stellt Biertreber etwa 430 g verdaulicher NDF bereit, gleichbedeutend mit der stoffwechselwirksamen Energielieferung von 450 g Stärke und Zucker. Da der Abbau im Pansen eher zu Essig- als zu Propion- und Buttersäure erfolgt, wirkt Biertreber in der Gesamtration pansenstabilisierend.

Wie auch bei anderen Nebenprodukten der Lebensmittelherstellung führt der Entzug der Stärke und des Zuckers aus dem Getreidekorn zur Anreicherung bei den Mineralstoffen, wie z.B. bei Phosphor von 4 g/kg TS auf 6 g/kg TS vom intakten Gerstenkorn zum Biertreber. Da Biertreber auch zur Optimierung des Proteingehaltes in der Gesamtration eingesetzt wird, ist aus Sicht der Minimierung überschüssiger

P-Ausscheidungen die gleichzeitige Verringerung des Verhältnisses von P zu N von 0,2 bei Gerste auf 0,15 g/g beim Biertreber interessant. Vergleichbare Werte bei Sojaextraktionsschrot und Rapsextraktionsschrot sind 0,14 bzw. 0,19. Aus dieser Sicht empfiehlt sich Biertreber als Eiweißlieferant gegenüber Rapsextraktionsschrot in vergleichbarer Weise wie Sojaextraktionsschrot.

Biertreber eignet sich für die alternative Nutzung zu geringerwertigen Graskonservaten und Stroh bei übermäßigem Getreideanteil und kann andere Proteinkonzentrate ersetzen.

Schlempen

Als Schlempen wird produktübergreifend der Rückstand nach der „Entzuckerung“ bei der Ethanolherstellung aus Getreide, Körnermais, Melassen/Zuckerrübensaft bezeichnet. Im Zuge der gewerblichen/industriellen Ausweitung der Alkoholgewinnung auf die alternative Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen, Bioethanol, ist eine Zunahme des Aufkommens an Schlempen zu verzeichnen. Unterschieden werden muss zwischen den Nebenprodukten nach Trocknung (einschließlich der Sicherung der löslichen Bestandteile = „distillers dried grain with solubles“) und Pressschlempen z.B. aus Roggen (Verlust an Futterwert durch die löslichen Bestandteile = Mineralien, Protein). Der Futterwert ist sehr variabel durch variable Verwendungen von Rohstoffen (Getreidearten, Körnermais, Zuckerrüben) bzw. durch Veränderungen in der Prozessführung zur Optimierung der Ethanolausbeute.

Trockenschlempen sind proteinreich, etwa vergleichbar mit RES. Der UDP-Anteil am Rohprotein ist prozessbedingt hoch, ca. 50 % (DLG 2009b). Infolge des Entzugs der mikrobiologisch (Vergärung) aufschließbaren und nutzbaren Substrate Stärke und Zucker ergibt sich auch bei den Schlempen eine Anreicherung der verbleibenden Nährstoffe Rohfett, Rohprotein, Faserstoffe. Schlempen sind generell arm an Stärke und Zucker.

Trockenschlempen repräsentieren den verbleibenden Rest an Nährstoffen nach Entzug der für die Ethanolgewinnung nutzbaren Substrate Stärke und Zucker durch die Wiederaufführung der löslichen Bestandteile im Prozess der Trocknung. Der Gehalt an Faserstoffen (aNDFom) bei reiner Getreideschlempe beträgt liegt zwischen 350 ... 600 g/kg TS. Die Verdaulichkeit der NDF entspricht etwa der im intakten Getreide, kann aber auch verfahrensbedingt durch Vorbehandlungen höher sein (60 ... 80 %). Der Energiegehalt ist mit 12 ... 13,6 MJ ME/kg TS (DLG 2009b, 2011; Priepke und Losand 2015) etwa vergleichbar bis höher als im RES. Der unverdauliche Anteil der Kohlenhydrate insgesamt aus aNDFom und NFC ist mit etwa 100 g/kg Trockenmasse eher niedrig und vergleichbar mit Rapsextraktionsschrot.

In erster Linie sind Trockenschlempen auf Getreidebasis ein **alternatives Proteinkonzentrat**. Die Wertigkeit des hohen pansenstabilen Anteiles im Hinblick auf Dünndarmverdaulichkeit und Bereitstellung eines bedarfsgerechten Aminosäuremusters des im Dünndarm verdaulichen Rohproteins ist noch zu prüfen. In zweiter Linie liefern Trockenschlempen **hochverdauliche Kohlenhydrate für die mikrobielle Verdauung**, ohne die Vormägen mit Stärke und Zucker zu überfrachten.

(Roggen)-Pressschlempe ist der noch feuchte Rückstand (>30 % TS) nach Abpressen der flüssigen Phase aus der frischen Schlempe in den Bioethanolanlagen Zörbig und Schwedt. In der Regel wird der Pressschlempe vor Auslieferung bereits ein Konservierungsmittel beigemischt. Damit soll die Haltbarkeit des Produktes verbessert und die Transportfähigkeit erhöht werden. Durch das Abtrennen der flüssigen Phase gehen aber gelöste Bestandteile, d.h. vor allem Proteine, wahrscheinlich auch lösliche Polysaccharide verloren. Dadurch verringert sich der Protein- und erhöht sich der Faseranteil in der verbleibenden festen Phase deutlich. Der Fettanteil bleibt relativ hoch mit 5 – 6 % der Trockensubstanz (Tabelle 1). Die in den beiden Werken hergestellten Roggenpressschlempen hatten zum Zeitpunkt der ersten Untersuchungen (DLG 2009a) mit 9 – 10 MJ ME/kg TS nur mäßige bis geringe Energiegehalte,

was in der geringen Verdaulichkeit der Faserbestandteile (aNDFom) von nur etwa 50 % begründet ist. Der Anteil unverdaulicher Faserstoffe ist mit >30 % der Trockenmasse sehr hoch. Dennoch findet Pressschlempe auch bei hochleistenden Milchkühen eine hohe Akzeptanz und wird gern gefressen. In Untersuchungen von Engelhard et al. (2007) sowie Hanna et al. (2007) wurden bei einem Milchleistungsniveau von 40 - 42 bzw. 31 kg/Kuh und Tag 5 bzw. 2,6 kg Trockenmasse Roggenpressschlempe je Tier und Tag verfüttert und damit Biertreber und Pressschnitzel bzw. Quetschgerste ersetzt, ohne dass Futteraufnahme und Milchleistung und Lebendmasseentwicklung beeinflusst waren.

Pressschlempe ist aufgrund des noch hohen Wasseranteiles hoch verderblich und sollte unabhängig von der Zugabe eines Konservierungsmittels im Auslieferungswerk unverzüglich siliert werden und erst nach 4 – 6 Wochen geöffnet werden. Bei der Entnahme ist unbedingt einem Verderb des Siloanschnitts vorzubeugen.

Tabelle 1: Darstellung von Nährstoffgehalten und Verdaulichkeiten in Nebenprodukten (Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln, LFA MV)

Produkt	TS	XA	XP	UDP	XL	XF	aNDFom	XZ	XS	DNDF ^a	ndNDF ^b	NFC ^c	DNFC ^d	Energie
	g/kg	g/kg TS		% XP			g/kg TS			%	g/kg TS		%	MJ ME/kg TS
RES	904	73	398	35	38	136	259	83	(57)	71	75	232	82	12,4
SES	915	67	470	30	21	51	166	99	(77)	86	23	276	99	13,9
SbES ^e		80	330		15	267	436			39	266	308	83	9,1
Palmkernexpeller	926	45	166	50	65	195	720	27	3	67	238	0	-	10,7
Melasse	710	111	135	20	1	-	-	672	-	-	-	754	95	12,0
Vinasse ¹⁾	454	113	290		1	-	-	5	-	-	-	596	94	10,6...11,8
Pressschnitzel	255	51	102	30	7	215	508... 615	3	-	86...93	79...52	225	94	12,3
Trockenschnitzel	919	76	99	30	7	204	427	103	-	92	33	391	94	12,0
Getreidetrocken- schlempe	945	56	361		59	86	316	90	58	61	123	208	96	12,0
(DDGS) ²⁾	948	45	333	40...50	69	82	559	34	25	83	96	-6	-	12,4
	917	26	352		134	81	606	5	65	83	104	-118	-	13,7
Roggenpress- schlempe	305	22	178	35	57	143	563	30	(110)	41	332	180	86	8,9
	361	51	244		53	164	562	7	-	51	340	90	92	9,8
Zitrusrester ³⁾	900	64	71	35	22	145	240	233	(89)	(85) ⁴⁾	(36)	603	90	11,1
Biertreber	224	37	226	40	99	170	613	5	9	68...73	180	25	50...89	11,8...12,2

- a) DNDF – Verdaulichkeit (Digestibility) der aNDFom in %
- b) ndNDF – unverdauliche (non digestible) aNDFom in g/kg
- c) NFC – Nichtfaser-Kohlenhydrate (non fibre carbohydrates) = 1000 – XA – XP – XL – aNDFom
- d) DNFC – Verdaulichkeit der Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC) in %
- e) SbES - Sonnenblumenextraktionsschrot
- 1) Aus der Bioethanolgewinnung von Zuckerrübensaft
- 2) Aus der Bioethanolherstellung, verschiedene Jahre, unterschiedliche Rohstoffmarktbedingungen, verschiedene Hersteller
- 3) Deuka, 2021
- 4) Angenommener Wert von 85 %, da 90 % Verdaulichkeit der OS angenommen

Fazit

Nebenprodukte aus der Verarbeitung pflanzlicher landwirtschaftlicher Rohstoffe für die Lebens- und Futtermittelherstellung und die Erzeugung von Bioenergie sind als eine immer wieder zu erschließende regionale bis überregionale Futterreserve zu verstehen. Sie können Nährstoffkreisläufe im Landwirtschaftsbetrieb schließen und damit den Import von CO₂-Äquivalenten vermindern. Aufgrund der meist großtechnischen Verarbeitung und der meist geltenden Anforderungen an die Sicherheit der Produktion aus den Anforderungen des Lebens- und Futtermittelrechtes sind sichere und gleichbleibende Qualitäten bei Produktionsausstoß zu erwarten. Die mit der Verarbeitung der Rohstoffe einhergehende weitestgehende Zerstörung der Zellstrukturen und die damit verbundene Freisetzung

der in den pflanzlichen Zellen enthaltenen Nährstoffe macht auch die Nebenprodukte sensibel gegenüber oxydativen und mikrobiologischen Prozessen, dem schnellen Verderb. Nebenprodukte, die in feuchtem Zustand als Futtermittel gehandelt werden sollten ohne unnötigen zeitlichen Verzug konserviert werden, um Nährstoffe und damit den hohen Futterwert zu sichern und gesundheitliche Schäden bei den mit ihnen versorgten Nutztieren zu vermeiden.

Wegen der nach Entzug des Hauptproduktes meist spezifischen Nährstoffzusammensetzung, ist ein gezielter Einsatz zur Ergänzung einer umfassenden Bedarfsdeckung der Nutztiere und die Vermeidung exzessiver Versorgungslagen möglich. Nebenprodukte sind meist arm an Zucker und Stärke und reich an hochverdaulichen Faserbestandteilen. Sie sind daher oft eine ausgezeichnete Energiequelle für Versorgung des Pansenmikrobioms. Es lohnt sich, die Verdaulichkeit der Kohlenhydrate ganzheitlich zu betrachten im Sinne der Optimierung der Pansenprozesse und der Nutzung von Nebenprodukten.

Literatur

Deuka 2021: <https://www.deuka.de/lexikon/zitrustrester/> 14.9.2021

DLG 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. DLG-Verlags-GmbH, Eschborner Landstraße 122, Frankfurt am Main

DLG 2009a: Bewertung von Einzelfuttermitteln – Futterwert und Einsatz von Roggenpressschlempe aus der Bioethanolproduktion beim Rind. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung. November 2009. www.dlg.org

DLG 2009b, 2011: Bewertung von Einzelfuttermitteln – Futterwert und Einsatz von getrockneter Weizen- und Weizen/Gerstenschlempe aus der Bioethanolproduktion beim Rind. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung. November 2009, aktualisiert Juli 2011. www.dlg.org

DVT – Deutscher Verband Tiernahrung e.V., 2010: Mineralfutter in der Tierernährung, 10. Auflage 2010

DVT – Deutscher Verband Tiernahrung e.V., 2021: Futtermitteltabellarium Ausgabe 2020, 51. Ausgabe

Engelhard, T., L. Helm, E. Riemann, G. Andert. 2007: Einsatz von Pressschlempe in Rationen für Kühe. Versuchsbericht, Persönliche schriftliche Mitteilung

Hanna, T., H.-J. Alert, E. Boldt, U. Bergfeld, K. D. Markuske, Annette Zeyner 2007: Einfluss von Roggenpressschlempe auf Milchleistung, Stoffwechselformparameter und Gesundheit bei Hochleistungskühen. Züchtungskunde, 79. (2): 142-151

Harms, A.E. 2003: Untersuchungen zum Futterwert von expandierten Trockenschnitzeln sowie von Vinasse beim Rind. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades einer Doktor in der Veterinärmedizin, Tierärztliche Hochschule Hannover

LfL 2020: Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. LfL-Information, Stand 2020

LWK NRW 2015: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen – Futterwerttabellen Milchkühe mit Bedarfsnormen und Hinweisen zur Rationsplanung, Ausgabe 2015

Potthast, Ch., S. Brinker, K. Maier 2011: Futtermittel aus der Zuckerrübenverarbeitung – neue Daten zu Inhaltsstoffen aus einer bundesweiten Erhebung. Sugar Industry 136, No. 10 (2011): 663-669

Priepke, A. und B. Losand. 2015: Verdaulichkeit der organischen Substanz, der Rohnährstoffe und der Energie aus Getreide beim Hammel (BLE-Projekt GrainUp). Tagungsunterlage Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 14./15.4.2015

Schuster, H., Rauch, P. 2014: N-Effizienz in der Rinderfütterung. Tagungsband 52.Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung, S.41 - 47

Autorenanschrift:

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

Mischfutter für Rinder: klimaneutral und mit minimaler Nahrungskonkurrenz

Rosemarie Oberschätzl-Kopp

Produktbereich Futtermittel, BayWa AG München

Einleitung

Bei gleichzeitig rückläufiger Flächenverfügbarkeit pro Person (1970: 0,38 ha/Person; 2050: ~0,15 ha/Person) wird die Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft voraussichtlich deutlich ansteigen. Es ist zu beachten, dass weltweit etwa 70% der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche aus nicht-ackerfähigem Grasland besteht und für die Erzeugung von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft ungeeignet ist. Diese nicht-essbare Biomasse kann durchaus an Nutztiere verfüttert werden und weist eine teilweise hohe Futterqualität auf. Das Ziel in der Nutztierfütterung ist es, die Effizienz der Transformation von nicht essbarer Biomasse in Lebensmittel zu optimieren und dabei eine Nahrungskonkurrenz zu vermeiden sowie gleichzeitig die Umweltwirkungen im Blick zu haben (Windisch und Flachowsky, 2020).

Ansätze auf dem Weg zu einer klimaneutralen und Nahrungskonkurrenz armen Rinderfütterung

Rinder werden aufgrund der erhöhten Methanbildung durch ihre Mikroben basierte Verdauung des Vormagensystems (BMEL, 2020) häufig per se als „klimaschädlich“ gesehen. Allerdings sind sie als Wiederkäuer in der Lage, zellwandreiche Futtermittel von nicht ackerfähigem Grasland mit Hilfe der im Vormagensystem vorhandenen Mikroorganismen zur Energiegewinnung zu nutzen. Ihre Futterrationen setzen sich deshalb aus deutlich mehr nicht-essbarer Biomasse in Form von Grassilage, Heu und Stroh zusammen als die von Nichtwiederkäuern. Außerdem generieren die Mikroorganismen der Vormägen aus Nicht-Protein-Stickstoff- Verbindungen bedeutende Mengen an hochwertigem Eiweiß (nutzbares Rohprotein = nXP), so dass Wiederkäuer geringfügiger von der Zufuhr an Eiweiß über die Nahrung abhängig sind und infolgedessen grundsätzlich keine Nahrungskonkurrenten des Menschen darstellen (Windisch und Flachowsky, 2020). Im Gegenteil, durch die Verfütterung von nicht-essbarer Biomasse an Rinder werden zusätzlich Lebensmittel erzeugt.

Diese Effizienz der Transformation muss durch angepasste Fütterungskonzepte erhöht werden. Dabei ist es entscheidend, Futtermittelverluste zu reduzieren, präzise zu füttern und die Verdauungs- und Darmgesundheit zu erhöhen (Windisch, 2021). Hierbei spielt neben einem qualitativ hochwertigen Grundfutter auch die individuelle und leistungsangepasste Ergänzung der Rationen mit Mischfutter eine entscheidende Rolle. Etwa die Hälfte des weltweit gehandelten Mischfutters stammen aus Nebenprodukten der industriellen Verarbeitung pflanzlicher Ernteprodukte in Lebensmittel (z.B. Mehl, Zucker, Speiseöl) oder sonstige industrielle Stoffe (z.B. Biodiesel, Bioethanol). Diese Nebenprodukte (z.B. Weizenkleie, Schnitzel, Biertreber, Schlempe) stellen überwiegend hochwertige Futtermittel dar und stehen in keiner oder nur geringfügiger Nahrungskonkurrenz zum Menschen (Windisch und Flachowsky, 2020).

Da die Zusammensetzung von Mischfutter für Milchkühe häufig festen Restriktionen unterliegt und die Futter homogen gemischt sind, ist eine gleichbleibende und kontrollierte Futterqualität und somit eine konstante Versorgung der Pansenmikroben sichergestellt. Durch die Kombination von jeweils schnell

und langsam abbaubaren Energie- und Proteinlieferanten ist die Pansensynchronisation gewährleistet. Zusätzliche Verarbeitungsschritte der Rohwaren bei der Mischfutterproduktion, z.B. die druckhydrothermische Behandlung von Eiweißkomponenten bietet einen Schutz des Proteins vor dem Abbau durch die Pansenmikroben und stellt sicher, dass es im Dünndarm absorbierbar ist. Dadurch werden Nährstoffverluste vermieden und die Effizienz der Umsetzung der eingesetzten Nährstoffe erhöht. Der Zusatz von pansengeschützten Aminosäuren ermöglicht eine reduzierte Nährstoffausscheidung der Tiere und kann dadurch zu einer Entlastung der Stoffstrombilanz beitragen. N/P-reduzierte Mischfutter gewinnen deshalb in der Rinderfütterung insbesondere in den sogenannten „roten Gebieten“ zunehmend an Bedeutung.

Fazit

Aufgrund der physiologischen Gegebenheiten ihres Vormagensystems sind Rinder in der Lage, nicht essbare-Biomasse ohne nennenswerte Nahrungskonkurrenz zum Menschen in Lebensmittel tierischen Ursprungs zu transformieren. Eine Erhöhung der Effizienz und geringe Umweltwirkungen in der Rinderfütterung erfordern jedoch eine zusätzliche angepasste und balancierte Ergänzung mit hochwertigen Futtermitteln. Vor diesem Hintergrund sind die zunehmend kritisierte Rindfleischproduktion und Milcherzeugung durchaus zukunftsfähig. Nebenprodukte der industriellen Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe zeigen in der Mischfutterproduktion ein großes Potenzial und eine zunehmende Bedeutung in der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft (Windisch und Flachowsky, 2020). Agrarindustrie und -handel sind somit gleichermaßen gefordert, die steigenden gesellschaftlichen und politischen Anforderungen an eine effiziente und möglichst klimaneutrale sowie Nahrungskonkurrenz arme Rinderfütterung entlang der gesamten Wertschöpfung mit Hilfe von integrierten und innovativen Systemkonzepten sicherzustellen. Die Lebensmittelindustrie als Schlüsselement des agrarischen Stoffkreislaufs muss dabei vollständig eingebunden werden.

Literatur

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2020): Rinder emittieren (bald weniger?) Methan. Aufgerufen am: 01. Oktober 2021, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Praxisbericht/DE/forschungsprojekte/rinder-methan.html>

Windisch, W., Flachowsky, G. (2020): Tierbasierte Bioökonomie. In: Thrän, D., Moesenfechtel, U. (Hrsg.): Das System Bioökonomie. Springer Nature, Berlin 2020. ISBN 978-3-662-60730-5. 70-86

Windisch, W. (2021): Gibt es Alternativen zur Nutztierhaltung? In: FBF Fachtagung „Perspektiven Nutztierhaltung“, 15. September 2021, Kassel

Anschrift des Autors:

Dr. agr. Rosemarie Oberschätzl-Kopp
Produktbereich Futtermittel
BayWa AG München
Arabellastraße 4
81925 München
E-Mail: Rosemarie.Oberschaetzl-Kopp@BayWa.de

Klimaneutrale Futterproduktion

Stefan Thurner

Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Einleitung

Der erste Teil des sechsten Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zeigt, dass der Mensch mit seinen Aktivitäten maßgeblich die derzeitige Klimaerwärmung verursacht (IPCC, 2021). Die Landbewirtschaftung ist dabei einer der Hebel, bei der auf der einen Seite Treibhausgas- (THG-) Emissionen entstehen, auf der anderen Seite aber auch THG kurz, mittel oder langfristig der Atmosphäre entzogen werden können. Die Landbewirtschaftung zur Futterproduktion erfolgt auf Acker- und Grünlandstandorten, wobei das Kraftfutter aus dem Ackerbau stammt und das Grobfutter auf beiden Standorttypen erzeugt werden kann. Derzeit werden in Deutschland rund 61 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche für die Futterproduktion genutzt, wovon wiederum knapp die Hälfte Grünland ist (BMEL, 2020). Insgesamt sind rund 50 % der eingesetzten Futtermittel dem Grobfutter zuzuordnen (BMEL, 2020). Beim Kraftfutter werden allein rund 33 % der Eiweißfuttermittel importiert (BMEL, 2020), daher entfällt der größte Teil der Futterproduktion in Deutschland auf das Grobfutter. Ziel des Beitrags ist daher die Einordnung verschiedener Grobfutterproduktionsverfahren bezüglich ihrer THG-Emissionen und ihres Energiebedarfs, ausgehend von den genutzten Standorten bis hin zu verschiedenen Werbungs- und Konservierungsverfahren.

Standort der Futterproduktion

Große Teile der Grobfutterproduktion finden in Deutschland im Rahmen des Feldfutterbaus statt. 2019 wurden auf rund 2,2 Mio. ha Silomais angebaut, wobei sich diese Fläche seit den 2000er Jahren verdoppelt hat (Rösemann et al., 2021). Da bei der Ernte von Silomais die gesamte oberirdische Biomasse abgefahren wird, verbleibt beim Silomaisanbau nur wenig unter- und oberirdische Biomasse auf dem Acker. Daher gilt der Silomais als Humuszehrer in der Fruchtfolge. Somit tragen enge Silomaisfruchtfolgen zu einer Reduzierung des Humusgehalts des Ackerbodens bei. Die Anbauflächen von Klee, Klee-Gras Mischungen und Klee-Luzerne Mischungen haben sich mit 0,3 Mio. ha seit den 2000er Jahren zwar auch annähernd verdoppelt (Rösemann et al., 2021), aber auf wesentlich niedrigerem Niveau. Beim Ackergras konnte im selben Zeitraum ebenfalls ein Anstieg um rund ein Drittel auf derzeit 0,3 Mio. ha beobachtet werden (Rösemann et al., 2021). Im Vergleich zum Silomaisanbau bietet insbesondere der mehrjährige Feldfutterbau Potential für einen Aufbau des Humusgehalts im Ackerboden. Somit kann der mehrjährige Feldfutterbau in gewissem Umfang zu einer THG-Senke werden.

Wenn das Grobfutter auf entwässerten Hoch- und Niedermoorstandorten produziert wird, ist allein durch den kontinuierlichen Abbau der Torfschicht ein hoher THG Ausstoß zu verzeichnen. So werden beispielsweise auf Ackerstandorten im Niedermoor jährlich zwischen 14,3 und 50,0 t CO_{2äq} pro ha emittiert (Drösler et al., 2012). Auf Grünland im Niedermoor sind es je nach Intensität und Feuchte nahezu vergleichbare Größenordnungen (5,8 bis 40,7 t CO_{2äq} pro ha*a; Drösler et al., 2012). Im Jahr 2019 wurde auf knapp 335 Tsd. ha Moorböden in Deutschland Ackerbau betrieben und gut 950 Tsd. ha der Moorböden in Deutschland wurden als Grünland genutzt (Rösemann et al., 2021). In der Regel sind die Flächen entwässert und werden verhältnismäßig intensiv genutzt. Ein Umstieg von Acker- auf

Grünlandnutzung bringt beim Abbau der Torfschicht zwar eine gewisse Verlangsamung, löst das Problem allerdings noch nicht. Nur die Wiedervernässung der Flächen mit einem hohen Wasserstand (Wasserstand ganzjährig möglichst zwischen 0 und -20 cm unter der Oberfläche) kann den Abbau der Torfschicht verlangsamen (vgl. z. B. Drösler et al., 2012). Unter diesen Bedingungen ist die Bewirtschaftung erschwert. Eine Ackernutzung ist dann nicht mehr möglich und auch bei der Nutzung als Grünland lassen sich nurmehr geringe Erträge bei 2-3 Schnitte pro Jahr erwirtschaften. Ebenso dürfte die Futterqualität durch eine Zunahme von Sauergräsern usw., die geringere Anzahl an Schnitten und erschwerte Erntebedingungen mit hohem Potential für Futtermittelverschmutzung vermindert sein.

Ein weiterer Aspekt, der vom Standort in Kombination mit der Nutzungsintensität bezüglich dem THG Ausstoß relevant ist, sind die Lachgasemissionen. Hohe Stickstoffeinträge durch die Ausbringung von Wirtschafts- und Mineraldünger führen zu einem hohen Stickstoffgehalt im Boden. Insbesondere im Frühjahr bei Tauwetter und bei wassergesättigtem Boden wird in Böden mit hohem Stickstoffgehalt dieser zu Lachgas umgebaut. Das Lachgas entweicht in die Atmosphäre und trägt damit stark zum Klimawandel bei. Der mehrjährige Feldfutterbau mit Klee, Luzerne und deren Mischungen mit Gras sowie eine extensivere Grünlandnutzung können zu einer Reduzierung der Stickstoffvorräte im Boden beitragen und somit einen positiven Beitrag zur Vermeidung von Lachgasemissionen leisten (vgl. z. B. Reinsch et al., 2021). Im Zusammenhang mit der Düngung von Grünland und Feldfutterbauflächen ist es daher wichtig, die tatsächlichen Erträge als Basis für die bedarfsgerechte Düngung zu erheben. Bei den mehrschnittigen Beständen und insbesondere auf Grenzstandorten auf denen häufig Grünland steht, stellt die Ertragserfassung eine besondere Herausforderung dar. Derzeit sind praktikable Techniken zur weitgehend automatisierten Ertragserhebung auf Trockenmassebasis nur für den selbstfahrenden Feldhäcksler verfügbar. Für intensive Grünlandbestände und einige Feldfutterbaubestände können die Erträge pro Schnitt zudem über Satellitendaten (Sentinel 2) in Kombination mit Wachstumsprognosemodellen zuverlässig geschätzt werden. Beide Ertragserfassungsmöglichkeiten können teilflächenspezifische Ertragskarten generieren, die zu einer noch präziseren Nährstoffversorgung der Bestände und somit zur Vermeidung von Nährstoffüberhängen beitragen (Worek und Thurner, 2021).

Der Standort, die Art bzw. Mischungen der Nutzpflanzen und die Nutzungs- und Düngungsintensität bei der Futterproduktion können daher einen großen Einfluss auf die Klimawirkung, sowohl im positiven als auch im negativen Sinne haben. Diese Aspekte bieten daher je nach betrieblichen Gegebenheiten großes Einsparpotential bei den THG Emissionen im Zusammenhang mit der Futterproduktion. Gegebenenfalls kann der Atmosphäre mit der Futterproduktion sogar Kohlenstoffdioxid entzogen und längerfristig in Form von Dauerhumus gespeichert werden.

Werbungs- und Konservierungsverfahren

Bei den Werbungs- und Konservierungsverfahren wurden für Erntegut vom Grünland die Verfahren Silage, Belüftungstrocknung (mit Luftentfeuchter in Kombination mit einer Dachabsaugung sowie mit Wärmeerzeugung mittels Hackschnitzelheizung und Wärmerückgewinnung in Kombination mit einer Dachabsaugung) und Heißlufttrocknung (Wärmeerzeugung mit Erdgas oder Hackschnitzelheizung) verglichen. Der Vergleich basiert auf der Bachelorarbeit von Eicher (2017). Dabei wurden fünf Schnitte bei einem Jahresertrag von 100 dt Trockenmasse (TM) zugrunde gelegt. Die Erträge pro Schnitt wurden wie folgt verteilt: 1. Schnitt 30 dt TM-Ertrag, 2. Schnitt 25 dt TM-Ertrag, 3. Schnitt 20 dt TM-Ertrag, 4. Schnitt 15 dt TM-Ertrag und 5. Schnitt 10 dt TM-Ertrag. Für die Berechnung der THG-Emissionen und des Energiebedarfs wurde eine Fläche von 2 ha angesetzt. Dabei wurde mit einer Feld-Hof-Entfernung von 2,8 km und einer Entfernung zur Heißlufttrocknung mit 16,8 km gerechnet.

Die Verfahrensketten umfassten bei der Grassilage die Schritte Mähen– Zetten– Schwaden– Bergen– Verdichten– Entnahme aus dem Silo mit Futtevorlage, beim Belüftungsheu wurden zwei Wendevorgänge berücksichtigt und die spezifischen Arbeitsschritte für das Trocknen (Befüllen der

Boxen– Boxenbelüftung) und beim heißluftgetrockneten Grüngut wurde die Verfahrenskette ab dem Bergen angepasst: Transport zur Trocknungsanlage– Häckseln des Materials– Trommeltrocknung– Ballen pressen– Transport der Ballen zum Landwirt– Futtevorlage. Dabei wurden bei der Grassilage und Heißlufttrocknung bis zur Bergung und bei der Futtevorlage vergleichbare Techniken (Arbeitsbreite, Zugmaschine) eingesetzt: Mähauflbereiter (3 Mähwerke in Schubfahrt, Arbeitsbreite: 8,5 m, Traktor: 176 kW)– Kreiselzettwender (Arbeitsbreite: 10,75 m, Traktor: 67 kW)– Zweikreiselseitenschwader (Arbeitsbreite: 8,5 m, Traktor: 83 kW)– Ladewagen (Ladevolumen: 40 m³, Traktor: 200 kW)– Futtermischwagen (zwei vertikale Schnecken, Ladevolumen: 25 m³). Beim Silieren kam ein Radlader (105 kW, Leichtgutschaufel mit 4 m³) zum Einsatz. Bei der Heißlufttrocknung zerkleinerte ein stationärer Häcksler (55 kW, 40 dt Trockengut pro Stunde) das angelieferte Grüngut vor der Trocknungstrommel. Das Pressen in Ballen erfolgte mittels stationärer Ballenpresse (20 kW, 14,28 Ballen pro Stunde) und der Rücktransport zum Landwirt wurde mit einem Doppelzug mit Dreiseiten-Kippanhänger (Traktor: 67 kW) durchgeführt. Da bei der Produktion von Belüftungsheu die einzelnen Schnitte in mehreren Chargen geerntet werden – der 1. und 2. Schnitt werden in der Regel in drei Chargen, der 3. Schnitt in zwei Chargen und nur der 4. und 5. Schnitt können in einer Charge geerntet werden – wurde für die Arbeitsschritte Mähen und Bergen kleinere Technik beim Mähauflbereiter (Front-Heck-Kombination, Arbeitsbreite: 6,2 m, Traktor: 120 kW) und beim Ladewagen (Ladevolumen: 20 m³, Traktor: 67 kW) verwendet. Durch die Aufteilung des 1. bis 3. Schnitts in Chargen fallen dafür mehr An- und Abfahrten für den Maschineneinsatz auf dem Feld an. Für das Ein- und Auslagern sowie die Futtevorlage wurde ein elektrisch betriebener Heukran (7,5 kW) verwendet.

Der Trockenmasse- (TM-) Gehalt bei der Bergung von Grasanwelkgut zum Silieren wurde mit 35 % angenommen. Bei Belüftungsheu sollte das Grasanwelkgut mit 60 % TM-Gehalt geborgen und für die Heißlufttrocknung wurde ebenfalls ein Anwelken auf dem Feld angenommen und ein TM-Gehalt beim Bergen von 55 %. Das Silieren erfolgte mit Siliermittel (Milchsäurebakterien). Für den verwendeten Strom wurde der CO₂-Emissionsfaktor des Deutschen Strommix (535 g CO_{2äq} pro kWh) angesetzt. Die Hackschnitzel wurden mit 4,493 g CO_{2äq} pro kWh bei der Heißlufttrocknung (Heizleistung 1 MW, Dressler et al. 2016) und mit 7,143 g CO_{2äq} pro kWh bei der Heubelüftung (Heizleistung 50 kW, Dressler et al. 2016), das Erdgas mit 234,5 g CO_{2äq} pro kWh und der verbrauchte Diesel mit 3020 g CO_{2äq} pro Liter (KTBL, 2016a) berechnet. Der Dieselverbrauch wurde nach dem KTBL Dieselbedarfsrechner kalkuliert (KTBL, 2016b). Für die Heutrocknung mit Luftentfeuchter und Dachabsaugung wurden 0,47 kWh Energiebedarf pro kg abzutrocknendem Wasser angesetzt und für die Heutrocknung mit Hackschnitzelheizung mit Wärmerückgewinnung und Dachabsaugung waren es 0,55 kWh pro kg Wasser (Thurner et al., 2021). Bei der Heißlufttrocknung wurde mit einem Energiebedarf für die Trocknung von 0,92 kWh pro kg abzutrocknendem Wasser kalkuliert. Zusätzlich wurden pro dt Frischmasse Trockengut 14,15 kWh als Strombedarf für den Anlagenbetrieb eingerechnet. Die Futteverluste von der Ernte bis zum Trog wurden bei Grassilage mit 9 % TM-Verlusten, bei Belüftungsheu mit 5 % TM-Verlusten und beim heißluftgetrockneten Heu mit 1 % TM-Verlusten angesetzt. Die Berechnungen wurden mit dem angepassten Excel-Tool von Eicher (2017) durchgeführt.

Ergebnisse

Der Energieverbrauch ist bei der Erzeugung von Grassilage mit 141,2 kWh pro t TM Futter am niedrigsten. Die Heubelüftung mit Luftentfeuchter und Dachabsaugung verbraucht aufgrund der über die gesamte Saison etwas höheren Energieeffizienz im Vergleich zur Hackschnitzelheizung mit Wärmerückgewinnung und Dachabsaugung 396,2 kWh pro t TM Futter. Dieser Wert liegt bei der Hackschnitzelheizung mit Wärmerückgewinnung und Dachabsaugung daher etwas höher bei 439,7 kWh pro t TM Futter. Am meisten Energie wird mit 1229,2 kWh pro t TM Futter für die Heißlufttrocknung benötigt (unabhängig von der eingesetzten Energie), obwohl das Material mit 55 % TM-Gehalt bereits stark angewelkt in die Anlage gebracht wurde (vgl. Abbildung).

Je nach eingesetzter Energiequelle ergeben sich daraus unterschiedliche Treibhausgasemissionen. Bei der Ernte und Konservierung der Grassilage entstehen hauptsächlich THG-Emissionen aus dem verbrauchten Treibstoff (Diesel) für die Traktoren von insgesamt 42,7 kg CO_{2äq} pro t TM Futter. Die Belüftungsheutrocknung mit Hackschnitzelheizung, Wärmerückgewinnung und Dachabsaugung erzeugt mit 43,3 kg CO_{2äq} pro t TM Futter aufgrund des Einsatzes der regenerativen Energiequelle und der vergleichsweise hohen Energieeffizienz vergleichbare THG-Emissionen. Beim Einsatz eines Luftentfeuchters bei Verwendung des Deutschen Strommix liegen die THG-Emissionen bei 77,4 kg CO_{2äq} pro t TM Futter. Durch die höhere Menge an abzutrocknendem Wasser bei der Heißlufttrocknung und dem bisher fehlendem Einsatz von Wärmerückgewinnungstechniken bei der betrachteten Heißlufttrocknungsanlage entstehen die höchsten THG-Emissionen bei der Nutzung von Erdgas (371,1 kg CO_{2äq} pro t TM Futter) gefolgt vom Einsatz von Hackschnitzeln (241,0 kg CO_{2äq} pro t TM Futter). Pro ha ergeben sich für die Verfahren somit THG-Emissionen in Höhe von 388,6 kg CO_{2äq} (Grassilage), 411,1 kg CO_{2äq} (Belüftungsheu Hackschnitzel+ Wärmerückgewinnung+ Dachabsaugung), 735,7 kg CO_{2äq} (Belüftungsheu Luftentfeuchter+ Dachabsaugung), 2385,6 kg CO_{2äq} (Heißlufttrocknung Hackschnitzel) und 3673,9 kg CO_{2äq} (Heißlufttrocknung Erdgas).

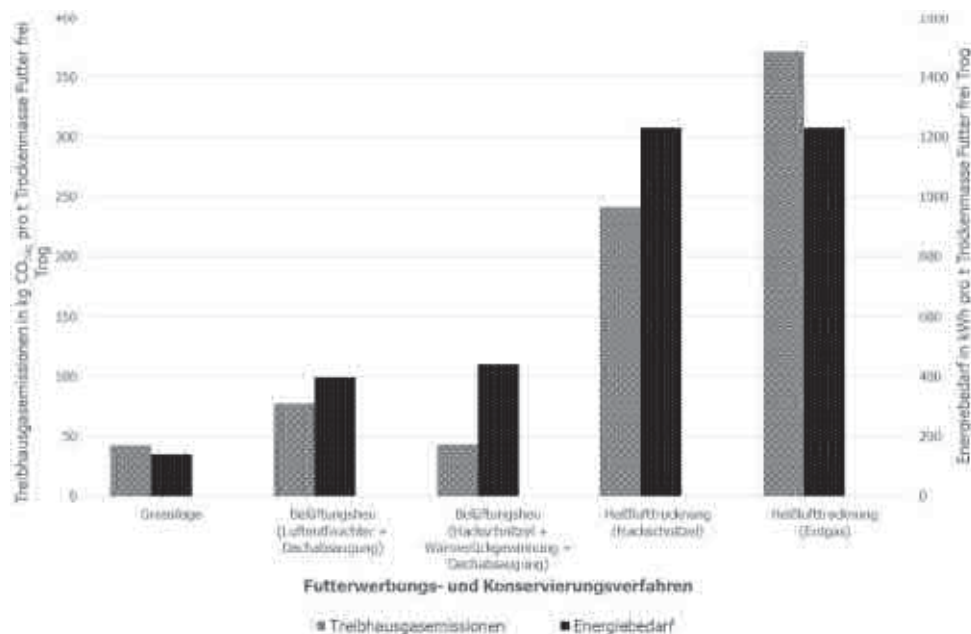


Abbildung 1: Energiebedarf und Treibhausgasemissionen der betrachteten Futtererzeugungs- und Konservierungsverfahren für Grasanwelckgut pro Tonne Trockenmasse Futter frei Trog

Diskussion

Bei allen Grobfuttererzeugungs- und -konservierungsverfahren entstehen THG-Emissionen. Grassilage und Belüftungsheu liegen im Vergleich zur Heißlufttrocknung auf einem wesentlich niedrigeren Niveau. Bei der Trocknung von Belüftungsheu mit einem Luftentfeuchter mit Dachabsaugung entstehen die meisten THG-Emissionen durch den Einsatz von Strom, der mit den THG-Emissionen des deutschen Strommix bewertet wurde. Hier bietet die Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom eine Möglichkeit das Niveau der Grassilage bzw. Belüftungsheutrocknung mit Hackschnitzelheizung, Wärmerückgewinnung und Dachabsaugung zu erreichen. Einen weiteren Beitrag zur Reduzierung der

THG-Emissionen kann der Einsatz von regenerativen Treibstoffen (z. B. Pflanzenöltraktor) für alle Arbeiten bei der Futterwerbung und dem Transport liefern. Die Trocknung von Grasanwelkgut in einer Heißlufttrocknungsanlage erzeugt erhebliche Mengen an THG und verbraucht hohe Energiemengen. Der Einbau von Wärmerückgewinnungstechniken, der bei einigen Heißlufttrocknungen bereits erfolgt ist und die Umstellung auf regenerativ erzeugten Strom sowie regenerative Treibstoffe können für dieses Verfahren die THG-Emissionen deutlich senken.

Für eine Gesamtbilanz der THG-Emissionen für die Futterproduktion auf einem Betrieb müssen neben den dargestellten THG-Emissionen aus der Futterwerbung und -konservierung die schlagspezifischen (z. B. Moorstandort usw.) und betriebsspezifischen (Ertragsniveau, Höhe der Stickstoffdüngung, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln usw.) THG-Emissionen addiert werden.

Weiterhin muss der Futterwert des erzeugten Grobfutters berücksichtigt werden. Wenn es gelingt Kraftfutter durch gutes Grundfutter zu ersetzen, reduzieren sich für die Futterration insgesamt die THG-Emissionen. Ein Beispiel stellt die Nutzung von Grünleguminosen als Eiweißfuttermittel anstelle von Sojaextraktionsschrot für Schweine und Wiederkäuer dar.

Schlussfolgerungen

Ist eine klimaneutrale Futterproduktion möglich? Jede Futterproduktion verursacht THG-Emissionen, die allerdings im Vergleich zum Marktfruchtbau und Silomaisanbau in den allermeisten Fällen wesentlich niedriger sind. Große Chancen zur Verringerung der THG-Emissionen bieten sich durch die Vermeidung der Grobfutterproduktion auf Nieder- und Hochmoorstandorten bzw. einer Futterproduktion auf diesen Standorten mit hohem Wasserstand. Die auf entwässerten Moorstandorten anfallenden jährlichen THG-Emissionen übertreffen bei weitem die THG-Emissionen, welche durch die Werbungs- und Konservierungsverfahren erzeugt werden. Weiteres Potential bietet der (mehrjährige) Feldfutterbau da er zu einer Steigerung des Humusgehalts der Ackerböden beiträgt und somit Kohlenstoff längerfristig gespeichert wird. Die Einsparungen an THG durch den Einsatz von regenerativen Energiequellen bei Strom und Treibstoff sollten eher im gesamtbetrieblichen Kontext gesehen werden und können insbesondere in spezialisierten Betrieben wie den Heißlufttrocknungen oder in Milchviehbetrieben die einzelbetriebliche Klimabilanz verbessern.

Literatur

BMEL, 2020: Landwirtschaft verstehen - Fakten und Hintergründe. Redaktion Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Referat 721. 36 Seiten. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.html> zuletzt aufgerufen am 16.09.2021.

Dressler, D., Engelmann, K., Bosch, F., Böswirth, T., Bryzinski, T., Effenberger, M., et al. (2016): ExpResBio – Ergebnisse. Analyse und Bewertung ausgewählter ökologischer und ökonomischer Wirkungen von Produktsystemen aus land- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen. Online verfügbar unter http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/nachhaltigkeit/dateien/121206_expressbio_abschlussbericht_langfassung_ge.pdf, zuletzt aufgerufen am 09.02.2017.

Drösler, M., Schaller, L., Kantelhardt, J., Schweiger, M., Fuchs, D., Tiemeyer, B., Augustin, J., Wehrhan, M., Förster, C., Bergmann, L., Kapfer, A. und Krüger, G.-M., 2012: Beitrag von Moorschutz- und -revitalisierungsmaßnahmen zum Komenschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. In: Natur und Landschaft, 87(2), Seiten 70-76.

Eicher, V., 2017: Vergleichende Treibhausgas- und Energiebilanz verschiedener Varianten der Bereitstellung von Grobfutter für Milchvieh. Bachelorarbeit an der Fakultät Land- und Ernährungswirtschaft und der Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan Triesdorf (Zerle, P.) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Effenberger, M. und Thurner, S.), 45 Seiten.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews,

T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou. Cambridge University Press. In Press. 3949 pages. Online verfügbar unter <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> zuletzt aufgerufen am 16.09.2021.

KTLB (2016a): Berechnungsparameter Klimagasbilanzierung (BEK). Online verfügbar unter [http://daten.ktbl.de/bek/?tx_ktblsso_checktoken\[token\]=#!ef-thg](http://daten.ktbl.de/bek/?tx_ktblsso_checktoken[token]=#!ef-thg), zuletzt aufgerufen am 05.12.2016.

KTLB (2016b): KTBL-Dieselbedarf. Online verfügbar unter <http://daten.ktbl.de/dieselbedarf/main.html> zuletzt aufgerufen am 05.12.2016.

Reinsch, T., Loza, C., Malisch, C. S., Vogeler, I., Kluß, C., Loges, R. and Taube F., 2021: Toward Specialized or Integrated Systems in Northwest Europe: On-Farm Eco-Efficiency of Dairy Farming in Germany. In: *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Vol. 5, 19 p., doi: 10.3389/fsufs.2021.614348.

Rösemann, C., Haenel, H.-D., Vos, C. et al, 2021: Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2019: Input data and emission results. Göttingen 2021. Open Agrar Repository.

Thurner, S., Hofmann, M., Mačuhová, J., Stötzel, P., Gasteiger, R., Ohmayer, G., Bodenmüller, C., Waltner, C., 2021: Heutrocknung mit Luftentfeuchter - Verfahrensablauf, Technische Anforderungen, Verfahrenskosten. Beratungsblatt im Landtechnikforum Bayern der ALB-Bayern e.V., 22 Seiten. Online verfügbar unter www.alb-bayern.de/laf3, zuletzt aufgerufen am 16.09.2021.

Worek, F. and Thurner, S., 2021: Yield measurement of wilted forage and silage maize with forage harvesters. In *Proceedings of the 13th European Conference on Precision Agriculture*. Ed. Stafford, J., Budapest, Wageningen Academic Publishers, 9 p.

Autorenanschrift:

Stefan Thurner
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Vöttingerstr. 36
85354 Freising
E-Mail: Stefan.Thurner@LfL.Bayern.de



Unseren Nachhaltigkeitszielen näherkommen



16% - Der Einsatz von **OPTIGEN®** in Milchviehrationen führt zu CO₂-Einsparung von etwa 54g CO₂-Äquivalenten je kg Milch. Wenn alle Milchkühe in Deutschland Optigen fressen würden, kämen wir den Zielvorgaben für die Landwirtschaft bis 2030, gemäß Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung, um 16% näher!

Für weitere Informationen zu Optigen, den QR-Code scannen!

Optigen unterstützt eine nachhaltigere Landwirtschaft.

Optigen stellt Pansenbakterien im Tagesverlauf eine langsam verfügbare Stickstoffquelle (Nicht-Protein-Stickstoff) zur Verfügung. Rationen mit Optigen führen zu erheblichen Einsparungen an CO₂ und Stickstoff. Zum einen durch den Austausch von Soja in der Ration, zum anderen durch die Maximierung der Stickstoffverwertung im Pansen sowie durch die Verringerung der Stickstoffausscheidung. Gleichzeitig kann die Leistung der Tiere verbessert werden.



Die vorteilhaften Auswirkungen von Monolaurin in einem PRRS-positiven Sauenbestand

Rüdiger Kratz¹, Stefan Breinesberger¹, Olga Dansen²

¹ agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Österreich

² Framelco BV, Raamsdonksveer, Niederlande

Einleitung

Das Porcine Reproduktions- und Atemwegssyndrom (PRRS) wird durch das PRRS-Virus (PRRSv) verursacht. Dieses Virus wurde zuerst in den 1980er Jahren in den USA identifiziert (Keffaber, 1989) und gehört zur Familie der Arteriviridae, ist umhüllt und enthält eine einzelsträngige RNA. Das Virus ist einer der wichtigsten Krankheitserreger in der Schweineproduktion und verursacht weltweit große wirtschaftliche Probleme. Klinische Anzeichen von PRRS sind sehr variabel. Als vorherrschende klinische Symptome werden Atemnot bei Ferkeln und Reproduktionsstörungen bei tragenden Sauen, einschließlich mumifizierter, totgeborener und abgetriebener Föten, festgestellt (Kappes & Faberg, 2015). Außerdem steigt die Anfälligkeit für sekundäre bakterielle oder virale Infektionen bei PRRSv-infizierten Schweinen dramatisch an. So wird beispielsweise häufig über gleichzeitige Infektionen mit *Streptococcus suis* berichtet. Die Prävalenz von Sekundärinfektionen zusammen mit direkten Verlusten durch PRRSv sind der Grund für die großen wirtschaftlichen Auswirkungen dieses Virussyndroms.

Eine der Hauptzielzellen für die PRRSv-Replikation sind porcine alveoläre Makrophagen (PAMs) und dendritische Zellen (Murtaugh & Genzow, 2011). Diese Zellen sezernieren entzündliche und immunmodulatorische Zytokine und präsentieren den T-Zellen Antigene. Sie sind eine erste „Verteidigungslinie“ gegen eingeatmete mikrobielle Partikel. Das Fehlen ausreichender Mengen an proinflammatorischen Zytokinen scheint es PRRSv zu ermöglichen, der Immunantwort des Wirts zu entkommen. Daher wird das Immunsystem nicht aktiviert und die Virusclearance nicht eingeleitet, wodurch sich PRRSv leicht im Wirt vermehren kann. Auch kann die immunsuppressive Wirkung von PRRSv zu einem erhöhten Risiko für Sekundärinfektionen beitragen.

Die Anpassung des Betriebsmanagements und die Umsetzung von Biosicherheitsmaßnahmen können dazu beitragen, die Krankheit bis zu einem gewissen Grad zu kontrollieren und können durch Impfungen unterstützt werden. In „problematischen“ Betrieben kann jedoch eine Immunmodulationsstrategie erforderlich sein, um PRRS zu kontrollieren. Das Produkt FRA[®] C12 Dry (Framelco BV, Niederlande) auf Basis von Glyceriden der Laurinsäure (C12), kann in eine solche Immunmodulationsstrategie passen. Es konnte in internen Studien bereits zeigen, dass es die Antikörpertiter der infektiösen Bronchitis (IB) sowie die IFN- γ Werte bei IB-geimpften Broilern anhebt. Neben diesen immunmodulierenden Eigenschaften haben in-vitro-Studien (Enig, 1999) gezeigt, dass α -Monolaurin in der Lage ist, die Virushülle zu zerstören und die Fusion oder den Eintritt in die Wirtszelle zu reduzieren. Daher kann Monolaurin eine direkte und indirekte antivirale Wirkung haben.

Um zu untersuchen, ob FRA[®] C12 Dry bei der Kontrolle von PRRSv helfen kann, wurde eine Studie in einem kommerziellen Sauenbetrieb in Belgien durchgeführt, der an einem schweren PRRSv-Ausbruch litt.

Material und Methoden

Ein praktischer Sauenbetrieb in Belgien litt unter einem schweren Ausbruch von PRRSv und hatte in der Vergangenheit Probleme mit *Streptococcus suis*. Daher wurden Sauen gegen *Streptococcus suis* geimpft; aber nicht gegen PRRSv.

Abferkelstation und Absetzstall wurden als „all-in-all-out“-System geführt. Nach jedem Durchgang wurde das gesamte Abteil geleert, gereinigt und desinfiziert. Da es nicht möglich war, eine Kontroll- und Behandlungsgruppe gleichzeitig zu testen, wurden zwei aufeinanderfolgende Durchgänge als Kontroll- bzw. Behandlungsgruppe verwendet. Die Kontrollgruppe startete im Mai 2020 mit 94 Sauen und die Behandlungsgruppe im Juni 2020 mit 98 Sauen. Aufgrund einer Änderung des Managementsystems wurden die Ferkel im Alter von 25 bzw. 21 Tagen in der Kontroll- bzw. Behandlungsgruppe abgesetzt. Insgesamt wurden 1059 abgesetzte Ferkel der Kontrollgruppe und 1325 abgesetzte Ferkel der Behandlungsgruppe überwacht. Die Übergabe der abgesetzten Ferkel in die Mast war abhängig von der Platzverfügbarkeit im Maststall. In der Kontrollgruppe betrug die Dauer der Ferkelaufzucht 45 Tage und in der Versuchsgruppe 61 Tage.

Die Sauen wurden gemäß ihrer Futterkurve gefüttert und abgesetzte Ferkel ad libitum gefüttert. Alle Tiere der Kontrollgruppe erhielten ihr normales, konventionelles Futter. Sauen in der Behandlungsgruppe erhielten das gleiche Futter, das jedoch einen Tag vor dem Abferkeln mit 3 kg FRA® C12 Dry pro Tonne ergänzt wurde. Die Ergänzung wurde im Laktationsfutter weitergeführt. Abgesetzte Ferkel in der Behandlungsgruppe erhielten ihr reguläres Futter plus 4 kg FRA® C12 Dry pro Tonne im Absetzfutter (15 Tage) und 3 kg FRA® C12 Dry pro Tonne im Folgefutter bis zum Ende der Ferkelaufzucht. Sowohl die Kontroll- als auch die Behandlungsgruppe der Ferkel erhielten von Tag 3 bis Tag 10 nach dem Absetzen eine Standardbehandlung mit Amoxicillin 10% (2 kg/Tonne Futter) über das Futter und Doxycyclin (25 g/1000 kg KG) über das Tränkwasser. Wasser stand ad libitum zur Verfügung.

Die allgemeine Leistung von Sauen und Saugferkeln wurde überwacht. Das Körpergewicht der Ferkel wurde beim Absetzen und beim Verlassen des Aufzuchtstalls kontrolliert. Individuelle Behandlungen bei abgesetzten Ferkeln gegen Beinprobleme wurden überwacht. Von Ferkeln wurde 7 Tage nach dem Absetzen Speichel gesammelt. In jeder Gruppe wurden Kauseile in 10 zufällig ausgewählten Buchten mit jeweils 17 Ferkeln gehängt. Die Ferkel durften 30 Minuten lang an den Seilen kauen, was ausreichend war, um die erforderliche Speichelmenge für das Screening auf PRRSv-Ausscheidung zu sammeln. 37 Tage nach dem Absetzen wurde dies nach gleicher Methode in gleichen Buchten wiederholt. Der Speichel wurde durch einen RT-qPCR-Test mit einem Cut-off-Ct-Wert von 42 analysiert. Dabei galten Werte von 42 und höher als negativ und Werte unter 42 als positiv. Niedrigere Werte zeigen eine höhere PRRSv-Konzentration an.

Ein logistisches Regressionsmodell wurde verwendet, um statistische Unterschiede zwischen der Kontroll- und der Behandlungsgruppe bezüglich der Anzahl der Einzelinjektionen bei abgesetzten Ferkeln zu überprüfen. Ein t-Test wurde mit der Anzahl der PRRSv-positiven Buchten durchgeführt. Das statistische Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt. Die mit $p \leq 0,10$ gefundenen Unterschiede werden als tendenziell angesehen.

Ergebnisse

Die Leistung von Sauen und Saugferkeln in der Kontroll- und Behandlungsgruppe ist in Tabelle 1 dargestellt. Da FRA® C12 Dry nur einen Tag vor dem Abferkeln ergänzt wurde, ist es unwahrscheinlich, dass die Gesamtzahl der geborenen Ferkel, die Zahl der lebend geborenen Ferkel und die Zahl der mumifizierten Ferkel durch das Produkt beeinflusst wurden. Interessanterweise wurde die Sterblichkeit vor dem Absetzen von 14,1% in der Kontrollgruppe auf 10,0% in der Behandlungsgruppe reduziert. Daher wurden in der Behandlungsgruppe mehr Ferkel abgesetzt.

Table 1: Wirkung von FRA® C12 Dry auf die Leistung von Sauen und Saugferkeln.

	Kontrolle	FRA® C12 Dry	
gesamt geborene Ferkel, n/Wurf	14,1	15,6	
lebend geborene Ferkel, n/Wurf	12,2	14,1	
lebend geborene Ferkel, %	87%	90%	
mumifizierte Ferkel, n/Wurf	1,4	0,4	
abgesetzte Ferkel, n/Wurf	11,3	13,5	+19%
Saugferkelmortalität, %	14,1	10,0	-29%

Aufgrund der unterschiedlichen Dauer der Ferkelaufzucht war es nicht möglich, Leistungsdaten von abgesetzten Ferkeln zu vergleichen.

Abgesetzte Ferkel mussten gegen Bewegungsstörungen behandelt werden. Basierend auf historischen Daten war der Erreger dieser Bewegungsstörungen höchstwahrscheinlich *Streptococcus suis*. Die abgesetzten Ferkel in der Behandlungsgruppe erhielten im Vergleich zur Kontrolle 41% weniger Einzelinjektionen gegen Bewegungsprobleme (Abbildung 1). Die Reduktion war nahezu signifikant ($P=0,052$). Daher schien FRA® C12 Dry die Anfälligkeit für Sekundärinfektionen mit *S. suis* unterdrückt zu haben.

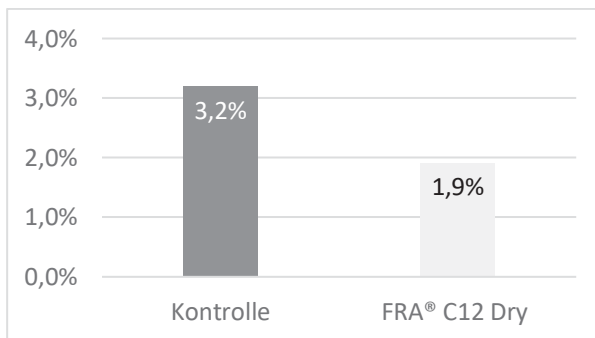


Abbildung 1: Anzahl medizinischer Einzelbehandlungen gegen Bewegungsstörungen bei abgesetzten Ferkeln ($p \leq 0,10$)

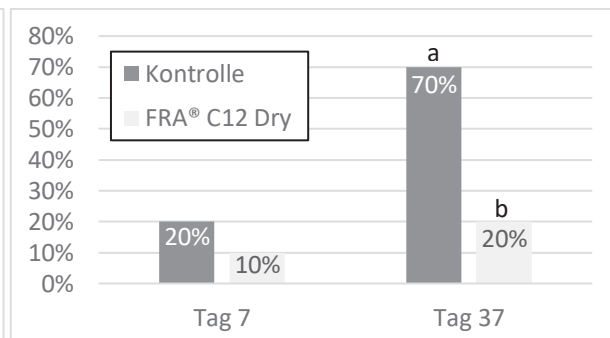


Abbildung 2: Prozentsatz der PRRSv-positiven Buchten 7 und 37 Tage nach dem Absetzen. (a, b: $p \leq 0,05$)

7 Tage nach dem Absetzen wurden 20 % der Buchten der Kontrollgruppe und 10 % der Buchten der Behandlungsgruppe positiv auf PRRSv getestet (Abbildung 2). 37 Tage nach dem Absetzen waren es 70 % bzw. nur 20 % der Buchten der Kontroll- bzw. Behandlungsgruppe, die PRRSv-positiv getestet wurden. Dieser signifikante Unterschied ($p = 0,024$) ist ein Hinweis darauf, dass FRA® C12 Dry die PRRSv-Ausscheidung bei abgesetzten Ferkeln zu reduzieren schien.

