61. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Tagungsband

„Erfolgreiche Jungtieraufzucht für Tierwohl und mehr Nachhaltigkeit!“

12. Oktober 2023

Hybride-Konferenz

LfL

BAT e.V. Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung

Herausgeber:
Katrin Harms und Julia Steinhoff-Wagner

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising

bat.anm@ls-tum.de

Selbstverlag:
Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

ISBN 978-3-910689-00-8

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich

Inhaltsverzeichnis

Übersichtsvorträge

Energiemangel beim neugeborenen Nutztier und die Folgen für das Tierwohl 1

Eisenversorgung nach der Geburt am Beispiel des Kalbes 6

Entwicklung des Mikrobioms und Einflüsse auf die Darmgesundheit 9

Qualitätsanforderungen an Milchaustauscher im Wandel der Zeit 13

Herausforderungen in der Hygiene im Abferkelbereich im Zusammenhang mit der Fütterung von Ferkeln 19

Verbesserung der Ernährung neonataler Ferkel für eine nachhaltige Schweinehaltung: Ein umfassender Ansatz 24

Ein guter Start durch direkten Zugang zu Futter und Wasser? – Potentielle Vorteile vom Schlupf im Stall in der Masthühnerhaltung 28

Hitzestress bei der Kuh – was bedeutet das für das Kalb? 32

Nuckelgestaltung in der Saugkälberfütterung 37

Erprobung eines Reinigungsschemas zur Optimierung der Hygiene von Milchtränkeeimern 42

Pansenentwicklung früh fördern zahlt sich langfristig aus 48

Ferkelernährung

Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen in Rationen für Ferkel – Auswirkungen auf Futteraufnahme und Aufzuchtleistung 55

Effect of two sources of zinc on growth performance and gut health of piglets with a low or normal birth weight 61

Environmental protection with lower zinc and copper levels in conventional piglet diets 65

Protective effect of a microencapsulated mixture of botanicals in the feed of weaning piglets artificially challenged with Escherichia coli lipopolysaccharide 73

Removing inorganic phosphates from piglets' diet with the application of recently developed phytase 79

Kälberernährung- und Entwicklung

Wie viel Milch muss ein Kalb trinken um zu wachsen? – vorläufige Daten 83

Umfrage zur Eignung von Mekonium als Indikator für eine ausreichende Kolostrumaufnahme 89

Entwicklung des Körpergewichts, des Exterieurs und der Organe von nicht-abgesetzten Kälbern – eine Literaturübersicht 95

Modulation der Darmmikrobiota und Verbesserung der Gesundheit von Kälbern durch die Zugabe verschiedener Hefestammfraktionen 103

Impact of purified yeast fraction on health parameters and performance of rearing calves 107

Efficacy of essential oils to improve respiratory health and performance of calves 113

Fütterungsstrategien Mastschwein

Die N-reduzierte Fütterung durch gezielte Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast 119

Can a phytogenic preparation contribute to sustainability in pig production by improving feed efficiency in fattening pigs? 125

Futterzusatzstoffe beim Geflügel

A lignan rich feed supplement improves laying performance of aged laying hens and contributes to eggshell stability 131

Dietary sodium diformate affects the gastrointestinal and faecal Coliform-count of reproductive birds – An overview 136

Einfluss einer Supplementierung von Zitrusextrakten auf die Wachstumsleistung bei Broilern 140

Guanidinoessigsäure verbessert die Futterverwertung von Hubbard Masthähnchen 147

Einfluss einer geschützten Zinkquelle auf Leistungsparameter und Zinkfraktionen in der Digesta von Broilern 153

Fütterungsstrategien Rind

Einfluss einer abgestuften Phosphorversorgung auf den Mineralstoff- und Zinkgehalt im Knochen von Fleckviehbullen 159

Einsatz einer pansenstabilen Kombination aus Fett, Lecithin und Methionin bei Milchkühen in der Praxis 164

Erste Daten zur Lebensmittelkonvertierungseffizienz von Milchkühen bei variierendem Kraftfutteranteil der Ration 170

Rapsstrohsilage- Untersuchungen zur Silierbarkeit und Futterakzeptanz bei wachsenden Rindern 176

Influence of calf birth weight and average daily gain in early life on later milk performance and fertility 186

Futtermittelqualität

Untersuchung von europäischen Strohproben auf Gehalte an Mykotoxinen 192

Risikobewertung einer Kontamination von Milchaustauschern mit MOSH und MOAH 197

Energiemangel beim neugeborenen Nutztier und die Folgen für das Tierwohl

Harald M. Hammon und Wendy Liermann

Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN) Dummerstorf

Der Lebensabschnitt unmittelbar nach der Geburt gilt bei unseren Haussäugetieren als besonders vulnerabel. Die Krankheitsanfälligkeit sowie die Sterblichkeitsraten sind bei Rind und Schwein immer noch sehr hoch. Mit dem Ende der plazentären Nährstoffversorgung und dem Eintritt in die extrauterine Umwelt sind die Neugeborenen neuen Herausforderungen und Gefahren ausgesetzt. Gleichzeitig müssen Körperfunktionen wie die Respiration, die Regulation der Körpertemperatur und die Aufnahme und Verdauung der Nährstoffe nun selbständig ablaufen. Gleiches gilt für die Abwehr pathogener Keime. Neugeborene verfügen zwar über ein eigenständiges Abwehrsystem, aber die Immunantwort ist in den ersten Lebenswochen nicht vollständig ausgereift und muss zunächst trainiert werden, damit insbesondere die erworbene Immunantwort vollständig zum Tragen kommt. In allen Organen und Geweben finden Wachstums- und Reifungsprozesse statt, die auf eine adäquate Protein- und Energieversorgung angewiesen sind.

Versorgung der Neugeborenen mit Kolostrum und Transitmilch

Das erste Gemelk zu Beginn der Laktation, Kolostrum oder auch Biestmilch genannt, enthält Nährstoffe wie Eiweiß und Fett, aber auch nicht-nutritive Stoffe wie Wachstumsfaktoren, Hormone, weitere funktionale Peptide und Oligosaccaride in sehr viel höheren Konzentrationen als die reife Milch (Blum und Hammon, 2000; Sangild et al., 2021). Auch die nachfolgenden Gemelke zeichnen sich im Vergleich zur Vollmilch durch eine höhere Konzentration an Nährstoffen und nicht-nutritiven Stoffen aus. Da diese nicht-nutritiven Stoffe sich v. a. in der Trockenstehphase anreichern und mit Beginn der Laktation nur noch in sehr geringen Mengen aktiv in die Milchdrüse sezerniert werden, spricht man ab dem 2. Gemelk von der Transitmilch (Blum und Hammon, 2000; Godden, 2008). Die Konzentrationen der nicht-nutritiven Stoffe nehmen somit über die nachfolgenden Gemelke ab und die Zusammensetzung der Transitmilch ähnelt immer mehr der normalen Vollmilch. Beim Rind entspricht die Transitmilch nach etwa dem 3. – 5. Laktationstag der Vollmilch.

Sind für die fötale Energieversorgung vor allem mütterliche Glukose und Aminosäuren von entscheidender Bedeutung, kommt nach der Geburt mit der Aufnahme von Milch, beginnend mit dem Kolostrum, dem Fett bei der Energieversorgung quantitativ eine entscheidende Bedeutung zu (Girard et al., 1992). Fett ist in der Milch bei allen Haussäugetieren der wichtigste Energieträger. Entsprechend müssen sich die Enzymsysteme, die für die Fettverdauung im gastrointestinalen Trakt und die Energiegewinnung aus den Fettsäuren (z. B. β-Oxidation in verschiedenen Organen und Geweben) entscheidend sind, postnatal entwickeln. Milchfett v. a. bei den Wiederkäuern enthält hohe Mengen an mittelkettigen Fettsäuren, die bevorzugt oxidiert werden und somit den Übergang zu einer fettbetonten Energieverwertung beim Neugeborenen erleichtern (Hammon et al., 2012).

Organsysteme wie das zentrale Nervensystem und die roten Blutkörperchen, bis zu einem bestimmten Grad auch die Immunzellen, sind allerdings auf die Versorgung mit Glukose angewiesen. Die Vermeidung einer postnatalen Hypoglykämie ist deshalb für das Überleben der Neugeborenen von essentieller Bedeutung. Die Phase der Loslösung von der Plazenta bis zur ersten Milchaufnahme

übersteht das Neugeborene mit dem Abbau von Glykogenreserven in der Leber, die erst gegen Ende der Trächtigkeit angelegt werden (Girard et al., 1992). Die Aufnahme von Kolostrum und der sich anschließenden Transitmilch hilft dem Neugeborenen dann, eine Hypoglykämie zu vermeiden. Durch die Förderung der Ausreifung des Darms unterstützt das Kolostrum die Laktoseverdauung und Glukoseabsorption (Steinhoff-Wagner et al., 2011a; Hammon et al., 2013, 2020). Allerdings reicht die aufgenommene Laktose nicht aus, um den Glukosebedarf der Neugeborenen vollständig zu decken. Die Neugeborenen sind darauf angewiesen, dass postnatal mittels Gluconeogenese körpereigene Glucose gebildet wird. Dies ist umso bemerkenswerter, da der Fötus so gut wie keine Glukose selbst produziert und somit seinen Glukosebedarf komplett über die mütterliche Versorgung abdeckt. Ein Ausreifen der Enzymsysteme der Gluconeogenese vor allem in der Leber während der Geburt ist deshalb von großer Bedeutung, um postnatal eine Hypoglykämie zu vermeiden. Als Substrate für die Gluconeogenese dienen vor allem Laktat und Aminosäuren, während Glycerol nur eine untergeordnete Rolle spielt. Zudem ist auch Propionat, das in den Vormägen als ein wichtiges Endprodukt der Fermentation gebildet wird und das wichtigste Substrat für die Gluconeogenese bei ausgereiften Wiederkäuern darstellt, beim Milchkalb nicht von Bedeutung, da das Kalb zu Beginn seiner Entwicklung als Monogaster angesehen werden muss und noch keine messbare Vormagenverdauung existiert. Ein direkter Einfluss nicht-nutritiver Faktoren aus dem Kolostrum für die Stimulation der postnatalen Gluconeogenese konnte zumindest beim Kalb bisher nicht nachgewiesen werden (Steinhoff-Wagner et al., 2011b; Hammon et al., 2013). Für die perinatale Ausreifung der endogenen Glukoseproduktion (Glykogenolyse, Gluconeogenese) kommt der gesteigerten Aktivität fötaler und neonataler Hormonsysteme wie den Glucocorticoiden (Cortisol), Catecholaminen (Adrenalin, Noradrenalin) und den Schilddrüsenhormonen eine entscheidende Bedeutung zu (Hammon et al., 2012).

Eine um 24 Stunden verzögerte Kolostrumversorgung führt beim Neugeborenen zur Mobilisierung von Körperfett. Allerdings besitzen unsere neugeborenen Nutztiere nur geringe Fettreserven. Gleichzeitig wird versucht, die basale Glucosekonzentration im Blutplasma konstant zu halten. Neben dem Einsparen von Glucose mittels verstärkter Nutzung von Fettsäuren zur Energiegewinnung, deutet ein Anstieg des Harnstoffs im Blutplasma darauf hin, dass vermehrt Aminosäuren zur Glukosesynthese mittels Gluconeogenese verwendet werden (Hadorn et al., 1997). Zusätzlich dienen die Aminosäuren bei einer unzureichenden Energieversorgung der Energiegewinnung.

Beim neugeborenen Ferkel kann eine unzureichende Kolostrum- und Milchversorgung rasch zu Problemen bei der Thermoregulation führen. Neugeborene Ferkel besitzen kaum braunes Fettgewebe, das bei den Neugeborenen besonders wichtig für die Aufrechterhaltung der Wärmeproduktion ist. Ist die Umgebungstemperatur zu gering, müssen Ferkel stattdessen versuchen, über Muskelzittern zusätzlich Wärme zu produzieren. Bei fehlender Kolostrum- und Milchaufnahme kommt es rasch zu einem Abbau der Glykogenreserven in der Muskulatur und die Ferkel laufen Gefahr, nicht ausreichend Wärme für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur zu produzieren (Hammon et al., 2012).

Hinsichtlich der Energieversorgung kommt dem Kolostrum somit eine entscheidende Bedeutung zu. Es liefert nicht nur die Energieträger, sondern sorgt gleichzeitig durch die Wirkung zahlloser nicht-nutritiver Substanzen dafür, dass Organe und Enzymsysteme ausreifen, damit die Nährstoffe verdaut und Energie bereitgestellt werden kann. Neugeborene haben in der Regel freien Zugang zur Muttermilch wodurch eine eigenständige und ausreichende Kolostrumaufnahme durch das Neugeborene bei entsprechender Fitness gewährleistet ist. Eine Ausnahme besteht bei den Milchkälbern, wenn sie direkt nach der Geburt oder in den ersten Lebensstunden von ihren Müttern separiert werden. Hier hat sich gezeigt, dass alte Empfehlungen, die von einer Kolostrum- bzw. Transitmilchmenge von 10 % des Geburtsgewichts pro Tag in der ersten Lebenswoche ausgehen, nicht ausreichend sind. Kälber sollten mindestens 3 Liter Kolostrum bei der ersten Mahlzeit aufnehmen. Nehmen die Kälber freiwillig mehr Kolostrum auf, gibt es keinen Grund, dies nicht zuzulassen. Insgesamt sollte die Kolostrum- und Transitmilchaufnahme pro Tag auch in der ersten Lebenswoche ca. 20 % des Körpergewichts entsprechen.

Milchversorgung nach der ersten Lebenswoche

Nach der Kolostrum- und Transitmilchperiode sind die Neugeborenen weiterhin auf die Aufnahme von Flüssignahrung in Form von Milch oder hochwertigem Milchaustauscher (MAT) angewiesen. Dabei hängen die Körpermassezunahme und Entwicklung der Neugeborenen von der Milchleistung der Muttertiere und insbesondere beim Schwein vom Zugang zum Gesäuge ab. Wie die Kolostrumaufnahme, kann die Milchaufnahme bei den Ferkeln limitiert sein, z. B. bei großen Würfen, wenn die Anzahl der Zitzen nicht ausreicht, oder wenn große Ferkel die kleinen Ferkel von der Milchdrüse verdrängen (Farmer und Edwards, 2022). Mit der Zufütterung eines Milchaustauschers lassen sich einerseits Energieversorgung und Körpertemperatur aufrechterhalten, andererseits verbessert sich auch die Widerstandsfähigkeit der Ferkel gegenüber Krankheiten aufgrund einer verbesserten Körperkondition und Immunantwort (Farmer und Edwards, 2022).

Beim Milchkalb findet man in der Regel eine vom Menschen gesteuerte künstliche Aufzucht. In konventionellen Fütterungsstrategien werden Kälber oft restriktiv und für wenige Wochen mit Tränke (Milch oder MAT) versorgt (z.B. 4-6 l/Tag), wohingegen *ad libitum* getränkte Kälber mindestens doppelt so viel Milch oder MAT aufnehmen. Untersuchungen zur Milchaufnahme von Mutterkuhkälbern lassen den Schluss zu, dass die Milchmengen, die *ad libitum* gefütterte Kälber aufnehmen, durchaus als realistisch und artgerecht angesehen werden können (Steinhardt et al., 1995; Schiessler et al., 2002). Restriktiv mit Milch oder MAT gefütterte Kälber sind nicht in der Lage, ihr physiologisches Milchaufnahmeverhalten auszuleben und können ihr Wachstumspotential nicht ausschöpfen (Hammon et al., 2002, 2020). Neuere Untersuchungen, in denen die Kälber über die ersten Lebenswochen artgerecht mit Milch oder MAT, zum Teil in Form der *ad libitum*-Milchfütterung mit Hilfe von Tränkeautomaten gefüttert wurden, machen deutlich, dass mit der artgerechten Milchfütterung das Wachstum und die Entwicklung der Kälber deutlich verbessert wird (Hammon et al., 2020). Die verbesserte Wachstumsentwicklung bei *ad libitum* mit Milch gefütterten Kälbern wird bekräftigt durch die Stimulation der somatotropen Achse, des wichtigsten endokrinen Regulationssystems des postnatalen Wachstums (Hammon et al., 2020).

Epidemiologische Studien weisen auf eine Verbesserung der Milchleistung hin, wenn die Kälber in den ersten Lebenswochen hohe Zunahmen erzielen (Soberon und Van Amburgh, 2013). Eine hohe Lebendmassezunahme, die bei Milchkälbern in den ersten Lebenswochen nur über eine Milchfütterung auf hohem Niveau (*ad libitum* oder 20 % der Körpermasse) erreicht werden kann, stimuliert die Proliferation funktioneller Zellen z. B. in der Milchdrüsenanlage und in der Bauchspeicheldrüse (Hammon et al., 2020). Die Stimulation in der Milchdrüsenanlage ist eine Voraussetzung für die Steigerung der Milchleistung, wenn die Tiere in die Laktation kommen. Nicht nur die Leistungsbereitschaft, sondern auch die Tiergesundheit scheint durch eine Milchfütterung auf hohem Niveau bei den Kälbern positiv beeinflusst zu werden. Eine artgerechte Milchfütterung verbessert die Resilienz gegenüber infektiösen Durchfallerkrankungen und Erkrankungen des Atmungsapparates (Sharon et al., 2019; Hammon et al., 2020; Lorenz et al., 2021).

Eine *ad libitum* Milchfütterung hat aber auch unmittelbar eine positive Auswirkung auf das Verhalten der Kälber. Kälber, die mit maximal 6 l Milch pro Tag gefüttert werden, zeigen permanent Hunger, der in Form von Leersaugen oder Besaugen anderer Kälber zum Ausdruck kommt (Hammon et al. 2002, 2020). Hunger gilt als eine der Hauptursachen für gegenseitiges Besaugen bzw. Leersaugen (Roth et al., 2009). Die Kälber werden durch die limitierte Milchaufnahme nicht satt und die gleichzeitig sich erhöhende Festfutteraufnahme kann den Verhaltensanomalien wie Leersaugen oder Besaugen nicht entgegenwirken. In den ersten 3-4 Lebenswochen ist die Festfutteraufnahme ohnehin noch sehr gering, egal ob hohe Mengen an Milch oder nur 4 – 6 Liter Milch pro Tag gefüttert werden. Anschließend nehmen Kälber mit limitierter Milchfütterung zwar mehr Festfutter auf und die Entwicklung der Vormägen beginnt früher, aber die Kälber nehmen nur unzureichend an Körpermasse zu, entwickeln sich schlecht und sind anfälliger für Infektionskrankheiten (Sharon et al., 2019; Hammon et al., 2020; Lorenz et al., 2021), da die erhöhte Festfutteraufnahme die fehlende Milchaufnahme nicht kompensieren

kann. Deshalb ist eine Fütterungsstrategie mit einer reduzierten Milchfütterung in den ersten Lebenswochen als sehr kritisch anzusehen. Dagegen zeigen Kälber, die von Beginn an auf einem hohen Tränkeniveau (20% des Lebendmasse) oder *ad libitum* mit Milch oder MAT gefüttert werden, keine Verhaltensweisen, die den Rückschluss zulassen, dass die Kälber hungern (Hammon et al., 2002, 2020).

Eine intensive Milch- oder MAT-Fütterung kann, wenn sie länger als 4 Wochen nach der Geburt erfolgt, bei den Kälbern mit einer vorübergehend geringeren Festfutteraufnahme einhergehen und zu einer Verzögerung bei der Vormagenentwicklung vor dem Absetzen führen, da eine adäquate Festfutteraufnahme eine Grundvoraussetzung für die Vormagenentwicklung ist (Hammon et al., 2020). Erst wenn die Vormägen ausreichend entwickelt sind, können diese die Energiebereitstellung für das Kalb aus festem Futter übernehmen. Allerdings wird die Entwicklung des Vormagensystems, insbesondere des Pansens, durch die artgerechte Milchfütterung lediglich verzögert, die Pansenzotten entwickeln sich rasch, wenn die Festfutteraufnahme mit dem stufenweisen Abtränken ansteigt (Khan et al., 2007). Bei Kälbern, die entweder über 5 oder über 8 Wochen *ad libitum* mit MAT gefüttert wurden, konnte drei Wochen nach der Reduktion des MAT kein Unterschied in der Pansenzottenentwicklung und der Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren im Pansen im Vergleich zu Kälbern, die über die gesamte Zeit restriktiv mit MAT gefüttert wurden, festgestellt werden (Schäff et al., 2018; Koch et al., 2019). Dagegen zeigen Kälber, die in den ersten 4-5 Lebenswochen intensiv mit Milch oder MAT gefüttert wurden, nach der stufenweisen Reduktion der Milch auf das Niveau der restriktiv gefütterten Kälber zum Teil sogar eine höhere Festfutteraufnahme und eine bessere Pansenentwicklung (Khan et al., 2007; Tümmler et al., 2020). Somit lässt sich schlussfolgern, dass eine intensive Milchfütterung im unmittelbaren Anschluss an die Kolostrumperiode beim Kalb die spätere Entwicklung des Vormagensystems nicht beeinträchtigt, wenn nicht sogar verbessern kann. Allerdings ist bei einer *ad libitum* Milchfütterung zu beachten, dass das Absetzen von der Milch nicht zu rasch erfolgt, da sonst die Gefahr der Wachstumsdepression während des Absetzens eintreten kann, da zu Beginn der Milchreduktion noch nicht ausreichend Festfutter aufgenommen und verdaut wird, um das hohe Niveau bei der Körpermassezunahme zu halten (Hammon et al., 2020).

Fazit

Eine uneingeschränkte, also artgerechte, Kolostrum- und Milchfütterung ist eine Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Start ins Leben. Ein uneingeschränkter Zugang zur Milchversorgung stellt sicher, dass die Neugeborenen sich entsprechend ihrem Potential entwickeln, vermeidet Hunger und leistet einen wichtigen Beitrag zum Aufziehen gesunder Jungtiere. Die Vermeidung von Krankheiten und Verhaltensanomalien in der Jungtieraufzucht wirkt sich positiv auf das Wohlbefinden der Tiere aus und trägt deshalb zu einer verbesserten Akzeptanz der Nutztierhaltung in der Gesellschaft bei.

Literaturverzeichnis

Blum, J. W.; Hammon, H. (2000): Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. In: *Livestock Production Science* 66: 151-159.

Farmer, C.; Edwards, S. A. (2022): Review: Improving the performance of neonatal piglets. In: *Animal* 16 Suppl 2, 100350.

Girard, J.; Ferré, P.; Pégorier, J. P.; Duée, P. H. (1992): Adaptations of glucose and fatty acid metabolism during perinatal period and suckling-weaning transition. In: *Physiological Reviews* 72: 507– 62.

Godden, S. (2008): Colostrum management for dairy calves. In: *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice* 24 (1):19-39.

Hadorn, U.; Hammon, H.; Bruckmaier, R. M.; Blum, J. W. (1997): Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. In: *Journal of Nutrition* 127: 2011–23.

Hammon, H. M.; Liermann, W.; Frieten, D.; Koch, C. (2020): Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. In: *Animal* 14, s133-s143.

Hammon, H. M.; Schiessler, G.; Nussbaum, A.; Blum, J. W. (2002): Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. In: *Journal of Dairy Science* 85 (12), S. 3352–3362.

Hammon, H. M.; Steinhoff-Wagner, J.; Flor, J.; Schönhusen, U.; Metges C. C. (2013): LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: Role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *Journal of Animal Science* 91:685-695.

Hammon, H. M.; Steinhoff-Wagner, J.; Schönhusen, U.; Metges, C. C.; Blum, J. W. (2012): Energy metabolism in the newborn farm animal with emphasis on the calf: endocrine changes and responses to milk-born and systemic hormones. In: *Domestic Animal Endocrinology* 43, 171-185.

Khan, M. A.; Lee, H. J.; Lee, W. S.; Kim, H. S.; Ki, K. S.; Hur, T. Y.; Suh, G. H.; Kang, S. J.; Choi, Y. J. (2007): Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. In: *Journal of Dairy Science* 90: 3376–3387.

Koch, C.; Gerbert, C.; Frieten, D.; Dusel, G.; Eder, K.; Zitnan, R.; Hammon, H. M. (2019: Effects of ad libitum milk replacer feeding and butyrate supplementation on the epithelial growth and development of the gastrointestinal tract in Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 102:8513–8526. doi.org/10.3168/jds.2019-16328.

Lorenz, I.; Huber, R.; Trefz, F. M. (2021). A High Plane of Nutrition Is Associated with a Lower Risk for Neonatal Calf Diarrhea on Bavarian Dairy Farms. In: *Animals* 11. doi.org/10.3390/ani11113251.

Roth, B. A.; Keil, N.M.; Gygax, L.; Hillmann, E. (2009): Temporal distribution of sucking behaviour in dairy calves and influence of energy balance. In: *Applied Animal Behaviour Science* 119, 137-142.

Sangild, P. T.; Vonderohe, C.; Hebib, V. M.; Burrin, D. G. (2021): Potential Benefits of Bovine Colostrum in Pediatric Nutrition and Health. In: *Nutrients* 13, 2551. doi.org/10.3390/nu13082551.

Schäff, C. T.; Gruse, J.: Maciej, J.; Pfuhl, R.; Zitnan, R.; Rajsky, M.; Hammon, H. M. (2018): Effects of feeding unlimited amounts of milk replacer for the first five weeks of age on rumen and small intestinal growth and development in dairy calves. *Journal of Dairy Science* 101: 783–793; doi.org/10.3168/jds.2017-13247.

Schiessler, G.; Nussbaum, A.; Hammon, H. M.; Blum J. W. (2002): Calves sucking, colostrum and milk from their dams or from an automatic feeding station starting in the neonatal period: metabolic and endocrine traits and growth performance. In: *Animal Science* 74, 431-444.

Sharon, K. P.; Liang, Y.; Sanchez, N. C. B.; Carroll, J. A.; Broadway, P. R.; Davis, E. M.; Ballou, M. A. (2019): Pre-weaning plane of nutrition and Mannheimia haemolytica dose influence inflammatory responses to a bovine herpesvirus-1 and Mannheimia haemolytica challenge in post-weaning Holstein calves. In: *Journal of Dairy Science* 102, 9082-9096.

Soberon, F.; van Amburgh, M. E. (2013): Lactation Biology Symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: a meta-analysis of current data. In: *Journal of Animal Science* 91 (2), S. 706–712.

Steinhardt, M.; Thielscher, H. H.; Bonner, S.; Ladewig, J.; Smidt, D. (1995): Studies of the Amount of Milk Transferred to Calves during Suckling in a Mother Cow Herd of German Red-and-White, German Black-and-White Breed and of Crosses Galloway X Holstein-Friesian. In: *Landbauforschung Volkenrode* 45, 30-37.

Steinhoff-Wagner, J.; Görs, S.; Junghans, P.; Bruckmaier, R. M.; Kanitz, E.; Metges, C. C.; Hammon, H. M. (2011a): Intestinal glucose absorption but not endogenous glucose production differs between colostrum- and formula-fed neonatal calves. *Journal of Nutrition* 141:48-55.

Steinhoff-Wagner, J.; Görs, S.; Junghans, P.; Bruckmaier, R. M.; Kanitz, E.; Metges, C. C.; Hammon, H. M. (2011b): Maturation of endogenous glucose production in preterm and term born calves. *Journal of Dairy Science* 94:5111-5123.

Tümmler, L. M.; Derno, M.; Röttgen, V.; Vernunft, A.; Tuchscherer, A.; Wolf, P.; Kuhla, B. (2020): Effects of 2 colostrum and subsequent milk replacer feeding intensities on methane production, rumen development, and performance in young calves. *Journal of Dairy Science* 103:6054-6069.

Autorenanschrift

PD Dr. Harald Hammon
Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN)
Institut für Ernährungsphysiolgie (“Oskar-Kellner”)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf
E-mail: hammon@fbn-dummerstorf.de

Eisenversorgung nach der Geburt am Beispiel des Kalbes

Ingrid Lorenz

Tiergesundheitsdienst Bayern e. V., Poing

Milch und Kolostrum der Säugetiere und des Menschen enthalten niedrige Konzentrationen an Eisen. Daher muss bei Neugeborenen, die unter Bedingungen gehalten werden, unter denen Gelegenheit oder Motivation fehlen ausreichend eisenhaltige Nahrung aufzunehmen Eisen supplementiert werden, bevor die Reserven in der Leber erschöpft sind. Das klassische Beispiel hierfür sind Ferkel unter unseren herkömmlichen Haltungsbedingungen. Ob ein derartiges Vorgehen auch bei Kälbern hilfreich ist, wird kontrovers diskutiert. In einer Untersuchung von Lorenz et al. (2021) wurde festgestellt, dass die Supplementierung des neugeborenen Kalbes mit einem Eisenpräparat einen Risikofaktor für das Auftreten von Neugeborenendurchfall als Bestandsproblem darstellt. Natürlich beweist ein derartiger statistischer Zusammenhang keine Kausalität, aber nachdem viele Bakterien und andere Krankheitserreger auf Eisen für ihre Vermehrung angewiesen sind, wäre zumindest ein pathophysiologischer Zusammenhang denkbar (Drakesmith und Prentice, 2012). Vor diesem Hintergrund wurden in der vorliegenden Untersuchung hämatologische Befunde von Aufzuchtkälbern auf bayerischen Milchviehbetrieben erhoben und in Bezug auf vorberichtliche Daten zur Fütterung und Eisenversorgung ausgewertet.

Material und Methoden

In die Untersuchung wurden im Laufe des Jahres 2020 55 bayerische Milchviehbetriebe einbezogen. In den Betrieben wurden von zwei bis acht (in der Regel 5) Kälbern im Alter von 1 Tag bis 3 Monaten EDTA Blutproben zur hämatologischen Untersuchung entnommen. Insgesamt wurden 261 Kälber beprobt. Vorberichtlich wurden Angaben zur Fütterung, zur Eisensupplementierung und zur Häufigkeit von Neugeborenendurchfall im Bestand aufgenommen. Eine Eisensupplementierung in oraler Form oder als Injektion erhielten 55 Kälber (Gruppe ES1 vs. ES0). 48 Kälber wurden mit Milchaustauscher (MAT) getränkt. Nachdem Milchaustauscher höhere Eisenkonzentrationen aufweist als Vollmilch, wurden in einem weiteren Schritt Kälber der Gruppe ES1 und Kälber, die MAT erhielten zu einer Gruppe (Eisen1; n=93 vs. Eisen0) zusammengefasst. Die Prüfung auf Unterschied zwischen den Gruppen erfolgte in IBM SPSS Statistics 24.0.0.0 mittels t-Test, bzw. Chi-Quadrat Test.

Ergebnisse

Die Tabellen 1 und 2 geben Mittelwerte und Standardabweichung der wichtigsten hämatologischen Parameter für die jeweiligen Gruppenvergleiche an. Bei separater Auswertung der Kälber unter 3 Wochen konnten keine Unterschiede der hämatologischen Parameter zwischen den Gruppen festgestellt werden. Sowohl die Kälber der Gruppe ES1 als auch der Gruppe Eisen1 hatten ein signifikant erhöhtes Risiko aus einem Bestand mit starker Neugeborenendurchfall Problematik zu stammen. Dies traf hochsignifikant auch auf Kälber mit Milchaustauschertränke zu, wohingegen eine hohe Tränkemenge (mehr als 3 Liter pro Mahlzeit vs. 3 Liter oder weniger) hochsignifikant vor Neugeborenenduchfall schützte.

Tabelle 1: Hämatologische Parameter im Vergleich zwischen Kälbern mit oder ohne Eisensupplementierung

Parameter		N	Mittelwert	Standard-abweichung	P-Wert
Erythrozyten (M/µl)	ES0	206	8,87	1,826	0,300
	ES1	55	9,15	1,669	
Hämatokrit (%)	ES0	206	33,13	8,689	0,016
	ES1	55	36,24	7,457	
Hämoglobin (g/dl)	ES0	206	10,59	2,237	0,098
	ES1	55	11,15	1,995	
MCV (fl)	ES0	206	37,03	4,628	0,000
	ES1	55	39,60	3,997	

Tabelle 2: Hämatologische Parameter im Vergleich zwischen Kälbern mit oder ohne Eisensupplementierung und/oder Milchaustauscherfütterung

Parameter		N	Mittelwert	Standard-abweichung	P-Wert
Erythrozyten (M/µl)	Eisen0	168	8,80	1,856	0,122
	Eisen1	93	9,16	1,663	
Hämatokrit (%)	Eisen0	168	32,95	8,842	0,034
	Eisen1	93	35,29	7,744	
Hämoglobin (g/dl)	Eisen0	168	10,51	2,285	0,049
	Eisen1	93	11,07	1,987	
MCV (fl)	Eisen0	168	37,12	4,813	0,032
	Eisen1	93	38,40	4,136	

Diskussion

Prinzipiell ist der Eisengehalt in Kolostrum und Milch bei allen Säugetieren sehr niedrig. Als Grund kann man vermuten, dass Eisen für die Vermehrung von vielen Bakterien und anderen Krankheitserregern nötig ist. Zum Beispiel kann man bei infizierten Menschen durch Eisengaben ruhende Malaria-, Brucellose- oder Tuberkuloseerkrankungen wieder zum Ausbruch bringen. So wird auch bei entzündlichen Prozessen der Eisengehalt im Blut durch eine Erhöhung des Hepcidinspiegels herunterreguliert (Drakesmith und Prentice, 2012). Eine Studie mit Kindern in einem ostafrikanischen Malariagebiet musste abgebrochen werden, weil die Kinder, die Eisen erhielten, ein wesentliches erhöhtes Risiko hatten zu sterben oder schwer zu erkranken (Sazawal et al., 2006).

In wissenschaftlicher Sicht gibt es bislang keine Belege, dass eine frühe Eisensupplementierung für die Gesundheit von Kälbern nützlich oder eher schädlich ist. Ohne Zweifel steht, dass sich, wie in der vorliegenden Untersuchung, Hämatologiewerte von supplementierten Kälbern von unbehandelten unterscheiden können (Allan et al., 2020; Golbeck et al. 2023a). In methodisch soliden Untersuchungen wurden entweder Unterschiede in den täglichen Zunahmen der Kälber gefunden (Allan et al. 2020) oder nicht (Golbeck et al. 2023a). In der Studie von Allan et al. 2020 gab es allerdings große Unterschiede zwischen verschiedenen Betrieben, so dass der Unterschied auf den meisten Betrieben für sich allein gesehen nicht signifikant war. Daher ist anzunehmen, dass die Entwicklung der Blutwerte zu einem

Großteil auch durch die Art des Angebotes an Festfutter beeinflusst wurde. Eine höhere Durchfallinzidenz wurde in zwei Studien in Gruppen von Kälbern mit Milchaustauschertränke gefunden. Die Vergleichsgruppe war in einem Fall Vollmilch (Godden et al. 2005) im anderen eine geringere Menge Milchaustauscher (Quigley et al., 2006). Neben anderen Gründen könnte auch der höhere Eisengehalt im Darm als ursächlich für das vermehrte Auftreten von Durchfall diskutiert werden. Für eine abschließende Einschätzung und Empfehlung zur Eisensubstitution beim Kalb sind Untersuchungen zu den klinischen Auswirkungen einer Eisensupplementierung unabdingbar.

Fazit

In natürlicher Umgebung hat der niedrige Eisengehalt in der Milch keine negativen Auswirkungen auf die Jungtiere, da sie rasch anfangen, eisenhaltige Materialien aufzunehmen (Wühlen im Boden bei Ferkeln, rascher Beginn der Festfutteraufnahme bei Kälbern in Mutterkuhhaltung). Werden Jungtiere so gehalten, dass Sie keine Gelegenheit oder Motivation hierzu haben, kann es zu einer Eisenmangelanämie kommen. Auch wenn es keinen wissenschaftlichen Nachweis gibt, erscheint es auf der anderen Seite plausibel, dass zumindest mit einer oralen Verabreichung einer größeren Menge Eisen kurz nach der Geburt ein natürlicher Schutzmechanismus außer Kraft gesetzt wird und daher das Risiko für Durchfallerkrankungen ansteigt. Sofern keine neuen wissenschaftlichen Ergebnisse hinzukommen, ist daher zu empfehlen eine frühe Aufnahme von eisenhaltigem Futter durch die Kälber anzuregen und allenfalls - bei Bedarf - eine Eisensupplementierung nach einigen Wochen mittels Injektion vorzunehmen.

Literaturverzeichnis

Allan, J.; Plate, P.; Van Winden, S. (2020): The Effect of Iron Dextran Injection on Daily Weight Gain and Haemoglobin Values in Whole Milk Fed Calves. *Animals (Basel)* 10(5):853. DOI: 10.3390/ani10050853.

Drakesmith, H.; Prentice, A. M. (2012): Hepcidin and the iron-infection axis. In: *Science* 338, S. 768 – 772. DOI: 10.1126/science.1224577.

Godden, S. M.; Fetrow, J. P.; Feirtag, J. M.; Green, L. R.; Wells, S. J. (2005): Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *Journal of the American Veterinary Association* 226(9), S. 1547-54. DOI: 10.2460/javma.2005.226.1547.

Golbeck, L.; Cohrs, I.; Humann-Ziehank, E.; Grünberg, W. (2023a): Effects of oral or parenteral iron supplementation on haematological parameters, blood iron status and growth in newborn calves fed milk replacer. *Veterinary Record* e3265. DOI: 10.1002/vetr.3265. Epub ahead of print.

Lorenz, I.; Huber, R.; Trefz, F.M. (2021): A High Plane of Nutrition Is Associated with a Lower Risk for Neonatal Calf Diarrhea on Bavarian Dairy Farms. *Animals (Basel)* 11(11):3251. DOI: 10.3390/ani11113251.

Quigley, J. D.; Wolfe, T. A.; Elsasser, T. H. (2006): Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *Journal of Dairy Science* 89(1), S. 207-16. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72085-9.

Sazawal, S.; Black, R. E.; Ramsan, M.; Chwaya, H. M.; Stoltzfus, R. J.; Dutta, A.; Dhingra, U.; Kabole, I.; Deb, S.; Othman, M. K.; Kabole, F. M. (2006): Effects of routine prophylactic supplementation with iron and folic acid on admission to hospital and mortality in preschool children in a high malaria transmission setting: community-based, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 367(9505), S133-143. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)67962-2. Erratum in: Lancet. 2006 Jan 28;367(9507):302.

Autorenanschrift

PD Dr. Ingrid Lorenz
Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.
Senator-Gerauer-Str. 23
85586 Poing

Entwicklung des Mikrobioms und Einflüsse auf die Darmgesundheit

Julia Hankel

Institut für Tierernährung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Als Mikrobiota wird die Ansammlung von Mikroorganismen in einer definierten Umgebung bezeichnet (Marchesi and Ravel, 2015), wie die orale oder intestinale Mikrobiota. Das Wissen über die Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota hat seit der Anwendung molekularer Techniken, die die traditionellen Kultivierungsmethoden ergänzen, große Fortschritte gemacht, ließ die Vielfalt und Dynamik dieser Gemeinschaft erkennen und verbesserte die Möglichkeiten die taxonomische Zusammensetzung zu ermitteln (Kim and Isaacson, 2015). Molekulare Methoden zur Untersuchung der Mikrobiota stützen sich vorwiegend auf die Analyse von Markergenen, wie dem 16S rRNA-Gen und den hoch-variablen Regionen (Marchesi and Ravel, 2015; Chiarello et al., 2022).

Ein Verständnis über die Rolle der intestinalen Mikrobiota zur Erhaltung der Gesundheit des Wirtes zu erlangen ist komplex (Cho and Blaser, 2012), da die Mikrobiota gleichzeitig auch Organismen beherbergt, die über ihre Stoffwechsel- und Genprodukte oder ihr Potential zur Pathogenität negative Auswirkungen haben können (Blaser and Kirschner, 2007; Drew et al., 2021; Flint et al., 2012). Die Grenze zwischen Krankheitserreger und harmloser Kommensale ist häufig fließend (Drew et al., 2021; Wigley, 2015).

Die Entwicklung der Mikrobiota

Die Mikrobiota Neugeborener etabliert und entwickelt sich in den ersten Lebenstagen, weshalb die ersten besiedelnden Bakterien eine wichtige Rolle bei dem schrittweisen Aufbau dieses Ökosystems spielen und die langfristige Zusammensetzung und Aktivität der Mikrobiota beeinflussen können (Scholtens et al., 2012). Die Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota und deren Entwicklung im frühen Leben von Ferkeln oder Hühnern wird durch eine Reihe komplexer interner und externer Faktoren bestimmt (Guevarra et al., 2019; Kers et al., 2018). Im Laufe der Evolution haben sich Mechanismen herausgebildet, die die Entwicklung der intestinalen Mikrobiota auf eine sehr spezifische Weise steuern, wobei die elterliche Mikrobiota eine wichtige Rolle bei der Übertragung der Bakterien auf die Nachkommen spielt (Scholtens et al., 2012). Bakterien aus dem mütterlichen Umfeld und aus der Umgebung spielen für die mikrobielle Sukzession neugeborener Ferkel eine wichtige Rolle. Die Zusammensetzung und Funktion der Mikrobiota im Kot von Ferkeln nach der Geburt ähnelt der Mikrobiota des Spaltenbodens, der Sauenmilch und des Gesäuges (Chen et al., 2018). Sie sind während der Säugeperiode die ersten passagierenden Bakterien im neonatalen Magen-Darm-Trakt, wobei sich die fäkale Mikrobiota der Sau leichter im Darm der Ferkel anzusiedeln scheint (Chen et al., 2018).

Ein Großteil der Untersuchungen über die frühe bakterielle Besiedelung des Darms in Kontakt mit der maternalen Mikrobiota, inklusive der Auswirkungen einer Entbindung per Kaiserschnitt oder der Verwendung von Muttermilchersatz, stammen aus der Humanmedizin. Aber auch beim Schwein wurde gezeigt, dass eine künstliche Aufzucht von Ferkeln mit einer Veränderung der Vielfalt, Struktur und Funktion der intestinalen Mikrobiota einhergeht (Han et al., 2022). Darüber hinaus zeigten künstlich aufgezogene Ferkel eine veränderte Morphologie der Darmwand, reduzierte Anzahl von Becherzellen, herabgesetzte Genexpression bestimmter Membranproteine der Tight junctions und letztendlich eine Entzündungsreaktion, die mit einer erhöhten Inzidenz von Durchfallerkrankungen und einer geringeren Wachstumsleistung einherging (Han et al., 2022). Während die Wirtsgenetik und die Sau selbst zwar

die intestinale Mikrobiota der Ferkel in der Säugeperiode stark beeinflusst, sind das Alter der Ferkel, das Absetzen und die Umstellung auf festes Futter potentere Determinanten für die bakterielle Sukzession im Darm (Bian et al., 2016). Dieser Übergang stellt eine dramatische Veränderung in der Ernährung der Ferkel dar; mit Auswirkungen, die häufig eine antibiotische Behandlung erforderlich machen (Heo et al., 2013; Rist et al., 2013; Allen et al., 2013). Dou et al. (2017) zeigten einen Zusammenhang zwischen der Vielfalt und Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota von Ferkeln in der frühen Säugephase (Tag 7) und ihrer Anfälligkeit gegenüber Durchfallerkrankungen nach dem Absetzen. Dementsprechend besteht das Potential diese anfälligen Ferkel anhand ihrer Mikrobiota zu identifizieren (Dou et al., 2017).

Einfluss auf die Entwicklung der intestinalen Mikrobiota und die Darmgesundheit

Im Gegensatz zur etablierten und stabileren intestinalen Mikrobiota erwachsener Tiere, variiert die Mikrobiota von Jungtieren stärker zwischen den Individuen und ist weniger stabil (Bian et al., 2016). Da eine wenig stabile Mikrobiota mit einem erhöhten Krankheitsrisiko für das neugeborene Tier verbunden sein kann, kann die Charakterisierung der Entwicklung der Mikrobiota und der beeinflussenden Faktoren relevant sein (Bian et al., 2016). Gerade frühe Eingriffe in die intestinale Mikrobiota können jedoch erfolgsversprechend sein. Dies ist aus Untersuchungen am Menschen selbst oder aus Untersuchungen in Tiermodellen bekannt. Die noch instabile und empfindliche Mikrobiota Neugeborener eröffnet zeitgleich ein sogenanntes „window of opportunity“ für Interventionen (Guo et al., 2021; Gensollen et al., 2016). Die Ernährung kann ein sehr potentes Mittel sein die Mikrobiota und ihre Metaboliten zu verändern und die Resistenz gegenüber Krankheitserregern zu fördern (Forgie et al., 2019), sodass diätetische Maßnahmen ein mögliches Mittel zur Intervention darstellen. Dennoch können mögliche Effekte diätetischer Maßnahmen auf die intestinale Mikrobiota durch weitere potente, die Mikrobiota beeinflussende Faktoren überlagert sein (Van der Hoeven-Hangoor et al., 2013; Ludvigsen et al., 2016). Interindividuelle Unterschiede in der Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota beeinflussen die Reaktionen eines Individuums auf eine veränderte Ernährung und können so eine Vorhersage der Reaktion des Wirtes auf eine bestimmte Ernährungsmaßnahme erschweren (Healey et al., 2017). Dies bedeutet, dass nicht nur die Ernährung einen Effekt auf die Mikrobiota haben kann, die Mikrobiota selbst kann die Reaktion auf die Ernährung beeinflussen (Hughes et al., 2019). Nicht wiederholbare Effekte von Interventionen/diätetischen Maßnahmen auf die Mikrobiota, können folglich auf den Einfluss anderer Faktoren zurückgeführt werden (Kers et al., 2018). Vor diesem Hintergrund könnte auf der einen Seite eine erhöhte Kontrolle über die Entwicklung der intestinalen Mikrobiota eine Voraussetzung für vorhersehbare Ergebnisse von Interventionen sein. Auf der anderen Seite ist grundsätzlich zu beachten, dass aufgrund der hohen interindividuellen Variabilität der Mikrobiota, therapeutische Ansätze aller Wahrscheinlichkeit nach personalisiert oder subgruppenbasiert sein müssen, um wirksam zu sein (Fassarella et al., 2021). Die Notwendigkeit betriebsspezifischer Ansätze werden beispielsweise beim Schwein bereits erörtert, sodass die Möglichkeit besteht, aufbauend auf einer Analyse der Mikrobiota der Schweine in einem bestimmten Betrieb, gezielte betriebsspezifische Strategien zu entwickeln (Gardiner et al., 2020). Zudem könnten zukünftig bioinformatische Ansätze wie das Maschinelle Lernen genutzt werden, um Vorhersagen zu Gesundheitsrisiken und therapeutischen Erfolgen anhand der Mikrobiota vorzunehmen (Barone et al., 2021). Außerdem wird die taxonomische Charakterisierung der Mikrobiota zunehmend um metagenomischen oder metabolomischen Daten erweitert, welche mechanistische Erkenntnisse über die Funktion der Bakterien liefern (Barone et al., 2021; Langille, 2018). Diese integrierten Datensätze bieten die Möglichkeit den Verlust der Funktion einer bakteriellen Gemeinschaft oder unbesetzte funktionelle Nischen aufzuzeigen, die für die Gesundheit des Wirtes wichtig sind und somit weiteres Potenzial für präzisionsmedizinische Interventionen bieten (Cunningham et al., 2021).

Fazit

Ein Verständnis über die Rolle der intestinalen Mikrobiota zur Erhaltung der Gesundheit des Wirtes zu erlangen, ist komplex. Die Mikrobiota von Jungtieren ist im Vergleich zu erwachsenen Tieren variabler und weniger stabil. Sie wird in ihrem schrittweisen Aufbau durch eine Reihe komplexer interner und externer Faktoren beeinflusst. Die zu diesem frühen Zeitpunkt noch für Einflüsse empfänglichere Mikrobiota, eröffnet zeitgleich die Möglichkeit der Einflussnahme über die Fütterung. Dennoch erschwert ihre Variabilität eine Vorhersage über die Reaktionen des Wirtes auf eine bestimmte Ernährungsmaßnahme. Eine erhöhte Kontrolle über eine einheitlichere Sukzession der intestinalen Mikrobiota könnte zu einheitlicheren Reaktionen führen und eine Vorhersage erleichtern.

Literaturverzeichnis

Marchesi, J. R. and J. Ravel (2015): The vocabulary of microbiome research: A proposal. In: *Microbiome* 3: 1-3. DOI: 10.1186/s40168-015-0094-5.