Diskussion

PRRS wurde zunächst als Produktionskrankheit erkannt, die Anorexie, Spätaborte und verzögerten Östrus bei Sauen verursacht (Keffaber, 1989). Die Infektion der Sauen führt bei Saugferkeln zu erhöhter Mortalität. Diese Beobachtungen werden von weiteren Autoren belegt. Ein PRRS-Ausbruch kann den Anteil totgeborener Ferkel um den Faktor 2 bis 3 erhöhen (Grosse Beilage, 2013; Könighoff, 2018). Zusätzlich kann die Saugferkelsterblichkeit um über 50% ansteigen. Totgeburtenrate und

Saugferkelsterblichkeit waren in der Behandlungsgruppe des vorliegenden Versuchs deutlich reduziert: -4% bzw. -29%.

Die Häufigkeit der Behandlungen gegen Bewegungsstörungen war bei Fütterung von FRA[®] C12 Dry mit -41% deutlich reduziert (Abb. 1). In diesem Zusammenhang werden oft Streptokokken als ursächlich angesehen. Die im FRA[®] C12 Dry enthaltenen Glyceride der Laurinsäure wirken gegenüber einer Vielzahl an pathogenen Bakterien antibakteriell (Batovska et al., 2009), so dass ein Zusammenhang sehr wahrscheinlich ist. Es liegen aufgrund der unterschiedlichen Ferkelaufzuchtzeiten keine Daten zu Wachstum und Futtermittelverwertung vor. Preißinger et al. (2017) berichten von verbesserter Futtermittelverwertung beim Einsatz von Mono- und Diglyceriden der Laurinsäure.

Im vorliegenden Versuch wurde der Speichel von Absetzferkeln verschiedenen Alters beprobt. Am 7. Aufzuchttag wurde insgesamt in nur wenigen Buchten PRRS nachgewiesen (Abb. 2), wengleich es tendenzielle Unterschiede gab. Am Tag 37 lag das Infektionsniveau nach Fütterung von FRA[®] C12 Dry konstant niedrig, war aber in der Kontrolle deutlich erhöht. Damit bestätigt diese Praxiserhebung die in vitro Untersuchungen von Welch et al. (2020), nach denen Laurinsäure-Glyceride eine Vielzahl umhüllter Viren hemmt.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie haben gezeigt, dass FRA[®] C12 Dry positive Auswirkungen auf einem Betrieb hatte, der an einem schweren PRRSv-Ausbruch litt. Der Landwirt war mit den erzielten Verbesserungen zufrieden. Die Mortalität vor dem Absetzen sowie die Anzahl der notwendigen Injektionen gegen Bewegungsprobleme wurde verringert, was auf eine mögliche Reduzierung der Anfälligkeit für Sekundärinfektionen mit FRA[®] C12 Dry hindeutet. Darüber hinaus wurde die PRRSv-Ausscheidung bei Absetzferkeln durch die Supplementierung mit FRA[®] C12 Dry deutlich vermindert. Obwohl der Wirkmechanismus derzeit noch nicht vollständig verstanden ist, erscheint FRA[®] C12 Dry ein sehr interessantes und vielversprechendes Instrument zu sein, das direkt und/oder indirekt bei der viralen Clearance von PRRSv und der Kontrolle von Sekundärinfektionen bei PRRSv-positiven Schweinen unterstützen kann.

Zusätzliche Studien sollten diese Ergebnisse überprüfen.

Literatur

- Batovska, D.I.; Todorova, I.T.; Tsvetkova, I.V.; Najdenski, H.M. (2009): Antibacterial study of the medium chain fatty acids and their 1-monoglycerides: Individual effects and synergistic relationships. *Pol. J. Microb.* 1, 43-47
- Collins, J.E.; Benfield, D.A.; Christianson, W.T.; Harris, L.; Hennings, J.C.; Shaw, D.P.; Goyal, S.M.; McCullough, S.; Morrison, R.B.; Joo, H.J.; Gorcyca, D.; Chladek, D. (1992): Isolation of swine infertility and respiratory syndrome virus (isolate ATCC VR-2332) in North America and experimental reproduction of the disease in gnotobiotic pigs. *J. Vet. Diagn. Invest.* 4, 117-126
- Enig, M. (1999): Coconut: In support of good health in the 21st century. Presented to the Federated States of Micronesia, Pohnpei
- Grosse Beilage, E. (2013): Clinical case: Sudden increase in stillborn piglets and suckling pigs mortality. <https://www.pig333.com/health/>
- Kappes, A.; Faberg, K.S. (2015): PRRSV structure, replication and recombination: Origin of phenotype and genotype diversity. *Virology* 479-480, 475-486
- Keffaber, K.K. (1989): Reproductive failure of unknown etiology. *Am. Assoc. Swine Pract. Newsl.* 1, 1-9
- Könighoff, P.G. (2018): Beurteilung von management-, infektiös- und saisonal-bedingten Einflüssen auf Fruchtbarkeitskennzahlen in Sauenbeständen anhand der Auswertung von Sauenplanerdaten. Inaugural-Dissertation der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- Murtaugh, M.P.; Genzow, M. (2011): Immunological solutions for treatment and prevention of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS). *Vaccine* 29, 8192-8204

Preißinger, W.; Probstmeier, G.; Scherb, S. (2017): Mono- und Diglyceride der Laurinsäure in der Ferkelfütterung - Auswirkungen auf zootechnische Parameter und Tiergesundheit. 55. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.; 146-150

Welch, J.L.; Xiang, J.; Okeoma, C.M.; Schlievert, P.M.; Stapleton, J.T. (2020): Glycerol monolaurate, an analogue to a factor secreted by *Lactobacillus*, is virucidal against enveloped viruses, including HIV-1. *mBio* 11:e00686-20

Autorenanschrift:
Dr. Rüdiger Kratz
kratz@agromed.at
Agromed Austria GmbH
Bad Haller Straße 23
4550 Kremsmünster

Natürliche Futtermittelkonzepte für Ihren Erfolg!



Wir nehmen uns seit jeher die Natur zum Vorbild und stellen aus dem nachhaltigen Rohstoff Holz Futtermittelzusätze her. Mit unseren Produkten reagieren wir zeitgemäß auf die hohe Nachfrage nach tier- und umweltfreundlichen Nahrungszusätzen.

Das Thema Nachhaltigkeit ist in der DNA des Unternehmens verwurzelt!

The reduction of sows' farrowing duration due to eubiotic lignocellulose supplementation is influenced by the sow genetic

Stefan Hirtenlehner¹, Rüdiger Kratz¹, Stefan Breinesberger¹, Christine Potthast¹

¹ agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Austria

Introduction

Litter size is one crucial parameter for the evaluation of the profitability of farms dedicated to swine production. High-quality nutrition combined with improved reproductive management and advances of genetic companies are the main drivers for the trend of a rapid rise in the number of piglets per sow per year. Numbers from the US indicate an increase of approximately 36.2 percent over the last three decades (USDA, 2021). A similar situation is true for European countries: Modern genetic companies pursue their breeding goals of increased litter sizes very successfully and thus in Austria or Germany litter sizes up to 20 piglets is almost standard.

With the commercialization of those hyperprolific sows, farms are able to increase their number of born piglets per sow per year but are faced with side effects of reduced piglet birth weight and increased piglet mortality: large litters are closely related to a prolonged farrowing duration, which in turn is an enormous stress factor and hence the basis of several negative consequences for both, sow and piglets (Hasan et al., 2019). For example, a prolonged farrowing time increases the proportion of stillborn piglets. According to Theil (2015), a birth time extended by 100 minutes means the loss of additional 2 piglets and more. Peltoniemi and Oliviero (2015) demonstrated the negative impact of prolonged farrowing time on fertility. Sows that did not become pregnant at first insemination taking 100 minutes longer to complete farrowing than those who became pregnant after the first insemination. Supplementing the sow's diet with dietary fibre offers the opportunity for reducing the farrowing time, preventing constipation whilst increasing colostrum intake and performance of the piglets (Feyera et al., 2017; Feyera et al., 2018). In general, fibre is considered in the context of avoiding constipation, but offers potential for a specific energy supply, provided that the fibre is fermentable. The sow can cover up to 25% of its maintenance energy requirement from the fermentation of dietary fibre in the hindgut (Shi and Noblet, 1993). The energy from the enzymatic digestion in the small intestine is available up to five hours after ingestion, while the fermentation products from the hindgut are provided over a period of 24 hours. For the sow this extra energy means the reduction of hunger, stress and, above all, the constant provision of energy for the birthing process. The energy supply has a strong influence on the duration of the farrowing time, which significantly impacts the number of stillborn and weak piglets (Theil et al., 2014).

In addition to results from Baarslag et al. (2013) demonstrating a reduction of farrowing duration as well as an improvement in number of live-born piglets due to a supplementation with insoluble and partly fermentable lignocellulose (OptiCell®, agromed Austria GmbH, Kremsmünster Austria). The beneficial influence of eubiotic lignocellulose on parturition length could clearly be reproduced in two consecutive field trials under commercial conditions (Potthast et al. 2021, Kratz et al. 2021). The present study aims to evaluate the impact of lignocellulose supplementation on the farrowing process depending on the sows' breeding line. We hypothesize a more pronounced reduction of the farrowing duration in higher litter sizes and thus a stronger effect of lignocellulose supplementation in highly prolific sows compared to standard hybrids.

Materials and Methods

The feeding study was conducted in two runs between September and December 2019 and February and April 2020, respectively. A total of 38 sows (23 Danish genetic vs. 15 standard Austrian genetic [ÖHyb, large white x landrace]) and 41 sows (27 Danish genetic vs. 14 ÖHYB) was equally allocated to two treatment groups according to their breed and parity. The sows in the control group were fed on a standard gestation diet, which nutritional values are listed in table 1. The sows in the test group received the standard gestation diet supplemented with eubiotic lignocellulose (OptiCell®, agromed Austria GmbH, Kremsmünster Austria) on top without balancing of nutrients. The diet was composed of barley, oats, maize, sunflower meal, wheat bran, apple pulp, molasses and premix. For statistical analysis performed by SigmaStat 4, Systat Software GmbH, data per sow and heat were treated as single repetition, resulting in 79 analysed farrowing processes.

Table 1. Nutrient content of standard gestation diet (g/kg resp. MJ/kg as fed)

Parameter	Content
Crude protein	130
Crude fibre	65
Crude fat	30
Crude ash	50
Total dietary fibre	185
Lysin	6.0
Methionine	2.3
Metabolizable energy ME	12.0

The eubiotic lignocellulose (LC) was dosed by hand according to the amounts listed in table 2. Target dosage was about 70g/sow/day. The supplementation of eubiotic lignocellulose started in the period between weaning and insemination and ended with the day of farrowing when the farm switches the feed to the lactation diet. Besides farrowing duration (interval between first piglet and last piglet born), the number of piglets per litter (live-born, stillborn) were recorded.

Table 2. Daily energy supply, feed quantities, and dosage of lignocellulose in different gestation periods

Time period	Metabolizable energy	Feed quantity	Supplemented eubiotic LC	
	MJ/sow*d	kg/sow*d	g/d	%feed
weaning - insemination	45	3.8	65	1.7
days 1 - 7	28	2.3	65	2.7
days 8 - 30	40	3.3	65	1.9
days 31 - 75	32	2.7	65	2.4
days 76 - 95	36	3.0	75	2.4
days 96 - farrowing	41	3.4	75	2.2

Results

The evaluation of farrowing process influenced by LC supplementation and breeding line, is summarized in table 3. Both, highly prolific sows as well as the standard genetic did benefit from the supplementation of the eubiotic lignocellulose used in this trial, manifested in a reduction of the parturition length. Moreover, in highly prolific sows the supplementation of lignocellulose increased the number of live-born piglets per litter from 18.4 to 19.4, whilst lacking this effect for sows with Austrian standard genetic.

Table 3. Impact on eubiotic lignocellulose supplementation for sows of different genetic breeding lines (mean values)

	Control		Eubiotic LC	
	Austrian standard (ÖHyb)	Danish genetic	Austrian standard (ÖHyb)	Danish genetic
Number of litters, n	14	24	15	26
Farrowing length, min	247	392	225	272
Piglets/litter, n	14.8	22.9	14.6	21.5
Birth interval (min/piglet)	16.7	17.1	15.4	12.7
Live-born piglets/litter, n	13.6	18.4	13.4	19.4
Stillborn piglets/litter, n	1.2	4.5	1.2	2.1
Live-born piglets, %	92.6	83.0	93.0	90.7

A direct comparison of parturition length depending on the genetic breed of sows is visualized in figure 1 and figure 2 for highly prolific sows and standard genetic, respectively. Supplementation of lignocellulose significantly reduced farrowing duration in highly prolific sows and caused a 26% shortening of the farrowing duration (table 4; Mann Whitney U Test). Figure 2 reveals the same effect, albeit to a lesser extent, for sows of standard Austrian genetic, although the reduction of farrowing duration is not of statistical relevance but instead is a numerical effect.

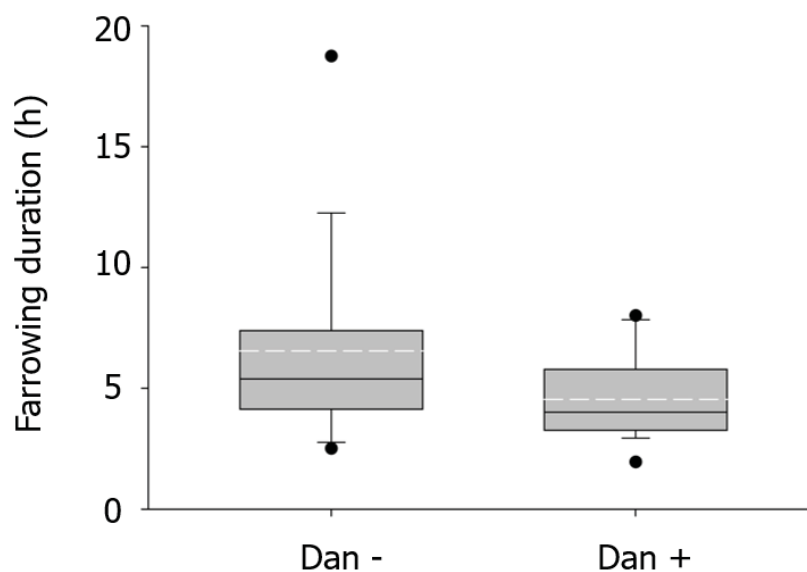


Figure 1. Farrowing duration in highly prolific sows fed on gestation diet with (Dan+) or without (Dan-) supplementation of eubiotic lignocellulose. Dotted line indicates mean value; black dots indicate min and max values

Table 4. Farrowing duration influenced by breeding line and eubiotic lignocellulose supplementation

Breeding line	Median of farrowing duration in minutes			
	Control	Eubiotic LC	Difference	p-value
Danish	323	240	-83 min (-26%)	0.036
Austrian (ÖHyb)	233	210	-23 min (-9%)	0.357

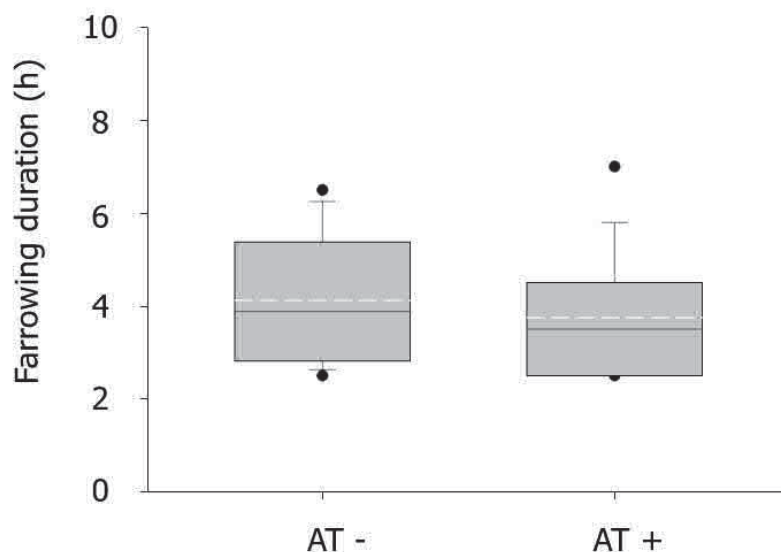


Figure 2. Farrowing duration in highly prolific sows fed on gestation diet with (AT+) or without (AT-) supplementation of eubiotic lignocellulose. Dotted line indicates mean value; black dots indicate min and max values

Discussion

Modern pig production faces the challenge of meeting regulatory restrictions for animal health as well as a strong consumer demand for improved animal welfare, without losing sight of the basic requirements and the economic profitability. In recent years genetic companies achieved enormous progress in providing sows of high reproductive potential to positively impact farm's rentability. Those highly prolific sows increase the litter sizes to produce more piglets. Nevertheless, higher litter sizes correspond with longer farrowing duration and birth intervals. Farrowing duration is the key factor for a successful farrowing process with impact on stillbirth rates, piglet survival rates and colostrum intake. A prolonged farrowing duration is linked to a higher number of stillborn piglets (Theil 2015). Each additional minute of farrowing duration significantly reduced the sow's colostrum yield (Hasan et al., 2019) and a long farrowing, causing hypoxia in piglets, will likely decrease their vitality and chance of surviving (Randle, 1971). Moreover, a substantial proportion of sows suffer from low-energy status at the onset of farrowing which prolongs the farrowing process (Feyera et al, 2018). Hence, when increasing litter sizes, additional tools are needed for a compensation of those negative side effects in order to effectively optimize a farm's profitability.

Results of the present feeding trials validate findings of previous studies, which showed a substantial effect of eubiotic lignocellulose supplementation on farrowing length and piglet survival rate (Baarslag et. al. 2013; Reyes et al. 2015). Moreover, our dataset reveals that the positive effect on reducing parturition length has a more pronounced impact in highly prolific sows producing large litter sizes. Although the reduction in parturition length was less pronounced in sows of standard genetic, the improvement of the farrowing process due to eubiotic lignocellulose supplementation is of physiological importance. A lack of statistical significance could partly be explained by the unequal distribution of standard sows and highly prolific sows: more than 60% of the analysed birthing processes were conducted by highly prolific sows. Thus, if we had the possibility to track the parturition of a higher number of standard sows, the reduction in farrowing length would be statistically validated.

Nevertheless, the results in the current study demonstrate a eubiotic lignocellulose dependent increase of liveborn piglets in highly prolific sows. Again, this finding indicates, that farms housing highly prolific sows will benefit from the supplementation of eubiotic lignocellulose. Compared to other purely non-fermentable lignocellulose types, the eubiotic LC (OptiCell[®], agromed Austria GmbH, Kremsmünster Austria) is partly fermentable (Youssef and Kamphues, 2017). This fermentable fibre may stimulate the fermentation process and improve the sow's energy supply for the farrowing process and, thus, is an influencing factor for the farrowing duration (Theil et al. 2014). According to Reyes et al. (2015), eubiotic lignocellulose supplementation reduced the weaning to oestrus interval which is in line with the data from Peltoniemi and Oliviero (2015), who reported an impaired fertility by a prolonged farrowing time.

Conclusion

The advances of breeding companies in the development of highly prolific sows allow litter sizes of more than 20 piglets and, thus, strongly support farms to achieve highest rentability. Nevertheless, high litter sizes are inevitably correlated to a prolonged farrowing process. This in turn bears negative consequences for both, sow and piglet. The supplementation of eubiotic lignocellulose effectively reduces farrowing duration with a more pronounced impact in highly prolific sows compared to sows of standard genetics. Conclusively, highly prolific supplemented with premium quality lignocellulose, as used in this trial, are an efficient tool to cover improved animal welfare & health as well as farms' profitability.

Literatur

- Baarslag, L.; van Enckevort, A.; Boonekamp, R.; Kroismayr, A. (2013): Wirkung eubiotischer Lignocellulose auf die Abferkeldauer von Zuchtsauen, Proceedings 12. BOKU-Symposium Tierernährung, 175-178. Wien, Austria.
- Feyera, T.; Højgaard, C.K.; Vintherm J.; Bruun, T.S.; Theil, P.K. (2017): Dietary supplement rich in fiber fed to late gestating sows during transition reduces rate of stillborn piglets. *J. Anim. Sci.* 95: 5430–5438.
- Feyera, T.; Pedersen, T.F.; Krogh, U.; Foldager, L.; Theil, P.K. (2018): Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. *J. Anim. Sci.* 96: 2320–2331.
- Hasan, S.; Orro, T.; Valros, A.; Junnikkala, S.; Peltoniemi, O.; Oliviero, C. (2019): Factors affecting sow colostrum yield and composition, and their impact on piglet growth and health. *Livestock Sci.* 227: 60-67.
- Kratz, R.; Hirtenlehner, S.; Breinesberger, S. (2021): Möglichkeiten zur Reduzierung der Abferkeldauer bei Sauen durch Supplementierung mit Lignocellulose. Proceedings of 21st Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda
- Peltoniemi, O.A.T.; Oliviero, C. (2015): Housing, management and environment during farrowing and early lactation. In: Chantal Farmer (ed.) *The gestating and lactating sow.*, Wageningen Academic Publishers. 231-252.
- Potthast, C.; Hirtenlehner, S.; Breinesberger, S. (2021): The dietary intake of lignocellulose contributes to a shortened farrowing duration in sows. Proceedings of 19th BOKU Symposium 2021, Vienna
- Randle, G.C. (1971): The relationship of arterial blood pH and pCO₂ to the viability of the newborn piglet. *Can. J. Comp. Med.* 35:141.
- Reyes, F.C.C.; Cardona, J.K.M.; Angeles, E.P.; Regaspi, A.F.S.; Luis, E.S.; Magpantay, V.A. (2015): Eubiotic lignocellulose supplementation in sows reduced dry period and preweaning mortality of piglets. *Philipp. J. Vet. Anim. Sci.* 41 (2): 85-91.
- Shi, X.S. and Noblet, J. (1993): Contribution of the hindgut to digestion of diets in growing pigs and adult sows: effect of diet composition. *Livestock Prod. Sci.* 34: 237.
- Theil, P.K.; Lauridsen, C.; Quesnel, H. (2014): Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal* 8 (7): 1021-1030.
- Theil, P.K. (2015): Transition feeding of sows. In: Chantal Farmer (ed.) *The gestating and lactating sow.*, Wageningen Academic Publishers. 147-172.
- United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. Quick Stats, https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/, accessed February 2, 2021.

Youssef, I.M.I.; Kamphues, J. (2017): Fermentation of lignocellulose ingredients in vivo and in vitro via using fecal and caecal inoculums of monogastric animals (swine/turkeys). Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci. 7 (4): 407-413.

Autorenanschrift:
Stefan Hirtenlehner
Agromed Austria GmbH
Bad Haller Straße 23
4550 Kremsmünster

FRA® C12 DRY

Stärkung der Körperabwehr und Kontrolle von Pathogenen

VERSUCHSBERICHT AUF ANFRAGE

- » Reduziert PRRSv-Ausscheidung
- » Reduziert Mortalität vor dem Absetzen

» Erfahren Sie, wie wirksam das Monolaurin in FRA® C12 ist und wie es effektiv die Mortalität vor dem Absetzen reduziert und die PRRSv-Ausscheidung bei Absetzferkeln vermindert.

www.agromed.at



STÄRKUNG DES IMMUNSYSTEMS



agromed
natural effects

Untersuchung des Einflusses eines standardisierten Traubenextraktes bei laktierenden Sauen auf Kolostrumqualität und Ferkelleistung

Paul Engler¹, Dan Bussieres², Agathe Demortreux¹, Norm Paisley³, Amine Benarbia¹ und Anne Oberdorf⁴

(1) Nor-Feed, 3 rue Amedeo Avogadro, 49070 Beaucouzé, FR

(2) Groupe Cérés Inc., 845, route Marie-Victorin, local, Lévis, QC, CAN

(3) Agribution Canada Ltd, 266 Park Rd West, Steinbach, MB, CAN

(4) Pulte GmbH&Co. KG, Grünwald, DE

Abstract

Lactation is a critical aspect of swine production for both the sow, which mobilises different body reserves to produce milk, and for the piglets, depending on efficient transmission of bioactive mediators and essential nutrients through the colostrum and milk. The aim of this study was to examine the effects of supplementation with a commercial standardised dry grape extract (SDGE, Nor-Grape®80, Nor-Feed, France) on colostrum quality as well as sow and piglet performances. A total of 305 sows were randomly divided into two groups when entering the maternity ward: a control group (CTL, 146 sows) and a supplemented group (NG, 159 sows, CTL feed + 50 g/T of SDGE). The parameters studied were the Brix value of colostrum; piglets' individual birth weights and weaning weights; the total number of piglets born, live born, stillborn and mummified per litter; average daily gain of piglets and litters, pre-weaning mortality and loss of sow backfat. At farrowing, no significant difference was observed between groups in the number (total, live born, stillborn or mummified) or weight of piglets. However, the Brix values of colostrum from supplemented sows were significantly higher than those of CTL sows (27.8 vs 26.4, respectively, $P < 0.05$). At the end of lactation, NG piglets were significantly heavier than CTL ones (5.62 vs 5.33 kg, respectively, $P < 0.001$), resulting in a significantly heavier litter weight (66.5 vs 63.6 kg, respectively, $P < 0.05$). Supplementing sows with a commercial SDGE during lactation thus can lead to improved colostrum quality and piglet performances.

Einleitung

Die Laktation von Sauen führt zu einer erheblichen Mobilisierung von Körperreserven für die Produktion von qualitativ hochwertigem Kolostrum und Milch für die Ferkel. Zu den essenziellen Nährstoffen, die von der Sau an die Ferkel weitergegeben werden, gehören diejenigen, die mit der Immunabwehr und der antioxidativen Kapazität in Zusammenhang stehen. Diese sind für die Entwicklung des Ferkels von entscheidender Bedeutung und bieten eine Unterstützung des Organismus gegen freie Radikale (reaktive Sauerstoffverbindungen).

Ein hohes Maß an oxidativem Stress beeinträchtigt durch Induktion apoptotischer Prozesse („programmierter, aktiver Zelltod“) das ordnungsgemäße Funktionieren der Zelle, während ein ausgewogener, wirksamer antioxidativer Schutz die in der Wachstumsphase wichtige Zellvermehrung fördert (Duračková, 2014). Das Niveau der antioxidativen Abwehrkräfte im Kolostrum und in der Milch der Sau hängt von mehreren exogenen und endogenen Faktoren ab (Lipko-Przybylska und Kankofer, 2012; Szczubiał et al., 2013). Ziel dieses Versuchs war es, die Auswirkungen einer Supplementierung

eines standardisierten Traubentrocken-Extraktes mit Anthocyanen (sekundäre Pflanzenstoffe, den Flavonoiden zugehörig), bekannt für ihre natürlichen antioxidativen Eigenschaften, auf die Qualität des Kolostrums der Sauen und die Wachstumsparameter der Ferkel zu untersuchen.

Material und Methoden

1. Sauen

Insgesamt 305 Sauen (Genesus F1 x Duroc PIC 280) wurden bei der Ankunft im Abferkelstall randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt: eine Kontrollgruppe (CTL, 146 Sauen), die eine herkömmliche Laktationsdiät erhielt, und eine Ergänzungsgruppe (NG, 159 Sauen), die die CTL-Diät mit einem Zusatz von 50 g/T Alleinfutter standardisierter Traubentrockenmasse (NGF, Nor-Grape®80, Nor-Feed, Frankreich) erhielt.

Zum Zeitpunkt des Abferkelns und Absetzens erfolgte bei jeder Sau eine Messung der Rückenspeckdichte. Die Menge des gefütterten und verweigerten Futters wurde täglich aufgezeichnet. Die Wurfgröße wurde ebenfalls für jede Sau gemessen, wobei die Gesamtzahl der Ferkel zum Zeitpunkt des Abferkelns sowie die Zahl der Lebendgeborenen, Totgeborenen und Mumien erfasst wurde.

2. Kolostrum

Während des Abferkelns wurde das Kolostrum nach der Geburt des ersten Ferkels durch Entnahme einer homogenen Menge aus den ersten vier Zitzen von 39 Sauen pro Gruppe gesammelt.

Die Messung des Brix-Wertes als Indikator für den Immunglobulingehalt wurde mit einem Refraktometer (Alla France, Frankreich) durchgeführt. Das Refraktometer ist ein Messinstrument zur Bestimmung des Brechungsindex von flüssigen oder festen Stoffen, mit welchem sich die Konzentration bestimmter Stoffe in Flüssigkeiten bestimmen lässt. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Sauen wie bei Kühen eine Korrelation zwischen dem Brix-Wert eines Kolostrums und seinem Gehalt an Immunglobulin G (IgG) besteht (Balzani et al., 2016).

3. Ferkel

Jedes Ferkel wurde bei der Geburt und beim Absetzen gewogen. Für alle Sauen wurden die Wurfgewichte bei der Geburt und beim Absetzen berechnet. Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme der Ferkel und der jeweiligen Würfe wurde berechnet, indem die Gewichtszunahme während der Laktation durch die Anzahl der Tage in der Laktation dividiert wurde. Auch die Sterblichkeitsrate der Ferkel während der Laktation wurde ermittelt. Das durchschnittliche Absetzgewicht des kleinsten und des größten Ferkels in jedem Wurf wurde ebenfalls zwischen den Würfen verglichen.

4. Statistische Auswertung

Der statistische Vergleich der zootecnischen Ergebnisse wurde mittels ANOVA (R-Software, v 3.2.1) mit zufälligem Effekt der Sau für die Daten der einzelnen Ferkelmessungen durchgeführt. Die statistische Einheit war je nach untersuchtem Parameter die Sau, das Ferkel oder der Wurf. Der Vergleich wurde anhand des Gruppenfaktors durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Es wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Parität, die Behandlungsdauer oder das Absetzalter festgestellt (Tabelle 1). Die Wurfgrößen, Geburtsgewichte und die Anzahl der lebendgeborenen Ferkel unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant zwischen den Gruppen, was zu keinen Unterschieden bei den Wurfgewichten beim Abferkeln führte. Da erst im Abferkelstall mit der Supplementierung von NGF begonnen wurde, waren diese Ergebnisse zu erwarten.

Während keine Unterschiede zwischen den Sauen in den beiden Gruppen hinsichtlich der Futteraufnahme oder des Rückenspeckverlustes auftraten, wurde bei den Sauen, welche NGF erhielten, ein signifikant höheres Absetzgewicht (im Durchschnitt +284 g, $p < 0,001$) festgestellt. Dies ging bei den NGF-Sauen mit signifikant schwereren Würfen beim Absetzen (im Durchschnitt +2,95 kg, $p < 0,05$) und einem signifikant schnelleren Ferkel- und Wurfwachstum (+18 g/d, $p < 0,001$, bzw. +140 g/d, $p < 0,05$) einher. Darüber hinaus wurde dieser positive Effekt auf die Gewichtszunahme bei allen Ferkeln beobachtet, mit einer Verbesserung des Absetzgewichts von +214 g für das kleinste Ferkel ($p < 0,001$) und +396 g für das größte ($p < 0,001$). Darüber hinaus zeigten Refraktometer-Messungen, dass das Kolostrum von NGF-Sauen einen signifikant höheren Brix-Wert aufwies ($p < 0,05$), was auf eine höhere Qualität in Verbindung mit einem höheren IgG-Gehalt hinweist.

Einer der entscheidenden Faktoren, die die Effizienz der Schweineproduktion beeinflussen, ist die Reproduktionsleistung (Koketsu et al., 2017; Małopolska et al., 2018). Nach Kim et al. (2013) geht ein Anstieg des oxidativen Stresses während Trächtigkeit, Abferkeln und der Laktation bei Sauen mit einer beeinträchtigten Reproduktionsleistung einher.

Obwohl in der Futtermittelindustrie dem Tierfutter häufig Vitamin E aufgrund seiner antioxidativen Eigenschaften zugesetzt wird, um eine optimale Gesundheit, hohe Produktivität und Reproduktionsleistung zu erhalten (Surai, 2014), kommen frühere Studien nicht zu einheitlichen Ergebnissen hinsichtlich der Fragestellung, ob eine Nahrungsergänzung mit einer hohen Vitamin E-Konzentration zu einer verbesserten Reproduktionsleistung der Sau führt (Wang et al., 2019). Im Vergleich zum häufig in der Futtermittelindustrie eingesetzten Vitamin E zeichnen sich Polyphenole aufgrund ihrer komplexen chemischen Struktur neben ihrer hohen antioxidativen Aktivität auch für ihre unspezifischen Wirkungen auf den Zellstoffwechsel aus.

In der vorliegenden Studie zeigten Ferkel von Sauen, die mit standardisierter Traubentrockenmasse (SDGE) gefüttert wurden, ein signifikant höheres Wachstum als die Ferkel in der Kontrollgruppe. Das Fehlen von Unterschieden in der Futteraufnahme zwischen den untersuchten Sauen und die signifikante Verbesserung der Kolostrumqualität deuten auf eine Wirkung auf die Mobilisierung von Nährstoffen aus dem Futter durch die Sau hin, was zu einer besseren Leistung der Ferkel führt.

Ähnliche Ergebnisse konnten Wang et al. (2019) in ihren Untersuchungen bei Supplementierung von Polyphenolen aus Traubenkernextrakten während der späten Trächtigkeit und Laktation feststellen. In ihrer Studie konnte neben einem erhöhten Gehalt an IgM und IgG im Kolostrum der Sau zudem eine verbesserte Überlebensrate der Ferkel vor dem Absetzen beobachtet werden. Die Autoren begründen dies mit einer Verbesserung der antioxidativen Abwehrkapazität des Organismus durch eine Erhöhung der Level der antioxidativen Enzyme Superoxid-Dismutase und Glutathion-Peroxidase, sowie Östradiol (E2) und Progesteron (P4) im Blutserum der Sau. Nach Devillers et al. (2004) kann P4 eine aktive Rolle beim Transfer von IgG vom Plasma in das Kolostrum spielen.

Der Brix-Wert des Kolostrums in dieser Studie legt ebenfalls eine Erhöhung der IgG-Konzentration im Kolostrum nahe. Eine mögliche Erklärung hierfür kann ebenfalls eine Erhöhung der P4-Konzentration durch Supplementierung mit SGDE sein, was in weiterführenden Untersuchungen zu ermitteln ist.

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen an Sauen, ihrem Kolostrum und den Ferkeln je Wurf

		CTL	NGF	p-Wert
Parität		2,8 ± 2,3	3,2 ± 2,5	n.s.
Anzahl der Tage der präpartalen Behandlung		6,4 ± 2,1	6,4 ± 1,6	n.s.
Absetzalter (Tage)		18,3 ± 1,7	18,2 ± 1,9	n.s.
Wurfgröße	Geboren gesamt	14,7 ± 3,3	15,1 ± 3,4	n.s.
	Lebendgeboren	13,2 ± 3,2	13,7 ± 3,1	n.s.
	Totgeboren	1,0 ± 1,4	1,0 ± 1,4	n.s.
	Mumifiziert	0,5 ± 0,8	0,4 ± 0,7	n.s.
	Mortalität bis Absetzen (% Lebendgeboren)	12,5 ± 10,3	12,6 ± 10,0	n.s.
Brix-Wert Kolostrum		26,4 ± 2,8	27,8 ± 2,2	<0,05
Ø Lebendgewicht bei Geburt (kg)	Ferkel	1,43 ± 0,26	1,41 ± 0,21	n.s.
	Wurf	18,5 ± 4,3	19,0 ± 4,0	n.s.
Ø Lebendgewicht beim Absetzen (kg)	Ferkel	5,33 ± 0,52	5,62 ± 0,52	<0,001
	Leichtestes Tier im Wurf	4,37 ± 0,46	4,58 ± 0,49	<0,001
	Schwerstes Tier im Wurf	6,30 ± 0,65	6,69 ± 0,76	<0,001
	Wurf	63,6 ± 10,9	66,5 ± 10,4	<0,05
Ø Wachstumsrate (g/Tag)	Ferkel	215 ± 30	233 ± 27	<0,001
	Wurf	2,48 ± 0,60	2,62 ± 0,57	<0,05
Ø Futteraufnahme pro säugende Sau (kg)		135,4 ± 33,0	136,7 ± 26,1	n.s.
Rückenspeckdicke (mm)	Präpartum	20,8 ± 4,8	20,3 ± 4,5	n.s.
	Absetzen	18,5 ± 4,2	18,4 ± 4,2	n.s.
	Verlust	-2,2 ± 2,4	-1,9 ± 2,4	n.s.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie verdeutlicht den positiven Effekt einer Supplementierung von Traubenpolyphenolen bei laktierenden Sauen auf die Kolostrumqualität und das Ferkelwachstum. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um den Grund für diesen Effekt zu ermitteln, insbesondere um festzustellen, ob das verbesserte Ferkelwachstum auf die antioxidative Wirkung der in standardisierten Traubenextrakt enthaltenen Traubenpolyphenole zurückzuführen ist oder ob es andere damit zusammenhängende Wirkungen gibt. Die im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verbesserte Kolostrumqualität der Sauen und die signifikant gesteigerten Ferkelwachstumsraten sowie Absetzgewichte zeigen, dass Traubenpolyphenole eine natürliche Unterstützung zur Erhöhung der Reproduktionsleistung in der Ferkelerzeugung darstellen.

Literatur

1. Balzani A., Cordell H.J., Edwards S.A., 2016. Evaluation of an on-farm method to assess colostrum IgG content in sows. *Animal*, 10(4), 643-648.
2. Ďuračková Z., 2014. Free Radicals and Antioxidants for Non-Experts. In: I. Laher (Éd.), *Systems Biology of Free Radicals and Antioxidants* (p. 3-38). Springer Berlin Heidelberg.
3. Lipko-Przybylska J., Kankofer M., 2012. Antioxidant defence of colostrum and milk in consecutive lactations in sows. *Irish Vet. J.*, 65(1), 4.
4. Szczubiał M., Dąbrowski R., Bochniarz M., Komar M., 2013. The influence of the duration of the expulsive stage of parturition on the occurrence of postpartum oxidative stress in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. *Theriogenol.*, 80(7), 706-711.
5. Koketsu Y., S. Tani, and Iida R.. 2017. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Manag.* 3:1. doi:10.1186/s40813-016-0049-7
6. Małopolska M. M., Tuz R., Lambert B. D., Nowicki J., and Schwarz T.. . 2018. The replacement gilt: Current strategies for improvement of the breeding herd. *J. Swine Heal. Prod.* 26:208–214.
7. Kim S. W., A. C. Weaver Y. B. Shen, and Zhao Y.. 2013. Improving efficiency of sow productivity: Nutrition and health. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 4:26. doi:10.1186/2049-1891-4-26
8. Surai P. F. 2014. Polyphenol compounds in the chicken/animal diet: From the past to the future. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 98:19–31. doi:10.1111/jpn.12070
9. Wang X, Jiang G, Kebreab E, et al. Effects of dietary grape seed polyphenols supplementation during late gestation and lactation on antioxidant status in serum and immunoglobulin content in colostrum of multiparous sows1. *J Anim Sci.* 2019;97(6):2515-2523. doi:10.1093/jas/skz128
10. Devillers N., C. Farmer A. M. Mounier J. Le Dividich, and Prunier A.. 2004. Hormones, igg and lactose changes around parturition in plasma, and colostrum or saliva of multiparous sows. *Reprod. Nutr. Dev.* 44:381–396. doi:10.1051/rnd:2004043

Autorenanschrift:

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

Einfluss einer speziellen Fettsäurekombination auf die Leistung und das Wurfgewicht laktierender Sauen in der Praxis

Ralph Schemmer und Michael Hovenjürgen

BEWITAL agri GmbH & Co. KG, DE

Einleitung

Durch die gesetzlich geforderte Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung spielen organische Säuren in der Tierernährung eine immer größer werdende Rolle. Besonders mittelkettigen Fettsäuren kommt in der Tierernährung aufgrund ihrer energieliefernden Inhaltsstoffe und antibakteriellen Wirkung eine besonders hohe Bedeutung zu (Jackman et al., 2020). Das Zottenwachstum wird positiv beeinflusst, was die Verdaulichkeit der Futtermittel erhöht und dadurch den Futteraufwand senken kann. Zudem hat sich der Einsatz aufgrund der Stabilisierung von Gesundheit und Leistung speziell in anspruchsvollen Fütterungsphasen in der Schweinehaltung bewährt. Das breite Wirkungsspektrum von mittelkettigen Fettsäuren trägt nachweislich zur Hemmung von grampositiven Bakterien im Verdauungstrakt der Tiere bei. Diese Eigenschaften machen sie sehr interessant für den Einsatz in der Schweinehaltung (Ferrara, 2012). Gerade hier ist der Infektionsdruck auf die Tiere, ausgelöst durch schweinespezifische pathogene Keime (*Streptococcus suis*, *Escherichia coli*, *Salmonella spec.* und *Clostridium perfringens*), ein Hauptgrund für den Einsatz von antibiotischen Arzneimitteln. Das Ziel ist es, durch die Ergänzung von mittelkettigen Fettsäuren im Mischfutter die unerwünschten Bakterien zu unterdrücken und dadurch die Entwicklung von erwünschten Bakterien im Darm zu fördern. Ein ausgereiftes und stabiles Immunsystem des Tieres bildet die Grundlage für ein optimales Wachstum und zur Ausschöpfung des maximalen Wachstumspotenzials. Hierzu benötigt das Schwein eine ausreichende Abwehr gegenüber pathogenen Erregern, da Bakterien die Ursache vieler Probleme in schweinehaltenden Betrieben sind. Mittelkettige Fettsäuren können in diesem Zusammenhang die Besiedlung des Darms auf natürliche Weise positiv beeinflussen.

Viele *in vitro*-Studien zeigen beim Einsatz von mittelkettigen Fettsäuren ausgeprägte antibakterielle Effekte sowohl gegen gramnegative als auch grampositive Keime (Kabara et al., 1972; Batovska, et al., 2009). Die antibakterielle Wirkung von mittelkettigen Fettsäuren auf schweinespezifische Bakterien ist dabei unterschiedlich. Laurinsäure gilt als besonders aktiver antibakterieller Wirkstoff (Kabara, et al., 1972; Batovska, et al., 2009; Schemmer, 2020). Die Einsatzbereiche und die Wirkungen der jeweiligen Säuren sind jedoch sehr verschieden, so dass durch eine gezielte Auswahl und Kombination von Säuren synergistische Effekte hervorgerufen werden können. Verstärkt werden kann die Wirkung zudem durch den Einsatz von phytoenen Zusatzstoffen wie ätherische Öle und deren Extrakte.

Das in der Literatur beschriebene antimikrobielle Potenzial mittelkettiger Fettsäuren wurde bereits vielfach in der Praxis zur Anwendung gebracht. Ziel ist dabei, die Immunität der Tiere so früh wie möglich zu stärken und gleichzeitig den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren. Dies zeigt auch ein vorausgehender Versuch dieser Studie auf einem Sauenbetrieb in den Niederlanden. In einer je 18-wöchigen Kontroll- und Versuchsphase wurde der Einfluss eines Kombinationsproduktes aus Fettsäuren und phytoenen Zusatzstoffen auf den Gesundheitsstaus von Saugferkeln geprüft (Schemmer, 2021). In dem Versuch konnten die gesamten Ferkelverluste von 14,4% auf 10,7% reduziert werden. Zudem konnten die abgesetzten Ferkel je Wurf von 12,5 auf 12,9 und die abgesetzten Ferkel je Sau und Jahr von 30,7 auf 31,8 gesteigert werden.

Material und Methoden

Aufbauend auf dem vorgenannten Versuch zur Reduzierung der Verlustraten beim Saug- und Absetzferkel (Schemmer, 2021) wurde dieser Folgeversuch angelegt. Auf dem selben Sauenbetrieb mit 500 Sauen (Topigs 50) in den Niederlanden wurde über den Zeitraum von Februar bis August 2021 ein Fütterungsversuch mit insgesamt 526 ausgewerteten Würfen durchgeführt.

Ziel des Praxisversuchs war es den Einsatz eines matrixverkapselten Kombinationsproduktes auf Basis von Fettsäuren und phytogenen Zusatzstoffen auf die Leistung von laktierenden Sauen zu prüfen. Hierzu wurden alle Würfe des Betriebes im genannten Zeitraum ausgewertet. Beide Gruppen erhielten das Standard-Laktationsfutter des Betriebes (13,5% Rohprotein, 6,2% Rohfaser, 0,76% Lysin, 0,99% Calcium, 0,54% Phosphor), welches keine spezielle Fettsäurezulage enthält. In der Versuchsgruppe erhielten die Sauen eine Zulage des Produktes BEWI-FATRIX SynerG+ der Firma BEWITAL agri GmbH & Co KG. Diese wurde den Sauen über den Zeitraum von sieben Tagen vor dem Abferkeln bis vier Tage nach dem Abferkeln als Topdressing gegeben. Die Dosierung lag bei 12 g pro Sau und Tag und wurde den Sauen einmalig morgens gegeben. Ermittelt wurden im diesem Versuch die Anzahl der abgesetzten Ferkel je Sau, das Absetzalter und das Absetzgewicht des gesamten Wurfes.

Mögliche signifikante Unterschiede wurden über einen einseitigen T-Test mit dem Faktor Behandlung identifiziert. Das Signifikanzniveau betrug $p < 0,05$. In der Tabelle sind die Gruppenmittelwerte und die zugehörigen Standardabweichungen angegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1: Einfluss der Zulage von BEWI-FATRIX SynerG+ auf die Anzahl abgesetzter Ferkel und das Absetzgewicht

	Sauen	abgesetzte Ferkel je Sau	Absetzalter	Absetzgewicht gesamter Wurf
	[n]	[n]	[Tage]	[kg]
Versuchsgruppe	371	13,1 ($\pm 1,1$)	25,6 ($\pm 1,4$)	106,1* ($\pm 13,8$)
Kontrollgruppe	155	13,0 ($\pm 1,1$)	25,4 ($\pm 1,5$)	103,8 ($\pm 12,3$)

* zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe an ($p < 0,05$)

Insgesamt wurden über 526 Abferkelungen in dem Betrieb ausgewertet. Im vorliegenden Versuch konnte die Wirksamkeit eines matrixverkapselten Kombinationsproduktes auf Basis von Fettsäuren und phytogenen Zusatzstoffen auf das Absetzgewicht bei laktierenden Sauen ermittelt werden. Durch die Zulage von BEWI-FATRIX SynerG+ konnte ein signifikant ($p < 0,05$) höheres Absetzgewicht in Bezug auf den gesamten Wurf ermittelt werden. Das Absetzgewicht der Versuchsgruppe lag mit durchschnittlich 106,1 kg/Wurf 2,3 kg über dem der Kontrollgruppe (103,8 kg/Wurf; Tabelle 1). Das Absetzalter und die Anzahl abgesetzter Ferkel je Sau zeigten keine Unterschiede.

Derzeit befinden sich zahlreiche Futterzusatzstoffe auf dem Markt, die den Infektionsdruck beim Schwein durch den Einsatz bestimmter antibakteriell wirkender Fettsäuren im Futter senken können. Auch der hier vorliegende Versuch bestätigt den positiven Einfluss von speziellen Fettsäurekombinationen auf den Gesundheitsstatus von laktierenden Sauen und Absetzferkeln. Nicht nur bei latenten Problemen mit grampositiven Bakterien wie Streptokokken oder Clostridien hat sich der

Einsatz von mittelkettigen Fettsäuren etabliert. Wichtig ist und bleibt die konsequente Reduzierung des Erregerdrucks über die gesamte Produktion, beginnend im Abferkelstall. Das Kombinationsprodukt BEWI-FATRIX SynerG+ zeigt nicht nur einen positiven Einfluss auf die Verlustrate bei Saug- und Absetzferkeln (Schemmer, 2021), sondern auch auf das Absetzgewicht. Der positive Einfluss auf die Darmentwicklung und die Mikrobiota beim Ferkel und ihre antimikrobiellen Eigenschaften beeinflussen den Gesundheitsstatus von Sau und Ferkel positiv. Durch die Matrixverkapselung des Produktes können die antimikrobiellen Eigenschaften der Kombination aus Fettsäuren und phytogenen Zusatzstoffen nicht nur in den vorderen Teilen des Darmes erreicht werden. Die langsame Freisetzung bewirkt vielmehr, dass die antimikrobiellen Eigenschaften auch noch in den hinteren Abschnitten des Dünndarms ihre positiven Eigenschaften ausüben können.

Schlussfolgerung

Im beschriebenen Versuch konnte durch die Zulage eines matrixverkapselten Kombinationsprodukt auf Basis einer speziellen Fettsäurekombination und phytogenen Zusatzstoffen ein signifikant erhöhtes Absetzgewicht des gesamten Wurfs erzielt werden. Der Einsatz rein pflanzlicher Produkte in einer gezielten Wirkstoffkombination kann durch die daraus resultierenden Synergieeffekte zu einer deutlichen Reduzierung des Medikamenteneinsatzes auf landwirtschaftlichen Betrieben beitragen und zudem durch gesteigerte biologische Leistungen den Betriebserfolg verbessern.

Literatur

- Batovska, D., Todorova, I., Tsvetkova, I. & Najdenski, H., 2009. Antibacterial Study of Medium Chain Fatty Acids and Their 1-Monoglycerides: Individual Effects and Synergistic Relationships. *Polish Journal of Microbiology* 58, 43-47.
- Ferrara, F., 2012. Untersuchungen zum Einsatz von mittelkettigen Fettsäuren und kurzkettigen organischen Säuren in der Fütterung von Absatzferkeln, Berlin: Freie Universität Berlin.
- Jackman, J. A., Boyd, R. D., Elrod, C. C. 2020. Medium-chain fatty acids and monoglycerides as feed additives for pig production: towards gut health improvement and feed pathogen mitigation. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 11:44,
- Kabara, J., Swieczkowski, D., Conley, A. & Truant, J., 1972. Fatty Acids and Derivatives as Antimicrobial Agents, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2, 23-28.
- Schemmer, R. 2020. Fatty acids promote gut health. *Pig Progress* 36, 126-127.
- Schemmer, R., 2021. Acting naturally against gram-positive bacteria in pigs. *Feed Magazine* 7-8, 29-32.
- Zentek, J. et al., 2011. Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. *Animal Health Research Reviews* 12 (1), 83-93.

Autorenanschrift:

Dr. Ralph Schemmer
BEWITAL agri GmbH & Co. KG
Industriestraße 10
DE-46354 Südlohn-Oeding
E-Mail: r.schemmer@bewital.de

Einsatz einer Muramidase in der Ferkelaufzucht – ein neuer Ansatz für einen Futterzusatzstoff

Matthias Wiemann¹, Phokela Segobola², Anne-Lise Mary², Sarah Asmussen³

¹ DSM Nutritional Products GmbH, D-49565 Bramsche

² DSM Nutritional Products Ltd., CH-4303 Kaiseraugst

³ Livestock feed tests Denmark IVS, DK-6372 Bylderup-Bov

Einleitung

In der Ferkelaufzucht haben die Aspekte Tierwohl und Tiergesundheit bei gleichzeitig weitestgehend möglicher Vermeidung von Antibiotikagaben eine zentrale Bedeutung. Dafür werden eubiotische Zusatzstoffe zur Aufrechterhaltung einer guten Eubiose im Darm des Ferkels bereits weitreichend eingesetzt. Dies sind vor allem organische Säuren, Pro- und Präbiotika, ätherische Öle und phytogene Substanzen. Nun ergibt sich durch den Einsatz einer mikrobiellen Muramidase ein komplett neuer Ansatz durch eine neuartige Wirkungsweise.

Im Magen-Darm-Trakt von Ferkeln liegen neben lebender Mikrobiota auch immer abgestorbene Bakterien sowie daraus abgebaute Zellwandfragmente vor. Diese Zellwandfragmente enthalten zu einem hohen Anteil Peptidoglykane. Dieser ist bei gram-negativen Bakterien bedingt durch den Aufbau der Zellwand größer als bei gram-positiven. Peptidoglykane sind in monogastrischen Tieren als Immunopotentiator bekannt (Sasaki et al., 1987) und kann durch Anhaftung an der Darmwand die Nährstoffabsorption beeinträchtigen. Muramidase, auch Lysozyme oder N-Acetylmuramidase genannt, ist ein Glykosid hydrolysierendes Enzym, das die β -1,4 glykosidischen Bindungen zwischen N-Acetylmuraminsäure und N-Acetyl-Glucosamin in der Kohlenhydratstruktur von Peptidoglykanen (PGN) spaltet. Im Gegensatz zu Lysozymen aus Hühnereiweiß weist die Muramidase nur eine Wirkung auf abgestorbene Zellen und nicht auf lebenden Bakterien auf (Lichtenberg et al., 2017, Pedersen, 2019). Durch die Muramidasewirkung erhöht sich der Gehalt an gelösten PGN im Darminhalt und sukzessive auch im ausgeschiedenen Kot (McCormack et al., 2020). Studien mit Muramidasezulagen zeigten bei Masthühnern neben Verbesserungen der biologischen Leistungen ebenfalls Effekte auf eine erhöhte Nährstoffabsorption, morphologischen Aufbau des Dünndarms und Zusammensetzung der Mikrobiota (Goodarzi Borojeni et al., 2019; Sais et al., 2019; Pirgozliev et al., 2019). Positive Effekte auf biologische Leistungen von Absetzferkeln durch Lysozyme aus Hühnereiweiß wurden bereits berichtet (Olliver und Wells, 2013). Ziel dieser Studie ist die Wirkung der mikrobiellen Muramidase auf biologische Leistungen von Ferkeln zu untersuchen.

Die hier vorgestellte Muramidase ist unter dem Produktnamen Balancius™ (DSM Nutritional Products, CH-Basel) seit Juni 2019 für Masthühner und nun seit dem 21. September 2021 auch für den Einsatz im Ferkelfutter in der EU zugelassen.

Material und Methoden

In einem Fütterungsversuch mit Absetzferkeln wurden insgesamt 1200 Ferkel auf 2 Behandlungen mit 60 Wiederholungen mit jeweils 10 Tieren je Bucht aufgeteilt. Die Tiere (gemischte Geschlechter) der Kreuzung Danbred x Duroc stammten von einem Aufzuchtbetrieb mit minimal-disease Status und hatten beim Absetzen ein Alter von 26-28 Tage. Die Versuchsperiode umfasste insgesamt 42 Tage und teilte

sich in eine erste Phase von 14 Tagen und eine zweite Phase von 28 Tagen. Der Versuchsbetrieb entsprach einem konventionellen Standard hinsichtlich Stalleinrichtung, Luftführung und Lichtsteuerung.

Die verwendeten Futtertypen wurden auf Basis der GfE-Empfehlungen (2006) erstellt und waren mit Ausnahme der Zulage des Zusatzstoffes über beide Varianten gleich. Die Zusammensetzung und Nährstoffgehalte sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Futtervorlage erfolgte von Hand und ad libitum. Die Behandlungen unterschieden sich durch die Zulage von 50.000 LSU(F)/kg der Muramidase (Balancius™) über die Vormischung in der Behandlung T2 bzw. ohne Zulage in der Behandlung T1.

Tabelle 1: Zusammensetzung und Nährstoffgehalte in den Ferkelaufzuchtfuttern der Phase 1 (Tag 1-13) und der Phase 2 (Tag 14-42)

Futterzusammensetzung		Ferkelaufzuchtfutter 1 Phase 1	Ferkelaufzuchtfutter 2 Phase 2
Weizen	%	41,25	50,49
Sojaextraktionsschrot HP	%	22,90	20,60
Gerste	%	18,00	22,00
Molkepulver	%	10,00	-
Sojaöl	%	2,95	2,10
Futterkalk	%	1,55	1,56
Vormischung	%	1,20	1,20
Monocalciumphosphat	%	1,10	1,16
L-Lysine-HCl	%	0,56	0,50
DL-Methionin	%	0,19	0,14
L-Threonin	%	0,17	0,12
L-Tryptophan	%	0,04	0,02
Nährstoffgehalte			
Umsetzbare Energie ME	MJ/kg	13,40	13,40
Rohprotein	%	20,00	19,00
Lysin	%	1,45	1,30
Methionin	%	0,49	0,41
Methionin + Cystein	%	0,84	0,75
Threonin	%	0,92	0,82
Tryptophan	%	0,28	0,25
Rohfett	%	4,45	3,76
Rohfaser	%	2,87	3,27
Rohasche	%	6,40	5,63
Calcium	%	0,95	0,88
Phosphor (brutto)	%	0,44	0,42
Natrium	%	0,29	0,22

Als Leistungsparameter wurde die Gewichtsentwicklung mit Wiegungen am Tag 1, 7, 14, 28 und 42 erfasst. Die Ferkel konnten über Ohrmarken einzeltierbezogen erfasst werden. In dem gleichen Rhythmus wurden buchtenweise die verbrauchten Futtermengen und daraus weiterführend die Futtermittelnutzung erfasst. Außerdem wurde täglich durch zwei angelernte Mitarbeiter eine Kotbonitur mit einer Skala von 0-3 (0=normal, 1=weicher Kot, 2=leichter Durchfall, 3=schwerer Durchfall) durchgeführt (Perez-Calvo et al., 2019). Diese Ergebnisse wurden dann für den gesamten Zeitraum und die beiden Fütterungsphasen als Mittelwerte ausgewiesen. Die statistische Auswertung erfolgte über eine ANOVA mit der Behandlung als beschreibender Variable. Zur Validierung der Signifikanz wurde der Duncan-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ angewendet.

Ergebnisse

Bei einem identischen Startgewicht für beide Behandlungen wiesen die Ferkel der Gruppe T2 (Muramidasezulage) zum Versuchsende ein um 0,8 kg höheres Endgewicht auf. Dies ergab dann für die Behandlung T2 um 20 g/d bzw. 3,8% signifikant gesteigerte tägliche Zunahmen. Bei gleichen Futteraufnahmen von 35,8 kg bzw. 36,0 kg für den gesamten Versuchsverlauf resultierte daraus eine um 2,6% signifikant verbesserte Futtermittelverwertung. Ebenfalls zeigte sich für die Behandlung T2 in der Kotbonitur ein signifikant abgesicherter niedrigerer Wert. In der Betrachtung der beiden Fütterungsphasen ergaben sich die signifikanten Effekte vor allem in der 2. Fütterungsphase von Tag 15-42 während in der ersten Fütterungsphase die ermittelten Differenzen keine statistischen Signifikanzen aufwiesen. Die Mortalität lag für beide Gruppen auf einem sehr niedrigen Niveau ohne signifikante Unterschiede. Insgesamt war der Gesundheitsstatus der Ferkel sehr gut und keinerlei notwendige Medikationen waren erforderlich.

Tabelle 2: Ergebnisse des Fütterungsversuches ohne (T1) bzw. mit Muramidasezulage (T2) für den gesamten Fütterungszeitraum bzw. für die einzelnen Fütterungsphasen

Parameter	T1 Kontrolle	T2 Muramidase	P-Wert
Startgewicht Tag 1, kg	8,7	8,7	0,997
Endgewicht Tag 42, kg	30,6	31,4	0,096
Fütterungsphase 1, Tag 1-14			
Tägliche Zunahmen (g/Tier)	407	406	0,968
Futteraufnahme (kg/Tier)	7,38	7,26	0,394
Futtermittelverwertung (g Futter/g Zuwachs)	1,306	1,292	0,480
Kotbonitur (Skala 0-3)	0,201	0,180	0,394
Fütterungsphase 2, Tag 15-42			
Tägliche Zunahmen (g/Tier)	574 ^a	608 ^b	0,009
Futteraufnahme (kg/Tier)	28,4	28,9	0,363
Futtermittelverwertung (g Futter/g Zuwachs)	1,770 ^a	1,713 ^b	0,014
Kotbonitur (Skala 0-3)	0,096 ^a	0,050 ^b	0,033
Gesamtperiode, Tag 1-42			
Tägliche Zunahmen (g/Tier)	521 ^a	541 ^b	0,046
Futteraufnahme (kg/Tier)	35,8	36,0	0,762
Futtermittelverwertung (g Futter/g Zuwachs)	1,645 ^a	1,603 ^b	0,012
Kotbonitur (Skala 0-3)	0,146 ^a	0,113 ^b	0,037
Mortalität (%)	0,5	0,8	0,468

Diskussion

Die hier aufgeführte Untersuchung zum Einsatz des neuartigen Futterzusatzstoffes Balancius™ (Wirksubstanz Muramidase) in der Ferkelfütterung zeigt signifikante Verbesserungen der biologischen Leistungen und damit die Wirksamkeit des Produktes auf. Vor allem deutet die bessere Kotkonsistenz auch auf die – bereits in Versuchen mit Masthühnern nachgewiesenen – positive Einwirkung auf morphologische Beschaffenheit der Darmschleimhaut und der Mikrobiota hin. Die deutlicheren Effekte

in der zweiten Fütterungsphase kann aus der morphologischen Weiterentwicklung des Magen-Darm-Traktes resultieren, da durch eine größere Anflutung von abgestorbenem Bakterienmaterial und damit auch mehr Peptidoglykane als Substrat für die Muramidase vorliegt.

Schlussfolgerung

Durch eine Muramidase werden die Peptidoglykane von Zellwandfragmenten abgestorbener Darmmikrobiota hydrolysiert und dadurch die Anhaftung an die Darmwand und eine potenzierte Immunreaktion verringert. In einem Ferkelversuch wurden durch Zulage von 50.000 LSU(F)/kg einer jetzt für Ferkel zugelassenen Muramidase (Balancius™) signifikant bessere Tageszunahmen und Futterverwertungen im gesamten Versuch und in der 2. Fütterungsphase erzielt. Die verbesserte Kotkonsistenz weist dabei auf eine verbesserte Darmgesundheit hin. Letztendlich steht hiermit ein neuer Futterzusatzstoff zur Erzielung hoher Leistungen bei optimaler Gesundheit in der Ferkelaufzucht zur Verfügung.

Literaturverzeichnis

- Goodarzi Boroojeni, F., Männer, K., Rieger, J., Perez Calvo, E. und Zentek, J., (2019) Evaluation of a microbial muramidase supplementation on growth performance, apparent ileal digestibility and intestinal histology of broiler chickens. *Jour. Poultry Science*; 98(5): 2080-2086.
- Lichtenberg, J., Calvo, E.P., Madsen, K., Lund, T. Ø., Birkved F. K., van Cauwenberghe, S., Mourier, M., Wulf-Andersen, L., Jansman, A. und Lopez-Ulibarri, R. (2017) Safety evaluation of a novel muramidase for feed application. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 89:57–69.
- McCormack, U.M., Klausen, M., Laprade, L.A., Christian, S., Frederiksen, C. Ø., Walsh, M.C., Tsai, T., Maxwell, C.V., Bradley, C.L. (2020) The effect of a microbial Muramidase on peptidoglycan content in the gut of swine using in-vitro and in-vivo measures. *Journal of Animal Science*, Volume 98, Issue Supplement_3, November 2020, Pages 79–80
- Oliver, W. T. und J. E. Wells. (2013) Lysozyme as an alternative to antibiotics improves growth performance and small intestinal morphology in nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 91:3129–3136.
- Pedersen, M.B., Cohn, M.T., Schnorr, K.M., Skov, L.K., Buskov, S., Calvo, E.P., Lopez-Ulibarri, R., Klausen, M., (2019) A novel muramidase enzyme effectively depolymerize peptidoglycans from various dead bacteria isolated from the gastrointestinal tract of poultry, *Europ. Symp. Poultry Nutrition Gdansk 2019*, Poster 3.7, p239
- Perez Calvo, E., Wicaksono, A. N., Canet, E., Daulton, E., Ens, W., Hoeller, U., Verlhac, V., Celi, P., Covington, J. A. (2019) The measurement of volatile organic compounds in faeces of piglets as a tool to assess gastrointestinal functionality. *Biosystems engineering* 184 (2019) 122-129
- Pirgozliev, V., Rose, S.P., Calvo, E.P., (2019) Dietary microbial muramidase improves welfare, metabolizable energy and growth of broiler. *Europ. Symp. Poultry Nutrition Gdansk 2019*, Poster 3.10, p240
- Sais, M., Barroeta, A.C., Lopez-Colom, P., Nofrarias, M., Majo, N., Lopez-Ulibarri, R., Calvo, E.P., Martin-Orue, S.M., (2019) Evaluation of dietary supplementation of a novel microbial muramidase on gastrointestinal functionality and growth performance in broiler chickens. *Jour. Poultry Science*; doi: 10.3382/ps/pez466
- Sasaki, T., Maede, Y., Namioka, S. (1987) Immunopotential of the mucosa of the small intestine of weaning piglets by peptidoglycan. *Nihon Juigaku Zasshi.* 1987 Apr;49(2):235-43.

Autorenanschrift:

DSM Nutritional Products GmbH
Matthias Wiemann
Im Breuel 10
D-49565 Bramsche
Email: matthias.wiemann@dsm.com

Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen

Wir arbeiten mit Leidenschaft und Know-how an Futtermittelzusatzstoffen, die die Qualität von Fleisch, Milch, Fisch und Eiern verbessern. So tragen wir dazu bei, Lebensmittelverluste und -abfälle zu reduzieren. Wir wollen den Wandel in der Tierernährung und -gesundheit vorantreiben. Darin sehen wir unsere Verantwortung zur Schaffung einer nachhaltigen Zukunft.

Wenn nicht wir, wer dann?

Wenn nicht jetzt, wann dann?

WIR MACHEN ES MÖGLICH



Finden Sie heraus, wie DSM dazu beiträgt, die Tierernährung und -gesundheit nachhaltig zu verbessern:

www.dsm.com/wemakeitpossible

NUTRITION · HEALTH · SUSTAINABLE LIVING



DSM

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

Unterschiedliche Anteile von Guanidinoessigsäure und Methylendonoren im Futter von Ferkeln – Auswirkungen auf zootechnische Parameter

Wolfgang Preißinger¹, Simone Scherb¹, Günther Propstmeier¹, Peter Loibl², Stefan Blindeneder², Daria Driessen³

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

²AlzChem Trostberg GmbH, Trostberg, Deutschland

³Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland

Einleitung

Kreatin ist ein essenzieller Bestandteil des zellulären Energiestoffwechsels zur schnellen Regeneration von Adenosintriphosphat (ATP). Dadurch ist es natürlicher Bestandteil des Muskelgewebes. Es kann vom Körper selbst in Leber und Niere aus den Aminosäuren Glycin und Arginin und einer Methylgruppe synthetisiert werden. Guanidinoessigsäure (GAA, Guanidino Acetic Acid) ist eine natürliche Vorstufe von Kreatin im Körper. Eine Formulierung mit mindestens 96% GAA ist in der EU für Schweine mit einer Dosierung von 0,06% bis 0,12% im Futter zugelassen. In Versuchen mit Mastschweinen und 0,12% GAA im Futter wird von einer Verbesserung der Futtermittelverwertung (Weber et al., 2017) sowie von verbesserten Leistungen und positiven Effekten auf die Schlachtkörperzusammensetzung (Jayaraman et al., 2018) berichtet. In der Ferkelaufzucht beobachteten Preißinger et al. (2018) bei einer hohen bis sehr hohen Aminosäureausstattung der Rationen sowie Milchkomponenten in den Versuchsmischungen keine Effekte von GAA auf Lebendmasseentwicklung, Futtermittelverbrauch und Futtermittelaufwand. In vorliegender Untersuchung wird der Einsatz unterschiedlich hoher Zulagen an GAA (900 mg/kg und 1.200 mg/kg Futter) bei einer praxisüblichen, nicht überzogenen Aminosäureversorgung (DLG, 2008) in Kombination mit unterschiedlich hohen Cholinchloridgehalten im Futter getestet. Cholinchlorid liefert Methylgruppen, die nach Walker (1979) benötigt werden, um GAA in Kreatin umzuwandeln.

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch wurde am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau durchgeführt. Für den Versuch wurden 96 abgesetzte, schwanzkupierte Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Gruppen aufgeteilt. GAA wurde in Form von Creamino® (min. 96% GAA; AlzChem Trostberg GmbH, Trostberg, Deutschland), eingesetzt. Zusätzlich zur Basisausstattung von 500 mg/kg Cholinchlorid über das Mineralfutter wurde in einer Behandlungsgruppe zusätzlich 1.400 mg/kg Cholinchlorid zur Erhöhung der Methylendonoren in der Ration ergänzt.

- A: ohne GAA; 500 mg Cholinchlorid pro kg über das Mineralfutter
- B: 900 mg GAA pro kg; 500 mg Cholinchlorid pro kg über das Mineralfutter
- C: 1.200 mg GAA pro kg; 500 mg Cholinchlorid pro kg über das Mineralfutter

- D: 1.200 mg GAA pro kg; 500 mg Cholinchlorid pro kg über das Mineralfutter; weitere Cholinchloridzulage von 1.400 mg pro kg

Die Ferkel wurden in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren bei der Aufstallung im Durchschnitt 27 Tage alt und wogen ca. 8,5 kg. Die Futterzuteilung erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futtermittelverwiegung für das Einzeltier (Compident Station CID2006 MLP-Ferkel, Schauer Agrotronic GmbH). Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. In den Buchten wurde einmal pro Woche der Kot der Tiere bonitiert (Note 1=hart bis 4=wässrig).

Der Versuch gliederte sich in zwei Fütterungsphasen von jeweils drei Wochen Dauer. Vor Phase I wurden die Tiere 5 Tage an die Abrufstationen gewöhnt. In dieser Zeit erhielten sie bereits die entsprechenden Versuchsrationen. In beiden Phasen wurden nährstoffangepasste Ferkelaufzuchtfutter (FAF) eingesetzt. Das FAF I setzte sich aus 40% Weizen, 31% Gerste, 22% Sojaextraktionsschrot (SES), 4% Mineralfutter, 2% Sojaöl und 1% Fumarsäure zusammen. Das FAF II hatte eine vergleichbare Zusammensetzung, es enthielt weniger SES (20%) und mehr Gerste (33%). Das verwendete Mineralfutter war wie folgt zusammengesetzt: 15% Kalzium, 3% Phosphor, 11% Lysin, 3% Methionin, 4,5% Threonin, 0,4% Tryptophan. Es enthielt 12.500 mg Cholinchlorid pro kg. GAA wurde on Top zugelegt. In Gruppe D wurde zusätzlich Cholinchlorid über ein Ergänzungsfutter on Top eingesetzt.

Die mit dem Programm Zifo 2 kalkulierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Kalkulierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen (Angaben bei 88% TM)

		FAF I				FAF II			
		A	B	C	D	A	B	C	D
ME	MJ/kg			13,0				13,0	
Rohprotein	g/kg			173				166	
Rohfaser	g/kg			46				46	
Lysin	g/kg			12,6				12,1	
Methionin	g/kg			3,6				3,5	
Cystin	g/kg			3,0				2,9	
Threonin	g/kg			7,7				7,4	
Tryptophan	g/kg			2,3				2,2	
Valin	g/kg			7,3				6,9	
Kalzium	g/kg			6,9				6,8	
Phosphor	g/kg			4,6				4,5	
Cholinchlorid	mg/kg	486	486	486	1.686	485	485	485	1.685
GAA	mg/kg	-	864	1.152	1.152		864	1.152	1.152

Die Versuchsrationen wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und in der Schraubmühle in Volkach pelletiert. Die Futteranalytik wurde sowohl im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LFL in Grub nach VDLUFA-Methoden (2012) als auch im Auftrag der Fa. AlzChem bei Synlab Analytics & Services in Jena nach EU- bzw. VDLUFA-Methoden analysiert. Cholinchlorid wurde bei Synlab Analytics & Services nach einer Hausmethode bestimmt. Im Labor von AlzChem in Trostberg wurden nach der Methode IC, Method-SOP 136-246/4 die Gehalte an Kreatin, Kreatinin und GAA analysiert. Die Gehalte an umsetzbarer Energie (metabolisable energy, ME) wurden nach der Mischfutterformel (GfE, 2008) ermittelt.

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Prozedur GLM durchgeführt. Im Modell wurden als fixe Effekte die Behandlung, das Geschlecht und die Abstammung sowie die Interaktion von Behandlung und Geschlecht berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Inhaltsstoffe sind in den Laboren, die sie ermittelt haben, und den berechneten ME-Gehalten in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Gehalte an Kreatin und Kreatinin lagen in Anbetracht der Tatsache, dass keine Futtermittel tierischen Ursprungs eingesetzt wurden, in allen Futtermischungen erwartungsgemäß unterhalb der Nachweisgrenze. In den Kontrollrationen zeigte sich dies auch für GAA. Die analysierten Gehalte passten mit Werten zwischen 844 mg/kg und 846 mg/kg in Gruppe B gut zum kalkulierten Wert von 864 mg GAA/kg Futter. Auch in den Gruppen C und D stimmten die analysierten Werte mit 1.104 mg/kg bis 1.181 mg/kg analytisch mit dem kalkulierten Wert von 1.152 mg GAA/kg überein. Demgegenüber lagen die Cholinchloridgehalte unabhängig von der Extrazulage in Gruppe D im Mittel aller Rationen um etwa 1350 mg/kg höher als kalkuliert. Dies ist damit zu erklären, dass in der Kalkulation die nativen Gehalte der Futterkomponenten nicht berücksichtigt wurden. Gegenüber den vorab kalkulierten ME-Gehalten ergaben sich bei den FAF I um 0,1 MJ ME bis 0,2 MJ ME geringere Gehalte. Bei den FAF II stimmte das Futter von Gruppe A mit der Kalkulation überein, in den Gruppen B, C und D wurden um 0,3 MJ ME höher Werte errechnet. Bei den untersuchten Inhaltsstoffen stimmten im Rahmen der Analysenspielräume die analysierten mit den kalkulierten Werten überein bzw. lagen nur knapp außerhalb. Letzteres zeigte sich insbesondere bei den Rohprotein- und Threoningehalten in den FAF I, bei den Methioningehalten nahezu aller Rationen und zum Teil auch beim Kalzium.

Tabelle 2: Gehalte an umsetzbarer Energie und analysierte Inhaltsstoffe der Futtermittel (Angaben pro kg bei 88% TM)

			FAF I				FAF II			
			A	B	C	D	A	B	C	D
Labor LfL	ME	MJ	12,8	12,8	12,8	12,9	13,0	13,3	13,3	13,3
	Kalzium	g	7,7	7,4	7,4	7,3	7,6	7,4	7,2	7,7
	Phosphor	g	4,5	4,4	4,4	4,4	4,7	4,6	4,6	4,8
	Kupfer	mg	85	100	97	96	90	96	93	99
	Zink	mg	126	139	134	132	132	134	130	140
Synlab	Rohprotein	g	166	161	152	160	162	165	169	166
	Lysin	g	11,1	11,1	11,0	11,2	11,5	11,7	11,7	11,2
	Methionin	g	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9
	Cystin	g	2,8	2,6	2,6	2,6	2,8	2,7	2,8	2,7
	Threonin	g	6,6	6,3	6,4	6,6	6,7	6,6	6,8	6,9
	Tryptophan	g	1,8	2,0	2,0	1,7	2,3	2,1	1,9	2,2
	Valin	g	7,2	7,0	6,8	6,8	7,4	7,2	7,5	7,3
	Cholinchlorid	mg	1.815	1.890	1.794	3.103	1.705	1.985	1.707	3.031
Alz-Chem	Kreatin*	mg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	Kreatinin*	mg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
	GAA*	mg	<20	844	1.142	1.153	<20	846	1.181	1.104

*Bestimmungsgrenze: 20 mg/kg

In Tabelle 3 sind die LM-Entwicklung, die täglichen Zunahmen sowie der Futterabruf und der Futteraufwand pro kg Zuwachs dargestellt. Ein Ferkel aus Gruppe A schied wegen einer Verletzung in der 3. Versuchswoche aus. Ein Ferkel aus Gruppe D wurde wegen nicht versuchsbedingtem Minderwuchs nicht in die Auswertung einbezogen.

In Phase I wurden in Gruppe B mit 422 g signifikant höhere Tageszunahmen ermittelt als in der Kontrollgruppe A mit 359 g. In den Gruppen C und D beliefen sich die Tageszunahmen auf 398 g und 389 g. In Phase II sowie im Mittel des Versuchs zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. So lagen die Tageszunahmen in Phase II zwischen 736 g (Gruppe D) und 750 g (Gruppe B). Im Versuchsmittel

wurden in der Kontrollgruppe A 548 g und in Gruppen mit GAA-Zulagen zwischen 558 g (Gruppe D) und 582 g (Gruppe B) erreicht. Beim Futterabruf traten in beiden Phasen sowie im Versuchsmittel keine signifikanten Unterschiede auf. Der Futterabruf lag im Versuchsmittel zwischen 801 g in Gruppe C und 836 g in Gruppe B.

Die Zulage von GAA hatte zudem einen signifikanten Effekt auf den Futteraufwand pro kg Zuwachs. So lag dieser sowohl in Phase I als auch im Versuchsmittel in den GAA-Gruppen signifikant niedriger. In Phase I wurden in der Kontrollgruppe A 1,54 kg Futter pro kg Zuwachs benötigt, in den GAA-Gruppen waren es zwischen 1,36 kg und 1,40 kg. Im Versuchsmittel lag der Futteraufwand in Gruppe A bei 1,52 kg pro kg Zuwachs und in den GAA-Gruppen zwischen 1,42 kg und 1,46 kg. Lediglich in Phase II zeigte sich mit Werten zwischen 1,45 kg und 1,51 kg pro kg Zuwachs kein signifikanter Effekt. Aber auch in dieser Phase lagen die Werte in den GAA-Gruppen numerisch niedriger.

Tabelle 3: Aufzuchtleistungen, Futterabruf und Futteraufwand (LSQ-Werte)

			Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D	sign. p ¹⁾
Lebendmasse	Aufstallung	kg	8,7	8,6	8,6	8,5	0,896
	Versuchsbeginn	kg	9,3	9,5	9,3	9,5	0,687
	Futterwechsel	kg	16,8 ^b	18,3 ^a	17,7 ^{ab}	17,6 ^{ab}	0,049
	Versuchsende	kg	31,7	33,3	32,5	32,4	0,219
Zunahmen	Phase I	g/Tag	359 ^b	422 ^a	398 ^{ab}	389 ^{ab}	0,028
	Phase II	g/Tag	746	750	741	736	0,941
	gesamt	g/Tag	548	582	565	558	0,210
Futterabruf	Phase I	g/Tag	541	575	540	538	0,407
	Phase II	g/Tag	1137	1109	1075	1101	0,409
	gesamt	g/Tag	832	836	801	813	0,552
Futteraufwand	Phase I	kg/kg	1,54 ^b	1,36 ^a	1,36 ^a	1,40 ^a	0,003
	Phase II	kg/kg	1,53	1,48	1,45	1,51	0,128
	gesamt	kg/kg	1,52 ^b	1,44 ^a	1,42 ^a	1,46 ^a	0,001

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

In beiden Buchten der Kontrollgruppe wurde der Kot in der 1. Versuchshälfte mit 3,0 als weicher eingestuft als in den Gruppen mit GAA-Zulage und Bonituren von 2,0 (Gruppe B und C) und 2,1 (Gruppe D). Im Mittel des Versuchs wurde in allen Gruppen der Kot mit Noten zwischen 2,0 und 2,5 als „normal“ bewertet.

Tabelle 4 zeigt beispielhaft eine Wirtschaftlichkeitsrechnung basierend auf den Futterkosten pro kg Zuwachs. Durch die Zulage von GAA konnten in Phase I die Kosten um 0,04 €/kg (Gruppe B und C), bzw. 0,03 €/kg gesenkt werden, was sich durch die signifikante Leistungsverbesserung erklären lässt. Über die gesamte Aufzucht lagen die Futterkosten in Gruppe B und C um 0,01 €/kg bzw. 0,02 €/kg unter dem Niveau von Gruppe A. Die Zulage von Cholinchlorid in Gruppe D hob die Futterkosten auf das Niveau von Gruppe A. Standardisiert man die Ferkelzunahmen auf 20 kg so spart man durch die Zulage von GAA in Gruppe B 0,38 €, in Gruppe C 0,44 € und in Gruppe D 0,09 € im Vergleich zur Kontrollgruppe A pro Aufzuchtferkel. Ein weiterer, hier nicht betrachteter positiver wirtschaftlicher Effekt sind die numerisch höheren Verkaufsgewichte der Ferkel v.a. in Gruppe B.

Tabelle 4: Futterkosten pro kg Zuwachs und Futterkosten pro Ferkel mit auf 20 kg standardisierter Aufzuchtleistung

		Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D
Phase I	€/kg	0,47	0,43	0,43	0,44
Phase II	€/kg	0,46	0,46	0,45	0,47
gesamt	€/kg	0,46	0,45	0,44	0,46
Pro Ferkel (20kg Zuwachs)	€	9,29	8,91	8,85	9,20

Berechnung der Futterkosten basierend auf marktüblichen Rohkomponentenpreisen Februar 2021, Kosten für Creamino®: 6,50€/kg, Cholinchlorid: 0,50€/kg

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Zulage von GAA wirkte sich insbesondere bei jüngeren Ferkeln (Phase I) positiv auf den Futteraufwand bzw. den Aufwand an ME pro kg Zuwachs aus. Dies zeigte sich unabhängig von der Höhe der GAA-Zulage (900 mg/kg bzw. 1.200 mg/kg) oder der Höhe des Gehalts an Cholinchlorid in der Ration. Obwohl sich im weiteren Verlauf der Aufzucht statistisch kein Unterschied mehr ergab, war im Mittel der Aufzucht ein signifikanter Effekt feststellbar.

Bei den Tageszunahmen ließen sich in Phase I die Unterschiede zwischen der Zulage von 900 mg/kg GAA und der Kontrollgruppe statistisch absichern (plus 63 g). Aber auch die Zulage von 1.200 mg/kg GAA führte in dieser Phase gegenüber der Kontrolle zu höheren Tageszunahmen (plus 30 g bzw. plus 39 g). Diese Unterschiede ließen sich nur knapp nicht mehr statistisch absichern.

Der Einsatz von GAA ist somit eine Möglichkeit, die Futtereffizienz und Leistung insbesondere in der 1. Hälfte der Aufzucht bei einer bedarfsgerechten und nicht überzogenen Aminosäureversorgung zu verbessern. Ein durch die Zulage von GAA erhöhter Bedarf an Methyldonoren konnte in vorliegender Studie nicht abgeleitet werden.

Literatur

- Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (2008): Empfehlungen zur Sauen und Ferkelfütterung, DLG-Information 1/2008
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2008): Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pig. *Poc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 199-204.
- EU (2009) Verordnung (EG) Nr. 152/2009 der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln. *Amtsblatt der Europäischen Union* L54/1.
- Jayaraman, B.; Kinh, L.; Huyen, L.T.T.; Vinh, D.; Carpena, M.E.; Rademacher, M.; Channarayapatna, G. (2018): Supplementation of guanidinoacetic acid to pig diets: Effects on performance, carcass characteristics and meat quality. *J Anim Sci.* (6), 2332-2341
- Preißinger, W.; Propstmeier, G.; Scherb, S.; Rademacher, M. (2017): Effekte von Guanidinoessigsäure in der Ferkelaufzucht. In *Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder und Schweinefütterung*, 10./11. April 2017, Fulda, 194-197
- Rademacher, M.; Naatjes, M.; Müller, M.; Weber M. (2017): Der Effekt von Guanidinoessigsäure auf Leistungsparameter beim Mastschwein. In *Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder und Schweinefütterung*, 21./22. März 2017, Fulda, 184-186
- VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzungslieferung 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- Walker, J.B. (1997): Creatine: biosynthesis, regulation, and function. *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol.* 50: 177–242. PMID: 386719.
- Weber, M. (2018): Kreatin-Zusatz entlastet das N- und P-Konto. *Top agrar* 3/2018.
- Weber, M.; Mäurer, H.; Müller, M. (2017): Einsatz von Guanidinoessigsäure in der Schweinemast: In *Tagungsband 14. Tagung Schweine- und Geflügelernährung*, 21.-23.11.2017, Lutherstadt Wittenberg, 169-171

Autorenanschrift:

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

Creamino® - Die Kreatinquelle für die Tierernährung



Kreatin ist entscheidend für:

- einen funktionierenden Energiestoffwechsel
- ein gesundes Wachstum
- ein stabiles Immunsystem

und damit für vitale Tiere - von Anfang an.

Leistungsstarke Tiere brauchen ein leistungsstarkes Futter. Creamino® bietet Ihnen die Möglichkeit, Ihr Futter weiter zu optimieren - nachhaltig, modern, bedarfsgerecht. Sprechen Sie uns an.

AlzChem Trostberg GmbH

Dr.-Albert-Frank-Straße 32
83308 Trostberg, Deutschland
Stefan.Blindeneder@alzchem.com
T +49 8621 86-2924



Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Leistungsparameter und die Mortalität von Mastschweinen

Matthias Tün-te¹, Jan-Bernd Reeken¹, Dominiek Maes², Ilias Chantziaras², Bart Wittevrongel³

¹ GITES GmbH, Gröblingen 80, 48336 Sassenberg, Deutschland;

² Ghent University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction, Obstetrics and Herd Health, Unit Porcine Health Management, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgien;

³ Nutrika bv, Leie Rechterover 1A, 9870 Zulte, Belgien

Einleitung

Die Leber ist das zentrale Stoffwechselorgan im Organismus und übernimmt eine Vielzahl von Aufgaben und Funktionen. Metabolische Umstände, schädigende Noxen und Entzündungsgeschehnisse können die Funktionalität der Leber einschränken und Gewebeschäden induzieren, was die Leistung und Gesundheit von Schweinen beeinträchtigen kann. Silymarin, der leberschützende Aktivstoff der Mariendistel, ist einer der besterforschten Wirkstoffe im Humanbereich. Zu den bedeutendsten Effekten zählen hepatoprotektive, antioxidative, antiinflammatorische und antifibrotische Eigenschaften. Zusätzlich wird die Proteinbiosynthese und die Leberregeneration stimuliert sowie die Milchleistung gesteigert. Unbearbeitetes Silymarin weist eine geringe Magenstabilität auf (Křížova et al., 2011). Außerdem ist die Bioverfügbarkeit von nativem Silymarin gering (Koch und Zinsberger, 1980), jedoch kann sie für den effizienteren Einsatz durch bestimmte Bearbeitungsschritte gesteigert werden (Morazzoni et al., 1992, Saller et al., 2001). Grela et al., (2020) konnten nachweisen, dass gemahlener Mariendistelsamen mit einer Einsatzrate von 3 % und 6 % die Tageszunahmen und die Futtermittelverwertung von Mastschweinen positiv beeinflussen kann. Eine Vielzahl weiterer Studien bestätigen ebenfalls positive Effekte von Mariendistelprodukten auf die Leistungsbereitschaft und Gesundheitsparameter von landwirtschaftlichen Nutztieren. Ziel dieser Untersuchung ist es, den Einfluss der Fütterung des speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes EVO-AMARIS[®] auf die Leistungsparameter und die Mortalität von Mastschweinen zu untersuchen.

Material und Methoden

Für diese Untersuchung wurden auf einem privaten belgischen Versuchsinstitut 256 Ferkel (Danzucht X Pietrain) in ein Mastabteil unter Praxisbedingungen eingestallt. Die Tiere wurden gleichmäßig in zwei Gruppen á 128 Ferkel eingeteilt (Versuchsgruppe = VG und Kontrollgruppe = KG). Die Tiere wurden getrenntgeschlechtlich in 16 Buchten zu je 16 Tieren eingestallt, sodass jede Fütterungsgruppe acht Wiederholungen aufwies. Das Mastabteil war mit zwei separaten Futterlinien ausgestattet. Die Fütterungsvarianten wurden gleichmäßig in dem Abteil verteilt angeordnet. Zwei Buchten teilten sich einen Breiautomaten (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Schematische Darstellung des Stallabteils

Während der Mast wurden die Tiere dreiphasig (Vormast = VM 39 Tage, Mittelmast = MM 37 Tage, Endmast = EM 42 Tage) gefüttert. Die Varianten unterschieden sich lediglich durch die Zugabe von dem Produkt EVO-AMARIS® in der VG. Das Versuchsfutter war in der VM mit 120 sowie in der MM und EM mit je 80 Gramm EVO-AMARIS® pro Tonne Alleinfuttermittel ausgestattet. Das Produkt EVO-AMARIS® basiert auf Mariendistelextrakt (Silymarin), welches durch den eigens entwickelten Herstellungsprozess „G-BiotraX“ mit anderen Pflanzenextrakten kombiniert und aktiviert, in der Bioverfügbarkeit gesteigert und zum Schutz vor dem gastrischen Abbau in gehärtetem Rapsfett verkapselt wird. Alle Schweine wurden am Einstalltag, in der dritten, neunten, fünfzehnten Versuchswoche sowie am Tag vor der Ausstallung gewogen. Die täglichen Zunahmen wurden rechnerisch ermittelt. Die Futteraufnahme wurde jeweils für zwei Buchten dokumentiert und die Futterverwertung errechnet. Im Rahmen des Gesundheitsmonitorings wurden Läsionen und Schwanzbeißen sowie der Medikamenteneinsatz und Verluste dokumentiert. Täglich wurden der Wasserverbrauch und die Raumtemperatur im Abteil dokumentiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS Version 26. Die durchgeführten statistischen Testverfahren sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten statistischen Testverfahren

Parameter	Statistisches Testverfahren
Futtermittelaufnahme	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test
Wasserverbrauch	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test
Mortalität	Mantel-Cox-Test
Futterverwertung	Lineares gemischtes Modell
Tageszunahmen	Lineares gemischtes Modell
Zuwachs	Lineares gemischtes Modell
Ausstallgewicht	Lineares gemischtes Modell

Ergebnisse

Die Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, dass sich das Einstallgewicht der Varianten nahezu auf demselben Niveau befand, jedoch die Versuchsgruppe das geringfügig geringere Einstallgewicht aufwies. Für die Schweine der VG konnte eine signifikant höhere Futtermittelaufnahme (+1,2 %) ($p = 0,002$) nachgewiesen werden, während die Wasseraufnahme signifikant geringer (-1,8 %) war ($p < 0,001$). In Bezug auf die Mortalität waren die Verluste in der VG um 0,78 Prozentpunkte geringer. Dies entspricht einer verringerten Mortalität von 33,4 %. Diese Unterschiede konnten jedoch nicht statistisch gesichert werden ($p = 0,290$).

Tabelle 2: Übersicht der Ergebnisse Einstallgewicht, Futter- und Wasseraufnahme sowie der Mortalität

Parameter	Einheit	VG	KG	p-Wert
Einstallgewicht	Kilogramm	21,71	21,82	-
Futtermittelaufnahme pro Tier	Kilogramm	254,58 ^a	251,53 ^b	0,002
Wasseraufnahme pro Tier	Liter	819,41 ^a	834,60 ^b	< 0,001
Mortalität	Prozent	1,56	2,34	0,290

Hochgestellte Kleinbuchstaben (^{a, b}) kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die untenstehenden Abbildungen zeigen zusammengefasst die durchschnittlichen Ergebnisse der Leistungsparameter. Die Tiere der Versuchsgruppe wiesen eine um vier Punkte verbesserte Futtermittelverwertung auf (Abbildung 2). Die Tageszunahmen der Versuchsprobanden waren mit durchschnittlich 840 Gramm gegenüber 810 Gramm der Kontrollprobanden um 3,6 % höher (Abbildung 3). Dies resultierte in einem höheren Gewichtszuwachs von 2,51 kg bzw. 2,54 % zu Gunsten der VG (Abbildung 4). Somit wies die VG ein um 2,4 kg bzw. 2,0 % höheres Ausstallgewicht gegenüber der KG auf. Diese Ergebnisse konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

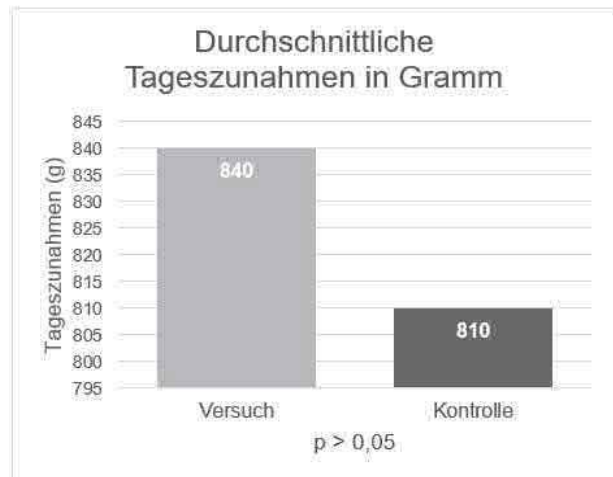
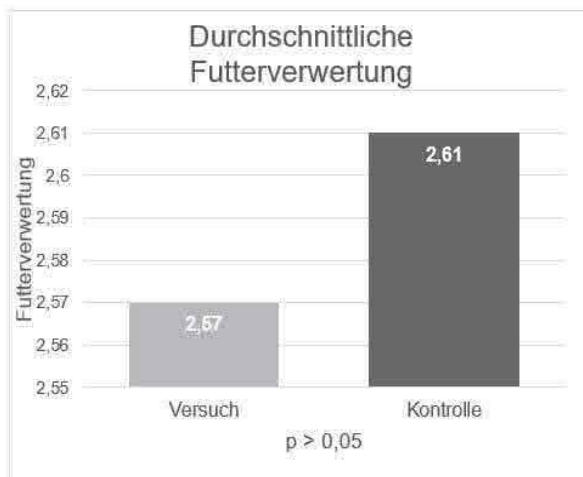


Abbildung 2: Durchschnittliche Futtermittelverwertung

Abbildung 3: Durchschnittliche Tageszunahmen

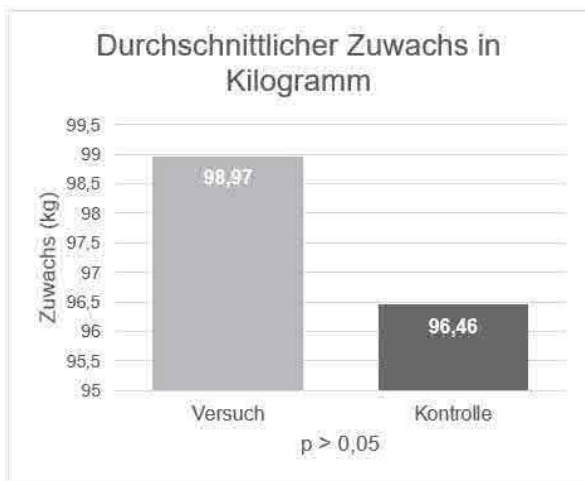


Abbildung 4: Durchschnittlicher Zuwachs

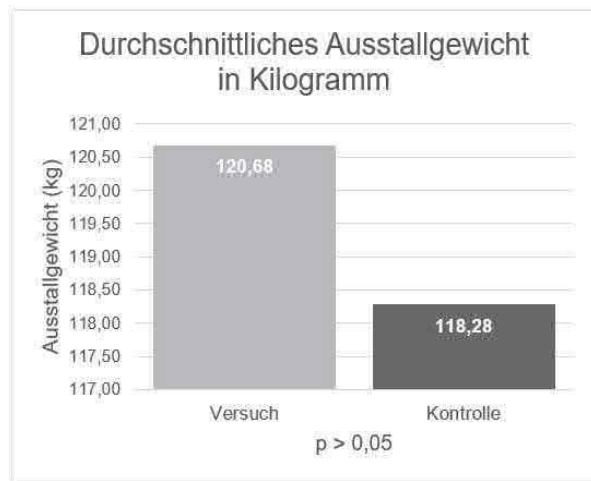


Abbildung 5: Durchschnittliches Ausstallgewicht

In beiden Gruppen gab es im Hinblick auf Läsionen und Schwanzbeißen keine besonderen Auffälligkeiten, sodass zwischen den beiden Varianten kein Unterschied verzeichnet werden konnte.

Diskussion

Silymarin ist einer der besterforschten Pflanzenstoffe zur Unterstützung der Leber im Humanbereich. Darüber hinaus wurden ebenfalls wissenschaftliche Studien mit landwirtschaftlichen Nutztieren (vor allem Wiederkäuern und Broilern) durchgeführt, in denen positive Effekte auf die Leistungs- und Gesundheitsparameter nachgewiesen werden konnten. Die Studiendichte zum Einsatz von Mariendistel bei (Mast-)Schweinen ist dem gegenüber jedoch sehr dünn, obwohl oder gerade weil das Schwein dem Menschen physiologisch sehr nahe steht. Die Funktionsweisen von Silymarin sind vielfältig und scheinen gerade in Stoffwechselfspitzen die Leber zu unterstützen. In Anbetracht des hohen Nährstoffumsatzes, besonders zu Mastbeginn, ist auch hier eine hohe Stoffwechsellage zu identifizieren. Natives Silymarin weist zwar eine geringe Bioverfügbarkeit und eine schlechte Magenstabilität auf, jedoch gibt es Verfahren diese zu verbessern, um die Effektivität und Effizienz der Aktivstoffe zu steigern, was schließlich zu der Entwicklung des Herstellungsschrittes „G-BiotraX“ geführt hat.

Die Auswertung der Futterverwertung zeigt, dass die Versuchsgruppe vier Futterverwertungspunkte besser ist als die Kontrollgruppe. Dies kann für eine verbesserte Stoffwechselleistung der Leber sprechen, sodass die angefluteten Nährstoffe effizienter verwertet werden können. Die Tageszunahmen lagen im Durchschnitt auf einem mittleren Niveau. Allerdings wies die VG eine deutlich höhere Tageszunahme von 3,6 % auf. Dies ist unter anderem auf die verbesserte Futterverwertung und die signifikant höhere Futteraufnahme zurückzuführen. Somit konnten die Schweine der VG auch einen Mehrzuwachs von 2,51 kg bzw. 2,54 % generieren, sodass ein höheres Ausstallgewicht gegenüber der KG resultiert. Die Mortalität konnte in der VG um ein Drittel reduziert werden, was für eine bessere Stoffwechselsituation und Vitalität der Schweine sprechen kann.

Im Vergleich zu der Studie von Grela et al., (2020) wurden in dieser Studie, neben einigen unterschiedlichen Methodenansätzen, keine gemahlene Mariendistelsamen verwendet, sondern das speziell bearbeitete Mariendistelextrakt EVO-AMARIS®. Da Grela et al., (2020) den gemahlene Mariendistelsamen nicht weiter spezifiziert haben, konnte nur anhand eigener Erfahrungswerte abgeleitet werden, wie viel Silymarin die Mastschweine im Vergleich zu den Tieren in dieser Studie erhalten haben. Eigene Kalkulationen deuten darauf hin, dass in dieser Studie mit einem Zehntel an

Aktivstoffen, vergleichbare Effekte erzielt werden können. Einen ähnlichen Vergleich konnten TünTE et al., (2020) im Zusammenhang mit Milchkühen diskutieren.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Fütterung des speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes EVO-AMARIS® an Mastschweine positive Effekte auf die Leistungsparameter und die Mortalität hervorrufen kann. Der Versuch brachte folgende Ergebnisse hervor:

- Signifikant höhere Futtermittelaufnahme ($p = 0,002$)
- Signifikant verringerte Wasseraufnahme ($p < 0,001$)
- Verbesserte Futterverwertung, vier Futterverwertungspunkte besser
- Tageszunahmen um 3,6 % höher
- Deutlich höherer Zuwachs und Ausstallgewichte
- Um ein Drittel verringerte Mortalität

Literatur

GRELA, R.E., ŚWIĄTKIEWICZ, M., FLOREK, M., WOJTASZEWSKA, I. (2020): Impact of milk thistle (*Silybum marianum* L.) seeds in fattener diets on pig performance and carcass traits and fatty acid profile and cholesterol of meat, backfat and liver. *Livestock Science* 239, 104180.

KŘIŽOVA, L., WATZKOVÁ, J., TRINÁCTÝ, J., RICHTER, M., BUCHTA, M. (2011): Rumen degradability and whole tract digestibility of flavonolignans from milk thistle (*Silybum marianum*) fruit expeller in dairy cows. *Czech Journal of Animal Science* 56, 269 – 278.

KOCH, H., ZINSBERGER, G. (1980): Löslichkeitsparameter von Silybin, Silydianin und Silychristin. *Arch. Pharm. (Weinheim)* 313, 526 – 533.

MORAZZONI, P., MAGISTRETTI, M.J., GIACHETTI, C., ZANOLO, G. (1992): Comparative bioavailability of Silipide, a new flavonolignan complex, in rats. *European Journal of Drug Metabolism and Pharmacokinetics* 17, 39 – 44.

SALLER, R., MEIER, R., BRIGNOLI, R. (2001): The Use of Silymarin in the Treatment of Liver Diseases. *Drugs* 61, 2035 – 2063.

TÜNTE, M., WESTENDARP, H., SCHÖN, H.G., FENSKE, K., REEKEN, J.-B. (2020): Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit von Milchkühen. 58. Jahrestagung der Bayrischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. am 15. Oktober 2020. Tagungsband, 165 – 170.

Autorenanschrift:

Matthias TünTE
GITES GmbH
Gröbblingen 80
48336 Sassenberg
E-Mail: m.tuente@gites-gmbh.de



Einzigartige Futteradditive für gesunde Nutztiere!

 MADE IN GERMANY



Huminsäuren des Typs WH67® Darmfunktion stärkendes Biotikum

Über 70 Studien belegen die zuverlässigen und wirkungsvollen Effekte

Nachweislich hohe Neutralisation von Endo- und Mykotoxinen

Patentierete Neutralisation von Glyphosat im tierischen Organismus

Die weltweit wirkungsstärksten Huminsäuren

Mariendistelgranulat EVO-AMARIS® Herausragender natürlicher Leberschutz

Mikroverkapselung → Pansen- und magenstabil

 **G-Biotrax** → 10-fach gesteigerte Bioverfügbarkeit

Standardisierung → Hochkonzentriert, pelletierfähig, sicher

Breites Einsatzspektrum → Alle Tierarten – vom Leberschutz bis zur Toxinblockade



**NATURAL
HEALTHY
FARMING**

gites-gmbh.de
info@gites-gmbh.de
+49 2581 / 94 102 - 0

Effekte der Verwendung von Klinoptilolith (IPUSagro F) in der Schweinemast

Wolfgang Wetscherek^{1*}, Walter Somitsch² und Julia Slama³

¹ Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie, Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur, 1190 Wien

² IPUS Mineral- & Umwelttechnologie GmbH, 8786 Rottenmann

³ Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschulkooperationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, 1130 Wien

Einleitung

Bei dem eingesetzten Futterzusatzstoff IPUSagro F handelt es sich um das natürliche Mineral „Klinoptilolith sedimentären Ursprungs“, zugelassen in der Funktionsgruppe „Bindemittel“ in der Menge von 10 g/kg Alleinfuttermittel. Es stammt aus der slowakischen Lagerstätte von IPUS bei Kucin und wird aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften wie Zusammensetzung, Porosität, Speichervermögen und Bindefähigkeit als „Migulatoren“ bezeichnet.

Im Rahmen eines Bridgeprojektes wurde der Einsatz von 2% IPUSagro F in einer Dosierung von 2% in Rationen von Mastschweinen im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe geprüft, da in dieser Konzentration biologische Wirkungen besonders deutlich messbar sein sollten. Die Untersuchung umfasste Effekte auf die Futtermittelaufnahme, Tageszunahmen, Futtermitterverwertung, Schlachtleistung und Gesundheit. Zusätzlich wurde in einem Bilanzversuch der Einfluss auf die Nährstoffverdaulichkeit untersucht.

Material und Methoden

Schweinemastversuch

Der Versuch wurde an der LFS-Hatzendorf mit 24 Mastschweinen (F1-Kreuzungstiere der Rassen Weißes Edelschwein × Pietrain) durchgeführt. Diese wurden unter Berücksichtigung von Lebendmasse, Geschlecht und Sauenabstammung auf zwei Gruppen aufgeteilt. Während der Versuchsperiode wurden die Tiere in 4 strohlosen Boxen mit Spaltenböden gehalten und *ad libitum* gefüttert. Der Versuch begann mit einem Lebendgewicht von etwa 37,5 kg. Am Versuchsende wurden die Mastschweine beim Erreichen eines Lebendgewichtes von ca. 119,5 kg tierindividuell an mehreren Terminen geschlachtet. In der Tabelle 1 wird der Versuchsplan dargestellt.

Die Versuchsfuttermischungen setzten sich aus den Hauptkomponenten Mais und Sojaextraktionsschrot zusammen, wurden isoenergetisch sowie bezüglich des Nährstoffgehaltes ausgeglichen kalkuliert und unterschieden sich lediglich in der Zugabe von 2% IPUSagro F in der Gruppe 2 (Tabelle 2).

Tab. 1: Versuchsplan

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2
Anteil von IPUSagro F, %	0	2
Boxen, n	2	2
Tiere je Box, n	6	6
Tiere, n	12	12

Tab. 2: Rezeptur der Schweinemastalleinfuttermischungen (bezogen auf 88% TS)

Futtermittel, %	Gruppe 1	Gruppe 2
Maisganzkornsilage, 72% TS	43,51	43,51
Gerste	6,23	4,67
Weizen	8,90	6,90
Sojaextraktionsschrot-42	24,72	25,71
Rapsöl	-	0,99
Pigfaser	1,68	1,26
IPUSagro F	-	2,00
Prämix	2,97	2,97

Bilanzversuch

Bei einem zusätzlich durchgeführten Bilanzversuch wurde mit 18 Tieren in Stoffwechselkäfigen ein Vergleich der Fütterung von 2% IPUSagro F mit einer negativen Kontrollgruppe durchgeführt.

Die Zusammensetzung der Futtermischungen zeigt die Tabelle 3. Sie orientierten sich an den Bedarfsempfehlungen der GfE (2006) isoenergetisch und nährstoffäquivalent kalkuliert.

Tab. 3: Zusammensetzung der Schweinemastalleinfuttermischungen

Futtermittel	Gruppe 1	Gruppe 2
Mais, %	26,85	24,85
Gerste, %	50,00	50,00
Sojaextraktionsschrot HP, %	18,00	18,00
Pflanzenöl, %	2,00	2,00
Futterkalk, %	1,40	1,40
Monocalcium-Phosphat, %	0,30	0,30
Viehsalz, %	0,25	0,25
L-Lysine-HCl, %	0,40	0,40
DL-Methionine, %	0,10	0,10
L-Threonine, %	0,17	0,17
L-Tryptophan, %	0,03	0,03
IPUSagro F, %	-	2,00
Prämix mit Phytase, %	0,50	0,50

Ergebnisse

In der Tabelle 4 werden die analysierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermischungen dargestellt.

Tab. 4: Analysenergebnisse und errechnete Energiegehalte der Futtermischungen (bezogen auf 88% TS)

Inhaltsstoffe	Gruppe 1	Gruppe 2
Trockenmasse, g/kg	880	880
ME, MJ/kg	13,44	13,18
Rohprotein, g/kg	175	173
Rohfett, g/kg	24	32
Rohfaser, g/kg	34	34
Rohasche, g/kg	42	64
Stärke, g/kg	446	408
Zucker, g/kg	30	31

Zootechnische Leistungen: Während des Versuches traten bei den Tieren mit Ausnahme von 2 Ausreißern keine gesundheitlichen Probleme oder Ausfälle auf und beide Gruppen zeigten ein sehr hohes Leistungsniveau. Ein Tier der Gruppe 1 wurde wegen einer Gelenkentzündung und geringen Tageszunahmen am 71. Versuchstag mit 81 kg aus dem Versuch genommen. Ein weiteres Tier der Gruppe 2 wurde nach dem 84. Versuchstag mit 103 kg Lebendmasse vorzeitig aus dem Versuch genommen, weil nach sehr hohen Zunahmen in den ersten neun Versuchswochen in Höhe von 1035 g/d in den folgenden Wochen nur ein Lebendmassezunahme von 1 kg feststellbar war.

In Tabelle 5 werden die Lebendmasseentwicklung und die Tageszunahmen dargestellt. Der Einsatz von 2% IPUSagro F führte zu einer signifikanten Steigerung der Tageszunahmen in der ersten Hälfte der Mastperiode. Anschließend hatten beide Gruppen ein gleiches, sehr hohes Niveau von ca. 900 g pro Tag. Über die gesamte Mastperiode betrachtet, erreichte die Gruppe mit 2% IPUSagro F signifikant höhere Tageszuwächse. Über den gesamten Versuchszeitraum betrachtet, führte dieses Ergebnis ebenfalls zu einer deutlichen Verbesserung der Futtermittelnutzung, wie aus der Tabelle 6 zu entnehmen ist.

Tab. 5: Statistische Auswertung der Lebendmasseentwicklung

Lebendmasse (LM), kg	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
Anfangsgewicht	37,3	37,5	0,63	0,9007
42. Versuchstag	69,2 ^b	74,4 ^a	1,18	0,0014
Endgewicht	120,2	119,0	1,11	0,4651
Tageszunahmen, g				
37 bis 72 kg LM	758 ^b	880 ^a	16	<0,0001
72 bis 120 kg LM	906	894	21	0,6558
37 bis 120 kg LM	841 ^b	888 ^a	15	0,0193

Tab. 6: Futtermittelnutzung bezogen auf 88% Trockenmasse

Futtermittelnutzung, kg	Gruppe 2
37 bis 72 kg LM	2,72
72 bis 120 kg LM	2,89
37 bis 120 kg LM	2,82

Wie in der Tabelle 7 erkennbar ist, kam es in der Schlachtleistung zu keinen Veränderungen in Zusammenhang mit der Einmischung von 2% IPUSagro F.

Diese Ergebnisse werden durch einen weiteren Fütterungsversuch von Wetscherek (2014) bestätigt, welcher mit der gleichen Einsatzhöhe von 2% IPUSagro F ohne Energieausgleich durchgeführt wurde. Im Gewichtsabschnitt von 35 bis 75 kg Lebendmasse war die Zuwachsleistung der beiden Gruppen identisch. In der Endmast bis 117 kg Lebendmasse war die Gruppe mit IPUSagro F der Kontrollgruppe überlegen. Dies führte für die gesamte Mastperiode betrachtet zu um 5,6% höheren Tageszuwächsen durch die Zugabe von IPUSagro F ($P=0,0513$). Durch den Einsatz von IPUSagro F wurde der Magerfleischanteil nicht negativ beeinflusst.

Tab. 7: Statistische Auswertung der Schlachtleistung

Merkmal	Gruppe 1	Gruppe 2	SEM	P-Wert
Lebendmasse, kg	120,2	119,0	1,11	0,4651
Schlachtgewicht, kg	94,7	93,4	0,94	0,3322
Ausschlachtung, %	78,8	78,4	0,31	0,3734
Speckmass, mm	11,9	9,3	0,95	0,0770
Fleischmass, mm	79,7	78,5	1,36	0,5086
MFA, %	61,5	62,4	0,54	0,2562

Bei der Schlachtung wurde Blut aufgefangen und untersucht. Die Gruppe mit 2% IPUSagro F unterschied sich nur geringfügig von der Kontrollgruppe bezüglich des Differenzialblutbildes.

Weiters wurde auch keine Veränderungen der Hämatologie bzw. bei den chemischen Parametern des Blutes gefunden. Alle Werte lagen jeweils im normalen Bereich der Befundung ohne Über- bzw. Unterschreitungen.

Bilanzversuch

Die Analysenergebnisse der verwendeten Futtermischungen werden in der Tabelle 8 dargestellt.

Tab. 8: Analysenergebnisse der Futtermischungen

Nährstoffgehalt	Gruppe 1	Gruppe 2
Trockenmasse, %	89,54	89,70
Rohasche, %	4,78	6,44
Rohprotein, %	15,87	15,77
Gesamtfett, %	4,84	4,79
Rohfaser, %	3,95	3,81
NDF, %	21,09	20,58
ADF, %	5,57	5,60
Stärke, %	45,02	43,87
Zucker, %	2,82	2,76
BE, MJ/kg	28,32	27,87
ME, MJ/kg	13,72	13,52

Wie in der Tabelle 9 dargestellt, wurde durch den Einsatz von 2% IPUSagro F die Verdaulichkeit der Trockenmasse, Rohasche und Organischer Substanz erwartungsgemäß signifikant reduziert. Bei Rohfaser und NDF trat eine nicht signifikante numerische Reduzierung durch den Einsatz 2% IPUSagro F bei der Verdaulichkeit auf. Die Verdaulichkeit der Bruttoenergie, Gesamtfett und von Rohprotein war bei beiden Gruppen fast identisch. Bei der ADF-Verdaulichkeit schnitt die Gruppe mit 2% IPUSagro F um 5,5 Prozentpunkte signifikant besser ab.

Tab. 9: Statistische Auswertung der Nährstoffverdaulichkeit

Verdaulichkeit, %	Gruppe 1	Gruppe 2	P-Wert
Trockenmasse	85,8	83,9	0,0001
Rohasche	63,3	47,8	<0,0001
Organische Substanz	85,8	83,8	0,0001
Rohprotein	84,5	84,7	0,7278
Gesamtfett	69,0	68,7	0,7543
Rohfaser	42,6	40,8	0,3845
NDF	69,0	67,3	0,1219
ADF	34,4	39,9	0,0303
Energie	91,0	90,9	0,7468

Im Nährstoffansatzes von N und P unterschieden sich die beiden Gruppen nur zufällig (Tabelle 10).

Tab. 10: Statistische Auswertung der Nährstoffbilanzen

Nährstoffansatz, %	Gruppe 1	Gruppe 2	P-Wert
N	64,6	65,9	0,3518
P	45,5	45,6	0,9737

Schlussfolgerungen

Der Einsatz von 2% IPUSagro F im Vergleich zur Kontrollgruppe bewirkte keine gesundheitlichen Probleme und beeinträchtigte die Futteraufnahme nicht. Auch bei den Untersuchungen der bei der Schlachtung gezogenen Blutproben wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden.

Im Bilanzversuch zeigte sich keine signifikante Veränderung im Nährstoffansatz von N bzw. P sowie der Nährstoffverdaulichkeit. Einzig die ADF-Fraktion wurde in der Gruppe mit 2% IPUSagro F signifikant besser verdaut.

Im Mastversuch wurden um 5,8% signifikant höhere Tageszunahmen erreicht und eine deutlich bessere Futtermittelverwertung festgestellt. Dadurch kann auch eine deutlich verringerte ökologische Belastung (geringere N- bzw. P-Ausscheidungen und klimarelevante Reduktion der CO₂-Bilanz je kg Fleisch) erreicht werden. Bezüglich der Schlachtleistung wurden keine Unterschiede gefunden.

Literatur

WETSCHEREK W, 2014: Einsatz eines Migulators auf Basis von einem Klinoptilolith in der Schweinemast. Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel, Veterinär- und Agrarwesen, Bericht ALVA-Jahrestagung 2014, "Angewandte Forschung - gibt es neue Wege?", 339-341, Wieselburg, Austria.

Autorenanschrift:

Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek
 Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel, und Ernährungsphysiologie
 Department für Agrarbiotechnologie Tulln
 Universität für Bodenkultur Wien
 1190 Wien, Muthgasse 11
 Email: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

ICH SCHAU AUF



hohe Futterqualität



*nachvollziehbare
Herkunft*



*Hygiene und
Frische*



Qualitätskontrollen

WEIL ICH AUFS AMA-GÜTESIEGEL SCHAU.



Wer beim Einkauf von Schweinefleisch aufs AMA-Gütesiegel schaut, schaut auf mehr. Auf die nachvollziehbare Herkunft der Tiere. Darauf, dass sie ordnungsgemäß gehalten werden und geprüft, hochwertiges Futter bekommen, auf Hygiene und Qualitätskontrollen. So sind Frische, Saftigkeit und bester Geschmack garantiert.

Ich schau auf amainfo.at

Safety of Beta Rich Hop-Extract in broiler- and trout-diets

¹R. Puntigam, ²Julia Frankenberger, ²Michaela Herzog, ³C. Eckel, ¹Petra Wolf

¹Universität Rostock, Germany

²Feed and Additives GmbH, Germany

³Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH, Germany

Introduction

The demand for high-quality feedstuff has increased in recent years, resulting in the development of new innovative strategies in diet preparation to promote animal health and hence sustainability in modern agriculture. Greater economic returns, reduced excretion to the environment, and improved efficiency of resource utilization are the main benefits. Whole hops (*Humulus lupulus* L. flos) and hop extracts are well known in food industry, especially in beer brewing, determining to a great extent typical beer quality such as bitter taste, hoppy flavour, and foam stability. However, hop polyphenols also have antioxidant properties, reacting as free radicals' scavengers, enzyme mediators and inhibitors, or metal chelators. The antioxidant capacity of hops may be the main reason for prolonged storage stability. The main cause for this effect is the content of secondary plant metabolites, mainly hop bitter acids contained in the lupulin particles and account for up to approx. 20% of the dry weight of the hops. Early research by Shimwell (1973) demonstrated that these compounds are effective in inhibiting growth of certain bacteria. In the following years, many studies confirmed the antimicrobial properties against Gram-positive bacteria and algae in food. The potential of reducing bacteria and further beneficial effects, e.g., antioxidative effects, make hops very interesting as functional phytogetic feed additive in livestock nutrition. Currently "*Humulus lupulus* L. flos: Hop extract (strobiles) rich in beta acids" is registered as sensory feed additive in Europe (2b233) for weaning piglets and fattening pigs as well as minor porcine species for weaning and fattening according to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/111.

Based on given information the present study aimed to investigate the effects of hop extract as sensory feed additive in broiler chickens and trout nutrition.

Materials and methods

Feeding experiment: Broiler

- Birds and housing

The study was conducted at the experimental station "Friedrich Harms", Faculty of Agricultural and Environmental Sciences of the University of Rostock (Rostock, Germany). For the experiment, 75 hatchlings of the broiler strain Ross 308 obtained from a local hatchery were allocated, based on initial body weight (d 1), to groups of 8 or 9 birds, which were randomly assigned to 3 pens (three experimental groups, three replicates, 25 animals each group). Each pen was equipped with a nipple drinker and a hanging suspended feeder. During the experimental period the temperature and lighting program was in accordance with the breeder's recommendation. The birds had *ad libitum* access to water and pelleted feed during the whole experiment.

- Experimental diets

Three experimental diets (Table 1) were prepared to cover the animals' nutrient requirements (Aviagen, 2014). During the first 14 days broiler chickens received starter diets followed by the grower phase ending up with slaughtering on experimental day 36. Feeding group 1 were fed a corn-soybean based diet, while in feeding groups 2 and 3 BRHE (BRHE or Beta-Rich Hop Extract; EU feed additive No. 2b233) was supplemented at two different levels. To guarantee the calculated dosage levels 20 mg/kg (feeding group 2), and 200 mg/kg (feeding group 3), BRHE was supplemented into the two basal feed diets using SiO₂ (Ibersil) as carrier at 0.013 and 0.13 %, respectively.