Kim, H. B. and R. E. Isaacson (2015): The pig gut microbial diversity: Understanding the pig gut microbial ecology through the next generation high throughput sequencing. In: *Vet Microbiol* 177: 242-51. DOI: 10.1016/j.vetmic.2015.03.014.

Chiarello, M.; M. McCauley; S. Villéger and C. R. Jackson (2022): Ranking the biases: The choice of otus vs. Asvs in 16s rrna amplicon data analysis has stronger effects on diversity measures than rarefaction and otu identity threshold. In: *PloS one* 17: e0264443. DOI: 10.1371/journal.pone.0264443.

Cho, I. and M. J. Blaser (2012): The human microbiome: At the interface of health and disease. In: *Nat Rev Genet* 13: 260-70. DOI: 10.1038/nrg3182.

Blaser, M. J. and D. Kirschner (2007): The equilibria that allow bacterial persistence in human hosts. In: *Nature* 449: 843-49. DOI: 10.1038/nature06198.

Drew, G. C.; E. J. Stevens and K. C. King (2021): Microbial evolution and transitions along the parasite–mutualist continuum. In: *Nat Rev Microbiol* 19: 623-38. DOI: 10.1038/s41579-021-00550-7.

Flint, H. J.; K. P. Scott; P. Louis and S. H. Duncan (2012): The role of the gut microbiota in nutrition and health. In: *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 9: 577-89. DOI: 10.1038/nrgastro.2012.156.

Wigley, P. (2015): Blurred lines: Pathogens, commensals, and the healthy gut. In: *Front Vet Sci* 2: 40. DOI: 10.3389/fvets.2015.00040.

Scholtens, P. A.; R. Oozeer; R. Martin; K. B. Amor and J. Knol (2012): The early settlers: Intestinal microbiology in early life. In: *Annu Rev Food Sci Technol* 3: 425-47. DOI: 10.1146/annurev-food-022811-101120.

Guevarra, R. B.; J. H. Lee; S. H. Lee; M.-J. Seok; D. W. Kim; B. N. Kang; T. J. Johnson; R. E. Isaacson and H. B. Kim (2019): Piglet gut microbial shifts early in life: Causes and effects. In: *J Anim Sci Biotechnol* 10: 1-10. DOI: 10.1186/s40104-018-0308-3.

Kers, J. G.; F. C. Velkers; E. A. Fischer; G. D. Hermes; J. A. Stegeman and H. Smidt (2018): Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. In: *Front Microbiol* 9: 235. DOI: 10.3389/fmicb.2018.00235.

Chen, X.; J. Xu; E. Ren; Y. Su and W. Zhu (2018): Co-occurrence of early gut colonization in neonatal piglets with microbiota in the maternal and surrounding delivery environments. In: *Anaerobe* 49: 30-40. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2017.12.002.

Han, Q.; X. Zhang; H. Nian; H. Liu; X. Li; R. Zhang and J. Bao (2022): Artificial rearing alters intestinal microbiota and induces inflammatory response in piglets. In: *Front Microbiol* 13: 1002738. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1002738.

Bian, G.; S. Ma; Z. Zhu; Y. Su; E. G. Zoetendal; R. Mackie; J. Liu; C. Mu; R. Huang and H. Smidt (2016): Age, introduction of solid feed and weaning are more important determinants of gut bacterial succession in piglets than breed and nursing mother as revealed by a reciprocal cross-fostering model. In: *Environ Microbiol* 18: 1566-77. DOI: 10.1111/1462-2920.13272.

Heo, J. M.; F. Opapeju; J. Pluske; J. Kim; D. Hampson and C. M. Nyachoti (2013): Gastrointestinal health and function in weaned pigs: A review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. In: *J Anim Physiol Anim Nutr* 97: 207-37. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x.

Rist, V.; E. Weiss; M. Eklund and R. Mosenthin (2013): Impact of dietary protein on microbiota composition and activity in the gastrointestinal tract of piglets in relation to gut health: A review. In: *animal* 7: 1067-78. DOI: 10.1017/S1751731113000062.

Allen, H. K.; U. Y. Levine; T. Looft; M. Bandrick and T. A. Casey (2013): Treatment, promotion, commotion: Antibiotic alternatives in food-producing animals. In: *Trends Microbiol* 21: 114-19. DOI: 10.1016/j.tim.2012.11.001.

Dou, S.; P. Gadonna-Widehem; V. Rome; D. Hamoudi; L. Rhazi; L. Lakhal; T. Larcher; N. Bahi-Jaber; A. Pinon-Quintana and A. Guyonvarch (2017): Characterisation of early-life fecal microbiota in susceptible and healthy pigs to post-weaning diarrhoea. In: *PloS one* 12: e0169851. DOI: 10.1371/journal.pone.0169851.

Guo, F.; D. Cai; Y. Li; H. Gu; H. Qu; Q. Zong; W. Bao; A. Chen and H.-Y. Liu (2021): How early-life gut microbiota alteration sets trajectories for health and inflammatory bowel disease? In: *Front Nutr* 8: 690073. DOI: 10.3389/fnut.2021.690073.

Gensollen, T.; S. S. Iyer; D. L. Kasper and R. S. Blumberg (2016): How colonization by microbiota in early life shapes the immune system. In: *science* 352: 539-44. DOI: 10.1126/science.aad9378.

Forgie, A. J.; J. M. Fouhse and B. P. Willing (2019): Diet-microbe-host interactions that affect gut mucosal integrity and infection resistance. In: *Front Immunol* 10: 1802. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01802.

Van der Hoeven-Hangoor, E.; J. Van Der Vossen; F. Schuren; M. Verstegen; J. De Oliveira; R. Montijn and W. Hendriks (2013): Ileal microbiota composition of broilers fed various commercial diet compositions. In: *Poult Sci* 92: 2713-23. DOI: 10.3382/ps.2013-03017.

Ludvigsen, J.; B. Svihus and K. Rudi (2016): Rearing room affects the non-dominant chicken cecum microbiota, while diet affects the dominant microbiota. In: *Front Vet Sci* 3: 16. DOI: 10.3389/fvets.2016.00016.

Healey, G. R.; R. Murphy; L. Brough; C. A. Butts and J. Coad (2017): Interindividual variability in gut microbiota and host response to dietary interventions. In: *Nutr Rev* 75: 1059-80. DOI:

Hughes, R. L.; M. L. Marco; J. P. Hughes; N. L. Keim and M. E. Kable (2019): The role of the gut microbiome in predicting response to diet and the development of precision nutrition models—part i: Overview of current methods. In: *Adv Nutr* 10: 953-78. DOI: 10.1093/advances/nmz022.

Fassarella, M.; E. E. Blaak; J. Penders; A. Nauta; H. Smidt and E. G. Zoetendal (2021): Gut microbiome stability and resilience: Elucidating the response to perturbations in order to modulate gut health. In: *Gut* 70: 595-605. DOI: 10.1136/gutjnl-2020-321747.

Gardiner, G. E.; B. U. Metzler-Zebeli and P. G. Lawlor (2020): Impact of intestinal microbiota on growth and feed efficiency in pigs: A review. In: *Microorganisms* 8: 1886. DOI: 10.3390/microorganisms8121886.

Barone, M.; F. D'Amico; M. Fabbrini; S. Rampelli; P. Brigidi and S. Turroni (2021): Over-feeding the gut microbiome: A scoping review on health implications and therapeutic perspectives. In: *World J Gastroenterol* 27: 7041. DOI: 10.3748/wjg.v27.i41.7041

Langille, M. G. (2018): Exploring linkages between taxonomic and functional profiles of the human microbiome. In: *MSystems* 3: e00163-17. DOI: 10.1128/mSystems.00163-17.

Cunningham, M.; M. A. Azcarate-Peril; A. Barnard; V. Benoit; R. Grimaldi; D. Guyonnet; H. D. Holscher; K. Hunter; S. Manurung and D. Obis (2021): Shaping the future of probiotics and prebiotics. In: *Trends Microbiol* 29: 667-85. DOI: 10.1016/j.tim.2021.01.003.

Autorenanschrift

Dr. Julia Hankel
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
E-Mail: julia.hankel@tiho-hannover.de

Qualitätsanforderungen an Milchaustauscher im Wandel der Zeit

Michael Hovenjürgen

BEWITAL agri GmbH & Co. KG, Südlohn-Oeding, Deutschland

Einleitung

Milchaustauscher für Säugetiere, eingesetzt als Ergänzungs- bzw. Alleinfuttermittel, dienen als Ersatz der Muttermilch bei Ausfall des Muttertieres oder Mangel an Muttermilch bzw. der mutterlosen Aufzucht. Bei der Zusammensetzung kommerzieller Mischungen sind häufig die Anteile an Fett, Protein und Laktose der Milch der jeweiligen Tierarten eine wichtige Orientierungsgröße.

Insbesondere fallen dabei Hunde mit einem höheren Fettgehalt (>40 % i.d.T.), Katzen mit einem höheren Proteingehalt (>40 % i.d.T.) und Pferde mit einem sehr hohen Gehalt an Laktose (ca. 66 % i.d.T.) auf. Daher sind Milchaustauscher für diese Tierarten Speziallösungen. Für unsere Nutztiere wird mittlerweile ein umfangreiches Produktprogramm an Milchaustauschern (MAT) verschiedener Zusammensetzungen angeboten.

Aufgrund der züchterischen Arbeit beim Schwein hat sich die Zahl der lebend geborenen Ferkel in den letzten Jahrzehnten enorm entwickelt, von 22 lebend geborenen Ferkeln pro Sau und Jahr im Jahr 2005 bis zu 31 lebend geborenen Ferkeln pro Sau und Jahr im Jahr 2022. Die Aufzucht dieser Anzahl Ferkel ist häufig allein mit der Milchleistung der Muttersau nur schwer möglich. Eine Beifütterung von Milchaustauscher als Ergänzungsfuttermittel ist daher sinnvoll und hat besonders in den letzten Jahren stark zugenommen. Diese Entwicklung der letzten Jahre und die, im Gegensatz zu Rind/Schaf/Ziege, relativ kurze Säugezeit von nur 3-4 Wochen führen zu anderen Vorgaben hinsichtlich der Zusammensetzung des Milchaustauschers als bei Kälbern. Der vollständige Ersatz der Muttermilch („Ferkelamme“) wurde beim Schwein getestet, hat aber keinen Einzug in die Praxis genommen.

Beim Rind (und in zunehmenden Maßen auch bei Ziegen) ist hingegen die mutterlose Aufzucht mit dem vollständigen Ersatz der Muttermilch durch Milchaustauscher als Alleinfuttermittel seit Langem gängige Praxis. In den 1970er bis 2000er Jahren war die Zielsetzung vor allem die schnelle Gewöhnung der Kälber an festes Futter und eine möglichst kurze Tränkeperiode („Frühabsetzen“, fünf bis sechs Wochen Milchtränke). Spiekers et al. (2009) empfehlen noch einen Tränkeplan mit nur 30kg Milchaustauscher je Kalb auf maximal 6 Liter/Tag beschränkten Milchgabe („Riswicker Tränkeplan“).

Verhülsdonk et al. (2011) empfehlen bereits höhere Tränkekonzentrationen von 160 g Pulver je Liter Tränke gegenüber den früher üblichen, an der Konzentration der Vollmilch orientierten, 125 g Pulver je Liter Tränke. Die allgemeinen Empfehlungen zur Milchtränke wurden 2011 aktualisiert (DLG, 2011) und auf min. 1000 g MAT-Pulver je Tag erhöht. Weitere Untersuchungen bis in die heutige Zeit gehen noch darüber hinaus bis zu einer fast ad-libitum Versorgung mit Milchtränke und einer deutlich verlängerten Tränkephase. Zielsetzung dieser Empfehlungen war und ist die Ausnutzung der genetisch möglichen Wachstumskapazität der Kälber und eine optimale Entwicklung aller Organe um eine möglichst gute Basis für die Zukunft als spätere Hochleistungs-Milchkuh zu legen.

Diese Entwicklungen der letzten Jahrzehnte und auch die Veränderungen der politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen führten zu einer deutlichen Veränderung der Qualitätsanforderungen an Milchaustauscher.

Herkunft des Proteins im Milchaustauscher

Im Milchaustauscher kommen verschiedene Rohstoffe zum Einsatz, die bei der Verarbeitung von Vollmilch in den Molkereien anfallen und zumeist auch in der Lebensmittelindustrie verarbeitet werden. Der Vollmilch am nächsten kommt dabei im Bereich des Proteins das Magermilchpulver. In der EU wurde zur Stützung des Milchmarktes bis 2007 Beihilfen zur Verfütterung von Magermilch bzw. dem Einsatz von Magermilchpulver im Milchaustauscher gewährt. Unter diesen Bedingungen teilten sich die Milchaustauscher auf in stützungsfähige „Magermilchaustauscher" (i.d.R. 50 % Magermilch je nach Stützungsregelung) und sogenannte „Nullaustauscher" (ohne Magermilch). Dieser Begriff führt jedoch in der Praxis häufig zu Verwirrungen. Ein Austausch des Magermilch-Proteins erfolgt dabei je nach Preisstellung durch hochwertige Molkenproteine oder durch meist günstigere pflanzliche Proteinträger (siehe Tabelle 1). Nach Wegfall der Stützungsregelung findet sich im Markt ein deutlich breiteres Programm an Zusammensetzungen beim Milchaustauscher. Der Anteil Magermilchpulver wird dabei häufig als Qualitätskriterium betrachtet, wobei die Gesamt-Zusammensetzung des Proteins aus Milchprotein, Molkenprotein und pflanzlichen Proteine nicht unberücksichtigt bleiben sollte.

Tabelle 1: Proteinträger in Milchaustauschern (typische Gehalte)

Futtermittel	**Rohprotein (g/kg)**	**Kasein (g/kg)**	**Laktose (g/kg)**	**Rohasche (g/kg)**
Auf Milchbasis				
Vollmilchpulver	270	210	360	55
Magermilchpulver	350	270	500	80
Buttermilchpulver	320	240	480	80
Molkenpulver	120	-	730	85
Molkenpulver, teilentzuckert	250	-	400	170
Molkeneiweißpulver (35%)	350	-	520	70
Molkeneiweißpulver (80%)	800	-	100	30
Auf Pflanzenbasis				
Weizeneiweißhydrolysat	820	-	-	10
Sojaproteinkonzentrat	650	-	-	60

Pflanzliche Eiweiße werden als preisgünstigere Alternative zum Milchprotein in Milchaustauschern eingesetzt. Hierbei muss jedoch auf den Gehalt an antinutritiven Substanzen wie Glycenin/Beta-Conglycenin und Trypsininhibitoren beim Soja bzw. den Aufschlussgrad beim Weizenprotein geachtet werden. Ein weiteres Augenmerk sollte auf das Löslichkeitsverhalten bzw. Absetzverhalten in der angerührten Tränke gelegt werden, da es hier deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Herkünften gibt.

Die Qualität der eingesetzten pflanzlichen Eiweiße hat sich in den vergangenen Jahren deutlich verbessert. Untersuchungen an Aufzuchtkälbern haben gezeigt, dass ein Austausch von ca. 20 % des Proteins durch hydrolysiertes Weizeneiweiß keine signifikanten Effekte auf Tageszunahmen und Verdaulichkeit des Milchaustauschers hatte (Post et al. 2016, Hovenjürgen. et al 2017). Auch in der

Fresseraufzucht zeigten sich nur tendenzielle Unterschiede in der Lebendmasseentwicklung mit steigenden Anteilen pflanzlicher Proteine im Austausch gegen Magermilchpulver (50%/30%/20%).

Eine Übertragung in die landwirtschaftliche Praxis ist jedoch nur unter Berücksichtigung des Gesundheitsstatus der Kälber und des Krankheitsdruck in den Betrieben möglich. In allen Versuchen zeigten die Gruppen mit den höheren Magermilchpulveranteilen ohne Zusatz von pflanzlichem Protein die höchsten Tageszunahmen. Noch deutlicher waren die Unterschiede in früheren Untersuchungen (Fischer et al. 2010). Hier wurden drei Milchaustauscher (Magermilchpulver/Molkenprotein; nur Molkenprotein; 44 % Molkenprotein/56 % pflanzliches Protein) an drei Versuchsstandorten verglichen. Aufgrund der deutlichen Wachstumsunterschiede der verschiedenen Gruppen kommen die Autoren zu dem Schluss, dass in der Praxis in den ersten Lebenswochen des Kalbes nicht auf Milchprotein (Magermilchpulver) verzichtet werden sollte und ein Einsatz von pflanzlichem Protein erst zum Ende der Tränkephase aus Kostengründen sinnvoll sein kann.

Fetteinsatz im Milchaustauscher

Nach dem Verbot des Einsatzes tierischer Fette als Folge der BSE-Krise im Jahr 2001 wurden in Milchaustauschern in erster Linie Mischungen aus Palmfett und Kokosfett eingesetzt. Die Zusammensetzung orientierte sich am Fettsäuremuster der Vollmilch und dem Gehalt an mittelkettigen Fettsäuren. Zusätzlich wichtig ist der Schmelzpunkt des Fettes, der nicht deutlich höher als die Körpertemperatur des Kalbes liegen sollte. Nach der Wiederzulassung der tierischen Fette zuerst in der EU und später auch in Deutschland wurden hierzulande die Fettmischungen für Milchaustauscher in den meisten Fällen nicht wieder auf tierische Fette umgestellt. Ursache waren in den meisten Fällen Bedenken aufgrund der gesellschaftlichen Akzeptanz und teilweise Vorgaben von Qualitätsprogrammen. Die eingesetzten pflanzlichen Fette sind ohne Ausnahme raffiniert und damit unbedenklich im Bezug auf unerwünschte Begleitstoffe.

Früher wurden die Fette in Form von Fettflocken in die Milchaustauscher eingebracht oder auf die Pulver aufgesprüht. Die daraus resultierenden Produkte waren nicht immer freifließend und mussten bei deutlich höheren Temperaturen (55-60 Grad Celsius) aufgelöst werden, um eine gute Emulgierung zu gewährleisten. Dieses Verfahren wurde vor allem in der Kälbermast noch lange Zeit angewendet. Aufgrund der mangelnden Fließfähigkeit war der Einsatz in handelsüblichen Tränkeautomaten deutlich erschwert, daher wurde mittlerweile fast ausschließlich auf die Einmischung von Fetten in Milchaustauscher in Form von Molken- bzw. Magermilch-Fettkonzentraten umgestellt. Dabei werden die Fette vorher zusammen mit flüssigen Molken-/Milchprodukten vermischt und zusammen sprühgetrocknet. In dieser Form sind die eingemischten Fette bereits bei niedrigeren Temperaturen löslich und die Pulverprodukte bleiben freifließend.

Die gesellschaftlichen und politischen Diskussionen um die Folgen des Anbaus und der Gewinnung von Palmöl führten zu Bestrebungen einzelner Molkereien und Regionen, die Verwendung von Palmöl (bzw. teilweise auch Kokosöl) im Milchaustauscher zu reglementieren bzw. zu verbieten.

Fischer et al. (2021) testeten den vollständigen Ersatz von Palm- und Kokosfett durch Sonnenblumenöl und fanden bei einer sehr intensiven (bis 10 Liter/Tag und Kalb bzw. ad. Lib.) negative Auswirkungen auf Akzeptanz, Verträglichkeit und Wachstum der Kälber beim vollständigen Ersatz von Palm- und Kokosfett. Auch mit dem Einsatz von teilgehärtetem Rapsöl und Fett aus Vollmilchpulver konnte kein gleichwertiger Ersatz für Palm-/Kokosfett erreicht werden (Fischer et al., 2023).

Anforderungen aus der Zubereitung der Milchtränke

Die Zubereitung der Milchtränke sollte aus dem Milchautauscherpulver zusammen mit einwandfreiem, frischem Wasser in Tränkequalität nach Einsatzempfehlung auf der Deklaration erfolgen. Bei Eigenwasserversorgung sollte insbesondere auf Härtegrad, pH-Wert und biologische Kontaminationen des Wassers geachtet werden.

Das Anrühren der Milchtränke erfolgte früher meist bei höheren Temperaturen von 55-60 Grad Celsius, dies war begründet in der Form des eingesetzten Fettes (siehe oben). Mittlerweile sind jedoch fast ausschließlich Fettkonzentrate in sprühgetrockneter Form im Einsatz, so dass ein Anrühren auch bei niedrigeren Temperaturen möglich ist. Gleichzeitig können bei höheren Temperaturen negative Effekte durch ein Ausflocken des Kaseins bei Milchaustauschern mit Magermilchpulver und eine Schädigung eingesetzter Probiotika auftreten.

Die Zubereitung im händischen Verfahren (Schneebesen im Eimer), im Milchtaxi oder im Tränkeautomaten mit automatischer Dosierung des trockenen Milchaustauschers stellen unterschiedliche Anforderungen an das eingesetzte Pulver. Neben einer reduzierten Staubbildung und einer optimalen Benetzbarkeit im Wasser muss im Tränkeautomaten vor allem eine gute (aber nicht zu starke!) Fließfähigkeit gewährleistet sein. Weiterhin sollte keine übermäßige Schaumbildung beim Anrühren auftreten, so dass die Funktionsfähigkeit von Messelektroden im Anrührbecher des Tränkeautomaten gewährleistet ist.

Um den Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften des Milchaustauschers aus der Praxis zu erfüllen, werden bei der Produktion der Milchaustauscher-Mischungen häufig kleine Mengen an Ölen meist in Verbindung mit Emulgatoren auf die trockenen Pulver aufgesprüht oder in die Pulver eingebracht, um Staub zu binden und eine bessere Benetzbarkeit zu gewährleisten.

Zusatzstoffe im Milchaustauscher

Bereits lange vor dem EU-weiten Verbot der antibiotischen Leistungsförderer im Jahr 2006 haben die meisten Hersteller auf den Einsatz dieser Stoffe im Milchaustauscher verzichtet und eigene Konzepte mit Kombinationen von zugelassenen Zusatzstoffen und speziellen Einzelfuttermitteln entwickelt.

Im Rahmen des EU-Futtermittelrechts sind verschiedene Zusatzstoffe zum Einsatz im Milchaustauscher in unterschiedlichen Kategorien zugelassen. Unter die ernährungsphysiologischen Zusatzstoffe fallen u.a. Aminosäuren, Vitamine und Spurenelemente, diese dienen der Bedarfsdeckung beim Tier und werden in allen Milchaustauschern entsprechend wissenschaftlicher Empfehlungen und Erfahrungen eingesetzt. Der Zusatz und die Versorgung mit Eisen als wichtigem Spurenelement zur Vermeidung anämischer Zustände ist sogar unter dem Aspekt des Tierschutzes besonders geregelt.

Bei den technologischen Zusatzstoffen sind vor allem die verschiedenen Säuren zu nennen. Im Milchaustauscher sind Säurezusätze seit langer Zeit üblich, neben den konservierenden Effekten wird eine Unterstützung der Verdauung erwartet. In der Vergangenheit sollte z.B. über eine deutliche pH-Wert Absenkung beim „Kalttränke“-Verfahren eine übermäßige Tränkeaufnahme der kalten, ad-libitum angebotenen Sauertränke vermieden werden. Dieses Verfahren hat sich jedoch nicht durchgesetzt und findet mittlerweile kaum noch Anwendung. In der Praxis wird häufig mit einer leichten Ansäuerung auf pH-Werte von 5,8 bis 6,2 gearbeitet. Bei Milchaustauschern mit Magermilchpulver kann der Zusatz von Säuren und eine Zubereitung mit zu warmem Wasser (>40 Grad Celsius) eine unerwünschte Gerinnung des Kaseins und damit eine Flockenbildung bewirken. Diese ist nur eine Vorwegnahme dessen, was im Labmagen des Kalbes passiert. In der Praxis ist dies unerwünscht, da Rückstände im Eimer/Mixer bleiben können, die eine Reinigung erschweren.

Der Zusatz von aroma- und appetitanregenden Stoffen als sensorische Zusatzstoffe soll sowohl vom Anwender als auch vom Kalb wahrgenommen werden, weitere teilweise beworbene Wirkungen sind nicht durch die rechtliche Zulassung abgedeckt. In die Gruppe der zootechnischen Zusatzstoffe fallen die Probiotika, diese haben im Rahmen ihrer Zulassung positive Effekte auf die Leistung und den Gesundheitszustand der Tiere nachgewiesen. Hier sind mehrere Stämme an Mikroorganismen für den Einsatz bei Kälbern zugelassen.

Fazit

Neue wissenschaftliche Untersuchungen und Veränderungen in den Aufzuchtverfahren für landwirtschaftliche Nutztiere haben Auswirkungen auf die Qualitätsanforderungen an Milchaustauscher, beispielhaft ist hier sicherlich die Abkehr von der Frühentwöhnung und die Empfehlung zur intensiven Kälberaufzucht zu nennen (DLG, 2011). Im Zuge dieser Empfehlung wurde nicht nur die Tränkemenge erhöht, sondern auch mehr Wert auf die Qualität und Rohstoffzusammensetzung gelegt. Weitere Überlegungen im Hinblick auf Empfehlungen zur Nährstoffzusammensetzung (Fett/Protein) und Tränkemenge finden sich in aktuellen Studien.

Auch Veränderungen in der in der landwirtschaftlichen Praxis eingesetzten Tränke-/Anrührtechnik haben Auswirkungen auf die Milchaustauschern-Konzeption, Fließfähigkeit und Löslichkeit sind hier immer wichtigere Punkte geworden.

Politische und gesellschaftliche Veränderungen an die Rohstoffzusammensetzung (keine tierischen Fette, kein Palmöl) sind nicht immer wissenschaftlich begründet stellen aber alle Hersteller und Anwender von Milchaustauschern vor Herausforderungen. Lösungen sind vielfach bereits in Bearbeitung bedürfen aber weiterer wissenschaftlicher Begleitung.

Literatur:

DLG; Empfehlungen zur Tränke von jungen Aufzuchtkälbern mit Milchaustauschern, Frankfurt am Main, 2011

Fischer, B.; Rodenbeck, D.; Bäthge, T.; Versuchsbericht: Einfluss von unterschiedlich zusammengesetzten Milchaustauschern (MAT) auf die Aufzuchtleistungen von weiblichen und männlichen Kälbern der Rasse Deutsche Holstein von der 2. bis zur 10. Lebenswoche; Iden; 2010

Fischer, B.; Steinhöfel, I.; Dunkel, S.; Vogel, S.; Trauboth, K.; Steinhöfel, O.; Mäurer, H.; Schütte, S. Untersuchungen zum Einsatz von Sonnenblumenöl als alleinige Fremfettkomponente im Milchaustauscher für die Tränkkälberfütterung. Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, DLG; 2021

Fischer, B.; Sturm, N.; Schütze, S.; Trauboth, K. Untersuchungen zur Fütterung von Fetten aus einheimischer Produktion in Milchaustauschern an weibliche Kälber zur Zucht. Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, DLG; 2023

Hovenjürgen M.; Rathmer, T.; Einfluss von Qualität und Konzentration des Milchaustauschers auf das Wachstum von Kälbern in der Fresseraufzucht; 18. BOKU-Symposium TIERERNÄHRUNG „Fütterung junger Nutztiere“, 30. April 2019, Wien

Hovenjürgen, M.; Schulze Schwering, D.; Hoppe, S.; Post, C.; Westendarp, H.; Einfluss von Tränkemenge und Magermilchpulveranteil im Milchaustauscher auf das Wachstum von Aufzuchtkälbern; 16. BOKU-Symposium TIERERNÄHRUNG „Der gesunde Verdauungstrakt“ ,27. April 2017, Wien

Post, C.; Hoppe, S.; Pries, M.; Hoffmanns, C.; Westendarp, H.; Verdaulichkeitsmessungen für drei Milchaustauscher unterschiedlicher Zusammensetzung; Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, DLG; 2016

Spiekers, H.; Nussbaum, H.; Potthast, V. Erfolgreiche Milchviehfütterung, 5. erweiterte u. aktualisierte Aufl. 2009, DLG-Verlag

Verhülsdonk, C.; Siebert, H.; Pries, M. Wachstum von Kälbern bei unterschiedlicher Konzentration des Milchaustauschers; Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, DLG; 2011

Autorenanschrift

Dr. agr. Michael Hovenjürgen
Industriestraße 10
46354 Südlohn-Oeding
Deutschland
E-Mail: m.hovenjuergen@bewital.de

Herausforderungen in der Hygiene im Abferkelbereich im Zusammenhang mit der Fütterung von Ferkeln

Simone M. Schmid[1], Jason J. Hayer[2], Ramona Bleeser[1], Céline Heinemann[1], Sandra Teletzki[1], Julia Steinhoff-Wagner[3]

[1] Institut für Tierwissenschaften, Universität Bonn

[2] Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhatung Hofgut Neumühle

[3] TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

Durchfallerkrankungen stellen ein relevantes Problem in der Ferkelaufzucht dar. Diese treten vor allem in den ersten Wochen und im Zusammenhang mit dem Absetzen auf. In Abferkelställen sind Rein-raus Systeme etabliert und es finden vor der Einstallung gemäß der gesetzlichen Vorschriften (SchwHaltHygV) regelmäßige Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen statt. Mit Bestrebungen nach mehr Tierwohl und dem Anstieg von ökologischen Schweinehaltungen, folgen bauliche oder fütterungstechnische Veränderungen in Abferkelbuchten z.B.: Milchfutternäpfe für Ferkel, freie Abferkelung oder Gruppenhaltungssysteme, die eine Anpassungen des vorbeugenden Gesundheitsmanagements erfordern. Alle Maßnahmen sollten jedoch im Hinblick auf ihre Wirksamkeit überprüft und unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten bewertet werden. Ziel dieser Zusammenstellung von Literaturstudien und eigenen Ergebnissen aus verschiedenen Studien ist es, eine Diskussion zur Nachhaltigkeit für den Bereich der Ferkelhaltung und -ernährung anzustoßen.

Material und Methoden

Für die im folgenden beschriebenen eigenen Ergebnisse wurden Untersuchungen bei Ferkelerzeuger*innen vorgenommen. Dabei bestand die Datenaufnahme bei allen Studien aus drei Komponenten: 1. Eine detaillierte Befragung der Tierhaltenden, 2. eine strukturierte Bewertung der Haltungsumgebungen und der Fütterungseinrichtungen sowie der gehaltenen Tiere mit dafür entwickelten Bewertungschemen durch die Probenehmenden und 3. eine Probenahme. Die dabei gewonnenen Proben wurden anschließend mikrobiologisch untersucht und alle Daten einer Studie jeweils gemeinsam wie in bereits publizierten Studien ausgewertet (Heinemann et al., 2020 und 2021; Hayer et al., 2022; Schmid et al., 2022). Die Bewertung der Nachhaltigkeit erfolgte anhand einer Auswahl gruppierter UN Nachhaltigkeitsziele (SDG Social development goals): Ökonomie (SDG 9, 12), Soziales (SDG 8, 10), Umweltschutz (SDG 6, 7, 13, 14), Lebensmittelsicherheit (SDG 3, 9), Tierwohl (SDG 12, 15) und Wissen zur Prävention (SDG 4).

Aspekte zur Sau und ihrem Gesäuge

Vor allem für Ferkelerzeuger und Sauenhalter ist das Thema "Hygiene" von besonderer Bedeutung. Ferkelerzeuger sind gesetzlich durch die Schweinehaltungshygieneverordnung (SchHaltHygV) verpflichtet, Maßnahmen zu ergreifen um das seuchenhygienische Risiko auf ein Mindestmaß zu

begrenzen. Dazu gehört, dass freigewordene Ställe einschließlich der vorhandenen Einrichtungen und Gegenstände zwischen der Ausstallung und der Wiederbelegung zu reinigen und zu desinfizieren sind (SchHaltHygV, Anlage 2, Abs. III). Suchen Tierhaltende jedoch Informationen zur Umsetzung von Detailfragen, gibt es sehr wenig objektives bzw. wissenschaftlich-basiertes Informationsmaterial.

In Bezug auf die Sauendusche, sind aus rechtlicher Perspektive Maßnahmen zur Reduzierung der Verschleppung von Krankheitserregern verpflichtend (SchHaltHygV). EU-Richtlinien zu diesem Thema sind im Vergleich zu der nationalen Verordnung spezifischer und sehen vor, dass das sogar noch konkreter gefasst als im nationalen Recht, denn dort steht, dass trächtige Sauen und Jungsauen sorgfältig gereinigt werden müssen (RL 2008/120/EG). Eine Umfrage hat gezeigt, dass über 80 % der Betriebe ihre Sauen regelmäßig waschen, ca. 5 % gelegentlich, die restlichen 14 % waschen ihre Sauen derzeit nicht, davon haben 8 % ihre Sauen noch nie gewaschen. Als Vorteile der Sauendusche werden von den Landwirten gute Erfahrungen im Allgemeinen, eine Verbesserung des Tierwohls, sowie eine verbesserte Ferkelgesundheit (weniger Durchfall) genannt. Als Gegenargumente listen sie den hohen Zeitaufwand, keine sichtbaren Effekte auf die Ferkelgesundheit, die Umweltbelastung durch die Verwendung von Sauenwaschmitteln, sowie den Trinkwasserverbrauch auf (Bleeser et al., unveröffentlicht).

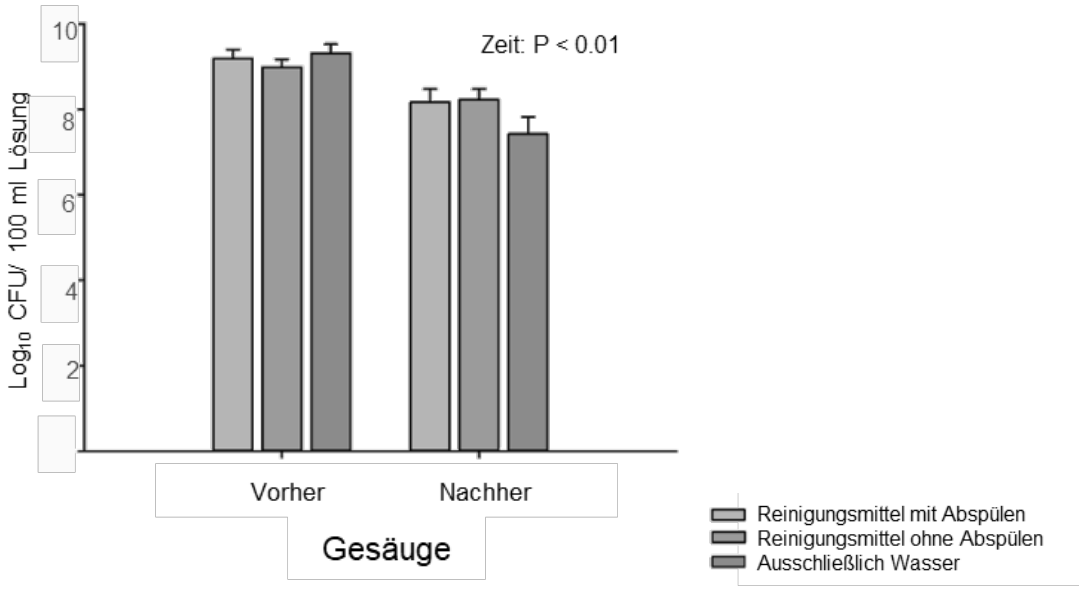


Abbildung 1: Gesamtkeimzahl nach Abstreichen der Sau mit einem Handschuh und in Abhängigkeit des Waschzusatzes bzw. keines Waschzusatzes vor und nach der Dusche (n>10 Sauen/Gruppe).

Es gibt eine große Variation in der Durchführung der Maßnahme zwischen den Betrieben (Abbildung 1). Die Ergebnisse der Untersuchung auf coliforme Keime und spezifisch *E. coli* zeigen, dass eine Sauendusche die Keimzahlen an Rücken und Gesäuge reduzieren konnte. Allerdings gab es keine Effekte durch den Einsatz von Reinigungsmitteln im Vergleich zum alleinigen Einsatz von Wasser. Bei allen Tieren wurden auch nach dem Waschen noch geringe bis starke Verschmutzungen nach dem Duschen festgestellt. Es wurde weiterhin beobachtet, dass Reste und ggf. Reinigungsmittel sich explizit am Gesäuge sammeln und abtropfen (Schmid et al., 2020 a und b). In der Umfrage haben einige Landwirte unter sonstige Beeinträchtigungen des Tierwohls beschrieben, dass mittlere bis starke Rötungen am Gesäuge auftreten. Dieses kann sowohl durch geringe Wassertemperaturen (im Praxisversuch ermittelt: 10,3-29,4°C) oder auch durch ätzende oder reizende Eigenschaften der Waschmittel (gemäß Produktinformation) bedingt sein. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse sollten die Waschmittel nur gezielt zur Reduzierung spezifischer, identifizierter Erreger eingesetzt werden. Zur Vermeidung von

Irritationen der Haut am Gesäuge oder zur Vermeidung der Aufnahme unerwünschter Substanzen durch das Ferkel, bei kurzen Zeitspannen zwischen Sauenwäsche und Geburt, sollten eingesetzte Reinigungsmittel unbedingt mit Wasser gründlich abgespült werden. Die nachhaltigste Umsetzung der routinemäßigen Sauenwäsche könnte die Kombination von warmem Wasser (ohne zusätzliche Mittel), einer längeren Einweichzeit und die Verwendung einer Bürste darstellen.

Hygiene von Fütterungseinrichtungen

Eine weitere Studie der Autoren zielte auf die Identifikation kritischer Kontrollpunkte nach der Reinigung und Desinfektion von Abferkelbuchten ab. Dazu wurden je drei zufällig gewählte Buchten auf 19 unterschiedlichen Betrieben beprobt. Auf allen Betrieben wurden folgende Probenahmestellen untersucht: die Tränke der Sau, der Futtertrog der Sau, die Tränke der Ferkel, der Boden im Ferkelnest, die Wand im Ferkelnest, die Stangen am Ferkelschutzkorb und der Boden im Kopfbereich der Sau. Zusätzlich wurden Sockenproben aus der gesamten Bucht und aus dem Ferkelnest, sowie Wasserproben aus der Ferkeltränke genommen. Die identifizierten kritischen Kontrollpunkte im Hygienemanagement deckten sich stark mit vorherigen Untersuchungen im Mastbereich (Heinemann et al., 2020 und Heinemann et al., 2021). In beiden Studien wurdein Tränken und Trögen die höchste Keimbelastung festgestellt. Schalen für die Vorlage von Prestarter o. ä. für Ferkel, waren zumeist ausreichend gut gereinigt und desinfiziert. Hier kann in der Praxis durch eine Sichtkontrolle ein passabler Hygienestatus gesichert werden. Antibiotikaresistente Keime (phänotypischer Nachweis) sind nach den Hygienemaßnahmen vor allem in den Ferkelfütterungseinrichtungen nachweisbar: MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*) wurde in einem drittel aller Milchtassen, sowie in 18% aller Ferkeltränken nachgewiesen. Keime die ESBL (Extended-Spektrum Beta-Laktamase-Bildner) aufweisen, konnten sogar in über 75% aller Ferkeltränken und Ferkeltröge, sowie in zwei Drittel aller Milchtassen nachgewiesen werden (Schmid et al., 2022). Neben möglichen Eintragswegen für antiobiotikaresistente Erreger, wie dem Muttertier, ist demnach vor allem auch die Persistenz dieser Erreger in der Bucht zu beachten. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss zusätzlich der zeitliche Ablauf beachtet werden – die Probenahmen dieser Studie erfolgten vor der Einstallung der Sauen. Nach der Einstallung verbleiben die Sauen und die von ihr eingetragenen Erreger einige Tage bis zur Abferkelung alleine in der Bucht. Normalerweise vergehen auch nach der Abferkelung einige weitere Tage, bis die Milchzufütterungssysteme in Betrieb genommen werden. In dieser Zeit können sich die Bakterien mit den Futterresten optimal vermehren. Für Bakterien ideale Umgebungen stellen vor allem Bereiche wo es feucht ist oder eine Flüssigfütterung zum Einsatz kommt dar, weniger Bereieche, wo Trockenfutter wie Prestarter angeboten wird. Zusätzlich sind die Risikobereiche dadurch gekennzeichnet, dass sie oft weniger gut einsehbar und damit kontrollierbar sind.

Eine weitere Beobachtung aus den Versuchen war, dass häufig nach den erfolgten Hygienemaßnahmen in Tränken oder Milchschalen noch Waschwasser und Desinfektionsmittelreste zu finden waren. Dies stellt insofern ein Gefährdungspotential dar, dass es durch mögliche Detergenzienreste eine Kreuzreaktion mit dem verwendeten Desinfektionsmittel erfolgt und so der Desinfektionserfolg beeinträchtigt werden kann. Zum anderen sammeln sich in Schalentränken und Trögen ohne Abfluss Waschwasser und Desinfektionsmittelreste, die von den Tieren unbeabsichtigt aufgenommen werden können. Reste dieser Waschwasser, Reinigungs- und Desfinfektionsmittel im Trog können sowohl bei der oralen Aufnahme, als auch bei Hautkontakt Magen-Darm-Erkrankungen, Vergiftungen Verätzungen und zu Fressunlust, führen. Deswegen sollte zunächst die erfolgreiche Umsetzung der Reinigung (kein sichtbarer Schmutz und keine Rückstände) visuell überprüft werden. Vor allem in Fütterungseinrichtungen sollte darauf geachtet werden, dass das Waschwasser abfließen kann. Schalentränken und Tröge sollten entleert werden, z.B. indem der Abfluss geöffnet und/ oder die angesammelte Flüssigkeit mit einem Schwamm entfernt wird. Bei Anwendung der Desinfektionsmittel müssen die Herstellerangaben beachtet werden, da bei bestimmten Mitteln ein Abspülen notwendig ist, um Gesundheitsrisiken zu vermeiden. Dies gilt umso mehr, wenn es sich um Fütterungseeinrichtungen

handelt. Des Weiteren ist zu empfehlen das Stagnationswasser in Wasserleitungssystemen abzulassen und die Leitungsysteme regelmäßig heiß zu spülen, um einer Biofilmbildung und dem Transfer von Errgern über das Wasser vorzubeugen. Wenn ein Tränkesystem zur Beifütterung für die Ferkel vorhanden ist, sollte dieses auch direkt vor der ersten möglichen Benutzung kontrolliert und abgelassen werden.

Überprüfung des Erfolges von Hygienemaßnahmen

Neben der visuellen Überprüfung des Erfolges von Hygienemaßnahmen gibt es auch die Möglichkeit zur Überwachung des Hygienestatus mit Schnelltests (Heinemann et al., 2020 und 2021). Bei nicht ausreichender Reinigungseffizienz bleiben Rückstände wie z.B. Proteine zurück. Ihr Vorhandensein in Fütterungseinrichtungen weist auf organische Rückstände hin und zeigt an, wie erfolgreich die Maßnahmen umgesetzt wurden. Das Ergebnis marktüblicher Proteintest wird häufig nach wenigen Minuten als Farbumschlag angezeigt. Zur Anwendung dieses Tests sind keine Laborausrüstung oder besondere Vorkenntnisse nötig, und Ergebnisse sind schnell verfügbar. Alternativ zum Proteintest bieten sich Schnelltests auf Adinosintriphosphat (ATP) an. Da alle Zellen ATP enthalten können durch den Nachweis Restverschmutzungen detektiert werden. Allerdings ist für den ATP-Test ein Gerät zur Auswertung erforderlich und damit der Einsatzdieser Test z.B. im Rahmen von Schulungen oder Beratungen von einem externen Berater oder dem Hoftierarzt geeigneter. Die verschiedenenen Schnelltestsysteme weisen nicht direkt Mikroorganismen nach, korrelieren jedoch mit mikrobiologischen Analysen aus dem Labor (Heinemann et al., 2020 und 2021; Hayer et al., 2022). Bei der Durchführung ist darauf zu achten, dass die beprobte Fläche immer das gleiche Maß aufweist. Zudem sollte bei der regelmäßigen Durchführung ein betriebsinterner Standard definiert werden, mit dessen Hilfe die Testergebnisse verglichen und entsprechend interpretiert werden können.

Bewertung unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten

Manche Herausforderungen in der Hygiene im Abferkelbereich im Zusammenhang mit der Fütterung von Ferkeln sind bislang kaum untersucht worden oder bleiben in der Praxis kaum beachtet. Dabei könnte durch etwas mehr Investition von Arbeitzeit (Abstriche im sozialen Bereich) in die Umsetzung von Hygienemaßnahmen und mit entsprechender Erfolgskontrolle eine Verbesserung der Tiergesundheit, des Tierwohls und der Ökonomie erreicht werden. Mit anderen Worten: der Mehraufwand im Bereich der Hygiene lohnt sich wahrscheinlich durch weniger Wachstumseinbrüche auch finanziell. Dieses kann sich positiv auf die Lebensmittelsicherheit und den Umweltschutz auswirken, wenn Reinigungsmittel, Tierwaschmittel und Desinfektionsmittel gezielter (gemäß DVG Liste) und verantwortungsvoll eingesetzt werden. Insebsondere in der Ferkelfütterung gilt es, die Aufnahme von sowohl Krankheitserregern als auch Chemikalien gezielt zu reduzieren.

Literaturverzeichnis

Hayer, J. J., Heinemann, C., Schulze-Dieckhoff, B. G., & Steinhoff-Wagner, J. (2022). A risk-oriented evaluation of biofilm and other influencing factors on biological quality of drinking water for dairy cows. Journal of Animal Science (in press, skac112,). https://doi.org/10.1093/jas/skac112

Heinemann, C., Leubner, C.D., Hayer, J.J., Steinhoff-Wagner, J.: Hygiene management in newborn individually housed dairy calves focusing on housing and feeding practices (2021). Journal of Ani-mal Science 99(1) https://doi.org/10.1093/jas/skaa391

Heinemann, C., Meyer, I., Bögel, F. T., Schmid, S. M., Hayer, J. J., Steinhoff-Wagner, J. (2020). Indi-vidual training for farmers based on results from protein and ATP rapid tests and microbiological conventional cultural methods improves hygiene in pig fattening pens. Journal of Animal Science, 98(1). https://doi.org/10.1093/jas/skz389

Schmid, S.M., Heinemann, C., Steinhoff-Wagner, J.: Hygiene status of piglet feeding equipment and occurrence of resistant bacteria after cleaning and disinfection in different stable environ-ments. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 31 (2022): 137.

Schmid, S.M., Terletzki, S., Heinemann, C., Hayer, J.J., Steinhoff-Wagner, J.: Suitability of different sampling methods for assessment of sows‘ cleanliness. EAAP (2020a).

Schmid, S.M., Terletzki, S., Heinemann, C., Hayer, J.J., Steinhoff-Wagner, J.: Evaluation of hygiene measure ‘sow shower‘ based on microbial investigations. EAAP (2020b).

Autorenanschrift

Prof. Dr. Julia Steinhoff-Wagner
Animal Nutrition and Metabolism
TUM School of Life Sciences
Technical University of Munich
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising-Weihenstephan
Germany
E-Mail: jsw@tum.de

Verbesserung der Ernährung neonataler Ferkel für eine nachhaltige Schweinehaltung: Ein umfassender Ansatz

Iwan van den Tillaart , Marc Decoux und Kaat Goris

Cargill Animal Nutrition

Einleitung

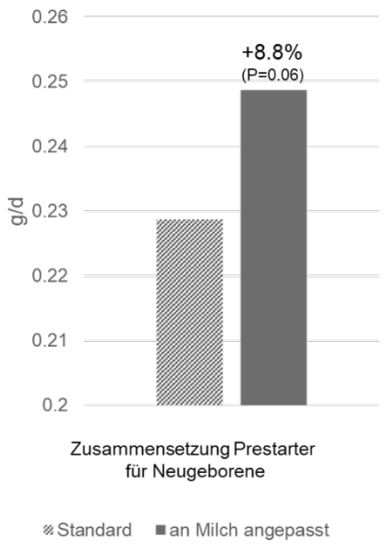
Die moderne Schweinehaltung befindet sich in einer ständigen Entwicklung. Genetische Verbesserungen, eine sich verändernde Marktdynamik und wachsende Besorgnis über Nachhaltigkeit und Tierschutz haben zu einer Neubewertung der Fütterungspraktiken für neonatale Schweine geführt. In diesem Artikel befassen wir uns mit der Bedeutung der Ernährung von Neugeborenen und stützen uns dabei auf aktuelle wissenschaftliche Studien, um die Bedeutung eines umfassenden Ansatzes zu unterstreichen. Wir gehen der Frage nach, wie eine optimierte Ernährung von Neugeborenen nicht nur das Ferkelwachstum verbessert, sondern auch zu einer nachhaltigeren Schweinehaltung beiträgt.

Überbrückung von Nährstofflücken in Sauenmilch

Sauenmilch ist die Hauptnahrungsquelle für Ferkel in den ersten Lebensphasen. Neben der Milchleistung hat die Milchzusammensetzung einen starken Einfluss auf die Wurfzunahme (Hojgaard 2020). Jüngste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Sauenmilch den Bedarf der Nachkommen nicht vollständig deckt, wenn diese aus Vererberlinien mit hohem Musklefleischansatz stammen (Wensley 2022). Unseren Berechnungen zufolge wären verdaulicher Phosphor, strukturelle Kohlenhydrate und essenzielle Aminosäuren wie Threonin am stärksten limitierend. Insbesondere das völlige Fehlen von strukturellen Kohlenhydraten in der Sauenmilch behindert die Darm- und Mikrobiota-Reifung der Ferkel.

Die Darm-Mikrobiota des Ferkels spielt eine entscheidende Rolle für die gesamte Entwicklung des Ferkels. Die Einführung von Futtermitteln während der Säugeperiode wenn sich die Mikrobiota etabliert, die reich an strukturellen Kohlenhydraten sind, kann eine höhere Wachstumsleistung unterstützen (Van Hees 2019). Ein weiterer Ansatz zur Steuerung der Mikrobiota ist die Minimierung der Proteinfermentation im Dickdarm oder die Ergänzung des Futters mit Postbiotika.

In der Praxis deuten unsere Forschungsversuche darauf hin, dass die Beifütterung von Saugferkeln mit einem Prestarter, das so formuliert ist, dass es die fehlenden Nährstoffe in der Sauenmilch liefert, zu einem höheren Wachstum in den zwei Wochen nach dem Absetzen führt, insbesondere bei den kleineren Schweinen im Wurf (Grafik 1).



Grafik 1: Auswirkung des Nährstoffprofils eines Prestarter auf die durchschnittliche Tageszunahme der Ferkel während der 14 Tage nach dem Absetzen (Cargill-Versuch FP2102, 2021, die Niederlande, unveröffentlicht)

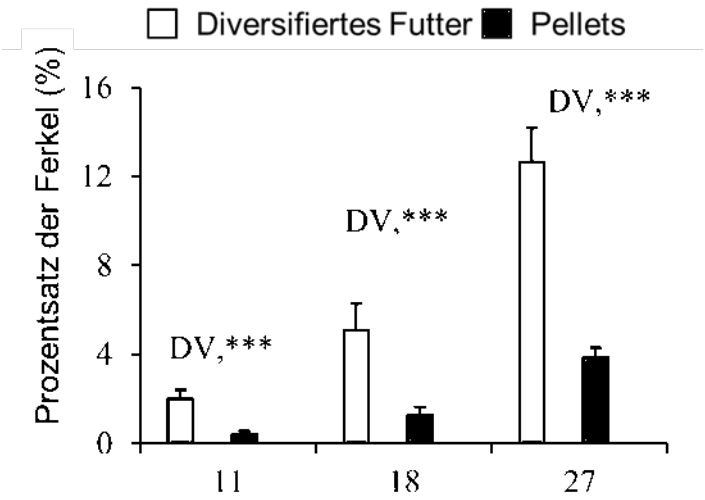
Steuerung der Darm-Mikrobiota zur Unterstützung gesünderer Ferkel

Fortschritte in der Genomik und Datenanalyse haben unser Verständnis für die Rolle der Darm-Mikrobiota revolutioniert und zeigen, wie ihr Profil vor dem Absetzen die Gesundheit der Ferkel unmittelbar nach dem Absetzen beeinflussen kann (Karasova, 2021). Eine frühe Fütterung kann die Reifung der Mikrobiota vor dem Absetzen so beschleunigen, dass die Gesundheit der Ferkel nach dem Absetzen gefördert wird (Choudhury 2021)

Eine der größten Herausforderungen in der modernen Schweinehaltung ist der verantwortungsvolle Einsatz von Antibiotika. Der Einsatz von Antibiotika in der Viehzucht hat Bedenken hinsichtlich der antimikrobiellen Resistenz und ihrer Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit aufkommen lassen. Ein ausgewogenes Futter für Neugeborene, das die Darmgesundheit und die Reifung der Mikrobiota unterstützt, könnte den Bedarf an Antibiotika in der kritischen Phase nach dem Absetzen verringern und so eine nachhaltige Schweineproduktion unterstützen.

Diversifizierte Fütterung zur Verbesserung von Wohlbefinden und Leistung

Die abwechslungsreiche Fütterung, d. h. die Fütterung von Ferkeln mit Futtermitteln, die sich in Geschmack, Geruch, Farbe, Textur, Klang oder Form unterscheiden, hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Untersuchungen haben gezeigt, dass Ferkel, die abwechslungsreiches Futter erhalten, mehr Zeit damit verbringen, sich mit ihrem Futter zu beschäftigen, und dabei Erkundungs- und Spielverhalten zeigen (Middelkoop 2019). Ferkel, die sich spielerisch und forschend verhalten, weisen nach dem Absetzen weniger Bissspuren und Wunden an ihren Schwänzen auf.



Grafik 2: Einfluss des Aussehens des Futters auf den Prozentsatz der Ferkel, die in der Abferkelbucht Futter aufnehmen. *** signifikanter Effekt bei P<0,001 (basierend auf Middelkoop, 2019)

Der prozentuale Anteil der Fresser vor dem Absetzen war bei einer gegebenen durchschnittlichen Futteraufnahme vor dem Absetzen ebenfalls deutlich verbessert (Grafik 2). Je höher der Anteil der Schweine ist, die in der Abferkelbucht tatsächlich Futter aufnehmen, desto höher ist die durchschnittliche Wachstumsleistung in der Aufzuchtstation (Bruininx, 2002). Darüber hinaus haben wir in unserer eigenen Forschung bestätigt, dass die Förderung des Wohlbefindens der Ferkel während der Säugephase langfristige Vorteile für die Wachstumsleistung der einzelnen Ferkel hat, da sie sich besser an die neue Umgebung anpassen und sozialisieren können (Adeleye 2014; Blavi 2021).

Schlussfolgerung

Die sich entwickelnde Landschaft der Schweinehaltung und die jüngsten Erkenntnisse aus der Forschung erfordern eine Neubewertung der Fütterungspraktiken für neonatale Schweine. Ein umfassender Ansatz für die Ernährung von Neugeborenen berücksichtigt die Nährstofflücken in der Sauenmilch, umfasst diversifizierte Fütterungsstrategien und nutzt die neuesten Forschungsergebnisse zur Reifung der Mikrobiota und zur kognitiven Entwicklung.

Eine optimierte Prestarter verbessert nicht nur das Wachstum und das Wohlergehen der Ferkel, sondern trägt auch zu einem verantwortungsvolleren Einsatz von Antibiotika in der Schweinehaltung bei. Ein ausgewogenes Prestarter, das die Darmgesundheit und die Reifung der Mikrobiota unterstützt, verringert die Abhängigkeit von Antibiotika und fördert so eine nachhaltige und verantwortungsvolle Schweinehaltung.

Die Integration wissenschaftlich fundierter Praktiken in die Fütterung von neugeborenen Schweinen verspricht, die Erzeuger bei einer nachhaltigeren Schweineproduktion zu unterstützen.

Liste der Referenzen

Adeleye O.O., J.H. Guya and S.A. Edward (2014) “Exploratory behaviour and performance of piglets fed novelflavoured creep in two housing systems” Animal Feed Science and Technology 191 (2014) 91–97

Blavi, L., D. Solà-Oriol, P. Llonch, S. López-Vergé, S.M. Martín-Orúe, J.F. Pérez (2021) "Management and Feeding Strategies in Early Life to Increase Piglet Performance and Welfare around Weaning: A Review." Animals 2021, 11, 302.

Bruininx E.M.A.M, G.P. Binnendijk, C.M.C. van der Peet-Schwering, J.W. Schrama, L.A. den Hartog, H. Everts, and A.C. Beynen (2002) « Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs" Journal of Animal Science, Volume 80, Issue 6, June 2002, Pages 1413–1418

Choudhury R., A. Middelkoop J. Boekhorst, W. J. J. Gerrits, B. Kemp, J. E. Bolhuis and M. Kleerebezem (2021) "Early life feeding accelerates gut microbiome maturation and suppresses acute post-weaningstress in piglets" Environmental Microbiology 23(11), 7201–7213

Hojgaard, C. K., T. S. Bruun, and P. K. Theil. (2020) "Impact of milk and nutrient intake of piglets and sow milk composition on piglet growth and body composition at weaning" Journal of Animal Science, Vol. 98, No. 3, 1–12

Karasova D., M. Crhanova , V. Babak, M. Jerabek, L. Brzobahaty, Z. Matesova and I. Rychlik (2021) "Development of piglet gut microbiota at the time of weaning influences development of postweaning diarrhea – A field study" Research in Veterinary Science 135 59–65

Middelkoop A., M.A. van Marwijk MA, B. Kemp and J.E. Bolhuis (2019) "Pigs Like It Varied; Feeding Behavior and Pre- and Post-weaning Performance of Piglets Exposed to Dietary Diversity and Feed Hidden in Substrate During Lactation". Front. Vet. Sci. 6:408.

Van Hees, H.M.J., M. Davids, D. Maes, S. Millet, S. Possemiers, L. A. den Hartog, T. A. T. G. van Kempen and G. P. J. Janssens (2019) "Dietary fibre enrichment of supplemental feed modulates the development of the intestinal tract in suckling piglets" Journal of Animal Science and Biotechnology 10:83

Wensley, M.R., J.C. Woodworth, and M.D. Tokach. (2022) "Effect of Early vs. Late Maturing Sire Lines and Creep Feeding on the Stress Response, Intestinal Permeability, and Growth Performance of Nursery and Finishing Pigs." Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: Vol. 8: Iss. 10

Yan L., H. D. Jang and I. H. Kim (2011) "Effects of Varying Creep Feed Duration on Pre-weaning and Post-weaning Performance and Behavior of Piglet and Sow". Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 24, No. 11 : 1601 – 1606

Autorenanschrift

Iwan van den Tillaart
Veerlaan 17-23
3072 AN Rotterdam
Niederlande

Ein guter Start durch direkten Zugang zu Futter und Wasser? – Potentielle Vorteile vom Schlupf im Stall in der Masthühnerhaltung

Birgit Spindler[1], Anna Schwarz[1], Jan Heck[2], Elke Rauch[2], Helen Louton[3], Friederike Werner[4], Maria Bosselo[2], Peter Hiller[4], Katja Kulke[4]

[1] Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule

[2] Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Tierärztliche Fakultät Ludwig-Maximilians-Universität München

[3] Professur für Tiergesundheit und Tierschutz, Universität Rostock

[4] Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich 3.7 Tierzucht, Tierhaltung, Versuchswesen Tier

Hintergrund

Die ersten Tage im Leben eines Masthuhns stellen eine der sensibelsten Phasen in der Aufzucht und Mast dar. Unter praxisüblichen Bedingungen schlüpfen die Eintagsküken in einer Brüterei. Dort werden die Küken nach einem Schlupffenster (Schwankungen des Schlupfzeitpunktes) von 12 Stunden und mehr einer Gesundheitskontrolle unterzogen und sortiert. Auch erfolgen hier bereits erste Impfungen (z.B. Sprayimpfung gegen die Infektiöse Bronchitis; bei verlängerter Mastdauer ggfs. auch in ovo, s.c. oder i.m gegen die Mareksche Krankheit) bevor die Küken zum Transport in Kükenkisten verladen werden. Der anschießende Transport erfolgt üblicherweise ohne Zugang zu Futter und Wasser (maximal 24 Stunden Transportdauer; Kapitel V der Verordnung EG Nr. 1/2005), wobei sichergestellt sein muss, dass die Eintagsküken innerhalb von 60 Stunden nach dem Schlupf den Empfänger erreichen (TierSchTrV, zuletzt geändert 2015). Dabei stellt bekanntermaßen der Dottersack die einzige Nährstoffquelle für das frisch geschlüpfte Küken dar, bis es Zugang zu Futter hat (Romanoff, 1960). Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die vorhandene Dottersackreserve eine Versorgung der Küken mit Energie und Flüssigkeit bis zu 72 Stunden nach dem Schlupf sicherstellt. Dennoch sollte eine schnellstmögliche Versorgung mit Futter und Wasser erfolgen und damit der Zeitraum der geschlüpften Küken in der Brüterei und der nachfolgende Transport so kurz wie möglich sein. Bekannt ist, dass die Vitalität der Küken bei längerem Futterentzug leidet (Juul-Madsen et al., 2004). Es wird mittlerweile davon ausgegangen, dass der Dottersack nicht die erforderliche Menge an Nährstoffen liefert, um die genetische Ausprägung des Wachstumspotenzials der heute üblichen Masthuhngenetiken sowie die Entwicklung des Magen-Darm-Trakts und des Immunsystems vollständig zu fördern (Panda et al., 2015).
Um eine Dehydratation zu vermeiden, gibt es beim Geflügeltransport die Möglichkeit Hydrogel einzusetzen. Dies ist beim innerdeutschen Transport von Masthühnerküken zwar keine übliche Praxis, wird aber empfohlen, wenn die Transportzeit der Küken über 24 Stunden beträgt (Guide to good practices for the transport of Poultry, 2017).

Early Feeding Systeme

Gerade um den Küken einen guten Start zu ermöglichen und das kritische Zeitfenster um den Schlupfzeitpunkt und die ersten Lebenstage herum zu optimieren, werden seit einiger Zeit in der Praxis Verfahren in einzelnen Brütereien bzw. Masthühnerbetrieben eingesetzt, bei denen den Küken direkt nach dem Schlupf Futter und Wasser angeboten wird („Early Feeding Systeme").
Bei den zwei Early Feeding Systemen, die aktuell in der Brüterei im Einsatz sind, wird den Küken direkt nach dem Schlupf Zugang zu Futter und Wasser (HatchCare - HatchTech B.V. Veenendaal) bzw. zu einem Feuchtfutter (SmartStartTM - Pas Reform) ermöglicht.
Dem gegenüber erfolgt bei den Early Feeding Verfahren, die im Mastbetrieb eingesetzt werden, der Schlupf der Küken im Stall (On-Farm Hatching). Hierbei handelt es sich um ein Mastverfahren, bei dem die Bruteier etwa am 18. Bebrütungstag in den Stall gebracht werden und die Küken folglich im Mastbetrieb schlüpfen. Die Bruteier werden entweder in speziellen Eierhalterungen im Stall gelagert, in denen die Küken schlüpfen und anschließend in den darunterliegenden eingestreuten Stallbereich fallen, oder die Bruteier werden direkt in ein Spänebett am Stallboden gelegt, in dem die Küken dann schlüpfen.
Die beschriebenen, potentiellen Nachteile beim praxisüblichen Schlupf in der Brüterei werden so umgangen. Die Tiere haben direkt Zugang zu Futter und Wasser, das Handling in der Brüterei (Trennen von den Eierschalen, Förderbänder, Verpacken in Kisten etc.) und der Transport der Küken entfällt. Auch müssen die so geschlüpften Küken sich nicht an eine neue Haltungsumwelt gewöhnen und auch mögliche Temperaturschwankungen von der Brüterei über das Handling und den Transport bis hin zur Einstallung im Mastbetrieb werden vermieden.
Bekannt ist, dass der frühe Zugang zu Futter die Resorption des Dottersacks fördert, da über die Futteraufnahme die Peristaltik des Dottersacks angeregt wird (Bhanja. et al., 2009). Der Dottersack liefert unmittelbar nach dem Schlupf Energie und Proteine für das Wachstum des Kükens (Sklan und Noy, 2000). Die Proteinfraktion des Dottersackinhalts besteht zu einem großen Teil aus mütterlichen Antikörpern (Dibner et al., 1998), die während des Brutprozesses üblicherweise nicht verdaut werden. Somit sind diese Immunglobuline zum Zeitpunkt des Schlupfes intakt und voll funktionsfähig, was darauf hindeutet, dass die Proteinbestandteile des Dottersacks für die passive Immunität der Küken verantwortlich sind (Panda et al., 2015). Um eine frühe Immunität zu gewährleisten, sollten Küken den restlichen Dottersack daher möglichst schnell verwerten (Panda et al., 2015).
Auch um die Entwicklung des Immunsystems, die bereits während der Embryogenese eingeleitet wird und auch nach dem Schlupf andauert, zu gewährleisten, ist ein früher Zugang zu Futter notwendig (Panda et al., 2015). Gerade die Immunorgane (Thymus und Bursa fabricii) können bei fehlender Verfügbarkeit von Nährstoffen verkümmern (Dibner *et al.,*1998; Klasing, 2007). Auch wurde festgestellt, dass die frühe Fütterung zu einer starken Vermehrung der Lymphozyten im Vergleich zu nicht gefütterten Küken führte und dass die Nährstoffe des Restdotters bei der Aufrechterhaltung der Lymphozytenvermehrung möglicherweise kein Ersatz für die orale Futteraufnahme sind, wie dies bei direkt nach dem Schlupf gefütterten Küken der Fall ist (Ricklefs, 1987).
Neben dem positiven Effekt auf das Immunsystem kann eine zügige Resorption des Dottersacks zusätzlich auch dazu beitragen, dass das Risiko von Dottersackentzündungen sinkt.
Bisherige Untersuchungen zur Leistung, oftmals unter experimentellen Bedingungen durchgeführt, haben zeigen können, dass das Gewicht der Eintagsküken am Tag 0 und Tag 7 bei im Stall geschlüpften Küken höher war, als bei in der Brüterei geschlüpften Küken (de Jong et al., 2019, 2020, Jensen et al., 2021a, Molenaar et al., 2023; da Silva et al., 2021, van de Ven et al., 2012). Am Mastende sind die Ergebnisse zum Mastendgewicht in den unterschiedlichen Studien jedoch uneinheitlich. So war das erfasste Lebendgewicht der im Stall geschlüpften Masthühner am Mastende nur in einigen Studien noch höher (Molenaar et al., 2023; da Silva et al., 2021, van de Ven et al., 2012), in anderen Studien hingegen identisch mit den in der Brüterei geschlüpften Küken (de Jong et al., 2019, 2020, Jessen et al., 2021).
Effekte des Schlupfs im Stall auf weitere Parameter, wie die 7-Tages-Mortalität, die Gesamtmortalität, Food pad dermatitis oder auch auf das Verhalten (u.a. Aktivitätslevel und Angstverhalten) sind uneinheitlich. Hier bedarf es weiterer Forschung.

Ausblick

Auch wenn tierschutzfachlich die direkte Versorgung der Küken nach dem Schlupf mit Futter und Wasser positiv bewertet wird, bleiben bei den „Early Feeding Systemen" hygienische (u.a. Hygiene in den Brütereien beim Angebot von Futter und Wasser, Verbleib der Eischalen beim Schlupf im Stall) aber auch rechtliche (u.a. Problematik Brüterei „hält und versorgt Tiere" im Falle des Fütterns) Fragen offen. Auch ist bisher noch unklar, in wieweit sich der „Schlupf im Stall" auf die Tierleistung und –gesundheit und das Tierverhalten unter Praxisbedingungen mit unterschiedlichen Haltungsformen und Genetiken (schnell und langsam wachsende Genetiken) auswirkt. Und nicht zuletzt sind beim Schlupf der Küken im Stall hohe Anforderungen an das Management und an die spezifische Sachkunde des/der Tierhalter*in / Tierbetreuer*in zu stellen (u.a. Überwachung des Schlupfs inkl. Stallvorbereitung; Umgang mit nicht schlupffähigen Küken).
Das aktuell laufende MuD Tierschutz-Vorhaben **Antibiotikaminimierung in der Masthühnerhaltung durch Schlupf im Stall (MuD Schlupf im Stall)**" befasst sich daher konkret mit den noch ungeklärten Fragestellungen zum „Schlupf im Stall" (Laufzeit 2023- 2025). Der Projektverbund der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, der LMU München sowie der Universität Rostock begleiten dabei aktuell acht Praxisbetriebe über mehrere Mastdurchgänge. Mit Ausnahme von zwei Betrieben, verfügen die teilnehmenden Betriebe über zwei baugleiche Ställe bzw. zwei identische Stallabteile, um die Tiergesundheit beim Schlupf im Stall gegenüber der Aufzucht von gelieferten Eintagsküken vergleichen zu können. Mit einem Start der Praxisphase auf einigen der teilnehmenden Betriebe im Sommer 2023 sind hierzu erste Ergebnisse in 2024 zu erwarten.

Das Projekt ist Teil der Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) Tierschutz im Bundesprogramm Nutztierhaltung. Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages, Projektträger ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Förderkennzeichen «2820MDT240».

Literturverzeichnis

BHANJA, S.K., ANJALI DEVI, C., PANDA, A.K. and SHYAM SUNDER, G. (2009) Effect of *post hatch* feed deprivation on yolk-sac utilisation and performance of young broiler chickens. Asian Australian Journal of Animal Sciences 22: 1174-1180.

Da SILVA, C. S., MOLENAAR, R., GIERSBERG, M. F., RODENBURG, T. B., VAN RIEL, J. W., DE BAERE, K., and De JONG, I. C. (2021). Day-old chicken quality and performance of broiler chickens from 3 different hatching systems. *Poultry Science*, *100*(3), 100953. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.050.

De JONG, I. C., GUNNINK, H., VAN HATTUM, T., VAN RIEL, J. W., RAAIJMAKERS, M. M. P., ZOET, E. S., and VAN DEN BRAND, H. (2019). Comparison of performance, health and welfare aspects between commercially housed hatchery-hatched and on-farm hatched broiler flocks. Animal, 13(6), 1269-1277. doi:10.1017/S1751731118002872.

De JONG, I. C., Van HATTUM, T., Van RIEL, J. W., DE BAERE, K., KEMPEN, I., CARDINAELS, S., and GUNNINK, H. (2020). Effects of on-farm and traditional hatching on welfare, health, and performance of broiler chickens. Poultry Science, 99(10), 4662-4671.

DIBNER, J.J., KNIGHT, C.D., KITCHEL, M.L., ATWELL, C.A., DOWNS, A.C. and IVEY, F.J. (1998) Early feeding and development of the immune system in neonatal poultry. Journal of Applied Poultry Research 7: 425-436.

Guide to good practices for the transport of Poultry (2017): Consortium of the Animal Transport Guides Project (2017) (Leitfaden zur guten fachlichen Praxis beim Geflügeltransport).
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiHjIjCsNr4AhVfSPEDHYwRBykQFnoECAYQAQ&url=http%3A%2F%2Fanimaltransportguides.eu%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F03%2FDE-Guides-to-Good-practices-for-the-Transport-of-Poultry.pdf&usg=AOvVaw0tXHpSwgcaReubf7GZVOLd

JESSEN, C. T., FOLDAGER, L., and RIBER, A. B. (2021). Effects of hatching on-farm on behaviour, first week performance, fear level and range use of organic broilers. *Applied Animal Behaviour Science*, *238*, 105319.

Juul-Madsen, H., et al. (2004). "Influence of early or late start of first feeding on growth and immune phenotype of broilers." British Poultry Science 45(2): 210-222.

KLASING, K.C. (2007) Nutrition and the immune system. British Poultry Science 48: 525-537.

MOLENAAR, R., STOCKHOFE-ZURWIEDEN, N., GIERSBERG, M. F., RODENBURG, T. B., KEMP, B., Van Den BRAND, H., and De JONG, I. C. (2023). Effects of hatching system on chick quality, welfare and health of young breeder flock offspring. *Poultry Science*, *102*(3), 102448.

PANDA, A.K., RAJU, M.V.L.N., RAMA RAO, S.V. and SHYAM SUNDER, G. (2009) *Post hatch* feed and broiler performance. Poultry International 48: 28-29.

PANDA, A.K. and REDDY, M.R. (2007) Boosting the chick's immune system through early nutrition. Poultry International 46: 22-26.

PANDA, A. K., BHANJA, S. K., and SUNDER, G. S. (2015). Early post hatch nutrition on immune system development and function in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, *71*(2), 285-296. doi:10.1017/S004393391500029X.

RICKLEFS, R.E. (1987) Comparative analysis of avian embryonic growth. Journal of Experimental Zoology Supplement 1: 309-323.

ROMANOFF, A.L. (1960) The extra-embryonic membranes, in: *The Avian Embryo*, pp. 1042-1081 (Academic Press, Macmillan, New York).

SKLAN, D. and NOY, Y. (2000): Hydrolysis and absorption in the intestine of newly hatched chicks. Poultry Science 79: 1306-1310.

TierSchTrV (2015): Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport und zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates1)2) (Tierschutztransportverordnung - TierSchTrV)
TierSchTrV - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis (gesetze-im-internet.de)

Verordnung (EG) Nr. *1/2005* des Rates vom 22. Dezember 2004 über den Schutz von Tieren beim Transport und damit zusammenhängenden Vorgängen sowie zur Änderung der Richtlinien 64/432/EWG und 93/119/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1255/97.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX%3A32005R0001

VAN De VEN, L. J. F., VAN WAGENBERG, A. V., UITDEHAAG, K. A., KOERKAMP, P. G., KEMP, B., and VAN Den BRAND, H. (2012). Significance of chick quality score in broiler production. *Animal*, *6* (10), 1677-1683.

Autorenanschrift

Dr. med. vet. Birgit Spindler
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
E-Mail: birgit.spindler@tiho-hannover.de

Hitzestress bei der Kuh – was bedeutet das für das Kalb?

Hubert Schuster

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub

Hitze im Kuhstall als Ursache für eine zurückgehende Milchleistung hat in Deutschland in den letzten Jahren aufgrund der zunehmenden Häufung von heißen Sommern an Bedeutung gewonnen. Kühe haben einen bestimmten Temperaturbereich, in dem sie ihr volles Leistungspotential entfalten können. Eine Hitzebelastung oberhalb dieses Bereichs (Hitzestress) führt bei Kühen zu Beeinträchtigungen in der Gesundheit, Futteraufnahme und Milchleistung. Neuere Untersuchungen zeigen, dass Hitzestress gerade in der späten Trächtigkeit auch negative Auswirkungen auf das Kalb, dessen Entwicklung und spätere Leistung zeigt, was einer Programmierung vor der Geburt (fetale Programmierung) gleichzusetzen wäre. Die vorliegende Literaturrecherche fasst den aktuellen Stand hierzu zusammen.

Hitzestress und Veränderungen bei der Kuh

Laktationsphase – der negative Einfluss von Hitzestress auf die Milchleistung der Kuh ist seit längerem bekannt. Andere Länder wie Israel und USA haben sich aufgrund extremerer klimatischer Bedingungen schon sehr viel länger mit diesem Thema in Forschung und Praxis auseinandergesetzt. Bei einer Untersuchung an bayerischen Fleckviehkühen (Gescheider 2017) in Grub wurden Kühe in der gemäßigten/thermoneutralen Jahreszeit und bei Hitzestress mit und ohne Kühlmaßnahmen (Ventilatoren) verglichen. Bei hitzegestressten Kühen zeigten sich signifikante Erhöhungen bei Atem- und Herzfrequenz, Körpertemperatur und als Maß für Stressreaktionen der Kot-Kortisolgehalt sowie eine verringerte Milchleistung. Mögliche Ursachen für eine verringerte Milchleistung durch Hitzestress können neben einer verminderten Nahrungsaufnahme ein veränderter Stoffwechsel, eine Suppression des Immunsystems, Entzündungen, Verhaltensänderungen sowie eine veränderte Entwicklung und Funktion der Milchdrüse sein (Tao et al. 2020). Hitzegestresste Kühe neigen verstärkt zu Selektion, was zu Veränderungen in der Zusammensetzung der Pansenbakterien und infolgedessen zu einer Absenkung von pH-Wert und Essigsäure und einem Anstieg von Milchsäure im Pansen führt. Dies wirkt sich letztendlich negativ auf die Milchproduktion aus (Zao et al. 2019). Auch die Folgelaktation kann durch Hitzestress in der Spätträchtigkeit beeinträchtigt werden (Wolfenson et al. 1988).

Trockenstehphase – Kühe produzieren in der Trockenstehphase aufgrund der geringeren Verdauungsvorgänge im Pansen weniger Wärme als in der Laktation. Auch die Erhöhung der Körpertemperatur bei Hitzestress ist geringer als bei laktierenden Kühen (Weng et al. 2018: +0,3 bis +0,5 °C gegenüber +0,9 °C). Die Trockenmasseaufnahme vor dem Abkalben wird negativ beeinflusst (Tao et al. 2019), es zeigt sich jedoch kein Einfluss auf die Konzentration von Glukose und Insulin (do Amaral et al. 2009) in diesem Zeitraum. Uterus und Milchdrüse sind hochgradig insulinunabhängig und daher bei der Glucoseverteilung gegenüber insulinabhängigem maternales Gewebe, wie Muskulatur und Fettgewebe, begünstigt, da die Fortpflanzung im Vordergrund steht. Bei Kühen, die in der Spätträchtigkeit Hitzestress ausgesetzt waren, verändert sich das jedoch zugunsten der insulinabhängigen Gewebe, wodurch in der Folgelaktation weniger Glukose in die Milchdrüse transportiert wird. Dies dürfte neben einer verringerten Trockenmasseaufnahme ein weiterer Grund für eine anschließende verringerte Milchleistung sein. Hinzu kommt eine verringerte Rück- und Neubildung des Milchdrüsengewebes (Tao et al. 2019). Gleichzeitig hat eine verringerte Produktion an Plazentahormonen eine verringerte Funktion der Plazenta zur Folge. Da das fetale Wachstum von der

Nährstoffzufuhr durch die Plazenta abhängt, schränkt dies das Wachstum des Fötus ein. Da das Plazentahormon auch eine fördernde Wirkung auf die Milchdrüse hat, wirkt ein Rückgang der Plazentafunktion auch auf die Entwicklung der Milchdrüse (Tao und Dahl 2013) aus. Hitzestress hat negative Auswirkungen auf die Produktion von Immunglobulinen sowohl vor dem Kalben (do Amaral et al. 2011) als auch in der Frühlaktation (Gomes et al. 2013). Zudem wurde auch eine höhere Anfälligkeit für Mastitis und Atemwegsproblemen in dieser Phase beobachtet (Thompson et al. 2011).

Auswirkungen auf das Kalb

Geburtsgewicht und Immunabwehr – Kälberföten haben in der späten Trächtigkeit und während der Trockenstehzeit ihr größtes Wachstum. Kälber von Milchkühen, die während der Trockenstehzeit Hitzestress ausgesetzt waren, werden nach einer verkürzten Tragezeit geboren (Tao et al. 2019) und weisen aufgrund der verringerten Plazentaentwicklung und deren Durchblutung ein deutlich reduziertes Geburtsgewicht auf (Tab. 1). Die vergleichsweise niedrigere Gewichtsentwicklung von Kälbern kann bis zu einem Alter von einem Jahr anhalten (Monteiro et al. 2016 b).

Tab.1: Geburtsgewicht von Kälbern und IgG-Konzentration in der Kolostralmilch bei nicht/hitzegestressten Kühen (GK/HS) während der späten Trächtigkeit

	Geburtsgewicht Kalb (kg)		**Signifikanz**	**IgG-Konzentration in der Kolostralmilch (g/l)**		**Signifikanz**
	GK	**HK**		**GK**	**HK**	
Adin et al. 2009, 1.V.	43,6	41,1	n.s.	73,6	66,3	n.s.
Adin et al. 2009, 2.V.	43,6	40,8	*	77,5	56,8	*
do Amaral et al. 2009	44	31	**			n.s.
do Amaral et al. 2011	44,5	39,5	*			n.s.
Tao et al. 2011	46,5	41,6	**			n.s.
Tao et al. 2012	42,5	36,5	*	86,8	77,3	n.s.
Tao et al. 2014	45	40,2	*			n.s.
Morteiro et al. 2014	43,1	38,3	**	94,7	86,8	n.s.
Morteiro et al. 2016	36,3	35,7	n.s.			n.s.
Fabris et al. 2017	40,6	38,7	*			n.s.
Nardone et al. 1997			n.s.	79,3	64	*
Skibiel et al. 2017	40,4	38,7	n.s.	129	100	**
Mittelwert	**42,7**	**38,4**		**90,2**	**75,2**	

* -signifikant, **-hochsignifikant

Das Geburtsgewicht des Kalbes mit der Milchleistung der Mutter positiv korreliert, was ebenfalls auf eine Synergie der Gewebeentwicklung zwischen Plazenta und Milchdrüse während der Trächtigkeit hindeutet (Tao et Dal 2013).

Die IgG-Konzentration der Kolostralmilch von hitzegestressten Kühen ist tendenziell geringer. Bei den Kälbern dieser Kühe tritt in Folge eine geringere IgG-Absorption aus dem Kolostrum und eine niedrigere IgG-Konzentration im Serum auf (Tao et al. 2012, Laporta et al. 2018). Zugleich ist bei diesen Kälbern die Insulinwirkung auf Muskel- und Fettgewebe abgeschwächt (Monteiro et al. 2016 a). Bullenkälber von hitzegestressten Kühen, die 0 - 2 Tage nach der Geburt getötet wurden, wiesen relativ zum Körpergewicht ein vergleichsweise niedrigeres Thymusgewicht auf, woraus auf eine geringere Anzahl von T-Lymphozyten und eine Schwächung der Immunabwehr geschlossen werden kann (Ahmed et al. 2016). Gleichfalls wurde an Bullenkälbern bis zum zweiten Tag nach der Geburt ein früheres Einsetzen der Darmschranke festgestellt, d.h., die Bullenkälber konnten weniger Immunglobuline aufnehmen (Ahmed et al. 2017).

Auswirkungen auf die spätere Entwicklung

In einer vergleichenden Untersuchung an 85 Kälbern, die von Kühen mit und ohne Hitzestress in der Spätträchtigkeit stammen, kam es bei Kälbern von hitzegestressten Kühen zu signifikant höheren Verlusten aufgrund von Krankheiten, Fehlbildungen oder Wachstumsverzögerungen (Monteiro et al. 2016b). Außerdem beendeten weniger Kalbinnen ihre erste Laktation bei gleichzeitig geringerer Milchleistung. Diese war auch noch in der zweiten Laktation vermindert. Diese Milchminderleistung in der ersten und zweiten Laktation zeigt sich auch noch bei deren Töchtern, was mit epigenetischen Veränderungen in Zusammenhang gebracht wird (Laporta et al. 2018). Diese werden auf die unterschiedliche Aktivierung von Genen (Methylierung) in Leber- und Milchdrüsengewebe zurückgeführt, die an Zellreparatur, oxidativer Abwehr, Energiestoffwechsel und Entwicklung beteiligt sind (Skibiel et al. 2018). Derartige Veränderungen können über Generationen weitervererbt werden.

Fazit

Hitzestress hat nicht nur Auswirkungen auf die Milchkuh, sondern gerade in der späten Trächtigkeit auch auf Geburtsgewicht, Vitalität, spätere Entwicklung und Milchleistung des Kalbes. Dies kann sich aufgrund epigenetischer Veränderungen bis auf die übernächste Generation erstrecken. Infolgedessen sollte gerade in der späten Trächtigkeit erhöhter Wert auf den Kuhkomfort und das Stallklima gelegt werden. Eine zusätzliche Überlegung wäre, Hochträchtigkeit und Abkalbungen während der heißen Monate zu vermeiden.

Literatur

Ahmed B.M.S. (2017): Elevated in utero temperature: A suppressor of fetal development and ruminant fitness? - PhD Dissertation, University of Florida, Gainesville

Ahmed B.M.S., Younas U., Asar T.O., Monteiro A.P.A., Hayen M.J., Tao S., Dahl G.E. (2016): Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: Relationship to immune tissue development. - Journal of Dairy Science, 99, 606

Adin G., Gelman A., Solomon R., Flamenbaum I., Nikbachat M., Yosef E., Zenou A., Shamay A., Feuermann Y., Mabjeesh S.J. et al. (2009): Effects of cooling dry cows under heat load conditions on mammary gland enzymatic activity, intake of food water, and performance during the dry period and after parturition. - Livestock Science, 124, 189–195

do Amaral B.C., Connor E.E., Tao S., Hayen M.J., Bubolz J.W., Dahl G.E. (2011): Heat stress abatement during the dry period influences metabolic gene expression and improves immune status in the transition period of dairy cows. - Journal of Dairy Science, 94, 86–96

do Amaral B. C., Connor E.E., Tao S., Hayen M.J., Bubolz J.W., Dahl E.G. (2009): Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation? - Journal of Dairy Science, 92, 5988–5999

Fabris T.F., Laporta J., Corra F.N., Torres Y.M, Kirk D.H., McLean D.J. ,Chapman J.D., Dahl G.E. (2017): Effect of nutritional immunomodulation and heat stress during the dry period on subsequent performance of cows. - Journal of Dairy Science, 100, 6733–6742

Gescheider, A. (2017): Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe der Rasse Fleckvieh unter bayerischen Klimabedingungen und Einfluss einer Unterstützungslüftung durch Ventilatoren. – Dissertation, LMU München, Tierärztliche Fakultät

Gomes C.G., Zuniga J.E., Karakaya E., Greco L.F., Sinedino L.D.P., Martinez N., Bisinotto R.S., Ribeiro E.S., Leopoldo Junior P.M., Engstrom M.A. et al. (2013): Effects of prepartum evaporative cooling and vitamin E supplementation on immune function of Holstein cows during summer in Florida. - Journal of Dairy Science, 97(Suppl. 1), 725

Kräft, Silke (2004): Charakterisierung der peripheren Insulin-Response und Insulin-Sensitivität bei trockenstehenden, laktierenden und leberverfetteten Milchkühen ohne und mit Ketose mittels hyperinsulinämischer, euglycämischer Clamps. Online unter: https://elib.tiho-hannover.de/receive/etd_mods_00002325

Laporta J., Ferreira F.C., Dado-Senn B., De Vries A., Dahl G.E. (2018). Dry period heat stress reduces dam, daughter and grand-daughter productivity. Journal of Dairy Science, 101, (Suppl. 2):151

Monteiro A.P.A., Guo J.-R., Weng X., Ahmed B.M., Hayen M.J., Dahl G.E., Bernard J.K., Tao S. (2016a): Effect of maternal heat stress during the dry period on growth and metabolism of calves. – Journal of Dairy Science, 99,3896–3907

Monteiro A.P.A., Tao S., Thompson I.M., Dahl G.E. (2016b). In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. – Journal of Dairy Science, 99, 8443–8450

Monteiro A.P.A., Tao S., Thompson I.M., Dahl G.E. (2014) Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors. – Journal of Dairy Science, 97, 6426–6439

Nardone A., Lacetera N., Bernabucci U., Ronchi B. (1997): Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. – Journal of Dairy Science, 80,838–844

Skibiel A.L., Fabris T.F. ,Corrá F.N., Torres Y.M. McLean D.J., Chapman J.D., Kirk D.J., Dahl G.E., Laporta J. (2017): Effects of feeding an immunomodulatory supplement to heat-stressed or actively cooled cows during late gestation on postnatal immunity, health, and growth of calves. – Journal of Dairy Science, 100,7659–7668

Skibiel A.L., Peñagaricano F., Amorín R., Ahmed B.M. Dahl G.E., Laporta J. (2018). In utero heat stress alters the offspring epigenome. Scientific Reports, 8, 14609

Tao S., Orellana Rivas R.M., Marins T.N., Chen Y.C., Gao J., Bernard J.K. (2020): Impact of heat stress on lactational performance of dairy cow. – Thereogenology, 150, 437-444

Tao S., Dahl E.G., Laporta J., Bernard J.K., Orellana R.M., Marins T.N. (2019): Effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf. – Journal of Dairy Science, 97, 2245-2257

Tao S., Monteiro A.P., Hayen M.J., Dahl G.E. (2014): Short communication: Maternal heat stress during the dry period alters postnatal whole-body insulin response of calves. – Journal of Dairy Science, 97, 897–901

Tao S., Dahl G.E. (2013): Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. – Journal of Dairy Science, 96, 4079–4093

Tao S., Monteiro A.P., Thompson I.M., Hayen M.J., Dahl G.E. (2012): Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. - Journal of Dairy Science, 95, 7128–7136

Tao S., Bubolz J.W., do Amaral B.C., Thompson I.M., Hayen M.J., Johnson S.E., Dahl G.E. (2011): Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. - Journal of Dairy Science, 94, 5976–5986

Thompson I. M., Dahl G.E. (2011): Dry-period seasonal effects on the subsequent lactation. – The Professional Animal Scientist, 28, 628–631

Tober O. (2019): Temperaturtoleranz von Milchkühen. – B&B Agrar, 3, 38-40

Weng, X., Monteiro A.P.A, Guo J., Li C., Orellana R.M., Marins T.N., Bernard J.K., Tomlinson D.J., DeFrain J.M., Wohlgemuth S.E., Tao S. (2018): Effects of heat stress and dietary zinc source on performance and mammary epithelial integrity of lactating dairy cows. – Journal of Dairy Science, 101, 2617-2630

Wolfenson D., Flamenbaum I., Berman A. (1988): Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. – Journal of Dairy Science, 71, 809–818

Yin T., Halli K., König S. (2022): Direkte genetische Effekte, maternale genetische Effekte und maternale genetische Sensitivität auf pränatalen Hitzestress bei Kälberkrankheiten und entsprechende genomische Loci bei deutschen Holsteins. - Journal of Dairy Science, 105, 6795-6808

Zao S., Min L., Zeng N., Wang J. (2019): Effect of Heat Stress on Bacterial Composition and Metabolism in the Rumen of Lactating Dairy Cows. - Animals, 9, 925

Autorenanschrift

Dr. Hubert Schuster
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
D-85586 Poing/Grub
E-mail: Hubert.Schuster@lfl.bayern.de

Nuckelgestaltung in der Saugkälberfütterung

Sofya Mochkina, Anton Vorndran, Julia Steinhoff-Wagner

Tierernährung und Metabolismus, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan

Laut Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) hat ein Kälberhalter sicherzustellen, dass jedes Kalb täglich mindestens zweimal gefüttert wird, dabei ist dafür Sorge zu tragen, dass dem Saugbedürfnis der Kälber ausreichend Rechnung getragen wird. Diese Vorgabe dient dazu das artgerechte Verhalten zu ermöglichen und gleichzeitig gegenseitiges Besaugen oder Saugen an Gegenständen sowie dadurch wahrscheinlichere Infektionen zu vermeiden. In einer schweizerischen Studie konnte von Keil et al. (2001) in 62 % der 130 zufällig ausgewählten Milchviehbetriebe gegenseitiges Besaugen festgestellt werden. Zu schnelles Trinken steht beispielsweise auch mit Verdauungsproblemen in einem Zusammenhang. Das Saugen inklusive der Trinkgeschwindigkeit lässt sich durch die Tränketechnik beeinflussen. Dabei ist der Nuckel ein gut zu modifizierendes Bauteil, welches sich modifizieren lässt. Zum Beispiel kann die Häufigkeit von gegenseitigem Besaugen durch die Verwendung eines Saugers mit einer kleinen Öffnung reduziert werden (Loberg and Lidfors, 2001).

Obwohl es sehr viele verschiedene Variationen der Nuckel auf dem Markt gibt, gibt es zum aktuellen Zeitpunkt wenige systematische Studien, die sich mit den Auswirkungen der verschiedenen Parameter wie Material, Härte oder Länge des Nuckels auf das Saugverhalten des Kalbes beschäftigen. Die meisten Studien in diesem Gebiet befassen sich lediglich mit der Durchflussrate der Nuckel. Die verantwortlichen Nuckelkenngrößen für die Variation der Durchflussrate und ihre Zusammenhänge werden dabei aber meist außer Acht gelassen.

Bei Säuglingen ist erwiesenermaßen die Durchflussrate am geringsten im jungen Alter, wohingegen mit steigendem Alter festere Materialien und größere Öffnungen verwendet werden. In der Kälberernährung hat sich dieser Trend nicht durchgesetzt, wobei eher konträr dazu bei der Milchtränke an den ersten Lebenstagen die Öffnung im Sauger vergrößert wird.

Ziel dieser Arbeit war es, systematisch die Auswirkungen von ausgewählten Nuckelkenngrößen an Saugkälbern mit Hilfe einer ausführlichen Tränkeanalyse zu untersuchen. Dabei wurde mit berücksichtigt, dass in der Praxis zunehmend die Öffnung der Sauger verändert wird.

Material und Methoden

Im ersten Schritt wurde eine Literaturrecherche zu Saugverhalten von Kälbern durchgeführt. Mit einer Marktanalyse wurden die unterschiedlichen Sauger identifiziert und die Werbeversprechen hinsichtlich Saugverhalten aufgenommen. Dazu wurden Duplikationen identifiziert und je ein Exemplar von kommerziell in Deutschland erhältliche Saugern bestellt. Flaschennuckel sowie Nuckel für Milk-Bars wurden bei der Auswahl nicht berücksichtigt. Von jedem Nuckel wurden folgende Daten erfasst: Härte (hart, mittel, weich), Länge (lang: 120mm, kurz: 100mm), Lochform (kreuz, loch), Material (Gummi, Naturkautschuk, Latex, k.A.), Form (konisch oder zylindrisch), Durchmesser der Kreuz- oder Lochöffnung (im mm). Bei Nuckeln, bei denen die Materialhärte nicht vom Hersteller benannt war, wurde ein sensorischer Test mit Probanden durchgeführt. Diese sollten nach vorherigem Training mit

bekannten Nuckelhärten die Härte der Nuckel ohne Angabe einschätzen. Hierbei ergab sich eine Testmenge von 37 unterschiedlichen Nuckeln.

Der experimentelle Versuch bestand aus zwei Teilen: Beim ersten Teil erfolgte eine standardisierte Messung der Durchflussrate mit Hilfe von nur einem Melkbecher an einer Einzelmelkmaschine am Nuckeleimer. Dies sollte einen ersten Überblick über die Auswirkungen verschiedener Einflussfaktoren auf den Durchflluss verschaffen. Darauf basierend wurden aus der Gesamtheit kommerzieller Nuckel repräsentative ausgewählt, um diese in einem Tränkeversuch zu testen. Beim Tränkeversuch wurde das Saugverhalten mittels videobasierter Verhaltensanalyse an ca. 14 Tage alten Kälbern (n=6) in einem speziellen Studiendesign (jedes Kalb bekommt jeden Nuckel) beurteilt. Die folgenden Indikatoren wurden dabei aufgenommen: Tränkezeit, aufgenommene Milchmenge, Anzahl und Dauer von Trinkpausen, Schluckzahl, Anzahl der Kopfstöße, Umgreifen des Nuckels (Maul öffnen und nach erfolgter Kopfdrehung neu ansetzen), Verschlucken, Milch verschütten, Umknicken des Nuckels beim Trinken und Menge des produzierten Speichels (visuell-bewertete Einschätzung). Die Parameter wurden zunächst deskriptiv ausgewertet und jeweils in Teile des Datensatzes aufgeteilt und auf diese Art verglichen (Form: konisch versus zylindrisch, etc.).

Bekanntes über das Saugverhalten

Beim Saugen wird die Zitze oder der Nuckel zwischen der Zungenspitze und dem Gaumen fixiert. Beim Vergrößern des Mundraumvolumens durch Öffnen des Kiefers entsteht in der Maulhöhle ein Unterdruck (Fischer, 2007). Anschließend wird der Nuckel oder die Zitze durch Zusammenpressen der Zunge und des Gaumens zusammengedrückt, wodurch ein erhöhter Druck entsteht. Kälber wenden den Unter- und Überdruck simultan oder abwechselnd zur Milchextraktion an und Schlucken diese anschließend ab (Rasmussen and Mayntz, 1998).

Der Saugmechanismus ist bei allen Saugvorgängen gleich, egal ob dieser am Nuckel, an der Zitze oder an anderen Gegenständen stattfindet (Happel, 1963). Das Saugen hat einen sich wiederholenden Ablauf. Dabei sind typische Verhaltensweisen zu beobachten. Zur Analyse des Saugverhaltens können diese ausgezählt und ausgewerten werden und als Indikatoren für eine Verhaltensänderung während der Tränke genutzt werden.