Table 1: Experimental diets of the broiler study

Ingredient, %	Starter diet	Grower diet
	Energy and nutrient content, as fed	
Soybean meal, 44% CP	11.9	12.4
Corn	21.4	20.4
Wheat	6.3	8.3
Soybean Oil	4.2	4.0
*Premix	6.1	6.0

- Data collection of zootechnical performance and sampling

The body weight (BW) of the broiler chickens was determined weekly and was used to calculate the individual average daily weight gain (ADWG). On the same days, feed residues were determined per pen and the average daily feed intake (ADFI), and feed conversion ratio (FCR) were calculated. To investigate the effect of BRHE supplementation on apparent total tract digestibility (ATTD), six birds per experimental group were individually housed in a metabolism cage from experimental day 23 and experimental day 30 onwards and fed on the appropriate diet for 5 days (1 day adaption and 4 days collection period). The excreta samples were pooled and freeze-dried and ground with a 1-mm mesh mill prior to chemical analysis (dry matter, DM; crude protein, CP; ether extract, EE; crude fiber, CF).

A litter sample was collected from each pen to determine moisture content. Litter samples were collected from five sites (4 corner and 1 central samples), then mixed and 100 g sub sample from mixed sample was taken in a plastic bag. The samples were not collected below the nipples. Litter samples from each pen were dried in an oven at 105 °C for 8 h to determine moisture content of samples. On experimental day 36 birds were sacrificed and blood samples (10 ml) were collected by jugular venipuncture into disposable Vacutainer tubes. Furthermore, digesta samples were obtained from goitre, jejunum, ileum (terminal two thirds) and caecum. Afterwards digesta was immediately frozen and then freeze-dried prior to chemical analyses. Additionally, wet smears were obtained from the goitre, jejunum, ileum, and caecum.

Feeding experiment: Trout

The study was conducted at the Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, University of Rostock (Rostock, Germany).

- Fish Production and Feeding

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* local selection line Born, Federal Research Institute for Agriculture and Fishing in Born/Darß) was cultivated in the intensive aquaculture unit (IAU) of the Chair of Nutrition

Physiology and Animal Nutrition. During the experimental period (90 days) the same two levels (20 and 200 mg/kg) of supplementation using beta acids in diets of rainbow trout was applied. Additionally, a fourth experimental diet (2,000 mg) was applied compared to control group which no supplementation of beta acids included.

Therefore, eight tanks (2 replicates per feeding group), each with 50 fish/tank (100 fish per feeding group) equipped with sedimentation tank, biological filter, and pumping pit were used.

Physical water parameters were taken from the pump using a HQ40d multimeter (Hach Lange GmbH, Düsseldorf, Germany). Oxygen saturation (%), oxygen concentration (mg/L), water temperature (°C), pH value, ammonium (NH₄⁺), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻) and salinity (‰) were measured daily.

- Diet and feeding

A commercial trout feed (4.5 mm; BAYWA Aqua Uni) was used with 45% crude protein, 16% crude fat, 2.0% fiber, 1.05% phosphorus, and 18.0 MJ metabolizable energy per kg. The feed was mainly based on wheat, poultry by-product meal, fishmeal, as well as canola and fish oil. To guarantee dosage levels of 20, 200 and 2,000 mg/kg of the experimental diet, the additive BRHE was mixed with propylene glycol (PG) and sprayed onto the basal feed at 0.005%, 0.05% and 0.5%, respectively. The daily feed rations were calculated according to fish size and water temperature. They amounted to 2.0% of the initial weight up to 40 days of the experiment, and 1.5% in the second period up to the end (day 90) of the feeding experiment. The trout were fed once a day, 7 days per week.

- Data collection and sampling

Diet performance was evaluated daily by determining feed consumption, while in a 10-day interval starting on experimental day 40 the body weight and length (measured with a measuring tape), head - tail fin – length, the liver weight (without gall bladder) was determined, and macroscopic evaluation was performed up to the end of the experiment. Therefore 5 fishes were slaughtered per tank and the calculated mean body weight was used for daily feed quantity. Mortality was checked every day. The feed conversion ratio was calculated by the ratio of total feed supplied (g, DM) to weight gain (WG, g).

- Chemical and physical analyse – broiler and trout study

Official methods for nutrient analyses for diets used in the broiler and trout study were used for determination of dry matter (DM; no. 3.1), crude protein (CP; no. 4.1.1), crude ash (CA, no. 8.1), ether extract after acid hydrolysis (EEh, no. 5.1.1), crude fiber (CF, no. 6.1.1) sugar (no. 7.1.1), and starch (no. 7.2.1) according to standard procedures of the Association of German Agricultural Analytic and Research Institutes (VDLUFA, 2012).

Statistical analysis

Data were analysed by one-way ANOVA using IBM SPSS Statistics 22.0.

In both trials, the descriptive analysis of statistical metrics, such as data volume, mean value, standard deviation, and percentages, were generated using the Excel 2010 (Microsoft Corp., USA) program. The statistical evaluation of the results was carried out with the software program SPSS Statistics 22.0 (IBM Corp., USA). Results with normally distributed residues were calculated by one-factor ANOVA. In the case of variance homogeneity, the DUNCAN post-hoc test was used, and if no homogeneity existed, the evaluation was carried out with the DUNNETT-T3 post-hoc test.

The following model was used:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + \varepsilon_{ij}$$

where Y_{ij} = observation; μ = overall mean; D_i = effect of diet (Broiler: 0, 20, 200 mg/kg BRHE level; Trout: 0, 20, 200 and 2,000 mg/kg); ε_{ij} = residual error.

Results & Discussion

Results of the broiler study

- Chemical and physical analyses of experimental diets

The analysed nutrient contents of experimental diets are shown in Table 2. Diets achieved calculated nutritional values; only small variations were observed between the treatments.

Table 2: Analysed nutrient content of experimental diets of the broiler study

Parameter	Starter diet	Grower diet
AME _N , MJ	12.3	12.7
Crude protein, %	19.9	20.2
Crude fat, %	7.40	8.50
Crude fiber, %	3.10	3.20
Crude ash, %	5.40	5.50

- Zootechnical performance and nutrient digestibility - broiler study

In general, all chickens performed well during the whole experiment. The zootechnical performance is shown in Table 4. Weekly (1. – 5. TW) observed data indicated that the supplementation of 20 or 200 mg/kg BRHE in broiler diets had no effect compared to control group.

Broiler chickens fed diets including 200 mg/kg BRHE showed highest results for ADFI and body weight which is the result of increased daily weight gain compared to the control group after 3 weeks of the feeding experiment. Regarding the whole trial period, group 3 showed 11% higher average daily gain compared to the control group. Regarding average daily gain minor effects were observed. However, in experimental week 3, broiler chickens of group 3 expressed highest ADG compared with the control group while group 2 showed intermediate performance. Regarding the whole feeding experiment no differences in regard of ADG were observed, however group 3 showed numerically 10% higher results compared to group 1. These findings are also in accordance with the FCR. Also group 3 showed the best FCR after the 3rd week of the feeding experiment (1.36 vs. 1.40, $p < 0.05$). Regarding the whole experiment this effect disappeared.

Looking on the effect of the supplementation on nutrient digestibility (Table 3), there was no effect on the digestibility of organic matter (OM), crude protein (CP), crude lipid (CL) as well as nitrogen-free extracts (NfE). In addition, there was no negative effect of feeding BRHE on haematology and clinical chemistry as well as the moisture content of litter samples.

Table 3: Apparent total tract digestibility of broiler chickens fed diets including different levels of BRHE

Parameter	Experimental group		
	group 1	group 2	group 3
Organic matter, %	77.6	76.6	77.9
Crude protein, %	67.2	66.0	67.8
Crude fat, %	92.0	91.5	92.0
Nitrogen-free-extracts, %	83.8	83.4	83.9

Table 4: Zootechnical performance data of broiler chickens fed diets including different levels of BRHE

Parameter	Experimental group		
	group 1	group 2	group 3
<i>Average daily feed intake, g</i>			
1. Week	16.4	17.3	18.3
2. Week	40.6	42.1	45.1
3. Week	73.3 ^a	75 ^{ab}	79.6 ^b
4. Week	112	116	122
5. Week	165	164	172
Total period	81.5	82.9	87.5
<i>Body weight, g</i>			
initial weight	40.7	39.9	40.1
1. Week	144	149	158
2. Week	359	374	397
3. Week	726 ^a	764 ^{ab}	807 ^b
4. Week	1245 ^a	1324 ^{ab}	1374 ^b
5. Week	1901	2040	2082
<i>Average daily gain, g</i>			
1. Week	14.8	15.6	16.1
2. Week	30.8	32.1	34.2
3. Week	52.4	55.7	58.6
4. Week	74.1	80.0	81.1
5. Week	93.8	102.0	101.0
Total period	53.2	57.1	58.3
<i>Feed conversion ratio, kg/kg</i>			
1. Week	1.12	1.11	1.09
2. Week	1.32	1.31	1.32
3. Week	1.40 ^a	1.35 ^{ab}	1.36 ^b
4. Week	1.51	1.46	1.51
5. Week	1.77	1.60	1.70
Total period	1.54	1.45	1.50

Results of the trout study

The supplementation of increasing levels of beta acids in conventional fish feed (0; 20; 200; 2,000 mg/kg) had no effect on BW, FCR, or body length compared to control group (group 1). The BW of trout at the end of the feeding experiment is shown in Table 5. However, group 3 showed tendentially the best results (+11%, $p < 0.10$).

Table 5: Body weight of trout feeding diets including increasing levels of beta acids as well as relative differences (%) compared with the control group.

Total period (90 days)	Experimental group			
	group 1	group 2	group 3	group 4
Body weight, absolute, g	237	234	263	251
Body weight, relative, %	100	98.7	111	105.9

In Table 6 the FCR of trout is shown. Regarding the whole period of the feeding experiment the supplementation level of 200mg/kg in group 3 showed the best results which is also in line with the observed body weight. Relatively, the FCR decreased by 2.5% compared to the control group.

Table 6: FCR (g FM/g body weight gain) per animal and group over the total trial period (mean \pm SD) and relative difference to the control group

Total period (90 days)	Experimental group			
	group 1	group 2	group 3	group 4
FCR, absolute, kg/kg	1.20	1.35	1.17	1.27
FCR, relative, %	100	113	97.5	106

Regarding slaughter performance, animals of group 2 and 3 (20 and 200 mg/kg) showed decreased dressing percentage compared to the control group, however there was no difference comparing the highest tolerance group (group 4) to the control group. Neither the macroscopic evaluation nor the organoleptic analysis revealed any negative influence of feeding BRHE even at the highest dosage level of 2,000 mg beta acids/kg.

Conclusion

Broiler study

In summary, no negative effect of feeding BRHE at increasing levels could be observed over the whole feeding experiment regarding performance parameters. The weekly evaluation of data showed that animals of group 3 expressed highest ADFI, ADG, and FCR.

Furthermore, broiler chickens fed diets at the tolerance dosage of 200 mg/kg BRHE expressed nutrient digestibility values comparable to those of the control group. Regarding this information, the digestibility is considered a very sensitive parameter and feed additives may significantly affect the absorption of nutrients, however there was no negative effect. Also, the results of the blood analysis confirmed the safety of feeding BRHE as shown in both - haematology and clinical chemistry.

Trout study

Comparable to the broiler experiment, also in this species no negative effects regarding performance parameters, organoleptic analysis, or macroscopic evaluation were observed due to the increasing supplementation of BRHE in the diets. Neither the maximum recommended use-level nor the 100-fold overdose showed a negative effect on animal performance.

Regarding the dressing percentage, significant differences comparing the feeding groups were observed. However, since there was no difference between the control group and the highest tolerance group, the difference between group 2 and 3 to the control group are negligible.

General Conclusion

In general conclusion, supplementation of the feed additive BRHE did not negatively affect animal performance as well as health related parameters of broiler chicken or trout. These findings confirm the safety of BRHE at the recommended maximum use level of 20 mg hops beta acids / kg feed with a wide margin of safety.

References

Aviagen, 2014. Ross 308 - Broiler nutrition Specifications. Aviagen, Midlothian, Scotland

Shimwell, J.L. (1937), on the relation between the staining properties of bacteria and their reaction towards hop antiseptic, Journal of the Institute of Brewing, 43: 111-118. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1937.tb05727.x>

VDLUFA, 2012. VDLUFA-methods book III: The chemical analysis of feedstuffs. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Germany

Corresponding authors:

Julia Frankenberger
Feed and Additives GmbH
Julius-Kreis-Str. 31A
81245 München
julia.frankenberger@feedandadditives.eu

Dr. Michaela Herzog
Feed and Additives GmbH
Julius-Kreis-Str. 31A
81245 München
michaela.herzog@feedandadditives.eu

Tolerance of high yielding dairy cows to feeding Beta Rich Hop-Extract

¹C. Eckel, ²A. Winkler, ²G. Dusel

¹Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH, Germany

²University of Applied Science, Bingen, Germany

Introduction

The demand for high-quality feedstuff has increased in recent years, resulting in the development of new innovative strategies in diet preparation to promote animal health and hence sustainability in modern agriculture. Greater economic returns, reduced excretion to the environment, and improved efficiency of resource utilization are the main benefits. Whole hops (*Humulus lupulus* L. flos) and hop extracts are well known in food industry, especially in beer brewing, determining to a great extent typical beer quality such as bitter taste, hoppy flavour, and foam stability. However, hop polyphenols also have antioxidant properties, reacting as free radicals' scavengers, enzyme mediators and inhibitors, or metal chelators. The antioxidant capacity of hops may be the main reason for prolonged storage stability. The main cause for this effect is the content of secondary plant metabolites, mainly hop bitter acids contained in the lupulin particles and account for up to approx. 20% of the dry weight of the hops. Early research by Shimwell (1973) demonstrated that these compounds are effective in inhibiting growth of certain bacteria. In the following years, many studies confirmed the antimicrobial properties against Gram-positive bacteria and algae in food. The potential of reducing bacteria and further beneficial effects, e.g., antioxidative effects, make hops very interesting as functional phytogetic feed additive in livestock nutrition. Currently "*Humulus lupulus* L. flos: Hop extract (strobiles) rich in beta acids" is registered as sensory feed additive in Europe (2b233) for weaning piglets and fattening pigs as well as minor porcine species for weaning and fattening according to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/111.

Based on the given information the present study aimed to investigate the effects of hop extract as sensory feed additive in high yielding dairy cows.

Materials and methods

- Cows and housing

The study was conducted at the Research and Demonstration Centre for Animal Husbandry St. Wendelinhof in Rhineland-Palatinate, Germany. The study duration was 70 days.

36 primiparous and multiparous Holstein cows were used for this study. The cows were housed in a free stall barn with boxes bedded with short cut straw and were adapted to experimental diets for 14 days prior to the data collection.

The trial had three feeding groups: a use-level group (20 mg / kg BRHE), a tolerance group (200 mg/kg BRHE) and a negative control group. The multiparous cows were assigned to the groups according to parity number and previous milk performance (milk yield, milk fat, milk protein, somatic cell count); heifers were allocated randomly. During the trial, 7 further early lactating dairy cows were randomly allocated to the experimental groups, resulting in the following total numbers:

control group = 16 cows; use-level group = 13 cows; tolerance group = 14 cows

- Experimental diets

The test substance was BRHE (Beta-Rich Hop Extract) which equals the EU feed additive No. 2b233.

All dairy cows were offered a basal total mixed ration (TMR) calculated to meet the demand of net energy and CP for *ad libitum* intake. Furthermore, concentrated feed depending on cow's performance was provided by an automatic milking system (AMS), which also recorded the daily intake of concentrate individually.

To achieve the levels of 20mg/kg and 200mg/kg BRHE in feed respectively, BRHE was mixed into concentrated feed at the feed mill in form of a premixture with Ibersil (SiO₂). The concentration of beta acids in concentrate feed could not be confirmed analytically, as there is no validated method of analysis for the detection of hops beta acids in the matrix feed. However, the concentration of beta acids in the premix had been confirmed analytically and the feed mill added this premix (calculated to have 15% beta acids) with a mixing accuracy of 1:100.000 and by short-time conditioning. Therefore, it can reasonably be assumed that the additive BRHE was distributed well in the concentrate.

- Zootechnical performance

To assess the impact of BRHE on performance and health of the animals, the following parameters were recorded during the experimental period:

- data of milk performance (milk yield, milk fat, milk protein, somatic cells)
- intake of concentrated feed offered by the AMS
- number of milking as well as the number of refusals at the AMS
- individual body weight of cows at trial start and trial end
- faeces score collected weekly according to Zaaijer et al. (2001; faecal scoring: score 1=liquid/diarrhoea to 5= hard).

In addition, the daily TMR intake was calculated.

- Sampling

Cows were milked by Lely Astronaut robotic milking system, which collected and stored data per cow on milk production and cow health. Milk was sampled fortnightly, whereby milk aliquots of one evening and the next morning milking were taken and pooled for further analysis. Bronopol preservative-treated milk samples were analysed for milk fat, protein and lactose by infrared spectrophotometry using a MilkoScan FT600 at the laboratory of Landeskontrollverband Rheinland-Pfalz (Germany).

Feed samples were pooled and dried in a forced air oven at 60°C for 48h. The samples were ground and analysed for crude nutrients according to the official analytical methods by VDLUFA. Therefore, approximately 100 g of each feed sample were used for determination of dry matter (DM) by drying at 100–105°C for 24 h, ash (method 8.1), crude protein (CP; method 4.1.1), ether extract (EE; method 5.1.1) and crude fibre (CF; method 6.1.1). Gross energy was determined using a bomb calorimeter (IKA-Calorimeter C5000, Janke & Kunkel IKA Analysentechnik, Staufen, Germany)

Blood samples for clinical haematology and chemistry were collected from 6 cows per group at the end of the trial. The samples were collected by puncture of the *vena caudalis* into tubes containing ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) as an anticoagulant (S-Monovette®, Sarstedt, Nürmbrecht,

Germany) and were centrifuged immediately. After centrifugation of blood at 3500 x g for 15 min, blood and serum samples were frozen -20°C for further haematological analysis and clinical chemistry.

Only one cow allocated to the use-level group had to be removed during the experimental period due to an udder disease.

Statistical Analysis

Results of performance and blood parameters were analysed at the University of Applied Sciences, Bingen/Germany. Analysis of variance (ANOVA/MANOVA) and comparisons of mean differences between groups (Tukey-HSD-test, $p < 0.05$) were performed using Statistica software (version 8.0, StatSoft).

Results & Discussion

The body weight and intake of concentrated feed was not significantly different between the three experimental groups of cows (Table 1, Table 2). Overall, cows receiving the use-level as well as 10 times the maximum recommended use level of beta acid in concentrate feed did not refuse the feed intake at the AMS more than the control group cows.

Table 1: effects of adding beta acid to the concentrated feed on the body weight of cows (in kg)

time	(1) control	(2) use-level (+ 20 mg beta acid/kg feed)	(3) tolerance (+ 200 mg beta acid/ kg feed)	SEM	p-level ¹
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Day 0	639 ± 87	678 ± 60	626 ± 66	12.844	0.329
Day 70	643 ± 90	675 ± 58	653 ± 67	13.438	0.700

² p-value based on ANOVA (GLM). ^{a, b, ...} Means with different superscripts differ: $p < 0.05$ (post-hoc Tukey HSD)

Table 2: intake of concentrated feed of cows during the experimental period (in kg)

period	(1) control	(2) use-evel (+ 20 mg beta acid/kg feed)	(3) tolerance (+ 200 mg beta acid/kg feed)	SEM	p-level ¹
numbers	15	10	13		
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Day 0-7	25.0 ± 10.5	22.6 ± 7.9	24.9 ± 10.3	1.602	0.815
Day 8-14	25.4 ± 10.6	22.5 ± 7.5	25.0 ± 10.3	1.599	0.770
Day 15-21	25.4 ± 10.7	23.2 ± 7.5	24.9 ± 10.4	1.608	0.868
Day 22-28	24.9 ± 10.3	21.5 ± 7.5	24.7 ± 10.5	1.603	0.681
Day 29-35	24.8 ± 10.5	21.3 ± 8.2	24.3 ± 10.1	1.643	0.718
Day 36-42	23.8 ± 10.3	21.2 ± 8.9	23.7 ± 10.4	1.658	0.824
Day 43-49	22.7 ± 10.1	20.5 ± 8.4	24.0 ± 10.2	1.648	0.743
Day 50-56	20.7 ± 9.9	20.2 ± 7.9	22.7 ± 10.4	1.595	0.819
Day 57-63	21.9 ± 9.2	20.0 ± 9.2	21.3 ± 10.6	1.595	0.904
Day 64-70	22.1 ± 9.2	21.2 ± 9.0	20.6 ± 10.1	1.583	0.919

¹p-value based on ANOVA (GLM), ^{a,b}- Means with different superscripts differ: p > 0.05 (post-hoc Tukey HSD)

The blood samples of 6 cows per treatment taken at the end of the trial were analysed for clinical chemistry and haematology. Creatine kinase (CK) values were on average higher than the physiological range. However, the means was pushed up by outliers, which are most likely explained by small muscle injuries during blood sampling. Chloride values were below the reference range in the control group; however, this was numerically minimal (Table 3).

Table 3: clinical chemistry

blood parameters	reference range	(1) control	(2) use-level (+ 20 mg beta acid/kg feed)	(3) tolerance (+ 200 mg beta acid/kg feed)	SEM	p-level ²
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
CK ¹ , U/l	< 150	874 ± 1035	56 ± 8	65 ± 26	153.635	0.038
g-GT ¹ , U/l	< 50	15 ± 5	15 ± 3	14 ± 3	0.805	0.877
GLDH, U/l	< 30	6.6 ± 1.61	15.5 ± 20.28	12.4 ± 7.74	2.795	0.465
protein total, g/l	68 – 82	67.0 ± 5.38	66.5 ± 3.34	65.2 ± 2.98	0.881	0.701
urea, mol/l	2.0 – 6.8	3.2 ± 0.80	3.5 ± 0.65	3.2 ± 0.78	0.164	0.762
creatinine, µmol/l	55 – 150	63.3 ± 13.03	80.2 ± 14.97	65.4 ± 9.83	3.234	0.067
calcium, mmol/l	2.00 – 2.54	2.45 ± 0.12	2.50 ± 0.06	2.46 ± 0.11	0.023	0.668
chloride, mmol/l	95 – 110	91.67 ^a ± 1.97	94.50 ^b ± 1.64	92.43 ^{ab} ± 1.62	0.467	0.032
potassium, mmol/l	3.9 – 5.2	4.55 ± 0.33	4.52 ± 0.47	4.74 ± 0.63	0.111	0.681
magnesium, mmol/l	0.90 – 1.32	1.00 ± 0.06	1.00 ± 0.00	0.94 ± 0.11	0.018	0.330
sodium, mmol/l	135 – 157	139 ± 1.4	141 ± 1.5	140 ± 1.3	0.363	0.042
phosphate (inorg.), mmol/l	1.55 – 2.29	1.93 ± 0.36	1.85 ± 0.29	1.97 ± 0.22	0.064	0.754
NEFA ¹ , mmol/l	< 0.70	0.20 ± 0.08	0.17 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.012	0.183
BHBA ¹ , mmol/l	< 0.62	0.70 ± 0.15	0.55 ± 0.17	0.58 ± 0.11	0.034	0.212

¹ CK=creatine kinase, g-GT=gamma-glutamyltransferase, NEFA=non esterified fatty acid, BHBA=beta hydroxybutyric acid

² p-value based on ANOVA (GLM), ^{a,b}- Means with different superscripts differ: p < 0.05 (post-hoc Tukey HSD)

Although there were significant differences for erythrocytes and haematocrit between the three groups, all three groups were within the reference range for these parameters (Table 4). All other parameters were in physiological range in all cows, even at the tolerance group receiving beta acids 10 times the maximum recommended use level.

Table 4: haematology

blood parameter	reference range	(1) control:	(2) use-level (+ 20 mg beta acid/kg fmo)	(3) tolerance (+ 200 mg beta acid/ kg fmo)	SEM	p-level ¹
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
erythrocytes, T/l	5 - 10	5.46 ^a ± 0.21	5.81 ^{ab} ± 0.46	6.01 ^b ± 0.22	0.090	0.024
haematocrit, l/l	0.24 - 0.46	0.25 ^a ± 0.01	0.27 ^{ab} ± 0.02	0.27 ^{ab} ± 0.01	0.003	0.039
haemoglobin, g/l	100 - 130	94.8 ± 2.86	103.4 ± 8.20	100.5 ± 5.47	1.572	0.070
leucocytes, G/l	5 - 10	7.42 ± 1.38	7.56 ± 1.23	7.83 ± 1.49	0.316	0.870
segmented neutrophils, %	25 - 45	49.3 ± 9.67	39.6 ± 6.43	44.0 ± 10.12	2.274	0.237
segmented neutrophils, G/l	1.3 - 4.5	3.62 ± 0.82	2.94 ± 0.19	3.33 ± 0.32	0.139	0.148
eosinophil neutrophils, %	1 - 10	5.7 ± 2.58	8.2 ± 4.15	6.0 ± 1.55	0.703	0.321
eosinophil neutrophils, G/l	0.05 - 1.0	0.42 ± 0.22	0.62 ± 0.33	0.47 ± 0.15	0.058	0.381
basophilic neutrophils, %	0 - 1	0.8 ± 0.41	0.4 ± 0.55	0.5 ± 0.55	0.123	0.343
basophilic neutrophils, G/l	0 - 0.1	0.08 ± 0.04	0.04 ± 0.05	0.05 ± 0.05	0.012	0.343
banded neutrophils, %	0 - 3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0		
banded neutrophils, G/l	0 - 0.3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0		
lymphocytes, %	45 - 65	41.2 ± 8.89	48.4 ± 6.95	46.5 ± 9.81	2.125	0.379
lymphocytes, G/l	2.5 - 6.5	3.1 ± 1.03	3.7 ± 1.04	3.8 ± 1.44	0.282	0.587
monocytes, %	2 - 9	3.2 ± 1.47	3.4 ± 0.55	3.0 ± 0.63	0.231	0.807
monocytes, G/l	0.1 - 0.9	0.25 ± 0.12	0.26 ± 0.09	0.23 ± 0.05	0.021	0.890
thrombocytes	100 - 600	281.5 ± 147.3	248.8 ± 87.2	284.5 ± 95.3	26.320	0.855

¹ p-value based on ANOVA (GLM). * P = Means with different superscripts differ, p < 0.05 (post hoc Tukey PSD)

Feeding the botanically defined flavour Beta Rich Hop Extract (BRHE) to dairy cows did not negatively influence the faecal texture or the parameters of milk production and composition even at 10 times the maximum recommended use level in concentrate feed. The milk fat content of cows received the use-level diet were numerically increased compared to the control group and tolerance group (Table 5).

Table 5: milk composition of cows during the experimental period

time	(1) control	(2) use-level (+ 20 mg beta acid/kg feed)	(3) tolerance (+ 200 mg beta acid/ kg feed)	SEM	p-level ¹
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
milk fat content (%)					
Day -14	4.06 ± 0.46	3.95 ± 0.53	3.98 ± 0.54	0.083	0.860
Day 0	3.93 ± 0.70	4.10 ± 0.75	3.86 ± 0.56	0.103	0.638
Day 14	4.15 ± 0.84	4.37 ± 0.59	4.21 ± 0.73	0.116	0.749
Day 28	3.83 ± 0.78	3.91 ± 0.46	3.82 ± 0.69	0.106	0.936
Day 42	4.21 ± 0.73	4.42 ± 0.75	3.94 ± 0.79	0.125	0.333
Day 56	3.68 ± 0.68	4.05 ± 0.81	3.68 ± 0.71	0.118	0.423
Day 70	4.14 ± 0.86	3.93 ± 0.50	4.23 ± 0.71	0.132	0.715
milk protein content (%)					
Day -14	3.43 ± 0.28	3.45 ± 0.29	3.42 ± 0.30	0.047	0.969
Day 0	3.48 ± 0.29	3.59 ± 0.28	3.53 ± 0.34	0.047	0.669
Day 14	3.46 ± 0.28	3.49 ± 0.29	3.43 ± 0.38	0.051	0.906
Day 28	3.34 ± 0.30	3.44 ± 0.32	3.35 ± 0.30	0.048	0.680
Day 42	3.52 ± 0.35	3.52 ± 0.36	3.43 ± 0.34	0.057	0.774
Day 56	3.37 ± 0.30	3.35 ± 0.29	3.37 ± 0.34	0.050	0.989
Day 70	3.47 ± 0.36	3.52 ± 0.30	3.63 ± 0.39	0.063	0.580
somatic cells (in thous.)					
Day -14	206 ± 238	106 ± 70	91 ± 67	25.501	0.137
Day 0	410 ± 974	97 ± 79	135 ± 135	93.752	0.329
Day 14	128 ± 146	75 ± 62	235 ± 400	41.645	0.291
Day 28	111 ± 95	133 ± 113	125 ± 97	16.049	0.864
Day 42	202 ± 258	176 ± 220	142 ± 106	33.127	0.749
Day 56	115 ± 124	111 ± 94	149 ± 147	20.330	0.728
Day 70	164 ± 344	54 ± 14	163 ± 154	44.232	0.604

¹ p-value based on ANOVA (GLM), ^{a, b, ...} Means with different superscripts differ: $p < 0.05$ (post-hoc Tukey HSD)

Conclusion

The results of this trial showed no negative influence on performance (milk yield and characteristics) and health (initial and final body weight, general health status, faecal scoring, blood analysis) in three groups of dairy cows receiving BRHE either at the maximum recommended use-level or at 10 times the maximum recommended use-level – when compared to a negative control group.

BRHE can therefore be regarded as safe for dairy cows at the recommended maximum use level of 20 mg hops beta acids / kg feed with a wide margin of safety.

References

- Biendl, Martin, et al. (2015), Hops: Their Cultivation, Composition and Usage. Deutschland, Fachverlag Hans Carl.
- De Keukeleire, D., Verzele, M. (2013), Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids. Netherlands: Elsevier Science.
- Larson, Anne E., et al. (1996), Antimicrobial activity of hop extracts against *Listeria monocytogenes* in media and in food, International Journal of Food Microbiology, Volume 33, Issues 2–3, Pages 195-207, [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01155-5](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01155-5).
- Russell, I., Anstruther, A. (2017), Handbook of Brewing. United Kingdom: CRC Press.
- Shimwell, J.L. (1937), on the relation between the staining properties of bacteria and their reaction towards hop antiseptic, Journal of the Institute of Brewing, 43: 111-118. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1937.tb05727.x>
- Zaaijer, D., et al. (2001), Het scoren van de pensvulling bij melkkoeien. Pfizer Animal Health.

Corresponding authors:

Julia Frankenberger
Feed and Additives GmbH
Julius-Kreis-Str. 31A
81245 München
julia.frankenberger@feedandadditives.eu

Dr. Michaela Herzog
Feed and Additives GmbH
Julius-Kreis-Str. 31A
81245 München
michaela.herzog@feedandadditives.eu

HELDEN WERDEN GEMACHT, NICHT GEBOREN!



Bewährt in
Wissenschaft & Praxis



Pflanzenbasiert



Standardisiert &
zertifiziert

SANGROVIT®

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

Kontaktieren Sie unsere Experten:
sangrovit@phytobiotics.com | 06123 702 680

www.phytobiotics.com

Benefits of a prebiotic butyrate formulation on intestinal health parameters and performance of broilers

Elisabeth Holl¹, Niku Moussavi Biuki¹, Bernhard Eckel¹

¹Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Germany

Introduction

Animal welfare is a hot topic today. Consumers and politicians are discussing ways and means to improve welfare while producers also have to look out for economic success. While the focus is on management and husbandry factors, animal nutrition also plays an integral role. The search for advanced dietary strategies to increase resilience of animals to infections and non-infectious stressors is one of the main drivers for the development of innovative feed additives. Apart from basic nutritional needs, the focus is also on maintaining microbiome and gut health to increase sustainability in animal nutrition. Several strategies have been introduced into animal production since the ban of antibiotics.

Short chain fatty acids like acetic, propionic and especially butyric acid are the product of bacterial fermentation in the intestine and they are important for regular intestinal biology. SCFA may be an important factor linking postnatal gastrointestinal adaptation and maturation with normal bacterial colonisation (Peng et al., 2009).

New strategies in animal nutrition focus on improving gut health and animal welfare by different means. These include the direct supply of butyrate and the stimulation of microbial SCFA fermentation.

The goal of the present trial was to test the effect of a new formulation on performance and gut health parameters under a mild enteric challenge in broilers. This formulation contains a combination of matrix protected butyrate with a sustained release pattern and prebiotic gluconic acid.

Material and Methods

A feeding trial was conducted at an Indian Research Station with 300 male broilers (Cobb) from day 1 to day 42. The birds were allocated to three groups following a randomised block design. The birds were kept in floor pens littered with fresh wood shavings and straw. Each treatment group had 10 replicate pens with 10 birds per pen.

The birds were fed a starter feed for the first two weeks, a grower diet from day 15 to day 28 and a finisher diet from day 29 to day 42. The diet was based on maize and soybean meal. The control group received no additive while the two treatment groups received the prebiotic butyrate combination (PreAcid 75G, Dr. Eckel) at a dosage of 250 g/t of feed and 500 g/t of feed.

In order to determine the effects of the dietary treatments in presence of enteric infection, all birds were exposed to a moderate challenge with *E. Coli* and *Salmonella spp.* by oral gavage.

Chicks were weighed per pen on day 1, 7, 14, 21, 28 and 35. Cumulative feed intake per pen was measured weekly by determining initial weight of feed and feed rest as well as possible feed losses. Feed conversion ratio was calculated as a ratio between average daily feed intake and average daily gain. Overall livability was calculated for the cumulative period of 1–42 days and European Productivity Index (EPI) was calculated as $EPI = [(100 - \text{mortality}) * (\text{mean live weight/age}) * 100] / \text{feed conversion ratio}$.

Blood was collected at day 21 from 10 birds of each treatment and the serum was subjected to an enzyme linked immune sorbent assay in a microplate reader for quantification of *E. Coli* endotoxin lipopolysaccharide.

Histological examination of the small intestine was performed at 42 days of age with 10 birds per treatment. Intestinal segments from the duodenum, jejunum and ileum were dissected out, flushed with phosphate-buffer saline and then fixed in 10 % formalin solution for 24 h. After dehydration, the samples were embedded in paraffin blocks and then cut into transverse sections. Haematoxylin and eosin stained tissue sections measuring 2 µm were placed on glass slides and examined with a phase contrast microscope. Villus height was measured from

Differences between the treatments were compared using Tukey's test. Probability values of 0.05 were considered significant.

Results

While feed intake was increased by 1.2 % in the treatment group, feed conversion (kg feed/kg live weight gain) was decreased by 2.1 %. Supplementation of PreAcid resulted in a numerically improved gain from day 14. Final weight at day 42 was higher by 4.56 % and 2.85 % respectively in the treatment groups (Figure 1).

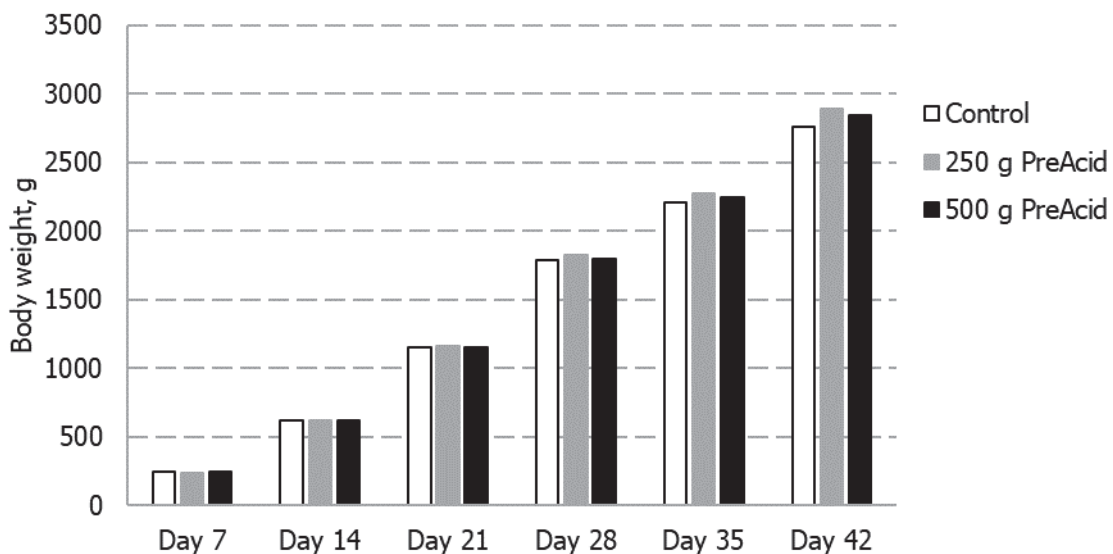


Fig. 1: Body weight development of broilers challenged with *E. coli* and *S. Enteritidis* and treated with two different dosages of PreAcid.

In both treatment groups, mortality was significantly reduced from 12 % in the control group to 6 % in the group receiving 250 g/t PreAcid and 5 % in the 500 g PreAcid group. These results led to a significantly improved EPI (378.1 versus 432.5 and 428.2 respectively).

Looking at gut health parameters, the trial results show that the application of both dosages of PreAcid 75G improved villus height significantly in the duodenum, the jejunum, and the ileum. In the jejunum, the villi height increased linearly with the inclusion level (fig. 2). Crypt depth did not differ significantly

but villus height to crypt depth ratio in the studied intestinal segments was significantly wider in the treatment groups compared to the control though not different between treatments.

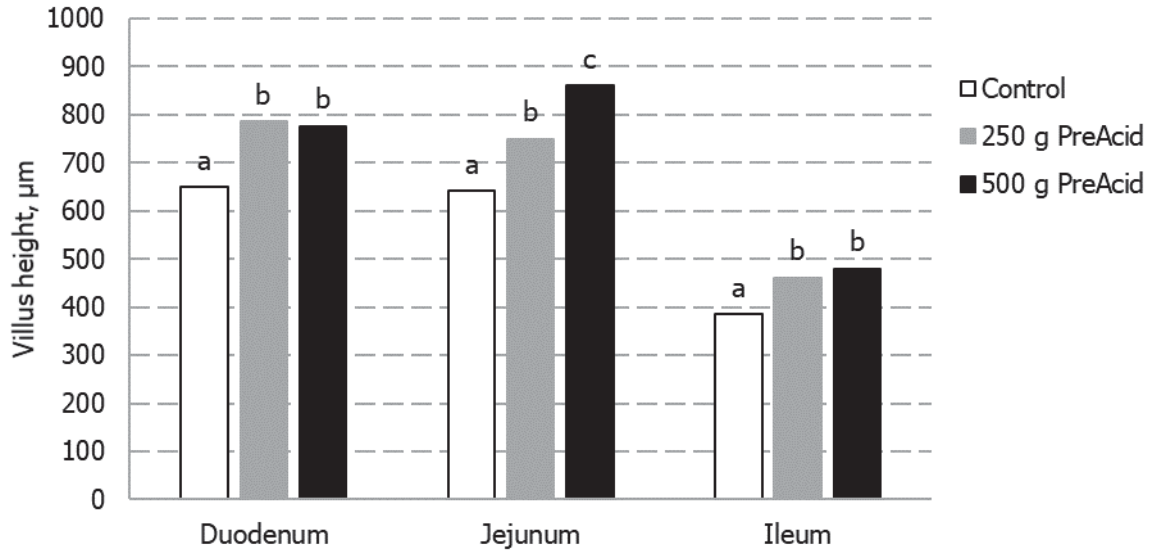


Fig. 2: Villus height in the intestine of 42-day-old broilers challenged with *E. Coli* and *S. Enteritidis*. (a,b: means with dissimilar superscripts vary significantly, $p < 0.05$)

The concentration of *E. Coli* lipopolysaccharides in the serum was analysed as a possible marker for intestinal damage. The data suggest that the enteric challenge was enough to cause leakage in the gut. PreAcid reduced LPS concentration significantly but increasing the dosage from 250 to 500 g did not yield an additional effect. (fig. 3).

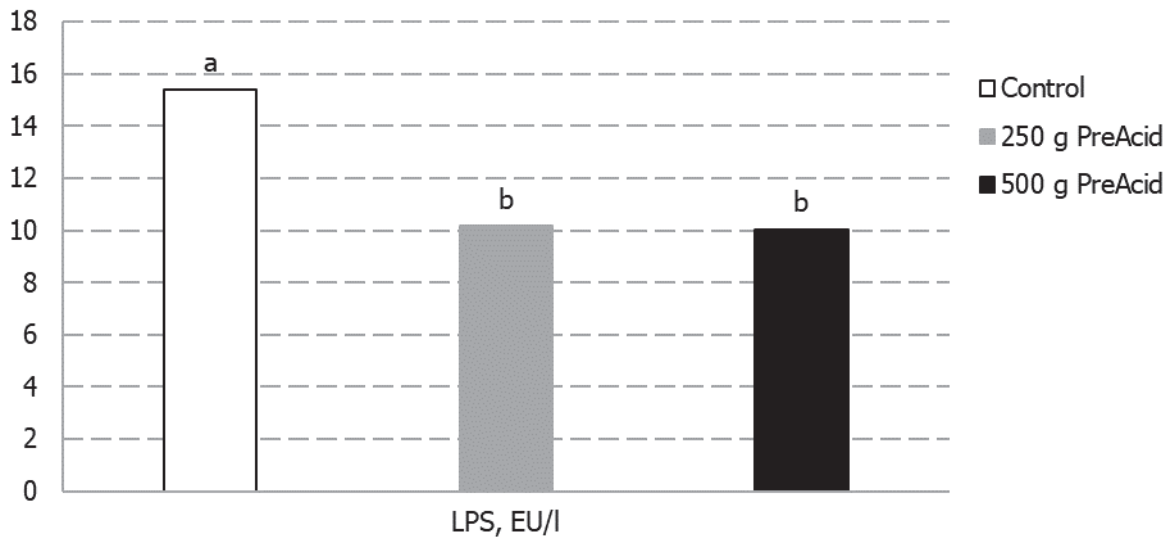


Fig. 3: Concentration of *E. Coli* lipopolysaccharides in serum at day 21 (a, b: means with dissimilar superscripts vary significantly, $p < 0.05$)

Discussion

There are numerous studies describing the positive effects of butyric acid on performance and gut health of broilers. In this study, a combination product of matrix protected butyrate combined with gluconate improved performance of broilers under challenging conditions.

Butyrates are known to improve the epithelial integrity and defence systems and decrease intestinal permeability (Wu et al., 2018). Different forms of butyric acid, either supplemented or endogenous, will have different effects in the animal depending on which digestive compartment they reach. In the distal part of the gut, butyric acid will strengthen the epithelial barrier, reduce inflammatory processes and stimulate the production of antimicrobial peptides (Moquet et al., 2018).

In order to reach the distal parts of the intestine, supplemented butyrate needs to be protected (i.e. by fat coating) since free short chain fatty acids are rapidly digested in the stomach and the crop (Smulikowska et al., 2009).

A different approach may be to stimulate endogenous butyric acid production in the gut by microbiota activity and fermentation (Onrust et al., 2015). Several authors have described the effect of gluconate as a prebiotic with positive effects on butyric acid fermentation in the hind gut (Tsukahara et al., 2002; Biagi et al., 2007). Similar effects could be observed in a previous trial where the combination of gluconic acid and butyrate (PreAcid, Dr. Eckel) significantly increased butyric acid production in the caecum of broilers in the first 28 days of life, indicating prebiotic action (Ząbek et al., 2020).

The prebiotic action—together with the supplemented butyrate—could explain the positive effect on the intestinal morphometry of the broilers in this trial, evidenced by increased villi growth in duodenum, jejunum and ileum in the PreAcid groups.

The barrier function of the healthy gut is important to prevent the uptake of harmful or toxic substances from the environment into the body. In the healthy intestine, lipopolysaccharides are detoxified in the epithelial cells (Ducatelle et al., 2018). Various stress factors like heat stress or diet composition may lead to a disruption of the intestinal barrier and consequently to an increased paracellular transport of LPS into systemic circulation (Koch et al., 2019; Ghosh et al., 2020). The detection of LPS in the serum in the present study suggests that challenging broilers with *E. Coli* and *Salmonella* had a negative effect on the intestinal barrier which could be mitigated by the supplementation of PreAcid 75G. This could also explain the significantly reduced mortality rate observed in the treatment groups

Conclusions

Based on the results of this experiment it could be concluded that the supplementation of PreAcid 75G at a dosage of 250 g/t of feed can improve gut health parameters and performance in broilers especially under pathogenic pressure.

References

- Biagi, G., Piva, A., Moschini, M., Vezzali, E., & Roth, F. X. (2007). Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. *Journal of Animal Science*, *85*(5), 1184–1191. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-378>
- Ducatelle, R., Goossens, E., De Meyer, F., Eeckhaut, V., Antonissen, G., Haesebrouck, F., & Van Immerseel, F. (2018). Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: Present status and future perspectives. *Veterinary Research*, *49*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0538-6>
- Ghosh, S. S., Wang, J., Yannie, P. J., & Ghosh, S. (2020). Intestinal barrier dysfunction, LPS translocation, and disease development. *Journal of the Endocrine Society*, *4*(2), 1–15. <https://doi.org/10.1210/jendso/bvz039>
- Koch, F., Thom, U., Albrecht, E., Weikard, R., Nolte, W., Kuhla, B., & Kuehn, C. (2019). Heat stress directly impairs gut integrity

- and recruits distinct immune cell populations into the bovine intestine. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(21), 10333–10338. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820130116>
- Luying Peng, Zhong-Rong Li, Robert S. Green, Ian R. Holzman, and J. L. (2009). Butyrate Enhances the Intestinal Barrier by Facilitating Tight Junction Assembly via Activation of AMP-Activated Protein Kinase in Caco-2 Cell Monolayers. *The Journal of Nutrition*, *139*, 1619–1625. <https://doi.org/10.3945/jn.109.104638>.1619
- Moquet, P. C. A., Salami, S. A., Onrust, L., Hendriks, W. H., & Kwakkel, R. P. (2018). Butyrate presence in distinct gastrointestinal tract segments modifies differentially digestive processes and amino acid bioavailability in young broiler chickens. *Poultry Science*, *97*(1), 167–176. <https://doi.org/10.3382/ps/pex279>
- Onrust, L., Ducatelle, R., Van Driessche, K., De Maesschalck, C., Vermeulen, K., Haesebrouck, F., Eeckhaut, V., & Van Immerseel, F. (2015). Steering endogenous butyrate production in the intestinal tract of broilers as a tool to improve gut health. *Frontiers in Veterinary Science*, *2*(DEC), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00075>
- Smulikowska, S., Czerwinski, J., Mieczkowska, A., & Jankowiak, J. (2009). The effect of fat-coated organic acid salts and a feed enzyme on growth performance, nutrient utilization, microflora activity, and morphology of the small intestine in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *18*(3), 478–489. <https://doi.org/10.22358/jafs/66422/2009>
- Tsukahara, T., Koyama, H., Okada, M., & Ushida, K. (2002). Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria. *Journal of Nutrition*, *132*(8), 2229–2234. <https://doi.org/10.1093/jn/132.8.2229>
- Wu, W., Xiao, Z., An, W., Dong, Y., & Zhang, B. (2018). Dietary sodium butyrate improves intestinal development and function by modulating the microbial community in broilers. *PLoS ONE*, *13*(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197762>
- Ząbek, K., Szkopek, D., Michalczuk, M., & Konieczka, P. (2020). Dietary phytogetic combination with hops and a mixture of a free butyrate acidifier and gluconic acid maintaining the health status of the gut and performance in chickens. *Animals*, *10*, 1335. <https://doi.org/10.3390/ani10081335>

Author

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

Flavonoidreicher Futterzusatzstoff reduziert Entzündungsmarker von Milchkühen bei ansteigendem Hitzestress

Iris Kröger¹, Anne Möddel¹

¹Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

Einleitung

Weltweit führt der Klimawandel schon heute zu höheren Temperaturen. Dies wird sich voraussichtlich weiter verstärken und die Produktivität der Futtermittelproduktion und Tierhaltung zunehmend reduzieren (Hatfield et al., 2008).

Aufgrund der körpereigenen Wärmebildung bei Milchproduktion und Pansenfermentation reagieren Milchkühe besonders empfindlich auf Hitzestress. Zudem führt Hitzestress zu systemischen Entzündungen (Min et al., 2016; Chen et al., 2018). Aufgrund des hohen Energiebedarfs durch das aktivierte Immunsystem sinkt die Milchleistung erheblich (Tao et al., 2020). Schätzungen zufolge wird die weltweite Milchproduktion in Folge von Hitzestress im 21. Jahrhundert um durchschnittlich 174 kg/Kuh/Jahrzehnt sinken (Gunn et al., 2019).

Managementmaßnahmen wie die Kühlung der Ställe durch Lüfter und Sprinkler steigern die Produktionskosten. Dadurch trägt der Milchsektor bereits heute mehr als die Hälfte der Kosten, die in der Nutztierhaltung durch Hitzestress entstehen (USDA 2014). Zudem reduziert der Einsatz von Sprinklern die Nachhaltigkeit der Milchproduktion, da Grundwasserreserven durch den erhöhten Wasserbedarf strapaziert werden. Daher ist es notwendig Strategien zu entwickeln, die die Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe nachhaltig reduzieren. Hier können flavonoidhaltige Futterzusatzstoffe einen wichtigen Beitrag leisten, die in der Vergangenheit bei Milchkühen anti-inflammatorische und leistungssteigernde Effekte gezeigt haben (Gessner et al., 2015; Gessner et al. 2017). Insbesondere, da die positiven Effekte von Flavonoiden besonders in Stresssituationen zum Tragen kommen (Olagaray and Bradford, 2019).

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob ein flavonoidreicher Futterzusatzstoff die Auswirkungen von Hitzestress bei Milchkühen reduzieren kann. Die untersuchten Kühe wurden über vier Monate ansteigendem Hitzestress ausgesetzt. Dabei wurden die Tiere mit einem flavonoidreichen Futterzusatzstoff gefüttert. Die Hypothese war, dass der Einsatz eines flavonoidreichen Futterzusatzstoffs den erwarteten Anstieg von Entzündungsparametern auch bei starkem Hitzestress verhindern kann.

Material und Methoden

Um die Effekte des flavonoidreichen Futterzusatzstoffs zu untersuchen, wurden zwanzig Holsteinkühe unter entsprechenden klimatischen Bedingungen in Kuwait gehalten. Die Kühe wurden über vier Monate (März bis Juni 2021) mit dem flavonoidhaltigen Futterzusatzstoff Anta[®]Ox FlavoSyn (Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG) gefüttert. Die Dosis betrug 50 g/Tier/Tag. In den Monaten März, Mai und Juni wurde den Tieren jeweils einmal im Monat Blut entnommen. Anschließend wurden die Blutproben mittels CRP Reagent Kit (Human, Wiesbaden, Deutschland) auf den Gehalt an C-Reaktivem Protein (CRP) untersucht. Um Informationen über den Hitzestress zu erhalten, dem die Kühe während des Versuchs ausgesetzt waren, wurden die Klimadaten der Tage, an denen Blutproben entnommen wurden, von Meteostat.net abgerufen. Zur Berechnung des Temperatur-Feuchtigkeits-Index (THI)

wurden die maximale Tagestemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit zu diesem Zeitpunkt verwendet. Der THI wurde nachfolgender Formel berechnet:

$$\text{THI} = 0,8 \cdot \text{Umgebungstemperatur} + \left(\frac{\text{relative Luftfeuchtigkeit}}{100} \cdot (\text{Umgebungstemperatur} - 14,4) \right) + 46,4$$

(DLG, 2018)

Nach Burgos-Zimbelmann (2008) wurde der THI anschließend in drei Schweregrade eingeteilt: THI <68 = kein Hitzestress, THI 72–79 = mäßiger Hitzestress, THI 80–89 = starker Hitzestress.

Ergebnisse

THI während des Versuchszeitraums:

Die Berechnung und Beurteilung des THI zeigte, dass die Kühe am Anfang des Versuchs keinem Hitzestress ausgesetzt waren (THI 66). Im Laufe des Versuchs stieg der Hitzestress jedoch kontinuierlich auf mäßigen Hitzestress (THI 79) und schließlich auf starken Hitzestress (THI 88) an (Tabelle 1).

Zeitpunkt	Umgebungstemperatur °C	Rel. Luftfeuchte %	THI	Hitzestress
März	23,5	12%	66	Kein
Mai	37,8	13%	79	Mäßig
Juni	46,7	7%	88	Stark

Tabelle 1: Entwicklung des THI über den Versuchszeitraum.

CRP-Werte während des Versuchszeitraums:

Trotz des ansteigenden Hitzestresses im Versuchszeitraum sank der Anteil der Kühe mit erhöhten CRP-Werten (>12mg/dL) von 45 % auf 5 %. Dafür stieg der Anteil der Kühe mit niedrigem CRP-Wert (<6mg/dL) von 55 auf 95 % an. Zudem hatte am Ende des Versuchszeitraums keine der untersuchten Kühe CRP-Werte von >12 mg/dL (Abbildung 1).

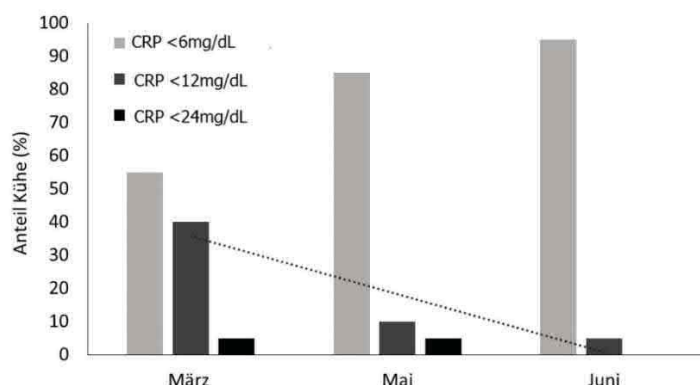


Abbildung 1: Entwicklung des CRP-Wertes über den Versuchszeitraum

Diskussion

Ansteigender Hitzestress, wie er in dem durchgeführten Versuch beobachtet wurde, führt üblicherweise zu systemischen Entzündungen (Chen et al., 2018; Tao et al., 2020). So erhöhte starker Hitzestress (THI = 80) die Entzündungswerte IL-1 β , IL-6, TNF α und Interferon γ bei Milchkühen signifikant (Chen et al., 2018). Zudem führte mäßiger, langanhaltender Hitzestress in einer anderen Untersuchung zu erhöhten entzündungsassoziierten Plasmaproteinen sowie zu erhöhten TNF- α - und IL-6-Werten (Min et al., 2016).

Obwohl die Kühe in unserem Versuch ansteigendem und starkem Hitzestress ausgesetzt waren, wurden jedoch keine ansteigenden, sondern sinkende CRP-Werte beobachtet. Dieses Ergebnis untermauert zahlreiche Studien, die die entzündungshemmenden Effekte von flavonoidreichen Futterzusatzstoffen bei Wiederkäuern und anderen Tieren belegen (Olagaray and Bradford, 2019). So reduzierte die Fütterung eines flavonoidhaltigen Futterzusatzstoffs Serum-Amyloid-A und HP-Konzentrationen bei Kühen postpartum. Zudem wurden zahlreiche entzündungsstimulierende Gene bei Kühen herunterreguliert (Gessner et al., 2017), da pflanzliche Flavonoide zahlreiche proinflammatorische Enzyme hemmen (Rathee et al., 2009).

Die Ergebnisse unserer Studie legen nahe, dass die Fütterung des eingesetzten Futterzusatzstoffs geeignet ist, um negative Auswirkungen von Hitzestress durch die Minderung systemischer Entzündungen bei Milchkühen zu reduzieren. Diese positive Wirkung konnte in unserer Studie auch bei extremen Temperaturen von 46,7°C nachgewiesen werden.

Schlussfolgerungen

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Einsatz des flavonoidreichen Futterzusatzstoffs Anta[®]Ox FlavoSyn das Potenzial hat bei ansteigendem Hitzestress systemische Entzündungen zu reduzieren. Gerade unter dem Aspekt ansteigender Temperaturen in Folge des Klimawandels könnte dies die Belastung von Milchkühen durch Hitzestress auch in derzeit gemäßigten Breiten wesentlich reduzieren.

Literatur

Burgos-Zimbelmann, R.; 2008, "Management strategies to reduce effects of thermal stress on lactating dairy cattle", *Dissertation, University of Arizona, Department of Animal Science*

Chen, S.; Wang, J.; Peng, D.; Li, G.; Chen, J.; Gu, X.; 2018, "Exposure to heat-stress environment affects the physiology, circulation levels of cytokines, and microbiome in dairy cows" *Scientific reports*, 18 (8):14606

DLG; 2018, Umgang mit Hitzestress bei Milchvieh. *DLG-Kompakt 3/18*.

Gessner, D. K.; Koch, C.; Romberg, F. J.; Winkler, A.; Dusel, G.; Herzog, E.; Most, E.; Eder, K.; 2015, "The effect of grape seed and grape marc meal extract on milk performance and the expression of genes of endoplasmic reticulum stress and inflammation in the liver of dairy cows in early lactation", *Journal of Dairy Science*, 98:1–13.

Gessner, D. K.; Winkler, A.; Koch, C.; Dusel, G.; Liebisch G.; Ringseis, R.; Eder, K.; 2017, "Analysis of hepatic transcript profile and plasma lipid profile in early lactating dairy cows fed grape seed and grape marc meal extract", *BMC Genomics*, 18(1):253.

Gunn, K. M.; Holly M. A.; Veith, T.L.; Buda A.R.; Prasad R.; Rotz C.A.; Soder K. R.; Stoner A. M. K.; 2019, "Projected heat stress challenges and abatement opportunities for U.S. milk production" *PLoS One*, 14(3): e0214665

Hatfield, J.; Boote, K.; Fay, P.; Hahn, L.; Izaurralde, C.; Kimball, B. A.; Mader, T.; Morgan, J.; Ort, D.; Polley, W.; Thomson, A.; Wolfe, D.; 2008, "Agriculture, the effects of climate change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity in the United States", A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. Washington, DC.

Min, L.; Zheng N.; Zhao S.; Cheng J.; Yang Y.; Zhang Y.; Yang H.; Wang J.; 2016; "Long-term heat stress induces the inflammatory response in dairy cows revealed by plasma proteome analysis", *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 471(2):296-302

Olagaray, K.E.; Bradford, B.J.; **2018**, "Plant flavonoids to improve productivity of ruminants – A review", *Animal Feed Science and Technology*, 251(2019): 21–36

Rathee P.; Chaudhary H.; Rathee S.; Rathee D.; Kumar V.; Kohli K.; Mechanism of action of flavonoids as anti-inflammatory agents: a review; **2009**, "Mechanism of action of flavonoids as anti-inflammatory agents: A review", *Inflammation & Allergy - Drug Targets*, 8(3):229-35

Tao, S.; Rivas, R. M. O.; Marins, T.N.; Chen, Y.; Gao, J.; Bernard, J. K.; **2020**, "Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows", *Theriogenology*, 1 (150) 437-444

USDA (United States Department of Agriculture); **2014**, "Climate Change, Heat Stress, and U.S. Dairy Production", *Economic Research Report* Number 175

Autorenanschrift:

Iris Kröger, PhD
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG
Im Stiefelfeld 10
56651 Niederrissen, Deutschland
i.kroeger@dr-eckel.de

Glycine chelates improved antioxidant status of suckling calves

Susanne Rothstein, Bernhard Landwehr, Alexandra Schlagheck

Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Lohne i. Old., Germany

Introduction

Oxidative stress can be a cofactor in the development of many neonatal dysfunctions, leading to serious systemic effects and impairing neonatal vitality (Mutinati et al., 2013). It is caused by the increase in the rate of formation of free radicals or the decrease in their removal rate in the organism. This occurs due to a serious imbalance between the formation of free radicals and the antioxidant defense mechanisms (Serafini and Del Rio, 2004). After birth, neonates are exposed to an oxygen-enriched environment, which increases aerobic metabolic pathways and leads to an increase in reactive oxygen species (ROS) generation (Gaal et al., 2006). In premature infants, you can find a strong imbalance between oxidants and antioxidants, especially in the blood (Ochoa et al., 2003). Both, structural and functional components of the body such as proteins (enzymes, collagen), neurotransmitters, nucleic acids, and fatty acids can be damaged by ROS (Cooke et al., 2006). ROS produced by activated neutrophils during the inflammatory response play an important role in the pathogenesis of inflammatory diseases (e.g., gastritis, or colitis). It is suggested that an imbalance between oxidants and antioxidants could be the basis of tissue damage in calf diarrhea (Kabu et al., 2015).