- Die Häufigkeit des Saugens gibt an, wie oft ein Kalb im Zeitraum von 24 Stunden saugt. Dieser Parameter kann bei ad libitum getränkten Kälber oder bei einer muttergebundenen Aufzucht erfasst werden. Bei rationiert getränkten Kälbern ist die Anzah der Mahlzeiten durch die Anzahl der Fütterungen und die Milchmenge begrenzt.
- Die Dauer des Saugens ist die Zeit, welche das Kalb mit dem Saugen verbringt. Diese kann je nach Studie summiert für den Zeitraum von 24 Stunden oder für jede Mahlzeit einzeln erfasst werden.
- Die Abschluckfrequenz gibt die Zahl der Saug- Abschluckzyklen pro Minute an.
- Beim Saugen machen Kälber ab und zu Trinkpausen, bei welchen sie das Maul vom Nuckel absetzen. Diese können auch zum Umgreifen des Nuckels genutzt werden. Dieses Verhalten kommt auch bei der Fütterung an der Mutterkuh vor. Die Kälber wechseln die Zitzen des Euters, vor allem wenn weniger Milch an einer Zitze verfügbar ist (Sambraus, 1991).
- Zudem stoßen die Kälber den Nuckel oder das Euter mit dem Kopf. Die Funktion der Kopfstöße ist nicht eindeutig, es wird aber angenommen, dass durch dieses Verhalten das Euter stimuliert und somit der Milchfluss angeregt wird (Egle, 2004; Haley et al., 1998).

Die Ergebnisse von Untersuchungen zur mittleren Saugdauer pro Mahlzeit liegen alle in der Spanne zwischen 2 und 16 Minuten. Jedoch weisen die Studienergebnisse teilweise eine sehr große Streuung

auf (Ritter and Walser, 1965; Lidfors, 1999; Riese et al., 1977; Scheurmann, 1974; Süss, 1982; Day et al., 1987; Sambraus, 1991). Die mittlere Milchaufnahmedauer bei der Eimertränke beträgt nach Graf et al. (1989) täglich 2,5 bis 7,5 Minuten, wobei der Lochdurchmesser des Nuckels einen Einfluss auf diese Dauer hat. In einer Untersuchung von Lidfors and Jensen (1988) wurde der Einfluss des Geschlechts auf die Saugdauer bestätigt. Dabei saugten weibliche Kälber deutlich länger als männliche je Mahlzeit.

Die Dauer des Saugens pro Mahlzeit ist von weiteren Faktoren abhängig: Haley et al. (1998) konnten mit Hilfe von Nuckeln mit verschiedenen Milchdurchflussraten feststellen, dass die Kälber eine maximale Milchaufnahme bei einem Durchfluss von einem Liter pro Minute aufweisen. Die Autoren resümieren, dass die Kälber mehr nicht schlucken können. Wenn der Milchdurchfluss zu gering ist, hören die Kälber mit dem Saugen trotz verfügbarer Milch auf. Dies passierte ab einer Nuckelöffnung von 0,08 cm (Egle, 2004). Scheurmann (1974) stellte fest, dass im Verlauf des Saugens die Abschluckfrequenz bis zur vierten Minute ansteigt und danach wieder abfällt. Dabei führt das Kalb 1000 bis 2000 Saugakte während einer Mahlzeit aus. In zahlreichen Untersuchungen wurden Abschluckfrequenzen von ca. 100 Schlücken (Minimum 57, Maximum 150) pro Minute angegeben (Happel, 1963, Venmann, 1953; Hafez and Lineweaver, 1968; Wolf, 2000; Scheunert and Trautmann, 1987; Lidfors and Jensen, 1988).

Durchschnittlich machen Kälber 1,54 Kopfstöße pro Minute (Wolf, 2000). Lidfors et al. (1994) stellte fest, dass die Kopfstoßfrequenz am Anfang und am Ende der Tränke unabhängig vom Milchfluss höher ist, als in der Mitte der Tränke. Haley et al. (1998) bestätigte dieses Ergebnis. Außerdem wurde ermittelt, dass die Kopfstoßfrequenz während der ersten Minute der Tränke am höchsten ist. Auch ist ein Anstieg der Kopfstoßfrequenz bei vermindertem Milchfluss zu beobachten (Lidfors et al., 1994; Haley et al., 1998; Hafez and Lineweaver, 1968). Stoppt der Milchfluss, ist die höchste Kopfstoßfrequenz zu beobachten (Haley et al., 1998). So kann eine erhöhte Kopfstoßfrequenz auf eine geringe Milchverfügbarkeit hinweisen (De Passillé, 2001). Der Einfluss des Alters auf die Saugdauer liefert in Untersuchungen teils widersprüchliche Ergebnisse. Einen Einfluss auf das Trinkverhalten hat auch die Beschaffenheit des Nuckels. Die Größe der Nuckelöffnung hat einen Einfluss auf die Milchdurchflussrate (Ahmed, 1987). Hat der Nuckel eine kleine Öffnung, führt dies zu einer längeren Saugdauer (Graf et al., 1989) Außerdem erhöht sich die Anzahl der Kopfstöße bei einem geringeren Milchfluss (Hepola et al., 1999).

Ergebnisse der Nuckeltests

In dem standardisierten Vergleich der Nuckel hatte die Härte des Nuckels, der Durchmesser der Öffnung, die Form der Öffnung eine signifikante Auswirkung auf die Durchflussrate ($P<0.05$). Zur weiteren Bewertung wurde die Öffnung ebenfalls standardisiert auf eine vorgegebene Länge aufgeschnitten und erneut gemessen. Erwarteterweise waren die Durchflussraten der aufgeschnittenen Nuckel höher (Mittelwert 1,836 L/min) als die der nicht aufgeschnittenen (0,849 L/min). Die Durchflussrate sank außerdem mit der Härte des Nuckels.

Zur Beurteilung des Sauverhaltens wurden 6 Nuckel ausgewählt, um gezielt die Parameter Nuckelhärte, Nuckellänge und Nuckelform zu untersuchen. Die Form hatte einen signifikanten Einfluss auf die Pausendauer ($P<0.05$), sowie tendenziell auf die Anzahl an Ereignissen mit Verschütten der Milch und auf die Anzahl an Ereignisse des Umgreifens ($P<0.1$). Die Härte hatte Einfluss auf die Tränkedauer pro Liter, die Gesamttränkedauer und dem Trinkdurchfluss. Die Länge der Nuckel zeigte sich nicht im Saugverhalten. Aufgeschnittene Nuckel waren charakterisiert durch eine kürzere Tränkedauer pro Liter, eine kürzere Gesamttränkedauer, und Unterschiede in Zahl und Dauer der Pausen, sowie einen höheren Trinkdurchfluss ($P<0.05$). Außerdem wurde bei aufgeschniteten Nuckeln tendenziell mehr Milch Verschüttet ($P < 0.01$). Bei den an sechs aufeinanderfolgenden Tagen gestestenen Kälbern hatte außerdem das Alter einen signifikanten Einfluss auf die Tränkedauer pro Liter, die Gesamttränkedauer, die Pausenzahl, den Trinkdurchfluss sowie die Anzahl der Kopfstöpße pro Minute ($P>0.05$). Weitere Auswertungen der Daten werden bis zur Präsentation erfolgen.

Fazit

Insgesamt konnten mit den Versuchen die bereits bekannten Beobachtungen bestätigt werden. Im Gegensatz zu den früheren Studien ist jedoch die Vielfalt auf dem Markt viel größer geworden und in der Praxis das Wechseln von Nuckeln nicht besonders ausgeprägt. Alterungserscheinungen von Nuckeln sind bislang noch nicht untersucht. Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung sollte die systematische Analyse fortgesetzt werden und daraus wissenschaftlich-basierte Empfehlungen für bestimmte Beobachtungen im Saugverhalten abgeleitet werden.

Literaturverzeichnis

Ahmed, A. (1987). Zum Verhalten von Saugkälbern an Kühen und am Tränkeautomaten (Ph.D. Thesis). Universität Hohenheim. Hohenheim.

Day, M. L., Imakawa, K., Clutter, A. C., Wolfe, P. L., Zalesky, D. D., Nielsen, M. K., & Kinder, J. E. (1987). Suckling Behavior of Calves with Dams Varying in Milk Production. Journal of Animal Science, 65 (5), 1207–1212. https://doi.org/10.2527/jas1987.6551207x

De Passillé, A., Metz, J., Mekking, P., & Wiepkema, P. (1992). Does drinking milk stimulate sucking in young calves? Applied Animal Behaviour Science, 34 (1-2), 23–36. https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80054-1

Egle, B. (2004). Verhaltensbeobachtungen zum gegenseitigen Besaugen von Fleckviehkälbern (Dissertation). Martin-Luther-Universität. Halle-Wittenberg. Retrieved August 31, 2023, https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/9309/1/prom.pdf

Fischer, A. (2007). Untersuchungen zur Vermeidung des gegenseitigen Besaugens unter Käl bern durch den Einsatz eines Saugnuckels mit erhöhtem Saugwiderstand (Doctoral dissertation). Georg-August-University Göttingen. https://doi.org/10.53846/goediss 1871

Graf, B., Verhagen, N., & Sambraus, H. H. (1989). Reduzierung des Ersatzsaugens bei künstlich aufgezogenen Kälbern durch Fixierung nach dem Tränken oder Verlängerung der Saugzeit. Züchtungskunde, 61(5), 384-400.

Hafez, E. S. E., & Lineweaver, J. A. (1968). Suckling Behaviour in Natural and Artificially Fed Neonate Calves1 [_eprint: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-0310.1968.tb00012.x]. Zeitschrift für Tierpsychologie, 25 (2), 187–198. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1968.tb00012.x

Haley, D., Rushen, J., Duncan, I., Widowski, T., & De Passillé, A. (1998). Effects of Resistan ce to Milk Flow and the Provision of Hay on Nonnutritive Sucking by Dairy Calves. Journal of Dairy Science, 81 (8), 2165–2172. https://doi.org/10.3168/jds.S0022 - 0302(98)75794-7

Haley, D. B., Rushen, J., Duncan, I. J., Widowski, T. M., & De Passillé, A. M. (1998). Butting by calves,Bos taurus, and rate of milk flow. Animal Behaviour, 56 (6), 1545–1551. https://doi.org/10.1006/anbe.1998.0912

Happel, F. (1963). Untersuchung der pneumatischen und mechanischen Belastungen der Zitze beim natürlichen Milchentzug durch das Kalb als Grundlage zur Beurteilung das Maschinenmelkens, *Tierärztliche Umschau*, *27*, 493-600.

Hepola, H., Laitala, T., & Castrén, H. (1999, May). Effect of different teat-buckets on sucking behaviour of calves and comparison of two cleaning methods of the buckets. In Proc. Int. Symp. Suckling: behavioural and physiological aspects, problems and possibilities in ruminants, Stockholm. p (Vol. 49).

Keil, N., Audigé, L., & Langhans, W. (2001). Is Intersucking in Dairy Cows the Continuation of a Habit Developed in Early Life? Journal of Dairy Science, 84 (1), 140–146. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74462-1

Lidfors, L. (1999). Suckling behaviour in cattle (Bos Taurus)–an overview. In Abstracts International Symposium.

Lidfors, L. M., Moran, D., Jung, J., Jensen, P., & Castren, H. (1994). Behaviour at calving and choice of calving place in cattle kept in different environments. Applied Animal Behaviour Science, 42 (1), 11–28. https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90003-5

Lidfors, L., & Jensen, P. (1988). Behaviour of free-ranging beef cows and calves. Applied Animal Behaviour Science, 20 (3-4), 237–247. https://doi.org/10.1016/0168-1591(88), 90049-4

Loberg, J., & Lidfors, L. (2001). Effect of milkflow rate and presence of a floating nipple on abnormal sucking between dairy calves. Applied Animal Behaviour Science, 72(3), 189-199.

Rasmussen, M. D., & Mayntz, M. (1998). Pressure in the teat cistern and the mouth of the calf during suckling. Journal of Dairy Research, 65 (4), 685–692. https://doi.org/10.1017/S0022029998003197

Riese, G., Klee, G., & Sambraus, H. H. (1977). Verhalten von Kalbern in verschiedenen Haltungsformen. DTW Dtsch Tierarztl Wochenschr.

Ritter, H. C., & Walser, K. (1965). Über das Saugverhalten der Kälber in Mutterkuhherden unter der besonderen Berücksichtigen der Eutergesundheit der Mutterkühe. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 42(3), 324-328.

Sambraus, H. H., & Steinel, H. (1978). Das Sozialverhalten gruppengehaltener Kälber, *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 337–341.

Sambraus, H. H. (1991). Nutztierkunde: Biologie, Verhalten, Leistung und Tierschutz. Verlag Eugen Ulmer.

Scheunert, A., & Trautmann, A. (1987). Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. Verlag Parey. Hammell, K., Metz, J., & Mekking, P. (1988). Sucking behaviour of dairy calves fed milk ad libitum by bucket or teat. Applied Animal Behaviour Science, 20 (3-4), 275–285.

Scheurmann, E. (1974). Ursachen und Verhütung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern. Tierärztl. Prax, 2, 389-394.

Süss, M. (1982). Den „Saugakt “rasch unterbrechen-richtige Aufzucht verhindert das gegenseitige Besaugen am sichersten. Bayer. Landw. Wochenblatt, 8, 26-28.

Vennmann, W. (1953). Das Maschinenmelken im Vergleich zum Handmelken und Kälbersaugen. Tierzüchter, 5, 563-565.

Wolf, M. (2000). Beobachtungen zum Verhalten von Kälbern während der Milchaufnahme an der Mutterkuh (Abschlussarbeit Fachhochschule Nürtingen).

Autorenanschrift

Prof. Dr. Julia Steinhoff-Wagner
Animal Nutrition and Metabolism
TUM School of Life Sciences
Technical University of Munich
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising-Weihenstephan
Germany
E-Mail: jsw@tum.de

Erprobung eines Reinigungsschemas zur Optimierung der Hygiene von Milchtränkeeimern

Melanie Coutellier[1], Franziska K. Burkhardt[1,2], Jason J. Hayer[3], Julia Steinhoff-Wagner[2], Céline Heinemann[1]

[1] Institut für Tierwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

[2] Tierernährung und Metabolismus, Technische Universität München

[3] Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Münchweiler an der Alsenz

Ein wichtiger Faktor zur Erhaltung der Kälbergesundheit und Vermeidung des Auftretens von Kälberdiarrhö ist es den Eintrag pathogener Keime zu unterbinden. Dabei ist sowohl die Hygiene als auch die Qualität von Kolostrum und Transitmilch von großer Bedeutung (Godden et al., 2009). Insbesondere gute Hygiene ist daher ein essentieller Bestandteil in der Krankheitsprävention und trägt zur Unterbrechung von Infektionsketten bei (Barrington et al., 2002; Maunsell & Donovan, 2008). Die Hygiene im Sinne von Sauberkeit spielt auf milchviehhaltenden Betrieben im betrieblichen Alltag für die Erzeugung eines einwandfreien Lebensmittels (Milch) eine wichtige Rolle. Die Landwirt*innen sind daher durchaus vertraut mit einem strikten Hygienemanagement und dessen Wichtigkeit, jedoch wird dies in der Kälberhaltung oft unzureichend umgesetzt (Boersema et al., 2008; Klein-Jöbstl et al., 2014, Hayer et al., 2021a). Insbesondere die Stallhygiene zur Aufrechterhaltung der Tiergesundheitsaspekten wird häufig eher vernachlässigt. Eine wiederkehrende hygienische Schwachstelle in der Kälbereinzelhaltung ist der Tränkeeimer, der sowohl an der Außenseite, als auch an der Innenseite und im Sauger häufig hohe Belastungen mit Bakterien generell, aber auch dem Fäkalbakterium *Escherichia coli* zeigt (Heinemann et al., 2021). Da die Übertragung von Durchfallerkrankungen in der Regel fäkal-oral verläuft, erscheint der Übertragungsweg über das Fütterungsequipment wahrscheinlich.

Ziel der Studie war es daher ein praxistaugliches Reinigungsschema für Milchtränkeeimer zu entwickeln und die Sauberkeit an mehreren Zeitpunkten während der Kälbereinzelhaltung zu analysieren.

Material und Methoden

Auf Basis bereits existierender Daten wurde ein Reinigungsschema (Abb. 3) für die Tränkeimer entwickelt und in einer Vorstudie sowohl unter Laborbedingungen als auch auf zwei Pilotbetrieben unter Realbedingungen getestet. Zur Erprobung des Reinigungsschemas wurden milchviehhaltende Betriebe mit hoher Diarrhöinzidenz ausgewählt. Bei einem ersten Betriebsbesuch wurde das neue Reinigungskonzept etabliert und Daten zum allgemeinen Betriebsmanagement erfasst, sowie ein Interview zum individuellen Hygienemanagement durchgeführt. Die eigentlich Versuchsphase startete mit Geburt des ersten Kalbes. Die nächsten zehn geborenen Kälber wurden jeweils nach dem Zufallsprinzip in die Kontrollgruppe (betriebsübliche Reinigung der Milchtränkeeimer) oder in die Versuchsgruppe (Reinigung nach vorgestelltem Schema) zugeordnet. In regelmäßigen Abständen (insgesamt drei Beprobungen pro Kalb) wurden der Hygienezustand und Gesundheitsstatus der Kälber beider Gruppen erfasst (in Anlehnung an Hayer et al., 2021b) und die Hygiene der Tränkeeimer mittels visueller Begutachtung und mikrobiologischer Proben erhoben. Neben der Bonitierung der Tiere und der Körpertemperaturmessung wurde der Kot mittels Schnelltest vor Ort qualitativ auf die Durchfallerreger

Rotaviren, Coronaviren, *E. coli* und Kryptosporidien untersucht. Die mikrobiologische Probenahme der Eimer erfolgte anhand von Durchspülproben mit 100 ml steriler Kochsalzlösung in Anlehnung an Renaud et al. (2017). Zu den mikrobiologisch quantitativ erfassten Parametern gehören neben der aeroben Gesamtkeimzahl, der Gehalt an coliformen Keimen und *E. coli*. Zudem wurden die Proben auf das Vorhandensein von extended-spectrum β-Lactamase produzierenden Keimen (ESBL), methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) und koagulase-positive Staphylokokken analysiert. Weiterhin wurden je Betrieb am Ende der Versuchsphase alle gebrauchten Nuckel der Kontroll- und der Versuchsgruppe durch neue ausgetauscht und die alten Nuckel im Labor auf Verschleißerscheinungen und hygienisch kritische Stellen mittels einer Agarguss-Methodik qualitativ untersucht.

Ergebnisse

Insgesamt wurden bislang die Daten von 50 Kälbern und den zugehörigen Tränkeeimern ausgewertet. Diese werden im Folgenden als erstes Teilergebnis der Studie vorgestellt. Die durchschnittliche Betriebsgröße lag bei 110 laktierenden Kühen (Min = 80; Max = 150) und durchschnittlich 115 Kälbern pro Jahr. Vorwiegend wurden auf den Betrieben Milchkühe der Rasse Holstein-Friesian gehalten. Auf allen Betrieben wurden die Kälber in den ersten 15 Lebenstagen in Einzelhaltung aufgezogen. Während des Versuchs wurden alle Kälber mit Vollmilch getränkt. Es wurden bevorzugt Kuhkälber in die Studie mit einbezogen, da Bullenkälber gemäß der gesetzlichen Regelung während der Versuchsphase noch mit 14 Tagen verkauft werden durften und daher zur Beprobung häufig nicht länger als die ersten zwei Wochen zur Verfügung standen.

Die betriebsübliche Reinigung der Milchtränkeeimer variierte stark zwischen den Betrieben. Das Reinigungsintervall lag zwischen 2x täglich, was einer Reinigung nach jeder Fütterung entspricht, und einmalig alle 14 bzw. 21 Tage, wenn die Kälber aus der Einzelhaltung in die Gruppenhaltung überführt wurden. Die normale Reinigungsdauer pro Eimer wurde hierbei von den Befragten mit einer Dauer zwischen 20 Sekunden und zwei Minuten angegeben. Drei der fünf Betriebe schraubten zu jeder Reinigung den Nuckel vom Eimer ab. Zwei Betriebe nutzten regelmäßig Spülmittel bzw. Melkmaschinenreiniger als Reinigungsmittel für die Milchtränkeeimer. Der Betrieb mit dem längsten Intervall zwischen den Reinigungen desinfizierte die Eimer im Anschluss an die Reinigung. Vier der Betriebe gaben an, den Nuckel immer in Abhängigkeit vom Verschleiß zu ersetzen. Ein Betrieb wechselte die Nuckel nach jedem Kalb.

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung gezeigt. Die Analyse der Gesamtkeimzahl (Abb. 1.) zeigte, dass die Milchtränkeeimer der Versuchsgruppe eine deutlich geringere Keimbelastung nach der Benutzung und der Reinigung aufweisen, als die Eimer der Kontrollgruppe ($p < 0,01$). Neben dem dargestellten Faktor Gruppe (Versuch- vs. Kontrollgruppe), war auch der jeweilige Betrieb ein signifikanter Einflussfaktor ($p < 0,0001$). Im Laufe der Zeit nahm die mikrobiologische Kontamination der Eimer beider Gruppen numerisch zu, jedoch zeigte der Faktor ‚Zeit' aufgrund der großen Betriebsbedingten Variation keinen signifikanten Verlauf.

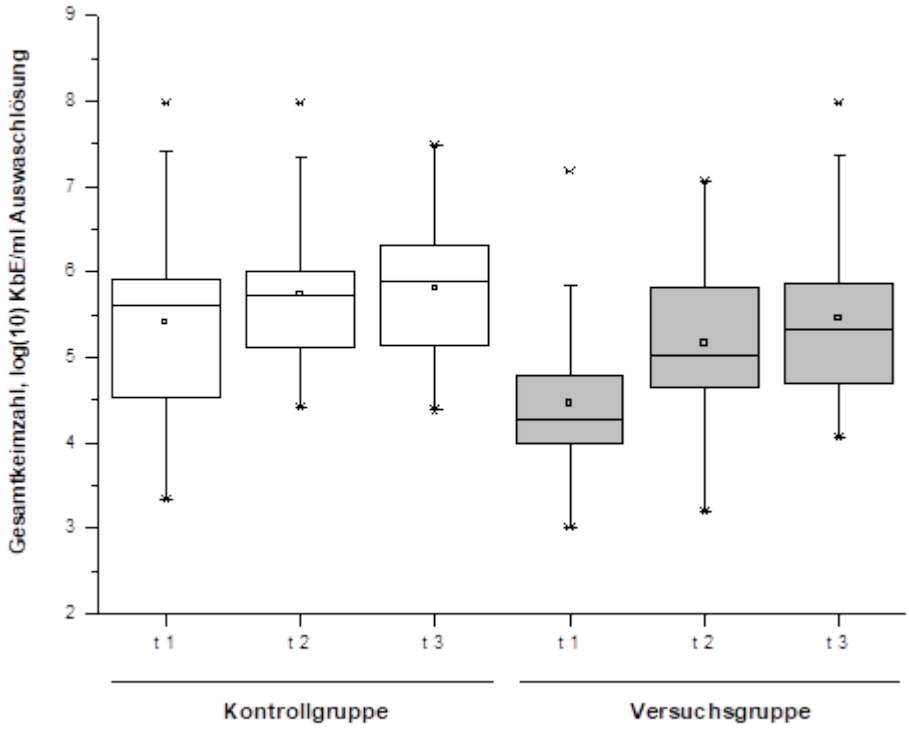


Abbildung 1: Ergebnisse der aeroben Gesamtkeimzahl der Durchspülproben von Milchtränkeeimern für Kontroll- und Versuchsgruppe zu den jeweiligen Versuchszeitpunkten. Die Versuchszeitpunkte sind dabei abhängig vom Alter der Kälber mit t1 = 0-4 d, t2 = 5-10 d, t_3 = 11-15 d.

Der Gehalt an coliformen Keimen (Abb. 2) war insgesamt deutlich geringer als die aerobe Gesamtkeimzahl (Mittelwert 2,7 vs. 5,4 log (10) Kolonie bildende Einheiten pro Milliliter Auswaschlösung). Auch hier wurde ein Unterschied zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe nachgewiesen ($p < 0,01$), der allerdings geringer ausgeprägt war als bei der Gesamtkeimzahl. Der Versuchszeitpunkt war ein beeinflussender Faktor für die Belastung mit coliformen Keimen und stieg über die Zeit an ($p < 0,01$). Auch war die Höhe der mikrobiellen Kontamination mit coliformen Keimen signifikant vom Betrieb abhängig ($p < 0,0001$).

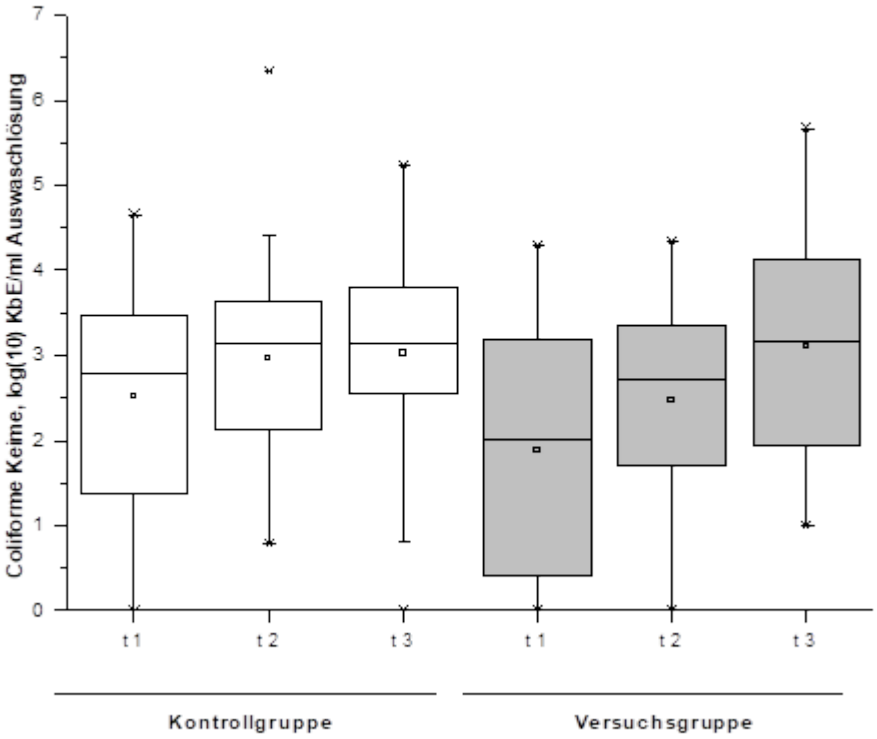


Abbildung 2: Ergebnisse der coliformen Gesamtkeimzahl der Durchspülproben von Milchtränkeeimern für Kontroll- und Versuchsgruppe zu den jeweiligen Versuchszeitpunkten. Die Versuchszeitpunkte sind dabei abhängig vom Alter der Kälber mit t1 = 0-4 d, t2 = 5-10 d, t_3 = 11-15 d.

In zwei Proben der Kontrollgruppen (betriebsübliches Reinigungsschema) von zwei unterschiedlichen Betrieben konnten MRSA einmalig nachgewiesen werden. ESBL- bzw. AmpC-bildende E. coli wurden in insgesamt 34 Proben nachgewiesen (Kontrollgruppe = 21 Proben, Versuchsgruppe mit optimiertem Reinigungsschema = 13 Proben). Die Proben stammten von vier unterschiedlichen Betrieben und zumeist zu mehreren Zeitpunkten.

Diskussion

Die Anwendung eines standardisierten Reinigungsschemas führte zu einem positiven Effekt auf die Sauberkeit der Milchtränkeeimer. Die regelmäßig durchgeführte und auf Schwachstellen abgestimmte Reinigung kann also einen Beitrag dazu leisten, die Qualität der verwendeten Futtermittel, in diesem Falle der Milch, bestmöglich aufrechtzuerhalten. Bleiben Bakterien und auch mögliche Krankheitserreger im Milchtränkeeimer erhalten, können diese zu einer Kontamination der verfütterten Milch führen, was auch bereits in anderen Studien gezeigt wurde (Aust et al., 2013). Die durchschnittliche Reinigungszeit nach dem neu etablierten Reinigungsschema wurde während des Versuchszeitraums erfasst und betrug durchschnittlich eine Minute pro Eimer. Der Zeitaufwand wird trotz einer bereits sehr hohen Arbeitsbelastung der Landwirte auch von ihnen selber als vertretbar angesehen. Die Befragung der Landwirte ergab generell ein sehr unterschiedliches Hygienebewusstsein, weshalb auch die Bereitwilligkeit das Reinigungsschema langfristig umzusetzen sehr unterschiedlich ist. Ein hygienisch versierter Landwirt äußerte, dass eine zeitnahe Reinigung der Eimer nach der Fütterung zudem den

Arbeitsaufwand erleichtert. Milchtaxis und Milchkannen wurden in der Studie als eine weitere mögliche Schwachstelle identifiziert, die die Qualität der verfütterten Milch empfindlich beeinflussen kann.

Fazit

Generell ist Kälberdiarrhö ein multifaktorielles Geschehen, dessen Ursache sich zumeist nicht auf einen einzelnen Umstand zurückführen lässt. Nichtdestotrotz, kann die Verwendung von sauberen Fütterungsequipment indirekt einen positiven Effekt auf die Kälbergesundheit und die Durchfallprävalenz haben, indem der direkte Übertragungsweg über kontaminierte Eimer oder Sauger unterbrochen wird. Die Sauberkeit der verwendeten Tränkeeimer und das dafür erprobte Reinigungsschema können das generelle Hygienemanagement und die Krankheitsprävention sinnvoll ergänzen.

Die Studie wurde unter dem Akronym ‚BucKeT' gefördert durch die Landwirtschaftliche Rentenbank.

Abbildung 3: Das abgebildete Reinigungsschema für Milchtränkeeimer wurde zu Projektbeginn entwickelt und nach einer internen Testphase unter kontrollierten Bedingungen den Landwirten für die Reinigung der Eimer der

Versuchsgruppe zur Verfügung gestellt. Die Eimer der Kontrollgruppe sollten nach dem betriebsüblichen Verfahren gereinigt werden.

Literaturverzeichnis

Aust, V.; Knappstein, K.; Kunz, H.J.; Kaspar, H.; Wallmann, J.; Kaske, M. (2013): Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: effects on calf performance, health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. In: *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97(6), S. 1091-1103. DOI:10.1111/jpn.12019.

Barrington, G. M.; Gay, J.M.; Evermann, J.F. (2002): Biosecurity for neonatal gastrointestinal diseases. In: *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 18 (1), S. 7-34. DOI: 10.1016/S0749-0720(02)00005-1.

Boersema, J.S.C.; Noordhuizen, J.P.T.M; Vieira, A.; Lievaart, J.J.; Baumgartner, W. (2008): Imbedding HACCP principles in dairy herd health and production management: case report on calf rearing. In: *Irish Veterinary Journal* 61:594. DOI:10.1186/2046-0481-61-9-594.

Godden, S. M.; Haines, D.M.; Konkol, K.; Peterson, J. (2009): Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. In *Journal of Dairy Science* 92 (4), S. 1758-1764. DOI: 10.3168/jds.2008-1847.

Hayer, J.J.; Nysar, D.; Heinemann, C.; Leubner, C.D.; Steinhoff-Wagner, J. (2021a): Implementation of management recommendations in unweaned dairy calves in western Germany and associated challenges, In: *Journal of Dairy Science* 104 (6), S. 7039-7055. DOI:10.3168/jds.2020-19829.

Hayer, J.J.; Nysar, D.; Heinemann, C.; Leubner, C.D.; Steinhoff-Wagner, J. (2021b): Influences on the assessment of resource- and animal-based welfare indicators in unweaned dairy calves for usage by farmers. In: *Journal of Animal Science* 99(10), S. 1-11. DOI: 10.1093/jas/skab266.

Heinemann, C.; Leubner, C. D.; Hayer, J. J.; Steinhoff-Wagner, J. (2021): Hygiene management in newborn individually housed dairy calves focusing on housing and feeding practices. In: *Journal of Animal Science* 99(1), S. 1-13. DOI: 10.1093/jas/skaa391.

Klein-Jöbstl, D.; Iwersen, M.; Drillich, M. (2014): Farm characteristics and calf management practices on dairy farms with and without diarrhea: A case-control study to investigate risk factors for calf diarrhea. In: *Journal of Dairy Science* 97(8), S. 5110-5119. DOI:10.3168/jds.2013-7695.

Maunsell, F.; Donovan G.A. (2008): Biosecurity and Risk Management for Dairy Replacements. In: *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 24 (1), S. 155-190. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.10.007.

Renaud, D. L.; Kelton, D.F.; LeBlanc, S.J.; Haley, D.B.; Jalbert, A.B.; Duffield, T.F. (2017): Validation of commercial luminometry swabs for total bacteria and coliform counts in colostrum feeding equipment. In: *Journal of Dairy Science* 100 (11), S. 9459–9465. DOI: 10.3168/jds.2017-13228.

Autorenanschrift:
Dr. Céline Heinemann
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Institut für Tierwissenschaften
Katzenburgweg 7
53115 Bonn
c.heinemann@uni-bonn.de

Pansenentwicklung früh fördern zahlt sich langfristig aus

Christian Koch und Jason J. Hayer

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, 67728 Münchweiler an der Alsenz

Kälber werden als monogastrische Tiere geboren. Die Vormägen sind nach der Geburt bereits angelegt aber noch nicht voll funktionsfähig. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind neugeborene Kälber auf Nährstoffe agewiesen, die aus Milch oder Milchaustauscher stammen. In den ersten Lebenswochen sind Milchprotein, Milchfett und Laktose die wichtigsten Nährstoffe für eine physiologische Ernährung junger Kälber. Die Pansenentwicklung stellt eine große Herausforderung für das Kalb hin zu einem Wiederkäuer mit vollständig ausgereifter Pansenfermentation dar. Um eine physiologische Pansenentwicklung der Kälber gewährleisten zu können, muss der Übergang von flüssiger Nahrung (Vollmilch oder Milchaustauscher) hin zu festem Futter (Silagen, Heu, Konzentratfutter) und freiem Wasser sehr schonend erfolgen. Wie und wann dies am besten erfolgen soll, wird in der Wissenschaft sehr kontrovers diskutiert. Der nachfolgende Beitrag soll hierzu neue Impulse geben und Anreize für zukünftige Forschungsprojekte geben.

Stressoren bei Kälbern

Azidosen und subklinische Pansenazidosen sind ein häufig anzutreffendes Problem bei Milchkühen. Bei Kälbern wird häufig nicht an Pansenfermentationsstörungen rund um das Abtränken gedacht. Kälber werden mit einer Vielzahl von Stressoren, beginnend direkt nach der Geburt, konfrontiert (vgl. Abbildung 1). Von herausragender Bedeutung ist hierbei eine sehr gute, sehr frühe und ausreichende Versorgung mit qualitativ hochwertigem maternalem Kolostrum (Hammon et al., 2002; Fischer et al, 2018). Neben der Kolostrumversorgung stellen die Haltungsumgebung und die Fütterungsbedingungen wichtige Stressoren für Kälber dar, die es zu analysieren und zu optimieren gilt. Je nach Tränkeregime, werden die Kälber mit unterschiedlichen täglichen Vollmilch- oder Milchaustauschertränkemengen versorgt. Forschungsergebnisse aus den letzten Jahren belegen sehr eindrucksvoll, dass intensive Tränkeregime sich sehr positiv in Hinblick auf das Tierwohl (Costa et al., 2019; Mee 2020; Roche et al., 2023), die Tiergesundheit (Dachrodt et al., 2021), die spätere Milchleistung (Soberon and van Amburgh, 2013) sowie die Ökonomie der Jungrinderaufzucht auswirken. Intensiv getränkte Kälber weisen eine bessere Resilienz gegenüber Krankheiten auf und verbessern die epitheliale Barrierefunktion im Pansen und Magen-Darm-Trakt. Müssen sich Kälber mit verschiedenen Stressoren zeitgleich auseinandersetzen, so kann der Stress das so genannte Leaky-Rumen- bzw. Leaky-Gut-Syndrom induzieren. „Leaky Rumen“ bzw. „Leaky Gut“ bedeutet hierbei, dass durch Stress die epitheliale Barrierefunktion, als sehr wichtige Funktion im Immunsystem des Magen-Darm-Trakts, vermindert wird. Dadurch werden der Pansen und der Darm des Kalbs durchlässig für Pathogene und Giftstoffe (z. B. Lipopolysaccharide). Diese Giftstoffe können dann in Folge zu Erkrankungen (z. B. Durchfall- und Lungenerkrankungen) und Entzündungserscheinungen bei Kälbern führen. Da jeglicher Stress das Immunsystem im Magen-Darm-Trakt beeinflussen kann und der Darm mit dem Gehirn kommuniziert, ist es wichtig, die Kälberaufzucht in Hinblick auf potenzielle Stressoren zu prüfen und diese im Rahmen eines angepassten Managements zu reduzieren. Als wichtiger Stressor für Kälber ist die Fütterung und hierbei die Tränkemenge, die Tränketechnik, die Wasserversorgung und das Abtränken zu nennen. So beeinflusst die tägliche Tränkemenge das Tierverhalten und Studien belegen, dass hohe tägliche Tränkemengen sich positiv auf die Anzahl der Tränkebesuche im Tränkeautomaten auswirken. Intensiv getränkte Kälber wachsen

besser und sind seltener krank. Intensive Tränkeregime haben viele Betriebe in den letzten Jahren erfolgreich in die Praxis umgesetzt. Offene Fragen werden häufig zum richtigen Abtränken diskutiert, vor allem dann, wenn die Kälber sehr intensiv über die ersten Lebenswochen ernährt werden. Neben der Energie- und Nährstoffversorgung stellt die aufgenommene Milch auch die Hauptwasserquelle dar. Dennoch haben aktuelle Studien gezeigt, dass das die Aufnahme von freiem Wasser innerhalb der ersten zwei Lebenswochen die Entwicklung des Kalbes beeinflusst (Wickramasinghe et al., 2019a). Zudem wirkt sich ein frühes Angebot von freiem Wasser ebenfalls positiv auf das Mikrobiom des Darms und vermutlich auch auf das des Pansens aus (Wickramasinghe et al., 2020).

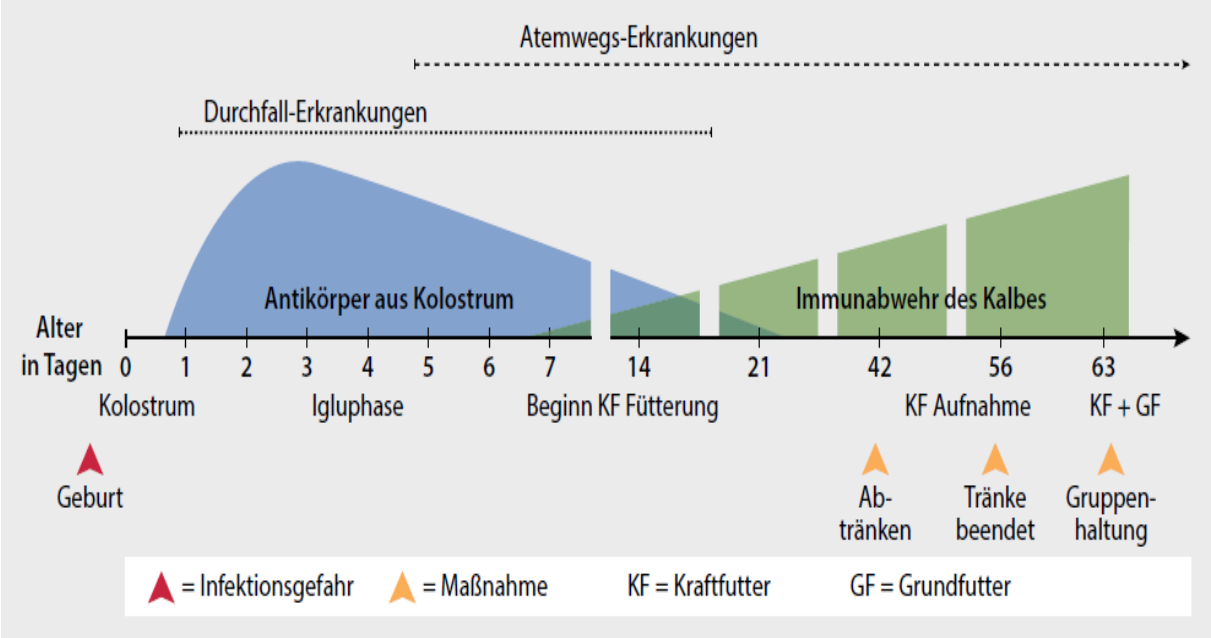


Abbildung 1: Stressoren bei Kälbern (mod. nach Hulbert und Moisá et al. 2016, Grafik: Driemer ELITE 6/2016)

Pansenfermentationsstörungen bei Kälbern

Durchfall- und Lungenerkrankungen treten sehr häufig bei unabgesetzten Kälbern auf (18,5 % Durchfallinzidenz, 8,7 % Respirationskrankheiteninzidenz; Dachrodt et al., 2021). Hohe Inzidenzen sind innerhalb der ersten 4 Lebenswochen und im Zeitraum des Abtränken bei Kälbern zu finden. Hier stellt sich die Frage nach den Ursachen? Warum diagnostizieren Tierärzt*innen häufig Erkrankungen (Durchfall- und andere Infektionserkrankungen) um den Abtränkezeitraumder Kälber?

In der Natur oder in Mutterkuhherden trinken die Kälber über einen langen Zeitraum Milch an Ihren Müttern. Die Dauer der Vollmilchversorgung an der Kuh variiert je nach Rasse in Abhängigkeit der Milchleistung der Muttertiere und der Persistenz über die Laktation. Sehr häufig trinken Mutterkuhkälber bis zu einem Alter von 8 – 10 Monaten noch Muttermilch. Aufgrund der langen Tränkedauer der Kälber an deren Müttern, werden die Kälber sehr langsam über einen langen Zeitraum und sehr spät vollständig von der Milch abgesetzt. Dieser sehr langsame und lang andauernde Abtränkeprozess wurde in den letzten Jahrzehnten in der Milchproduktion deutlich reduziert, was dazu führte, dass viele Kälber in einem Alter zwischen 8 – 12 Wochen von der Milch abgesetzt wurden und werden. Das Ziel bestand darin, die Kälber so früh wie möglich zu einem voll funktionsfähigen Wiederkäuer zu entwickeln. Hierbei

gilt es die Frage zu diskutieren, ab wann das Kalb als voll funktionsfähiger Wiederkäuer gilt? Kälber werden als monogastrische Tiere geboren und die Nahrungsgrundlage ist auf tierisches Protein und Fett aus Milch ausgelegt. Neben Protein und Fett sind neugeborene Kälber (wie alle säugende Neonaten) auf Laktose, als wichtige Kohlenhydratquelle aus ernährungsphysiologischer Sicht, adaptiert. Werden Kälber jedoch überwiegend mit pflanzlichen Proteinen und Kohlenhydraten innerhalb der ersten Lebenswochen ernährt, so kann der Pansen diese pflanzlichen Nährstoffe (Proteine, Kohlenhydrate, Fett) nicht adäquat abbauen und für eine physiologische Pansenfermentation nutzen. Damit die Pansenbakterien sich optimal entwickeln und eine physiologische Pansenfermentation etabliert werden kann, wird viel Zeit und eine gute Entwicklung der Kälber benötigt. Hierbei kommt dem Abtränken der Kälber eine fundamental wichtige Rolle zu. Abtränken ist der Übergang von der flüssigen Ernährung hin zur Ernährung aus Festfutter (Gras, Heu, Maissilage, Grassilage, TMR), welches überwiegend im Pansen abgebaut werden soll, und freiem Wasser. Das Abtränken stellt hierbei eine der größten Herausforderungen im gesamten Leben der Kälber dar. Wann der Pansen voll funktionsfähig ausgebildet ist, kann zum einen anhand der anatomischen Größenverhältnisse zwischen den Vormägen und dem Labmagen oder anhand der Enzymausstattung beurteilt werden. Huber (1969) kam im Rahmen einer Studie zum Schluss, dass frühestens in einem Alter zwischen 12 bis 16 Wochen zu ca. 87 % die anatomischen Größenverhältnisse wie bei einem adulten Wiederkäuer erreicht werden. Dies bedeutet, dass in einem Alter von 12 bis 16 Lebenswochen der Pansen noch nicht seine vollständige Größe und ausgereifte Funktion erreicht hat. Aus den genannten Gründen erscheint es nicht sinnvoll die Kälber vor der 14. bis 16. Lebenswoche abzutränken.

Abruptes Abtränken nicht sinnvoll

Im Rahmen einer Studie (van Niekerk et al., 2021) wurde der Einfluss eines sehr schnellen Abtränkens über 2 Wochen auf die Nährstoffaufnahme und Wachstum von Holsteinkälbern untersucht. Die Kälber wurden über die ersten 5 Lebenswochen sehr intensiv mit Milchaustauscher getränkt und über 2 Wochen bis zur 7. Lebenswoche vollständig von der Milch abgetränkt (vgl. Abbildung 2). Dieses Fütterungsregime wurde in den letzten Jahrzehnten empfohlen und in sehr vielen Betrieben umgesetzt, um die Kälber so schnell wie möglich zu Wiederkäuern zu erziehen.

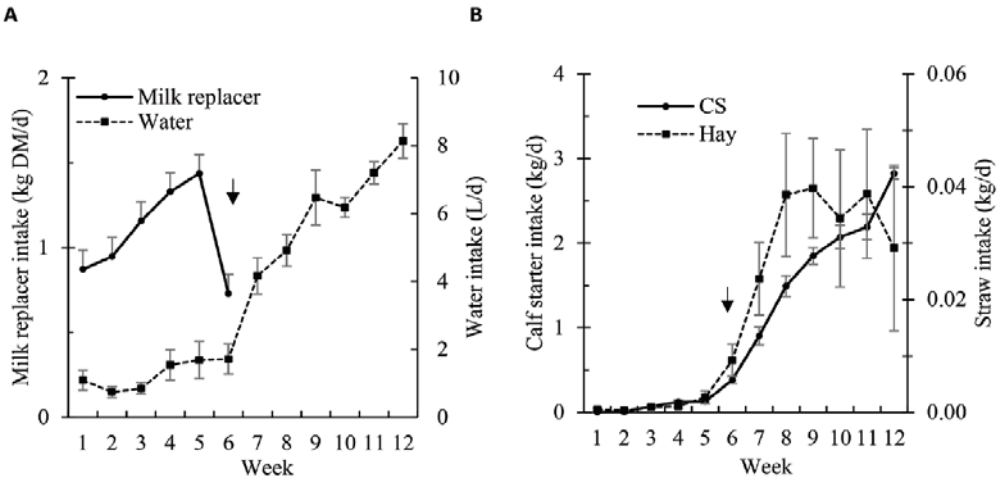


Abbildung 2: Tränke-, Wasser-, Kraftfutter- und Heuaufnahme (van Niekerk et al., 2021)

Wie zu erwarten, steigt ab der 7. Lebenswoche die Aufnahme an Kraftfutter, Wasser und Heu deutlich an. Betrachtet man die Nährstoffaufnahme und das Wachstum um den Abtränkezeitraum, wird deutlich, dass die Kälber innerhalb einiger Wochen nach dem Abtränken in ein Wachstumsloch fallen. Dieses reduzierte Wachstum der Kälber wird durch eine verringerte Nährstoffaufnahme aufgrund des schnellen Abtränkens induziert. So nahmen die Kälber in der 7. Lebenswoche 75 % weniger Energie auf im Vergleich zur Lebenswoche 5 wo die Kälber ca. 1,5 kg Milchaustauscher aufnehmen konnten (vgl. Abbildung 3). Neben Energie und Nährstoffen, stellt die verfütterte Milch (Wassergehalt von Rohmilch: ca. 87 %) für unabgesetzte Kälber gleichzeitig deren Hauptwasserquelle (Jensen und Vestergaard et al., 2021) dar. Bei frühem Absetzen sind Kälber nur bedingt in der Lage, die Wasserzufuhr aus der Milch durch die Aufnahme von freiem Wasser zu kompensieren (de Passillé et al, 2011), welches aufgrund der Korrelation zur Futteraufnahme (r = 0,85; Quigley et al., 2006) diese limitiert. Bei einem späteren, graduellen Absetzen (80 d) zeigte sich, dass Kälber bereits höhere Mengen an freiem Wasser (12 L/d) aufnehmen können (de Passillé et al, 2011). Solange die Kälber viel Milch trinken können, nehmen die Kälber den Großteil der täglichen Wasser- und Nährstoffaufnahme über Milch oder Milchaustauscher auf.

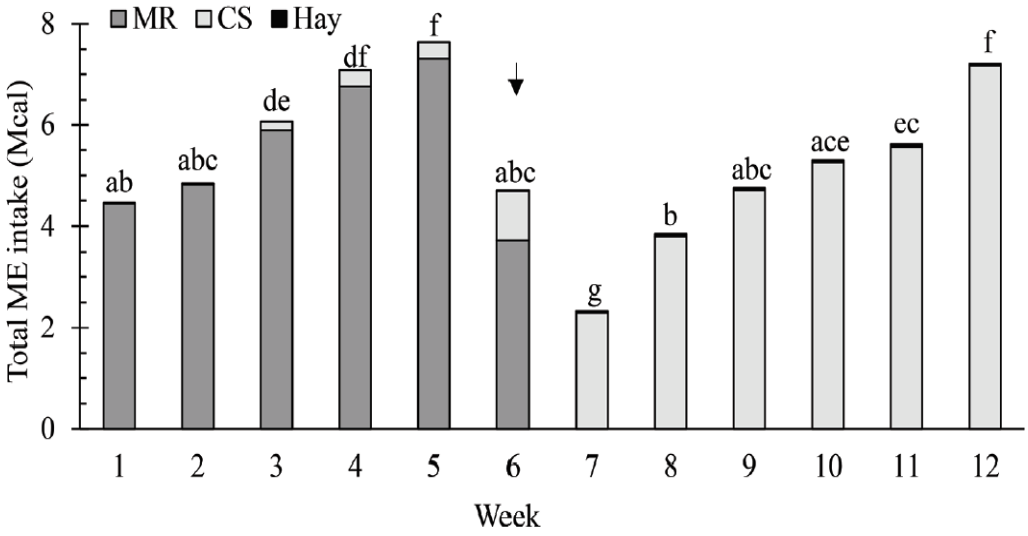


Abbildung 3: Energieaufnahme innerhalb der ersten 12 Lebenswochen (van Niekerk et al., 2021)

Werden die Kälber abgetränkt, benötigt dies ausreichend Zeit, dass sich die Kälber an die veränderten Nährstoffe (reduzierte Nährstoffaufnahme über Milch und ansteigende Nährstoffaufnahme über pflanzliche Futtermittel) und Wasser (verschiedene Darreichungsformen von Wasser) adaptieren können. Damit die Kälber diese Umstellung von einer flüssigen Ernährung auf die vollständige Umstellung auf eine physiologisch ausgereifte Pansenfermentation sehr gut und altersgerecht hinbekommen, müssen die Kälber sehr langsam über einen längeren Zeitraum abgetränkt werden. Nur so können Wachstumslöcher um das Abtränken vermieden werden. Wie in Abbildung 3 sehr eindrucksvoll gezeigt wird, dauert es ca. 6 Wochen (von der 6. bis zur 12. Lebenswoche) bis die Kälber wieder die gleiche Energieaufnahme wie in Lebenswoche 5 erreichen. Ähnliche Kurven zeigen sich auch für die Wasseraufnahme (Overvest et al., 2018). Diese reduzierte Nährstoff- und Wasseraufnahme bedeutet Stress für die Kälber und erhöht die Krankheitsanfälligkeit. Häufig zeigen Kälber ein struppiges Haarkleid und dünnen Kot um den Abtränkezeitraum. Durch das schnelle Abtränken und die dadurch steigenden Kraftfutteraufnahmen bei einem zeitgleich nicht voll ausgereiften und funktionsfähigen Pansen steigt das Risiko für Pansenfermentationsstörungen wie Pansenazidosen bei den Kälbern

deutlich an. Durch pH-Wert Schwankungen im Pansen wird die epitheliale Barriere im Pansen sowie im Darm reduziert. Da das Immunsystem im Magen-Darm-Trakt das größte und wichtigste Immunorgan ist, kann die Krankheitsanfälligkeit durch eine Zerstörung der Epithelien im Magen-Darm-Trakt, wie z. B. durch Pansenazidosen oder Dickdarmazidosen, deutlich erhöht werden.

Praktische Fütterungsempfehlungen

Um Kälber sehr gesund mit hohen Wachstumsraten aufzuziehen, haben sich intensive Tränkeregime innerhalb der ersten 5 bis 8 Lebenswochen sehr gut bewährt und werden bereits in vielen Betrieben erfolgreich umgesetzt. Durch intesive Tränkeregime in den ersten 8 Lebenwochen konnten keine negativen Effekte in Hinblick auf die Pansenentwicklung festgestellt werden (Koch et al., 2019). Um die Kälber ohne Wachstumseinbrüche abzutränken, sollten die Kälber sehr langsam über einen längeren Zeitraum, mindestens bis zu einem Alter von 14 bis 16 Wochen von der Milch abgetränkt werden. Durch diesen langen und sehr langsamen Abtränkeprozess kann sich der Pansen an die Fermentation von Festfutter gewöhnen und die Umstellung auf eine vollständig ausgereifte Pansenfunktion und damit die Entwicklung zu einem voll ausgereiften Wiederkäuer kann optimal gestaltet werden.

Literaturverzeichnis

Costa, J. H., Cantor, M. C., Adderley, N. A., & Neave, H. W. (2019). Key animal welfare issues in commercially raised dairy calves: social environment, nutrition, and painful procedures. Canadian Journal of Animal Science, 99(4), 649-660.

Dachrodt, L., Arndt, H., Bartel, A., Kellermann, L. M., Tautenhahn, A., Volkmann, M., ... & Hoedemaker, M. (2021). Prevalence of disorders in preweaned dairy calves from 731 dairies in Germany: A cross-sectional study. Journal of Dairy Science, 104(8), 9037-9051.

de Passillé, A. M., T. F. Borderas, and J. Rushen. 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. Journal of Dairy Science. 94, 1401–1408.

de Passillé, A. M., M. Rabeyrin, and J. Rushen. 2016. Associations between milk intake and activity in the first days of a calf's life and later growth and health. Appl. Anim. Behav. Sci. 175:2–7.

Fischer, A. J., Song, Y., He, Z., Haines, D. M., Guan L. L., Steele, M. A. (2018): Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. Journal of Dairy Science 101, 3099–3109.

Hammon, H. M., Schiessler, G.; Nussbaum, A., Blum, J. W. (2002): Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. Journal of Dairy Science 85 (12), S. 3352–3362.

Hulbert, L. E. and Moisá, S. J. (2016): Stress, immunity, and the management of calves. Journal of Dairy Science 99 (4), 3199–3216.

Jensen, M. B., & Vestergaard, M. (2021). Invited review: Freedom from thirst—Do dairy cows and calves have sufficient access to drinking water?. Journal of Dairy Science, 104(11), 11368-11385.

Koch, C., Gerbert, C., Frieten D., Dusel, G., Eder., K., Zitnan, R., Hammon, H.M. (2019): Effects of ad libitum milk replacer feeding and butyrate supplementation on the epithelial growth and development of the gastrointestinal tract in Holstein calves. Journal of Dairy Science, 102 (9), 8513-8526.

Mee, J. F. (2020). Denormalizing poor dairy youngstock management: dealing with "farm-blindness". Journal of Animal Science, 98 (Supplement1), S140-S149.

Overvest, M. A., Crossley, R. E., Miller-Cushon, E. K., & DeVries, T. J. (2018). Social housing influences the behavior and feed intake of dairy calves during weaning. Journal of dairy science, 101(9), 8123-8134.

Quigley, J. D., T. A. Wolfe, and T. H. Elsasser. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth and selected blood metabolites in calves. Journal of Dairy Science (89), 207–216.

Roche, S., Renaud, D. L., Bauman, C. A., Lombard, J., Short, D., Saraceni, J., & Kelton, D. F. (2023). Calf management and welfare in the Canadian and US dairy industries: Where do we go from here?. Journal of Dairy Science.

Soberon, F.; van Amburgh, M. E. (2013): Lactation Biology Symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: a meta-analysis of current data. Journal of Animal Science 91 (2), S. 706–712.

Van Niekerk, J.K., Middeldorp, M., Guan, L.L., Steele, M.A. (2021). Preweaning to postweaning papillae growth, ruminal fermentation characteristics, and acute-phase proteins in calves. Journal of Dairy Science, 104(3), 3632-3645.

Wickramasinghe, H. K. J. P., Kramer, A. J., & Appuhamy, J. A. D. R. N. (2019). Drinking water intake of newborn dairy calves and its effects on feed intake, growth performance, health status, and nutrient digestibility. Journal of Dairy Science, 102(1), 377-387.

Wickramasinghe, H. K. J. P., Anast, J. M., Schmitz-Esser, S., Serão, N. V. L., & Appuhamy, J. A. D. R. N. (2020). Beginning to offer drinking water at birth increases the species richness and the abundance of Faecalibacterium and Bifidobacterium in the gut of preweaned dairy calves. Journal of Dairy Science, 103(5), 4262-4274..

Autorenanschrift

Dr. Christian Koch
Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung
Hofgut Neumühle
Neumühle 1
67728 Münchweiler an der Alsenz

Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen in Rationen für Ferkel – Auswirkungen auf Futteraufnahme und Aufzuchtleistung

Wolfgang Preißinger, Felicitas Ahrens, Simone Scherb

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

Einleitung

Der Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen (VTP) in der Tierernährung ist seit Herbst 2021 möglich (Verordnung (EU) 2021/1372 der Kommission). Grundsätzlich dürfen VTP nicht an dieselbe Art verfüttert werden, d.h. Kannibalismus soll ausgeschlossen werden. Das bedeutet, dass nur die Verwendung von VTP von Schweinen für Geflügelfutter und von VTP von Geflügel für Schweinefutter erlaubt ist.

Die aktuellen VTP sind nicht mehr vergleichbar mit den Fleisch- bzw. Fleischknochenmehlen (DLG, 1992) aus der Zeit vor der BSE-Krise. Deshalb sind Fütterungsversuche notwendig, um die Einsatzmöglichkeiten dieser VTP zu prüfen. In einem Versuch am Staatsgut Schwarzenau wurden Ferkelfutter mit VTP mit Rationen auf rein pflanzlicher Basis (Sojaextraktionsschrot, SES) verglichen.

Material und Methoden

Der Fütterungsversuch mit VTP wurde von Januar bis März 2023 am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau der Bayerischen Staatsgüter durchgeführt. Dazu wurden 192 schwanzkupierte Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Gruppen aufgeteilt.

- Kontrolle, ohne VTP, rein pflanzliche Eiweißfutterkomponenten (Sojaextraktionsschrot)
- VTP-Gruppe mit 3,5 % VTP in der Ration

Zu Versuchsbeginn waren die Ferkel im Mittel 28 Tage alt. Der Versuch gliederte sich in zwei Fütterungsabschnitte von jeweils drei Wochen Dauer. Es wurden in den einzelnen Phasen Ferkelaufzuchtfutter (FAF) mit unterschiedlichen Rohprotein- und Aminosäuregehalten eingesetzt (s. Tabelle 1). Die Ferkel wurden in 16 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Als Beschäftigungsmaterial diente Heu in Raufen. Die Ermittlung des Futterverbrauchs erfolgte täglich für jede Bucht über eine Spotmix Waage- und Transporteinheit (Spotmix Vista 3W, Schauer Agrotronic GmbH). Die LM der Ferkel wurden wöchentlich immer zur gleichen Zeit am Einzeltier erfasst und zur Berechnung der täglichen Zunahmen genutzt. Während der Versuche wurde der Kot einmal in der Woche bonitiert (Note 1 = hart bis 4 = wässrig). Die Futtermischungen wurden mit dem Programm Zifo2 (Zielwert-Futter-Optimierung) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) berechnet, in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Laboranalytik (AL) der LfL in Grub nach Methoden des VDLUFA (2012) analysiert. Analysierte und kalkulierte Nährstoffgehalte wurden anhand ihrer Analysenspielräume (ASR) abgeglichen (VDLUFA, 2022). Die Umsetzbare Energie (ME) wurde anhand der Mischfutterformel (GfE, 2008) geschätzt. Die Stickstoff- (N) und Phosphor (P)-Saldierung erfolgte nach den Vorgaben der DLG (DLG, 2014).

Tabelle 1: Zusammensetzung und mit Zifo 2 kalkulierte Nährstoff- und ME-Gehalte der Versuchsrationen (Gehaltsangaben pro kg bei 88 % TM)

		Ferkelaufzuchtfutter I		**Ferkelaufzuchtfutter II**	
		Kontrolle	VTP-Gruppe	Kontrolle	VTP-Gruppe
Weizen	%	42,5	34,0	46,5	38,0
Gerste	%	30,0	40,0	30,0	40,0
Sojaextraktionsschrot, LP	%	21,5	17,0	17,5	13,0
Fumarsäure	%	1,0	1,0	1,0	1,0
Sojaöl	%	1,0	1,0	1,0	1,0
Mineralfutter[1)]	%	4,0	--	4,0	--
Ergänzungsfutter mit VTP[2)]	%	--	7,0	--	7,0
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0
Rohfaser	g	37	37	36	35
Rohprotein	g	175	174	162	161
Lysin (dvd[3)] Lysin)	g	12,2 (10,7)	12,3 (10,6)	11,3 (9,8)	11,4 (9,8)
Methionin	g	3,7	3,6	3,5	3,4
Cystin	g	3,0	2,9	2,9	2,8
Met+Cys (dvd Met+Cys)	g	6,7 (5,8)	6,5 (5,6)	6,4 (5,6)	6,2 (5,3)
Threonin (dvd Threonin)	g	7,9 (6,9)	7,6 (6,5)	7,4 (6,4)	7,1 (6,0)
Tryptophan (dvd Tryptophan)	g	2,4 (2,0)	2,3 (1,9)	2,2 (1,9)	2,1 (1,7)
Valin (dvd Valin)	g	8,3 (6,9)	8,2 (6,8)	7,7 (6,4)	7,6 (6,3)
Kalzium	g	7,0	7,8	6,9	7,7
Phosphor	g	4,9	5,0	4,8	4,9

[1)] 10,0 % Lys; 3,0 % Met; 5,0 % Thr; 0,5 % Trp; 1,52 % Val; 13,0 % Ca; 3,0 % P

[2)] 7,5 % Lys; 2,0 % Met; 3,5 % Thr; 0,5 % Trp; 2,0 % Val; 11 % Ca; 2,2 % P

[3)] dünndarmverdaulich nach Berechnung mit Zifo2

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SAS® Studio (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit der Prozedur GLM durchgeführt. Im Modell wurden als fixe Effekte bei den Leistungsparametern die Behandlung, das Geschlecht und die Abstammung sowie die Interaktion von Behandlung und Geschlecht berücksichtigt. Aufgrund der Gruppenfütterung konnte beim Futterverbrauch, Futteraufwand sowie der N- und P-Aufnahme nur die Behandlung berücksichtigt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Nährstoffgehalte und die Gehalte an ME der eingesetzten Futtermischungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese auf Trockenfutter mit 88 % TM korrigiert. Im FAF I zeigten sich gegenüber der Kalkulation keine größeren Unterschiede bzw. Abweichungen bei den analysierten Inhaltsstoffen zwischen dem Futter der Kontroll- und der VTP-Gruppe. Bei allen analysierten Inhaltstoffen stimmten die analysierten Werte im Rahmen ihrer ASR sehr gut mit der Kalkulation überein. Lediglich beim P lagen die analysierten Werte in beiden Gruppen etwas höher und knapp außerhalb des ASR. Auch im FAF II passte die Mehrzahl der analysierten Inhaltsstoffe im Rahmen der jeweiligen ASR gut zur Kalkulation. In beiden Gruppen wurden jedoch höhere und außerhalb des ASR liegende Kalziumgehalte analysiert. Beim Rohprotein lag in der Kontrollgruppe der analysierte Gehalt niedriger als der kalkulierte und außerhalb des ASR. Beim P wurde in der VTP-Gruppe ein gegenüber der Kalkulation höherer Gehalt festgestellt, der geringfügig außerhalb des ASR lag.

Tabelle 2: Gehalte an umsetzbarer Energie (ME) und analysierten Inhaltsstoffen der Versuchsrationen (Angaben pro kg bei 88 % TM)

		Ferkelaufzuchtfutter I		**Ferkelaufzuchtfutter II**	
		Kontrolle	VTP-Gruppe	Kontrolle	VTP-Gruppe
Analysen	n	3	3	2	2
Trockenmasse	g/kg FM[1)]	902	903	902	899
ME	MJ	13,3	13,1	13,1	13,1
Rohasche	g	50	53	53	55
Rohprotein	g	169	169	148	155
Lysin	g	12,6	12,6	11,1	12,2
Methionin	g	3,4	3,4	2,9	3,3
Cystin	g	3,2	3,2	2,9	3,1
Threonin	g	7,8	7,7	7,0	7,7
Tryptophan	g	2,4	2,4	2,0	1,9
Rohfaser	g	37	37	39	40
Rohfett	g	32	34	34	36
Stärke	g	433	428	456	449
Zucker	g	25	23	15	16
aNDFom	g	111	126	119	124
ADFom	g	48	53	54	61
Kalzium	g	7,1	7,9	8,1	9,1
Phosphor	g	5,4	5,7	5,2	5,6
Natrium	g	1,7	2,1	2,2	2,5
Magnesium	g	2,5	2,5	2,5	2,5
Kalium	g	7,7	7,3	6,8	6,5
Schwefel	g	2,2	2,2	2,1	2,2
Eisen	mg	506	521	532	583
Kupfer	mg	108	83	101	95
Zink	mg	167	161	168	172
Mangan	mg	181	138	161	151

[1)] FM= Frischmasse

In Tabelle 3 sind die täglichen Zunahmen, der Futterverbrauch, die Aufnahmen an ME sowie die daraus errechneten Futter- und Energieeffizienzzahlen dargestellt.

Im Mittel der ersten drei Wochen nach dem Absetzen zeigte sich in der VTP-Gruppe mit 446 g gegenüber 487 g (Kontrolle) ein signifikant verminderter Futterverbrauch pro Tier und Tag. Auch in der 2. Versuchshälfte und im Mittel des Versuchs lag der Futterverbrauch beim Einsatz von VTP niedriger, wenn auch nicht statistisch absicherbar. In der 2. Versuchshälfte belief sich der Futterverbrauch auf 1041 g in der VTP- und auf 1087 g in der Kontrollgruppe. Im Mittel des Versuchs wurden 736 g in der VTP- und 780 g in der Kontrollgruppe pro Tier und Tag verbraucht. Insgesamt war der Futterverbrauch in der VTP-Gruppe vom Absetzen bis zur Aufstallung in die Mast durchgehend niedriger. Analog war es bei den kalkulierten Aufnahmen an ME. In Phase I wurde in der VTP-Gruppe mit 6,1 MJ gegenüber 6,6 MJ (Kontrolle) signifikant weniger ME aufgenommen. In der 2. Versuchshälfte belief sich die ME-Aufnahme auf 14,1 MJ in der VTP- und auf 14,6 MJ in der Kontrollgruppe. Im Mittel des Versuchs wurden 9,9 MJ in der VTP- und 10,5 MJ in der Kontrollgruppe pro Tier und Tag an ME aufgenommen.

In beiden Phasen sowie im Mittel der Aufzucht lagen die täglichen Zunahmen in der VTP-Gruppe signifikant niedriger. So wurden in Phase I 292 g gegenüber 314 g und in Phase II 536 g gegenüber 584 g erzielt. Im Mittel der Mast lagen die Tageszunahmen in der VTP-Gruppe um 35 g niedriger als in der Kontrolle (411 g gegenüber 446 g). Die niedrigeren täglichen Zunahmen in der VTP-Gruppe gehen

mit dem ebenfalls in dieser Gruppe niedrigeren Futterverbrauch einher. Die Futtervarianten mit dem VTP wurden weniger gern gefressen. Möglicherweise könnte der Geschmack hier eine Rolle spielen.

Tabelle 3: Tägliche Zunahmen, Futter- und ME-Verbrauch, Futter- und ME-Effizienz sowie Stickstoff- und Phosphorsaldierung (LS-Means)

			Kontrolle	VTP-Gruppe	p[1]
Tiere (ausgewertet)		n	96	95	
Tägliche Zunahmen	Phase I	g	314[a]	292[b]	0,011
	Phase II	g	584[a]	536[b]	0,002
	gesamt	**g**	**446[a]**	**411[b]**	**0,001**
Futterverbrauch pro Tier, Tag	Phase I	g	487[a]	446[a]	0,040
	Phase II	g	1087	1041	0,260
	gesamt	**g**	**780**	**736**	**0,141**
Futteraufwand pro kg Zuwachs	Phase I	kg	1,55	1,53	0,693
	Phase II	kg	1,87	1,96	0,075
	gesamt	**kg**	**1,76**	**1,80**	**0,242**
Kalkulierte Aufnahme an ME pro Tier, Tag	Phase I	MJ	6,6[a]	6,1[b]	0,042
	Phase II	MJ	14,6	14,0	0,245
	gesamt	**MJ**	**10,5**	**9,9**	**0,135**
Aufwand an ME pro kg Zuwachs	Phase I	MJ	21,1	20,8	0,709
	Phase II	MJ	25,2	26,4	0,083
	gesamt	**MJ**	**23,7**	**24,3**	**0,259**
Stickstoffaufnahme pro Tier		g	811	766	0,139
Stickstoffansatz pro Tier		g	466[a]	430[b]	0,039
Stickstoffausscheidung pro Tier		**g**	**345**	**336**	**0,687**
Phosphoraufnahme pro Tier		g	171	173	0,756
Phosphoransatz pro Tier		g	93[a]	86[b]	0,039
Phosphorausscheidung pro Tier		**g**	**78[a]**	**88[b]**	**0,032**

[1)] Irrtumswahrscheinlichkeit $p<0,05$; unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede

Was den Futteraufwand bzw. den Aufwand an ME pro kg Zuwachs betrifft, so ergaben sich in beiden Phasen und im Mittel der Ferkelaufzucht keine signifikanten Unterschiede. Der Futteraufwand bzw. der Aufwand an ME pro kg Zuwachs lag im Versuchsmittel bei 1,80 kg bzw. 24,3 MJ in der VTP-Gruppe und bei 1,76 kg bzw. 23,7 MJ in der Kontrollgruppe. Die entsprechenden Werte von Phase I beliefen sich auf 1,53 kg bzw. 20,8 MJ in der VTP- und auf 1,55 kg bzw. 21,1 MJ in der Kontrollgruppe. In Phase II betrug der Futteraufwand bzw. der Aufwand an ME 1,96 kg bzw. 26,4 MJ (VTP-Gruppe) und 1,87 kg bzw. 25,2 MJ (Kontrolle).

Im Mittel wurden 811 g (Kontrolle) und 766 g (VTP-Gruppe) N pro Tier aufgenommen. Der Unterschied war nicht signifikant. Demgegenüber war der N-Ansatz pro Tier aufgrund der höheren LM mit 466 g in der Kontrollgruppe signifikant höher als in der VTP-Gruppe mit 430 g. Daraus errechnete sich eine N-Ausscheidung von 345 g in der Kontroll- und von 336 g in der VTP-Gruppe. Der Unterschied von rund 3 % ließ sich statistisch nicht absichern.

Die P-Aufnahme war mit 173 g bzw. 171 g nahezu identisch. Wegen der höheren LM war der P-Ansatz in der Kontrollgruppe mit 93 g gegenüber 86 g in der VTP-Gruppe signifikant höher. Daraus errechnete sich eine P-Ausscheidung von 78 g in der Kontroll- und von 88 g in der VTP-Gruppe. Der Unterschied von rund 13 % ließ sich statistisch absichern.

Während des Versuchs wurden zehn Tiere der Kontroll- und acht Tiere der VTP-Gruppe medikamentös behandelt. Hauptursachen waren Hüft- bzw. Schulterprobleme sowie Ferkelruß. Wegen des Ferkelrußes mussten vier Tiere der Kontroll- und sechs Tiere der VTP-Gruppe behandelt werden. Jeweils ein Tier aus jeder Gruppe erhielt eine Behandlung aufgrund schlechten Allgemeinzustands. Ein Tier aus der VTP-Gruppe fiel aus.

Keinen Effekt zeigte die Fütterung von VTP auf die Kotbeschaffenheit. Der Kot der Ferkel wurde in beiden Versuchsgruppen im Mittel mit 2,3 (Kontrolle) bzw. mit 2,4 (VTP) als „normal“ bzw. „unauffällig“ bewertet. Im Verlauf des Versuchs zeigte sich in beiden Gruppen ab der 3. Versuchswoche eine weichere Kotkonsistenz, die nach Versuchswoche 5 mit 3,0 in beiden Gruppen ihren Höhepunkt erreichte. Schwanzbeißen wurde in keiner der 16 Buchten beobachtet.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In einem Fütterungsversuch mit Ferkeln zeigte der Einsatz von VTP (Geflügel) bei einer bedarfsgerechten Rationsgestaltung keine Vorteile gegenüber einer rein pflanzlichen Futterration auf Basis von SES. Während der gesamten Ferkelaufzucht wurde ein niedrigerer Futterverbrauch beim Einsatz von VTP festgestellt. In den ersten drei Wochen war der Unterschied signifikant. Die Tageszunahmen waren in der VTP-Gruppe ebenfalls niedriger. Die Unterschiede ließen sich über die gesamte Ferkelaufzucht statistisch absichern. Warum die Ferkel weniger von dem Futter mit VTP aufgenommen bzw. verbraucht haben, konnte nicht abschließend geklärt werden. Möglicherweise ist die mangelnde Akzeptanz für dieses Futter auf den Geschmack des VTP zurückzuführen. Weitere Versuche sind deshalb notwendig.

Aufgrund der geringeren Leistung im vorliegenden Versuch erübrigt sich eine wirtschaftliche Betrachtung. Durch den Anteil von 3,5 % VTP in der Ration ließ sich der Anteil an SES um 4,5 Prozentanteile verringern. Dies entspricht einer Einsparung an SES von 20 bis 25 %. Würde man eine vergleichbare Leistung unterstellen, so dürfte das VTP bei einem aktuellen Preis von 50 €/dt für SES etwa 64 €/dt kosten.

Um Einsatzempfehlungen für VTP geben zu können sind weitere Versuchsanstellungen notwendig, zumal es sich bei VTP je nach Anteil von Fleisch und Knochen um ein heterogenes Futtermittel handelt.

Literatur

Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (1992): DLG-Futterwerttabellen Schweine, 6., erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main

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

Europäische Union (2021): Verordnung (EU) 2021/1372 der Kommission vom 17. August 2021 zur Änderung des Anhangs IV der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Verbots der Fütterung von anderen Nutztieren als Wiederkäuern, ausgenommen Pelztiere, mit tierischem Protein. Amtsblatt der Europäischen Union L295/1.

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2008): Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pig. Poc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.

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

VDLUFA (2022): Analysenspielräume (ASR), Version 13 (2022)

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

Effect of two sources of zinc on growth performance and gut health of piglets with a low or normal birth weight

Carla Negrini[1]*, Diana Luise[1], Federico Correa[1], Laura Amatucci[1], Sara Virdis[1], Stéphane Durosoy[2], Paolo Bosi[1], Paolo Trevisi[1]

[1] University of Bologna, DISTAL, Viale G. Fanin 44, 40127 Bologna, Italy

[2] Animine, 74690 Annecy, France. *Corresponding author: clara.negrini2@unibo.it

Introduction

The genetic selection for highly prolific sows leaded to a significant improvement on litter size in recent decades. However, at the same time, piglet birth weights have been reduced. In a litter, the higher the number of piglets born, the lower is their average weight at birth and the higher is their birth weight variation (Matheson et al., 2018). As consequence, piglet vitality can be compromised.

In order to reduce the negative impact of low-birth-weight piglets, some feeding strategies are proposed before weaning, such as creep feeding, or after weaning, as the use of additives in post weaning diets. One of feeding strategies in post weaning diets is the use of pharmacological zinc oxide (ZnO), due to the positive impact on intestinal health and performance (Mendonça, 2018). This practices, however, was banned from EU in 2022 (allowed level of 150 mg/kg). Then, many nutritionists raise the question about how to achieve the same piglet performance without pharmacological ZnO, mainly in the actual scenario with high prolific sows producing lighter piglets (Jankowiak et al., 2020).

Until today, the primary nutritional source of Zn in pig production is zinc sulphate ($ZnSO_4$) (Bonetti et al., 2021), that is characterised by a high bioavailability, compared to the ZnO that exert a most local effect. We hypnotized that the use of a form of ZnO with small aggregates and agglomerated particles (more bioavailable than $ZnSO_4$ (Cardoso et al., 2021) and with a higher antibacterial property than standard ZnO (Vahjen et al., 2016)), can have a systemic effect, covering the requirements as well as exerting a local effect on the gut.

The aim of this study was to evaluate the effect of two sources of Zn at authorized EU levels on performance and gut health in in low and normal birth body weight (BBW) piglets.

Material and methods

At birth, 64 piglets were selected based on their BBW and divided into normal BBW (NBBW>1kg; 32 piglets) and low BBW (LBBW<1kg; 32 piglets). At weaning (d0), piglets were allotted into 4 groups (8 replicates/group): 1-2: LBBW or NBBW piglets fed a standard diet plus 120 ppm of Zn from ZnSO4; 3-4: LBBW or NBBW, piglets fed standard diet plus 120 ppm of Zn from a potentiated source of ZnO (HZ - HiZox®, Animine). Piglets were weighted weekly until d21 post-weaning. The faecal index (prevalence of animals with a fecal score >3, cut-off of diarrhea) and feed intake (Feed residues daily weighed) per pen were recorded daily. On d9 and d21, one piglet/replicate was slaughtered, and colon content was collected for microbiota analysis, and pH of the jejunum, caecum and colon were measured.

Statistical analysis were carried out in R v3.6 using “car”, “lm4” and “lsmeans” packages. Performance, pH, and morphometric parameters were analysed using a linear mixed model, faecal index using a generalized linear mixed model with a Poisson distribution, including treatment, class of BBW and their interaction as fixed factors, and the litter as a random factor. The statistical analysis on alpha diversity, beta diversity and taxonomic composition was carried out using the phyloseq (McMurdie and Holmes, 2011), vegan (Dixon, 2003) and microbiomeMarker packages (Cao et al., 2022).

Results and discussion

Piglets from the NBBW group had consistently higher BW throughout the study (P<0.01). The treatment pZnO tended to improve the average daily gain from d0 to d9 (P=0.07) and d9 to d14 (P=0.08), and significantly influenced the gain to feed ratio (G:F) (P<0.05) in the period d0-d9 (Figure 1). In the overall period, G:F was higher (P=0.04) for piglets fed pZnO (Figure 1).

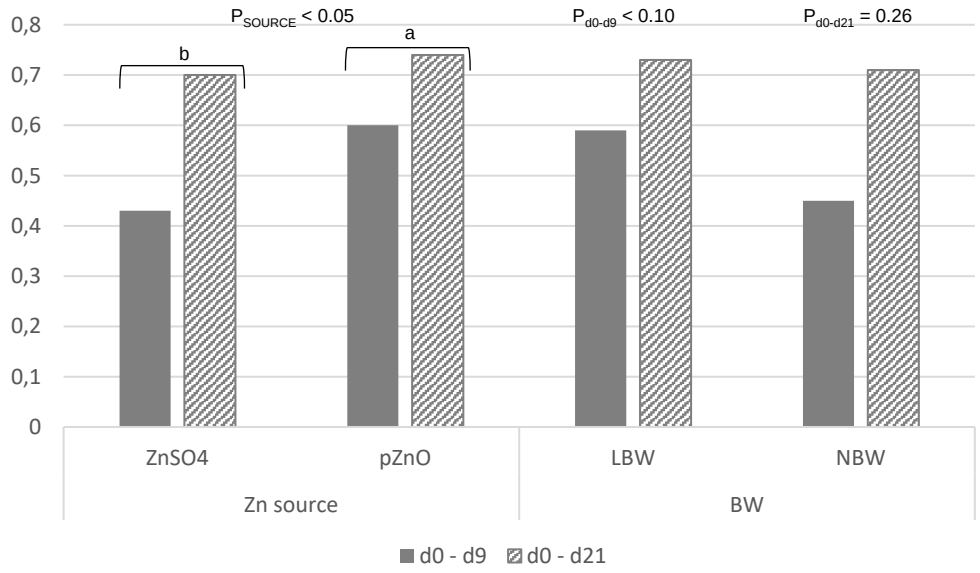


Figure 1. Effect of zinc administration on the gain to feed ratio of post weaning piglets. Filled bars represent first phase (d0 – d9 of trial); Bars with lines represent overall period (d0 – d21 of trial).

An interaction was observed between Zn source and BBW for faecal index during d0-14 and d0-21 (P<0.01), where pZnO decreased the diarrhoea index in LBBW.

The pH of the jejunum at d21 in piglets fed HZ was lower than in piglets fed ZnSO4 (P=0.02). An interaction was observed in villus height (P=0.053) and absorptive mucosal surface (P=0.02) on day 21, resulting higher in NBBW piglets fed $ZnSO_4$.

For Beta diversity, the Adonis test evidenced that the BW category tended to affect the microbial structure at d9 (R_2= 0.04, P= 0.07) and significantly affected the bacterial structure (R2= 0.05, P= 0.03) at d21. The BW classes were well distinguished during the whole experimental period, confirming how BBW impacting nursery survival through its influence on weaning weight (Fix et al., 2010). G:F is a positive indicator of the intestinal health status, thus, piglets fed HZ were more efficient than the

piglets fed the diet supplemented with ZnSO4. The positive effect of G:F ratio observed in the present study could be related to the reduction in the pH in the jejunum of piglets supplemented with HZ. A reduced pH in the jejunum content may be due to an increasing production of SCFAs derived from intestinal bacterial population (den Besten et al., 2013). Overall, the microbial composition was mainly influenced by the BW of piglets, suggesting that the interplay between bacteria composition and the host can also affects the physiological development of the piglets. Furthermore, immunohistochemistry data from the jejunum are under evaluation.

Conclusions

In conclusion, the birth body weight affected the piglet's response to the weaning and potentiated Zn positively influenced the growth performance of LBBW and NBBW piglets.

References

Bonetti, A., Tugnoli, B., Piva, A., Grilli, E., 2021. Towards Zero Zinc Oxide: Feeding Strategies to Manage Post-Weaning Diarrhea in Piglets. Animals 11, 642. https://doi.org/10.3390/ani11030642

Cao, Y., Dong, Q., Wang, D., Zhang, P., Liu, Y., Niu, C., 2022. microbiomeMarker: an R/Bioconductor package for microbiome marker identification and visualization. Bioinformatics 38, 4027–4029. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btac438

Cardoso, D., Romeo, A., Durosoy, S., Meme, N., Chevalier, Y., Narcy, A., 2021. Effect of the physicochemical properties of zinc oxide sources on their bioavailability in broilers. British Poultry Science, 62(6):846-851. https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1940862

den Besten, G., van Eunen, K., Groen, A.K., Venema, K., Reijngoud, D.-J., Bakker, B.M., 2013. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. J Lipid Res 54, 2325–2340. https://doi.org/10.1194/jlr.R036012

Dixon, P., 2003. VEGAN, a package of R functions for community ecology. Journal of Vegetation Science 14, 927–930. https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02228.x

Fix, J.S., Cassady, J.P., Herring, W.O., Holl, J.W., Culbertson, M.S., See, M.T., 2010. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. Livestock Science 127, 51–59. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.007

Jankowiak, H., Balogh, P., Cebulska, A., Vaclavkova, E., Bocian, M., Reszka, P., 2020. Impact of piglet birth weight on later rearing performance. Vet Med-Czech, v.65(11), p.473-479, 2020. https://doi.org/10.17221/117/2020-VETMED

Matheson, S.M, Walling, G.A., Edwards, S.A., 2018. Genetic selection against intrauterine growth retardation in piglets: A problem at the piglet level with a solution at the sow level. Genetics, Selection, Evolution, v.50, p.46. https://doi.org/10.1186/s12711-018-0417-7

McMurdie, P.J., Holmes, S., 2011. Phyloseq: a bioconductor package for handling and analysis of high-throughput phylogenetic sequence data, in: Biocomputing 2012. WORLD SCIENTIFIC, pp. 235–246. https://doi.org/10.1142/9789814366496_0023

Mendonça, M. Efeitos da associação de diferentes fontes de cobre e zinco na dieta de leitões desmamados. Master thesis, Universidade de São Paulo, 2018.

Vahjen, W., Romeo, A., Zentek, J. 2016. Impact of zinc oxide on the immediate postweaning colonization of enterobacteria in pigs. J. Anim. Sci., 94:359–363. https://doi.org/10.2527/jas2015-9795.

Corresponding author

Carla Negrini
10 Rue Léon Rey Grange
74960 ANNECY
FRANCE
clara.negrini2@unibo.it

active D BOLUS

„Eine clevere Möglichkeit, mit minimalem Aufwand dem Abfall der Kalziumgehalte im Blut nach dem Kalben entgegenzuwirken.“

Dr. Astrid Brandl, Tierärztin und Betriebsleiterin der Timmering-Brandl Milch KG, Deutschland 2023

Based on science
Active D Bolus unterstützt die Kuh mit nur einer einfachen Eingabe nach der Abkalbung beim Einstieg in die Laktation. Die Wirkung des Ergänzungsfuttermittels auf pflanzlicher Basis ist belegt durch zahlreiche Studien. Scannen Sie den QR-Code und lesen Sie mehr oder kontaktieren Sie unsere Experten:
actived@phytobiotics.com | www.active-d-bolus.com

PHYTOBIOTICS

Environmental protection with lower zinc and copper levels in conventional piglet diets

Susanne Rothstein[1], Sandra Vagt[2], Kilian Fenske[3], Heiner Westendarp[3]

[1] Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Germany

[2] Agravis Futtermittel GmbH, Germany; [3]University of Applied Sciences, Osnabrück, Germany

Introduction

In practice, the trace minerals zinc (Zn) and copper (Cu) are often supplemented in excess of requirements in piglet feeding during the critical phase after weaning. High doses of Zn and Cu have a pharmacological effect on the piglet and are thus used to prevent diarrhea. Compared to other animal species, piglet manure contains the highest levels of Zn and Cu. The reason is that most of the highly dosed minerals are excreted unused by the piglet in its feces.

As heavy metals, Zn and Cu can accumulate in the soil and thus pose a great risk to the environment with negative consequences such as reduced plant growth, accumulation of heavy metals in edible animal products, pollution of the groundwater and possible antimicrobial resistance (BRUGGER & WINDISCH, 2015). In the past, the pharmacological administration of Zn has already been banned in the EU due to this risk, and the maximum allowable amount has been reduced. An additional reduction of the maximum Cu-content in piglet feed from 150 ppm to 25 ppm has also been discussed in recent years (EFSA 2016), because it has been shown that feeding is the key that needs to be turned in order to influence excretion (LINDERMAYER 2006). BRUGGER & WINDISCH (2017) were already working on methods to find out the ideal zinc content under university test conditions.

Accordingly, the objective of the study presented in the following was to investigate if it is possible to reduce the Zn and Cu levels under practical conditions in conventional piglet diets, without influencing performance or having a higher risk for diarrhea and increased cases of mortality. In addition, an innovative approach aimed to test whether the reduced levels of Zn and Cu led to higher stress levels in the animals.

Material & methods:

A feeding trial with a total of 288 (50 % male and 50 % female) freshly weaned piglets (Toppig x German Pietrain), divided into three homogenous trial groups, was performed over 49 days. The experiment was carried out in a trial compartment of the Osnabrück University of Applied Sciences on a farm in Northwest Germany. Each trial group housed 12 piglets in 8 pens under identical environmental conditions. The average weight of the piglets at housing was 7.4 kg. All piglets were fed in three phases:

- Day 0-19 (17.5 % XP; 4.0 % XF; Lys 1.35 %)
- Day 20-35 (17.5 % XP; 4.0 % XF; Lys 1.25 %)
- Day 36-19 (17.0 % XP; 4.0 % XF; Lys 1.20 %)

The diets of the trial groups (control, trial group 1 and trial group 2) differed only regarding the Zn- and Cu-amount and the binding form of the trace mineral supplements. All diets were prepared as a meal. The control group received a conventional mid-range segment feed (Agravis Futtermittel GmbH) with

the commercially available Zn- and Cu-content in inorganic form as a sulfate. In contrast, the Zn-content was greatly reduced in trial group 1, and an organically bound Zn glycinate (E.C.O.Trace®, Biochem Zusatzstoffe, Germany) was supplemented instead of the sulfate. Cu was used identically to the control group. In trial group 2, Zn was supplemented in the same way as in trial group 1. The Cu-content was also strongly reduced and Cu was supplemented as a glycinate (E.C.O.Trace®, Biochem Zusatzstoffe, Germany). Table 1 shows the planned Zn- and Cu-contents in the different feeding phases and experimental groups. The native Zn-content was between 29.0-35.0 ppm and the native Cu-content between 6.0-7.5 ppm (depending on respective feeding phase).

Table 1: Beyond native contents, added Zinc and Cupper amounts in feeds of control and trial groups.

	Control		**Trial group 1** (Zn-reduced)		**Trial Group 2** (Zn- & Cu-reduced)	
Feeding phase	Cu (Sulfate)	Zn (Sulfate)	Cu (Sulfate)	Zn (Glycinate)	Cu (Glycinate)	Zn (Glycinate)
1	130	105	130	15	30	15
2	80	105	80	15	30	15
3	80	105	80	15	30	15

Performance parameters like body weight development and feed intake were recorded at trial start, at each feed change and at trial end. The animals were weighed individually to record the body weight, and the feed was weighed back in relation to the pens. During the entire duration of the trial, health parameters like body injuries, fecal score and routine observations were documented. The fecal characteristics were recorded daily according to a 4-stage scoring scheme (Hochschule Osnabrück, 2022). An assessment of injuries on the body parts tail, ear, shoulder, and flank was carried out according to the German pig scoring key (BÖNISCH et al. 2017, modified), always on weighing days.

In addition to the fecal samples and the body weight development, saliva samples were taken on the day of the second, third and fourth weighing. Since cortisol secretion during the day is influenced by the physiological circadian rhythm and by feeding, sampling was always carried out at the same time of day. As shown in the picture (Fig. 1), a rope was hung in each pen for saliva collection according to MORGAN and RAZ (2019). To avoid soiling the rope, it was hung in the active area of each pen. The piglets then nibbled on this rope. After about 15-30 minutes, the rope was removed and wrung out so that one saliva sample per pen could be taken. Afterwards, the saliva samples were analyzed for free active cortisol content (endocrinology laboratory of the University of Veterinary Medicine Hanover) as a stress marker by using the ELISA method (Enzyme-linked Imunosorbent assay).

Furthermore, mortality and individual animal treatments were documented during the entire duration of the trial.

Statistical analyses were conducted using the SAS software package (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), version 9.4. If the data collected were normally distributed, an Analysis of Variances (ANOVA) was simultaneously used to test the effects of different fixed effects on a dependent variable.

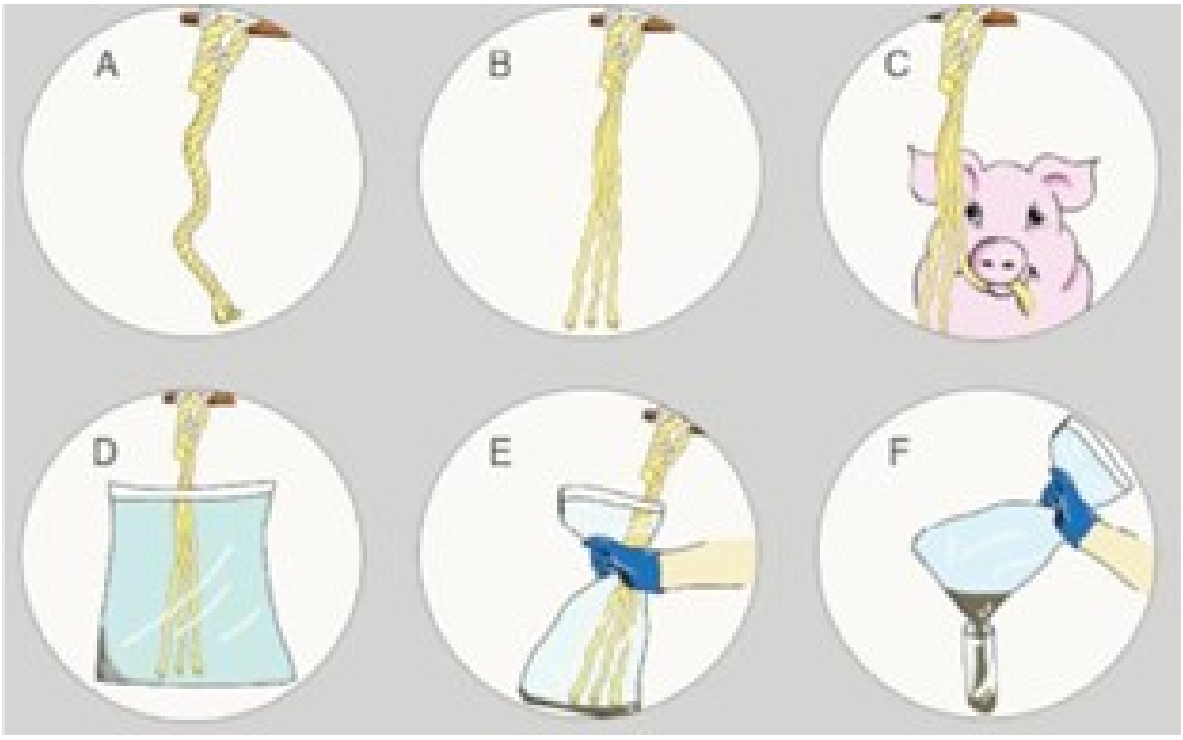


Figure 1: Saliva collection with the aid of cotton ropes (MORGAN and RAZ, 2019)

Results:

Table 2 shows a comparison of the expected Zn- and Cu-contents in the finished compound feed (native+ supplement) with the analyzed contents (feed samples taken on the trial farm). This clearly shows that the planned feed compositions, in terms of Zn and Cu content, could not always be achieved. The thickly shaded values show a deviation upwards or downwards beyond the analytical range, after a 4-fold determination (LUFA Northwest). For example, for the control group the Zn-content was higher in feeding phase 2 and 3 and the Cu-content lower in feeding phase 3 than expected. Likewise, the analyzed Zn-content in group 2 was above the calculated value in all feeding phases and furthermore, the Cu-content in phase 2 was higher than in the control group. As desired, test group 2 showed a clear overall reduction in the trace minerals Zn and Cu, however, with slightly higher values in feeding phase 1 and in feeding phase 3 for Cu.

Table 2: Comparison of the expected Zn and Cu contents in the finished compound feed (native+ supplement) with the analyzed contents (feed samples taken on the trial farm, n = 4) Looking at the zootechnical results, first of all the figure of the body weight development (Fig. 2) shows that there were no significant differences between the groups on day 35 and 49. Only on day 20 there was a significant difference in favor of the control compared to group 2.