Minerals have a special role in ensuring efficient growth, reproduction and immunocompetence in animals. The most important way to balance oxidative damage and antioxidant defense in animals is to optimize the dietary intake of antioxidants. Some enzymatic antioxidant system members such as superoxide dismutase (SOD), catalase and glutathione peroxidase contain trace minerals such copper (Cu), Zinc (Zn), Manganese (Mn) and Iron (Fe) and are able to neutralize free radicals (Rizzo et al., 2013). For example, Cu is involved in the antioxidant system through its participation in the enzymes Cu-Zn SOD and ceruloplasmin. Cu-Zn SOD is responsible for the dismutation of superoxide radicals to hydrogen peroxide in the cytosol. Ceruloplasmin, in turn, is a Cu transport protein that also exhibits oxidase activity (Spears and Weiss, 2008). Ceruloplasmin is an acute phase protein that increases during disease and may play an important role in scavenging superoxide radicals (Broadley and Hoover, 1989). In the antioxidant system Zn is a component of the described Cu-Zn SOD. Zinc also induces synthesis of metallothionein, a metal-binding protein that can scavenge hydroxide radicals (Prasad et al., 2004). Mn is a component of Mn-SOD and is located in the mitochondrial matrix where it converts superoxide radicals into hydrogen peroxide. In addition, catalase is one of the most important enzymes for protecting cells from oxidative damage by ROS. It is built with four Fe-containing heme groups that enable the enzyme to react with hydrogen peroxide to form water and oxygen (Chelikani et al., 2004).

It is widely accepted that trace minerals Cu, Zn, Mn and Fe can be absorbed to a higher extent when supplemented in organically bound forms compared to inorganic forms. But the effect of trace mineral sources on differences in the antioxidant status of young calves has not been well researched so far. The aim of this research was to investigate the effect of two different sources of Cu, Zn, Mn, and Fe (sulfate vs. glycine chelate) on antioxidant status of Holstein suckling calves.

Material and methods

A total of 30 newborn Holstein calves (15 male, 15 female, 40 ± 5 kg birth weight) were housed in single boxes with straw on a dairy farm in Tehran, Iran. The calves were randomly divided into three treatment groups: "negative control" (5 male, 5 female calves), "sulfate-group" (5 male, 5 female calves) and "glycinate-group" (5 male, 5 female calves).

Feeding: All calves were fed colostrum during the first hours of life (2 kg/calf) and then twice daily for the first 48 h. Thereafter, calves received pasteurized whole milk (10 % of body weight) and amounts of offered milk were increased weekly - based upon body weight measured on birthday and once weekly throughout the entire experimental period of two months. Calves had free excess to water and starter feed from the first week of life until the end of the trial. The different feeding groups were designed by various trace mineral sources.

1. negative control: received described standard diet
2. Sulfate-group: received standard diet + sulfate mineral premix
3. Glycinate-group: received standard diet + glycine-bound trace mineral premix (E.C.O.Trace®)

Sulfate and glycinate premixes included 100 ppm Fe, 40 ppm Zn, 40 ppm Mn and 10 ppm Cu.

Collection of data: All calves were weighed individually on day 0 and then weekly. Feed intake was determined daily. The mean values per group were used to calculate the daily weight gain, the total weight gain, the feed conversion ratio, and the average feed intake of the groups. To measure antioxidant status represented by activities of SOD and catalase, plasma malondialdehyde concentration (MDA) and total antioxidant capacity, blood and plasma samples were required. Therefore, blood samples were collected on day 0, 21, 42 and 63 of jugular vein by heparinized venipuncture. To separate plasma, blood samples were centrifuged at 1000 xg for 15 min at 4 °C, then plasma was aspirated into 2 ml microtubes and frozen at -80 °C.

Statistic: Statistical analysis was determined by MIXED procedure of SAS (2001) with treatment and age at sampling as fixed effects and calves as random effect. Results are expressed as least square means and differences with $p < 0.05$ are considered significant.

Results

In the two-month trial period, the experimental diets did not have an effect on overall performance of calves, represented by daily weight gain and daily feed intake (Table 1). In addition, no significant effect of dietary treatments was found on general health performance parameters (calculated as general health score based on formula from Timmermann et al., 2005).

Table 1: Body weight, daily weight gain and feed intake of the three different trial groups during the two-month trial period

	Neg. control	Sulfate	Glycinate
Body weight d 0 (kg)	41.1	41.1	41.8
Final body weight d 63 (kg)	79.4	77.8	78.8
Daily weight gain d 0-63 (kg)	0.62	0.59	0.59
Daily feed intake d 0-63 (kg)	1.10	1.03	1.04

Furthermore, no significant effect of dietary treatment was found on total antioxidant capacity and catalase activity (data not shown). However, significant differences between the trial groups were visible for MDA, which is a unit for lipid peroxidation and cell damage. More precisely, the MDA mean value (d 0-63) was significantly ($p < 0.05$) lower in glycinate-group compared to neg. control and sulfate-group. The same significant differences between experimental groups were also seen for MDA measurements at day 63 (Table 2).

Table 2: Least square means for the effect of different trace mineral sources on plasma malondialdehyde concentration (MDA in nmol/ml) in Holstein suckling calves (Means, n = 10)

Day of blood sampling	Neg. control	Sulfate	Glycinate	Mean of time effect
0	0.102 ^{cde}	0.085 ^{ef}	0.094 ^{def}	0.09 ^B
21	0.107 ^{cd}	0.119 ^{bc}	0.105 ^{cd}	0.11 ^A
42	0.102 ^{cde}	0.133 ^{ab}	0.104 ^{cd}	0.11 ^A
63	0.138 ^a	0.107 ^{cd}	0.078 ^f	0.10 ^{AB}
Mean of treatment effect	0.112^A	0.111^A	0.095^B	

^{a-e} different superscripts show a significant difference in treatment x time effect ($p < 0.05$)

^{AB} different superscripts show a significant difference in time and treatment ($p < 0.05$)

SEM treatment: 0.002, SEM time: 0.004, SEM treatment x time: 0.006

At the same time, the glycinate-group reached at least tendentially, in some cases also significantly ($p < 0.05$), higher values for plasma SOD activity at day 21, 42 and 63 of blood sampling (Table 3). In particular, the mean values over the entire trial period demonstrated obvious significant differences between the experimental groups in favor of the glycines (Figure 1). The negative control and the sulfate group, on the other hand, showed no differences.

Table 3: Least square means for the effect of different trace mineral sources on plasma superoxide dismutase activity (SOD in U/ml) in Holstein suckling calves (Means, n = 10)

Day of blood sampling	Neg. control	Sulfate	Glycinate	Mean of time effect
0	290 ^{ab}	311 ^a	280 ^{abc}	314 ^A
21	255 ^{cde}	245 ^{de}	271 ^{bcd}	257 ^B
42	255 ^{cde}	230 ^e	289 ^{ab}	261 ^B
63	248 ^{de}	268 ^{bcd}	292 ^{ab}	270 ^B

^{a-e} different superscripts show a significant difference in treatment x time effect ($p < 0.05$)

^{AB} different superscripts show a significant difference in time and treatment ($p < 0.05$)

SEM treatment: 5.49, SEM time: 6.28, SEM treatment x time: 10.59

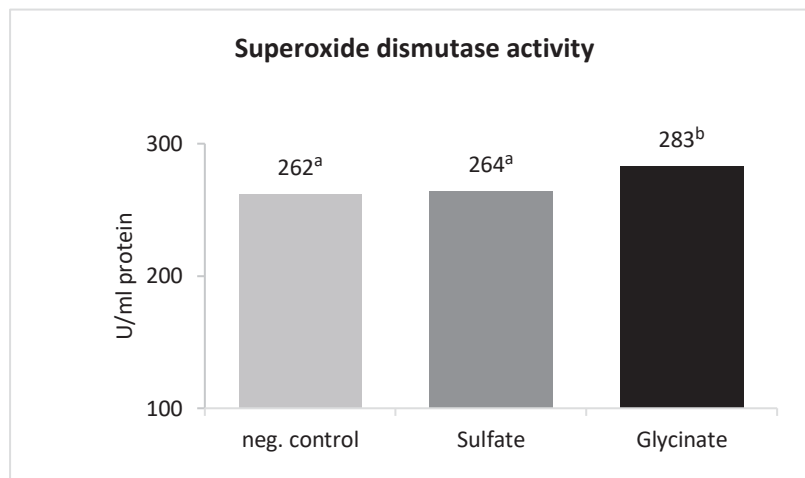


Figure 1: Plasma superoxide dismutase activity (SOD) mean value d 0 - d 63 (Means, n = 10; ^{ab} significant differences between groups (p<0.05))

Discussion

The most important trace minerals in calf feeding include Cu, Zn, Mn and Fe. Basic deficiencies in trace minerals have traditionally been compensated by supplementation with inorganic salts. However, such inorganic forms tend to readily dissociate when exposed to acidic pH in the upper section of the gastrointestinal tract. Growing awareness of the environmental impact of undigested mineral compounds as exerted by animals has led to several research studies investigating viable alternatives, with a focus on identifying ways to increase the intake of trace minerals at the intestinal level. Negative interactions between ingested metal ions and certain dietary factors have been documented over the years. Counteracting antagonism between metal ions can also occur at the absorption level as they compete for common uptake mechanisms (National Research Council, 2001). In the meantime, there is a large number of studies confirming better bioavailability of organic compared to inorganic trace mineral sources and consequently reduced trace mineral excretion and respective environmental impact (e.g., Mählmeyer et al., 2018). Glycine-chelates are one of the preferred organic sources of trace minerals due to their good stability, palatability, and electrical neutrality (Zhang et al., 2017). Since glycine is the amino acid with the lowest molecular weight, it favors the stability of chelated compounds and prevents the premature release of metal ions in the gastrointestinal tract (Kulkarni et al., 2011).

In the present experiment, a marked effect of organic trace mineral supplementation on serum MDA concentration and SOD activity was observed. The MDA concentration decreased significantly, while SOD activity increased significantly in Holstein suckling calves fed glycinate instead of inorganic sulfates. The enzymatic antioxidants SOD and glutathione peroxidase play a central role in the antioxidant defense of the bovine organism and are considered indicators of antioxidant system performance (Winnefeld, 1996). Recent studies also confirm that SOD is known to catalyze the dismutation of superoxide anion radicals to generate hydrogen peroxide, which is considered as an important marker of antioxidant status in animals (Prasad, 2008; Gong et al., 2014). In addition, SOD is one of the most important copper-zinc-dependent enzymes. Conversely zinc also plays a significant role in the reduction of MDA concentration (Karamouz et al., 2010). MDA is an advanced oxidation product which is one of the end products of lipid peroxidation and is also a recognized oxidative stress biomarker (Yonny et al., 2016). Therefore, the recorded data on SOD and MDA can be used very well to determine a difference in oxidative stress in the calves between the experimental groups. The present results allow the conclusion that the more bioavailable organic glycine chelates have a strong positive

influence on the production of SOD and MDA. Therefore, the study showed impressively that serum antioxidant status of suckling calves fed with glycines was significantly improved in comparison to the supplementation of sulfates. The results are in line with studies in the literature, which described that organic trace mineral supplementation resulted in lower MDA concentration (Echeverry et al., 2016) and improved SOD activities (Aksu et al., 2010; Seyfori et al., 2018; Jankowski et al., 2019) in animals.

In calves, a disease directly related to oxidative stress has been known for long, and that is nutritive muscular dystrophy (Haser, 2016). The involvement of oxidative stress has also been demonstrated in other diseases, such as neonatal diarrhea (Inanami et al., 1999), dermatophytosis (Ali-Qudah et al., 2010) and cataract formation (Hässig et al., 2009). This also fits the assumption of Kabu et al. (2015) that an imbalance between oxidants and antioxidants could be the basis of tissue damage in calf's diarrhea. Therefore, it can be assumed that the positive influence of glycines on the oxidative system of calves shown in the present study, at the same time provides good support to calves against some diseases, such as diarrhea.

Conclusion

The results of the current study demonstrated that supplementation of glycine-bound trace minerals in Holstein suckling calves led to an improved animal antioxidant status compared to sulfates.

With glycines, the calves reached significantly highest value of superoxide dismutase activity, which is important in the defense system against reactive oxygen species. In addition, the significantly lowest plasma malondialdehyde concentration was reached with glycines, which means calves are better protected against lipid peroxidation and cell damage.

The results suggest that calves fed glycines are better supported in their development, as an improved antioxidant status leads to a better protection against diseases such as nutritive muscular dystrophy, neonatal diarrhea, and others.

Acknowledgments

The implementation of the experiment and data collection became possible due to the excellent work of M. H. Moazzenizadeh, K. Rezayazdi, M. Zhandi and Prof. A. Towhidi (Department of Animal Sciences, University of Tehran, Karaj, Iran). Therefore, we would like to express our sincere appreciations.

References

- Aksu, D.S., Aksu, T., Özsoy, B. and Baytok, E. (2010): The Effects of replacing inorganic with a lower level of organically complexed minerals (Cu, Zn and Mn) in broiler diets on lipid peroxidation and antioxidant defense systems. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 23:1066–72.
- Ali-Qudah, K. M., Gharaibeh, A.A., Al-Shyyab and M. M. (2010): Trace minerals status and antioxidant enzymes activities in calves with dermatophytosis. *Biological Trace Element Research*, 136(1):40-7.
- Broadley, C. and Hoover, R. L. (1989): Ceruloplasmin reduces the adhesion and scavenges superoxide during the interaction of activated polymorphonuclear leukocytes with endothelial cells. *The American journal of pathology*, 135(4):647.
- Chelikani, P., Fita, I. and Loewen, P. C. (2004): Diversity of structures and properties among catalases. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 61(2):192-208.
- Cooke, M. S., Olinski, R. and Evans, M. D. (2006): Does measurement of oxidative damage to DNA have clinical significance. *Clinica Chimica Acta*, 365(1-2):30-49.
- Echeverry H., Yitbarek A., Munyaka P., Alizadeh, M., Cleaver, A., Camelo-Jaimes, G., Wang, P. and Rodriguez-Lecompte, J.C. (2016): Organic trace mineral supplementation enhances local and systemic innate immune responses and modulates oxidative stress in broiler chickens. *Poultry Science*, 95:518–27.

- Gaál, T., Ribiczeyné-Szabó, P., Stadler, K., Jakus, J., Reiczigel, J., Kövér, P., Mézes, L. and Sümeghy, L. (2006): Free radicals, lipid peroxidation and the antioxidant system in the blood of cows and newborn calves around calving. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 143(4):391-396.
- Haser, D. I. (2016): Antioxidative und weitere ausgewählte Stoffwechselfparameter bei gesunden Kälbern und Jungrindern. Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät Universität Leipzig.
- Hässig, M., Jud, F., Naegeli, H., Kupper, J. and Spiess, M. (2009): Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile telephone antenna base stations. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 151(10):471-8.
- Inanami, O., Shiga, A., Okata, K., Sato, R., Miyake, Y. and Kuwabara, M. (1999): Lipid peroxides and antioxidants in serum of neonatal calves. *Animal Journal of Veterinary Research*, 60:452-7.
- Jankowski, J., Ognik, K., Kozłowski, K., Stępniewska, A., and Zduńczyk, Z. (2019): Effect of different levels and sources of dietary copper, zinc and manganese on the performance and immune and redox status of turkeys. *Animals*, 9:883.
- Kabu, M., Cigerci, I. H., Uyarlar, C. and Celik, H. A. (2015): Determination of pre and post treatment oxidative status and oxidative DNA damage in diarrheic calves. *Indian Journal of Animal Research*, 49 (6):830-833.
- Karamouz, H., Shahriyar, H. A., Gorbani, A., Maheri-Sis, N. and Ghaleh-Kandi, J. G. (2010): Effect of zinc oxide supplementation on some serum biochemical values in male broilers. *Global Veterinaria*, 4(2):108-111.
- Kulkarni, R. C., Shrivastava, H. P., Mandal, A. B., Deo, C., Deshpande, K. Y., Singh, R. and Bhanja, S. K. (2011): Assessment of growth performance, immune response and mineral retention in colour broilers as influenced by dietary iron. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 11(1), 81-90.
- Mählmeyer, A., Sancho, R. C., Schlagheck, A., Hildebrand, B and Männer, K. (2018): Impact of three different trace mineral sources on performance, digestibility and retention of zinc, manganese, copper, and iron in broiler chickens. WPSA, Croatia.
- Mutinati, M., Piccinno, M., Roncetti, M., Campanile, D., Rizzo, A. and Sciorsci, R. L. (2013): Oxidative stress during pregnancy in the sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, 48(3):353-357.
- National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle, National Academy of Science. Washington, DC.
- Ochoa, J. J., Ramirez-Tortosa, M. C., Quiles, J. L., Palomino, N., Robles, R., Mataix, J. and Huertas, J. R., (2003): Oxidative stress in erythrocytes from premature and full-term infants during their first 72 h of life. *Free Radical Research*, 37:317-322.
- Prasad, A. S., Bao, B., Beck, F. W., Kucuk, O. and Sarkar, F. H. (2004): Antioxidant effect of zinc in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 37(8):1182-1190.
- Rizzo, A., Ceci, E., Pantaleo, M., Mutinati, M., Spedicato, M., Minoia, G. and Sciorsci, R. L. (2013): Evaluation of blood and milk oxidative status during early postpartum of dairy cows. *Animal*, 7(1):118-123.
- Serafini, M. and Del Rio, D. (2004): Understanding the association between dietary antioxidants, redox status and disease: is the total antioxidant capacity the right tool. *Redox Report*, 9:145-152.
- Seyfori, H., Ghasemi, H. A., Hajkhodadadi, I., Nazaran, M. H. and Hafizi, M. (2018): Growth performance, mineral digestibility, and blood characteristics of ostriches receiving drinking water supplemented with varying levels of chelated trace mineral complex. *Biological Trace Element Research*, 183:147-55.
- Spears, J. W. and Weiss, W.P. (2008): Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The veterinary Journal*, 176:70-76.
- Timmerman, H. M., Mulder, L., Everts, H., Van Espen, D. C., Van Der Wal, E., Klaassen, G., Rouwers, S. M. G., Hartemink, R., Rombouts, F. M. and Beynen, A. C. (2005): Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *Journal of Dairy Science*, 88(6):2154-2165.
- Winnefeld, K. (1996): Antioxidantien und Radikale: Analytik und klinische Bedeutung. *Journal of Laboratory Medicine*, 20(4):199-204.
- Yonny, M. E., García, E. M., López, A., Arroquy, J. I. and Nazareno, M. A. (2016): Measurement of malondialdehyde as oxidative stress biomarker in goat plasma by HPLC-DAD. *Microchemical Journal*, 129:281-285.
- Zhang, L., Wang, Y., Xiao, X., Wang, J., Wang, Q., Li, K., Guo, T. and Zhan, X. (2017): Effects of zinc glycinate on productive and reproductive performance, zinc concentration and antioxidant status in broiler breeders. *Biological Trace Element Research*, 178:320-326.

Corresponding author:

Dr. Susanne Rothstein
Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH
Küstermeyerstr. 16,
49393 Lohne, Germany
E-Mail: srothstein@biochem.net

Einfluss einer *Saccharomyces cerevisiae* (CNCM I-1077) Supplementation auf Milchleistung und Panseneffizienz von Milchkühen in Weidehaltung

Daniela Marthold¹, Sarah Mertens¹, Christian Scheidemann¹, Aurelien Piron²

¹ Lallemand-DHW GmbH (Lallemand Animal Nutrition), Schwarzenbach a. d. Saale, Deutschland

² Lallemand SAS (Lallemand Animal Nutrition), Toulouse, Frankreich

Einleitung

Die Nutztierhaltung befindet sich immer mehr im öffentlichen Fokus. Themen wie Nachhaltigkeit, artgerechte Haltung und Platzangebot werden hier besonders diskutiert. Aus Gründen des Tierwohls, der Verbraucherakzeptanz aber auch der Erzielung eines besseren Milchpreises, entscheiden sich immer mehr Landwirte für die Weidehaltung oder zumindest 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). Allerdings bedeutet jede Rationsumstellung 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 ersetzt bzw. für einige Stunden ausgetauscht. Dies hat einen negativen Einfluss auf den Pansen-pH-Wert und die Panseneffizienz.

Die Grasqualität und der Aufwuchs können im Verlauf der Weidesaison sehr unterschiedlich sein und dies stellt eine Herausforderung für die Pansenleistung dar. Weicher Kot kann auf eine gestörte Verdauung aufgrund von subakuter Pansenazidose (SARA) hindeuten (O'Grady L. et al., 2008), insbesondere wenn Gasblasen und unverdaute Fasern sichtbar sind. Die finanziellen Auswirkungen einer gestörten Pansenfunktion sind erheblich. Die Milchqualität kann vermindert sein, und die Kühe werden nicht ihr volles Potenzial ausschöpfen können. Hinzu kommen gesundheitliche Probleme, in erster Linie im Bereich Pansen, Leber und in Folge den Klauen.

Futterzusatzstoffe wie die pansenspezifische Lebendhefe *Saccharomyces cerevisiae* 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 ihre 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 die Körperkondition (BCS), das Wiederkauen, die Kotbeschaffenheit, aber auch die Fortbewegung, um die Pansengesundheit zu bewerten.

Material und Methoden

In einem Feldversuch wurden Milchkühe in Weidehaltung beobachtet, um den Einfluss einer Supplementation mit der Lebendhefe *S. c.* CNCM-1077 auf die Milchleistung und Indikatoren für Panseneffizienz zu evaluieren. Zusätzlich wurden 3 Audits zur Panseneffizienz durchgeführt und die Milchleistung der Tiere dokumentiert. Auf einem kommerziellen Betrieb in Irland wurden im Zeitraum Mai bis August 2019 55 Holstein Friesian Kühe in zwei Gruppen homogen aufgeteilt und untersucht: Versuchsbeginn war durchschnittlich der 95. Laktationstag bei landestypischer saisonaler Abkalbung; Milchfett 3,8 %, Milchprotein 3,43 %; Herdendurchschnitt 7.500 kg Milch oder 560 kg Milchfeststoffe.

Zehn der Tiere wurden 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 (Smxtec Messenger, Smaxtec, Graz) ausgelesen und gespeichert. Kalkuliert wurden aus den Pansenmesswerten der durchschnittliche Pansen pH-Wert innerhalb von 24 Stunden. Neben den Parametern aus dem Pansen wurden für alle 55 Kühe Leistungsdaten erhoben. Neben Milchleistung (kg/Tag), Milchfett (%), Milcheiweiß (%) sowie fettkorrigierte Milch (ECM, 4,0 % Fett), wurde der Ertrag nach Futterkosten ermittelt. Die Tiere erhielten zusätzlich zum Weidegang 6 kg Kraftfutter am Melkroboter. Die eine Hälfte (Kontrollgruppe) der Kühe erhielt neben der Ration keine weiteren Zusätze, die andere Hälfte der Tiere (Versuchsgruppe) erhielt 1 g/Tier/Tag einer pansenspezifischen Lebendhefe (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 - E 1711, Levucell SC, Lallemand Animal Nutrition) in der Standarddosis von 10×10^9 KBE/Tier/Tag.

Statistische Auswertung mittels SPSS. Signifikanzniveau wurde festgesetzt auf $p < 0,001$.

Ergebnisse

Tabelle 1 veranschaulicht die Auswirkungen, die die Zugabe der Lebendhefe bei den Tieren in der Versuchsgruppe auf verschiedene Pansenindikatoren hatte, verglichen mit den Werten der Tiere aus der Kontrollgruppe.

Tabelle 1: Positive Auswirkungen auf Pansenindikatoren durch die Stabilisierung des Pansen-pH-Wertes durch die Zugabe der Lebendhefe CNCM I-1077.

% der Kühe mit gutem/r	Kontrollgruppe (n=27)	Versuchsgruppe (n=28) (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> CNCM I-1077)
Wiederkauverhalten	29 %	86 %
Körperkondition	86 %	96 %
Pansenfüllung	83 %	97 %
Sauberkeit	47 %	81 %
Fortbewegung	87 %	90 %
Kotbeschaffenheit	62 %	100 %

$P < 0,001$

Die Messungen des durchschnittlichen Pansen-pH-Wertes zeigen, dass die Tiere der Versuchsgruppe (mit Supplementation) einen durchschnittlichen pH-Wert von 6,53 haben, während die Tiere in der Kontrollgruppe (ohne Supplementation) mit 6,41 einen niedrigeren Pansen-pH-Wert aufweisen.

Die Ergebnisse aus den Leistungsdaten zeigt Tabelle 2. Insgesamt zeigen die Kühe in der Versuchsgruppe eine Milchmehrleistung von 0,52 kg pro Tier und Tag. Das Milchfett war trotz der

höheren Milchleistung in dieser Tiergruppe um 0,17 Prozentpunkte höher. Beim Milcheiweißgehalt konnte nur ein geringer Unterschied beobachtet werden (3,43 % in der Versuchsgruppe, 3,39 % in der Kontrollgruppe). Bei Betrachtung der korrigierten Milchleistung zeigt sich die Versuchsgruppe deutlich überlegen. Hier konnte eine Mehrleistung von 1,14 kg pro Tier und Tag im Vergleich zu den Tieren in der Kontrollgruppe erreicht werden. Somit konnte auch die Futtereffizienz, also die erzeugten Milchkilogramm pro Kilogramm Trockenmasseaufnahme in der Versuchsgruppe durch die Zugabe der Lebendhefe verbessert werden. Der Landwirt erreicht einen höheren Ertrag nach Futterkosten (IOFC).

Tabelle 2: Ergebnisse aus der Leistungskontrolle der Tiere in den beiden Gruppen (n=55)

Parameter	Kontrollgruppe (n=27)	Versuchsgruppe (n=28) (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> CNCM I-1077)
Milchproduktion (kg/Tier/Tag)	28,70	29,22
Milcheiweiß (%)	3,39	3,43
Milchfett (%)	3,97	4,14
Energiecorr. Milch (kg/Tier/Tag)	27,70	28,84

Diskussion

Weidegang von Milchvieh spielt in Irland traditionell eine wichtige Rolle, gewinnt aber auch in anderen Regionen zunehmend an Bedeutung. Nicht zuletzt Tierwohlmaßnahmen führen zu einer neuen Diskussion dieser Haltungssysteme. Mit dem Weidegang und dem damit verbundenen Rationswechsel innerhalb des Tages sowie durch wechselnde Qualitäten der Gräser während der Vegetationsperiode, entstehen aber auch viele Probleme im Hinblick auf Pansengesundheit und Panseneffizienz. Auch die Nachhaltigkeit, also möglichst viel Milchkilogramm aus dem Kilogramm Trockenmasse zu gewinnen, ist unter solchen Haltungssystemen kritisch zu betrachten. In einem Feldversuch mit Milchkühen in Weidehaltung sollte daher der Einfluss der Supplementation mit der Lebendhefe *S. c.* CNCM I-1077 auf Parameter der Pansengesundheit und Effizienz sowie Leistungsparameter untersucht werden.

Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Einsatz der Lebendhefe das Mikrobiom des Pansens positiv beeinflusst, indem Restsauerstoff verbraucht wird und die Lebensgrundlage für fibrolytische Bakterien und Pilze verbessert wird. Die Ration kann so besser ausgenutzt und eine verbesserte Futtereffizienz erreicht werden. Im Versuch erbrachten die Kühe in der Versuchsgruppe ein Plus an Milch von 0,52 kg/Tag sowie eine erhöhte Qualität der Milchinhaltsstoffe, und sie zeigten verbesserte Auditparameter.

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 aus Gründen der Pansengesundheit und Ökonomie zu empfehlen ist.

Quellennachweis

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. *J. 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
- O'Grady L., Doherty M.L., and Mulligan F.J., 2008. Subacute ruminal Acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. *Vet journal.* 176: 44-49

Autorenanschrift:

Dr. Daniela Marthold
Lallemand Animal Nutrition
Färberstr. 22-24
95126 Schwarzenbach a. d. Saale
dmarthold@lallemand.com

How to improve dairy cow production and nitrogen efficiency through rumen-protected amino acids

Sara Flisi and Jörg Bartelt

Vetagro S.p.A., Italy

Introduction

Greenhouse gas emission is one of the major problems linked to the climate crisis. Intense farming and especially dairy production are accused to be one of the most important players, especially the high-producing dairy cows [1]. These animals have often overfed rumen undegraded protein: the expected result of this habit is to improve animal production and milk protein, but the reality is quite different. If the animals' amino acids requirements are not met, the consequence is an inefficient nitrogen utilization: same (or worst) performance with higher nitrogen emission with manure. In this case, nitrogen can lead to nitrous oxide and ammonia production in livestock housing, in manure storage facilities, and following application to the land [2].

On the other hand, the hasty dietary crude protein reduction has a negative impact on animal productivity and milk quality, especially if animal amino acid requirements are not fulfilled [3]. The first limiting amino acid for dairy cows is Methionine. Dairy diets, if not supplemented, are often limited in metabolizable methionine. Rumen-protection strategies can be employed to provide this metabolizable methionine and to balance the feed in terms of amino acid content.

Aim to this study was to assess the adequate amount of rumen protected methionine (Timet[®], Vetagro, Italy) to reach the optimal performance while evaluating nitrogen efficiency in dairy cows.

Materials and methods

48 Multiparous Holstein cows (127 ± 41 DIM) were used in a replicated 4 × 4 Latin square design with 28-d periods. Animals were randomly assigned to one of the following four dietary treatments:

- 1) Control (CON), a TMR diet deficient in metabolizable methionine (1.8% of metabolizable protein, MP [4]);
- 2) Low methionine (LM), the control diet supplemented with 20 g/cow/day of Timet[®] providing 11.0 g/cow/day of methionine;
- 3) Medium methionine (MM), the control diet supplemented with 35 g/cow/day of Timet[®] providing 19.3 g/cow/day of methionine;
- 4) High methionine (HM), the control diet supplemented with 50 g/cow/day of Timet[®] providing 27.5 g/cow/day of methionine.

Dietary CP was 17.3% of dry matter (DM) and 64% of dietary DM was based on corn and soybean.

Milk yield and dry matter intake (DMI) were recorded during the last 7 d of each period (28d). Milk samples were analyzed for protein, fat, lactose, milk urea nitrogen (MUN), and somatic cell count.

Blood analysis was conducted to assess the plasma methionine concentration (coccygeal samples were collected on d 27 and 28 of each period from all the cows).

Feed analysis on samples collected on d 27 and 28 of each period was conducted to determine the DM digestibility as well as the sum of organic and ammonia nitrogen using total Kjeldahl nitrogen digestion.

Fecal and urine samples were collected on d 27 and 28 of each period and used to perform nitrogen digestion and analysis as per feed samples. Retained nitrogen was calculated by taking the difference of milk and manure nitrogen from nitrogen intake. Productive nitrogen was calculated by adding milk nitrogen and retained nitrogen.

Treatment effects and the orthogonal contrasts were analyzed using the MIXED procedures of SAS with square, period within square, and treatment as fixed effects and cow within square as a random effect.

Results and discussion

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing increasing amounts of microencapsulated methionine on lactation performance and nitrogen efficiency.

Results (Table 1) showed that increasing amounts of Timet[®] in the diet cause an increase in plasma methionine, demonstrating the post-ruminal availability of this molecule and its absorption by the animals. About animal performance, milk yield increased linearly with increasing levels of methionine supplementation, from 38.05 ± 0.87 kg/d for the CON to 39.73 ± 0.87 kg/d for the HM group. Similarly, milk protein concentration tended to increase from $3.17 \pm 0.04\%$ for CON to $3.21 \pm 0.04\%$ for HM. When milk yield was considered, milk protein, lactose, and fat were greater with methionine supplementation, as well as fat and energy corrected milk production.

In our study there were no differences in DM digestibility (average: $59.01 \pm 2.65\%$), nor for urine and fecal output (averaging 6.21 ± 0.79 L/d and 10.36 ± 1.03 kg/d, respectively). Even if all groups demonstrated no significant differences for nitrogen intake and excretion with urine and milk, there was a linear decrease of fecal and manure nitrogen (as a percentage of the nitrogen intake, Figure 1) with increasing amounts of rumen-protected methionine fed. On the contrary, retained, and productive nitrogen linearly increased across treatments. These results suggest that relatively low CP diets with adequate amounts of supplemental rumen protected methionine can improve nitrogen metabolism, reducing the negative environmental effect of dairy production.

Table 1: Performance and Met plasma concentration of dairy cows consuming different concentrations of Timet®

	Dietary Treatment				SEM ¹	P-value ²			
	CON	LM	MM	HM		Trt	Lin	Quad	Cubic
Plasma Met, µg/ml	2.83 ^c	3.23 ^b	3.35 ^b	3.78 ^a	0.12	<0.01	<.0001	0.65	0.29
Dry matter intake, kg/day	23.59	23.39	23.02	23.33	0.46	0.64	0.39	0.49	0.48
Milk yield, kg/day	38.05	39.31	39.16	39.73	0.87	0.11	0.03	0.53	0.41
3.5% FCM ³	37.77 ^b	40.88 ^a	40.15 ^a	40.90 ^a	1.08	0.01	0.007	0.13	0.17
ECM ⁴	38.35 ^b	41.45 ^a	40.90 ^a	41.67 ^a	1.05	0.009	0.004	0.14	0.21
Protein, %	3.17	3.16	3.22	3.21	0.04	0.18	0.11	0.66	0.15
Protein, kg	1.16 ^b	1.24 ^a	1.25 ^a	1.27 ^a	0.03	0.003	0.0006	0.23	0.36
Fat, %	3.72	3.69	3.70	3.66	0.88	0.83	0.42	0.87	0.67
Fat, kg	1.35 ^b	1.45 ^a	1.43 ^a	1.45 ^a	0.05	0.03	0.02	0.14	0.25
Lactose, %	4.66	4.63	4.67	4.62	0.03	0.35	0.37	0.69	0.13
Lactose, kg	1.71 ^b	1.85 ^a	1.82 ^a	1.86 ^a	0.05	0.02	0.009	0.17	0.24
MUN, mg/dL	13.58	13.55	13.71	13.32	0.23	0.58	0.41	0.38	0.49
Somatic Cell Count	281.42	394.01	222.94	388.52	149.48	0.58	0.73	0.87	0.18

¹Highest standard error of treatment mean is shown;

²Main effect of treatment;

³3.5% Fat corrected milk = [milk fat (kg) × 16.216] + [milk yield (kg) × 0.4324];

⁴ECM = [0.327 × milk yield (kg)] + [12.95 × milk fat (kg)] + [7.65 × milk protein (kg)];

^{a-d}Values in the same row with different superscript differ significantly.

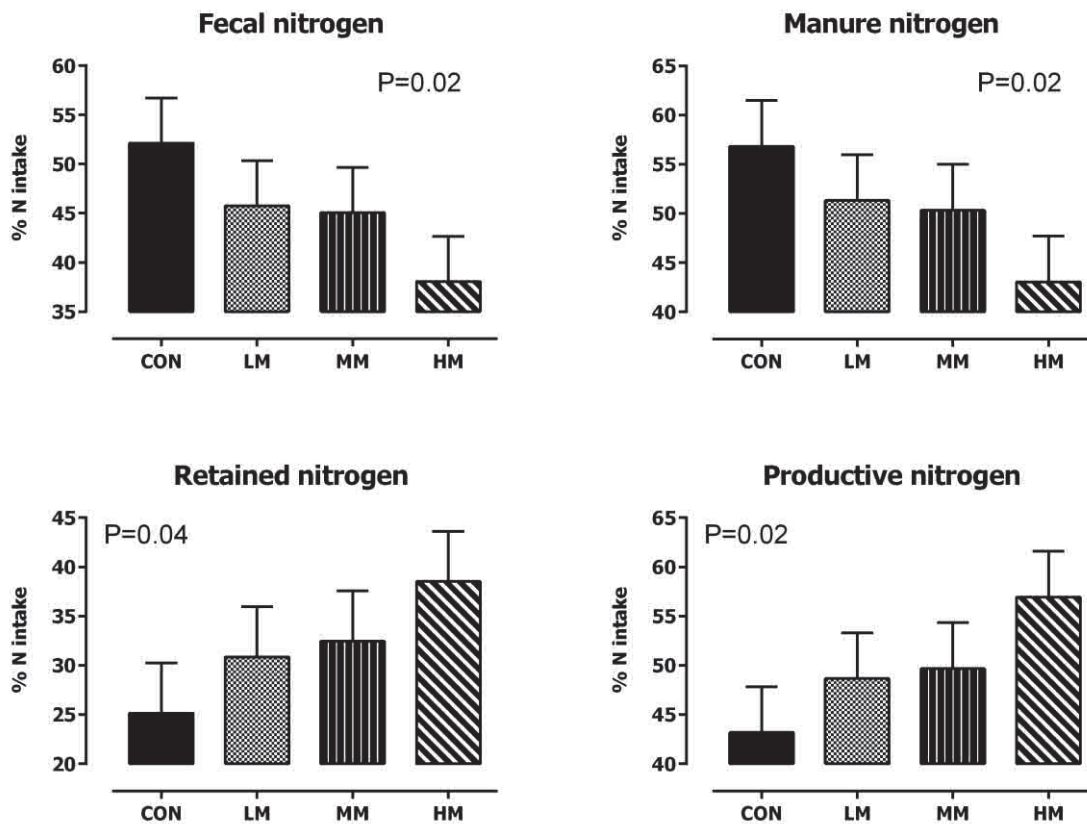


Figure 1: Nitrogen excreted with feces and manure, and retained and productive nitrogen in dairy cows consuming different concentrations of Timet[®], as a percentage of nitrogen intake.

Conclusions

Methionine is the first limiting amino acid in dairy cows and the supplementation of this essential nutrient to the diet of high-producing animals allows the reduction of crude protein in the diet, minimizing nitrogen excretion. The dietary supplementation with increasing amount of Timet[®] led to an increase in plasma methionine and to an improvement of animal productive performance. Greenhouse gas emissions are a concern across the industry: our results demonstrated that microencapsulated methionine supplementation can help decreasing nitrogen excretion in feces and manure.

Timet[®] is a useful tool to meet high-producing dairy cow amino acid requirements, improving animal performance, and reducing the environmental pollution.

References

- [1] Hagemann, M., Hemme, T., Ndambi, A., Alqaisi, O., Sultana, M.N. benchmarking of greenhouse gas emission of bovine milk production system for 38 countries. *Anim. Feed Sci. Tech.* **2011**. 166-167:46-58. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.04.002
- [2] Johnson, A.C.B., Reed, K.F., Kebreab, E. Evaluation of nitrogen excretion equations from cattle. *J. Dairy Sci.* **2016**. 99(9):766-7678. DOI: 10.3168/jds.2015-10730
- [3] Schingoethe, D.J. Balancing the amino acid needs of the dairy cow. *Anim. Feed Sci. Tech.* **1996**. 60(3-4):153-160. DOI: 10.1016/0377-8401(96)00976-5
- [4] Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council. Nutrient requirements of Dairy Cattle. Seventh revised edition. **2001**. *National academy press, Washington, D.C.*

Corresponding author:

Ph.D. Sara Flisi
Vetagro S.p.A.,
Via Porro, 2,
42124 Reggio Emilia,
Italy
technicalservice@vetagro.com



Timet[®] macht Ihre Wünsche wahr:
Ihre Milchkühe geben
ihre beste Milch.



Bestimmte Aussagen gelten möglicherweise nicht in allen geografischen Regionen. Die Produktkennzeichnung und die damit verbundenen Angaben können je nach rechtlichen Anforderungen abweichen.



Scannen Sie hier,
um mehr über
Timet[®] zu erfahren.



Timet[®]

Supplementation von potenziertem Zinkoxid bei laktierenden Milchkühen

M. Terré¹, V. Kromm², D. Sabrià¹, N. Prat¹, E. Parand³, P. Philipps⁴

¹ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Torre Marimó, Spain

² ANIMINE, Annecy, France

³ WUR, Wageningen, The Netherlands

⁴ Pulte GmbH & Co. KG, Hirtenweg 2, 82031 Grünwald, Germany

Einleitung

Zink gehört ist ein essenzielles Spurenelement für Wiederkäuer (NRC, 2001). Es ist allgemein bekannt, dass ein Zinkmangel Probleme in Tiergesundheit und tierischer Leistung hervorrufen kann. Andererseits ist es unter Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten wünschenswert, Zinkgehalte im Futter für Wiederkäuer zu reduzieren, um Ausscheidungen über den Kot zu beschränken.

HiZox® (Animine, France) ist ein potenziertes Zinkoxid für die Tierernährung, das eine höhere Bioverfügbarkeit im Vergleich zu anderen Standardzinkquellen aufweist (Cardoso, 2021). Ziel dieser Studie war es, Effekte von Zulagen des potenzierten Zinkoxids unterhalb des maximal in der EU zulässigen Gehaltes an Zink (120 ppm Zink bei 88% TM) (EU-Reg 2016/1095) auf die Leistung, die Milchqualität, die Serum-Zink-Konzentrationen sowie den Gesundheitsstatus bei laktierenden Milchkühen zu untersuchen.

Material und Methoden

60 mehr- und erstkalbige HF-Kühe wurden in 3 Buchten mit je 20 Kühen aufgeteilt. Die Buchten waren jeweils mit 20 Liegeboxen, 15 Fressplätzen mit individuellen TMR-Wiegeeinrichtungen und 4 Tränkebecken ausgestattet.

Die Tiere wurden gleichmäßig auf 4 Gruppen aufgeteilt entsprechend Ihrer Laktationsnummer, der Anzahl an Laktationstagen und der vorangegangenen Milchleistung (Tabelle1).

Tabelle 1: Ausgangsdaten der an der Studie teilnehmenden Kühe

	Behandlungen				SEM	P-value
	T40	T60	T90	T120		
Laktationsnummer	1,87	2,07	1,87	1,93	0,275	0,95
Laktationstage	159	158	148	154	2,4	0,99
Akt. Milchleistung, kg/d	33,0	32,8	30,1	32,2	1,70	0,62
Lebendmasse, kg	662	713	697	671	20,3	0,27
Vorh. Milchleistung, kg	11344	10365	12035	1,881	784	0,49

Jede Gruppe erhielt über 84 Tage (12 Wochen, von September bis Dezember 2020) folgende Supplementation mit Zink (Tabelle 2):

Tabelle 2: Zink in den Versuchsrationen der unterschiedlichen Behandlungen

	Zn in der Grundration (mg/kg TM)	Zn aus potenziertem ZnO (HiZox®) (mg/kg TM)	Total Zn (mg/kg TM)
T40	40	0	40
T60	40	20	60
T90	40	50	90
T120	40	80	120

Allen Kühen wurde die gleiche Basis-TMR (6,8 MJ NEL/, 131 g Rohprotein und 375 g NDF je kg TM) vorgelegt mit einem Vitamin- und Mineralstoff-Premix, um eine tägliche Versorgung mit 40 mg/kg TM zu erreichen (Tabelle 3). Diese Basisversorgung entsprach der Behandlung T40 (Kontrolle) (Tabelle 2).

Tabelle 3: Zusammensetzung der den Kühen im Trog vorgelegten TMR:

Rationsbestandteil	Anteil bezogen auf TM, kg/d
Luzerneheu	5.52
Weidelgrassilage	3.50
Weizensilage	3.22
Maismehl	6.64
Weizenmehl	2.19
Sojaextraktionsschrot ¹	1.43
Weizennachmehl	1.97
Magnesiumoxid	0.03
Natriumchlorid	0.07
Premix ²	0.04

¹ 0.89 kg TM/d wurden davon separat im Melkstand vorgelegt

² Calciumcarbonat 350 g/kg, Magnesiumoxid 50 g/kg, Eisencarbonat 50 mg/kg, Kupfersulfat 19.2 g/kg, Vitamin E-50% 17.6 g/kg, Standard- Zinkoxid 6.67 g/kg, Vitamin AD3 (1000/200) 2.25 g/kg, BHA 1.5 mg/kg, Vitamin D3 0.43 mg/kg, Kaliumjodid 0.36 mg/kg, Natriumselenit 0.33 mg/kg, Kobaltacetat 0.17 mg/kg

Die Kühe wurden zweimal täglich mit der basalen TMR in den individuellen Wiegetrögen gefüttert, jeweils nach dem Melken morgens um 8:00 Uhr und abends um 19:00 Uhr. Die zusätzliche Zinksupplementation erhielten die Kühe im Melkstand entsprechend ihrer zugeordneten Behandlung T40 bis T120 jeweils eingemischt in 1kg Sojaextraktionsschrot (pelletiert) (Tabelle 2).

Folgende Parameter wurden an unterschiedlichen Zeitpunkten erfasst:

- Täglich: individuelle Futtermittelaufnahme, Milchleistung und -zusammensetzung, Lebendgewicht, Futtermittelaufnahme
- Versuchsbeginn/Versuchsende: Serum Zn-Konzentration (5 Kühe/Behandlung)
- Versuchsende: Fettsäureprofil der Milch (jeweils 10 Kühe in T40 und T120)
- Erfassung der Viertel mit Mastitis während des Versuchszeitraumes

Aufgrund von Verweigerung des Konzentrats im Melkstand, schwerer Mastitis oder Futtermittelverwerfung am Trog wurden einzelne Tiere aus der Versuchsauswertung genommen. Dadurch verblieben für die statistische Auswertung je 14, 12, 14, und 13 Kühe jeweils in den Behandlungen T40, T60, T90, T120.

Zur statistischen Auswertung wurden für die Futtermittelaufnahme und die Milchleistung ein gemischtes Modell für multiple Mittelwertvergleiche herangezogen (PROC MIXED).

Die Ergebnisse zum Zinkgehalt im Serum wurden mittels des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests auf Signifikanz geprüft. Mastitis-Vorkommnisse innerhalb des Versuchszeitraumes wurden mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung jedes Euterviertels pro Kuh ausgewertet.

Ergebnisse

Die analysierten Gehalte an Zink im Futter waren in Übereinstimmung mit den erwarteten Gehalten (41, 59, 86 und 110 mg/kg DM analysiert im Vergleich zu den Zielwerten von jeweils 40, 60, 90, 120 mg/kg DM).

Im vorliegenden Versuch wurden keine Unterschiede in der Leistung (Futtermittelaufnahme, Milchleistung, Lebendgewicht oder in der Zusammensetzung der Milch zwischen den einzelnen Behandlungen beobachtet.

Die Zink-Supplementation mit dem potenzierten Zinkoxid erhöhte die Konzentration an Zink im Serum in der Behandlungsstufe T90 und T120 ($p=0,07$) (Abbildung 1)

Dabei bewegten sich die Gehalte im Serum innerhalb der Referenzwerte von 0,7 – 1,2 mg/L.

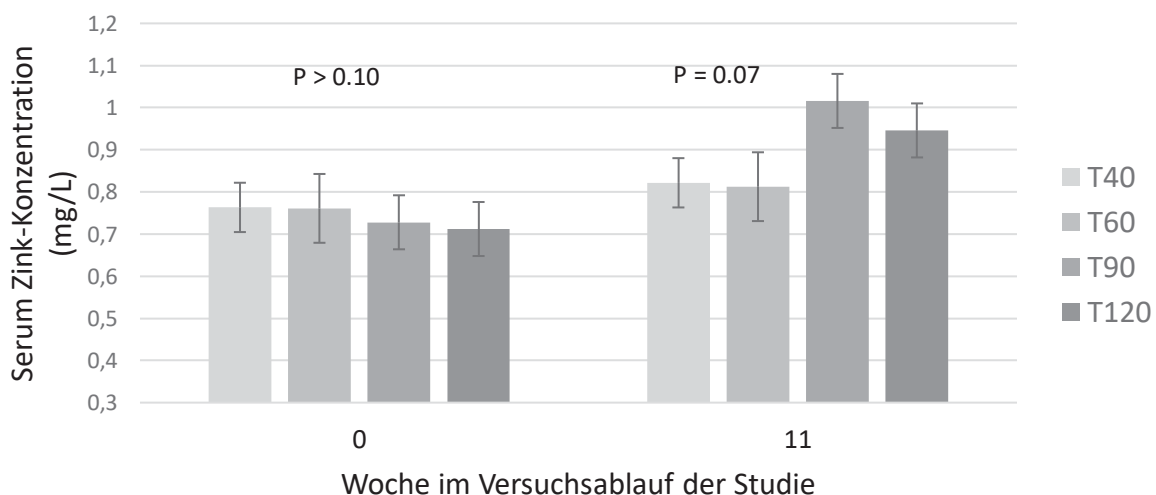


Abbildung 1: Entwicklung der Zinkkonzentrationen im Serum im Versuchsablauf

Tabelle 4 zeigt die Auswirkungen der zusätzlichen Zinksupplementation auf die Eutergesundheit der Kühe.

Die Supplementation mit dem potenzierten Zinkoxid resultierte in einer reduzierten Anzahl an Kühen mit Mastitis, wie auch in einer verringerten Anzahl infizierter Viertel und geringerem Schweregrad der Infektion im Vergleich zur negativen Kontrollgruppe (T40). Die größte Verbesserung wurde in der Behandlungsgruppe mit der höchsten Zulage an potenziertem Zinkoxid T120 ermittelt:

Tabelle 4: Eutergesundheit: Anzahl an Kühen und Anzahl mit Mastitis infizierter Viertel

	Behandlungen			
	T40	T60	T90	T120
Tiere mit Mastitis	7	6	5	2
Anzahl infizierter Viertel	13	11	8	3
Anzahl einmalig behandelte Viertel	5	6	3	1
Anzahl zweifach behandelte Viertel	5	1	3	1
Anzahl Viertel mit chronischer Mastitis	3	4	2	1

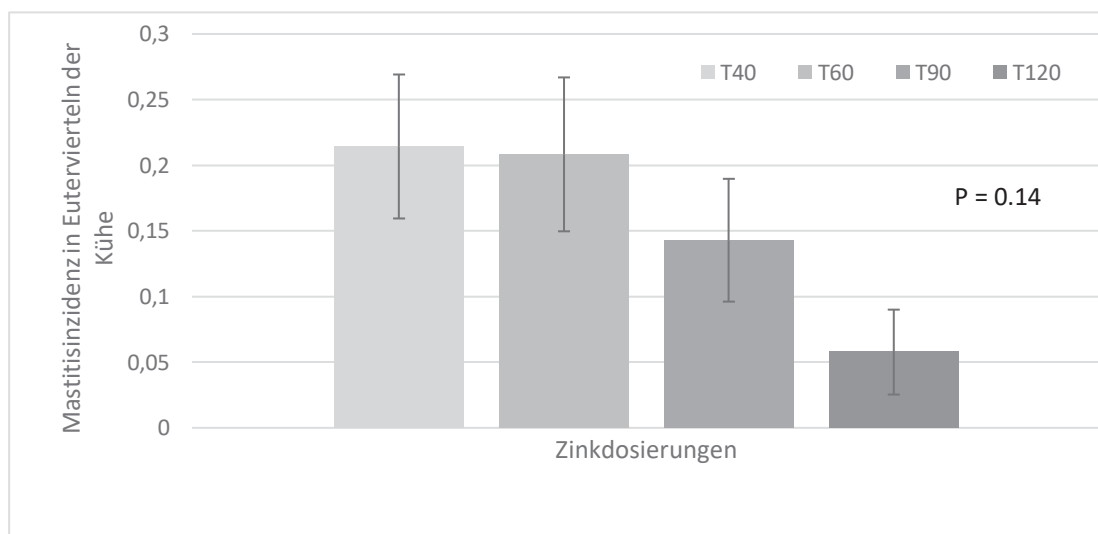


Abbildung 2: Mastitis Inzidenz in Vierteln von Milchkühen

Abbildung 2 zeigt die im Versuch beobachtete absteigende Mastitisinzidenz in den Eutervierteln der Kühe in Abhängigkeit von der ansteigenden Dosierung mit potenziertem Zinkoxid auf. In der Behandlung T90 lag die mittlere Inzidenz bei 0,14 und für die höchste Stufe T120 wurde eine mittlere Inzidenz von 0,06 ermittelt, während der Wert für die beiden unteren Behandlungsstufen bei 0,2 lag.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Ausgehend von einer Basisversorgung der Milchkühe mit 40 mg Zink/kg TM wurde im Rahmen dieser Studie für die weitere Zulagen von Zink bis zu 120 mg/kg TM ein gleichbleibendes Niveau für die Parameter Milchleistung, Milchzusammensetzung, Futteraufnahme und Lebendgewicht beobachtet und somit keine Unterschiede festgestellt. Die Versorgungsempfehlungen der GfE lauten für das Spurenelement Zink 50 mg/kg TM (GfE 2001). Dieses Niveau wurde mit der Behandlungsstufe T 60 erreicht. Weitere Untersuchungen über längere Versuchszeiträume sowie mit größerer Tierzahl wären hilfreich, um numerische Unterschiede hinsichtlich dieser Parameter statistisch abzusichern.

Bei der vorsichtigen Interpretation von Serumkonzentrationen müssen die Selbstregulationsmechanismen der Kuh beachtet werden. Im Rahmen dieser Studie wurden dosisabhängig die höchsten Zink-Konzentrationen im Serum in den Behandlungen mit den höchsten Zulage-Stufen T 90 und T120 analysiert.

Im Hinblick auf die Eutergesundheit wurden wiederum mit den beiden höchsten Dosierungen von 90 mg und 120 Zink/kg TM, d.h. Zulage von 50 mg und 80 Zink aus dem potenzierten Zinkoxid, positive Effekte auf das Auftreten von Mastitis ermittelt. Unter den Aspekten Tierwohl, Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes und Rentabilität könnte daher die Zulage von HiZox® innerhalb des in der EU maximal zulässigen Höchstgehaltes von Interesse sein.

Diese Studie ist Teil des Europäischen Smartcow Projektes.

<https://www.smartcow.eu/>

Literatur

COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2016/1095 of 6 July 2016 concerning the authorisation of Zinc acetate dihydrate, Zinc chloride anhydrous, Zinc oxide, Zinc sulphate heptahydrate, Zinc sulphate monohydrate, Zinc chelate of amino acids hydrate, Zinc chelate of protein hydrolysates, Zinc chelate of glycine hydrate (solid) and Zinc chelate of glycine hydrate (liquid) as feed additives for all animal species and amending Regulations (EC) No 1334/2003, (EC) No 479/2006, (EU) No 335/2010 and Implementing Regulations (EU) No 991/2012 and (EU) No 636/2013

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev ed. Washington, DC; National Academy Press; 2001

Cardoso, D., A. Romeo, S. Durosoy, N. Meme, Y. Chevalier & A. Narcy (2021) Effect of the physicochemical properties of zinc oxide sources on their bioavailability in broilers, British Poultry Science, DOI: 10.1080/00071668.2021.1940862

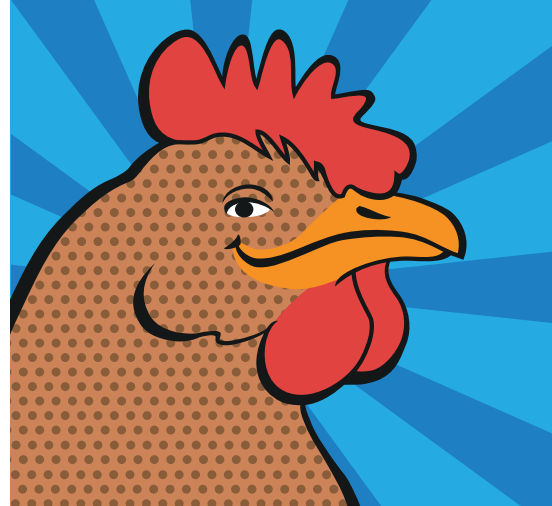
Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt a. Main

Corresponding author:

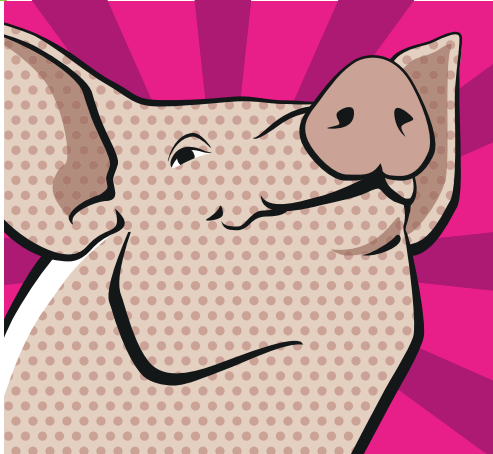
Dr. Petra Philipps
Pulte GmbH & Co. KG
Hirtenweg 2
D-82031 Grünwald
Email: petra.philipps@pulte.de



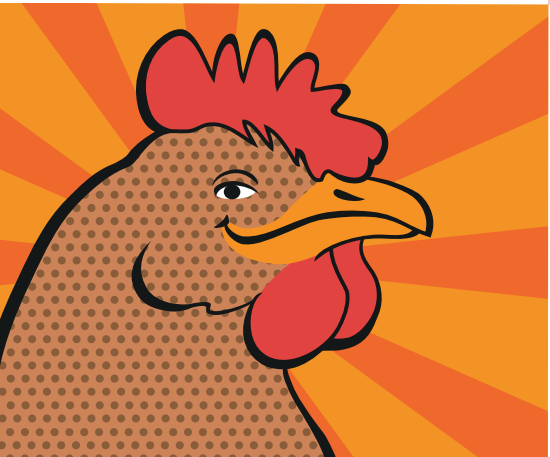
HiZox®
 POTENZIERTES
 ZINKOXID



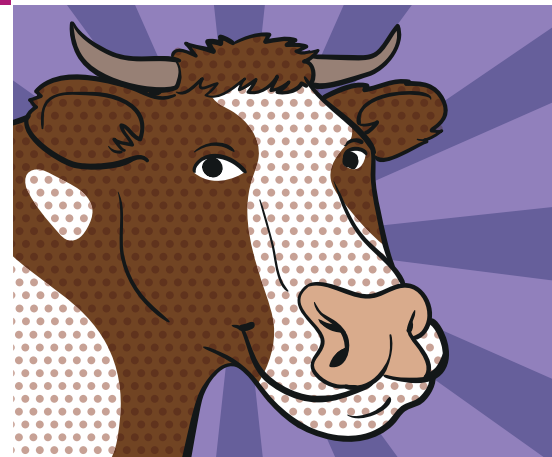
CoRouge®
 MONOVALENTES
 KUPFEROXID



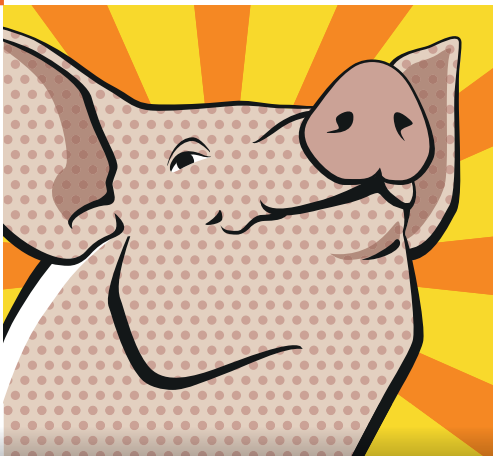
ManGrin®
 HOCHREINES
 MANGANOXID



HiZox®
 POTENZIERTES
 ZINKOXID



CoRouge®
 MONOVALENTES
 KUPFEROXID



ManGrin®
 HOCHREINES
 MANGANOXID

Selektives Ca-Management: neue Erkenntnisse zur Hypocalcämie unserer Hochleistungskühe

Peter Zieger

Homberg/Ohm, Innovationsteam Milch Hessen

Einleitung

Hypocalcämie bei Milchkühen

Bis zu 60,4% der Kühe können einen subklinischen Calciummangel erleiden (Venjakob et al., 2017). Calciummangel stellt deshalb neben Ketose das Hauptstoffwechselproblem unserer heutigen Hochleistungsmilchkühe dar. Inwieweit dieser Mangel pathologisch oder in Teilen sogar physiologisch sinnvoll oder gar erwünscht wird, ist derzeit Gegenstand vieler Diskussionen und Forschungsvorhaben. Im Folgenden soll der aktuelle Stand und eine neue Sichtweise vorgestellt werden.