		Control		**Trial group 1**		**Trial group 2**	
		100 % inorganic (Sulfate)		Zn-reduced, organic (Glycinate) Cu - not changed (Sulfate)		Zn- & Cu-reduced, organic (Glycinate)	
		plan	analyses	plan	analyses	plan	analyses
Feeding phase 1							
Zn	mg/kg	133.9	131.1	43.9	**63.9**	43.9	**52.4**
Cu	mg/kg	135.8	126.2	135.8	133.5	35.8	**48.0**
Feeding phase 2							
Zn	mg/kg	135.5	**161.9**	45.5	**76.9**	45.5	51.3
Cu	mg/kg	87.0	**61.3**	87.0	**103.6**	37.0	33.8
Feeding phase 3							
Zn	mg/kg	140.2	**169.8**	50.2	**67.8**	50.2	56.9
Cu	mg/kg	87.5	97.7	87.5	99.6	37.5	**51.3**

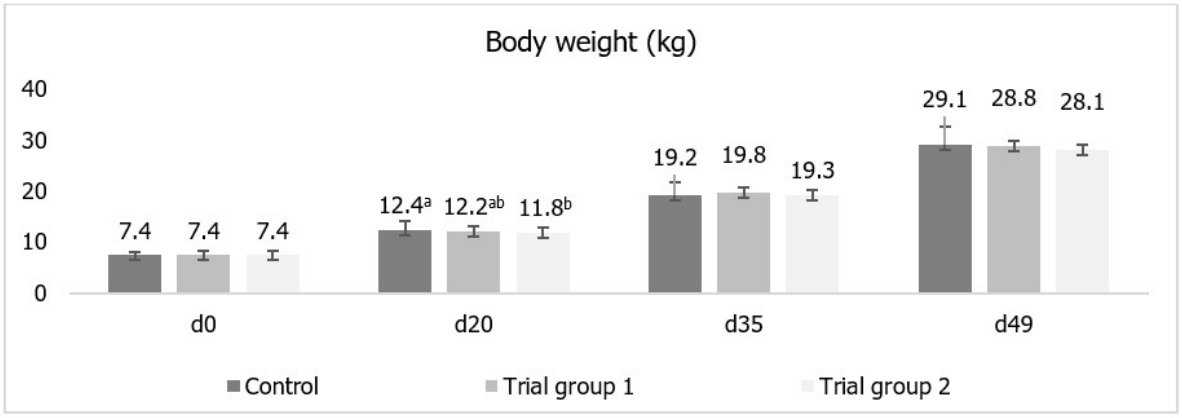


Figure 2: Body weight development (kg) days 0-49. (Numbers are LS Means ± SD; [ab] Different superscripts indicate significances (p≤ 0.05)

Table 3: Zootechnical performance data over the whole trial period d 0-49.

	Control	Trial group 1	Trial group 2
Daily weight gain d 0-20 (g/d)	246^{b} ±69	239^{ab} ±69	217^{a} ±62
Daily weight gain d 21-35 (g/d)	458^{a} ±81	506^{b} ±95	499^{b} ±109
Daily weight gain d 36-49 (g/d)	702^{b} ±121	641^{a} ±142	631^{a} ±143
Daily feed intake d 0-20 (g/d)	337^{a} ±10	332^{ab} ±12	316^{b} ±20
Daily feed intake d 21-35 (g/d)	815 ±75	875 ±45	874 ±53
Daily feed intake d 36-49 (g/d)	1233 ±102	1167 ±65	1155 ±81
FCR d 0-20 (kg/kg)	1.38 ±0.09	1.39 ±0.07	1.46 ±0.10
FCR d 21-35 (kg/kg)	1.78 ±0.13	1.73 ±0.07	1.75 ±0.08
FCR d 36-49 (kg/kg)	1.76 ±0.06	1.82 ±0.06	1.84 ±0.09
FCR **d 0-49** (kg/kg)	1.68^{a} ±0.05	1.71^{ab} ±0.04	1.73^{b} ±0.04

p: Error probability, determined with SAS system, procedure GLM, corrected according to Scheffé; ^{ab}:different superscripts show significance ($p \leq 0.05$)

The detailed data on body weight development, feed intake and feed conversion ratio (FCR) over the different feeding phases can be taken from Table 3. Daily weight gain showed significant differences between the control and the Zn- or Zn&Cu-lowered diets. The daily feed intake is significantly higher in the control than in trial group 2 in feeding phase 1. No significant differences can be seen in the other feeding phases. Similarly, FCR shows only tendency differences, but no significant ones in the different feeding phases. Nevertheless, for the whole trial period (d 0-49) the FCR was significant lower for the control group instead of trial group 2. In trial group 1, where just the Zn-content was reduced, the FCR only increased slightly, but not significant.

The saliva samples taken to assess the stress level showed no significant differences in the cortisol level depending on the feeding strategies (Figure 3). As far as the other health parameters are concerned, it can be said that there were no abnormalities in the feces and injuries scorings or necessary treatments. Four piglets died in each of the two trial groups, but this could not be attributed to any clear reason.

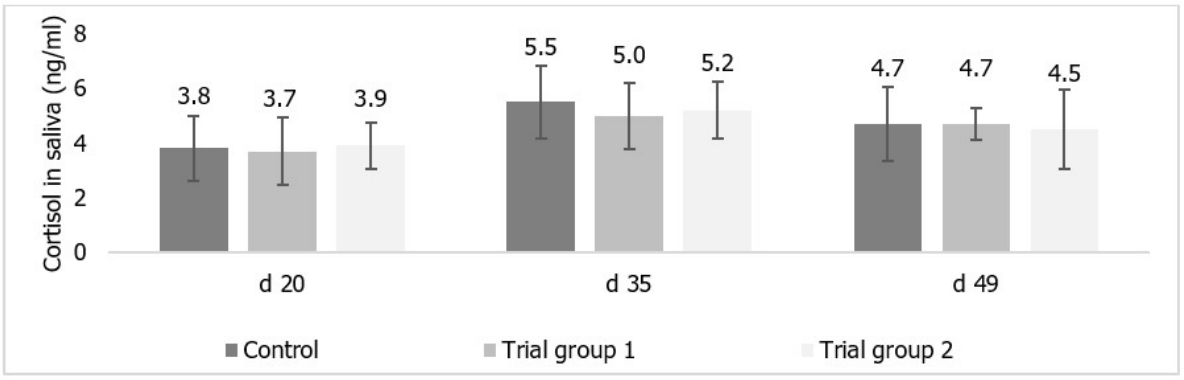


Figure 3: Cortisol level as stress parameter, measured from saliva after 20, 35 and 49 days of fattening.

Discussion:

A reduction of trace minerals in piglet feed can only be established in practice if the performance of the animals is guaranteed. Therefore, the aim of this experiment was to test under practical conditions how a reduction in Zn and Cu influences the health and performance parameters of weaned piglets.

Basically, it has to be mentioned that the performance of all piglets in all three trial groups was not outstanding. Looking at the FCR from day 0 to 49, the best FCR was 1.68 kg/kg and the worst 1.73 kg/kg, but the target in piglet rearing is a FCR of 1.6 kg/kg and lower (BREDE et al. 2010). This target was not reached even by the control group. However, no reasons for the weaker performance of all variants could be found. Nevertheless, the zootechnical data clearly show that a strong reduction of Zn and Cu is possible without major losses in performance. In trial group 2, the total trace mineral content in the feed could be reduced on average to 54 ppm Zn and 44 ppm Cu. In the control group, on the other hand, an average of 154 ppm Zn and 95 ppm Cu were fed. This means that the Zn-content in the feed could be reduced by about two thirds and the Cu-content halved. The possibilities for reducing the excretion of Zn and Cu with this kind of precise feeding are high, as proven by the literature (STALLJOHANN & PATZELT, 2011). Comparing trial groups 1 and 2 with each other, it is noticeable that just reducing the Zn-content has only a slight influence on the zootechnical performance, whereas the combined reduction of Zn& Cu has a stronger effect on the piglets.

In particular, the higher bioavailability of organically bound trace minerals, used here as Zn- and Cu-glycinates, means that a reduction in use and thus lower excretion can be achieved even more safely. OH et al. (2021) also showed that Zn-excretion can be significantly reduced by lowering Zn-supplements in the feed and using Zn-glycinates.

Even though there were no major differences in performance, trial group 2 tended to perform worse overall, which leads to the conclusion that an accurate dosage under practical conditions still needs to be worked out more precisely. Nevertheless, from the point of view of the health data collected, there were no indications against the chosen low dosage of Zn and Cu. It was also interesting to see that, for example, the measured stress parameters produced identical results in all three groups, which suggests that the dosage was still sufficient for some important body-functions.

Nevertheless, as was also noticed in the trial results, the set targets for the Zn- and Cu-dosage of the different trial diets could not be met as desired. Lowering the dosage recommendations therefore creates unimagined new challenges: Getting an exact, homogeneous mixture of all feed components right into the animals' trough. Reasons why it failed can be manifold: E.g., dosing inaccuracies, segregation during transport and storage, problems with sampling, etc.

However, the strong fluctuations in the analyzes raise another question: What must in the future be changed and taken into account in practice in order to implement a precise feeding of trace minerals that is well-adapted to the demand?

For this reason, the experimental groups are only well suited to show that a strong reduction of Zn and Cu is potentially possible even under practical conditions, but an exact dosage recommendation cannot yet be given. More research is necessary to find the right dosage recommendation in practice.

Conclusion

1. A strong reduction of Zn and Cu (organically bound as a Glycinate) in the feed of weaned piglets is possible without having major negative effects like different performance and health parameters. Despite all this, the perfect practical dosage still has to be found.
2. Reducing Zn and Cu in feed is an important strategy to avoid negative consequences of heavy metals in the environment.
3. Practical concepts must be developed to avoid fluctuations in trace mineral levels in the feed. In order to transfer the whole experiment to practice, it is important to be able to reliably dose small levels of trace minerals in the feed, therefore there is a need for further research.

Literature

BÖNISCH, K., VOM BROCKE, A., DIPPEL, S., GRÜMPEL, A., HAGEMANN, L., JAIS, C., LÖSEL, D., MÜLLER, A., MÜLLER, S., NAYA, A., SCHRADE, H., SPÄTH, C., VEIT, C., WILD, A., LECHNER, M. (2017): Deutscher Schweine-Boniturschlüssel (DSBS).

BREDE, W., BLAHA, T., HORST, R., BÜSCHER, W., HOY, S., SHULTE-WÜLWER, J., SIEVERDING, E., STALLJOHANN, G. (2010): Tiergesundheit Schwein. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

BRUGGER, D., WINDISCH, W. (2015): Environmental responsibilities of livestock feeding using trace mineral supplements. Animal Nutrition 3, 113-118.

BRUGGER, D., WINDISCH, W. (2017): Strategies and challenges to increase the precision in feeding zinc to monogastric livestock. Animal Nutrition 3, 103-108.

EFSA (2016): Revision of the currently authorized maximum copper content in complete feed EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). EFSA Journal 14 (8)

LINDERMAYER H. (2004): Ferkelaufzuchtversuch mit stark abgesenkten Kupfer- und Zinkgehalten im Futter-Versuchsbericht. LfL-Bayern.

MORGAN, L., RAZ, T. (2019): Providing Meaningful Environmental Enrichment and Measuring Saliva Cortisol in Pigs Housed on Slatted Flooring. Journal of Visualized Experiments 151.

OH, H-J., PARK, Y-J., CHO, J., SONG, M-H., GU, B-H., YUN, W., LEE, J-H., AN, J-S., KIM, Y-j., LEE, J-S., KIM, S., KIM, H., KIM, E., LEE, B-K., KIM, B-W., KIM, H., CHO, JH., KIM, M-H. (2021): Changes in Diarrhea Score, Nutrient Digestibility, Zinc Utilization, Intestinal Immune Profiles, and Fecal Microbiome in Weaned Piglets by Different Forms of Zinc. Animals 2021, 11, 1356.

STALLJOHANN und PATZELT (2011): Ferkelfutter mit stark abgesenkten Spurenelementgehalten geprüft - dabei Leistung stabilisieren und Umwelt schonen. Versuchsberichte, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf, Fachbereich Schweinehaltung.

Autorenanschrift

Dr. Susanne Rothstein
Biochem Zusatzstoffe
Küstermeyerstr 16
49393 Lohne
srothstein@biochem.net

LKV BAYERN

Wir sind für Sie da!

Zu emotional?

→ Tierwohl ist mehr als ein Gefühl – das können wir belegen.

MILCH UND FLEISCH AUS BAYERN

Foto: iStock/Simon Skafar

LKV Bayern e. V.
Landsberger Straße 282 | 80687 München | www.lkv.bayern.de
Telefon: +49 (0)89/544 348-0 | E-Mail: poststelle@lkv.bayern.de

Protective effect of a microencapsulated mixture of botanicals in the feed of weaning piglets artificially challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide

Benedetta Tugnoli[1], Andrea Bonetti[2], Joerg Bartelt[1], Andrea Piva[1,2], Ester Grilli[2,3]

[1] Vetagro S.p.A., via Porro 2 - 42124 Reggio Emilia (Italy)

[2] University of Bologna, DIMEVET, via Tolara di Sopra 50 - 40064 Ozzano Emilia (Italy)

[3] Vetagro Inc., 17 East Monroe St., Suite #179, Chicago IL 60603 – USA

Abstract

The aim of this study was to test the effect of a microencapsulated blend of botanicals in vivo in weaning piglets artificially challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. A total of 72 weaning piglets (24 days of age) were divided in 24 pens (3 pigs/pen) and assigned to 3 groups (8 pens/ group): negative control (CON), fed a basal diet, not challenged; positive control (POS), fed a basal diet, challenged; treated group (AP), fed a basal diet supplemented with a microencapsulated blend of botanicals at 1.5 kg/MT, challenged. The challenge consisted of two intraperitoneal injections of *E. coli* O55:B5 LPS (30 µg/kg of body weight) at day 15 and day 17. The study lasted 28 days with intestinal morphology and gene expression of jejunum samples determined at day 28 and growth performance recorded throughout the study. Data were analyzed with ANOVA and differences considered significant at $P<0.05$.

In the first days after the challenge (days 15-21), LPS showed a negative impact on growth performance for POS group compared to CON group, while AP group, despite the same challenge, showed already better average daily gain, body weight and FCR values, intermediate between CON group and POS group ($P<0.05$). Overall (days 0-28), in AP group daily gain and final BW tended to be improved compared to POS group and closer to CON group ($P=0.09$), while FCR was numerically improved. Moreover, AP treatment improved the intestinal morphology and the expression of some intestinal integrity and inflammation markers to values closer to CTR group. To conclude, the microencapsulated blend of botanicals used in this study was effective to contain loss of performance and intestinal damage associated with LPS challenge in weaning pigs.

Introduction

When piglets are weaned, they experience sudden dietary, psycho-social, and microbiological changes that considerably impair their overall performance and health in a short period of time. To cope with the new changes, animals undergo a phase of adaptation, that involve the development of stress, inflammation, and oxidative stress as a part of their physiological response (Moeser et al., 2007, 2017).

In this context, where the immune system is still not completely mature, piglets are exposed to the possible overgrowth of undesired pathogens, like Escherichia coli strains that cause the onset of diarrhea (Rhouma et al., 2017). Immunogenic elements coming from bacteria, like lipopolysaccharides (LPS), exploit the loss of the intestinal integrity to further trigger inflammation, prolonging piglets' transition

to a new homeostatic state, with detrimental consequences that might last throughout their entire lifecycle (Cao et al., 2018; Wyns et al., 2015).

Traditional approaches to support weaning transition in piglets, like the employment of antibiotics or pharmacological doses of zinc oxide, are no longer sustainable because of the risks related to environmental pollution and the spread of antimicrobial resistance (Bonetti et al., 2021).

Novel cutting-edge tools come directly from plants: botanicals are bioactive compounds commonly found in nature that hold a remarkable anti-inflammatory action, which translates into the maintenance of a higher epithelial integrity, while also mitigating bacterial-related damages at the intestinal level (Bonetti et al., 2023; Toschi et al., 2020).

Thus, the aim of the present study was to evaluate the protective effect of a microencapsulated blend of botanicals supplemented in the diet of weaning piglets artificially challenged with *E. coli* LPS.

Materials and Methods

A total of 72 weaning piglets (24 days of age, 7.6 kg of body weight) were divided in pens (3 pigs/pen) and assigned to 3 dietary groups (8 pens/group):

1) negative control (CON), fed a basal diet, not challenged;
2) positive control (POS), fed a basal diet, challenged;
3) treated group (AP), fed a basal diet supplemented with a microencapsulated blend of botanicals at 1.5 kg/MT, challenged.

Rations consisted of not-medicated commercial-type diets compounded according to NRC guidelines and fed as mash ad libitum for 28 days.

The challenge consisted of two intraperitoneal injections with E. coli O55:B5 LPS (30 µg/kg of body weight) at day 15 and day 17. The study lasted 28 days and at the end pigs were sacrificed to collect intestinal samples (jejunum) for morphometry analysis (villi height, villi width, crypts depth, villi:crypts ratio) and gene expression analysis for some inflammation and intestinal integrity markers. For growth performance, feed intake was recorded per pen while live weight were recorded individually per pig at day 0, 15, 21 e 28. Data were analysed with ANOVA followed by Tukey test (Graph Pad Prism 9; GraphPad Software, Inc., San Diego, CA). Differences were considered significant at $P < 0.05$ and trends for $0.05 < P \leq 0.10$

Results

Growth performance data are reported in Table 1. In the period 0-15 days, before the infection with LPS, any relevant difference in growth performance parameters was observed. In the first days after the infection (days 15-21), the challenge did have a negative impact on growth performance for POS group compared to CON group, as highlighted by lower average daily gain (-188 g/day), higher FCR (+0.36 points) and lower body weight (-2.2 kg) at day 21 ($P<0.05$). At the same time, AP group, despite the same challenge, showed already better performance, with values for average daily gain, body weight and FCR intermediate between CON group and POS group ($P<0.05$). Overall (days 0-28), in AP group daily gain and final BW tended to be improved compared to POS group and closer to CON group ($P=0.09$) while FCR was numerically improved.

In Table 2 are presented results about intestinal morphometry and gene expression from jejunum samples collected at the end of the study. The challenge showed a negative effect on jejunum morphology with deeper crypts and reduced villi:crypts ratio in POS group compared to CON group, while the treatment with AP completely prevented the damage showing values comparable to CON

group (P=0.001). Gene expression of some markers of intestinal integrity (ZO1, Claudin1, Occludin) was generally reduced in POS group and restored in AP group to CON levels. In parallel, some inflammatory cytokines (TNFa, IL6, IL8) were significantly increased in POS group and partially reduced by AP treatment.

Table 1. Growth performance

		CON	POS	AP	SE	P value
Start	D0 BW (kg)	7.7	7.8	7.4	0.4	0.68
	D15 BW (kg)	14.1	13.6	14.0	0.4	0.49
Before challenge	ADG (g/pig/day)	519	457	491	27	0.32
Day 0-15	ADFI (g/pig/day)	550	530	545	19	0.73
	FCR	1.14	1.16	1.13	0.03	0.70
	D21 BW (kg)	18.8[a]	16.6[b]	17.5[ab]	0.5	0.03
After challenge	ADG (g/pig/day)	676[a]	488[b]	571[ab]	46	0.04
Day 15-21	ADFI (g/pig/day)	736	776	758	64	0.92
	FCR	1.24[a]	1.60[b]	1.39[ab]	0.09	0.04
Last week	ADG (g/pig/day)	699	679	768	32	0.07
Day 21-28	ADFI (g/pig/day)	1014	1081	1222	86	0.28
	FCR	1.38	1.40	1.37	0.05	0.94
	D28 BW (kg)	23.7	21.2	23.1	0.8	0.09
Overall	ADG (g/pig/day)	617	521	593	30	0.09
Day 0-28	ADFI (g/pig/day)	656	657	670	42	0.96
	FCR	1.21	1.32	1.23	0.04	0.18

BW = body weight gain; ADG = average daily gain; ADFI = average daily feed intake; FCR = feed conversion ratio [a,b] Within a row, different superscripts indicate statistically significant differences (P<0.05).

Table 2. Intestinal morphometry and gene expression

	CON	POS	AP	SE	P value
Villi Height (VH, µm)	518.9	471.3	528.3	18.9	0.11
Villi Width (µm)	130.8	131.2	136.2	4.9	0.69
Crypt Depth (CD, µm)	271.3[a]	307.6[b]	255.3[a]	8.5	0.001
VH:CD ratio	1.92[a]	1.56[b]	2.08[a]	0.05	0.001
mRNA level					
Zonula occludens-1	1.01	0.85	1.01	0.06	0.18
Occludin	1.01	0.73	0.87	0.07	0.16
Claudin-1	1.01[a]	0.37[b]	1.07[a]	0.07	0.007
TNFa	1.02[a]	1.53[b]	1.19[ab]	0.10	0.01
IL6	1.01[a]	1.48[b]	1.19[ab]	0.15	0.04
IL8	1.01	1.28	0.92	0.09	0.13

TNFa = Tumor Necrosis Factor alpha; IL6 = Interleukin 6; IL8 = Interleukin 8.

[a,b] Within a row, different superscripts indicate statistically significant differences (P<0.05).

Discussion

Inflammation is a physiological state that is developed by animals to fight stress (Broom & Kogut, 2018). The dramatic changes that pigs face at weaning represent the main driving force that upregulates this condition, together with eventual pathogenic infections that may take advantage of the delicate phase (Pié et al., 2004). This leads to the redirection of energy from growth pathways to the inflammatory response, with significant impairment in performance parameters, with lifelong effects and noteworthy costs for farmers (Guevara et al., 2022).

The intraperitoneal E. coli LPS challenge model used in this study successfully recreated a condition of transient stress in weaning piglets, as highlighted by the deterioration of several growth indicators in the week immediately after the challenge. The reduction in BW and ADG and the increase in FCR, all indicate the diversion of energy to pathways related to stress adaptation. Similar detrimental trends by LPS in POS group were also evident in the overall duration of the study.

The addition of the microencapsulated blend of botanicals in the feed allowed the slow release of the bioactive elements throughout the intestinal tract as previously demonstrated with the same technology (Piva et al., 2007). These molecules, protected by unwanted gastric modifications, were able to significantly help piglets to face inflammatory stress. Indeed, the supplementation significantly improved BW, ADG, and FCR immediately after the challenge and in the overall period, leading to performance rates closer to control.

One of the main targets of inflammation is the gastrointestinal tract (Pié et al., 2004): several studies demonstrated that cytokines synthesized as a response to stress significantly damage gut integrity (Capaldo & Nusrat, 2009), thus favoring the passage of unwanted compounds and harmful bacteria, that further impair the delicate framework and might have long-lasting consequences (Groschwitz & Hogan, 2009). As showed in our model, the E. coli LPS challenge upregulated jejunal TNFa and IL6, two of the main factors that stimulate the maintenance of the inflammatory response. Moreover, their expression worsened intestinal VH:CD and the levels of several tight-junction proteins that strictly control the intestinal barrier, confirming the deleterious effects of inflammation on gut morphology and function.

The supplementation of a mixture of botanicals at the nutritional level allowed these compounds to be directly absorbed by the intestinal mucosa, where they produced a marked anti-inflammatory effect. The botanical bioactives significantly reduced TNFa and IL6 expression, thus avoiding their negative effect on tight-junctions' assembly and localization. The protection of Zonula Occludens 1, Occludin and Claudin-1 expression is of pivotal importance to maintain intestinal morphology and to avoid the passage of pathogenic bacteria and other dangerous factors.

The ability of botanicals to modulate inflammation is due to their close interaction with many transcription determinants – like NF-kB – that are responsible for the triggering of cytokine synthesis (Rossi et al., 2020). Since this response requires energy, piglets supplemented with the product could avoid energy consumption for inflammation-related products, thus maintaining higher performance parameters. Furthermore, botanicals support the activation of other pathways – like Nrf2 – that allow an efficient control of eventual reactive oxygen species that actively promote inflammation inside cells (Wardyn et al., 2015).

Conclusion

To conclude, this study showed that the artificial challenge with E. coli LPS used in this trial can induce a reduction in the growth performance and a damage at the intestinal level of weaning piglets, very commonly associated with post-weaning stress.

In this model, the microencapsulated blend of botanicals used in this study was effective to prevent the loss of growth performance, improve the intestinal morphology and reduce intestinal inflammation.

References

Bonetti, A., Piva, A., & Grilli, E. (2023). Botanicals as a zinc oxide alternative to protect intestinal cells from an Escherichia coli F4 infection in vitro by modulation of enterocyte inflammatory response and bacterial virulence. Frontiers in Veterinary Science, 10(3), 642.

Bonetti, A., Tugnoli, B., Piva, A., & Grilli, E. (2021). Towards zero zinc oxide: Feeding strategies to manage post-weaning diarrhea in piglets. Animals, 11(3), 1–24.

Broom, L. J., & Kogut, M. H. (2018). Inflammation: Friend or foe for animal production? Poultry Science, 97(2), 510–514.

Cao, S., Zhang, Q., Wang, C. C., Wu, H., Jiao, L., Hong, Q., & Hu, C. (2018). LPS challenge increased intestinal permeability, disrupted mitochondrial function and triggered mitophagy of piglets. Innate Immunity, 24(4), 221–230.

Capaldo, C. T., & Nusrat, A. (2009). Cytokine regulation of tight junctions. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes, 1788(4), 864–871.

Groschwitz, K. R., & Hogan, S. P. (2009). Intestinal barrier function: Molecular regulation and disease pathogenesis. In Journal of Allergy and Clinical Immunology (Vol. 124, Issue 1, pp. 3–20).

Guevara, R. D., Pastor, J. J., Manteca, X., Tedo, G., & Llonch, P. (2022). Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs. In PLoS ONE (Vol. 17, Issue 5 May). Public Library of Science.

Moeser, A. J., Klok, C. Vander, Ryan, K. A., Wooten, J. G., Little, D., Cook, V. L., & Blikslager, A. T. (2007). Stress signaling pathways activated by weaning mediate intestinal dysfunction in the pig. American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology, 292(1), 173–181.

Moeser, A. J., Pohl, C. S., & Rajput, M. (2017). Weaning stress and gastrointestinal barrier development: Implications for lifelong gut health in pigs. Animal Nutrition, 3(4), 313–321.

Pié, S., Lallès, J. P., Blazy, F., Laffitte, J., Sève, B., & Oswald, I. P. (2004). Weaning Is Associated with an Upregulation of Expression of Inflammatory Cytokines in the Intestine of Piglets. The Journal of Nutrition, 134(3), 641–647. https://doi.org/10.1093/jn/134.3.641

Piva A., Pizzamiglio V., Morlacchini M., Tedeschi M., Piva G. 2007. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. J. Anim. Sci. 85: 486-493.

Rhouma, M., Fairbrother, J. M., Beaudry, F., & Letellier, A. (2017). Post weaning diarrhea in pigs: Risk factors and non-colistinbased control strategies. In Acta Veterinaria Scandinavica (Vol. 59, Issue 31, pp. 1–19). BioMed Central Ltd.

Rossi, B., Toschi, A., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Single components of botanicals and nature-identical compounds as a nonantibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. Nutrition Research Reviews, 10, 1– 17.

Toschi, A., Rossi, B., Tugnoli, B., Piva, A., & Grilli, E. (2020). Nature-identical compounds and organic acids ameliorate and prevent the damages induced by an inflammatory challenge in caco-2 cell culture. Molecules, 25(18).

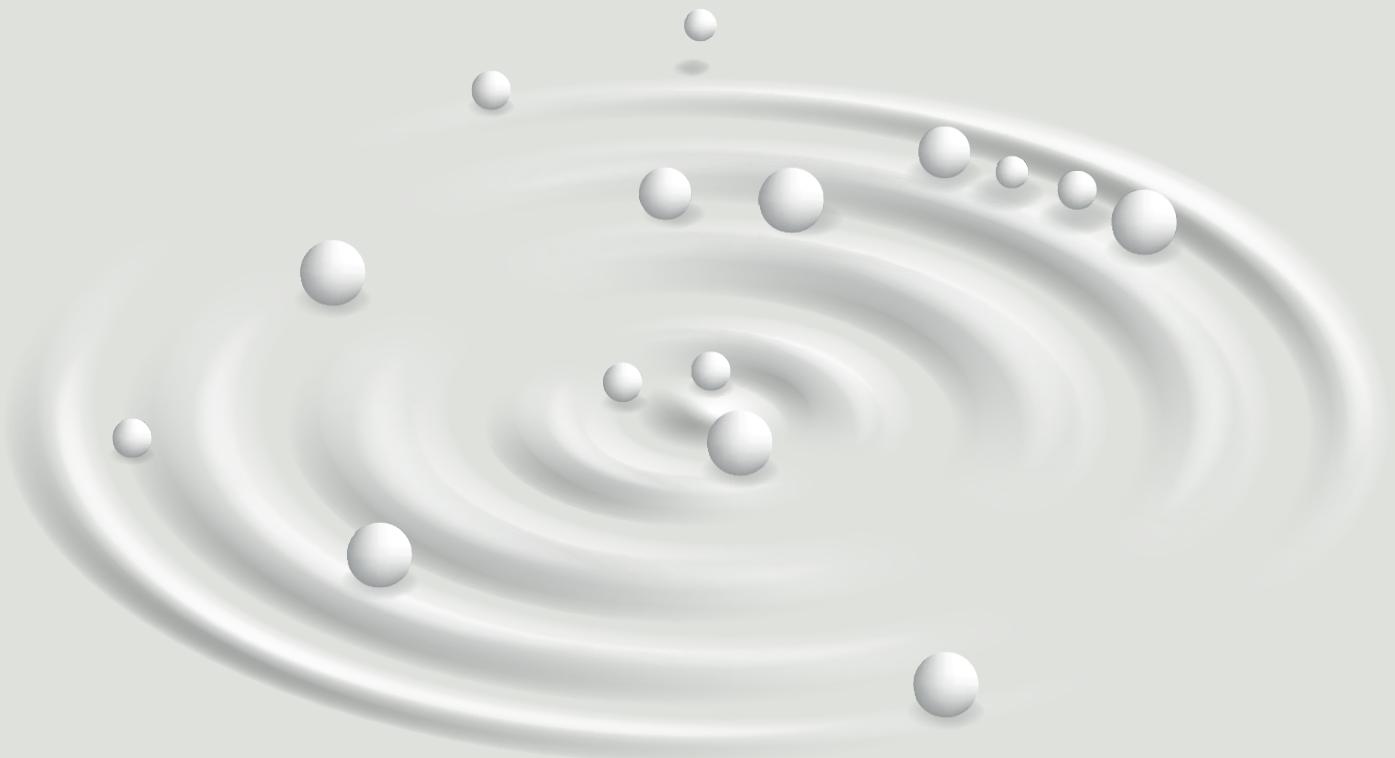
Wardyn, J. D., Ponsford, A. H., & Sanderson, C. M. (2015). Dissecting molecular cross-talk between Nrf2 and NF-κB response pathways. Biochemical Society Transactions, 43, 621–626.

Wyns, H., Plessers, E., De Backer, P., Meyer, E., & Croubels, S. (2015). In vivo porcine lipopolysaccharide inflammation models to study immunomodulation of drugs. Veterinary Immunology and Immunopathology, 166(3–4), 58–69.

Corresponding author

Benedetta Tugnoli Vetagro .p.A.
Via Porro 2, 42124 Reggio Emilia (Italy)
E-mail: benedetta.tugnoli@vetagro.co

VETAGRO MICROENCAPSULATION: EXACTLY WHERE NEEDED.



→ *find out more about*
how the power of botanicals restores gut integrity and resistance to *E. coli*

vetagro.com

VETAGRO®
LIKE NO ONE ELSE®

Removing inorganic phosphates from piglets' diet with the application of recently developed phytase

Saad Gilani[1], Deepak Velayudhan[1], Ina Hense[2], Yueming Dersjant-Li[1]

[1] Danisco Animal Nutrition & Health (IFF), Willem Einthovenstraat 4, 2342 BH Oegstgeest, The Netherlands

[2] Biochem Zusatzstoffe Handels- u. Produktionsgesellschaft mbH, Küstermeyerstr. 16, 49393 Lohne, Germany

Introduction

Phosphorus is required for bone development as well as other biological functions in animals. Animal requirements are usually met by the organic phosphorus coming from various ingredients and in-organic phosphorus coming from mono-calcium phosphate (MCP), di-calcium phosphate (DCP) and mono-di calcium phosphate (MDCP). Phosphorus in cereals, their byproducts, proteinaceous ingredients, and their byproducts is mainly not freely available and bound as phytate phosphorus. Phytate content varies a lot between all ingredients and can be measured. If phytate is broken down efficiently and quickly in the upper gastro-intestinal tract it can liberate phosphorus which can ultimately be utilized by the animal. This in turn reduces the reliance on in-organic phosphate sources [1]. In-organic phosphates like MCP, DCP and MDCP are limited resources and expensive to add in animal feed especially considering recent price hikes in raw materials for animal production [2]. Phytase enzymes have been utilized in animal nutrition since nineties. Principally, phytase break down phytate liberating phosphorus and reduces the risk of binding other minerals and amino acids with the phytate. Many commercial phytases have been developed and they have been compared in many in-vivo studies for pigs and poultry as reviewed [1]. Previously it has demonstrated a rapid and complete phytate breakdown in the early GIT improves digestibility of amino acids, phosphorus, energy and reducing phosphorus excretion in pigs[3]. Another study has also shown that inorganic phosphorus can be removed from the diets of growing pigs[4]. However, there are limited research in reducing or removing inorganic phosphate from the young piglets diets. One of the reasons is that existing phytases didn't have the capabilities of breaking down phytate efficiently and liberating more phosphorus from phytate. Recently developed novel consensus bacterial 6-phytase variant has shown its high activity even at pH 1.5 (with a range of 1.5-4.5 pH) which is often found in stomach [5]. In another study, novel consensus bacterial 6-phytase variant has demonstrated that it can remove inorganic phosphate from pigs aged 23 kg onwards [6]. This study was designed to test whether inorganic phosphate can be removed from the pigs at younger age (weighing 9 kgs till 31 kgs) together with application of energy, dig AA matrix.

Materials and Methods

Crossbred pigs (Pietrain x (large white x landrace) were selected for this experiment with total 72 pigs as three treatments, 12 replicates per treatment and two pigs per pen (mixed sex). Initial body weight of piglets was around 9 kg and experiment continued till body weight of 31 kg (42 days of experiment). Prior to starting the experiments, all piglets (after weaning) were fed same pre-starter diet for 14 days as an adaptation time. Diets were in general wheat and corn mixed type of cereal with soybean meal. Positive control (PC) diet was prepared as nutrients meeting the pig's requirement but not exceeding

(without any phytase and MCP as main source of phosphorus supply). Titanium dioxide was included in all diets as an inert marker. Calculated phytate phosphorus content in PC was 0.29 %. Negative control (NC) diet was prepared with no MCP and a nutrient reduction of 33 Kcal/kg net energy (NE), 0.17 % total calcium (Ca), 0,16 % digestible phosphorus (dig P, inorganic P free), 0,02% digestible lysine (dig Lys) and 0,01 % digestible methionine (dig Met). Final treatment had novel consensus bacterial 6-phytase variant (Axtra® PHY GOLD) at a dose of 1500 FTU/kg included to NC. Major inclusion of ingredients and nutrients are shown in table 1. Bodyweight and feed intake were measured on day 14, 28 and 42 for the calculation of performance parameters. On day 42, fecal samples from 8 piglets per treatment were collected to determine apparent digestibility and bone samples were collected for analysis on bone characteristics. Results were analyzed using JMP statistical program and significance level was determined as $p < 0.05$. Values with different superscripts showed significant differences between treatments.

Table 1: Major ingredients and nutrients of diets

Ingredients (kg /ton)	Positive control (PC)	Negative control (NC)
Wheat	275	275
Corn	275	289
Soybean meal 48%	195	143
Rapeseed meal	60.8	100
Sunflower meal	35.0	49.1
Fats and oil	26.8	20.0
Mono calcium phosphate	8.10	0.00
Novel consensus bacterial-6 phytase variant	-	- / 1500 FTU
Nutrients		
Net energy (Kcal/kg)	2400	2367
Crude protein (%)	19.5	19.2
Total calcium (%)	0.75	0.60
Total phosphorus (%)	0.62	0.46
Phytate phosphorus (%)	0.29	0.31
Digestible phosphorus (%)	0.29	0.13
Digestible lysine (%)	1.23	1.21
Digestible methionine (%)	0.37	0.36
Analyzed calcium (%)	0.86	0.69
Analyzed phosphorus (%)	0.68	0.51

Results and discussions

The detail of diets for PC, NC and NC+phytase have been shown in Table 1 showing MCP was completely removed in NC. Table 2 confirms that performance for NC was significantly reduced compared to PC. This also suggests that nutrient down specs were impacting body weight (BW), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR). Addition of novel consensus bacterial 6 phytase variant recovered BW, FI and FCR compared to PC ($p > 0.05$) and significantly improved compared to NC ($p < 0.05$). This suggests that recently developed phytase is capable of breaking down phytate efficiently to release the calculated digestible phosphorus of 0.16%. In this trial the actual release of digestible phosphorus was 0.21% (calculated from the phosphorus digestibility and difference between phytase treatment and negative control). Phosphorus down spec was over-compensated by phytase addition and resulted in a significantly higher digestible phosphorus compared to PC. Similarly, digestible calcium was significantly increased compared to NC and recovered to the PC level. Bone breaking strength at day 42 was significantly improved by phytase supplementation and also higher than PC ($p < 0.05$). These results are in line with previous studies where removal of inorganic phosphates in older pigs decreased performance, but addition of novel consensus 6-phytase variant retrieved performances back to PC [6]. In another similar study pigs with body weight 12 kg onwards also showed similar results and in line with existing studies [7]. However, in this study piglets were even younger of body weight 9 kg approximately. Extra phosphoric activities of phytases are well documented. In this study, in addition to minerals (Ca and dig P) matrix application, a reduction of energy and amino acids were also applied in NC. Phytase addition retrieving performance back to PC suggesting that digestibility of energy and amino acids were also improved. This has been studied and proven in other studies where same novel consensus bacterial-6 phytase variant was applied in pigs as in this study [8,9]. Finally, feed cost in euro/kg live weight gain was significantly reduced in NC + phytase and improved compared to NC as well as PC ($P < 0.05$).

Table 2: Performance results of various treatments

	Positive control	Negative control	NC + Phytase
Initial body weight (kg / pig, day 1)	9.80	9.73	9.77
Final body weight (kg / pig, day 42)	30.7 [a]	24.4 [b]	30.7 [a]
Average daily weight gain (g / day / pig)	498 [a]	348 [b]	500 [a]
Average daily feed intake (g / day / pig)	707 [a]	597 [b]	705 [a]
FCR	1.42 [b]	1.71 [a]	1.41 [b]
Feed cost euros /kg live weight gain	0.617 [b]	0.700 [a]	0.573 [c]
Apparent total tract phosphorus digestibility (%)	45.2 [b]	32.2 [c]	71.6 [a]
Digestible phosphorus (%)	0.31 [b]	0.16 [c]	0.37 [a]
Apparent total tract calcium digestibility (%)	55.9 [b]	56.7 [b]	70.9 [a]
Digestible calcium (%)	0.48 [a]	0.39 [b]	0.49 [a]

Table 3: Bone characteristics (~ 31 kg, d42)

	Positive control	Negative control	NC + Phytase
Bone breaking strength (N)	293 [b]	140 [c]	365 [a]
Bone ash (%)	15.8 [a]	10.7 [b]	17.0 [a]

Conclusions

Novel consensus bacterial-6 phytase variant at a dose of 1500 FTU/kg was able to remove inorganic phosphates from the diet of pigs as early as body weight of 9 kg, if enough substrate (phytate phosphorus) is available. Additionally, addition of phytase was able to reduce net energy, digestible AA, total calcium of the diets and maintained body weight, feed intake and FCR performance compared to positive control. This has an implication towards reduced feed cost as shown in this trial as well reducing the need of relying on limited resources of inorganic phosphates.

References

1. Dersjant-Li Y, Awati A, Schulze H, Partridge G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. J Sci Food Agric 2015;95:878-96. https://doi.org/10.1002/ jsfa.6998
2. https://www.feedinfo.com/home/prices/feed-additives-europe/feed-phosphates/
3. Yueming Dersjant-Li , Georg Dusel, Increasing the dosing of a Buttiauxella phytase improves phytate degradation, mineral, energy, and amino acid digestibility in weaned pigs fed a complex diet based on wheat, corn, soybean meal, barley, and rapeseed meal, Journal of Animal Science, Volume 97, Issue 6, June 2019, Pages 2524–2533, https://doi.org/10.1093/jas/skz151
4. Dersjant-Li Y, et al., Productive performance of commercial growing and finishing pigs supplemented with a Buttiauxella phytase as a total replacement of inorganic phosphate, Animal Nutrition (2018), https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.02.002
5. Christensen Trine *, Dersjant-Li Yueming , Sewalt Vincent , Mejldal Rie , Haaning Svend , Pricelius Sina , Nikolaev Igor , Sorg A. Robin and de Kreij Arno , In Vitro Characterization of a Novel Consensus Bacterial 6-Phytase and One of its Variants, Current Biochemical Engineering (Discontinued) 2020; 6(3) . https://dx.doi.org/10.2174/2212711906999201020201710
6. D E Velayudhan, M. Gracia.,. Casabuena Rincón, L. Marchal, and Y. Dersjant-Li. Effect of a novel consensus bacterial 6-phytase variant in grower pigs fed corn-soybean meal-based diets formulated with a full nutrient matrix and no added inorganic phosphorus, Journal of Animal Science, Volume 99, Issue 7, July 2021, skab176, https://doi.org/10.1093/jas/skab176
7. Deepak E Velayudhan, Arun Kumar, Leon Marchal, and Yuemig Dersjant-Li. Effect of limestone solubility on mineral digestibility and bone ash in nursery pigs fed diets containing graded level of inorganic phosphorus or increasing dose of a novel consensus bacterial 6-phytase variant, Journal of Animal Science, Volume 100, Issue 6, June 2022, skac179, https://doi.org/10.1093/jas/skac179
8. Espinosa, C. D., M. S. F. Oliveira, D. E. Velayudhan, Y. Dersjant-Li, and H. H. Stein. 2021. Influence of a novel consensus bacterial 6-phytase variant on mineral digestibility and bone ash in young growing pigs fed diets with different concentrations of phytate-bound phosphorus. J. Anim. Sci. 99:1–12. doi:10.1093/jas/skab211.
9. Charmaine D Espinosa, Maryane S. F. Oliveira, Deepak E. Velayudhan, Yueming Dersjant-Li, and Hans H. Stein. Ileal and total tract digestibility of energy and nutrients in pig diets supplemented with a novel consensus bacterial 6-phytase variant, Journal of Animal Science, Volume 100, Issue 12, December 2022, skac364, https://doi.org/10.1093/jas/skac364

Author address

Saad Gilani
Danisco Animal Nutrition (IFF)
Willem Einthovenstraat 4
2342 BH Oegstgeest, The Netherlands
E-Mail: Saad.Gilani@iff.com

Wie viel Milch muss ein Kalb trinken um zu wachsen? – vorläufige Daten

Anton Maria Vorndran[1], Julia Steinhoff-Wagner[1,2]

[1] Technische Universität München

[2] HEF World Agricultural Systems Center

Der frühe Ernährungsstatus eines Kalbes spielt eine wichtige Rolle für die spätere Lebensleistung als Milchkuh, insbesondere während der Zeit vor dem Absetzen (Soberon und van Amburgh 2013) . In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass die Wachstumsraten von Kälbern, die mit Milch oder Milchaustauscher (MR) mit hoher Milchmenge (>10 % des täglichen Körpergewichts) oder ad libitum gefüttert wurden, deutlich über denen von restriktiv gehaltenen Kälbern (10 % des täglichen Körpergewichts) lagen ((Kühne et al. 2000; Hammon et al. 2002; Schäff et al. 2016; Wenge et al. 2014; Passillé et al. 2011; Braun et al. 2022; Drackley 2008). Wenn Kälber ad libitum Zugang zur Milchtränke haben, nehmen sie täglich etwa 20 % ihres Körpergewichts an Milch auf (Jasper und Weary 2002) und haben damit auch eine höhere Wahrscheinlichkeit, in den ersten Lebenswochen eine signifikante Gewichtszunahme zu erzielen. Studien, die Besuche an Milchautomaten untersuchten, dokumentierten zudem, dass restriktiv gefütterte Kälber im Vergleich zu Kälbern, die eine höhere Milchmenge erhalten, häufiger erfolglos einen Milchautomaten aufsuchen (Rosenberger et al. 2017; Passillé et al. 2011), was ebenfalls darauf hindeutet, dass eine Futterrestriktion einen negativen Einfluss auf das Wohlbefinden der Kälber haben kann. Da Gewichtsverluste in Kälberaufzuchtsystemen aus Tierschutz- und wirtschaftlichen Gründen generell vermieden werden sollten, wollten wir anhand von Versuchsdaten aus der ersten Lebenswoche berechnen, wie viel Milch ein Kalb aufnehmen muss, um nicht an Gewicht zu verlieren.

Ziel dieser Studie war es, die Beziehung zwischen der relativen Körpergewichtsentwicklung von Kälbern nach einer Fütterung, der aufgenommenen Milchmenge und der Zeit zwischen den Fütterungen zu ermitteln, um die Gewichtsentwicklung vorherzusagen.

Material und Methoden

Zehn Kälber der Rasse Braunvieh (9 x Braunvieh, 1x Braunvieh x Holstein) wurden direkt nach der Geburt vom Muttertier getrennt und sieben Tage lang separat in Kälberboxen unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen für die Tierhaltung einzeln untergebracht. Die Kälberboxen befanden sich auf Tierwaagen, die ein Datenerfassungsintervall von 10 Sekunden gewährleisteten. So konnten hochauflösende Datensätze über die Gewichtsentwicklung der Kälber in der ersten Lebenswoche generiert werden. Jedes Kalb wurde von der Geburt bis zum 7. Versuchstag zweimal täglich (7:00 Uhr und 17:00 Uhr) mit Kolostrum/Transitmilch der Muttertiere gefüttert. Nach der Kolostrum Fütterung mit handgehaltenen Kälberflaschen wurde mit Nuckel Eimern gefüttert. Die Fütterung wurde beendet, wenn die Tiere mindestens eine Minute lang keine Saugintention mehr zeigten. Die gefütterte Milchmenge wurde anhand der Gewichtsdifferenz von angebotener Milch und nicht konsumierten Milchresten bestimmt. Die Milch wurde direkt nach dem Melken des Muttertieres gefüttert, so dass eine Temperatur von > 30°C der aufgenommenen Milch gewährleistet werden konnte. Die Urinsammlung erfolgte kontinuierlich über eine Urinwanne unter der Kälberbox, die in einen Kanister mit 10 ml verdünnter Schwefelsäure ablief. Die Menge des ausgeschiedenen Urins und der aufgenommenen Milch wurde

zweimal täglich gewogen und dokumentiert. Bei jeder Fütterung wurden 250 ml Milch- und Urinproben entnommen. Die Kälber erhielten während des Versuchs weder Heu noch Kraftfutter oder Wasser, so dass die Gewichtszunahme nur durch den Verzehr von Milch und die vernachlässigbare Aufnahme von Stroheinstreu erreicht werden konnte.

Die Gewichtsdaten wurden in Excel verarbeitet und die statistische Analyse wurde in SigmaPlot 15.0 durchgeführt. Das Gewicht der nüchternen Kälber wurde anhand des Durchschnittsgewichts der letzten halben Stunde vor dem nächsten Fütterungsereignis bestimmt. Dieses markiert den niedrigsten Mittelwert des Körpergewichts zwischen zwei Fütterungsereignissen. Der Wachstumskoeffizient als Reaktion auf ein Fütterungsereignis wurde bestimmt, indem das fortlaufend beobachtete nüchterne Körpergewicht durch das zuletzt beobachtete nüchterne Körpergewicht vor dem letzten Fütterungsereignis geteilt wurde.

$$Wachstumskoeffizient = \frac{folgendes\ nüchternes\ Körpergewicht\ kg}{letztes\ nüchternes\ Körpergewicht\ kg}$$

Ergebnisse

Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik sind in Tabelle 1 zu sehen. Das anfängliche Körpergewicht der Kälber (n=10) lag im Durchschnitt bei 45.55 kg ± 5.77 kg. Das durchschnittliche Gewicht nach der ersten Lebenswoche lag bei 54.72 kg ± 6.19 kg. Die Kälber tendierten dazu, in der ersten Woche große Mengen Milch zu verzehren, im Durchschnitt 57 kg bei 14 Fütterungen. Alle Kälber wuchsen während des Beobachtungszeitraums außerordentlich gut, wenn sie mit Kolostrum und Transitmilch ihrer Mütter gefüttert wurden, mit durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen zwischen 1.01 kg und 1.74 kg.