Material und Methoden/Resultate

Verlaufskurven subklinischer Hypocalcämien in Milchviehbetrieben

McArt und Neves (2020) haben in zwei grossen Milchviehbetrieben die Calciumverläufe von frisch abgekalbten Färsen (n=144) und Kühen (n=263) gemessen von Tag 0 bis Tag 4 post partum. Es zeigten sich in beiden Tiergruppen vier unterschiedliche Verlaufstypen: Die Gruppe der normocalcämischen Tiere (NC; Färsen n=67; 46,5%; Kühe n=109; 41,4%), die Gruppe der transient hypocalcämischen Tiere (tSCH; n=25; 17,4% vs. n=50; 19%), die Gruppe der persistierend hypocalcämischen Gruppe (pSCH; n=33; 22,9% vs. n=34; 12,9%) und die Gruppe der verspätet hypocalcämischen Tiere (dSCH; n=19; 13,2% vs. n=70; 26,6%). Als Cut-off wurde ein Wert von Gesamtserumcalcium von 2,15 bei Rindern bzw 1,77 mmol/l bei älteren Kühen angenommen.

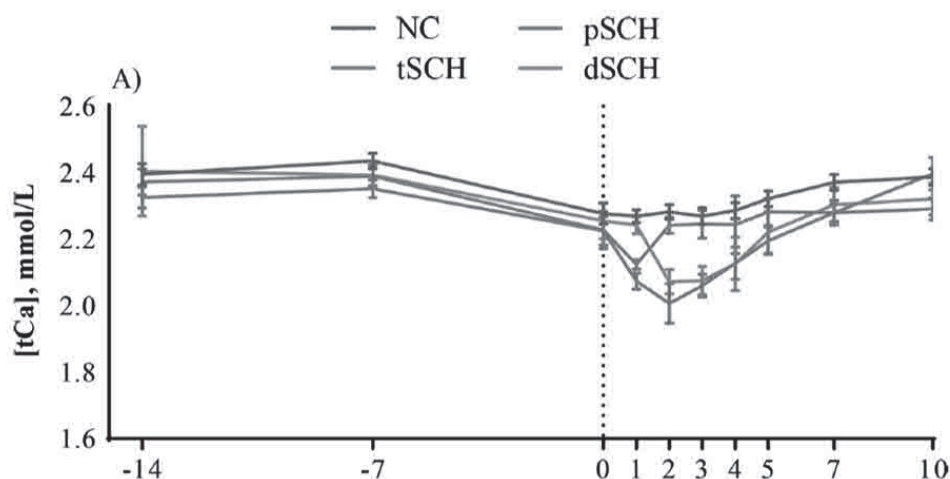


Abbildung 1: Calciumserumverläufe (2 Wochen ap. bis 10 Tage pp) von Erstkalbinnen (n=144) aus 2 Herden (McArt und Neves, 2020), Erklärungen im Text.

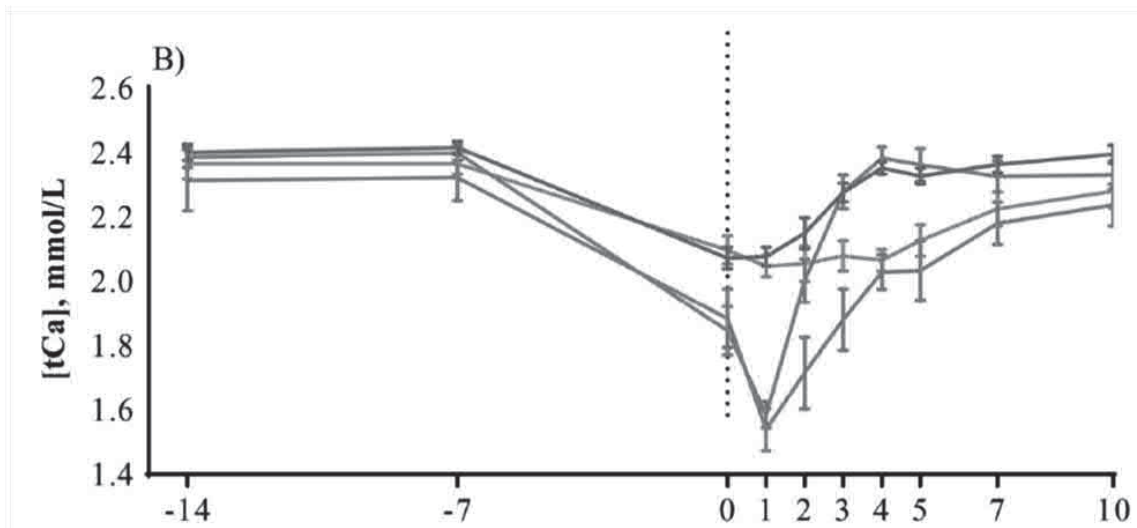


Abbildung 2: Calciumserumverläufe (2 Wochen ap. bis 10 Tage pp) von multiparen Kühen (n=263) aus 2 Herden (McArt und Neves, 2020)

Auswirkungen verschiedener Calciumserumverläufe auf Krankheitsinzidenzen von Transiterkrankungen

Mc Art und Neves (2020) beobachteten Erstkalbinnen und Kühe auch hinsichtlich ihrer Erkrankungshäufigkeit (siehe Tabelle):

Table 2. Incidence of early lactation disease or removal events within the first 60 DIM in primiparous (n = 144) and multiparous (n = 263) Holstein cows from 2 dairy herds in New York based on postpartum Ca status group¹

Item	Incidence, %							
	Primiparous				Multiparous			
	NC (n = 67)	tSCH (n = 25)	pSCH (n = 33)	dSCH (n = 19)	NC (n = 109)	tSCH (n = 50)	pSCH (n = 34)	dSCH (n = 70)
Hyperketonemia ²	9.0	16.0	39.4	26.3	30.3	48.0	50.0	50.0
Metritis	4.5	8.0	27.3	26.3	5.5	4.0	17.6	12.9
Displaced abomasum	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.0	11.8	8.6
Herd removal	1.5	0.0	0.0	0.0	0.9	2.0	2.9	12.9
Adverse event ³	14.9	20.0	57.6	47.4	33.0	50.0	61.8	60.0

¹Ca status group was categorized based on plasma Ca as follows: NC = normocalcemic (primiparous [Ca] >2.15 mmol/L at 1 and 2 DIM, multiparous [Ca] >1.77 at 1 DIM and 2.20 mmol/L at 4 DIM); +SCH = transient subclinical hypocalcemia (primiparous [Ca] ≤2.15 at 1 DIM and >2.15 mmol/L at 2 DIM, multiparous [Ca] ≤1.77 at 1 DIM and >2.20 mmol/L at 4 DIM); pSCH = persistent subclinical hypocalcemia (primiparous [Ca] ≤2.15 mmol/L at 1 and 2 DIM, multiparous [Ca] ≤1.77 at 1 DIM and ≤2.20 mmol/L at 4 DIM); or dSCH = delayed subclinical hypocalcemia (primiparous [Ca] >2.15 at 1 DIM and ≤2.15 mmol/L at 2 DIM, multiparous [Ca] >1.77 at 1 DIM and ≤2.20 mmol/L at 4 DIM).

²Hyperketonemia diagnosed as blood BHB concentration ≥1.2 mmol/L at 3, 5, 7, or 10 DIM.

³Adverse event = one or more of hyperketonemia, metritis, displaced abomasum, or herd removal diagnoses.

Erstaunlich, dass nur 46,5 % der Erstkalbinnen bzw. 41,4 % der älteren Kühe normocalcämische Blutwerte aufwiesen. Rund 20 % waren jeweils transient hypocalcämisch und 35% bzw. 38% waren am Tag 4 noch hypocalcämisch. Im Vergleich zu den normocalcämischen Kühen erkrankten die anderen hypocalcämischen Kühen rund 30% häufiger an den bekannten Transiterkrankungen. Die höchsten Erkrankungshäufigkeiten jedoch hatten die persistent oder verspätet hypocalcämischen Tiere. Hier war das Risiko rund 4 x höher.

Diskussion

Rolle der subklinischen Hypocalcämie wird neu diskutiert

Amerikanische Wissenschaftler sehen den problemlosen transienten subklinischen Calciummangel per se nicht mehr als pathologisch an. Sowohl Prof. Jessy Goff (Iowa State Universität) wie auch Prof. Laura Hernandez (Universität von Wisconsin) stellen diese neue Ansicht in ihren Referaten auf der kürzlichen 4State Dairy Nutrition Conference vor¹. Für Prof. Lance Baumgard¹ (Iowa State Universität) ist darüber hinaus der transiente Calciummangel ein wichtiges Signal für ein gut funktionierendes Immunsystem einerseits, andererseits aber auch Ausdruck eines Entzündungsgeschehens. Mc Art und Neves (Cornell Universität, New York; 2020) zeigen dementsprechend, dass die höchstleistenden Tiere zwar in den ersten beiden Laktationstagen einen leichten Calciummangel zeigen, aber ohne Intervention in der Lage sind, ihre eigene Calciumhomöostase aufrechtzuerhalten. Problematisch sind aber nach wie vor die persistent hypocalcämischen Kühe genauso wie die Kühe, die zur Abkalbung noch normocalcämische Werte aufwiesen, ab dem 3./4. Tag aber in einen Calciummangel rutschten. Diese Kühe entwickeln sich im weiteren Verlauf zu den „Sorgenkindern“ mit deutlich und signifikant erhöhten Erkrankungsraten.

Diese Tiere gilt es insbesondere in der ersten Laktationswoche zu erkennen und gezielt zu behandeln.

Baumgard (2021) sieht darüberhinaus die gestörte Calciumhomöostase in vielen Fällen als Ausdruck eines Entzündungsgeschehens, insbesondere am Darm. Er konnte in seinen Studien zeigen, dass Lebendhefen in der Fütterung in der Lage sind, nach einem LPS Challenge den Calciumspiegel im Vergleich zur Kontrollgruppe um 38 % höher aufrecht zu halten (Al Qaisi et al., 2020).

Calcium an der Kuh vor Ort messen

Bislang war eine zeitnahe Cow-side Messung von Calcium im Blut im Stall an der Kuh nicht möglich bzw. nicht rentabel. Ein neuer Calciumschnelltest (LaquaTwin iCa, Quidee GmbH) schliesst nun diese Lücke. Er kommt ohne Teststreifen aus, muss aber regelmässig kalibriert werden und ermittelt mit dem ionisierten Calcium die stoffwechselaktive Calciumfraktion. Das Instrument wurde über einen Zeitraum von 3 Jahren an der Cornell Universität für den Einsatz an Rindern entwickelt und geprüft (Neves et al., 2017). Dabei zeigte sich eine Sensitivität von 100 % und Spezifität von >93,5%. In einer weiteren Studie überprüften Suzuki et al. (accepted, 2021) das Instrument mit dem iStat 1-Analysegerät (Abbott POC). Dabei zeigte sich eine 100%ige Übereinstimmung hinsichtlich eines 20% Korridors zwischen den beiden Geräten.

Conclusion

Das Calciummanagement wird in Zukunft eine ähnlich differenzierte Herangehensweise wie beim Ketosemanagement erfahren. Von einer pauschalen präventiven „Blanket“ Therapie, sei es durch Calciuminfusionen oder der Verabreichung von Calciumboli profitieren im Prinzip nur ein Drittel der Kühe. Darüberhinaus besteht die Gefahr, die Calciumhomöostase der normocalcämischen Kühe zu beeinträchtigen. Mit neuen Technologien wie dem LaquaTwin iCa wird es möglich sein, Kühe unmittelbar im Stall zu messen und zielgerichtet und damit problemorientiert Massnahmen zu treffen.

Literatur

Al Quaisi et al. (2020): Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on heat-stressed dairy cows, J. Dairy Sci., 103, p. 9634 – 9645.

Baumgard, L. (2021): The effect of inflammation on milk fever, ketosis and fertility of dairy cows, Healthy Life Symposium, proceedings.

Goff, J. (2021): Hypocalcemia can be reduced - Steps That We know will work. FourState Dairy Nutrition and Management Conference, proceedings.

Hernandez, L. (2021): Perturbations of calcium around calving, FourState Dairy Nutrition and Management Conference, proceedings.

McArt, J.A. und R. C. Neves (2020): Association of transient, persistent, or delayed subclinical hypocalcemia with early lactation disease, removal, and milk yield in Holstein cows. J. Dairy Sci. 103, p. 690 – 701.

Neves, R.C. et al. (2017): Method comparison and validation of a prototype device for measurement of ionized calcium concentrations cow-side against a point-of-care instrument and a benchtop blood-gas analyzer reference method. J. Dairy Sci., 101, p. 1334-1343.

Suzuki, K. et al. (2021): Validation of the bovine blood calcium checker as a rapid and simple measuring tool for the ionized calcium concentration in cattle, J. Vet. Med Sci., tbd.

Venjakob, P.L. et al. (2019): Hypocalcemia—Cow-level prevalence and preventive strategies in German dairy herds. J. Dairy Sci. 100, p. 9258 – 9266

Autorenanschrift:

Innovationsteam Milch Hessen
Dr. med. vet. Peter Zieger
Hauptstrasse 53a
35315 Homberg Ohm
pzieger@diamondv.com

Mykotoxine in Nebenerzeugnissen – eine unterschätzte Gefahr? Eine Studie zum Vorkommen von Mykotoxinen in Zuckerrübenschnitte, Weizenkleie und DDGS

Behler-Wöchtl Bettina¹, Müller Anneliese¹, Nies Walter², Taschl Ines^{*1}

¹ BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Österreich

² Consultant BIOMIN Holding GmbH, Zell u. A., Deutschland

Einleitung

Die Tierhaltung trägt weltweit mit über 15% zu den vom Menschen verursachten Emissionen von Treibhausgasen (THG) und damit zum Klimawandel bei (Steinfeld et al., 2006). Verschiedene Studien (Luo und Kathuria, 2013; Pettersson, 2004) haben gezeigt, dass der Klimawandel zu einer Verminderung der Erträge und zu einer Erhöhung der Mykotoxinbelastung führt, da sich der auf die Pflanzen einwirkende Umweltstress nachweislich auf die Produktion von Sekundärmetaboliten auswirken kann. Darüber hinaus beeinflussen extreme Dürreperioden, Überschwemmungen und Schwankungen zwischen Nass- und Trockenperioden die Lebenszyklen mykotoxinbildender Pilze.

Es gibt ein großes Potential an Komponenten, die nicht oder nur teilweise für die menschliche Ernährung eingesetzt werden können. Dazu zählen Nebenerzeugnisse aus diversen Produktionsprozessen. Da diese ohnehin anfallen, ist deren effizienter Einsatz in der Tierernährung sowohl aus ökonomischen als auch ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll. Nebenerzeugnisse könnten jedoch potentiell verstärkt unerwünschte Inhaltsstoffe wie Mykotoxine enthalten.

Der BIOMIN World Mykotoxin Survey gibt Einblick in die Belastung diverser Futtermittelkomponenten mit Mykotoxinen. Im Folgenden werden die Resultate aus der Analyse folgender ausgewählter Nebenerzeugnisse präsentiert: Zuckerrübenschnitte, Weizenkleie und DDGS (distiller´s dried grains with solubles, Schlempe).

Material und Methoden

In die Auswertung fließen Daten ein, die durch die Analyse von Proben mit verschiedenen Methoden erhoben wurden: LC-MS/MS, HPLC und ELISA. In Folge werden die Ergebnisse zum Vorkommen der sechs Haupt-Mykotoxingruppen (Aflatoxine- Afla; Zearalenon- ZEN; Deoxynivalenol- DON; T-2; Fumonisine- FUM und Ochratoxin A- OTA) präsentiert. Tabelle 1 stellt die Anzahl der untersuchten Proben und deren Herkunft dar. Die Zuckerrübenschnitten-Proben stammen überwiegend aus Deutschland und Österreich und wurden gezielt gesammelt, um einen Einblick in die Belastung dieser Futtermittelkomponenten mit Mykotoxinen zu erlangen. In den Jahren 2017 und 2018 kam nur eine Probe zur Auswertung, weshalb abweichend zu den anderen Nebenerzeugnissen nur ein 3-Jahres-Zeitraum (2019-3.9.2021) dargestellt wird. Für Weizenkleie und Schlempe kommen Daten aus Routineeinsendungen zur Auswertung. Es werden Daten von Gesamteuropa (Weizenkleie) bzw. aus der ganzen Welt (DDGS) gezeigt, um eine aussagekräftige Probenanzahl präsentieren zu können. Aus Europa stammten in diesem Zeitraum lediglich 93 DDGS Proben.

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Proben und Probenherkunft. Nicht jede Probe wurde jeder Untersuchung unterzogen.

	Zeitraum	Betrachtete Region	Probenanzahl
Zuckerrübenschnitte	1.1.2019 bis 3.9.2021	Zentraleuropa (Fokus Österreich und Deutschland)	112
Weizenkleie	1.1.2017 bis 3.9.2021	Europa	146
DDGS (Schlempe)	1.1.2017 bis 3.9.2021	Weltweit	1098

Ergebnisse

Zuckerrübenschnitte:

In 92 % der getesteten Zuckerrübenschnitten-Proben aus den Jahren 2019-2021 wurde das durch Fusarium gebildete Mykoöstrogen Zearalenon nachgewiesen. Die durchschnittliche Belastung aller positiven Proben lag bei 376 ppb, der Maximumwert bei 11.983 ppb (Tabelle 2). Bei näherer Betrachtung der ZEN Belastung ist ersichtlich, dass die durchschnittlichen Kontaminationen starken jährlichen Schwankungen unterliegen (Abbildung 1). Die Prävalenz ist mit 71 % bis 98 % durchwegs hoch.

Tabelle 2: Belastung zentraleuropäischer Zuckerrübenschnitte mit sechs der wichtigsten Mykotoxine.

Parameter	Afla	ZEN	DON	T2	FUM	OTA
Probenanzahl	67	108	108	73	79	66
% kontaminierte Proben	3%	92%	34%	12%	15%	3%
Durchschnitt der positiven Proben (ppb)	5	376	145	16	31	3
Median der positiven Proben (ppb)	5	99	59	12	30	3
Maximum (ppb)	7	11983	630	34	51	5

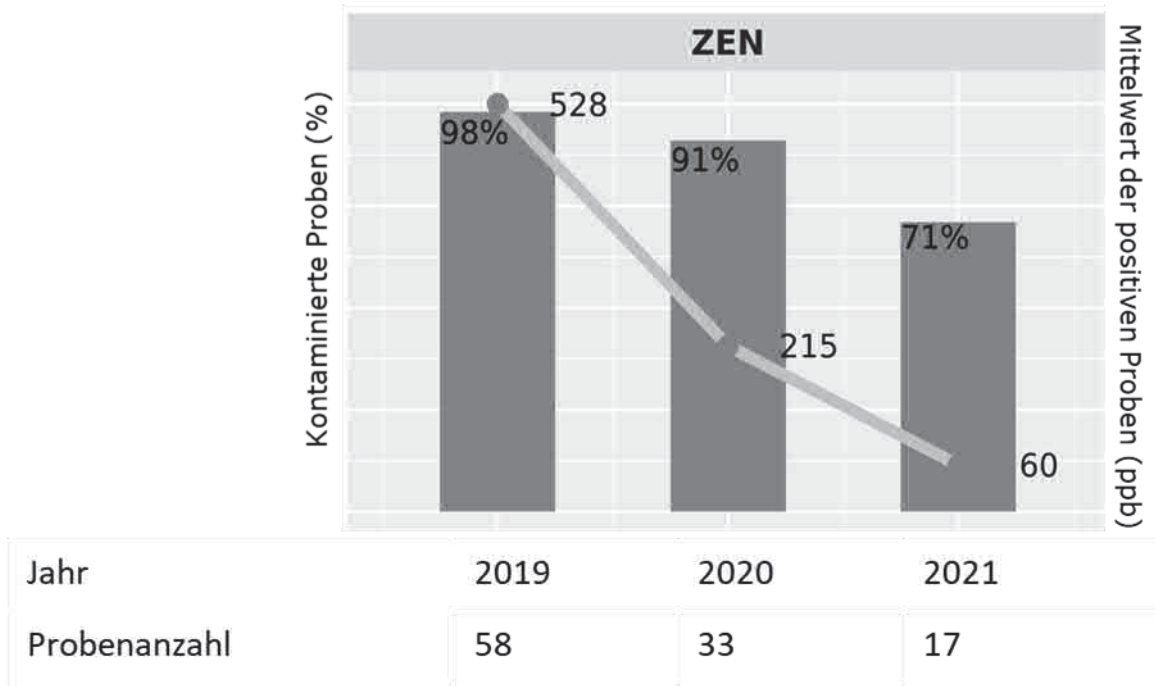


Abbildung 1: Prävalenz und Kontaminationsgrad von Zuckerrüben-Proben. Die prozentuellen Angaben bzw. die Säulenhöhe beziehen sich auf die Prävalenz ZEN-positiver Proben. Die graue Linie zeigt den durchschnittlichen Belastungsgrad (in ppb) an.

Weizenkleie:

Insbesondere die analysierten Toxine der Gruppe der Trichothecene DON und T2 konnten häufig nachgewiesen werden (Tabelle 3). Bei DON fallen hohe Schwankungen der durchschnittlichen Konzentrationen auf (Abbildung 2).

Tabelle 3: Belastung von europäischer Weizenkleie mit sechs der wichtigsten Mykotoxine.

Parameter	Afla	ZEN	DON	T2	FUM	OTA
Probenanzahl	121	143	146	114	119	115
% kontaminierte Proben	18%	37%	77%	45%	14%	37%
Durchschnitt der positiven Proben (ppb)	2	27	579	11	265	8
Median der positiven Proben (ppb)	2	22	252	6	60	4
Maximum (ppb)	5	115	3901	78	1575	50

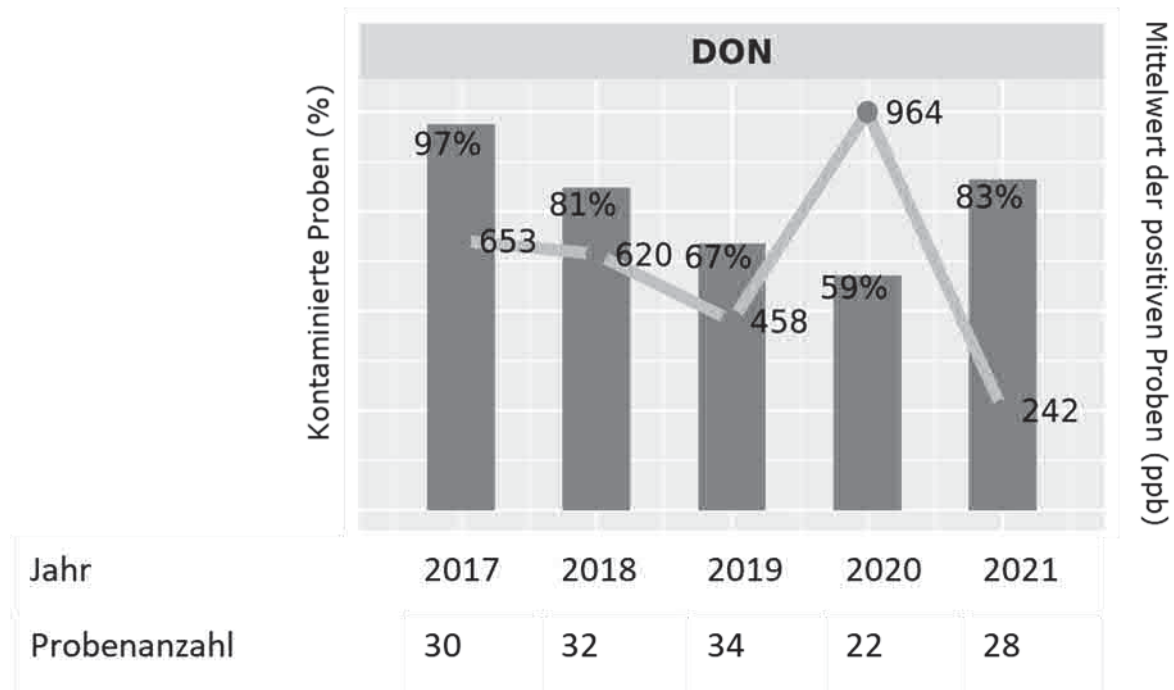


Abbildung 2: Prävalenz und Kontaminationsgrad von Weizenkleie-Proben. Die prozentuellen Angaben bzw. die Säulenhöhe beziehen sich auf die Prävalenz DON-positiver Proben. Die Linie zeigt den durchschnittlichen Belastungsgrad (in ppb) an.

DDGS:

Von den 1010 untersuchten DDGS Proben aus der ganzen Welt waren 94% mit einer sehr großen Belastung von durchschnittlich 2610 ppb DON kontaminiert (Tabelle 4). Zearalenon (ZEN) wurde in 88% der untersuchten Proben gefunden mit einem hohen Mittelwert von 360 ppb. Auch Fumonisine wurden in 94% der Proben detektiert mit einem hohen mittleren Konzentrationslevel. 96% aller untersuchten DDGS Proben waren mit mehr als einem Toxin kontaminiert. Die Belastung ist außer bei DON und Fumonisinen, wo starke Schwankungen zu sehen sind (Abbildung 3) über die Jahre relativ stabil.

Tabelle 4: Belastung von DDGS aus der ganzen Welt mit sechs der wichtigsten Mykotoxine.

Parameter	Afla	ZEN	DON	T2	FUM	OTA
Probenanzahl	1042	1069	1010	901	1066	966
% kontaminierte Proben	24%	88%	94%	17%	94%	15%
Durchschnitt der positiven Proben (ppb)	17	360	2610	54	2936	16
Median der positiven Proben (ppb)	5	232	1750	29	1012	3
Maximum (ppb)	398	2862	41300	914	238503	460

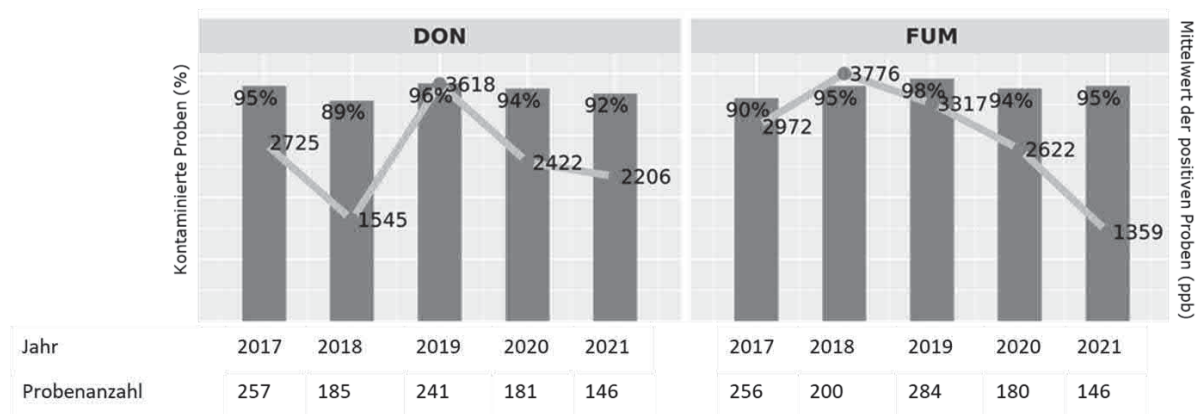


Abbildung 3: Prävalenz und Kontaminationsgrad von DDGS. Die prozentuellen Angaben bzw. die Säulenhöhe beziehen sich auf die Prävalenz positiver Proben (DON bzw. FUM). Die Linie zeigt den durchschnittlichen Belastungsgrad (in ppb) an.

Diskussion

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Einsatz der betrachteten Nebenprodukte als Futtermittel mit einem erhöhten Risiko der Mykotoxinexposition einhergeht. Die tatsächliche Exposition des Tieres ist von der Einsatzmenge des betroffenen Futtermittels sowie vom Kontaminationsgrad der anderen verwendeten Futtermittel abhängig. Eine Analyse von Nebenprodukten auf die wichtigsten Mykotoxingruppen ist auf jeden Fall zu empfehlen, um eine Entscheidungsgrundlage über den möglichen Anteil der Komponente in der Ration beziehungsweise über eine zusätzliche Intervention zu erlangen. Eine solche Intervention wäre der Einsatz eines Futtermitteladditives mit nachgewiesener Wirkung gegen die entsprechenden Toxine.

Bei der Zuckerrübenschnitte ist der hohe Kontaminationsgrad mit ZEN bei eher geringer Belastung mit DON herauszustreichen. Dies entspricht nicht den Erfahrungswerten von Getreide, wo ein gemeinsames Vorkommen häufig ist bzw. die Konzentrationen korrelieren (Gruber-Dorninger et al., 2019). Umso wichtiger ist es, sich insbesondere bei Zuckerrüben-assoziierten Produkten nicht auf die Analyse von DON zu beschränken, da kein Rückschluss auf die ZEN-Belastung zu ziehen ist.

Weizenkleie, welche auch in der menschlichen Ernährung eingesetzt wird, zeigt vor allem eine hohe Prävalenz an DON mit teils hohen Konzentrationswerten. Die Kontamination mit den anderen betrachteten Mykotoxinen ist eher moderat.

DDGS fällt in der Biotreibstoffproduktion an und gewinnt weltweit an Bedeutung, auch wenn es in Europa derzeit eine eher kleine Rolle spielt. In den präsentierten Daten fallen sowohl eine hohe Prävalenz an ZEN, DON und FUM-kontaminierten Proben auf, sowie extreme Maximalwerte. Der Einsatz dieses Futtermittels, welches in Rationen von Rindern, Schweinen, Geflügel und Fischen Soja und Mais ersetzen soll (Makkar, 2018), sollte daher unbedingt mit einem lückenlosen Analysenschema einhergehen. Die Möglichkeit des Einsatzes von bis zu 50% DDGS in der Ration von trächtigen Sauen, wie von Makkar (2017) empfohlen, erscheint im Angesicht der Toxinbelastung schwierig.

Schlussfolgerung

Die vorliegenden Daten zeigen eindeutig, dass die betrachteten Futtermittel zur Mykotoxinexposition der Tiere erheblich beitragen können. Die engmaschige Untersuchung solcher Komponenten auf die wichtigsten Mykotoxine ist daher unbedingt notwendig. Angesichts der unbestrittenen Notwendigkeit der Ressourcenschonung in der Nahrungsmittelproduktion sind praktikable, nachweislich wirksame Lösungen zur Dekontamination und somit Nutzbarmachung belasteter Futtermittel notwendig. Die Mycofix®-Produktlinie von Biomin® kann die Belastung von Tieren durch Mykotoxine mit nachweislicher Wirksamkeit verringern.

Literatur

- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. *Food & Agriculture Org.*
- Luo, Q., & Kathuria, A. (2013). Modelling the response of wheat grain yield to climate change: a sensitivity analysis. *Theoretical and applied climatology*, 111(1), 173-182.
- Pettersson, H. (2004). Controlling mycotoxins in animal feed. *Mycotoxins in Food: Detection and Control*. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 262-304.
- Gruber-Dorninger, C., Jenkins, T., & Schatzmayr, G. (2019). Global mycotoxin occurrence in feed: A ten-year survey. *Toxins*, 11(7), 375.
- Makkar, H. P. S. (2018). Feed demand landscape and implications of food-not feed strategy for food security and climate change. *Animal*, 12(8), 1744-1754.

Autorenanschrift:

*Taschl Ines
¹BIOMIN Holding GmbH, Getzersdorf, Österreich;
BIOMIN Holding GmbH
Erber Campus 1, 3131 Getzersdorf, Austria
Tel: +43 2782 803 11349
ines.taschl@dsm.com

Mycofix®



Absoluter Schutz

Mycofix® – die 1. Wahl für Ihr Mykotoxin-Risiko-Management!

- wirksam gegen alle Trichothecene (z.B. DON, NIV, T-2 usw.)
- deaktiviert Fumonisine
- bindet Aflatoxin
- Wirksamkeit durch Europäische-Behörden bestätigt*

Mycofix® bietet für jede Tierart eine spezifisch abgestimmte Lösung zur Bekämpfung von Mykotoxinen.

Alternativ helfen Ihnen unsere Partner gerne mit individuellen Lösungen für Ihren Betrieb.



BIOMIN Deutschland GmbH
Telefon: +49 7361 9246 0
office.germany@biomin.net

www.biomin.net

*EU Verordnungen Nr. 1060/2013, 1016/2013, 1115/2014, 2017/913, 2017/930 und 2018/1568.
MYCOFIX (IR-554780) und BIOMIN (IR-509692) sind registrierte Marken der Erber Aktiengesellschaft.

Nährstoffverteilung im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten

Aniela Honig¹, Vivienne Inhuber², Hubert Spiekers¹, Wilhelm Windisch², Kay-Uwe Götz³, Manfred Schuster⁴, Thomas Etle¹

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 Wachstumspotenzial von Mastbullen der Rasse Fleckvieh wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch gezielte Zucht und Fortschritte in Management, Futter und Fütterung erheblich gesteigert. In der Praxis wird dies durch gestiegene Tageszunahmen und Endgewichte deutlich. Durch eine intensivere Mast könnte sich die Gewebeverteilung und die chemische Zusammensetzung der Bullenkörper verändert haben. Dies wiederum könnte 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 Nährstoffverteilung im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten.

Material und Methoden

Das Forschungsprojekt umfasste einen Fütterungsversuch mit anschließender Stufenschlachtung und Ganzkörperanalyse wachsender Fleckviehbullen. Die Durchführung des Versuchs ist in Veröffentlichungen von Honig et al. (2020) ausführlich dargestellt. Zusammenfassend wurden für den Versuch zunächst 72 männliche Fleckviehkälber (Gewicht: 80 ± 6 kg; Alter: 42 ± 9 Tage) mit Milchaustauscher und einer Kraftfutter-Heu-TMR gefüttert. Nach dem Absetzen erhielten die Tiere eine TMR auf Basis von Kraftfutter und Maissilage. Für die Mast, beginnend mit einem mittleren Gewicht von 225 ± 29 kg, wurden die Tiere in zwei Fütterungsgruppen „Energie Norm“ (NE) mit 11,6 MJ ME/kg TM und „Energie Hoch“ (HE) mit 12,4 MJ ME/kg TM eingeteilt. Die unterschiedlichen Energiegehalte wurden durch stark abgestufte Kraftfutteranteile erzielt. So erhielten die Tiere der NE Gruppe eine Ration aus 80 % Maissilage und 20 % Kraftfutter (Basis TM), während den Tieren der HE Gruppe eine Ration aus 40 % Maissilage und 60 % Kraftfutter gefüttert wurde.

Während der Fresseraufzucht wurde die Futterraufnahme täglich je Fütterungsgruppe und die Aufnahme an MAT automatisch am Tränkeautomaten erfasst. Während der Mast wurde die tägliche Futterraufnahme tierindividuell mit automatischen Wiegetrögen bestimmt. Die Lebendmassen der Tiere wurden in der

Fresseraufzucht alle zwei Wochen und in der Mast alle vier Wochen festgestellt und daraus die Tageszunahmen errechnet. Während des Versuches 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 (heute BaySG) in Grub geschlachtet. Während der Schlachtung wurden Nierentalg, Viszeralfett und Schlachtkörperfett (Auflagefett, intermuskuläres Fett) aus den Tierkörpern mechanisch ausgelöst und separat verwogen, um den Gesamtanteil an Fettgewebe im Bullenkörper zu messen. Genauere Darstellungen der Abläufe während der Schlachtung und der anschließenden Schlachtkörperzerlegung sind in Arbeiten von Honig et al. (2020) zu finden.

Die einzelnen Fettgewebe wurden homogenisiert und es wurden Gewebeprobe für die chemische Analyse genommen. Bei der chemischen Analyse wurden die Gewebeprobe auf die Gehalte an Wasser (VDLUFA 2012, Methode 3.1), Rohasche (VDLUFA 2012, Methode 8.1), Rohprotein (VDLUFA 2012, Methode 4.1.2) und Rohfett (BVL 2014, Methode L 06.00-6) untersucht. Aus den Nährstoffanteilen der einzelnen Fettgewebe wurden die Nährstoffgehalte des Gesamtfettgewebes berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Proc Mixed von SAS (Version 9.4, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Kenward-Roger-Methode. Die Auswertung beinhaltete eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Interaktion (Fütterungsgruppe, Gewichtsgruppe, Fütterungsgruppe x Gewichtsgruppe). Ergebnisse sind in LS Means und zugehörigen Standardfehlern dargestellt und wurden durch die Option PDIFF verglichen. Signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Gruppen sind mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse zur Mast- und Schlachtleistung wachsender Fleckviehbullen bei Fütterung von Rationen mit unterschiedlichen Energiegehalten wurden bereits in Arbeiten von Honig et al. (2020) ausführlich behandelt. Ein Überblick über die im Versuch gemessene Futteraufnahme und Mastleistung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Mittlere tägliche Futter-, Nährstoff-, Energieaufnahmen und Zunahmen von Bullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch in verschiedenen Lebendmassenbereichen (Honig et al. 2020)

Futteraufnahme und Mastleistung	Gewichtsbereiche								SEM
	120-200 kg	200-400 kg		400-600 kg		600-780 kg			
		n = 64	Norm n = 27	Hoch n = 27	Norm n = 18	Hoch n = 18	Norm n = 9	Hoch n = 9	
Trockenmasse (kg/Tag)	4,38	7,03 ^a	7,75 ^b	9,47 ^a	10,66 ^b	10,72 ^a	11,35 ^b	0,09	
Rohprotein (g/Tag)	647	1001 ^a	1107 ^b	1372 ^a	1546 ^b	1538 ^a	1665 ^b	11,91	
Stärke+Zucker (g/Tag)	1474	2441 ^a	3562 ^b	3059 ^a	4776 ^b	3500 ^a	5167 ^b	38,70	
aNDFom (g/Tag)	1464	2274 ^a	1973 ^b	3116 ^a	2701 ^b	3526 ^a	2759 ^b	28,92	
Umsetzbare Energie (MJ/Tag)	51,4	82,1 ^a	96,1 ^b	110,1 ^a	132,3 ^b	124,3 ^a	141,7 ^b	1,02	
Zunahmen (g/Tag)	1452	1717 ^a	1841 ^b	1753 ^a	1910 ^b	1500	1521	27,07	

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

Zusammenfassend zeigten Bullen der HE-Gruppe signifikant höhere tägliche Trockenmasse-, Zucker-, Stärke-, und Energieaufnahmen, während bei Bullen der NE-Gruppe eine signifikant höhere tägliche aNDFom Aufnahme verzeichnet wurde. Außerdem zeigten Tiere der HE Gruppe eine höhere tägliche Aufnahme an Rohprotein. Allerdings überschritten die Rohproteinaufnahmen der Tiere beider Fütterungsgruppen die Empfehlungen zur Proteinversorgung (GfE 1995), sodass das Wachstum der Bullen nicht durch die Proteinversorgung eingeschränkt wurde.

Die täglichen Zunahmen der Bullen beider Fütterungsgruppen lagen über die gesamte Mastdauer auf hohem Niveau. So betrug die Zunahme der NE-Gruppe im Mittel 1699 g/Tag und die der HE-Gruppe 1792 g/Tag. In den Gewichtsbereichen 200-400 kg und 400-600 kg zeigten die mit hochenergetischer Ration gefütterten Bullen außerdem signifikant höhere tägliche Zunahmen als Bullen aus der Energie Norm Gruppe. Durch die höheren Zuwachsraten erreichten die Tiere der HE-Gruppe das Endgewicht von 780 kg im Durchschnitt 21 Tage früher (Tab. 2) und lassen somit eine Überlegenheit der ökonomischen Effizienz erwarten. Im Hinblick auf die physiologische Effizienz wachsender Fleckviehbullen zeigte sich bei beiden Fütterungsgruppen eine Erhöhung des Futter- und Energieaufwands mit zunehmender Lebendmasse der Tiere. Außerdem zeigte sich bei Bullen der HE-Gruppe in hohen Lebendmassebereichen ein erhöhter Futter- und Energieaufwand, verglichen mit Tieren der NE-Gruppe.

Tab. 2: Mittlere Schlachalter und Endgewichte der Fleckviehbullen nach Schlachtgruppen (Honig et al. 2020)

Schlachteistung	Gewichtsklassen					SEM
	120 kg n = 8	200 kg n = 10	400 kg n = 9/9	600 kg n = 9/9	780 kg n = 9/9	
Schlachalter (d)						
Energie Norm	94	147	271	375	502 ^a	5,50
Energie Hoch			271	366	481 ^b	
Endgewicht (kg)						
Energie Norm	121	200	399	595	777	4,05
Energie Hoch			401	595	784	

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

Die Nährstoffverteilung im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen ist in Tabelle 3 dargestellt. Im Wachstumsverlauf der Tiere verdoppelte sich der Rohfettanteil des Fettgewebes und stieg damit auf knapp 80 % in der höchsten Gewichtsklasse. Währenddessen verringerte sich der Wasseranteil des Fettgewebes von knapp 50 % in der leichtesten Gewichtsklasse auf knapp 16 % in der höchsten Gewichtsklasse. Der Rohproteinanteil nahm von der niedrigsten bis zur höchsten Gewichtsklasse um die Hälfte ab. Der Rohascheanteil des Fettgewebes lag im gesamten Wachstumsverlauf bei unter einem Prozent und nahm bedingt durch den steigenden Rohfettanteil im Fettgewebe bis auf 0,2 % ab. Die Fütterung mit unterschiedlichen Energiegehalten zeigte keinen Einfluss auf die Nährstoffanteile im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen.

Die im Wachstumsverlauf erkennbare Zunahme des Rohfettanteils bei gleichzeitigem Rückgang des Wasser- und Rohproteinanteils wurde auch in Studien von Schulz et al. (1974), Berg & Butterfield (1976) und Otto et al. (1994) nachgewiesen. Hierbei wird deutlich, dass Fettgewebe vor allem im frühen Entwicklungsstadium der Tiere einen hohen Anteil an protein- und wasserreichem Bindegewebe beinhaltet, welches zur Strukturierung und Festigung des Fettgewebes beiträgt.

Tab. 3: Mittlere Leerkörperfettanteil (%) und Nährstoffanteile (%) im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen der Fütterungsgruppen Energie Norm und Energie Hoch in verschiedenen Gewichtsklassen

Nährstoffe im Fettgewebe	Gewichtsklassen					SEM
	120 kg n = 8	200 kg n = 10	400 kg n = 9/9	600 kg n = 9/9	780 kg n = 9/9	
Leerkörperfett						
Energie Norm	3,7 ^{Aa}	6,8 ^{Bb}	9,9 ^C	13,7 ^D	18,7 ^E	0,57
Energie Hoch			10,3 ^c	14,6 ^d	18,4 ^e	
Wasser						
Energie Norm	49,3 ^{Aa}	30,1 ^{Bb}	20,3 ^C	17,9 ^{CD}	15,7 ^D	0,86
Energie Hoch			20,8 ^c	16,9 ^d	15,6 ^d	
Rohprotein						
Energie Norm	11,2 ^{Aa}	7,3 ^{Bb}	7,0 ^B	5,7 ^B	6,0 ^B	0,52
Energie Hoch			7,0 ^b	6,3 ^{bc}	5,1 ^c	
Rohfett						
Energie Norm	39,0 ^{Aa}	62,3 ^{Bb}	72,4 ^C	76,2 ^D	78,1 ^D	1,10
Energie Hoch			72,0 ^c	76,5 ^d	79,1 ^d	
Rohasche						
Energie Norm	0,6 ^{Aa}	0,4 ^{Bb}	0,2 ^C	0,2 ^C	0,2 ^C	0,01
Energie Hoch			0,3 ^c	0,2 ^{cd}	0,2 ^d	

^{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 nominal gesteigerten Zuwachsleistungen bei signifikant erhöhter ME-Aufnahme. Die Nährstoffverteilung im Fettgewebe wachsender Fleckviehbullen wurde nicht beeinflusst. Eine stärkere Verfettung war nicht gegeben. Der Versuch bestätigt, dass Fleckviehbullen auch bei intensiver Mast bis zu den heute üblichen Mastendgewichten von knapp 800 kg ohne Probleme mit Verfettung gemästet werden können. Größere Effekte auf die Leistung sind nur dann zu erwarten, wenn die Energiekonzentration der TMR deutlichere Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme hat.

In der weiteren Auswertung der Versuchsdaten wird der Ansatz an Mineralstoffen und Aminosäuren zur Neubewertung des Bedarfs an Phosphor, Kalzium etc. sowie an Protein berechnet.

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

Literaturangaben

- Berg, R. T., & Butterfield, R. M., 1976: New concepts of cattle growth. Sydney University Press, Sydney, Australien.
- BVL, 2014: BVL L 06.00-6:2014-08, Untersuchung von Lebensmitteln - Bestimmung des Gesamtfettgehaltes in Fleisch und Fleischerzeugnissen - Gravimetrisches Verfahren nach Weibull-Stoldt – Referenzverfahren. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- DLG, 1985: DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf, Frankfurt a. M.
- GfE, 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 6, Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag-GmbH, Frankfurt am Main, Deutschland.
- Honig, A. C., Inhuber, V., Spiekers, H., Windisch, W., Götz, K.-U., Etle, T., 2020: Influence of dietary energy concentration and body weight at slaughter on carcass tissue composition and beef cuts of modern type Fleckvieh (German Simmental) bulls. Meat Science 169.
- Otto, R., Heindl, U., Augustini, C., Schwarz, F. J., Reimann, W., Kirchgessner, M., 1994: Schlachtierabgang bei Jungbullen, Färsen und Ochsen in Abhängigkeit von Mastendmasse und Fütterungsintensität. Fleischwirtschaft 74 (7), 779-783.
- Schulz, E., Oslage, H. J., & Daenicke, R., 1974: Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff- und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen. Verlag Paul Parey, Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung; Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition, 4, 1-70.
- VDLUFA, 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Autorenanschrift:

Aniela Honig und Dr. Thomas Etle
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
D-85586 Poing-Grub
Email: Aniela.Honig@lfl.bayern.de; Tel. 08161 8640 7422
Email: Thomas.Etle@lfl.bayern.de; Tel. 08161 8640 7411

Globigen

Unterstützung der Immunität

Früh auftretende Krankheiten wie Durchfall sind oft auf einen Mangel an Immunität zurückzuführen

Handeln Sie jetzt: **Nutzen Sie Globigen!**

Unterstützen Sie Ihre Tiere in kritischen Zeiten und stärken Sie deren Darmgesundheit wie auch ihr Immunsystem mit unseren Globigen-Produkten.



Benefits of optimising silage fermentation

K. Kraft ^{1*}, G. Beggin ², A. Stanway ², U. Steinruck ¹

¹ Pulte GmbH, Hirtenweg 2, 82031 München; *Konstanze.Kraft@pulte.de

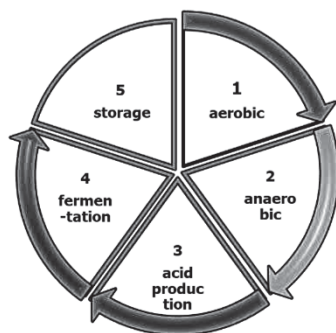
² Microferm Limited, Spring Lane North Worcestershire, WO WR141BU Malvern

Introduction

The significance of locally produced food is becoming more and more relevant especially with regard to climate change and resource management. With a push towards the generation of renewable energy coupled with an ever-increasing demand for residential and industrial properties, agricultural production is consistently losing land to other industries like bioenergy production and construction. However, growing demand for food is pushing for more efficacy in current food production methods. With around 5 Mio. hectares of grassland, representing about a third of the total agricultural land, grasslands are a key part of agricultural production while also providing a habitat for biological diversity.

Ruminants are currently the focus of intensive discussions especially regarding high levels of methane emissions. While ruminant feed has predominantly been composed of grass and other high fibre plants (i.e., whole maize) which monogastric animals and humans cannot process. Therefore, the contribution of ruminants metabolizing high fibre plants to high energy foods such as milk or meat provides an outlet for these high fibre feeds which would otherwise go to waste. Nevertheless, these plants need to be conserved either as hay or silage. While the latter preserves much more nutrients and energy in the feed, the ensiling process is an anaerobic fermentation process.

Figure 1: Phases of ensiling



The different phases during this process are shown in Figure 1 (Bolsen et al., 1995). Whereas in the beginning the excess oxygen is used up, inhibiting microbes dependent on oxygen such as yeasts and mold. In the anaerobic phase only bacteria capable of functioning without oxygen can reproduce such as lactic acid or enterobacteria. Latter are undesirable and can be inhibited by acid, hence the acid production (lactic and acetic acid) is the most important phase in successful ensiling.

During the fermentation more acid is produced, successfully inhibiting undesirable bacteria and spoilage resulting in a clamp that is stable over a long period of time. Acid production and fermentation play a key role therefore other studies have shown that lactic acid bacteria (LAB) that are brought in from fields are unsteady and fermentation can be optimized further.

The aim of this study was to show that the addition of LAB to grass, mixed and maize silages optimized the fermentation process. In this study *L. plantarum*, *P. acidilactici*, *L. brevis* and *L. fermentum* were used in different silages to optimise silage conservation. With optimizing the fermentation reduced dry matter losses and less spoilage goes along, positively contributing to ecological and economical factors of feed production.

Material and methods

In this study 4 strains of lactic acid producing bacteria were assessed regarding the efficacy as silage additives. The experiments were conducted with 3 different herbage, each with 4 replicates. The herbage were classified conforming to the categories easy, moderately difficult, and difficult to ensile¹ (EFSA, 2008). The forages were harvested and chopped to approximately 40 mm chop length using a stationary forage cutter before being thoroughly mixed. The chopped forages were separated into equal quantities and either classified as untreated (control) or as treated.

All 4 replicates for each strain were treated with 100.000 cfu/g FM with a spray bottle using 5 ml per kg. After application of treatments forages were ensiled in PVC drainage pipe silos. Plungers were used to fill the silos to equal density and all silos were filled within approximately 2 hours to remove time of ensiling effects. The silos were stored indoors for 90 days at 20±2°C and protected from direct sunlight. One sample from each of the four replicate silos per treatment was taken for analysis after 90 days. In silo dry matter (DM) losses were determined gravimetrically and were related to the forages initial DM content. DM contents were corrected for volatiles lost during drying according to Weissbach and Strubelt (2008).

The statistical analysis was carried out using the software package SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, USA). Each forage was analysed separately with a non-parametric test, the Wilcoxon two sample test, which is based on ranked data. Data from inoculated silos were ranked and compared against data from untreated control silos. Mean ranks of two treatments were assumed significantly different from each other when the p values of the Kruskal-Wallis test was < 0.05.

Results and discussion

The results presented in Table 1 refer to the strains *L. plantarum* and *P. acidilactici* in comparison with an untreated control (c). Both treatments showed significantly improved fermentation characteristics (p<0.05). Ammonium N was measured since it indicates protein decay, whereas higher amount of Ammonium N equal higher protein decay. Protein decay is amongst other factors linked to the activity of bacteria like clostridium. However only in one instance Ammonium N was significantly reduced.

The optimised fermentation expressed by the significantly higher lactic acid production for maize (c= 0,5 %, *L. plantarum*= 1,4 %, *P. acidilactici*= 1,1 %), grass-clover (c= 1,4 %, *L. plantarum*= 2,3 % and *P. acidilactici*= 2,0 %) and for lucerne (c= 1,3 %, *L. plantarum*= 2,2 % and *P. acidilactici*= 2,2 %) was shown over all silage types.

The production of lactic acid yields 2 moles of lactic acid from 1 mole of glucose (Gänzle 2015). While the production of acetic acid produces only 1 mole acetic acid and carbon dioxide (Oude Elferink 2001). Hence, the production of acetic acid is less efficient than the production of lactic acid.

In the case of *L. plantarum* and *P. acidilactici* less acetic acid was produced. By producing more lactic rather than acetic acid more energy was conserved in the silage. The significantly reduced DM losses support this argument since more carbon was bound in the silage. Especially in the case of lucerne (difficult) 6,7 % DM losses in the control compared to 3,6% (*L. plantarum*) and 3,7 % (*P. acidilactici*) DM losses, show that in this study round about 3 % more DM was preserved.

¹ easy to ensile (> 30g water soluble carbohydrates / kg fresh matter)
moderately difficult to ensile (15-30g water soluble carbohydrates / kg fresh matter)
difficult to ensile (< 15g water soluble carbohydrates / kg fresh matter)

Table 1: Effects of different lactic acid producing bacteria on ammonium N and dry matter losses at a concentration of 100.000 cfu/g fresh plant material

	Dose (cfu/g)	Lactic acid (% fresh wt)	Acetic Acid (%fresh wt)	Ammonium N (%of total N)	Dry Matter Loss (%)
Maize (easy)	control	0.5	0.4	-	6.6
	<i>L. plantarum</i>	1.4*	0.2*	-	4.4*
	<i>P. acidilactici</i>	1.1*	0.3*	-	5.1
Grass clover (easy)	0	1.4	0.4	10.7	4.7
	<i>L. plantarum</i>	2.3*	0.3*	9.1*	3.0*
	<i>P. acidilactici</i>	2.0*	0.2*	8.7	3.0*
lucerne (difficult)	0	1.3	0.6	12.2	6.7
	<i>L. plantarum</i>	2.2*	0.4*	11.9	3.6*
	<i>P. acidilactici</i>	2.2*	0.4*	11.5	3.7*

* The *p* values refer to $p \leq 0.05$ (* of significance) and refer to comparisons between untreated and treated, not to comparisons between the strains

In Table 2 the fermentation results of *L. brevis* and *L. fermentum* are shown. Both strains produce lactic and acetic acid. Acetic acid has been proven to be the sole substance responsible for the increased aerobic stability, and this acid acts as an inhibitor of spoilage organisms like yeast and mold (Danner 2003). Even though the production of acetic acid uses more energy, in silages with spoilage issues or where more aerobic stability is desired the use of *L. brevis* and *L. fermentum* has been shown beneficial in this study. Despite higher acetic acid production, the results show no significant differences in dry matter losses

Whereas the acetic acid production was significantly ($p \leq 0.05$) higher in the treated silages compared to the control (maize: $c=0,4\%$, *L. brevis*= $0,5\%$, *L. fermentum*= $0,6\%$; grass $c=0,7\%$, *L. brevis*= $1,4\%$, *L. fermentum*= $1,4\%$; wheat: $c=0,6\%$, *L. brevis*= $0,9\%$, *L. fermentum*= $0,9\%$). In this study aerobic stability increased significantly in the treated silages with values of > 120 h for maize ($c= 25,5$ h), grass ($c= 98$ h) and wheat > 240 h ($c= 78,5$ h). Danner (2003) found that the increased acetic acid production is directly linked to increased aerobic stability, this is as previously mentioned, the result of the inhibition of spoilage organisms. McKay (2019) found that mycotoxins can reduce milk yield influencing farm income directly, thus aerobic stability is a key factor in sugar and starch rich silages since spoilage can affect the whole clamp.

Table 2: Aerobic stability and acid production of differently classified silages treated with 2 strains of lactic acid bacteria applied 100.000 cfu/g fresh matter

	Dose (cfu/g)	Lactic acid (% fresh wt)	Acetic Acid (%fresh wt)	Dry Matter Loss (%)	Aerobic stability (hours)
Maize (easy)	0	1.4	0.4	4.8	25.5
	<i>L. brevis</i>	1.6*	0.5*	3.8	129.5*
	<i>L. fermentum</i>	1.2	0.6*	3.8	121.5*
Grass (easy)	0	2.8	0.7	6.8	98
	<i>L. brevis</i>	3.2	1.4*	7.1	>240*
	<i>L. fermentum</i>	3.1	1.4*	7.1	>240*
wheat (difficult)	0	1.3	0.6	4.3	78.5
	<i>L. brevis</i>	1.7	0.9*	3.1	>240*
	<i>L. fermentum</i>	1.4	0.9*	3.9	>240*

* The *p* values refer to $p \leq 0.05$ (* of significance) and refer to comparisons between untreated and treated, not to comparisons between the strains

Conclusions

The two homo fermenter strains (*L. plantarum* and *P. acidilactici*) showed improved fermentation characteristics, conserving more energy in the silage and more DM. A higher amount of dry matter harvested from each hectare while keeping the fertilizer management and harvesting process the same can be achieved by using a silage additive. In conclusion, using *L. plantarum* and *P. acidilactici* result in a higher yield of feed while also improving resource management.

However, preserving feed is not the only parameter of interest, feed quality is also important as it is directly linked to animal health. The use of microbes (*L. brevis* and *L. fermentum*) producing lactic acid as well as acetic acid has shown to improve stability and as a result the aerobic quality of silages.

Finally, the use of silage additives contributes to a better feed quality and reduced losses. With more and high-quality feed food production is optimized and the risk of food/ feed competition is minimized.

Literature

Bolsen, K.K., Ashbell, G. and Weinberg, Z. G. (1995): Silage fermentation and silage additives- a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Volume 9 Issue 5, Pages.483-493.

Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. and Braun, R. (2003): Acetic acid increases stability of silage unter aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, Volume 69 Issue 1.

EFSA (2008): Guidance for the preparation of dossiers for technological additives *EFSA Journal* 2008;10(1):2528.

Gänzle MG (2015). "Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage". *Current Opinion in Food Science*. 2: 106–117. doi:10.1016/j.cofs.2015.03.001.

McKay, Z. C., Averkievab, O., Rajauriaa, G. and Piercea, K. M. (2019): The effect of feedborne *Fusarium* mycotoxins on dry matter intake, milk production and blood metabolites of early lactation dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 253, Pages 39-44.

Oude Elferink, S., Krooneman, J., Gottschal, J., Spoelstra, S. F., Faber, F. and Driehuis, F. (2001): Anaerobic Conversion of Lactic Acid to Acetic Acid and 1,2-Propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl Environ Microbiol*. 2001 Jan; 67(1): 125–132.

Weissbach, F. & Strubelt, C. (2008): Correcting the DM content of grass silages as a substrate for biogas production. *Landtechnik* 63 (4): 210-211a.