Tabelle 1: Ergebnistabelle für die erste Lebenswoche

Kalbnr.	Sex	Geburts-Gewicht (BW0), kg	Gewicht Tag 7 (BW7), kg	Konsumierte Milch, kg	Konsumierte Milch relativ zu BW0, %	BW7 relativ zu BW0, %	Gewichts-zuwachs, kg	Tägliche Zunahme, kg
57	2	49.65	59.40	64.44	129.8	119.6	9.75	1.392
64	1	47.2	59.10	71.00	150.4	125.2	11.90	1.700
65	1	49.0	61.20	69.14	141.1	124.9	12.20	1.743
66	2	34.1	43.14	53.52	157.0	126.5	9.04	1.291
67	2	40.6	47.69	52.01	128.1	117.5	7.09	1.013
70	2	47.8	57.16	55.66	116.4	119.6	9.36	1.337
75	1	47.5	54.60	49.48	104.2	114.9	7.10	1.014
78	1	45.4	52.90	50.92	112.2	116.5	7.50	1.071
79	1	39.0	48.80	52.54	134.7	125.1	9.80	1.400
81	1	55.3	63.20	57.80	104.5	114.3	7.90	1.129

*Sex 1 = männlich, Sex 2 = weiblich

Insgesamt wurden 140 Datenpunkte des Wachstumskoeffizienten vor der Fütterung von 10 Kälbern in einer linearen Regressionsanalyse gegen die jeweils vorher aufgenommene Milchmenge in % Körpergewicht pro Minute der anschließenden Länge der postprandialen Phase aufgetragen. Dieser Zusammenhang wurde verwendet, um die Milchmenge zu ermitteln, die einem Kalb angeboten werden muss, um nicht unter 100 % des zuletzt erreichten Nüchterngewichts zu fallen. Die Ergebnisse inklusive

der Regressiongeraden sind in Abbildung 1 zu sehen. Das R^2 des Modells beträgt 0.534. Die Regression zeigt einen linearen Zusammenhang ($p<0.001$) des Einflusses des Milchkonsums auf die Entwicklung des Körpergewichts.

$$relatives\ Wachstum\ =\ 0.985\ +\ (256.452\ *Milch\ in\ \%\ nüchternem\ Körpergewicht\ pro\ Minute)$$

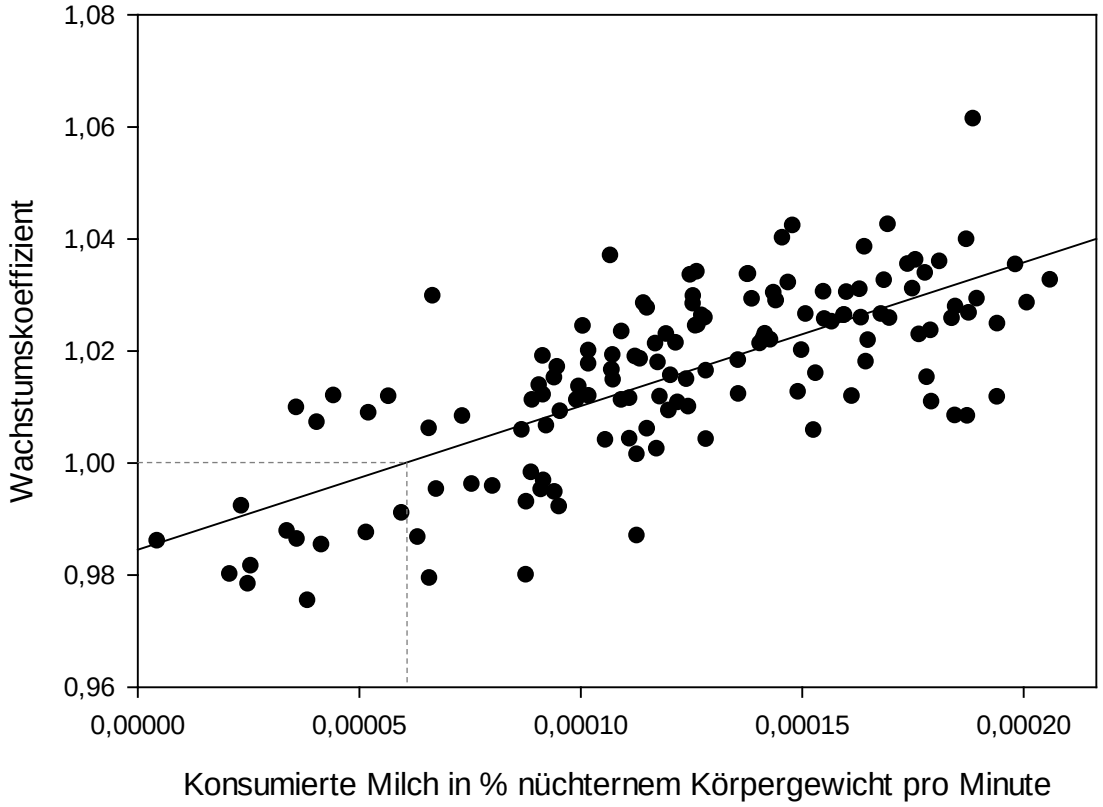


Abbildung 1: Lineare Regression des gemessenen Wachstums und der dafür konsumierten Milchmenge in % nüchternem Körpergewicht pro Minute

Diskussion

Im Allgemeinen führen höhere Milchmengen in % des Körpergewichts pro Minute zu einer höheren Körpergewichtszunahme zwischen den einzelnen Fütterungen. Viele Fütterungsversuche haben bereits gezeigt, dass höhere Milchmengen die rasche Zunahme des Körpergewichts begünstigen und zu einer höheren durchschnittlichen Tageszunahme in der Zeit vor dem Absetzen führen. Datenpunkte unter 1.00 auf der y-Achse (Abbildung 1) deuten auf einen beobachteten Gewichtsverlust zwischen zwei beobachteten Fütterungsereignissen hin, was größtenteils für Werte unter 0.0001 % Milch im Verhältnis zum Nüchterngewicht pro Minute, die dem Kalb angeboten wird, zutrifft. Allerdings sind auch im Modell einige Diskrepanzen zu erkennen, da die gleichen aufgenommenen Milchmengen in einigen Fällen zu einer Gewichtszunahme und in anderen zu einem Gewichtsverlust führten. Dies kann auf eine Über- oder Unterschätzung des Nüchterngewichts zurückzuführen sein, wenn Kälber innerhalb der letzten halben Stunde Urin ausschieden bzw. nicht ausgeschieden haben, da das Nüchterngewicht aus allen Gewichtsdatenpunkten gemittelt wurde, was zu unterschiedlichen Gewichtsergebnissen für die gleiche

aufgenommene Milchmenge führte. Die ausgeschiedene Menge Urin kann leicht 0.5-1 kg pro Ereignis ausmachen und daher das nüchterne Körpergewicht des Kalbes um ±2 % (Durchschnittsgewicht 45.55 kg) verändern.

Aufgenommene Milchmengen bis zu 0.0001% Milch bezogen auf das Nüchterngewicht pro Minute führten in den meisten Fällen zu Gewichtsverlusten bei den Kälbern. Rechnet man mit 0.0001% für Fütterungszeiten um 7.00 Uhr und 17.00 Uhr, so ergibt sich für die Tagesperiode (600 Minuten) eine Milchmenge von 6% bezogen auf das Nüchterngewicht und für die Nachtperiode (840 Minuten) eine Milchmenge von 8.4% bezogen auf das Nüchterngewicht, die zur Vermeidung von Gewichtsverlusten notwendig ist. Wenn man davon ausgeht, dass 0.00075% Milch im Verhältnis zum nüchternen Körpergewicht die Grenze zum Gewichtsverlust markieren, dann sind 4.5% (Tag) und 6.3% (Nacht) Milch im Verhältnis zum Körpergewicht notwendig, um einen Gewichtsverlust zu vermeiden. Bei den Kälbern in diesem Versuch würden also aufgenommene Milchmengen unter 10.8-14.4% des Körpergewichts innerhalb von 24 Stunden zu einem beobachteten Gewichtsverlust führen.

Da klimatische Bedingungen, Aktivität etc. eine wichtige Rolle für den Energiebedarf spielen (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021) und somit die beobachtete Gewichtsentwicklung beeinflussen, sollen diese in Zukunft ebenfalls in das Modell einbezogen werden, um das Wachstum noch konkreter vorhersagen zu können. Diese Berechnung könnte dann helfen, die gesunde Entwicklung der Kälber genauer vorherzusagen und Phasen des Gewichtsverlusts zu vermeiden, indem die Fütterungsregime anhand der Daten zur Gewichtsentwicklung, der Zeit zwischen den Fütterungen und der erforderlichen Milchmenge kritisch überprüft werden.

Zusammenfassung

Der vorgestellte Ansatz fasst vorläufige Rohdaten zusammen. Das R^2 von 0.534 deutet auf eine gewisse Anfälligkeit des Modells für eine korrekte Gewichtsvorhersage hin. Mit mehr Daten und einer Korrektur um z.B. Urinereignisse könnte das Modell jedoch in Zukunft noch robuster gestaltet werden und wertvolle Informationen zur Vermeidung von Gewichtsverlusten in der Kälberaufzucht liefern. Bereits die Mehrzahl der dokumentierten Daten zur Gewichtsentwicklung zeigt, dass restriktive Fütterungsregime mit weniger als 10 % Milch pro Tag im Verhältnis zum Körpergewicht des Kalbes zu Gewichtsverlusten führen, was darauf hindeutet, dass eine höhere Milchmenge für die frühe Körpergewichtsentwicklung günstig ist.

Literaturverzeichnis

Braun, Ueli; Kochan, Manon; Kaske, Martin; Gerspach, Christian; Bleul, Ulrich (2022): Sucking and drinking behaviour in preweaned dairy calves in the first five weeks of life. In: *BMC veterinary research* 18 (1), S. 175. DOI: 10.1186/s12917-022-03280-x.

Drackley, James K. (2008): Calf nutrition from birth to breeding. In: *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 24 (1), S. 55–86. DOI: 10.1016/j.cvfa.2008.01.001.

Hammon, H. M.; Schiessler, G.; Nussbaum, A.; Blum, J. W. (2002): Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. In: *Journal of Dairy Science* 85 (12), S. 3352–3362. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74423-8.

Jasper, J.; Weary, D. M. (2002): Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. In: *Journal of Dairy Science* 85 (11), S. 3054–3058. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9.

Kühne, S.; Hammon, H. M.; Bruckmaier, R. M.; Morel, C.; Zbinden, Y.; Blum, J. W. (2000): Growth performance, metabolic and endocrine traits, and absorptive capacity in neonatal calves fed either colostrum or milk replacer at two levels. In: *Journal of animal science* 78 (3), S. 609–620. DOI: 10.2527/2000.783609x.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021): Nutrient requirements of dairy cattle. Eighth revised edition. Washington, DC: National Academies Press.

Passillé, A. M. de; Borderas, T. F.; Rushen, J. (2011): Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. In: *Journal of Dairy Science* 94 (3), S. 1401–1408. DOI: 10.3168/jds.2010-3441.

Rosenberger, K.; Costa, J. H. C.; Neave, H. W.; Keyserlingk, M. A. G. von; Weary, D. M. (2017): The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. In: *Journal of Dairy Science* 100 (1), S. 504–512. DOI: 10.3168/jds.2016-11195.

Schäff, Christine T.; Gruse, Jeannine; Maciej, Josefine; Mielenz, Manfred; Wirthgen, Elisa; Hoeflich, Andreas et al. (2016): Effects of Feeding Milk Replacer Ad Libitum or in Restricted Amounts for the First Five Weeks of Life on the Growth, Metabolic Adaptation, and Immune Status of Newborn Calves. In: *PloS one* 11 (12), e0168974. DOI: 10.1371/journal.pone.0168974.

Soberon, F.; van Amburgh, M. E. (2013): Lactation Biology Symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: a meta-analysis of current data. In: *Journal of animal science* 91 (2), S. 706–712. DOI: 10.2527/jas.2012-5834.

Wenge, J.; Steinhöfel, I.; Heinrich, C.; Coenen, M.; Bachmann, L. (2014): Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets. In: *Livestock Science* 159, S. 133–140. DOI: 10.1016/j.livsci.2013.11.004.

Autorenanschrift:

Anton Maria Vorndran
anton.vorndran@tum.de

Prof. Dr. Julia Steinhoff-Wagner
Animal Nutrition and Metabolism
TUM School of Life Sciences
Technical University of Munich
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising-Weihenstephan
Germany
E-Mail: jsw@tum.de

ORFFA
EXCENTIALS

EXCENTIAL ALLIIN PLUS

Knoblauch und Zimt für einen gesünderen Magen-Darm-Trakt

SCAN THE QR CODE TO WATCH THE ALLIIN PLUS VIDEO

Alliin Plus ist ein Tierfutterzusatz mit aktiven Bestandteilen aus Knoblauch und Zimt. Sowohl Knoblauch als auch Zimt haben eine vielfältige positive Wirkung und unterstützen den Verdauungstrakt, indem sie die Mikroorganismenpopulation im Darm beeinflussen. Daher kann Alliin Plus im Rahmen einer Alternativstrategie zur Senkung des Antibiotikaeinsatzes verwendet werden. Ein gesünderer Magen-Darm-Trakt führt zu einer verbesserten Leistung der Tiere.

KNOBLAUCH UND ZIMT

Aus der Literatur weiß man, dass Knoblauch hochwirksam in der Unterstützung der Darmgesundheit und der Bekämpfung negativer Effekte von Krankheitserregern wie z.B. E. coli, Salmonellen, Klostridien und Kryptosporidien ist. Zimt ist dafür bekannt, dass er die Produktion von Verdauungssäften unterstützt und sich so positiv auf die Verdauung auswirkt. Auch Zimt ist hoch wirksam gegen E. coli, Staphylokokken, Salmonellen und Klostridien.

Die Kombination aus Zimt und Knoblauch zeigte in Praxisversuchen eine positive Wirkung auf die Gesundheit und die Leistung von Tieren, die an gesundheitlichen Problemen oder Infektionen litten, z. B. bei Kokzidiosen und Klostridien bei Broilern, APP bei Schweinen, Kryptosporidien bei Kälbern und Parasiten in Aquakulturen.

Einzigartige Verarbeitung von Knoblauch und Zimt unterstützt die Gesundheit und die Produktivität bei Tieren

Damit die aktiven Komponenten phytogener Produkte ihr ganzes Potenzial entfalten können, müssen sie an der richtigen Stelle im Tierkörper verfügbar sein. Werden die Inhaltsstoffe lediglich vermischt, können die Wirkstoffe evtl. bereits während der Herstellung freigesetzt werden. Das Herstellungsverfahren für Alliin Plus ist einzigartig und garantiert, dass die aktiven Wirkstoffe in hoher Konzentration für das Tier verfügbar sind.

Umfrage zur Eignung von Mekonium als Indikator für eine ausreichende Kolostrumaufnahme

Isabella Riedl[1], Anton M. Vorndran[1], Julia Steinhoff-Wagner[1,2]

[1] Technische Universität München, TUM School of Life Sciences, Professur für Tierernährung und Metabolismus

[2] TUM HEF World Agricultural Systems Centre

Gesunde Kälber bilden die Basis für Tierwohl, effiziente Arbeitswirtschaft, spätere Produktionseffizienz und sind damit die Grundlage, um im Milchkuhbetrieb ökonomisch wirtschaften zu können. Die Kälbergesundheit ist zu einem wesentlichen Anteil abhängig von der Kolostrumversorgung direkt nach der Geburt und der damit einhergehenden passiven Immunisierung der Tiere. Eine zeitnahe und mengenmäßig akzeptable Kolostrumgabe nach der Geburt ist entscheidend dafür, dass möglichst viele Immunglobuline die noch geöffnete Darmschranke passieren können (Schneichel, 2016). In der landwirtschaftlichen Praxis wird hierbei eine Mindestmenge an Kolostrum von drei bis vier Litern innerhalb der ersten vier Stunden nach der Geburt für normal-gewichtige Kälber empfohlen (Kunz et al., 2021). Eine Kontrollmöglichkeit der aufgenommenen Kolostrummenge und des Zeitpunktes ist bei muttergebundener Aufzucht, Mutterkuhhaltung oder bei unbeobachtet geborenen Kälbern oft nicht gegeben. Außer der aufwendig zu erfassenden Gewichtsdifferenz gibt es kaum geeignete nicht-invasive Tierschutz-Indikatoren in den ersten Lebenstagen, welche eine zuverlässige Aussage zum Erfolg der Erstversorgung des Kalbes mit Kolostrum zulassen. Der erste Kot des Kalbes, das sogenannte Mekonium könnte einen geeigneten Indikator darstellen, der auch in der Praxis beobachtet und dokumentiert werden könnte. Um in der landwirtschaftlichen Praxis den Indikator Mekoniumabgang etablieren und Aussagen über mögliche Einflussfaktoren auf den Mekoniumabgang bei Kälbern treffen zu können, müssen diese identifiziert und systematisch untersucht werden. Es gibt kaum Studien darüber, von welchen Faktoren der Mekonium-Abgangszeitpunkt beeinflusst wird und welcher Zeitraum als optimal bewertet werden kann. Ziel dieser Studie war es, mittels einer Umfrage zu den Erfahrungen von Landwirten und Landwirtinnen im Zusammenhang mit dem Mekoniumabgang erste Werte und Einflussfaktoren zu sammeln, die später in einer Studie untersucht werden können.

Material und Methoden

In einer Literaturrecherche zeigte sich, dass bislang keine Daten über den Mekoniumabgang bei Kälbern veröffentlicht wurden. Über den Mekoniumabgang bei Fohlen oder neugeborenen Säuglingen hingegen gibt es einige Studien, die unterschiedliche Faktoren identifizieren, welche den Zeitpunkt des Mekoniumabgangs sowohl verkürzen als auch verzögern. Die Ergebnisse der Literaturrecherche sind unabhängig von der Säugetierspezies in nachfolgender Abbildung 1 dargestellt. Die Basis bildet ein normaler Mekoniumabgang innerhalb eines 24h Zeitfensters nach der Geburt (Zentrum der Abbildung). Ausgehend von diesem Zeitraum wurden links davon mögliche Einflussfaktoren oder mit dem Zeitpunkt verbundene Beobachtungen dargestellt, welche mit einem verfrühten Mekoniumabgang bezogen auf die Geburt assoziiert sind. Rechts davon wurden Einflussfaktoren abgebildet, welche einen Mekoniumabgang nach der Geburt verzögern oder gleichzeitig mit der Verzögerung auftreten.

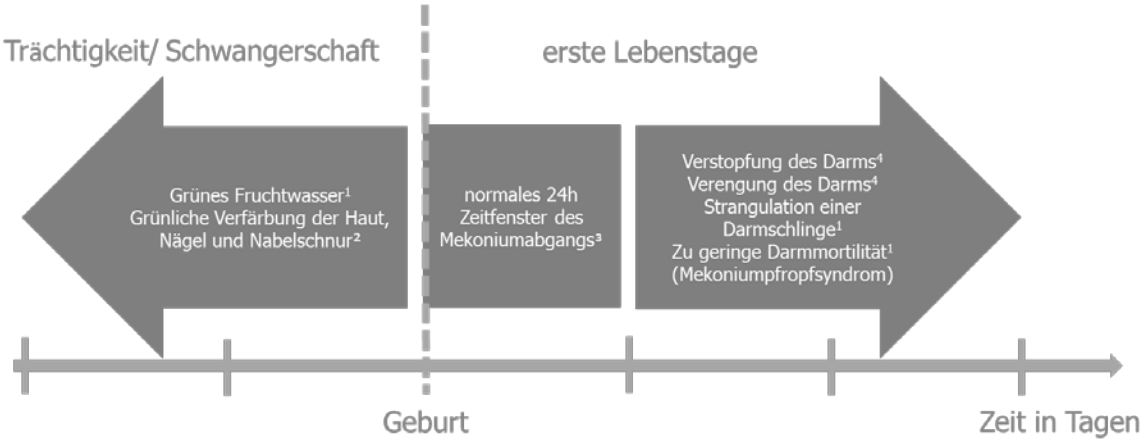


Abbildung 1: Grafische Darstellung der Einflussfaktoren auf den Mekoniumabgang bei Säuglingen aus der Literatur basierend auf Ameh & Ameh (2009)[3], Engelhardt et al., (2015)[3], Ennen, S. (2017)[4], Maier et al., (2017)[1]

Anhand dieser Ergebnisse zum Menschen und Fohlen wurde ein Fragebogen zur Kälbergesundheit, Kolostrumgabe und Mekoniumabgang für eine Online-Umfrage mit Hilfe des Tools „Unipark“ erstellt. Nach zwei Pretests mit ausgewählten Fachexperten wurde die Umfrage zur online Teilnahme freigegeben. Die Online-Umfrage wurde gezielt an Milchkuh-haltende Betriebsleiter*innen gesendet (mindestens 1273 Betriebe) mit der Bitte um Teilnahme an der Umfrage und über Branchenvertreter und Organisationen verbreitet. Im Zeitraum vom 22.12.2023 bis zum 28.02.2023 war die Teilnahme möglich.

Die Umfrage enthielt 30 Fragen und bis zu fünf weitere Folgefragen. Einleitend deckten vier Fragen die allgemeinen Angaben zu der an der Umfrage teilnehmenden Person ab, sowie neun Fragen die betriebliche Gesamtsituation. Im Anschluss wurden Daten über die Kühe und die auf dem Betrieb geborenen Kälber erhoben. Bei den Kühen wurden insbesondere das Alter der tragenden Kühe und die Bedingungen der Geburt detailliert erhoben. Zu den Kälbern wurden Daten zum Allgemeinzustand, zur Kolostrumaufnahme und Einschätzungen von den Landwirt*innen zum Mekoniumabgang erfragt.

Im Anschluss an die online Teilnahmephase wurden die Umfragedaten in Excel deskriptiv ausgewertet. Pearson und Spearman Rank Korrelationen wurden mit SAS 9.4 berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurde die Umfrage 336-mal geöffnet und 109-mal komplett abgeschlossen. Dies entsprach einer Beendigungsquote von 32,44%. Um einen möglichst aussagekräftigen Datensatz zu erhalten, wurden von den 109 abgeschlossenen Umfragen lediglich diejenigen berücksichtigt, welche zu mindestens 80% ausgefüllt wurden. So standen nach der Bereinigung noch 103 Umfragedatensätze zur Verfügung. Nachfolgend sind die Daten zu den Teilnehmer*innen (Tabelle 1) dargestellt.

Tabelle 1: Deskriptive Übersicht der Umfragedaten zu den Teilnehmer*innen und deren Bezug zum Kalb.

Parameter	Antwortmöglichkeiten	Anzahl (n)	Anteil (%)
Geschlecht	Männlich	91	88,4
	Weiblich	12	11,6
	Divers	0	0,0
Alter	60-69	6	5,83
	50-59	28	27,18
	40-49	20	19,42
	30-39	31	30,10
	20-29	16	15,53
	keine Angabe	2	1,94
Höchster Bildungsabschluss	Ohne allgemeinen Schulabschluss	0	0,00
	Auszubildender/Geselle	4	3,88
	Meister/Techniker	65	63,11
	Betriebswirt	17	16,50
	Studium Diplom	6	5,83
	Studium Staatsexamen	2	1,94
	Studium Bachelor	6	5,83
	Studium Master	2	1,94
	keine Angabe	1	0,97
Bezug zum Kalb	Hauptverantwortlich	73	70,87
	Ab und zu verantwortlich	25	24,27
	Nicht verantwortlich	5	4,85

Gemäß den in der Umfrage angegebenen Werten ließ sich der Zeitraum für den Mekoniumabgang beim Kalb durch die Angaben der Teilnehmer eingrenzen. Als früh wurde ein Median von 1 Stunde, als normal ein Median von 4 Stunden und als spät ein Median von 8 Stunden nach der Geburt bezeichnet.

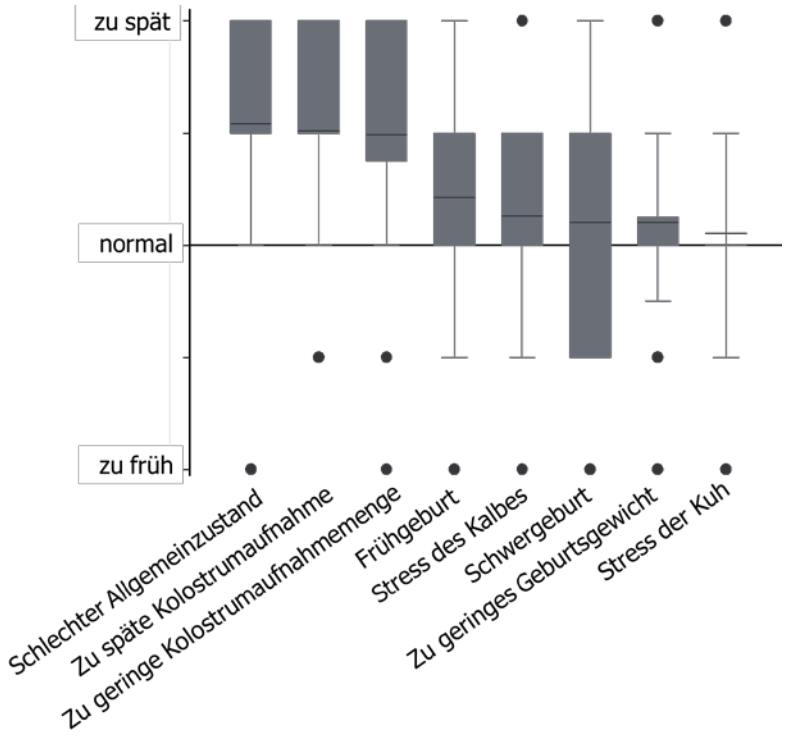
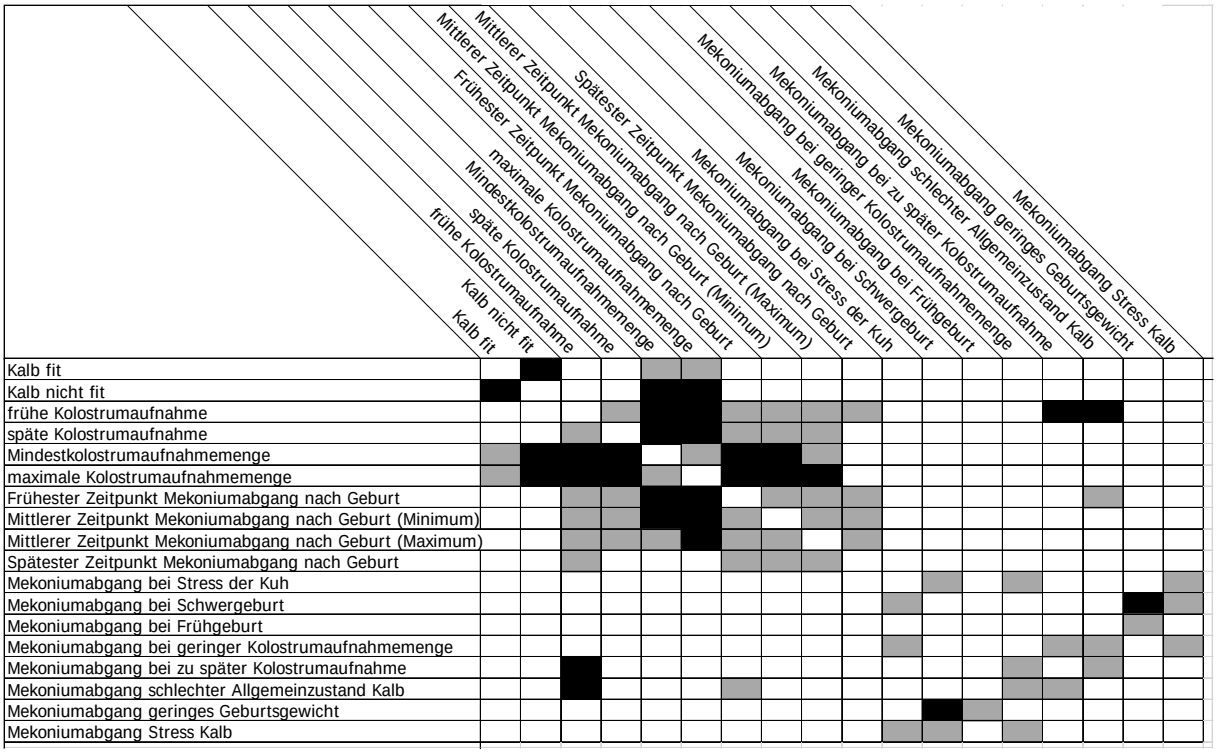


Abbildung 2: Bewertung der Einflussfaktoren auf den Zeitpunkt des Mekoniumabganges durch die Teilnehmer*innen der Umfrage sortiert nach dem Rang von spät bis früh.

Tabelle 2: Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Angaben in der Umfrage anhand Spearman Rank Korrelationen, wobei die signifikant ($p<0,05$) positiven Korrelationen grau und die negativen schwarz eingefärbt wurden.



Je mehr Kolostrum aufgenommen wurde, desto weniger Zeit verging zwischen der Geburt und dem Mekoniumabgang. Der Zeitpunkt des Mekoniumabgangs scheint von der Aufnahme beeinflusst. Nach Angaben der Teilnehmer*innen tritt dieser Effekt bei einer Kolostrumaufnahmemenge ab 3l auf.

Der verzögerte Mekoniumabgang bei einem schlechten Allgemeinzustand der Kälber wieß ebenfalls auf eine Abhängigkeit des Mekoniumabgangs zur Menge des aufgenommenen Kolostrums hin. Der schlechte Allgemeinzustand der Kälber könnte sich aus der geringen Kolostrumaufnahmemenge ergeben oder aber auch zu einer geringen Aufnahme führen. Durch den geringen Saugreflex und die damit einhergehende zu geringe Aufnahmemenge des Kolostrums, verspätet sich laut den Angaben der Teilnehmer*innen der Darmpechabgang, da dieser unter anderem, abhängig von den abführenden Effekten des Kolostrums ist. Ennen (2017) beschreibt beispielsweise die abführende Wirkung des Kolostrums beim Fohlen. Neben den laxierend wirkenden Bestandteilen liefert Kolostrum auch noch Immunglobuline, Wachstumsfaktoren und Energie (Steinhoff-Wagner und Hammon, 2012), die zur Vitalität des Kalbes beitragen. Vitale Kälber bewegen sich häufiger und auch das fördert die Darmmotilität.

Insgesamt zeigen die Korrelationen zwischen den Antworten, dass die Einschätzung der Teilnehmer*innen sehr konsistent sind (Tabelle 2). Diese Antworten könnten sich durch betriebsindividuelle Einflussfaktoren, die sich aus dem Management, der Rasse oder sonstigen Besonderheiten auf dem jeweiligen Betrieb ergeben und auf den Mekoniumabgang auswirken, erklären lassen.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es erste Hinweise darauf gibt, dass sich der Mekoniumabgang bei Kälbern als Tierwohlindikator für eine adäquate Kolostrumaufnahme eignen könnte. Faktoren, wie etwa der Geburtsverlauf, der körperliche Zustand des Kalbes und die Kolostrumversorgung scheinen den Mekoniumabgang bei Kälbern zu beeinflussen. Diese wurden noch nicht ausreichend erforscht und dokumentiert. Um den Mekoniumabgang als Tierwohlindikator verwenden zu können, müssen weitere Untersuchungen am neugeborenen Kalb durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

Ameh, N., Ameh, E. A. (2009). Timing of passage of first meconium and stooling pattern in normal Nigerian newborns. Annals of tropical paediatrics, 29(2), 129–133. https://doi.org/10.1179/146532809X440743

Engelhardt, W. von, Breves, G., Diener, M. & Gäbel, G. (Hrsg.). (2015). Physiologie der Haustiere (5., vollständig überarbeitete Auflage). Enke Verlag.

Ennen, S. (2017). Das neugeborene Fohlen als Kolikpatient. pferde spiegel, 20(04), 170–177. https://doi.org/10.1055/s-0043-119168 (zuletzt aufgerufen am 19.05.2023)

Freiberger, F., Büscher, W., Hendriksen, K., Herrmann, H.-J., Käck, M., Pelzer, A., Steinhöfel, I. (10/2014). Geburt des Kalbes: Empfehlung zur Haltung und Fütterung in den ersten Lebenswochen. Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.

Girard, J. (1990). Metabolic adaptations to change of nutrition at birth. Biology of the neonate, 58 Suppl 1, 3–15. https://doi.org/10.1159/000243294 (zuletzt aufgerufen am 08.05.2023)

Kunz, H.-J., Steinhöfel, I., DLG-Ausschuss für Technik in der tierischen Produktion. (10/2021). Geburt des Kalbes: Empfehlung zur Erstversorgung. Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.

Maier, R. F., Obladen, M. & Stiller, B. (2017). Neugeborenenintensivmedizin: Evidenz und Erfahrung (9., überarbeitete Auflage). Springer. http://www.springer.com/

Schneichel, R. (2016). Gute Kinderstube muss sein – den Fokus auf die Kälber richten. veterinär spiegel, 26(03), 122–127. https://doi.org/10.1055/s-0042-112965

Steinhoff-Wagner, J., Hammon, H. M. (2012). Kolostrum für das neugeborene Kalb–mehr als Immunglobulinversorgung. Leipziger Blaue Hefte, 22https://core.ac.uk/download/pdf/226141378.pdf#page=24 (zuletzt aufgerufen am21.05.2023 .

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

Autorenanschrift

Prof. Dr. Julia Steinhoff-Wagner
Animal Nutrition and Metabolism
TUM School of Life Sciences
Technical University of Munich
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising-Weihenstephan
Germany
E-Mail: jsw@tum.de

Gegenseitig voneinander lernen

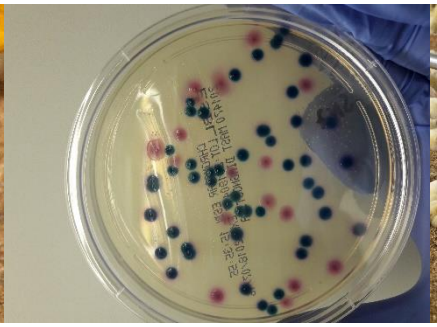
Minimierung von Antibiotikaresistenzen bei Mastgeflügelbetriebe im Projekt MiniAbeR*

Mastgeflügelbetriebe als Teilnehmer:innen gesucht!

- ✓ **Sie sind ein Vorzeigebetrieb und möchten uns Ihr Konzept zeigen?**
- ✓ **Sie haben immer wieder Probleme mit der Tiergesundheit und brauchen unsere Hilfe?**
- ✓ **Sie gehören keiner der beiden Gruppen an, aber sind neugierig auf unsere Forschung?**

Gerne können Sie über folgenden Link oder QR-Code an unserer Umfrage für Betriebe teilnehmen:
https://ww3.unipark.de/uc/MiniAbeR/AnmeldungLandwirte/

Sie sind neugierig? Dann registrieren Sie sich für den Projekt Newsletter und bleiben zum Verlauf des Projektes auf dem Laufenden:
https://ww3.unipark.de/uc/MiniAbeR/Newsletter/



* Anpassung eines Bestehenden Managementkonzeptes zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes und der Resistenzverschleppung in der Geflügelhaltung mit anschließendem Wissenstransfer

Das Projekt ist Teil der Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) Tierschutz im Bundesprogramm Nutztierhaltung. Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages, Projektträger ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Förderkennzeichen 2829MDT220.

UNIVERSITÄT BONN

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Entwicklung des Körpergewichts, des Exterieurs und der Organe von nicht-abgesetzten Kälbern – eine Literaturübersicht

Theresa Liegsalz[1], Julia Steinhoff-Wagner[1,2]

[1] Technische Universität München (TUM), Professur für Tierernährung und Metabolismus, Freising-Weihenstephan

[2] HEF Word Agricultural Systems Center

Einleitung

Bereits seit Jahren fordern Tierschützer:innen und Verbraucher:innen in Bezug auf mehr Tierwohl in der Landwirtschaft eine artgerechtere Tierhaltung (Imhäuser 2012; Dorloff 2021) Ein Beispiel in der Jungtierhaltung wäre eine muttergebundene Kälberaufzucht, bei welchen die Jungtiere bis zu zehn Monate bei der Mutter bleiben und an ihr säugen dürfen (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) 2022). Ein relevanter Kritikpunkt dieser Haltungsform ist jedoch, dass die Milchleistung der Mutterkuh nur schwer ermittelbar (Steinwidder und Häusler 2004) und damit die Futteraufnahme meist unbekannt ist, wovon weiterführend das Wachstum der Kälber stark abhängt. Bei unterschiedlichen und unbekannten Mengen aufgenommener Milch kommt es demnach auch zu einer großen Varianz an täglichen Zunahmen (Steinwidder und Häusler 2004) oder sogar Gewichtsverlusten. In manchen Fällen kann eine mögliche Unterernährung auch unbemerkt zu einer Abmagerung oder gar Fehlentwicklung des Jungtieres führen. Aufgrund der Zunahme von Haltungsformen, in denen die Futteraufnahme unbekannt ist, müssen schlussfolgernd neue, aussagekräftige Parameter für junge Kälber entwickelt und evaluiert werden, die als Indikatoren für normales Wachstum dienen und den Entwicklungsstand von nicht-abgesetzten Kälbern unabhängig vom spontanen Füllungsgrad mit Milch beschreiben.

Zur Entwicklung geeigneter Indikatoren war es das Ziel, das Wachstum von Kälbern anhand vom Körpergewicht (BW), Exterieurmerkmalen (z.B. Widerristhöhe) und Organgewichten in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren aus gegebenen wissenschaftlichen Studien herauszuarbeiten und zusammenzufassen.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Körpergewicht und Exterieurmerkmalen

Werden spezifische äußere Körpermaße genauer untersucht, ist je nach Betrachtungsschwerpunkt eine lineare bis hin zu einer exponentiellen Änderung des BW, der Körperlänge oder -höhe mit zunehmendem Alter erkennbar. Abbildung zeigt diese Steigerung am Beispiel vom BW und der Widerristhöhe bei Holstein-Kälber aus verschiedenen Studien. Unterschieden wird dabei nach Geschlechtern. Die Parameter wurden von den Ergebnissen der jeweiligen Kontroll-Behandlungen herangezogen, die je bis zu drei Tage mit Kolostrum gefüttert wurden, worauf ein Milchaustauscher (MAT) mit 20 % Rohprotein (XP) und 20% Fett folgte.

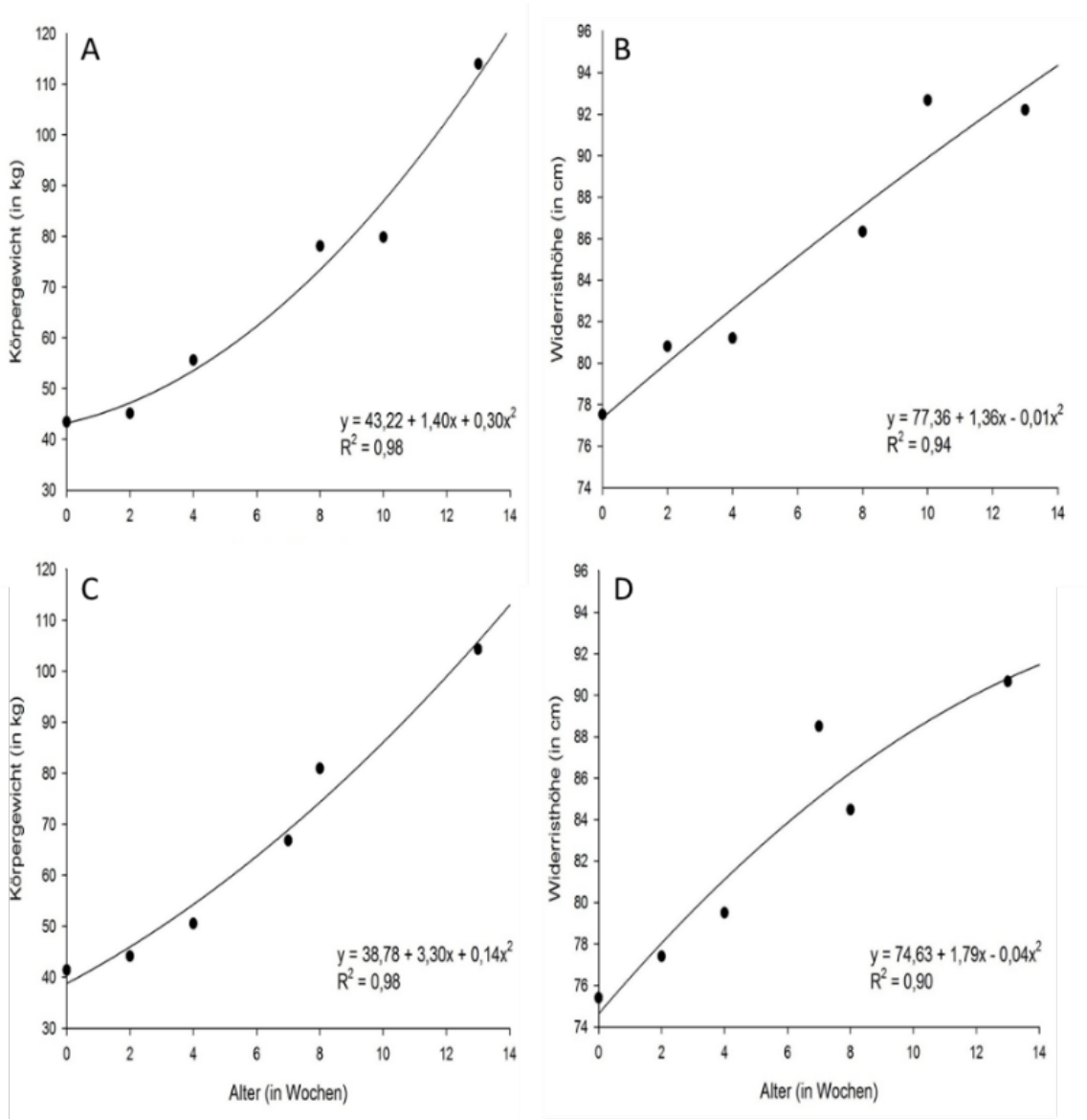


Abbildung 1: Literarische Zusammenstellung der Entwicklung des Körpergewichts (BW, in kg) und der Widerristhöhe (in cm) während der ersten 13 Lebenswochen bei Holstein-Kälbern. A, BW männlich; B, Widerristhöhe männlich; C, BW weiblich; D, Widerristhöhe weiblich. (Daten für A: Arrayet et al. (2002) (n=203): Woche 0, 4, 8, 13; Blome et al. (2003) (n=40): Woche 0, 2, 8; Beiranvand et al. (2014) (n=7): Woche 0, 8, 10; Chapman et al. (2016) (n=32): Woche 0, 8. Für B: Arrayet et al. (2002) (n=203): Woche 0, 4, 8, 13; Blome et al. (2003) (n=40): Woche 2, 8; Beiranvand et al. (2014) (n=7): Woche 10. Für C: Arrayet et al. (2002) (n=204): Woche 0, 4, 8, 13; Brown et al. (2005) (n=26 bzw. Woche 13 =11): Woche 2, 8, 13; Cowles et al. (2006) (n=34): Woche 0, 7. Für D: Arrayet et al. (2002) (n=204): Woche 0, 4, 8, 13; Brown et al. (2005) (n=26 bzw. Woche 13 =11): Woche 2, 8, 13; Cowles et al. (2006) (n=34): Woche 7.

Grundsätzlich gibt es in der Entwicklung von Kälbern innerhalb einer Rasse geschlechtsspezifische Differenzen, wie bspw. Arrayet et al. (2002) in einer Untersuchung beobachteten. Demnach waren die weiblichen Kälber ausgehend von einem niedrigeren Geburtsgewicht und einer kleineren Statur den männlichen Kälbern auch in der mittleren täglichen Zunahme (ADG) unterlegen, was darüber hinaus in den äußerlichen Parametern wie der Widerristhöhe, der Körperlänge oder der Kopfform erkennbar war. Bereits zur Geburt sind demnach die weiblichen Tiere ca. 5 kg leichter und damit zusammenhängend

auch schmächtiger, was durch die etwa 3 cm geringere Widerristhöhe deutlich wird. Zudem weisen beide betrachtete Parameter der weiblichen Tiere innerhalb der ersten 13 Lebenswochen eine deutlich langsamere Entwicklung auf als bei den männlichen Kälbern, was u.a. an den dargestellten Trendlinien zu erkennen ist. Konkret ist beim männlichen Geschlecht eine exponentielle Steigerung des BW zu erkennen, während dies beim weiblichen fast linear verläuft.

Eine genauere Betrachtung der äußeren Maße lässt außerdem auf ein schnelleres Längen- als Höhenwachstum der Jungtiere insgesamt schließen. Bei männlichen Kälbern misst die Widerristhöhe in mehreren untersuchten Studien zur Geburt zwischen 77,5 und 79,5 cm, wächst bis zur achten Lebenswoche um ca. 8 bis 9 cm (Arrayet et al. 2002; Blome et al. 2003; Beiranvand et al. 2014) und erreicht nach 90 Lebenstagen eine Höhe von 92,2 cm (Arrayet et al. 2002). Die Körperlänge ist zur Geburt mit 71,7 cm nach Arrayet et al. (2002) geringer als die Körperhöhe, wächst innerhalb von acht Wochen um 10 bis 14 cm (Arrayet et al. 2002; Blome et al. 2003) und erreicht somit nach 90 Tagen eine Länge von über 95 cm (Arrayet et al. 2002).

Neben dem geschlechtlichen Einflussfaktor auf die Wachstumsleistung spielt auch die Rasse eine wichtige Rolle, um Aussagen zum Potenzial von Kälbern treffen zu können. Betrachtet man dabei die Ergebnisse mehrerer Studien, die das Wachstum verschiedener Rassen bzw. Kreuzungen und Nutzungsarten beschrieben, äußert sich dieses bereits bei der Gegenüberstellung der Geburtsgewichte verschiedener Rassen (Tabelle). Angegeben sind dabei Daten von männlichen Tieren, bis auf die Gewichte der Fleckvieh-Kälber.

Tabelle 1: Literaturübersicht des Körpergewichtes (in kg) verschiedener Rinderrassen

Quelle	Rasse (Geschlecht)	n	Geburts gewicht
Villalba et al. (2000)	Brown Swiss / Pyrenäenrind (m)	165	43,3
Arrayet et al. (2002)	Holstein (m)	203	44,2
Goni et al. (2016)	Jersey (m)	22	27,9
Goni et al. (2016)	Fleckvieh-Jersey (m)	39	33,5
Pavlata et al. (2017)	Tschechisches Fleckvieh (w)	12	45,9

w, weiblich; m, männlich.

So wurde bspw. ein Gewicht bei weiblichen Fleckvieh-Kälbern von 45,9 kg zur Geburt genannt (Pavlata et al. 2017), wodurch sie in etwa so schwer waren wie die männlichen Tiere von Arrayet et al. (2002). Beim Vergleich der Studien muss außerdem eine generelle Zunahme der Gewichte, des Rahmens und letztlich auch der Endgewichte mit der Selektion auf Milch und Fleisch über die Zeit beachtet werden. Auch das Geburtsgewicht der Rasse Brown Swiss liegt in der Größenordnung von Fleckvieh und Holstein-Rindern. Nach Villalba et al. (2000), die u.a. die Wachstumskurven dieser Rasse und von Pyrenäenrindern in den ersten 180 Lebenstagen betrachteten, liegt das Geburtsgewicht männlicher Tiere bei 43,3 kg. Zu beachten ist dabei, dass diese Angaben der Durchschnitt beider untersuchter Rassen sind. Zwischen den Rassen Brown Swiss und den Pyrenäenrindern gab es keine signifikanten Unterschiede im BW (Villalba et al. 2000). Deutlich geringere BW weisen Jersey-Kälber auf. Die männlichen Tiere dieser Rasse erreichten nach Goni et al. (2016) ein Geburtsgewicht von 27,9 kg. Zwischen den Extremen des BW zur Geburt der bereits genannten Rassen liegen die jeweiligen Kreuzungen. So verglichen Goni et al. (2016) die Wachstumsparameter von Jersey-Kälbern mit Fleckvieh-Jersey-Kälbern. Die beiden Rassen wiesen bereits zur Geburt eine Differenz des BW von 5,6 kg zum Vorteil der Kreuzrasse auf, welches sich im Alter von sechs Monaten auf 17,1 kg steigerte. Friesian-Jersey-Kälber liegen mit einem Geburtsgewicht von 36,1 kg (Gibson et al. 2020) in einer ähnlichen Größenordnung wie die Fleckvieh-Jersey-Kälber. Generell weist das Geburtsgewicht eine sehr große Variation auf, die sich auch maßgeblich auf das ADG niederschlägt.