Autorenanschrift:

Konstanze Kraft
Pulte GmbH
Hirtenweg 2
82031 München
Konstanze.Kraft@pulte.de

Einsatz von Körnerhirse in der Legehennenfütterung

Julia Slama¹, Reinhard Puntigam², Doris Mauerhofer³ und Wolfgang Wetscherek³

¹Institut für Unternehmensführung, Forschung und Innovation sowie nationale Hochschulkooperationen, Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Angermayergasse 1, 1130 Wien

²Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, 18059 Rostock

³Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie; Department für Agrarbiotechnologie Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 11, 1190

Einleitung

Die Körnerhirse [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] rangiert mit einem Produktionsvolumen von knapp 60 Mio. Tonnen an fünfter Position der weltweit wichtigsten Getreidearten. Zusätzlich konnte in den vergangenen 5 Jahren ein starker Anstieg der Anbaufläche auch in Österreich und weiteren Nachbarländern nachgewiesen werden (FAOSTAT, 2019). Dieser Flächenanstieg beruht zum einen auf der gesetzlich vorgeschriebenen Fruchtfolgegestaltung zur Eindämmung des Maiswurzelbohrers (Steiermärkisches Pflanzenschutzgesetz, 2015). Zum anderen können auch pflanzenbauliche Vorteile, wie die hohe Wassereffizienz (verringertes Transpirationskoeffizient), die hohe Stickstoffverträglichkeit unter geringen Standortansprüchen sowie die einfache Kulturführung genannt werden. Nachteilig hingegen zeichnet sich die Körnerhirse im Vergleich zu Körnermais durch ein geringeres Ertragspotential sowie nährstoffliche Charakteristika aus. Obwohl der Proteingehalt der Körnerhirse im Vergleich zu Körnermais um ca. 10% höher ist, weist die Körnerhirse sowohl verringerte Bruttogehalte an Lysin und Methionin & Cystein als auch standardisierte ileale Verdaulichkeitswerte dieser Aminosäuren im Vergleich zu Mais aus (Sauvant *et al.*, 2004). Ebenfalls bedingt die sortenspezifische Konzentration des Speicherprotein Kafirin eine reduzierte Stärke- und Energieverdaulichkeit (Selle *et al.*, 2020). Neben den Makronährstoffen unterscheiden sich die beiden Getreidearten ebenfalls in den Mikronährstoffen. Besonders hervorzuheben ist, dass die Körnerhirse im Vergleich zu Körnermais keine Carotinoide aufweist (Sauvant *et al.*, 2004), was in einer reduzierten Gelbfärbung des tierischen Produktes resultieren kann. Neben dem Einsatz von zotechnischen Zusatzstoffen, z.B. Enzymen (Pasquali *et al.*, 2016) und der Anwendung druckhydrothermischer Behandlungsverfahren (Sousa *et al.*, 2021) kann speziell der gröbere Vermahlungsgrad der Körnerhirse einen Effekt auf die Nährstoffverdaulichkeit üben. Diesen Effekt erklärt man sich durch eine gesteigerte Tätigkeit des Muskelmagens (Singh *et al.*, 2014) sowie einer verlängerten Passagerate (Svihus *et al.*, 2002). Auch weitere positive Effekte des Einsatzes von grob- bzw. unvermahlten Getreide können in Bezug auf das Wohlbefinden des Geflügels (Van Krimpen *et al.*, 2005) sowie die Kosten der Rationsgestaltung erwartet werden (Reece *et al.*, 1985).

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ der Einsatz von Körnerhirse im Austausch gegen Körnermais in der Legehennenfütterung untersucht. Ziel der Forschungsarbeit war es, im Rahmen einer stufenweisen Integration von Körnerhirse (50 bzw. 100%) die Leistung der Legehennen sowie die Eiqualität zu überprüfen. Zusätzlich stand der Einsatz unvermahlener Körnerhirse im Fokus der Forschungsarbeit.

Material und Methoden

Es wurde ein Fütterungsversuch mit 24 Legehennen der Genetik Lohmann LSL Classic (LSL; 1,7 kg Lebendmasse) und 24 Legehennen der Genetik Lohmann Brown-Classic (LB, 1,9 kg Lebendmasse) durchgeführt. Dazu wurden je zwei Tiere (LSL und LB) in 24 Boxen aufgestellt. Die mit Dinkelpellets eingestreut Boxen wiesen eine Fläche von ca. 1,5 m² auf, waren mit einer Nippeltränke, einem Trog, einem Legenest sowie einer Sitzstange ausgestattet; Futter in mehligter Form und Wasser wurden *ad libitum* angeboten. Das Lichtprogramm war dem Alter entsprechend angepasst und setzte sich aus einer 16-stündigen Hell- sowie einer achtstündigen Dunkelphase zusammen. Zum Zeitpunkt des Zukaufs hatten die Junghennen ein Alter von 20 Wochen. Der Fütterungsversuch startete mit einer Vorversuchsphase (VP) zur Adaption der Tiere an die örtlichen Gegebenheiten unter Anwendung eines einheitlichen konventionellen Legehennenalleinfuttermittels. In der anschließenden Hauptversuchsphase (HP; ab Lebenswoche 25) wurden die Legehennen den vier Versuchsgruppen zugeordnet und 32 Tage mit den folglich dargestellten Versuchsfuttermischungen gefüttert: Die Kontrollgruppe (M) wurde mit einer klassischen mais-soja-basierten Ration versorgt, wobei in Folge der Maisanteil in den Versuchsgruppen S₅₀ und S₁₀₀ durch 50 bzw. 100% Körnerhirse ersetzt wurde. In der Versuchsgruppe S_{100/50G} wurde neben dem 100% Austausch von Körnermais gegen Körnerhirse zudem die Hälfte der Körnerhirse unvermahlen eingesetzt (Tabelle 1). Die Bewertung der Einzelfuttermittel erfolgte nach den Angaben von Sauvant *et al.* (2004) und die anschließende Rationsberechnung der Versuchsfuttermischungen erfolgte isonitrogen und isokalorisch.

Tabelle 1: Darstellung des Versuchsdesign sowie der bedeutendsten Rationskomponenten der Versuchsfuttermischungen sowie der kalkulierten Nährstoffgehalte

	Versuchsgruppen			
	M	S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}
Versuchsdesign				
Tiere pro Versuchsgruppe, n	12	12	12	12
Boxen pro Versuchsgruppe, n	6	6	6	6
Hennen pro Box, n	2	2	2	2
Rationszusammensetzung in % (Auszug)				
Mais	59,0	29,5	0,0	0,0
Körnerhirse, gemahlen	0,0	29,5	59,0	29,5
Körnerhirse, unvermahlen	0,0	0,0	0,0	29,5
Sojaextraktionsschrot HP	26,7	26,7	26,7	26,7
Inhaltsstoffe kalkuliert, g/kg FM				
Trockenmasse	880	881	881	881
AME _N , MJ/kg	11,31	11,42	11,54	11,54
Rohprotein	169,7	173,5	177,4	177,4
Rohfett	26,9	24,54	22,18	22,18
Lysin	8,84	8,78	8,72	8,72
Methionin	3,7	3,64	3,58	3,58
Threonin	6,5	6,53	6,55	6,55

M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

Die Versuchsfuttermischungen wurden anhand gängiger VDLUFA-Methoden (Naumann und Bassler, 2012) auf ihre Rohnährstoffe untersucht und dienten ebenfalls der Berechnung der umsetzbaren Energie. Die Ermittlung der Partikelgrößenverteilung der vermahlenden Einzelkomponente (Körnermais und Körnerhirse) sowie der Versuchsfuttermischungen wurde mittels Siebturm (Analysette 3 pro, Deutschland) unter Anwendung von Sieben zwischen 2,80 und 0,25 mm Maschenweite durchgeführt. Die Berechnung der durchschnittlichen Partikelgröße (dMEAN) erfolgte nach Angaben von Fritz *et al.* (2011). Zur Erhebung der zootecnischen Leistung wurden die Legehennen zu Versuchsbeginn sowie wöchentlich während der Versuchsphase tierindividuell gewogen. Die aufgenommene Futtermenge pro Box und Periode wurde ebenfalls erfasst. Die Eianzahl und das Eigewicht wurden täglich erhoben und zur Berechnung der Legeleistung herangezogen. Mindestens drei Eier je Legehennen wurden wöchentlich randomisiert ausgewählt und deren Qualitätsparameter erfasst. Neben dem Eigewicht wurde die Bruchfestigkeit der Eischale mittels Textur Analyser (TA.HD.plus) gemessen. Zusätzlich wurde die Dotterfarbe mithilfe des DSM-Farbfächers sowie mittels Spektralphotometer CR-10 (Konica Minolta, München) festgestellt. Bei Letzterem erfolgte die Erhebung der Dotterfarbe mit dem L*, a*, b*-System von CIE-Lab (Helligkeit (L*), den Rot/Grüntönen (a*) und Gelb/Blautönen (b*)). Anhand der Berechnung des ΔE nach McLaren (1976) bzw. DIN-5033-2 (1992) wurde ermittelt, inwieweit ein Farbunterschied für das menschliche Auge sichtbar ist. Angeführte Analysen zur Bestimmung der Eiqualität wurden ebenfalls zum Abschluss der VP durchgeführt, um eine einheitliche Ausgangsbasis der Legehennen für die HP sicherzustellen. Die Ergebnisse wurden anhand des Statistikprogramm SAS® (6.1) mit der Prozedur GLM ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde ein $p < 0,05$ herangezogen.

Ergebnisse

Die Rohnährstoffanalyse von Körnermais, Körnerhirse sowie der Versuchsfuttermischungen ist in Tabelle 2 dargestellt. Wie ersichtlich zeichnet sich die Körnerhirse durch einen ca. 20%-ig höheren Gehalt an Rohprotein aus. Demgegenüber ist der Gehalt an Zucker im Vergleich der beiden Kulturen um ca. die Hälfte reduziert. Hinsichtlich der Nährstoffanalyse der Versuchsfuttermischungen kann gezeigt werden, dass durch den Austausch von Körnermais durch Körnerhirse keine nennenswerten Unterschiede entstanden.

In Tabelle 3 wird die Partikelgrößenverteilung sowie die Durchschnittspartikelgröße (dMEAN) der beiden Einzelkomponenten sowie der Versuchsfuttermischungen veranschaulicht. Wie ersichtlich resultierte die idente Vermahlung der beiden Getreide in einem geringeren dMEAN seitens der Körnerhirse. Dieser Umstand resultierte ebenfalls darin, dass mit zunehmendem Einsatz von vermahlener Körnerhirse in den Versuchsmischungen der dMEAN sank. Durch die Integration unvermahlener Körnerhirse in S100/50G konnte eine deutliche Steigerung des dMEAN auf 2,26 mm nachgewiesen werden. Dieser Effekt kann hauptsächlich auf den starken Anstieg der Fraktion $> 1,4$ mm zurückgeführt werden.

Während des Fütterungsversuches traten keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei den Legehennen auf. Das Lebendgewicht unterschied sich sowohl zu Versuchsbeginn als auch über den gesamten Versuchszeitraum auf Grund des Einsatzes von Körnerhirse nicht. Ebenfalls unterschieden sich die Versuchsgruppen am Ende VP bezüglich der Bruchfestigkeit und Dotterfarbe nicht. Die Legehennen zeigten in der HP eine gleichermaßen hohe Legeleistung von $> 90\%$ über alle Versuchsgruppen hinweg und unterschied sich, wie auch die Futtermittelverwertung statistisch nicht.

Tabelle 2: Analysenergebnisse der Einzelkomponenten Mais und Körnerhirse sowie der Versuchsfuttermischungen (g/kg FM)

	Mais	Hirse	M	Versuchsgruppen		
				S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}
Rohnährstoffe und Energie						
Trockensubstanz, g/kg	876	881	892	898	898	899
Rohprotein, g/kg	79	96	167	175	177	173
Rohasche, g/kg	13	16	128	139	133	133
Gesamtfett, g/kg	49	46	61	59	63	62
Stärke, g/kg	651	670	410	405	419	415
Zucker, g/kg	22	12	39	34	34	33
Rohfaser, g/kg	19	19	21	21	23	23
AME _N , MJ/kg	14,05	14,26	12,03	11,94	12,32	12,15
Aminosäuren						
Lysin	2,23	2,36	8,92	8,64	8,67	8,73
Methionin	1,51	1,51	3,64	3,45	3,67	3,50
Cystein	1,98	1,97	3,05	3,02	3,08	3,02
Threonin	2,88	2,61	5,98	5,98	6,15	6,07
Arginin	3,67	3,69	11,24	10,87	10,98	11,06
Valin	4,60	3,43	8,78	8,93	9,13	8,76

M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

Tabelle 3: Darstellung der Partikelgrößenverteilung (in %) sowie der Durchschnittspartikelgröße Partikels (dMEAN, in mm)

Siebgröße	Mais	Körnerhirse	M	S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}
> 1,4 mm	42,02	23,03	33,97	35,08	33,75	56,97
> 0,50 ≤ 1,4 mm	45,63	61,67	40,22	42,63	47,32	29,71
> 0,25 ≤ 0,50 mm	6,05	10,66	11,37	10,41	8,94	6,53
< 0,25 mm	6,30	4,64	14,44	11,88	9,99	6,79
dMEAN	1,48	1,17	1,67	1,63	1,54	2,26

M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

In der Tabelle 4 werden das Gewicht und die Bruchfestigkeit der Eier dargestellt. Wie ersichtlich übte sowohl der gesteigerte Austausch von Körnermais durch Körnerhirse wie auch der Einsatz unvermahlener Körnerhirse keinen Effekt auf diese Parameter. Demgegenüber wurde ein Effekt der Genetik auf die Stabilität der Eischale beobachtet. Weißleger (LSL) wiesen im Vergleich zur Braunlegern eine um ca. 1.6 kg höhere Bruchfestigkeit der Eischale auf (7,14 vs. 5,49 kg).

Tabelle 4: Eigewicht sowie Bruchfestigkeit der Eischale

Merkmal	M	Versuchsgruppe			SEM	VG	p-Wert	
		S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}			GE	
Eigewicht, g	62,0	61,6	59,9	60,7	0,38	0,580	0,024	
Bruchfestigkeit, kg	6,60	6,10	6,20	6,40	0,08	0,592	<0,001	

SEM=Standardfehler; VG, Versuchsgruppe; GE, Genetik; M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

In Tabelle 5 werden die Auswirkungen des Körnerhirseinsatzes auf die Dotterfarbe mittels DSM-Fächerwert dargestellt. Dabei fanden der Einfluss der Versuchsfuttermischung, der Genetik sowie der zeitliche Verlauf der Rationsanwendung Berücksichtigung im Zuge der Auswertung. Wie ersichtlich wurde am Ende der VP ein Fächerwert von 14 festgestellt wobei sich die Dotterfarbe auf Grund des identen Alleinfuttermittels nicht unterschieden. Nach der Anwendung der Versuchsfuttermischungen kann eine deutliche Aufhellung der Dotter nachgewiesen werden. Bereits nach 2 Wochen unterscheiden sich jene Gruppe mit 100%-igem Austausch von Körnermais durch Körnerhirse signifikant. Am Ende der 3. Versuchswoche resultierte auch der 50%-ige Austausch von Körnermais durch Körnerhirse in einer statistisch nachweisbaren Aufhellung. Ein Einfluss der Genetik konnte nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 5: Bewertung der Dotterfarbe anhand des DSM-Fächerwertes

	M	Versuchsgruppen			SEM	VG	p-Wert	
		S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}			GE	VG*GE
VP	14,1	14,0	14,2	14,1	0,03	0,311	0,132	0,268
Ende 1. VW	8,7	8,8	7,7	6,8	0,13	0,098	0,268	0,316
Ende 2. VW	6,6 ^a	5,9 ^{ab}	4,3 ^b	3,8 ^b	0,06	0,001	0,942	0,435
Ende 3. VW	6,5 ^a	4,7 ^b	2,2 ^c	2,6 ^c	0,15	<0,001	0,189	0,548
Ende 4. VW	8,0 ^a	6,3 ^b	3,4 ^c	3,4 ^c	0,12	<0,001	0,705	0,570

VP, Vorperiode; VW, Versuchswoche; GE, Genetik; SEM=Standardfehler; VG, Versuchsgruppe; GE, Genetik; M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

In Tabelle 6 werden die Veränderung der Dotterfarbe anhand des L*a*b System auf Basis der Versuchsfuttermischungen im zeitlichen Verlauf des Fütterungsversuches dargestellt. Auch hier konnte nach der VP kein Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Darüber hinaus kann mit dem Einfluss der Versuchsfuttermischungen auf die Dotterfärbung anhand des L*a*b* System die Ergebnisse des DSM-Fächerwertes bestätigt werden. Bereits am Ende der zweiten Versuchswoche kann ein deutlicher Effekt auf die Intensität der Rot- bzw. Gelbfärbung der Dotter ermittelt werden. Sowohl durch den 50- als auch 100%-igen Austausch von Körnermais durch Körnerhirse kann eine deutliche Reduktion der Rotfärbungs- sowie der Gelbfärbungsintensität der Dotter nachgewiesen werden. Demgegenüber übte die Anwendung unvermahlener Körnerhirse im Vergleich zur vermahlener Form keinen weiteren Einfluss auf die Dotterfärbung aus. Anhand der kalkulierten ΔE konnte ebenfalls nachgewiesen werden, dass der Farbunterschied zwischen den Mais- und körnerhirsebetonnten Rationen bereits mit dem menschlichen Auge wahrgenommen werden kann.

Diskussion

Die bestmögliche nährstoffliche Einschätzung und adäquate Substitution von bedeutenden Einzelfuttermitteln wie z.B. Sojaschrot durch Raps (Kocher *et al.*, 2001) bzw. industrielle Nebenprodukte (Ghazalah *et al.*, 2011) hat in den vergangenen Jahrzehnten zunehmende Bedeutung in der Geflügelernährung eingenommen. Die zunehmende Trockenheit sowie das Auftreten von Schädlingen (Maiswurzelbohrer, Maiszünsler) machen es ebenfalls erforderlich neue Getreidearten in die Fruchtfolgegestaltung aufzunehmen und diese als Alternative zu Körnermais in den Rationen zu integrieren. Daher bestand zum einen das Ziel des dargestellten Fütterungsversuches darin, Körnermais durch ansteigende Mengen an vermahlener Körnerhirse zu ersetzen. Zweitens ging man der Frage nach, ob auch der Einsatz unvermahlener Körnerhirse in Legehennenrationen möglich ist.

Tabelle 6: Bewertung der Dotterfarbe anhand des L*a*b* System

Periode	Versuchsgruppe				SEM	VG	p-Wert GE	VG*GE
	M	S ₅₀	S ₁₀₀	S _{100/50G}				
L*- Wert								
VP	56,8	56,9	56,6	57,1	0,213	0,890	0,038	0,758
Ende 1. VW	65,8	63,9	66,4	67,2	0,409	0,083	0,006	0,593
Ende 2. VW	67,2*	67,6*	70,6*	69,0*	0,440	0,036*	<0,001	0,599
Ende 3. VW	67,56 ^c	69,8 ^{ab}	71,1 ^a	70,8 ^{ab}	0,305	<0,001	<0,001	0,364
Ende 4. VW	65,7 ^b	67,5 ^{ab}	68,9 ^a	69,5 ^a	0,362	0,010	0,015	0,586
a*- Wert								
VP	25,4	25,1	26,1	25,3	0,226	0,649	0,997	0,279
Ende 1. VW	15,7*	14,7*	11,8*	10,6*	0,633	0,049*	0,678	0,229
Ende 2. VW	12,0 ^a	9,9 ^{ab}	7,1 ^{bc}	6,7 ^c	0,363	<0,001	0,433	0,339
Ende 3. VW	10,2 ^a	8,2 ^a	4,8 ^b	4,6 ^b	0,332	<0,001	0,651	0,309
Ende 4. VW	11,1 ^a	8,6 ^b	4,3 ^c	5,3 ^c	0,328	<0,001	0,375	0,158
b*- Wert								
VP	49,4	51,1	50,4	50,3	0,359	0,630	0,036	0,825
Ende 1. VW	61,3 ^a	55,6 ^b	47,1 ^c	46,4 ^c	0,838	<0,001	0,897	0,050
Ende 2. VW	67,0 ^a	62,2 ^b	49,3 ^c	48,8 ^c	0,965	<0,001	0,023	0,500
Ende 3. VW	66,9 ^a	62,4 ^a	46,9 ^b	45,8 ^b	1,115	<0,001	0,497	0,726
Ende 4. VW	65,7 ^a	62,7 ^a	45,3 ^b	47,2 ^b	1,056	<0,001	0,565	0,179

nicht signifikant nach Bonferroni-Korrektur; SEM, Standardfehler; VG, Versuchsgruppe; GE, Genetik; L, Helligkeit, hell-dunkel, 0 bis 100; a*, Rot- zu Grünton und b*, Gelb zu Blauton; M, Kontrollgruppe Körnermais; S₅₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 50 %; S₁₀₀, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %; S_{100/50G}, Versuchsgruppe Körnerhirse 100 %, davon 50 % unvermahlen

Mit den Ergebnissen konnte nachgewiesen werden, dass weder die ansteigende Substitution von Körnermais durch vermahlene Körnerhirse noch der Einsatz unvermahlener Körnerhirse in Legehennenrationen einen negativen Effekt auf die Leistungsfähigkeit (Legeleistung, Eigewicht, und Bruchfestigkeit) übt. Demgegenüber konnte mit gesteigertem Einsatz eine Aufhellung der Dotter nachgewiesen werden. Auch in weiteren Studien konnte durch den Einsatz von Körnerhirse im Austausch gegen Körnermais nahezu idente Leistungen festgestellt werden (Puntigam *et al.*, 2020; Garcia *et al.*, 2013; Bonilla *et al.*, 2017; Reddy *et al.*, 2005). Entscheidend hierfür ist die bestmögliche Einschätzung des Gehaltes sowie der Verdaulichkeit der Nährstoffe.

Die Integration unvermahlener Körnerhirse nahm in vorliegendem Versuch keinen Einfluss auf die erhobenen Leistungsparameter bei den Legehennen. Diese Ergebnisse lassen sich durch weitere Studien untermauern. So belegten Puntigam *et al.* (2020) in einem Fütterungsversuch mit Broilern, dass der Einsatz unvermahlener Körnerhirse ohne Leistungseinbußen möglich ist und darüber hinaus in einem gesteigerten Magengewicht resultiert. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen auch Biggs and Parsons (2009) die ebenfalls den Einsatz unvermahlener Körnerhirse überprüften. In Studien von Svihus *et al.* 2002 und 2011 wird der Effekt von unvermahlenden Getreide auf die Ausprägung des Muskelmagen sehr deutlich veranschaulicht. Durch die gesteigerte Tätigkeit des Muskelmagens nimmt dieser nicht nur an Masse zu, sondern könnte ebenfalls über die verlängerte Passagerate des Futterbreies positiven Einfluss auf die Nährstoffverdaulichkeit üben. Darüber hinaus ist bekannt, dass speziell bei der Legehenne sowohl die Futteraufnahme als auch das Selektionsvermögen maßgeblich über die Partikelgröße beeinflusst wird (Amerah *et al.*, 2007). Nachdem in dieser wie auch weiteren Studie unter Anwendung unvermahlener Körnerhirse kein Effekt auf die Leistung der Legehennen nachgewiesen werden konnte, kann diese Gefahr der speziellen Selektion auf Körnerhirse wohl ausgeschlossen werden.

Hinsichtlich der inneren Eiquantität wurde bereits nach der ersten Versuchswoche eine deutliche Reduktion der Dotterfarbe in Zusammenhang mit steigenden Körnerhirseanteil nachgewiesen. spätestens ab der dritten Versuchswoche unterschied sich auch jene Versuchsgruppe mit 50%-igem

Einsatz von der maisbasierten Kontrollgruppe. Diese Veränderung ließ sich sowohl anhand des DSM-Fächerwertes als auch des $L^*a^*b^*$ -Systems feststellen. Ausschlaggebend für die Färbung des Dotters ist neben dem Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen (z.B. Tagetes, Apo-ester) die Wahl der Einzelfuttermittel. Laut Sauvant *et al.* (2004) zeichnet sich Körnermais durch einen Carotenoidgehalt (maßgeblich Lutein and Zeaxanthin) von durchschnittlich 24 mg/kg aus. Auch dieser Gehalt variiert deutlich zwischen den Genotypen und kann laut Studie von Kurilich und Juvik (1999) Werte von 0,15-33,11 mg/kg annehmen. Reddy *et al.* (2005) stellt auf Grund des Körnerhirseeinsatzes im Austausch ebenfalls Aufhellung der Dotterfarbe fest erzielen jedoch durch die adäquate Supplementierung von färbenden Zusatzstoffen in Körnerhirse-basierten Rationen vergleichbare Dotterfarben zu Mais-basierten Rationen.

Zusammenfassung

Mit den dargestellten Ergebnissen kann veranschaulicht werden, dass die vollständige Substitution von Körnermais durch Körnerhirse keinen negativen Effekt auf die Leistung der Legehennen sowie das Eigewicht und die Bruchfestigkeit der Eischale übt. Entscheidend hierfür ist die optimale Einschätzung der Einzelfuttermittel sowie die adäquate Nährstoffanpassung der Ration. Bei Mais und weiteren Getreidearten wurden eine Vielzahl an Bemühungen unternommen, um diese bestmöglich nährstofflich einzuschätzen, jedoch herrscht bei der Körnerhirse diesbezüglich noch Forschungsbedarf. Durch den Einsatz von Körnerhirse steigt die Aufhellung der Dotter, welcher über den Einsatz von färbenden Zusatzstoffen entgegengewirkt werden kann.

Der Versuch wurde im Rahmen des EIP-Projektes „Innobrotics“ durchgeführt, welches vom Bund, den Ländern und der Europäischen Union finanziert wurde.

Literatur

- Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G., & Thomas, D. G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63(3), 439-455.
- Biggs, P., Parsons, C. M. (2009). The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. *Poultry Science Association*, 1893-1905.
- Bonilla, C. E. V., Rosa, A. P., Londero, A., Giacomini, C. B. S., Orso, C., Fernandes, M. O., ... & Bonamigo, D. V. (2017). Effect of broiler breeders fed with corn or sorghum diet and canthaxanthin supplementation on production and reproductive performance. *Poultry science*, 96(6), 1725-1734.
- FAOSTAT. 2019. Food and agriculture organization of the United Nations-Statistics division, Rome, Italy. Besucht am: 10.09.2021.
- Fritz J, Streich WJ, Schwarm A, Clauss M, (2012). Condensing results of wet sieving analyses into a single data: a comparison of methods for particle size description. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96: 783-797. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01183.x>
- Garcia, R. G., Mendes, A. A., Almeida Paz, I. C. L., Komiyama, C. M., Caldara, F. R., Nääs, I. A., & Mariano, W. S. (2013). Implications of the use of sorghum in broiler production. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(3), 257-262.
- Ghazalah, A. A., Abd-Elsamee, M. O., & Moustafa, E. S. (2011). Use of distillers dried grains with solubles (DDGS) as replacement for soybean meal in laying hen diets. *Int. J. Poult. Sci*, 10, 505-513.
- Kocher, A., Choct, M., Morrisroe, L., & Broz, J. (2001). Effects of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52(4), 447-452.
- Kurilich, A. C., & Juvik, J. A. (1999). Quantification of Carotenoid and Tocopherol Antioxidants in Zea mays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5), 1948-1955.
- Mclaren K. (1976). Development of CIE 1976 (Lab) Uniform Color Space and Color Difference Formula. *Journal of the Society of Dyers and Colourists* 92 (9), 338-

- Naumann C, Bassler R, 2012: Die chemische Untersuchung von Futtermittel. VDLUFA Verlag, Band 3, 6. Ergänzungslieferung, Darmstadt, Deutschland.
- Pasquali, G. A. M., Fascina, V. B., Silva, A. D. L., Aoyagi, M. M., Muro, E. M., Serpa, P. G., ... & Sartori, J. R. (2016). Maize replacement with sorghum and a combination of protease, xylanase, and phytase on performance, nutrient utilization, litter moisture, and digestive organ size in broiler chicken. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(2), 328-337.
- Puntigam R, Brugger D, Slama J, Inhuber V, Boden B, Krammer V, Schedle K, Wetscherek-Seipelt G, Wetscherek W, (2020). The effects of a partial or total replacement of ground corn with ground and whole-grain low-tannin sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) on zootechnical performance, carcass traits and apparent ileal amino acid digestibility of broiler chickens, *Livestock Science*, Volume 241; 104187
- Reddy, A. R., Reddy, V. R., Rao, P. P., Reddy, K. G., Reddy, B. V. S., Ramachandraiah, D., Rao, C. L. N. (2005): Performance of Layers on Sorghum-Based Poultry Feed Rations. *ISMN*, 46: 75-79
- Reece, F. N., Lott, B. D., & Deaton, J. W. (1985). The effects of feed form, grinding method, energy level, and gender on broiler performance in a moderate (21 C) environment. *Poultry Science*, 64(10), 1834-1839.
- Sauvant D., Perez J.M., Tran G. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials: Pigs, Poultry, Cattle, sheep, Goats, Rabbits, Horses and Fish. 2. Auflage. Wageningen Academic Publishers.
- Selle Peter H., McInerney Bernard V., McQuade Leon R., Khoddami Ali, Chrystal Peter V., Hughes Robert J., Liu Sonia Yun (2020). Composition and characterisation of kafirin, the dominant protein fraction in grain sorghum. *Animal Production Science* 60, 1163-1172.
- Singh Y., A.M. Amerah, V. Ravindran. Whole grain feeding Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 190 (2014), pp. 1-18
- Sousa, R. F., Carvalho, F. B., Guimarães, I. G., Café, M. B., Stringhini, J. H., Ulhôa, C. J., ... & Leandro, N. S. M. (2021). The effect of hydrothermal processing on the performance of broiler chicks fed corn or sorghum-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 277, 114953.
- Steiermärkischen Pflanzenschutzgesetzes: §4 Abs. 1 des Steiermärkischen Pflanzenschutzgesetzes, LGBl. Nr. 82/2002 zuletzt in der Fassung LGBl. Nr. 8/2013, www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.Besucht: 10.09.2021.
- Svihus, B. (2011). The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poultry Science Journal*, 67(2), 207-224.
- Svihus, B., Hetland, H., Choct, M., & Sundby, F. (2002). Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. *British poultry science*, 43(5), 662-668.
- Van Krimpen, M., Kwakkel, R., Reuvekamp, B., Van Der Peet-Schwering, C., Den Hartog, L., & Verstegen, M. (2005). Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 61(4), 663-686. doi:10.1079/WPS200478

Autorenanschrift

Ao Univ.-Prof. Dr. Wolfgang WETSCHEREK
Universität für Bodenkultur Wien
Muthgasse 11/1. Stock
A-1190 Wien
E-Mail: wolfgang.wetscherek@boku.ac.at

BalanGut™ LS

Die richtige Balance
für einen gesunden
Darm und nachhaltiges
Wohlbefinden



Die einzigartige Mischung aus natürlich vorkommenden
Monoglyceriden von kurz- und mittelkettigen Fettsäuren.

- Begünstigt die Darmintegrität
- Moduliert das Gleichgewicht des Mikrobioms
- Unterstützt Gesundheit und Vitalität

The science of sustainable feed that succeeds

Einfluss einer Wasserzugabe zur Totalen Mischration auf Futteraufnahme und Leistung von Fleck- und Braunviehkühen

T. Ettle¹, A. Obermaier¹, P. Edelmann¹, G. Hammerl²

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

²Bayerische Staatsgüter (BaySG), Versuchs- und Bildungszentrum für Rinderfütterung Achselschwang

Einleitung

In der Praxis tritt bei der Vorlage von Mischrationen bei Milchkühen häufig Futterselektion auf. Die Folge kann ein von der Rationsplanung abweichender Kraftfutteranteil der Ration, eine erhöhte Aufnahme an leicht löslichen Kohlenhydraten und eine verringerte Aufnahme an Faserkomponenten sein. Daraus ergibt sich wiederum ein erhöhtes Risiko eines pH-Wert-Abfalles im Pansen und des Auftretens einer subakuten Pansenazidose. In den Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe (LfL, 2020) ist angegeben, dass ein optimaler TM-Gehalt der Futtermischung zwischen 40 und 42 % die Selektionsgefahr verringert. Diese kann bei Bedarf mit Wasser eingestellt werden. Allerdings sind die Ergebnisse von Versuchen einer entsprechenden Wasserzugabe zu Mischrationen nicht einheitlich, was unter anderem durch unterschiedliche Rationstypen erklärt werden kann. Daher wurde in vorliegender Untersuchung die Auswirkungen einer Wasserzugabe bei variierender Mischzeit bei Erstellung der TMR auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen unter den hiesigen Bedingungen überprüft.

Material und Methoden

Der Versuch wurde mit 48 Milchkühen der Rassen Fleckvieh (27) und Braunvieh (21) über einen Zeitraum von 12 Wochen hinweg (Mitte Juli bis Anfang Oktober) durchgeführt. Zu Versuchsbeginn befanden sich die Kühe im Mittel am 106.±48 Laktationstag der 3. Laktation. Die Kühe wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Laktationsnummer, Laktationsstand und Leistungskriterien, die in einer 2-wöchigen Vorperiode erhoben wurden, auf 3 Fütterungsgruppen aufgeteilt. In der ersten Gruppe wurde eine Totale Mischration (TMR) mit einem kalkulierten TM- Gehalt von 471 g/kg angeboten (Tabelle 1). Neben der Reihenfolge der Zugabe der Futterkomponenten im Mischwagen waren die Mischintensität (1200 U/min) und eine Nachmischzeit von 12 Minuten vorgegeben. Für die zweite Versuchsgruppe wurden dieser TMR 12 kg Wasser je Tier und Tag zugefügt, Mischintensität und -dauer wurden wie für Gruppe 1 vorgegeben beibehalten. Durch die Wasserzugabe wurde der TM-Gehalt dieser Ration nach Rationsplanung auf 379 g/kg abgesenkt. Fütterungsgruppe 3 wurde dieselbe Mischration wie Gruppe 2 angeboten, wobei bei der Erstellung dieser TMR die Nachmischzeit auf 6 Minuten verkürzt wurde.

Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell über Wiegetröge gemessen. Die Milchleistung wurde täglich erfasst, Milchproben wurden einmal je Woche vom Morgen- und Abendgemelk eines Tages gezogen. Die Körperkondition wurde zu Versuchsbeginn, Versuchsmitte und zu Versuchsende erfasst. Dabei wurde der Body Condition Score (BCS) auf einer 5-stufigen Skala nach den Angaben von Edmonson et al. (1989) und Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel (1992) gemessen. Zusätzlich

wurden die Kühe zu Versuchsbeginn und zum Versuchsende gewogen. Die Erfassung der täglichen Wiederkaudauer erfolgte mit dem System SCR *Heatime*® HR.

Von den Kraft- und Grobfuttermitteln wurden monatliche Mischproben erstellt, an denen die Roh Nährstoffgehalte nach Standardmethoden (VDLUFA, 2012) bestimmt wurden. Die Energiegehalte der Futtermittel wurden nach den Vorgaben der GfE (2008) und DLG (2011) bestimmt. Von den vorgelegten TMR und den Futterresten wurden an 3 Terminen jeweils 4 Proben aus unterschiedlichen Trögen entnommen und daran eine Siebanalyse mit der Schüttelbox vorgenommen. Darüber hinaus wurde an zwei Terminen an den TMR- und den zugehörigen Futterresten die Gehalte an Stärke und Zucker sowie der aNDFom- und der ADFom- Gehalt analysiert. Die Entwicklung der Temperatur in den TMR wurde Mitte Juli und Ende August/Anfang September mit data-loggern erfasst. Um die im Vergleich zum Futterschwad unterschiedliche Situation in den Wiegetrögen abzubilden, wurde das Futter dafür in den Wiegetrögen vergleichbare Wannen eingefüllt. Auswertbar waren Daten über 11 Tage hinweg (Ende August/Anfang September).

Tabelle 1: Zusammensetzung (in kg/Kuh und Tag) und kalkulierte Energie- und Roh Nährstoffgehalte (je kg TM) der TMR

Bezeichnung	Ration		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Nachmischzeit, min	12	12	6
Grassilage (32 % TM)		15,6	
Maissilage (35 % TM)		24,0	
Heu		1,0	
Kraftfutter (Getreide, RES, Mineralfutter/Viehsalz/CaCO ₃ , Rapsöl)		10,6	
Wasser	0,0	12,0	12,0
Summe	51,2	63,2	63,2
Energie- und Nährstoffgehalte			
Trockenmasse g/kg FM	471	379	379
NEL, MJ/kg TM		6,87	
XP, g/kg TM		160	
nXP, g/kg TM		159	
RNB, g		0	
XS, g/kg TM		299	
aNDFom, g/kg TM		343	

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedur „GLM“ mit einer einfaktorischen Varianzanalyse. In den Tabellen sind die Gruppenmittelwerte und die zugehörige Standardabweichung angegeben.

Ergebnisse

Der TM-Gehalt der Rationen wurde nach Wasserzugabe von rund 47 % auf 38 % reduziert, was der Versuchsplanung entspricht. Die tägliche Frischmasseaufnahme lag auf Grund der Wasserzugabe in den Gruppen 2 und 3 höher ($P < 0,05$) als in der ersten Versuchsgruppe. Die tägliche TM-Aufnahme lag dagegen in Gruppe 2 um 1,7 kg niedriger als in Gruppe 1 und um 1,4 kg niedriger als in Gruppe 3

($P=0,06$). Als Folge der tendenziell erniedrigten Futteraufnahme war auch die Aufnahme an Energie, nXP und XP in der Versuchsgruppe 2 tendenziell bis signifikant niedriger als in den Vergleichsgruppen. Die tägliche Wiederkaudauer betrug in den Gruppen 1-3 531 ± 37 , 539 ± 32 und 537 ± 31 min/Tag ($P=0,777$). Auch die über die Wiegetröge ermittelte Fressdauer unterschied sich nicht zwischen den Gruppen ($P=0,770$).

Tabelle 2: Futter- und Nährstoffaufnahme

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	P-Wert
TM, %	46,5	38,2	38,5	
FM, kg/Tag	$53,4\pm 5,1^b$	$60,5\pm 5,2^a$	$63,9\pm 4,6^a$	<0,01
TM, kg/Tag	$24,8\pm 2,4$	$23,1\pm 2$	$24,5\pm 1,8$	0,06
Wasser, kg/Tag	0 ± 0^b	$10,8\pm 0,9^a$	$11\pm 0,8^a$	<0,01
NEL, MJ/Tag	174 ± 17	162 ± 14	172 ± 12	0,06
XP, g/Tag	3832 ± 368^a	3549 ± 302^b	3757 ± 269^{ab}	0,04
nXP, g/Tag	3984 ± 383	3713 ± 316	3938 ± 283	0,06
RNB, g/Tag	$-24,2\pm 2,4$	$-26,3\pm 2,3$	$-29\pm 2,2$	<0,01

Die tägliche Milchleistung lag in den Gruppen 1 bis 3 bei 39,4, 38,3 und 38,6 kg/Tier und Tag (Tabelle 3), wobei die Gruppenunterschiede statistisch nicht abzusichern sind. Auch die Milchfett- und Milcheiweißgehalte sowie die tägliche ECM-Leistung unterschieden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Die Milchharnstoffgehalte lagen in allen Gruppen im Normbereich. Im Durchschnitt der Fütterungsgruppen ergab sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den beiden Messmethoden.

Tabelle 3: Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	P-Wert
Milch, kg/Tag	$39,4\pm 6,0$	$38,3\pm 4,6$	$38,6\pm 5,4$	0,83
Fett, %	$3,71\pm 0,45$	$3,82\pm 0,32$	$3,66\pm 0,42$	0,55
Eiweiß, %	$3,59\pm 0,19$	$3,54\pm 0,16$	$3,6\pm 0,23$	0,63
Harnstoff, mg/l*	$21,8\pm 2,6$	$21,0\pm 2,4$	$20,3\pm 2,3$	0,24
Harnstoff, mg/l**	$22,7\pm 2,1$	$21,6\pm 2,2$	$21,5\pm 1,7$	0,21
ECM, kg/Tag	$38,4\pm 5,1$	$37,7\pm 4,2$	$37,4\pm 4,4$	0,83

*IR-Spektroskopie (Infrarotabsorption)

**Referenzmethode

In Tabelle 4 sind die Siebfraktionen von Futtevorlage und Futterrest der einzelnen Rationen gegenübergestellt. Bei Ration 1 weisen Vorlage und Rückwaage gleiche Anteile der Fraktion > 19 mm auf, die Fraktion 8-19 mm liegt in der Vorlage niedriger ($P < 0,05$) als in der Rückwaage, die Fraktion < 8 mm dagegen höher ($P < 0,05$). Bei Ration 2 liegt die Fraktion >19mm in der Vorlage höher ($P < 0,05$) als im Futterrest, die Fraktion 8-19mm dagegen niedriger ($P < 0,05$). Bei Ration 3 liegen die Fraktionen > 19 mm und <8mm in der Vorlage höher ($P < 0,05$) als im Futterrest, die Fraktion 8-19mm dagegen niedriger ($P < 0,05$).

Tabelle 4: Partikelgrößenverteilung der vorgelegten Rationen und der Futterreste

Fraktion	Ration 1		Ration 2		Ration 3	
	Vorlage	Rest	Vorlage	Rest	Vorlage	Rest
> 19 mm	7,15±0,77	6,61±1,17	8,14±1,81	4,41±1,7 *	9,04±1,99	5,31±2,8 *
8-19 mm	37,8±1,1	39,7±1,1 *	46,3±1,3	50,4±3,1 *	43,5±1,1	49,2±2,9 *
< 8 mm	55,1±1	53,7±1,2 *	45,6±1,6	45,2±2,4	47,5±1,7	45,5±2,8 *

*signifikanter ($P < 0,05$) Unterschied zwischen Futtervorlage und Futterrest innerhalb Siebfraction und Ration

Diskussion

Eine Wasserzugabe zu Mischrationen wird in der Beratung teils empfohlen, um insbesondere bei hohen TM-Gehalten der Ration eine Futterselektion zu vermeiden. In der vorliegenden Untersuchung ist die an Hand der an Futtervorlage und -rest bestimmten Siebfractionen beurteilte Futterselektion in der Kontrollgruppe bei einem TM-Gehalt der Ration von 46 % ungeachtet der Statistik im Vergleich zu anderen Untersuchungen (Denißen et al., 2019) als sehr gering einzustufen. Nach Angaben der LfL (2020) sollten die Siebfractionen > 19 mm, 8-19 mm und <8mm bei TMR $\geq 6 - 10$ %, 30 – 50 % und 40 – 60 % betragen, was in vorliegender Untersuchung in der Kontrollgruppe sehr gut erreicht wurde. In der Untersuchung von Denißen et al. (2019) sind die entsprechenden Anteile in der Kontrollration bei einem TM-Gehalt von rund 46 % dagegen nahezu gleichverteilt und damit weit außerhalb des oben vorgegebenen Rahmens. Das zeigt, dass die Partikelverteilung der Ration unabhängig vom TM-Gehalt auch über andere Faktoren wie z.B. Grobfutteranteil, Mischzeiten und Intensität am Futtermischwagen, Zustand des Mischwagens (z.B. Messerzahl- und schärfe) aber auch die Aufbereitung des Grobfutters bei der Ernte gesteuert werden kann und darüber letztendlich die Möglichkeit zur Futterselektion beeinflusst wird. In der vorliegenden Untersuchung liegen auch die Siebfractionen der TMR nach Wasserzugabe innerhalb der Vorgaben der LfL (2020), wobei sich gegenüber der Kontrollration gewisse Verschiebungen ergeben. Ein bedeutender Einfluss der Wasserzugabe oder der Mischdauer auf die Futterselektion der Kühe kann aus den Ergebnissen der Siebfractionierung nicht abgeleitet werden. An Futtervorlage und Futterrest vorgenommene Analysen (Daten nicht dargestellt) zeigen für alle Gruppen eher höhere Stärke- und Zuckergehalte und niedrigere ADFom-Gehalte im Futterrest als in der Vorlage. Die Differenzen bewegen sich für Stärke und Zucker maximal im Bereich von etwa 20 g/kg TM und für ADFom von 10 g/kg TM, was ebenfalls nicht auf eine deutliche Futterselektion hinweist. Die Unterschiede zwischen den Rationen sind ebenfalls zu vernachlässigen.

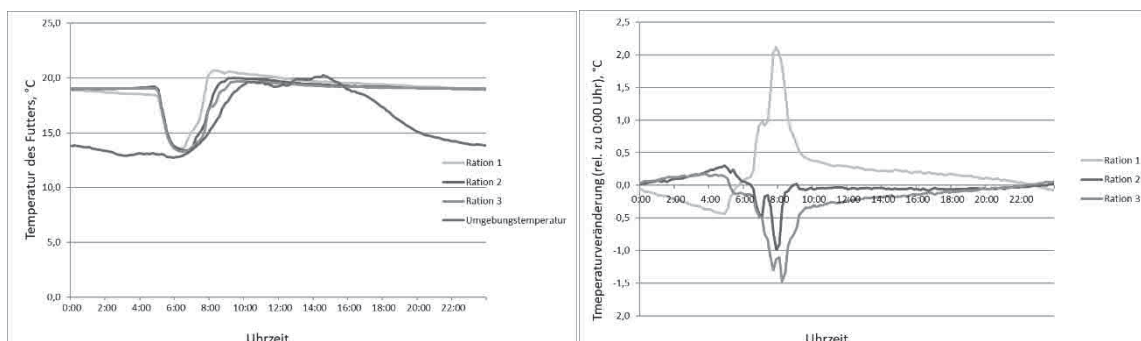


Abbildung 1: Temperatur und relative Temperaturveränderung (°C) im Futter im Tagesverlauf

In vorliegender Untersuchung führte die Wasserzugabe zu einem relativ deutlichen Rückgang in der TM-Aufnahme von 1,7 kg/Tag. Ein Rückgang in der Futteraufnahme nach Wasserzugabe zu Mischrationen ergibt sich auch in Untersuchungen von Höfler et al. (2016) sowie nach Angaben der Autoren auch in anderen Untersuchungen (Ward et al., 1965, Lahr et al., 1983; Estrada et al., 2003, Miller-Cushon und DeVries, 2009), während die TM-Aufnahme in der Arbeit von Denißen et al. (2019) ansteigt. Ursache eines negativen Effektes der Wasserzugabe auf die Futteraufnahme kann nach Felton und DeVries (2010) in einem stärkeren Anstieg der Futtertemperaturen im Tagesverlauf nach Wasserzugabe liegen, der zu einem stärkeren Verderb des Futters führen könnte. Solche Effekte sind besonders bei hohen Außentemperaturen zu erwarten. In vorliegender Untersuchung lässt sich kein bedeutender Effekt der Wasserzugabe auf den Temperaturanstieg in der TMR ableiten (Abbildung 1). Durch die vergleichsweise niedrige Temperatur des zugegebenen Wassers liegt lediglich die absolute Temperatur in den TMR der Gruppen 2 und 3 vor allem direkt nach der Futtervorlage etwas niedriger als in der Ration der Kontrollgruppe. Auch bei Denißen et al. (2019) ergeben sich zwischen einer TMR mit oder ohne Wasserzugabe in den ersten 24 Stunden nach der Futtervorlage keine Unterschiede in der Temperatur im Futter. Im Zeitraum von 24 bis 48 h nach der Futtervorlage hatte die Kontroll-TMR eine durchschnittliche Temperatur von 36,8 °C, die Nass-TMR dagegen eine Temperatur von 40,1 °C. Für praxisrelevante Fütterungsintervalle bleibt allerdings festzuhalten, dass eine Wasserzugabe zur TMR unter den in den eigenen als auch in den Untersuchungen von Denißen et al. (2019) vorliegenden Bedingungen zu keiner Temperaturerhöhung führte. Ob und zu welchen von der Temperatur unabhängigen Veränderungen in der TMR die Wasserzugabe im vorliegenden Versuch geführt hat kann nicht geklärt werden. Festzuhalten bleibt jedoch, dass die Wasserzugabe bei längerer Mischzeit zu einer Verminderung der TM-Aufnahme führte, bei verkürzter Mischdauer jedoch nicht.

Zusammenfassend ergibt sich aus vorliegender Untersuchung, dass vergleichsweise hohe TM-Gehalte der Ration nicht per se zu verstärkter Futterselektion führen müssen. Dabei sollten jedoch auch bei trockener TMR die Maßgaben zur Partikelgrößenverteilung der Ration kontrolliert und eingehalten werden. Unter solchen Bedingungen kann die Wasserzugabe nicht zu einer Verhinderung der Futterselektion beitragen und führt vor allem bei längerer Mischdauer zu negativen Effekten auf die Futteraufnahme, die längerfristig auch negative Auswirkungen auf die Leistung erwarten lassen.

Literatur

- Denißen, J. Beintmann, S., Pries, M. (2019): Einfluss einer Wasserzugabe zu Mischrationen auf Futteraufnahme, Fressverhalten und Milchleistungsparameter hochleistender Milchkühe. Tagungsband Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 32 – 36.
- DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.
- Edmondson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, U.G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- Estrada, J. I. C., Delagarde, R., Faverdin, P., Peyraud, J. L. (2003): Dry matter intake and eating rate of grass by dairy cows is restricted by internal, but not external water. *Animal Feed Science and Technology* 114,. 59-74.
- Felton, C. A., DeVries, T. J. (2010): Effect of water addition to a total mixed ration on feed temperature, feed intake, sorting behavior, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 2651-2660.
- GfE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-197.
- Höfler, M., Jilg, T., Windisch, W. (2016): Wirkung unterschiedlicher Trockenmassegehalte in Mischrationen auf Futteraufnahme und Leistung in der Milchviehfütterung. Tagungsband Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 81-84.
- Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. *top agrar* 6, R12-R15.
- Lahr, D. A., Otterby, D. E., Johnson, D. G., Linn, J. G., Lundquist R. G. (1983): Effects of Moisture Content of Complete Diets on Feed Intake and Milk Production by Cows. *Journal of Dairy science* 66, 1891-1900.

Miller-Cushon, E. K., DeVries, T. J. (2009): Effect of dietary dry matter concentration on the sorting behavior of lactating dairy cows fed a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* 92, 3292-3298.

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

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (2012): *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*, Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. incl. 1.-8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Ward, G. M., Boren, F. W., Smith, E. F., Brethour, J. R. (1966): Relation Between Dry Matter Content and Dry Matter Consumption of Sorghum Silage. *Journal of Dairy Science* 44, 399-402.

Autorenanschrift:

Dr. Thomas Ettle,
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing
Email: Thomas.Ettle@LfL.bayern.de

Etablierung eines positiven Biofilms auf Stalloberflächen in der Broilermast durch den Einsatz einer positiven Biofilmlösung mit Milchsäurebakterien

Elisabeth ZiBler¹, Etienne Bendel³, Christian Scheidemann¹, Julia Plateau-Gonthier²

¹ Lallemand-DHW GmbH (Lallemand Animal Nutrition), Schwarzenbach a. d. Saale, Deutschland

² Lallemand SAS (Lallemand Animal Nutrition), Toulouse, Frankreich

³ Trinova AG, Wangen, Schweiz

Einleitung

Die Wirtschaftlichkeit spielt in der Broilermast eine große Rolle. Für den wirtschaftlichen Erfolg sind vor allem Faktoren wie Besatzdichte, Futtermittelverwertung und Verluste wichtig. Aber auch die Herabstufung oder ein Verwerfen des Geflügelfleisches aufgrund von Qualitätsmängeln führen zu wirtschaftlichen Verlusten. Gesundheitsprobleme wie z.B. Brustblasen und Hautschäden können durch feuchten Boden bzw. zu feuchte und verunreinigte Einstreu entstehen. Durch hohe Besatzdichten und einem fehlenden Austausch der Einstreu während eines Mastzyklus, kommt es zu einem Anstieg der Ammoniakkonzentration sowie negativer Mikroflora im Stall. Aber auch die Anforderungen von Handel und Verbraucher haben sich gewandelt, hin zu einem gesteigerten Bewusstsein für Tiergesundheit und Wohlbefinden. All diesen Qualitätskriterien müssen die Erzeuger und verarbeitende Betriebe Rechnung tragen. Eine gute Tiergesundheit stellt nicht nur aus Tierschutzgründen, sondern auch aus wirtschaftlichen Erwägungen ein erstrebenswertes Ziel dar. Wie können Landwirte das multifaktorielle Geschehen rund um die Entstehung von Infektionskrankheiten ihrer Tiere beeinflussen und so rentablere Durchläufe erzielen?

In landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden werden alle Oberflächen von Mikroorganismen, hauptsächlich in Form von Biofilmen, besiedelt. Diese Biofilme können für die Tiere harmlos, nützlich oder sogar eine bedrohliche Infektionsquelle pathogener Keime darstellen (Luyckx et al., 2016). Vor der Einstellung neuer Tiergruppen werden alle Oberflächen routinemäßig gereinigt und desinfiziert. Sie bleiben jedoch nicht lange steril. Mikroorganismen, die aus der Tierumgebung (Luft, Staub, Einstreu, Ausrüstung, Haarrisse im Beton usw.) und von den neu eingestellten Tieren übertragen werden, beginnen schnell, die Oberflächen neu zu besiedeln und Biofilme zu bilden. Es ist wichtig zu wissen, dass sich die Eigenschaften von Bakterien in einem Biofilm stark von den Eigenschaften der gleichen Bakterien in ihrer frei schwebenden oder planktonischen Form unterscheiden. Ein Hauptproblem dabei ist, dass einige pathogene Bakterien in Biofilmform 10- bis 1000-mal resistenter gegen antimikrobielle Mittel oder Desinfektionsmittel sein können als isolierte Bakterien (Briandet et al., 2012, Cabeca et al., 2012).

Bei den Überlegungen, welche Optimierungsmaßnahmen im eigenen Stall erfolgversprechend sein können, hilft ein Blick auf innovative Ansätze im Bereich der Tierhaltung und Fütterung. Das Tierumfeld sollte hierbei aber auch in Betracht gezogen werden. Bisher liegt der Fokus von Erzeugern und Beratern hauptsächlich auf der Optimierung der beiden erstgenannten Bereiche. Im Hinblick auf aktuelle regulatorische Herausforderungen wie der Reduktion von Antibiotika sowie den allgemeinen Erwartungen der Verbraucher im Bereich des Tierwohls bietet besonders auch das verbesserte Management des Tierumfelds enormes Potenzial.

Material und Methoden

2020 wurde auf drei kommerziellen Broilermastbetrieben in der Schweiz ein Praxisversuch durchgeführt. Die positive Biofilmlösung auf Basis von Milchsäurebakterien und Bazillen (LALFILM PRO, Lallemand Animal Nutrition) wurde in der für Geflügelställe empfohlenen Dosierung von 0,2 g/m² Bodenfläche angewendet und mittels einer Rückenspritze die Stalloberflächen besprüht. Die Anwendung erfolgte am Tag vor dem Einstellen sowie 14 Tage später nochmals, um den bereits etablierten positiven Biofilm im laufenden Durchgang zu stärken. Von den Stalloberflächen wurden mittels Kontaktplatten Proben zur mikrobiellen Analyse genommen, um die mikrobielle Entwicklung vor der Reinigung, nach Reinigung und Desinfektion sowie nach Behandlung mit der Biofilmlösung zu dokumentieren.

Ergebnisse

Die Analyse der Probenahme zeigte deutlich, dass sich in der Kontrollgruppe vor sowie nach Reinigung und Desinfektion eine heterogene sowie mit Enterobakterien besiedelte Mikroflora auf den Stalleinrichtungen bildete. In den Behandlungsgruppen zeigte sich hingegen nach Reinigung und Desinfektion sowie nach der Behandlung mit der positiven Biofilmlösung eine homogene Gesamtflora sowie kein Wachstum von Enterobakterien.

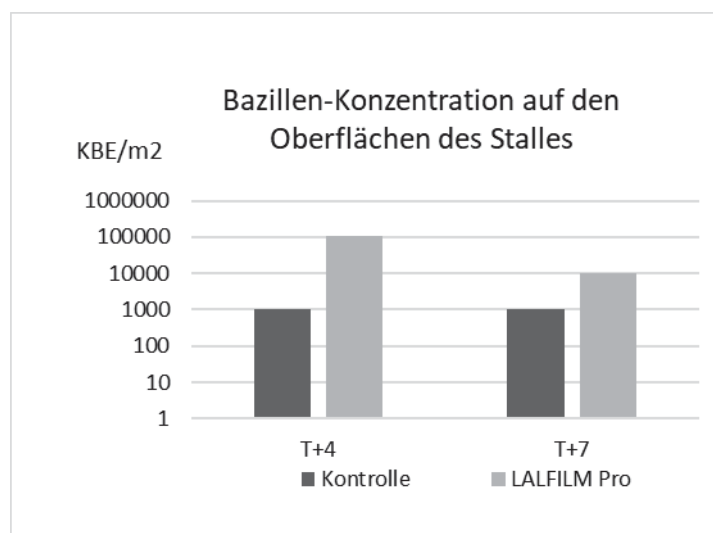


Abb. 1: Bazillen-Konzentration auf den Oberflächen des Stalles

Abbildung 1 zeigt die Bazillen-Konzentration auf den Oberflächen des Stalles. Bereits 4 Tage nach der Behandlung mit der positiven Biofilmlösung zeigte sich eine positive Besiedlung mit 10⁵ KBE /m², 7 Tage nach der Behandlung lag diese bei 10⁴ KBE/m² Stallfläche. Die Bazillen-Konzentration auf den Oberflächen der Kontrollbetriebe blieb jedoch konstant niedrig bei 10³ KBE/m².

Neben der mikrobiellen Entwicklung auf den Stalloberflächen wurde im vorliegenden Versuch auch die Wirtschaftlichkeit einer solchen Behandlung mittels Biofilmlösung sowie die Gesamtergebnisse der Betriebe (Tab. 1) näher betrachtet. Dabei zeigte sich eine Reduktion der Gesamtverluste von 4,54 % auf 3,09 % in den Betrieben, die die Biofilmlösung eingesetzt hatten. Auch die Stallverluste (Kontrolle: 3,32 %, Behandlung: 2,34 %) sowie die 7 Tage Verluste (Kontrolle: 1,54 %, Behandlung: 1,47 %) zeigten eine Reduktion unter dem Einsatz eines positiven Biofilms über alle 3 Versuchsbetriebe hinweg. Die durchschnittliche tägliche Zunahme steigerte sich um 198 g durch den Einsatz einer positiven Biofilmlösung im Vergleich zur Kontrolle. Auch der European Broiler Index (Tageszuwachs x (100 - % Stallverluste) / Futtermittelverwertung x 10) zeigte eine Steigerung um 48 Punkte unter dem Einsatz von LALFILM PRO im Vergleich zu den Kontrollbetrieben (Tab. 1).

Tab. 1: Gesamtergebnisse von 3 Betrieben mit 7 Umtrieben

	Umtriebe Kontrolle N=3	Umtriebe mit Behandlung N=4 *
Anfangsbestand Tiere	12 100	11 735
Endbestand Tiere	11 548	11 351
Gesamtverluste %	4,54 %	3,09 %
Transportverluste %	0,06 %	0,12 %
Konfiszierte Tiere %	0,29 %	0,62 %
Stallverluste %	3,32 %	2,34 %
7 Tage Verluste %	1,54 %	1,47 %
Ø Gewicht g	1934	2132
Ø Tageszuwachs	52,44	58,36
Futtermittelverwertung	1,54	1,54
Alter bei Schlachtung (T)	36,9	36,5
EBI**	341	389

* Werte von zwei Umtrieben wurden gemäß dem Schlachtagter aus der ROSS 308-Kurve korrigiert

Diskussion

Biosicherheitsmaßnahmen in landwirtschaftlichen Betrieben (einschließlich Reinigung, Desinfektion und Einhaltung von Leerstandszeiten) wirken sich auf den Infektionsdruck aus. Die Integration eines neuen Ansatzes eines positiven Biofilms hat sich hierbei als wirksames Instrument zur Ergänzung dieser Maßnahmen erwiesen. Die positive Biofilmlösung aus Milchsäurebakterien und Bazillen (LALFILM PRO, Lallemand Animal Nutrition) unterstützt die Bildung einer positiven mikrobiellen Umgebung nach der Desinfektion und während des Produktionszyklus.

Die vorliegenden Ergebnisse haben gezeigt, dass sich die positive mikrobielle Umgebung auf die Tiergesundheit und somit auch auf die Leistung der Tiere auswirkt. Analysen des Stallmikrobioms mittels mikrobieller Kontaktplatten zeigten außerdem, dass der positive Biofilm-Ansatz dazu beitragen kann, die Wiederbesiedlung unerwünschter Bakterien, die häufig in landwirtschaftlichen Umgebungen vorkommen, deutlich zu vermindern. Im Kontext der Herausforderungen durch lebensmittelbedingte Erkrankungen ist die Gewährleistung einer sicheren mikrobiellen Umgebung während des gesamten Produktionszyklus ein Muss, und neue Ansätze zur Biosicherheit, die Reinigung und Desinfektion mit einem neuartigen Ansatz für das Management mikrobieller Ökosysteme kombinieren, sind sehr vielversprechend.

Quellennachweis

Briandet R., Fechner L., Naitali M., Dreanno N. 2012. "Biofilms, quand les microbes'organisent". France, QUAE, collection Carnet de sciences.

Cabeca T. K., Pizzolitto A. C., and Pizzolitto Loshchagin E. 2012. Activity of disinfectants against foodborne pathogens in suspension and adhered to stainless steel surfaces. Braz. J. Microbiol. vol.43, n.3

Luyckx K., Millet S., Van Weyenberg S., Herman L., Heyndrickx, M. Dewulf J., and De Reu K. 2016. A 10-day vacancy period after cleaning and disinfection has no effect on the bacterial load in pig nursery units. BMC Vet Res. 12: 236.

Autorenanschrift:

Dr. Elisabeth ZiBler
Lallemand-DHW GmbH
Färberstr. 22-24
95126 Schwarzenbach a. d. Saale
ezissler@lallemand.com

DER PANSEN: NATÜRLICH LEISTUNGSSTARK



BIS ZU

10%
MEHR
ZUWACHS



BIS ZU

6%
MEHR
FLEISCH

BIS ZU

7%
MEHR
MILCH



Die tägliche Fütterung der pansenspezifischen Lebendhefe LEVUCCELL SC* unterstützt den natürlichen Antrieb der Wiederkäuer für Gesundheit, Leistung und Effizienz!

Lallemands patentierte Titan-Technologie in LEVUCCELL SC Titan bietet größtmöglichen Schutz der lebenden Hefezellen im Verarbeitungsprozess der Futtermittel.

**Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077

Levucell **sc**
Pansenspezifische Lebendhefe



Impfen von Schweinen gegen Lawsonien – Effekte der Futtermittelverwertung auf die Bilanz von N- und P-Ausscheidungen sowie CO₂-Fußabdruck

Friederike von und zur Mühlen¹, Simone Hartmann¹, Thomas Martin¹, Michael Kandert¹, Robert Tabeling¹

¹Intervet Deutschland GmbH, ein Unternehmen der MSD Tiergesundheit, Feldstraße 1a, 85716 Unterschleißheim

Einleitung

Eine der wichtigsten Darmerkrankungen bei Schweinen wird durch den Erreger *Lawsonia intracellularis* (*L.i.*) hervorgerufen (1). Das Bakterium besiedelt die Enterozyten und hat eine mangelhafte Ausreifung dieser Zellen zur Folge (5). Diese unreifen Darmzellen wiederum sind die Ursache für die charakteristische Verdickung der Darmwand – beschrieben als „hirnwindungsartig“ (5). Betroffen ist vor allem der letzte Abschnitt des Dünndarms, das Ileum. Die infizierten Tiere reagieren in Abhängigkeit vom Alter zum Zeitpunkt der Infektion aber auch beeinflusst durch weitere Faktoren individuell sehr unterschiedlich. Aufgrund reduzierten Wachstums kann es zu einem Auseinanderwachsen innerhalb von Gruppen gleichaltriger Tiere und zu einer Verlängerung der Mastdauer kommen (4, 5, 6). Klinisch stehen Durchfälle im Vordergrund, die in unterschiedlicher Ausprägung und Schwere bis hin zu perakuten Verläufen mit Todesfolge vorkommen (5). Lawsonieninfektionen führen unabhängig von der Schwere des Verlaufes immer zu wirtschaftlichen Einbußen (5, 6). In der Schweinemast ist an erster Stelle der Hauptkostenfaktor „Futter“ zu nennen. Verbleiben die Tiere länger im Stall und zeigen eine reduzierte Mastleistung in Form von Tageszunahmen, dann erhöht sich unweigerlich auch der Futterbedarf. Hervorgerufen durch einen höheren Erhaltungsbedarf und ggf. eine reduzierte Verdaulichkeit des Futters bei den erkrankten Tieren. Der höhere Futteraufwand hat zugleich ökologische Folgen. Die daraus resultierenden höheren absoluten Nährstoffmengen in den Ausscheidungen bekommen vor dem Hintergrund der Nährstoffbilanzen und der Flächenknappheit in vielen Regionen Deutschlands eine besondere Bedeutung (3, 5). Vor dem Hintergrund der Klimateffizienz trifft diese Tatsache auch auf die CO₂-Bilanz eines Mastschweines zu. Mit einem höheren Futtermittelverbrauch steigt auch das CO₂-Äquivalent für das eingesetzte Futter und damit der gesamte Fußabdruck des Schlachtschweines an. Um dies zu kalkulieren, wurden Praxisdaten von sechs Schweinemastbeständen, welche intramuskulär gegen Lawsonien impften, im Vergleich zur ungeimpften Kontrolle herangezogen. Aus den erhobenen Leistungsdaten, insbesondere der besseren Futtermittelverwertung der intramuskulär geimpften Gruppe, wurden die Nährstoff- und CO₂-Bilanzen bewertet.

Material und Methoden

In sechs Feldbetrieben wurden Tiergruppen mit dem intramuskulären Impfstoff gegen Lawsonien geimpft. Diese sowie eine Vergleichsgruppe wurden von den Landwirten gemästet und die Leistungsdaten wurden anhand eines Mastplaners oder einer vergleichbaren Auswertung erfasst. Die Auswertung der Parameter erfolgte deskriptiv und immer im Vergleich auf Betriebsebene.

Die Betriebe

Die Betriebe unterschieden sich in der Betriebsform: 3 geschlossene Betriebe mit Impfung in der Ferkelaufzucht, 2 Mastbetriebe mit Impfung bei MastEinstellung, 1 Mastbetrieb mit Einstaltung geimpfter Ferkel. Bei dem hier nicht weiter aufgeführten Betrieb 3 handelt es sich um eine Ferkelaufzucht, die nach Biorichtlinien arbeitet und daher nicht mit den Mastbetrieben vergleichbar ist. Vor der Einführung der intramuskulären Impfung wurden die Schweine entweder bei auftretender Klinik antibiotisch behandelt (3 Betriebe), andere Betriebe setzten die verfügbare orale Lawsonienvakzine ein (3 Betriebe). Die vor der Einführung der intramuskulären Impfung vorhandene Klinik unterschied sich ebenfalls zwischen den Betrieben und wurde durch die betreuenden Tierärzte diagnostisch aufgearbeitet und eingestuft. Im Zeitraum zwischen 01.01.2019 und 31.12.2020 wurden insgesamt 96.983 Tiere in die Auswertung einbezogen, davon 23.066 intramuskulär geimpfte Tiere. Eine detaillierte Aufstellung der Feldbeobachtungen ist bei von und zur Mühlen et al. 2021 (6) zu finden.

Die Auswertungsparameter

Für die Beobachtungen wurden auf den Betrieben für die jeweiligen Gruppen Zahl und Gewicht der Tiere bei Ankunft sowie zur Schlachtung und die verbrauchten Futtermengen erfasst. Aus diesen Daten wurden dann die Tageszunahmen sowie die Futtermittelnutzung kalkuliert. Die Tiere wurden auf klinische Anzeichen einer Lawsonieninfektion hin (Homogenität der Gruppe, Auftreten von Durchfall) beobachtet und die Anwendung von Arzneimitteln wurde dokumentiert. Diese diente in der Auswertung als indirekter Indikator für das Auftreten von Symptomen einer *L.i.*-Infektion.

Nährstoff- und CO₂-Bilanz

Um die ökologische Bilanz in Form von Nährstoffausscheidungen und CO₂-Bilanz zu kalkulieren, wurde für alle Betriebe eine mittlere Standardmastmischung mit 13,0 MJ ME, 16,4 % Rohprotein und 3,7 g Phosphor unterstellt. Für eine Vergleichbarkeit der Daten wurde außerdem ein Zuwachs von 94 kg für alle Betriebe vorgegeben. Anhand der vorhandenen Daten zur Futtermittelnutzung konnte unter Einbeziehung der Grundlagen des DLG Merkblattes 418 die N-Ausscheidung und die P-Ausscheidung auf Betriebsebene für die Vergleichsgruppe und die Impfgruppe ermittelt werden.

Die Kalkulationen zur CO₂-Bilanz erfolgten unter Einbindung des lizenzfreien Programmes FeedPrint NL, Version 2020.00 – 18 June 2020 von der Universität in Wageningen (7). Auch hier wurde die oben genannte Futtermischung als Grundlage für die Kalkulation für alle Betriebe unterstellt. Als Futtermittelnutzung gab das Programm anhand der Vorgaben für diese Kalkulation eine Futtermittelnutzung von 1:2,87 an. Das Einstallgewicht wurde mit 30 kg festgelegt. Anhand der verbrauchten Futtermengen wurden die CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) auf Basis der Standardmastmischung ermittelt. Die CO₂-eq wurde differenziert in die Parameter „Farm“ inkl. Tiermaterial, Gülle, Stallungen, Fermentation sowie „Feed“ und „LandUseChange“ (LUC). CO₂-Einsparungen in der Modellkalkulation basierten in diesem Fall ausschließlich auf den sich ändernden Futtereinsatzmengen resultierend aus den jeweiligen Futtermittelnutzungen. Alle weiteren Faktoren sind an dieser Stelle unberücksichtigt geblieben.

Ergebnisse

Die klinische Lawsonien-Situation konnte in allen ausgewerteten Betrieben durch den Einsatz der intramuskulären Impfung verbessert werden. Nicht nur durch den subjektiven Eindruck im Bestand, sondern vor allem durch den nachweislich geringeren Einsatz von Medikamenten – hier insbesondere die nicht mehr vorhandene Notwendigkeit zur Durchführung von oralen Gruppenmedikationen – darzustellen.

Tageszunahmen und Futterverwertung

Mit Tageszunahmen zwischen 782 und 985g befanden sich die Betriebe vor der Einführung der Impfung auf sehr unterschiedlichem Niveau. Insbesondere in den Betrieben 4a, 4b und 5 kann die Wachstumsleistung mit 930 bis 985 g als sehr gut beschrieben werden. Alle Betriebe konnten in den Impfgruppen Leistungssteigerungen zwischen 1,0 und 6,8 % darstellen, sodass ein Plus von bis zu 63 g zu verzeichnen war. Das gleiche Bild wie bei den Tageszunahmen zeigte sich auch bei der Futterverwertung. Die Betriebe mit geringerer Leistung fielen auch mit einer schlechteren Futterverwertung von bis zu 1:3,07 auf (Betriebe 1 und 2). Die beste Futterverwertung konnte der Betrieb 6 mit einem Wert von 1:2,58 kg Futter/kg Zuwachs darlegen. Aber auch dieser Parameter konnte in den Impfgruppen mit einer Verbesserung aufgewertet werden und kann als Indiz für den Erfolg der Impfmaßnahme gesehen werden.

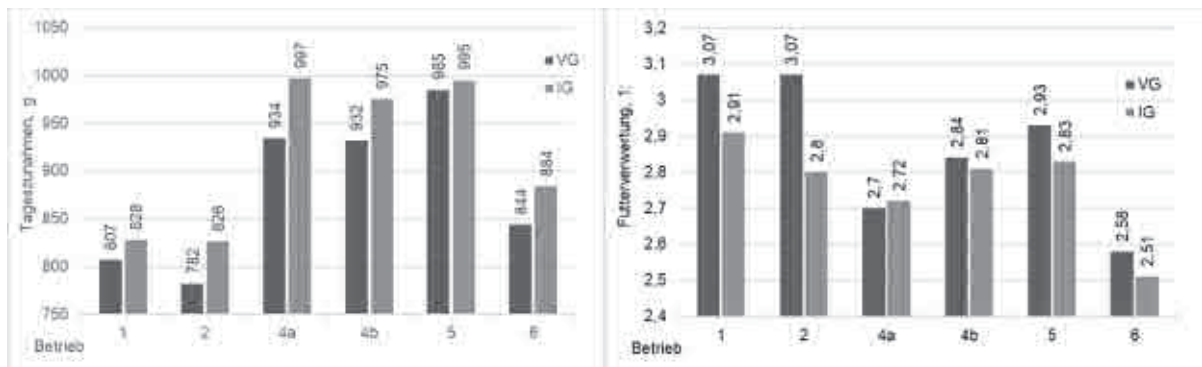


Abbildung 1: Tageszunahmen und Futterverwertung auf den ausgewerteten Betrieben vor (VG) und nach der Einführung der intramuskulären Impfung (IG) gegen Lawsonien

Nährstoffe

Auf der Basis des Futtermodells und mit der jeweiligen Tierzahl in den Impfgruppen kann in allen Betrieben mit Ausnahme des Betriebes 4a mit der besseren Futterverwertung auch eine Reduzierung der Ausscheidungen von N und P dargestellt werden.

Tabelle 1: Einfluss der Futterverwertung auf den ausgewerteten Betrieben und den daraus resultierenden Effekten auf N-/P-Ausscheidungen und Hektarbedarf

Betrieb	Tierzahl	Abweichung FVW (%)	Abweichung N (%)	Abweichung P (%)	Abweichung ha-Bedarf N*	Abweichung ha-Bedarf P ₂ O ₅
Erhoben aus der Feldbeobachtung		Kalkulierte Werte anhand Standardmastmischung				
1	2034	-5,21	-7,91	-9,40	-3,52	-3,08
2	419	-8,79	-13,34	-15,86	-1,22	-1,07
4a	11183	+0,74	+1,21	+1,50	+2,42	+2,11
4b	4142	-1,06	-1,67	-2,04	-1,34	-1,17
5	962	-3,41	-5,31	-6,40	-1,04	-0,91
6	1533	-2,71	-4,56	-5,77	-1,16	-1,01

*inkl. 20 % Stall und Lagerverluste; bei 170 kg N/ha und 85 kg P₂O₅/ha

CO₂-Bilanz

Anhand der Daten der Standardmastmischung und einer Mast bis 124 kg Lebendgewicht wurde für die Produktion ein CO₂-eq von 4336 g/kg Lebendmasse kalkuliert. Davon entfielen 1231,6 g allein auf den Futteranteil. Zwischen einer Futterverwertung von 1:2,5 und 1:3,2 variierte das CO₂-eq für Mastfutter zwischen 1072,8 und 1373,2 g/kg Lebendmasse. Bezogen auf das CO₂-eq fürs Futter und das CO₂-eq für die gesamte Produktion ergaben sich die in Abbildung 2 dargestellten prozentualen Abweichungen im Vergleich zur Futterverwertung 1:2,87

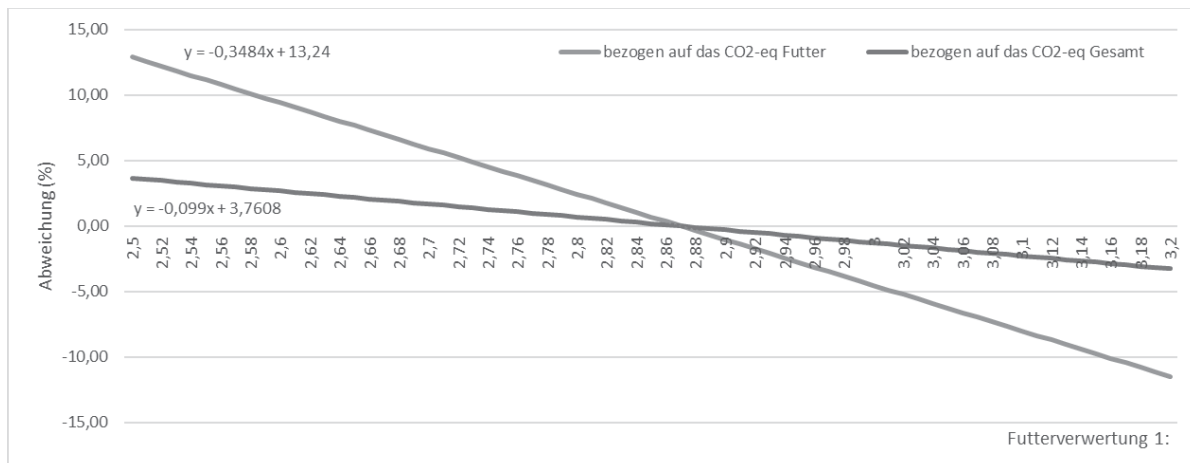


Abbildung 2: Einfluss der Futterverwertung auf das CO₂-eq (g/kg Lebendmasse) im Vergleich zum CO₂-eq Futter sowie zum CO₂-eq Gesamt (g/kg Lebendmasse) bei einer Futterverwertung von 1:2,87

Diskussion

Der Erfolg einer Impfmaßnahme ist in seiner Fülle nicht immer leicht in Zahlen darzustellen. Das erste Ziel muss die Verbesserung der klinischen Situation sein. Diese kann anhand von dem tatsächlichen Eindruck im Stall gewonnen werden, ist dann aber häufig nicht konventionell messbar. In diesem Fall diente die Auswertung des Medikamenteneinsatzes auf den Betrieben als indirekter Indikator. Auch die Diagnostik könnte ein geeignetes Mittel zur Beschreibung des klinischen Verlaufes einer Infektion sein. Da die Impfung gegen Lawsonien zwar die Erregerausscheidung reduziert (4) aber keine sterile Immunität erzeugt, wird auch weiterhin der Erreger im Betrieb nachweisbar sein. Auch die Untersuchung von Antikörpern eignet sich nicht für die Interpretation von Erfolg oder Misserfolg der Impfmaßnahme bei Lawsonia, da sowohl die intramuskuläre Impfung als auch die Feldinfektion (über 90 % infizierte Bestände) eine Antikörperreaktion hervorrufen, welche diagnostisch nicht zu unterscheiden sind. In den ausgewerteten Fällen lassen der subjektive Eindruck im Bestand in Verbindung mit dem reduzierten Antibiotikaeinsatz eine verbesserte Gesundheitssituation in den Beständen vermuten.

Um eine Bewertung der Futterverwertung vorzunehmen, müssen einige Einflussfaktoren bedacht werden. Saisonale Effekte können zum Beispiel eine Rolle spielen. Da die Durchgänge auf den Betrieben (bis auf einen) nacheinander erfolgten, schwankten die durchschnittlichen Ein- und Ausstallgewichte der verglichenen Gruppen mit den daraus resultierenden Auswirkungen auf die errechneten Mastleistungsparameter. Die Tiergewichte können – ebenso wie auch Futterverluste zum Beispiel – einen erheblichen Effekt auf die Futterverwertung haben. Bei einigen Betrieben ist die Verbesserung der Futterverwertung jedoch so massiv, dass sie durch die Variation der Ein- und Ausstallgewichte nicht allein zu erklären wäre: die Betriebe 1, 2 und 6, welche keine entsprechende Veränderung der

Tiergewichte aufweisen. Der Betrieb 4b hat sogar trotz höherer Schlachtgewichte in der Impfgruppe eine Verbesserung der Futtermittelverwertung erreichen können (7). Nicht zuletzt ist angesichts sehr hoher Tageszunahmen in Kombination mit hoher Futtermittelaufnahme eine Art Überschreitung der Darmkapazitäten zu vermuten, die eine etwas schlechtere Futtermittelverwertung mit sich bringen kann. Dies kann eine Erklärungsansatz für die etwas schlechtere Futtermittelverwertung auf dem Betrieb 4a sein.

Die Möglichkeiten, Nährstoffausscheidungen zu reduzieren, sind in der Schweinemast durchaus gegeben. In den vergangenen Jahren wurde sehr viel über die originären Nährstoffgehalte im Futter und die optimale Nutzung dieser Ressourcen gearbeitet und angepasst (z.B. nährstoffreduzierte Fütterung). Die dadurch erreichten Verringerungen der Ausscheidungen waren sehr deutlich. Ein weiterer Aspekt, der ebenfalls in die Ressourcennutzung eingeht, ist die Optimierung der Futtermittelverwertung. Dadurch werden nicht nur Nährstoffe eingespart, auch die CO₂-Bilanz ist dadurch zu beeinflussen. Neben der Verwertbarkeit der Rohnährstoffe spielt die Gesundheit der Tiere eine übergeordnete Rolle, damit aufgenommene Nährstoffe in Leistung umgesetzt werden können und nicht zur Genesung der Tiere verwendet werden müssen. Sowohl klinische als subklinische Lawsonieninfektionen beeinflussen die Leistung der Tiere und entziehen dem Tier Ressourcen für den Ansatz. In den Auswertungen erreichten die Betriebe im Schnitt eine Verbesserung der Futtermittelverwertung von ca. 0,1. Bezogen auf die Nährstoffausscheidung bedeutet diese Verbesserung eine geringere Ausscheidung von 230 g N und 35,1 g P pro Schwein. In den Betrieben wurden 23.066 geimpfte Tiere in die Auswertungen integriert, sodass man insgesamt von einer Reduzierung der Ausscheidungen um 5.305 kg N und 809,6 kg P sprechen kann. Die folgende Grafik zeigt die Beziehung zwischen der Futtermittelverwertung und die Einsparungen für N- und P-Ausscheidungen auf Tierebene beim Einsatz der oben genannten Standardmastmischung.

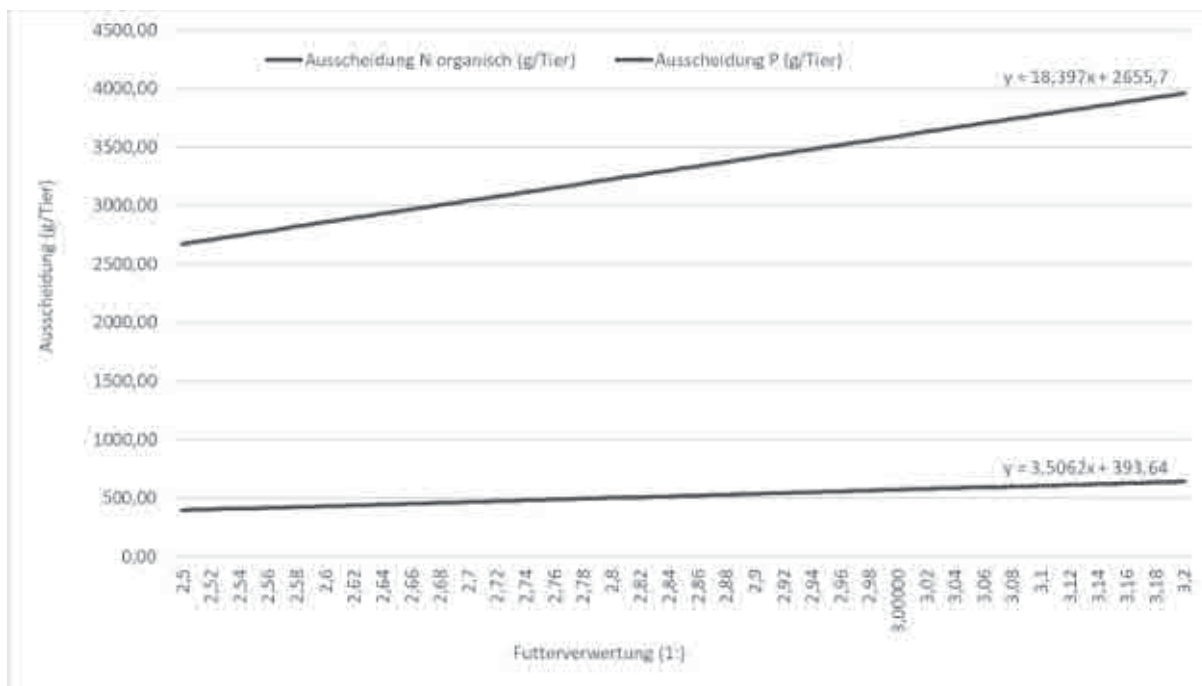


Abbildung 3: Änderungen in den Nährstoffausscheidungen pro Schwein (N, P) in Abhängigkeit von der Futtermittelverwertung beim Einsatz der oben angegebenen Standardmastmischung

In der aktuellen Diskussion um Klimawandel sind die Emissionen von Treibhausgasen in allen Bereichen des Lebens, insbesondere der Wirtschaft auf dem Prüfstand. Die Klimaziele zur Reduzierung des Ausstoßes sind gesteckt und staatliche Programme fördern die Umsetzung. So soll in der Landwirtschaft laut Klimaschutzplan 2030 eine Reduzierung um 14 Millionen Tonnen CO₂ gegenüber 2014 erreicht werden. Hier ist natürlich auch die Tierhaltung gefragt, ihren Teil dazu beizutragen. Eine Reduzierung der Futtermittelverwertung um 0,1 bedeutet eine Reduzierung der CO₂-eq um 42,9 g/kg Lebendmasse und insgesamt eine Einsparung von 5321,2 g CO₂ pro Schwein.

Im Jahr 2019 wurden ca. 55 Mio Mastschweine geschlachtet. Wenn die Futtermittelverwertung bei diesen Tieren wie in der dargestellten Auswertung um 0,1 verbessert würde, hätte dieses eine Minimierung der N-Ausscheidungen um 12.650 to, der P-Ausscheidungen um 1.931 to und der CO₂-eq um 0,3 Mio to rechnerisch zur Folge.

Schlussfolgerung

In sechs Mastanlagen in Deutschland wurde nach der Diagnosestellung lawsonienbedingte Klinik oder Subklinik der intramuskuläre Lawsonienimpfstoff eingesetzt und eine Auswertung von Leistungsdaten vorgenommen. Durch diese Maßnahme gelang es den Betrieben, die Gesundheit im Stall maßgeblich zu verbessern und auf Behandlungen ganzer Tiergruppen mittels Futtermedikation vollständig zu verzichten. Gleichzeitig ging die Impfung mit einer Steigerung der Leistung, insbesondere in Form von Tageszunahmen und Futtermittelverwertung einher. Wird modellhaft mit einer Standardmastmischung und tatsächlich erhobener Futtermittelverwertungsverbesserungen die Effizienz der Ressourcennutzung kalkuliert, so ergibt sich eine reduzierte Nährstoffausscheidung (N/P) sowie eine Einsparung beim CO₂-eq. Insgesamt kann die Impfmaßnahme positiv bewertet werden: die Tiere waren gegen lawsonienbedingte Klinik und Subklinik geschützt. Mit den deutlichen Effekten auf die Verringerung des Antibiotikaeinsatzes und die aus der Steigerung der Effektivität (Tageszunahmen und Futtermittelverwertung) resultierende modellhaft kalkulierte Minimierung des N- und P-Einsatzes und die Verminderung der CO₂-Ausscheidung kann die intramuskuläre Impfung gegen *Lawsonia intracellularis* einen Beitrag zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und der Umweltverträglichkeit in der Schweineproduktion darstellen.

Literatur

- (1) Arnold, M., A. Crien, H. Swam, S. v. Berg, R. Jolie, H. Nathues (2019): Prevalence of *Lawsonia intracellularis* in pig herds in different European countries. *Porcine Health Management* 5:31
- (2) BLE: Bundesprogramm zur Förderung der Energieeffizienz und CO₂-Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau. https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Bundesprogramm-Energieeffizienz/bundesprogramm-energieeffizienz_node.html Abrufdatum: 20.08.2021
- (3) DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. DLG-Verlag, 2. Auflage
- (4) Jacobs, A.A.C., F. Harks, L. Hazenberg, M.J.H. Hoeijmakers, T. Nell, S. Pel, R.P.A.M. Segers (2019): Efficacy of a novel inactivated *Lawsonia intracellularis* vaccine in pigs against experimental infection and under field conditions. *Vaccine* 37 (15), 2149-2157
- (5) Vannucci FA, Gebhart CJ, McOrist S. Proliferative Enteropathy. In: Zimmermann JJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J, Herausgeber. *Diseases of Swine*. 11. Edition New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2019. S. 898-911
- (6) v.u.z. Mühlen F, Pfeiffer F, Schmidt P, v.Brehm K, Busen K, Renken C, Vogels J, Tabeling R. (2021): Praxisdaten zu Klinik und Leistung von Porcilis® Lawsonia geimpften Tieren in deutschen Betrieben. *Tierärztl. Umschau* 2:28-37
- (7) FeedPrint NL: <http://webapplicaties.wur.nl/software/feedprintNL/index.asp>; Abrufdatum: 20.08.2021

Autorenanschrift:

Dr. Friederike von und zur Mühlen
Intervet Deutschland GmbH, ein Unternehmen der MSD Tiergesundheit
Feldstraße 1a
85716 Unterschleißheim
friederike.muehlen@msd.de

Praxisergebnisse zu Leistung, Antibiotikareduktion und Wirtschaftlichkeit bei Verwendung des inaktivierten *Lawsonia intracellularis*-Impfstoffes beim Schwein

F. von und zur Mühlen¹, P. Schmidt², K. von Brehm³, K. Busen⁴, C. Renken¹, J. Vogels¹, R. Tabeling¹

¹Intervet Deutschland GmbH, ein Unternehmen der MSD Tiergesundheit

²Vet-Team Reken GbR, Reken

³Tierärzteteam Nord GmbH & Co KG, Niesgrau

⁴Tierarztpraxis Björn Becker, Heek

Einleitung

Lawsonia intracellularis (L.i.) ist ein intrazellulär lebendes Stäbchenbakterium, das als Darmerreger der Proliferativen Enteritis (PE) in deutschen Schweinebeständen mit einer Häufigkeit von 90,3 % (1) sehr weit verbreitet ist. Die häufigste Ausprägung der Lawsonieninfektion ist die chronische (chr.) Form der Proliferativen Enteritis: die Porcine Intestinale Adenomatose (PIA; 2). Vor allem jüngere Tiere sind von moderatem Durchfall betroffen, zeigen Kümern und Inhomogenität in den Gruppen. In subklinischen Fällen (sk.) bleiben klare klinische Anzeichen aus, die Betriebe fallen durch geringere Tageszunahmen, Auseinanderwachsen und eine schlechtere Futterverwertung auf. Im Gegensatz dazu verursacht die nekrotisierende Enteritis (NE; 3) neben Störungen des Allgemeinbefindens schwerwiegende Schäden der Darmschleimhaut, fibrinöse Entzündungen und kann sekundäre Infektionen nach sich ziehen. Im akuten (ak.) Krankheitsfall, welcher vor allem bei der Infektion älterer Tiere (Mastschweine, Jungsauen, selten bei Sauen) auftritt, ist das klinische Bild geprägt von hämorrhagischen Enteritiden und plötzlichen Todesfällen (Porcine Haemorrhagische Enteritis, PHE). Dabei verursachen alle Formen der Infektion mit *Lawsonia intracellularis* ob subklinisch, akut oder chronisch ökonomische Schäden.

Zur Therapie werden antibiotische Wirkstoffe eingesetzt, deren Erfolg bei fortgeschrittenem Verlauf (chr. Schäden) oder bei sehr früher Behandlung (Tiere z.T. ohne ausreichenden Erregerkontakt, Entwicklung der Immunität bleibt aus) beeinträchtigt sein kann (2). Verbesserte Maßnahmen zur Biosicherheit bei Tierverkehr, Insekten-/Schadnagermanagement und Reinigung/Desinfektion können den Erregerdruck zwar senken, aber nicht eliminieren. Der Einsatz von Säuren, Zink- oder Kupferpräparaten erweist sich als ineffizient bei Lawsonieninfektion. Zur Prophylaxe gab es bis 2019 ausschließlich eine oral zu verabreichende Lebendvaccine. Seit Ende 2019 ist eine intramuskulär (i.m.) und damit tierindividuell zu verabreichende *Lawsonia intracellularis* Vakzine zugelassen. Hierbei handelt es sich um einen ab dem Alter von 3 Wochen einsetzbaren Totimpfstoff (inaktiviert).

Material und Methode

Produktionsdaten wurden in sechs (nord-) deutschen Betrieben erhoben, welche die Schweine intramuskulär gegen *Lawsonia intracellularis* impften: entsprechend der Zulassung als Saugferkel ab dem 21. Lebenstag (LT) oder bei Masteinrichtung. Die Impfung erfolgte allein oder gemischt mit dem zugelassenen gebrauchsfertigen PCV & M. hyo Kombinationsimpfstoff. Besonderheiten: Betrieb 4 hat zwei Mastställe (4a, 4b); Betrieb 3 ist ein Biobetrieb (Ergebnisse gesondert dargestellt). In allen

Betrieben wurde durch die bestandsbetreuenden Tierärzte eine Lawsonieninfektion diagnostiziert und die klinische Ausprägung definiert. In drei Betrieben wurde ein chronisches Geschehen (PIA) und in zwei Betrieben das akute Geschehen (PHE in der Endmast) beschrieben. In einem Mastbestand (Betr. 5) wurde der Verlauf als subklinisch eingeordnet (Tab. 1). Zur Bekämpfung wurden vor Einführung der intramuskulären L.i. Impfung entweder antibiotische (AB) Behandlungen (Betr. 1, 5, 6) oder aber die orale L.i. Impfung, z.T. auch ergänzt mit antibiotischen Behandlungen, vorgenommen (Betr. 2, 3, 4).

Tabelle 1: Übersicht der Betriebe: Struktur, Klinik, bisherige Maßnahmen, Impfangaben *Lawsonia intracellularis* intramuskulär (einzeln/kombiniert; Alter) und Aufstellungs-/Auswertungsart

Betrieb	1	2	3 (Bio)	4a	4b	5	6
Anzahl Sauen, ca.	300		400	2000	2000		
Ferkelaufzuchtplätze, ca.	1500		1300	9800	9800		
Mastplätze, ca.	3500	1400		11500	5000	1920	1980
Klinische Ausprägung	ak. -chr.	ak.	chr.			sk.	ak.
Maßnahme, bislang	ABs	orale L.i. Impfung				ABs	ABs
Impfung L.i. i.m. einzeln oder kombiniert	gemischt m. PCV & M. hyo Kombiimpfstoff			als Einzelimpfstoff			
Alter/Gewicht b. Impfung	4. LW	4. LW	4. LW	4. LW	4. LW	ca. 33 kg	ca. 26 kg
Aufstellung/Auswertung	zeitversetzt					zeitgleich	zeitversetzt

Eine detaillierte Datenerfassung erfolgte bereits vor Beginn der i.m. L.i.-Impfung im Rahmen der routinemäßigen Dokumentation der Produktionsdaten auf allen beobachteten Betrieben. Aus den erfassten Daten zur Mastdauer, den Tiergewichten, dem Futtermittelverbrauch, den Verlusten und den Verkäufen inkl. vorzeitigen Verkäufen (Tiere wegen Minderleistung vor Mastende verkauft) wurden folgende Leistungsparameter kalkuliert: Zuwachs, Tageszunahmen und Futtermittelverwertung. Die Erfassung und deren deskriptive Auswertung erfolgte entweder mit Hilfe eines Mastplaners oder mit betriebseigenen Auswertungen in EXCEL®. So konnte mithilfe der o.g. betriebsindividuellen Leistungsdaten eine betriebsindividuelle ökonomische Bewertung der neu etablierten intramuskulären Lawsonien-Impfmaßnahme anhand eines vorher/nachher Vergleichs vorgenommen werden.

Ergebnisse

In den ausgewerteten Betrieben konnten mit dem Einsatz der i.m. L.i. Impfung folgende Veränderungen beobachtet werden: In den Betrieben 1, 2 und 5 kam es zu deutlichen klinischen Verbesserungen, in den Beständen 3, 4a, 4b und 6 blieben klinische Erscheinungen vollständig aus. Die allgemeinen Daten zu Ein- und Ausstallgewichten sowie Masttagen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die Impfgruppen aller Betriebe zeigten eine deutliche Reduktion der Verluste (Abb. 1) und vorzeitigen Verkäufe (Abb. 2).

Tabelle 2: Mittlere Ein- und Ausstallgewichte sowie Masttage der Betriebe in Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i.)

Betrieb		1	2	3	4a	4b	5	6
Tierzahl	VG	4021	412	10685	40693	15161	962	1983
	IG	2034	419	2793	11183	4142	962	1533
Ø Einstallgewicht, kg	VG	27,4	30,0	9,3	29,3	28,4	36,1	26,7
	IG	27,3	31,7	10,2	30,3	28,4	32,9	25,9
Ø Ausstallgewicht, kg	VG	120,9	121,1	31,4	120,3	119,4	134,8	121,9
	IG	126	120,7	34,0	121,9	122,3	132,7	123,2
Ø Masttage	VG	116	116	62	97	98	95	113
	IG	119	108	61	92	96	100	110

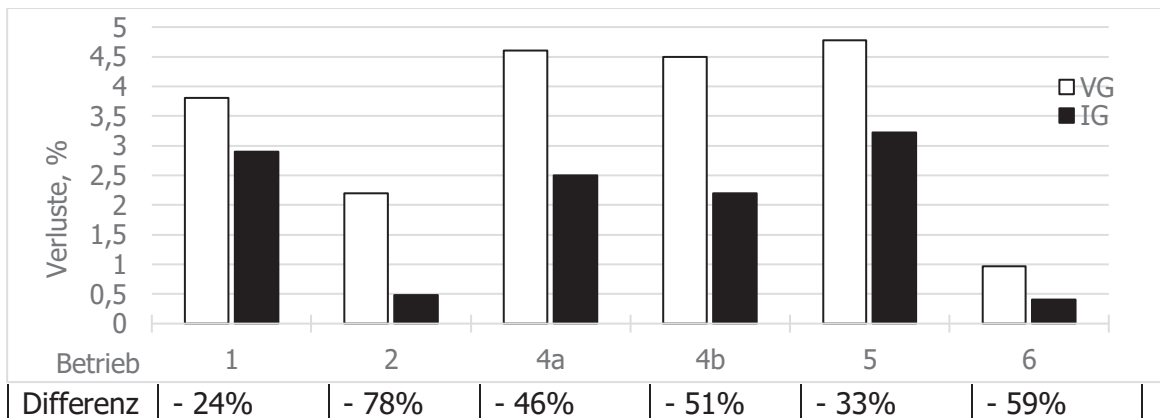


Abbildung 1: Tierverluste (%) in den Betrieben inklusive prozentualer Veränderung zwischen Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i)

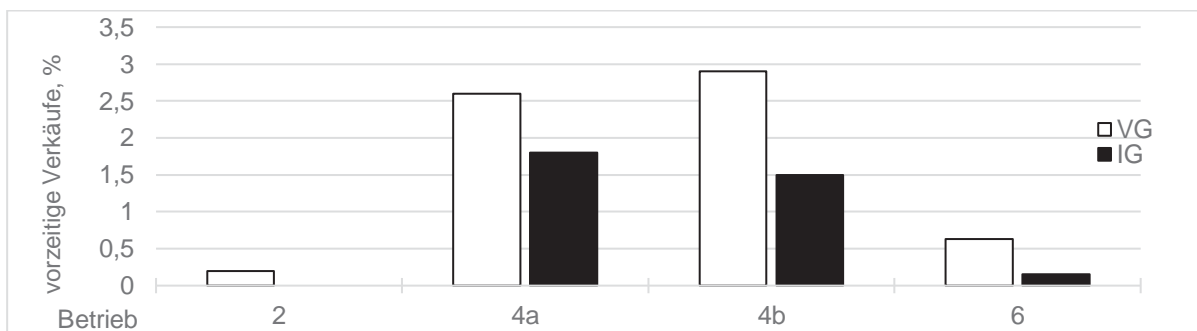


Abbildung 2: Vorzeitige Verkäufe (%) in Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i) der Betriebe

Unabhängig vom Leistungsniveau der Betriebe vor der Einführung der intramuskulären Lawsonien-Impfung konnten alle ausgewerteten Betriebe die Tageszunahmen steigern (Abb. 3).

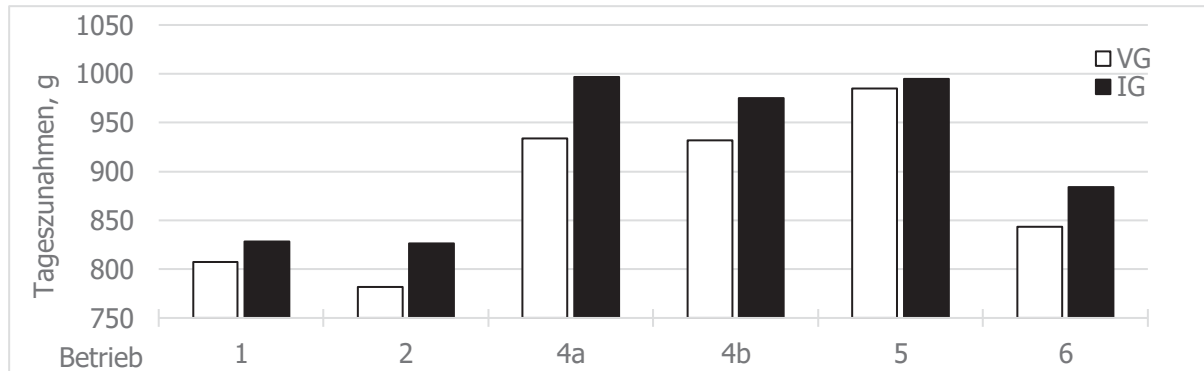


Abbildung 3: Tageszunahmen in Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i) der Betriebe

Die Futterverwertung stellt sich im Vergleich der Betriebe in dieser Untersuchung sehr unterschiedlich dar. Alle Betriebe (bis auf „Mast 4a“) konnten in der Lawsonien-Impfgruppe eine verbesserte Futterverwertung von bis zu 8,8 % aufweisen (Abb. 4).

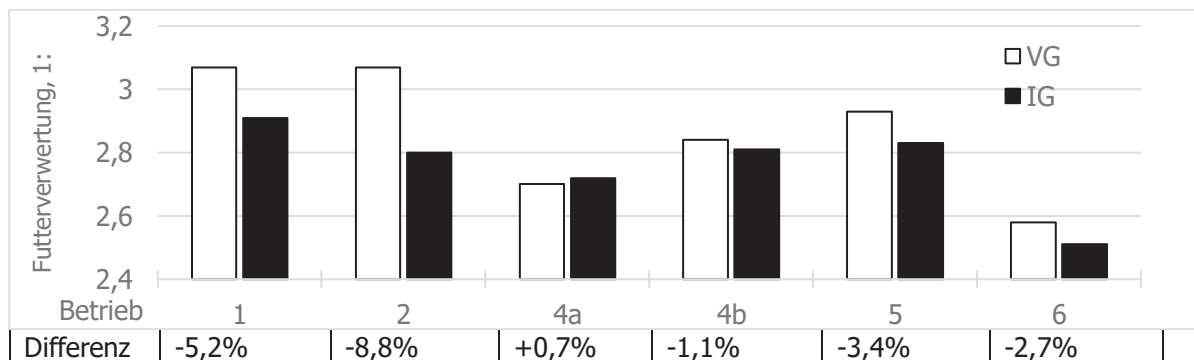


Abbildung 4: Futterverwertung (1:) in den Betrieben inklusive prozentualer Veränderung zwischen Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i) der Betriebe

Der Betrieb mit der Biohaltung (Betrieb 3) nimmt in vielerlei Hinsicht eine Sonderstellung ein. Aus diesem Grund werden die Leistungsdaten für diesen Betrieb gesondert dargestellt (Tab. 3).

Tabelle 3: Leistungen im Betrieb 3 - Ferkelaufzucht unter Biorichtlinien - in Vergleichs- (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i)

Gruppe	VG	IG
Verluste, %	7,4	3,4
Vorzeitige Verkäufe, %	0,5	0,1
Tageszunahme, Mittel, g	355	389
Futterverwertung 1:	2,08	2,05

Im Biobereich gelten verschiedene Einschränkungen bezüglich des Einsatzes antibiotisch wirksamer Therapeutika. Mit Einführung der i.m. L.i. Impfung konnte auch in diesem Betrieb eine deutliche Verbesserung der Tiergesundheit und der Leistungsdaten (weniger Verluste/vorzeitige Verkäufe, gleichzeitig höhere Tageszunahmen, verbesserte Futterverwertung) beobachtet werden.

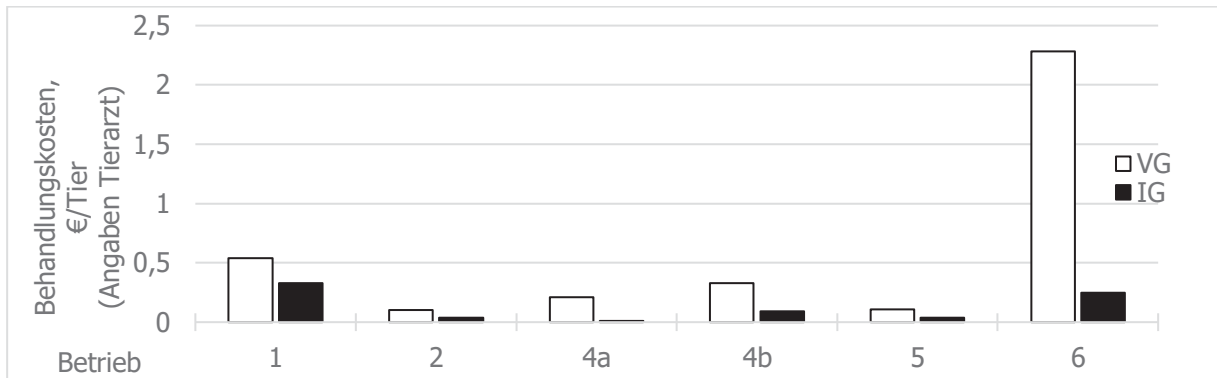


Abbildung 5: Behandlungskosten in den Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen (IG; i.m. L.i) der ausgewerteten Betriebe; exkl. Impfkosten

Durch die intramuskuläre Lawsonia Impfung konnten in allen ausgewerteten Betrieben und unabhängig von bisheriger Strategie die antibiotischen Behandlungen reduziert werden (Abb. 5). Dies traf auch für die Bestände zu, die zuvor die orale Lawsonienimpfung einsetzten und zum Teil zusätzlich antibiotisch therapierten, um die klinische Situation im Stall zu kontrollieren. Die Analyse der Ökonomie (Tab. 4) zeigte für alle Betriebe geringere Aufwendungen von 2,59-8,15 € zur Produktion der Tiere bei Einsatz der intramuskulären Lawsonienimpfung (ohne Berücksichtigung der Impfkosten)

Tabelle 4: Bilanz der ökonomischen Bewertung Lawsonia i.m. geimpfter Tiere (Impfkosten exkludiert)

Betrieb	1	2	3	4a	4b	5*	5**	6**
Bilanz, Aufwand/Mastschwein €	- 4,05	- 8,15	- 5,03	- 2,59	- 3,90	- 2,84	- 3,30	- 4,42
* bei negativen DKfL ** DKfL von 25 € vorgegeben (kritische Marktlage Ende 2020)								

Diskussion

Durch zeitversetzte Auswertung der Betriebe (exkl. Betr. 5) sind Einflüsse von Jahreszeit, Klima, Futter, Marktlage und Management nicht auszuschließen. Es wurde versucht, diese durch möglichst lange Auswertungszeiträume und die Nutzung großer Datenmengen zu reduzieren. Um exakte betriebliche Aussagen zur Effektivität von Impfungen treffen zu können, ist eine strukturierte und sorgfältige Datenerhebung notwendig, die in deutschen Praxisbetrieben kein Standard ist, aber in den vorliegenden Betrieben gegeben war (üblicherweise landwirtschaftliche Fachberatung). Die Auswertungen erfolgten auf der Datengrundlage von 400-11183 Tieren im Zeitraum von Ende 2019 bis Anfang 2021 (je nach Betrieb). Im Betrieb 5 war es sogar möglich, Kontroll- und Impfgruppe parallel zu beobachten. In Tabelle 5 sind die prozentualen Veränderungen der ausgewerteten Parameter im Vergleich dargestellt, da diese vier Faktoren (Verluste, Tageszunahmen, Futterverwertung und antibiotische Behandlungen) für die

Mast allgemein, aber besonders für die enterale Problematik der L.i.-Infektion von herausragender Bedeutung sind, sich gegenseitig erheblich bedingen und folglich gemeinsam betrachtet werden sollten.

Tabelle 5: Prozentuale Änderungen zwischen Vergleichs- und Impfgruppe auf den Betrieben

Betrieb	1	2	3	4a	4b	5	6
Verluste	- 23,7	- 78,2	- 54,1	- 45,6	- 51,1	- 32,6	- 58,8
Tageszunahme	+ 2,6	+ 5,6	+ 9,6	+ 6,8	+ 4,6	+ 1,0	+ 4,8
Futterverwertung	- 5,2	- 8,8	- 1,4	+ 0,7	- 1,1	- 3,4	- 2,7
AB-Behandlungen		- 55,6	Keine	- 95,2	- 72,7	- 64,0	- 89,0
AB-Behandlungstage	-91,8						- 98,6

Für die tierärztliche und landwirtschaftliche Praxis sind besonders die klinischen Probleme und die Verluste im Stall sichtbar und bedürfen viel Aufmerksamkeit in der Kontrolle: Der intramuskuläre Lawsonien-Impfstoff konnte sowohl im klinischen Bild als auch bei den Verlusten deutliche Verbesserungen in allen Betrieben erreichen (um bis zu 78,2%). Vor dem Hintergrund einer angestrebten Antibiotikareduktion in der Tierhaltung, ist bemerkenswert, dass in den Studienbetrieben der Impfstoff geeignet ist den antibiotischen Einsatz deutlich zu reduzieren. Neben klinischen Problemen hat der Landwirt aber auch die Produktionskosten und hier vor allem die Futterverwertung als Hauptkostenfaktor (4) ökonomisch zu betrachten. Das Niveau der Betriebsergebnisse ist hier sehr unterschiedlich. So bewegen sich die Bestände 1, 2 und 5 zum Teil deutlich über dem Schnitt der Mastbetriebe in Nord-West-Deutschland (ca. 1:2,82; 5). Alle Betriebe erreichten mit Einführung der Impfung, ohne weitere Veränderungen in Futter und Fütterungsmanagement, deutliche Verbesserung der Futterverwertung. Eine Ausnahme stellt der Betrieb 4a dar: Die Futterverwertung der Impfgruppe war um 0,02 höher als bei Vergleichstieren. Zugleich war aber dieser Betrieb mit fast 1000 g Tageszunahmen der Leistungsstärkste der Auswertung. Selbst die bereits als sehr gut zu beurteilende Futterverwertung von Betrieb 6 (1:2,58) konnte bei i.m. L.i. geimpften Tieren verbessert werden (1:2,52). Im Beobachtungszeitraum der vorgestellten Betriebe variierten die Futterkosten zwischen 22,03 und 26,29 €/dt Futter, sodass beim Zuwachs von 96,7 kg (Ø ausgewertete konventionelle Bestände) eine Verbesserung der Futterverwertung um 0,1 (9,7 kg Futter/Tier) einen ökonomischen Vorteil von 2,13-2,45 €/Tier ergab. Die jeweilige klinische (bzw. subklinische) Situation wirkte sich betrieblich unterschiedlich auf das ökonomische Ergebnis aus. Einige haben vor allem von geringeren Verlusten profitiert (Betr. 1, 3, 4a, 4b), andere eher vom reduzierten Futteraufwand (Betr. 2, 5, 6). Bei Tageszunahmen von ca. 950 g (Betr. 4a, 4b und 5) oder sehr guter Futterverwertung von 1:2,52 (Betr. 6) sind Optimierungen ambitioniert, konnten aber dennoch realisiert werden. So wurden z.B. im Betrieb 4a die bereits vor der Einführung der i.m. Lawsonia Impfung sehr gute Tageszunahme (+63 g) und Futterverwertung (-0,03) verbessert und der finanzielle Vorteil von 2,59 €/Tier erreicht. Im Betrieb 2 (chronische Infektion) bewirkten die bessere Futterverwertung sowie geringere Verluste und vorzeitige Verkäufe mit dem Einsatz der intramuskulären *Lawsonia intracellularis* Impfung den höchsten ökonomischen Vorteil aller Betriebe mit 8,15 €/Tier (Tab. 4). Vergleiche der betrieblichen Auswertungen mit Kalkulationen der landwirtschaftlichen Beratungspraxis bestätigen diese Aussagen (6).

Schlussfolgerung

Lawsonia intracellularis ist in vielen Betrieben ein Thema mit subklinischer oder klinischer Relevanz. In sechs Betrieben wurde als prophylaktische Maßnahme die intramuskuläre *Lawsonia intracellularis* Impfung eingeführt. Es war möglich, das Auftreten klinischer Erscheinungen wie Durchfall, Verluste und Auseinanderwachsen deutlich zu reduzieren bis vollständig zu verhindern. Durch die Einführung der intramuskulären Impfung konnten alle Betriebe die entscheidenden Leistungsparameter (Verluste,

Tageszunahmen, Futterverwertung) verbessern. Daraus resultierend konnte auch auf den Einsatz von Antibiotika weitestgehend verzichtet werden. Insgesamt konnte so für alle sechs Betriebe ein ökonomischer Vorteil mit intramuskulärer Impfung von *Lawsonia intracellularis* zwischen 2,59 € und 8,15 € pro produziertem Mastschwein dargestellt werden, wobei die Impfkosten exkludiert sind.

Literatur

- (1) M. Arnold, A. Crienen, H. Swam, S. v. Berg, R. Jolie, H. Nathues (2019): Prevalence of *Lawsonia intracellularis* in pig herds in different European countries. *Porcine Health Management* 5:31
- (2) F.A. Vannucci, F.A., C.J. Gebhart, S. McOrist: Proliferative Enteropathy (2019) in Zimmerman, J.J., L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, G.W. Stevenson, J. Zhang (Hrsg.): *Diseases of Swine*. 11. Edition, S. 898-911
- (3) M. Wendt, C. Epe, B. Grummer, J. Kamphues, M. Kietzmann, J. Rohde, H. Weissenböck (2013): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Erkrankungen des Verdauungstraktes in Schweinebeständen. In: E. grosse Beilage, M. Wendt (Hrsg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 305-312
- (4) P. Spandau, (LWK NRW): Ökonomische Herausforderungen und mögliche Lösungen für Schweinehalter. MSD Herbstsymposium November 2019
- (5) VzF (2020): Jahresbericht der VzF GmbH 2020. S. 24, 28
- (6) F. v.u.z.Mühlen, F. Pfeiffer, P. Schmidt, K. v.Brehm, K. Busen, C. Renken, J. Vogels, R. Tabeling. Praxisdaten zu Klinik und Leistung von Porcilis® *Lawsonia* geimpften Tieren in deutschen Betrieben. *Tierärztl. Umschau* 2021; 2: 28-37

Verantwortlicher Autor:
MSD Tiergesundheit
Intervet Deutschland GmbH
Dr. Robert Tabeling
Feldstraße 1a
87516 Unterschleißheim
robert.tabeling@msd.de

Autorenverzeichnis

Asmussen.....	95	Hirtenlehner	80
Bartelt.....	153	Holl	134
Beggin.....	182	Honig.....	176
Behler-Wöchtl.....	169	Hovenjürgen.....	92
Benarbia	87	Inhuber	176
Bendel.....	201	Kandert.....	206
Blindeneder	100	Karer.....	21
Brandl	26, 50	Karger.....	21
Breinesberger	74, 80	Kraft J.....	26, 50
Brunlehner.....	50	Kraft K	182
Busen	213	Kratz.....	74, 80
Bussieres	87	Kröger	139
Chantziaras.....	107	Kromm.....	159
Dansen.....	74	Landwehr	143
Demortreux	87	Loibl.....	100
Driessen.....	100	Losand.....	57
Dusel.....	126	Maes	107
Eckel	126, 134	Marthold.....	149
Edelmann.....	195	Martin.....	206
Engler.....	87	Mary	95
Ettle	176, 195	Mauerhofer.....	186
Flisi	153	Mertens	149
Freibauer	7	Möddel.....	139
Fritz.....	12	Moussavi Biuki	134
Götz	176	Müller	169
Grassauer.....	12	Nies	169
Guggenberger.....	12	Oberdorf	87
Hammerl	195	Obermaier	195
Hartmann.....	206	Oberschätzl-Kopp.....	65
Herndl	12	Paisley	87

Parand	159	Slama	113, 186
Philipps	159	Somitsch.....	113
Piron	149	Spiekers.....	176
Plateau-Gonthier	201	Stanway	182
Potthast	80	Steinruck	182
Prat	159	Strobl.....	21
Preißinger	32, 100	Tabeling.....	206, 213
Priepke.....	57	Taschl	169
Propstmeier	100	Terler.....	12
Puntigam	186	Terré.....	159
Reeken.....	107	Thurner.....	67
Reindl.....	21	Tünste	107
Renken.....	213	Vogels.....	213
Riewenherm	39	von Brehm	213
Rothstein	143	von und zur Mühlen.....	206, 213
Sabrià.....	159	Wetscherek	113, 186
Scheidemann	149, 201	Wiemann	95
Schemmer.....	92	Windisch.....	1, 176
Scherb.....	100	Winkler	126
Schlagheck.....	143	Wittevrongel	107
Schmidt.....	213	Zehetmeier	21
Schneider S.....	43	Zieger	165
Schuster.....	176	Zißler	201
Segobola.....	95		

Werbepartner

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:



Agromed Austria GmbH

Bad Haller Straße 23
A-4550 Kremsmünster



**Alltech (Deutschland)
GmbH**

Deller Weg 14
D-41334 Nettetal



AlzChem Trostberg GmbH

Dr.-Albert-Frank-Str. 32
D- 83308 Trostberg



**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



**DSM Nutritional
Products GmbH**
Emil-Barell-Straße 3
D-79639 Grenzach-Wyhlen



EW Nutrition GmbH
Hogenbögen 1
D-43429 Visbek



Gites GmbH
Gröblingen 80
D-48336 Sassenberg



**Lallemand
Animal Nutrition**
Postfach 34 01 02
40440 Düsseldorf



**Phytobiotics
Futterzusatzstoffe GmbH**
Wallufer Straße 10a
D-65343 Eltville



Pulte GmbH & Co. KG

Hirtenweg 2
D-82031 Grünwald



Vetagro

Via Porro, 2 –
42124 Reggio Emilia
Italy