Trotz der genannten Faktoren, wie Alter, Rasse und Geschlecht, die das Körperwachstum beeinflussen, spielt die Fütterung eine übergeordnete Rolle, welche die Ausschöpfung des gesamten genetischen Wachstumspotenzials bestimmt (Brown et al. 2005). So wurde bspw. in mehreren Studien bei Milchkälbern der Vorteil einer *ad libitum* Fütterung gegenüber einer restriktiven Fütterung bestätigt (Jasper und Weary 2002; Maccari et al. 2015; Terler et al. 2018). In diesen Studien konnte bis zum Absetzen der Kälber jeweils eine höhere Wachstumsleistung durch die *ad libitum*-Fütterung erzielt werden, da jeweils die ADG und damit das BW dieser Kälber die der restriktiv gefütterten überstiegen. Die weiblichen Holstein-Kälber von Jasper und Weary (2002) hatten z.B. einen Zuwachs von 0,8 kg/Tag bei der *ad libitum*-Behandlung im Vergleich zu 0,2 kg/Tag bei der restriktiven Behandlung, was zu einer Absetzdifferenz von 10,5 kg an Tag 37 führte. Diese Entwicklungen ließen sich v.a. auf die höhere Milchaufnahme zurückführen. Diese lag mit durchschnittlich 9 kg/Tag deutlich über der restriktiv gefütterten Menge von 10 % des Körpergewichtes (Jasper und Weary 2002). Als weiterer Begründungsansatz wurde eine verbesserte Futtereffizienz der *ad libitum* gefütterten Kälber mit 0,9 kg BW-Zunahme pro kg TM-Aufnahme an Milch bzw. MAT innerhalb der ersten drei Wochen, statt 2,6 kg/kg, aufgeführt (Maccari et al. 2015). Bei diesem Aspekt ist jedoch anzumerken, dass die restriktiv gefütterte Gruppe zusätzlich während der Tränkephase an Tag 8 in eine Gruppenhaltung zusammengebracht wurde, während die *ad libitum*-Kälber bis zum Absetzen in Einzelhaltung und damit dem zusätzlichen Stress der Umstallung zum Zeitpunkt des Tränkens nicht ausgesetzt waren. Dieser Stressfaktor löste kurzzeitig eine Abnahme der ADG aus, weshalb die Ergebnisse von Maccari et al. (2015) nicht alleine durch die unterschiedlichen Fütterungsstrategien erklärbar sind.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Studienergebnissen gibt es auch negative Effekte der Fütterung auf die Wachstumsleistung von Kälbern. Bspw. Chapman et al. (2016), wie auch MacGhee et al. (2017), beobachteten eine BW-Abnahme innerhalb der ersten bzw. zweiten Lebenswoche bei den Behandlungstieren, die jeweils einen MAT mit 20 % XP und 20% Fett erhielten, im Vergleich zu den Versuchstieren, jeweils mit höherwertigerem MAT gefüttert. Darüber hinaus stellten Chapman et al. (2016) bei einer zu intensiven MAT-Fütterung eine Beeinträchtigung der Verdaulichkeit der Organischen Substanz, d.h. des Zuckers, des XP und des Fettes, fest. Erklärungsmöglichkeiten waren eine zu wenig ausgereifte Sucrase-Produktion oder eine zu hohe Passagerate des Starters (Chapman et al. 2016).

Organentwicklung bei nicht-abgesetzten Kälbern

Nach Bascom et al. (2007) beträgt der Anteil an Blut und Organen am Leergewicht (EBW) ca. eine Woche nach der Geburt bei männlichen Jersey-Kälbern 16,6 %. Dieses Verhältnis sowie die entsprechenden Relationen einzelner betrachteter Organe können sich z.T. im Verlauf des Alters und mit unterschiedlichen Fütterungsstrategien verändern. Im Literaturvergleich wurden Organe wie die Leber, das Herz, die Nieren und Organe des Immunsystems genauer betrachtet. Abbildung zeigt die betrachteten Veröffentlichungen mit den jeweiligen ermittelten Organanteilen bei Holstein-Kälbern.

Der Anteil des Herzens am BW wurde weder im Verlauf des Alters (MacGhee et al. 2017) noch durch die Fütterungsstrategie (Blome et al. 2003; MacGhee et al. 2017) verändert. Im literarischen Vergleich nimmt demnach das Herz in den ersten drei Lebenstagen zwischen 0,67 (Sangild et al. 2000) und 0,84 % (Steinhardt et al. 1992) ein und steigt mit zunehmendem Alter bis zum 100. Lebenstag auf über 1 % (Neathery et al. 1991) an. Diese Zunahme liegt somit noch in einem sehr geringen Bereich, weswegen sich die eingangs getroffene Aussage von MacGhee et al. (2017) bestätigen lässt. Das Verhältnis des Lebergewichtes zum BW ändert sich mit der Altersentwicklung bei ähnlicher Fütterung nur wenig. Demnach liegt das Organ von der Geburt bis zum 90. Lebenstag mit leichten Schwankungen zwischen 2,25 (Steinhardt et al. 1992) und 2,85 % (Neathery et al. 1991) des Gesamtgewichtes. Auch nach MacGhee et al. (2017) hat das Alter keinen signifikanten Einfluss auf das relative Organgewicht. Des Weiteren wiesen sie nach, dass die Fütterungsstrategie ein Einflussfaktor für die absolute und relative Lebergröße darstellt. In der Untersuchung wurde ein niedriger mit einem hohen

Ernährungsstatus verglichen, was zu einer Gewichtsdifferenz der Leber von durchschnittlich 1,24 kg in der achten Lebenswoche führte. Zudem ist die Niere zu betrachten. Die Relationen dieses Organes zum BW werden ebenfalls nicht durch das Alter beeinflusst, was bei MacGhee et al. (2017) als auch im Vergleich mehrerer Veröffentlichungen bestätigt wird. Eine Niere nimmt demnach zwischen 0,42 (Neathery et al. 1991) und 0,50 % (Steinhardt et al. 1992) des BW in Anspruch, kann aber durch die Fütterungsstrategie beeinflusst werden (MacGhee et al. 2017). Des Weiteren ist die Entwicklung der Organe des Immunsystems zu erläutern. Etwa 0,17 bis 0,35 % des BW stellt die Milz dar (Tamate et al. 1962), welche darüber hinaus sowohl zur Geburt als auch im Alter von 90 Tagen ca. 0,25 % aufzeigt (Settlemire et al. 1964; Neathery et al. 1991; Steinhardt et al. 1992; Sangild et al. 2000). Der Thymus hat im Vergleich der Veröffentlichungen in den ersten sieben Tagen eine leicht abnehmende Tendenz am Gesamtgewicht und liegt dabei zwischen 0,35 (Steinhardt et al. 1992) und 0,20 % (Mechor et al. 1987), wohingegen das Organ, absolut und relativ, im Alterungsprozess bei MacGhee et al. (2017) zunahm. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass die Organe des Immunsystems bei einem schlechteren Ernährungsstatus kleiner bleiben als bei einem hohen Ernährungsstatus (MacGhee et al. 2017).

Insgesamt kann man daraus ableiten, dass das Herz in der Entwicklung priorisiert wird und die anderen Organe je nach Verfügbarkeit anschließend versorgt werden.

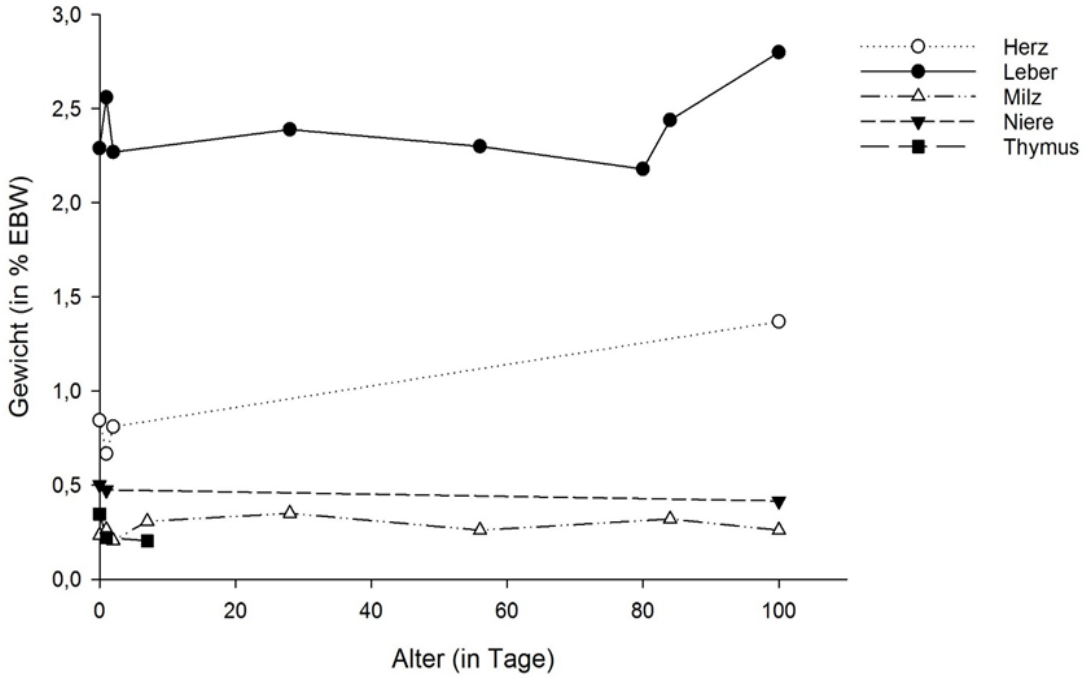


Abbildung 2: Entwicklung des Gewichtes einzelner Organe (in % EBW) bis zu 100 Tage nach der Geburt bei Holstein-Kälbern. (Daten für Tag 0: Steinhardt et al. (1992); Tag 1: Sangild et al. (2000); Tag 2: Durchschnitt aus Tamate et al. (1962) und Settlemire et al. (1964) (bei Herz nur Settlemire et al. (1964));Tag 7: Mechor et al. (1987); Tag 28, Tag 56, Tag 84: Tamate et al. (1962); Tag 80: Koch et al. (2019); Tag 100: Neathery et al. (1991)).

Schlussfolgerung

Durch den Vergleich der Literatur zur Wachstumsentwicklung von Kälbern ließen sich Einflussfaktoren, wie bspw. das Alter, Geschlecht oder die Rasse, gut herausarbeiten. Um nun das Potenzial einer einheitlichen Bewertung von unabgesetzen Kälbern schaffen zu können, müssen dementsprechend diese Faktoren berücksichtigt und abhängig davon das zu erstellende Beurteilungsschema angepasst werden. Dabei scheint eine Relativierung auf das Geburtsgewicht oder die Größe nötig zu sein, um die

stark unterschiedlichen Anfangsbedingungen ausreichend zu berücksichtigen. Der Fütterungsstatus spiegelt sich hervorragend in der Organentwicklung, insbesondere deren unterschiedlichen Priorisierung, wider. Genauer bedeutet dies, dass Methoden benötigt werden, um die Organgewichte non-invasiv zu beurteilen und damit eine Möglichkeit zu schaffen, potenzielle Beeinträchtigungen der Entwicklung durch geringe Milchaufnahme zu erkennen und zu verhindern. Dazu könnten auch einzelne Parameter genutzt werden, wie der Fett- oder Muskelansatz – für diese Parameter gibt es in der Literatur im Altersabschnitt unabgesetzter Kälber noch relativ wenig Vergleichsdaten.

Literaturverzeichnis

Arrayet, J. L.; Oberbauer, A. M.; Famula, T. R.; Garnett, I.; Oltjen, J. W.; Imhoof, J.; Kehrli, M. E.; Graham, T. W. (2002): Growth of Holstein calves from birth to 90 days: the influence of dietary zinc and BLAD status. In: Journal of animal science 80 (3), S. 545–552. DOI: 10.2527/2002.803545x.

Bascom, S. A.; James, R. E.; McGilliard, M. L.; van Amburgh, M. (2007): Influence of dietary fat and protein on body composition of Jersey bull calves. In: Journal of dairy science 90 (12), S. 5600–5609. DOI: 10.3168/jds.2007-0004.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2022): Mutterkuhhaltung – Artenvielfalt und Tierwohl verbinden. Online verfügbar unter https://www.lfl.bayern.de/verschiedenes/presse/pms/2022/295760/index.php, zuletzt aktualisiert am 17.02.2022, zuletzt geprüft am 21.07.2023.

Beiranvand, H.; Ghorbani, G. R.; Khorvash, M.; Nabipour, A.; Dehghan-Banadaky, M.; Homayouni, A.; Kargar, S. (2014): Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. In: Journal of dairy science 97 (4), S. 2270–2280. DOI: 10.3168/jds.2012-6332.

Blome, R. M.; Drackley, J. K.; McKeith, F. K.; Hutjens, M. F.; McCoy, G. C. (2003): Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. In: Journal of animal science 81 (6), S. 1641–1655. DOI: 10.2527/2003.8161641x.

Brown, E. G.; Vandehaar, M. J.; Daniels, K. M.; Liesman, J. S.; Chapin, L. T.; Keisler, D. H.; Nielsen, M. S. Weber (2005): Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. In: Journal of dairy science 88 (2), S. 585–594. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72722-3.

Chapman, C. E.; Erickson, P. S.; Quigley, J. D.; Hill, T. M.; Bateman, H. G.; Suarez-Mena, F. X.; Schlotterbeck, R. L. (2016): Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients with age of the dairy calf. In: Journal of dairy science 99 (4), S. 2740–2747. DOI: 10.3168/jds.2015-10372.

Cowles, K. E.; White, R. A.; Whitehouse, N. L.; Erickson, P. S. (2006): Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer regimen with additional lactoferrin. In: Journal of dairy science 89 (12), S. 4835–4845. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72532-2.

Dorloff, V. (2021): Tierwohl-Kennzeichnung. Hg. v. Bundeszentrum für Ernährung. Online verfügbar unter https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/orientierung-beim-einkauf/tierwohl-kennzeichnung/, zuletzt aktualisiert am 03.02.2021, zuletzt geprüft am 21.07.2023.

Gibson, M.; Dittmer, K.; Hickson, R.; Back, P.; Rogers, C. (2020): Bone Morphology and Strength in the Mid-Diaphysis of the Humerus and Metacarpus in Dairy Calves Prior to Weaning. In: Animals 10 (8). DOI: 10.3390/ani10081422.

Goni, S.; Muller, C. J. C.; Dube, B.; Dzama, K. (2016): Effect of Crossbreeding on Beef Production of Jersey Herd Using Fleckvieh Sires Maintained on a Pasture-Based Feeding System. In: OJAS 06 (03), S. 163–168. DOI: 10.4236/ojas.2016.63021.

Imhäuser, R. (2012): forsa-Studie: Verbraucher fordern Tierwohl-Label. Hg. v. topagrar. Online verfügbar unter https://www.topagrar.com/schwein/news/forsa-studie-verbraucher-fordern-tierwohl-label-9560842.html, zuletzt geprüft am 21.07.2023.

Jasper, J.; Weary, D. M. (2002): Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. In: Journal of dairy science 85 (11), S. 3054–3058. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9.

Maccari, P.; Wiedemann, S.; Kunz, H-J; Piechotta, M.; Sanftleben, P.; Kaske, M. (2015): Effects of two different rearing protocols for Holstein bull calves in the first 3 weeks of life on health status, metabolism and subsequent performance. In: Journal of animal physiology and animal nutrition 99 (4), S. 737–746. DOI: 10.1111/jpn.12241.

MacGhee, M. E.; Bradley, J. S.; McCoski, S. R.; Reeg, A. M.; Ealy, A. D.; Johnson, S. E. (2017): Plane of nutrition affects growth rate, organ size and skeletal muscle satellite cell activity in newborn calves. In: Journal of animal physiology and animal nutrition 101 (3), S. 475–483. DOI: 10.1111/jpn.12568.

Mechor, G. D.; Rousseaux, C. G.; Radostits, O. M.; Babiuk, L. A.; Petrie, L. (1987): Protection of newborn calves against fatal multisystemic infectious bovine rhinotracheitis by feeding colostrum from vaccinated cows. In: Canadian Journal of Veterinary Research 51 (4), S. 452–459.

Neathery, M. W.; Crowe, C. T.; Hartnell, G. F.; Veenhuizen, J. J.; Reagen, J. O.; Blackmon, D. M. (1991): Effects of sometribove on performance, carcass composition, and chemical blood characteristics of dairy calves. In: Journal of dairy science 74 (11), S. 3933–3939. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78586-X.

Pavlata, L.; Šťastník, O.; Křivová, Š.; Dočkalová, H.; Sedláková, L.; Mrkvicová, E.; Doležal, P. (2017): The effect of different physical forms of starter feed on rumen fermentation indicators and weight gain in calves after weaning. In: Acta Vet. Brno 86 (3), S. 285–291. DOI: 10.2754/avb201786030285.

Sangild, P. T.; Schmidt, M.; Jacobsen, H.; Fowden, A. L.; Forhead, A.; Avery, B.; Greve, T. (2000): Blood chemistry, nutrient metabolism, and organ weights in fetal and newborn calves derived from in vitro-produced bovine embryos. In: Biology of reproduction 62 (6), S. 1495–1504. DOI: 10.1095/biolreprod62.6.1495.

Settlemire, C. T.; Hibbs, J. W.; Conrad, H. R. (1964): Basal Metabolic Rate, Pulse Rate, Respiration Rate, and Certain Organ Weights in Relation to Neonatal Iron Deficiency Anemia in Dairy Calves. In: Journal of dairy science 47 (8), S. 875–878. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(64)88793-2.

Steinhardt, M.; Bünger, U.; Langanke, M.; Fiebig, U.; Gollnast, I. (1992): Geburtsmassen und Maße einiger Körperteile totgeborener Kälber einer großen Milchrindherde. In: DTW. Deutsche tierarztliche Wochenschrift 99 (11), S. 454–458.

Steinwidder, A.; Häusler, J. (2004): Anforderungen an die Fütterung im Mutterkuhbetrieb. In: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein (Hg.): 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung. 27. und 28. April 2004, Bericht BAL Gumpenstein. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL). Irdning: BAL (BAL-Bericht), S. 5–20.

Tamate, H.; McGilliard, A. D.; Jacobson, N. L.; Getty, R. (1962): Effect of Various Dietaries on the Anatomical Development of the Stomach in the Calf. In: Journal of dairy science 45 (3), S. 408–420. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(62)89406-5.

Terler, G.; Häusler, J.; Eingang, D.; Velik, M.; Kitzer, R.; Gruber, L.; Kaufmann, J. (2018): Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern. In: 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung: Aufzucht, Milchmarkt, Rindermast, Technik in der Milchproduktion, Grundfutterqualität. Irdning-Donnersbachtal: Höhere Bundes- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, zuletzt geprüft am 01.03.2023.

Villalba, D.; Casasús, I.; Sanz, A.; Estany, J.; Revilla, R. (2000): Preweaning growth curves in Brown Swiss and Pirenaica calves with emphasis on individual variability. In: Journal of animal science 78 (5), S. 1132–1140. DOI: 10.2527/2000.7851132x.

Autorenanschrift

Theresa Liegsalz
Professur für Tierernährung und Metabolismus
Technische Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
D-85354 Freising-Weihenstephan
E-Mail: theresa.liegsalz@tum.de

DURCH KOOPERATION ZUM ERFOLG

Die beste Verteidigung besteht in der Zusammenarbeit.

- Innovative Kombination aus verschiedenen, synergistisch wirksamen inaktivierten Hefefraktionen
- Speziell formuliert, um eine starke Bindung unerwünschter Bakterien und eine breite Immunmodulation zu ermöglichen und gleichzeitig die Leistung zu sichern
- Kann im ökologischen Landbau gemäß der Verordnung (EU 2018/848) verwendet werden.

Ihr Partner für mikrobielle Lösungen in einer sich ständig verändernden Welt

Mit fundierter Wissenschaft, Ergebnissen aus der Praxis und Know-how aus langjähriger Erfahrung unterstützt ***Lallemand Animal Nutrition*** Kunden und Industriepartner dabei, erfolgreicher zu arbeiten – und den Tieren ein gesundes Leben zu ermöglichen.

Lallemand Animal Nutrition bietet ein umfassendes Angebot an spezifischen, natürlichen mikrobiellen Lösungen und Services, die das Wohlbefinden und die Leistung der Tiere verbessern und dabei Tier, Mensch und Umwelt schonen.

yang
Yeast Association New Generation

LALLEMAND ANIMAL NUTRITION LALLEMAND

Modulation der Darmmikrobiota und Verbesserung der Gesundheit von Kälbern durch die Zugabe verschiedener Hefestammfraktionen

Elisabeth Zißler[1], Edyta Kowalczuk-Vasilev[3], Christian Scheidemann[1], M. Gauthier[2]

[1] Lallemand-DHW GmbH (Lallemand Animal Nutrition), Schwarzenbach a. d. Saale, Deutschland

[2] Lallemand SAS (Lallemand Animal Nutrition), Toulouse, Frankreich

[3] Universität Lublin, Polen

Einleitung

Hohe Morbiditäts- und Mortalitätsraten bei Kälbern in der Zeit vor dem Absetzen haben dramatische Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit des Betriebs. Der Verdauungstrakt junger Wiederkäuer erfährt während des Übergangs von flüssigem zu festem Futter umfassende Veränderungen. Wenn das Management von Milchfärsen-Kälbern suboptimal ist, kann ihre Leistung als erwachsene laktierende Kühe um bis zu 12 % sinken. Zahlreiche unabhängige, von Fachleuten überprüfte Forschungsstudien zeigen einen klaren Zusammenhang zwischen Lebendgewichtszunahme nach der Geburt und der zukünftigen Leistung in der dritten Laktation (Windeyer et al., 2014).
Auch die Verringerung der prophylaktischen Behandlungen in der Kälberproduktion hat dazu beigetragen, dass neue Lösungen auf mikrobieller Basis gefunden werden müssen, um die Darmgesundheit und damit die Produktion nachhaltig zu verbessern. Ein Zusatzstoff aus Hefefraktionen von *Saccharomyces cerevisiae* und *Cyberlindnera jadinii* soll hierbei die Gesundheit der Tiere positiv beeinflussen und den Medikamenteneinsatz in der Aufzuchtphase der Kälber verringern.

Material und Methoden

Dreißig Holstein-Kälber (männlich und weiblich), die zwischen Ende Juni und Mitte November 2019 in einem mittelgroßen Milchviehbetrieb (500 Milchkühe) in Polen geboren wurden, nahmen an der Studie teil. Alle Kälber erhielten innerhalb von 2 Stunden Kolostrum vom Muttertier und bis zum Alter von 5 Tagen 2,5 l Übergangsmilch, zweimal täglich. Zum Zeitpunkt des Studienbeginns wurden die 6 Tage alten Kälber einzeln untergebracht und erhielten täglich 8 l Milchaustauscher, aufgeteilt in zwei gleich große Rationen, in Eimern mit einer Verdünnungsrate von 0,125 kg /l, die 4,6 Mcal metabolisierbare Energie (ME) je kg Trockenmasse (TM) (21,9 % Rohprotein und 18 % Fett) lieferten. Sie hatten *ad-libitum* Zugang zu Wasser und pelletiertem Starter (3,55 Mcal ME/kg TM). Die Kälber wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei Versuchsgruppen eingeteilt, die als "Versuch" und "Kontrolle" bezeichnet wurden, aufgeteilt nach Parität der Mutter, Geschlecht und Ausgangsgewicht. YANG, eine Kombination aus Hefestammfraktionen von *Saccharomyces cerevisiae* und *Cyberlindnera jadinii* (Lallemand Animal Nutrition) wurde während des gesamten Versuchs in einer Dosierung von 800 g/Tonne Milchaustauscher verabreicht. Die Kotkonsistenz (Scores) wurde täglich einer Skala von 1 (fest) bis 4 (wässrig) bewertet. Für jedes Kalb wurden zwei Kotproben zum Zeitpunkt 10 Tage und 65 Tage nach der Geburt entnommen. Das Auftreten von Gesundheitsstörungen wurde täglich für jedes Tier erfasst. Jeder

abnorme Gesundheitszustand wie Fieber oder Bronchitis sowie jede Behandlung (Antibiotika, Elektrolyttherapie) wurde dokumentiert.

Ein lineares gemischtes Modell wurde durchgeführt, um die Auswirkungen der Supplementierung auf die verschiedenen gemessenen Parameter zu bewerten. Das Kalb wurde als zufälliger Effekt, das Geschlecht, die Gruppe und die Interaktion zwischen Geschlecht und Gruppe als fester Effekt und das Ausgangsgewicht als Ko-Variante verwendet. Die statistische Analyse wurde mit IBM SPSS v.25 und RStudio durchgeführt.

Ergebnisse

In der Versuchsgruppe traten während des Versuchs bei den Kälbern keine Atemwegserkrankungen auf, während 50 % der nicht supplementierten Kälber Atemwegsprobleme hatten (P = 0,034). Darüber hinaus war das Auftreten von Durchfällen in der Versuchsgruppe geringer als in der Kontrollgruppe (2,2 vs. 0,9/Kalb, P = 0,007) und auch die Dauer der Durchfallerkrankungen (5,6 vs. 2,9 Tage/Kalb, P = 0,005) fiel in der Versuchsgruppe kürzer aus. Folglich wurde während des gesamten Versuchs ein niedrigerer Scorewert des untersuchten Kots für Kälber mit Hefesupplementation im Vergleich zu Kontrollkälbern festgestellt (1,6 gegenüber 1,9, P = 0,002).

In der Versuchsgruppe erhielten weniger Kälber eine therapeutische Behandlung als in der Kontrollgruppe (18,8 vs. 62,5 %, P = 0,034) (Abb. 1), und die durchschnittliche Anzahl der therapeutischen Behandlungen war bei der Versuchsgruppe niedriger als bei den Kontrollkälbern (0,3 vs. 2,7 Kälber, P = 0,005).

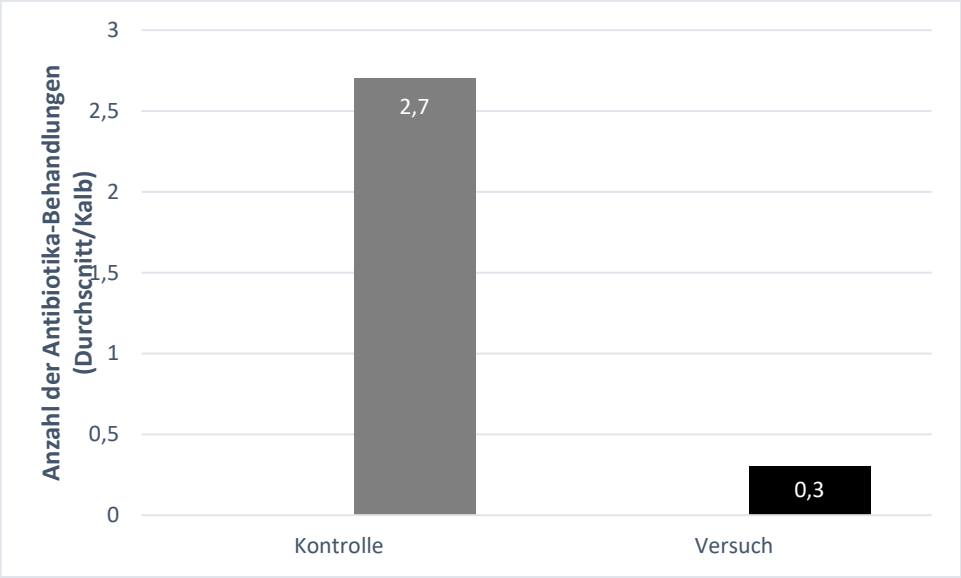


Abb. 1: Medikamentöse Behandlung im Durchschnitt pro Tier

Schließlich erhielten die Kälber der Versuchsgruppe im Vergleich zu den Kontrollkälbern weniger Elektrolyte (37,5 vs. 81,3 %, P = 0,035). Die Analyse der fäkalen Mikrobiota zeigte, dass die

Supplementierung von verschiedenen Hefestammfraktionen bei neugeborenen Kälbern das Wachstum positiver Bakterien wie *Bifidobakterien* (Milchsäurebakterien), *Akkermansia* (Anregung der Schleimproduktion) oder *Succiniclasticum* (Propionatproduzenten, die mit der Darmreifung verbunden sind) unterstützte, während *Fusobakterien*, ein potenzieller Krankheitserreger, zurückgingen (Abb.2).

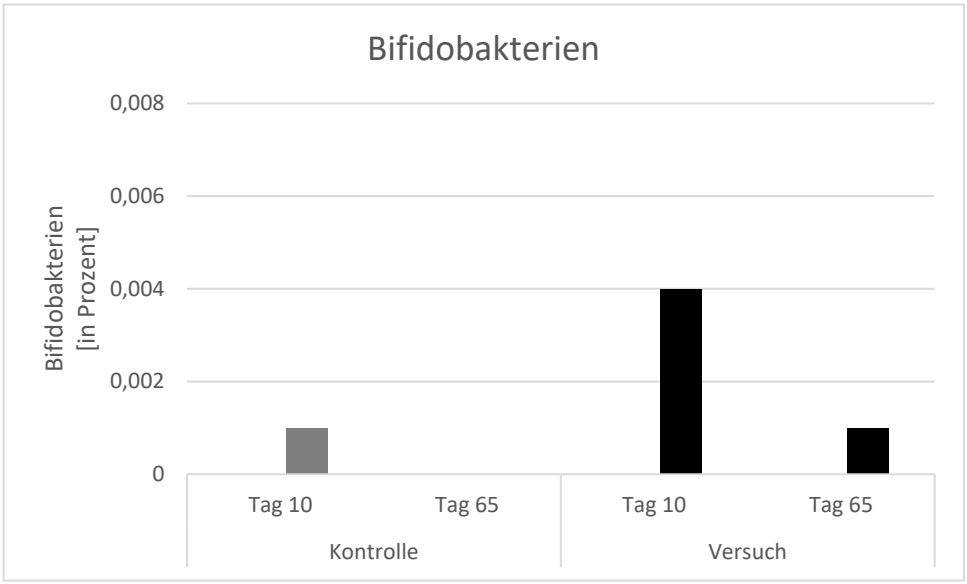


Abb. 2: Prozentualer Anteil Bifidobakterien 10 Tage und 65 Tage nach der Geburt

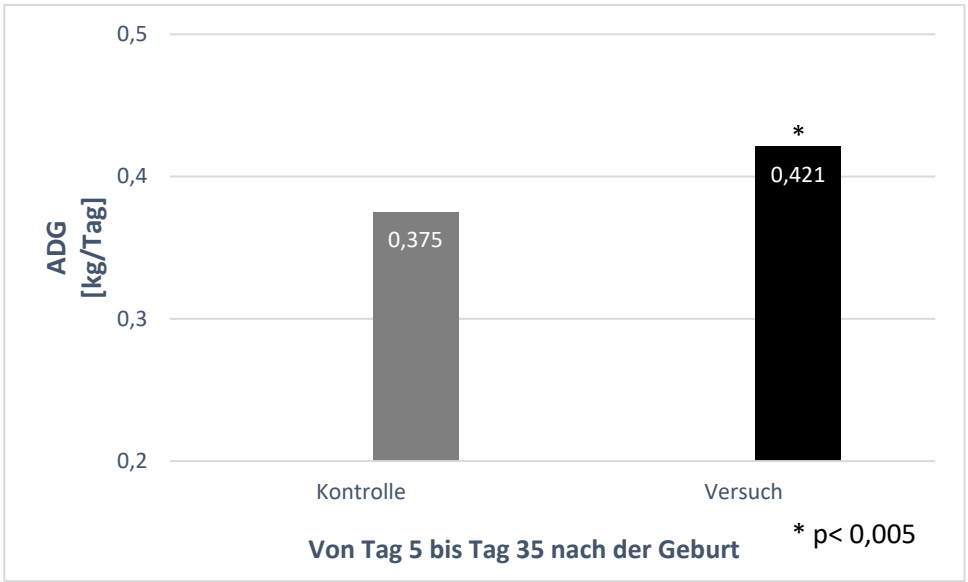


Abb. 3: durchschnittliche Tageszunahme der Kälber in den ersten 30 Tagen

Darüber hinaus wurde die durchschnittliche Tageszunahme der Kälber in den ersten 30 Tagen signifikant erhöht (+46 g/Tag, P<0,05) (Abb. 3), mit einer numerischen Verbesserung des endgültigen Körpergewichts nach 60 Tagen (+1,6 kg) und einer Tendenz zu einer besseren FCR insgesamt (P<0,10).

Schlussfolgerung

Die Kälber der Versuchsgruppe wiesen eine geringere Morbidität und Mortalität auf, sowohl im Bereich der Verdauung als auch der Atemwege, was zu einer geringeren Anzahl von therapeutischen Behandlungen und Kosten führte. Dies bestätigt, dass die verschiedenen Hefestammfraktionen (YANG, Lallemand Animal Nutrition) zur Erhaltung der Gesundheit unter schwierigen Bedingungen beitragen können. Diese phänotypischen Beobachtungen können mit Veränderungen der fäkalen Mikrobiota bei der Versuchsgruppe in Verbindung gebracht werden: Es wurde eine signifikant höhere Abundanz von Taxa beobachtet, die mit gesundheitlichen Vorteilen verbunden sind, insbesondere in jungen Jahren (*Akkermansia, Bifidobakterien, Succiniclasticum*), und weniger opportunistische Pathogene (*Fusobakterien*). Die positiven Auswirkungen auf die Darmgesundheit und das Wachstum sowie die Verringerung der Antibiotikabehandlung unterstützen die Rentabilität und Nachhaltigkeit der Betriebe.

Quellennachweis

Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. Windeyer M.C, K E Leslie , S M Godden, D C Hodgins, K D Lissemore, S J LeBlanc - Prev Vet Met 2014 Feb 1; 113(2):231-40 -doi: 10.1016/j.prevetmed.2013.10.019. Epub 2013 Nov 1

Autorenanschrift

Dr. Elisabeth Zißler
Lallemand-DHW GmbH
Färberstr. 22-24
95126 Schwarzenbach a. d. Saale
ezissler@lallemand.com

Impact of purified yeast fraction on health parameters and performance of rearing calves

Sophie Ostermann[1], Ralf Waßmuth[1], Hans-Jürgen Kunz[2], Anita Seidel[2], Marina Vey[3], Hans-Joachim Schuberth[3], Niels Moritz[4], Markus Mayer[5]

[1] Hochschule Osnabrück, University of Applied Science, Germany

[2] CAU – Christian-Albrechts-University, Kiel, Germany

[3] TiHo Hannover, University of Veterinary Medicine foundation, Institute of Immunology, Germany

[4] Deutsche Vilomix GmbH, part of Vilofoss, Neuenkirchen-Vörden, Germany

[5] Phileo by Lesaffre - A business unit of S.I. Lesaffre, Marcq-en-Baroeul, France

Abstract

Neonate calves require specific support in the first days of life, because they are particularly prone to gastrointestinal and respiratory tract infections. As these calves are the future generation in each farm, it is key to ensure a proper management in this early stage of life. The objective of the present study was to determine whether the administration of a purified yeast fraction positively affects the health and performance of calves during the first four weeks of life.

Material and methods

Observed product is a purified yeast fraction from Saccharomyces Cerevisiae, rich in β-1.3/1.6 glucans and mannan oligosaccharides. β-1.3/1.6 glucans trigger the immune system and mannan oligosaccharides can bind mannose-sensitive pathogens like *E. coli*, *Salmonella spp*. und *Clostridium perfringens* (SPRING et al. 2015).

The study was conducted over a 28-day period with a total of 57 female Holstein calves. The calves were housed in individual igloos and were fed ad libitum with whole milk plus whole milk enhancer (minerals, vitamins, and trace elements). In addition, the animals always had access to a calf starter and water.

Milk intake was calculated daily. Calves were assigned to the control group or to purified yeast fraction group (yeast group) based on lactation number of the dams (Table 1).

Table 1: Grouping overview based on dams´ lactation number

	1. lactation	≥ 2. lactation	Total
Yeast group	10	19	29
Control group	9	19	28
Total	18	39	57

Calves in the yeast group received 5 g purified yeast fraction per head per day which was dissolved in water and administered by syringe into the mouth every day.

The body weight of the animals was measured on days 1 and 28. Faeces were examined daily, and a faecal score was noted according to scoring scheme (Table 2).

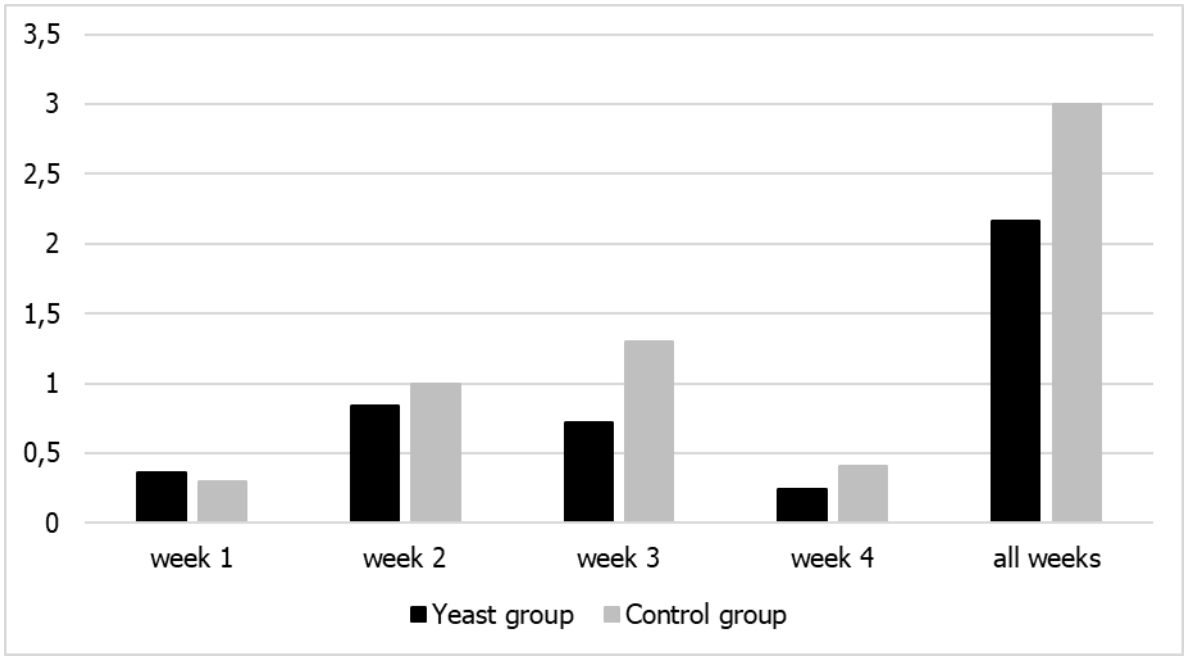
Table 2: Daily faecal scoring scheme

Faecal texture	Score
Usual, pasty	0
Soupy eventually with pasty parts	1
Watery eventually with blood or fibrin impurities	2

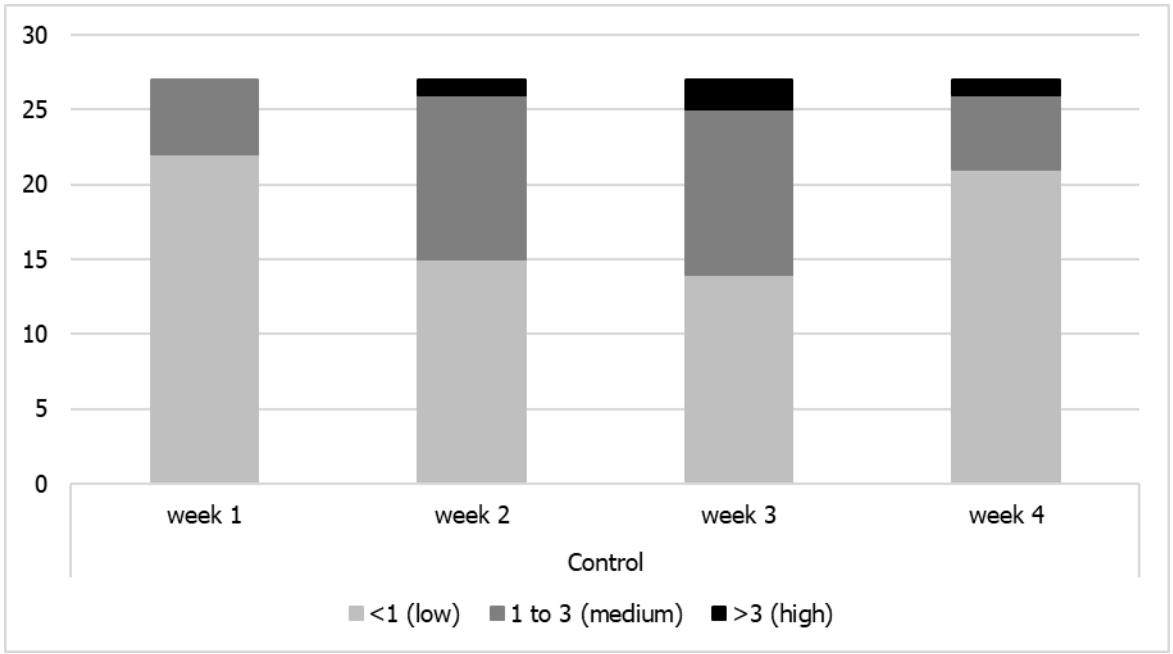
Treatments were recorded for whole investigation period. Blood samples were taken following a specific protocol and immediately sent for analysis to TiHo Hannover. Results of this study will be part and published with a doctor thesis expected end of 2023.

Main findings

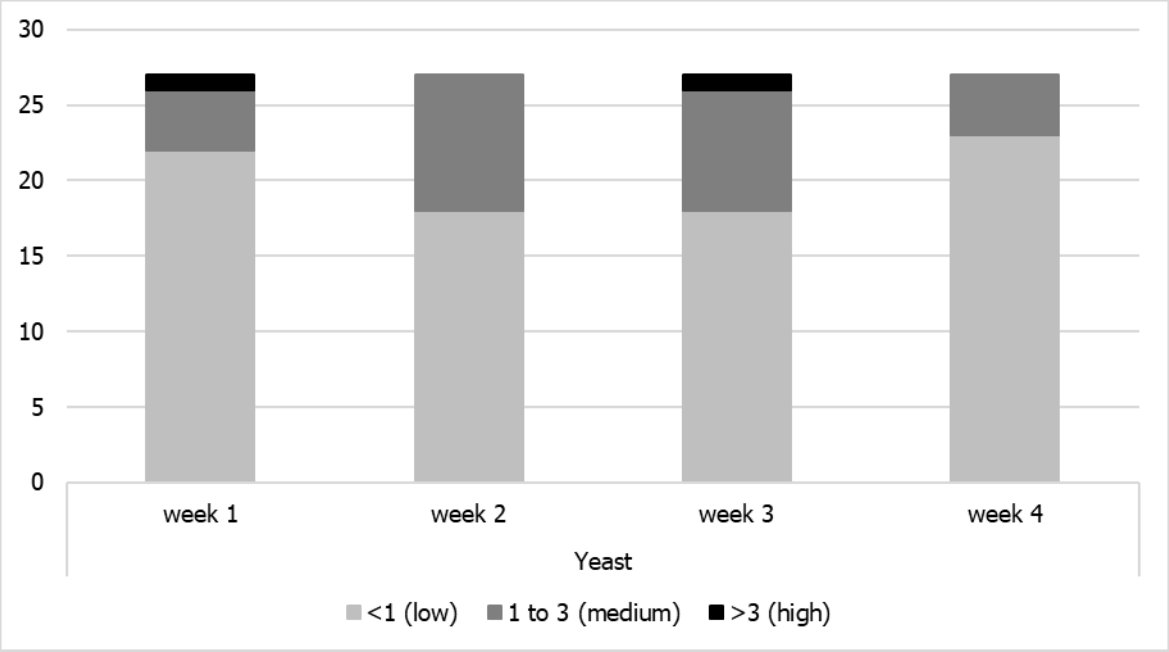
Better faecal scores tended to be observed in the yeast group than in the control group (Graphs 1 and 2, $p<0,09$). The event to have aqueous faeces (faecal score of 3) is more likely for calves from primiparous cows ($p< 0,02$).



Graph 1: Cumulative faeces score, mean values for each week after birth



Graph 2: Number of animals, grouped for low (< 1 scoring point), medium (1 to 3 scoring points) and high values (> 3 scoring points) per observation week, control group.



Graph 3: Number of animals, grouped for low (< 1 scoring point), medium (1 to 3 scoring points) and high values (> 3 scoring points) per observation week, yeast group.

Supplementation of purified yeast fraction neither had a significant effect on weight gain and feed efficiency, nor the number of treatments. However, the purified yeast fraction group tended to receive first treatments later than the control group.

Conclusion

The results of the study indicated that purified yeast fraction supplementation did not have a significant effect on calf performance. However, an improvement in faecal scores was observed in the yeast group, suggesting a positive impact of purified yeast fraction on rearing calves´ gut health.

Literature

ALI, F. Q. M. & AL SHUKRI, A. Y. (2019): Effect of the use of SafMannan as prebiotic in production and performance of broiler. Biochem. Cell. Arch. 20(1).

ALUGONGO, G.M., XIAO, J., WU, Z., Li, S., WANG, Y. & CAO, Z. (2017): Review: Utilization of yeast of Saccharomyces cerevisiae origin in artificially raised calves. J. Anim. Sci. Biotechnol. 34(8).

AMIN, N. & SEIFERT, J. (2021): Dynamic progression of the calf's microbiome and its influence on host health. Comput. Struct. Biotech. J. 19, 989 – 1001.

ARMATO, L. (2014): Yeast cell wall and live yeasts diet supplementation in beef cattle: effect on rumen fermentations and ultrasonographic rumen wall findings. Dissertation, Università degli Studi di Padova.

AUNG, M., OHTSUKA, H. & IZUMI, K. (2019): Effect of yeast cell wall supplementation on production performances and blood biochemical indices of dairy cows in different lactation periods. Vet. World 12(6), 796 - 801.

BROADWAY, P.R., CARROLL, J.A. & BURDICK SANCHEZ, N.C. (2015): Live Yeast and Yeast Cell Wall Supplements Enhance Immune Function and Performance in Food-Producing Livestock: A Review. Microorganisms 3(3), 417 - 427.

GOSH, S. & MEHLA, R. K. (2012): Influence of dietary supplementation of prebiotics (mannanoligosaccharide) on the performance of crossbred calves. Trp. Anim. Health Prod. 44(3), 617 – 622.

KUMPRECHTOVA, D. & ILLEK, J. (2006): Effect of mannan oligosaccharides supplemented via milk replacer on the immune status and growth of calves. Slov. Vet. Res. 43(10), 311 – 313.

MORALES-LOPEZ, R., AUCLAIR, E., VAN IMMERSEEL, F., DUCATELLE, R., GARCIA, F., BRUFAU, J. (2010): Effects of different yeast cell wall supplements added to maize- or wheat-based diets for broiler chickens. Brit. Poultry Sci. 51, 399 – 408.

Corresponding authors

Niels Moritz
Deutsche Vilomix Tiernahrung GmbH
Bahnhofstr. 30
49434 Neuenkirchen-Vörden
nmoritz@vilofoss.com

Markus Mayer
Phileo by Lesaffre
137 rue Gabriel Péri
59700 Marcq-en-Baroeul, France
m.mayer@phileo.lesaffre.com

SafMannan

Predictable performance

- ✔ Unterstützung der natürlichen Abwehrkräfte
- ✔ Senkung des Pathogendrucks
- ✔ Verbesserung der Darmfunktion

↑ Resistenz ↑ Leistung

Phileo by Lesaffre
137 Rue Gabriel Peri
59700 Marcq-en-Baroeul

www.phileo-lesaffre.com
info-de@phileo.lesaffre.com
Tel.: +49 (0)172 7143764

Phileo by Lesaffre

Efficacy of essential oils to improve respiratory health and performance of calves

Sarah Staggenborg, Miriam Deppe, Alexandra Schlagheck

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

Introduction

Within the first weeks of life, calves are often challenged with various pathogens and stress factors. While diarrhea is the primary cause of mortality among preweaned calves, it is closely followed by bovine respiratory disease (BRD). Studies have revealed that in the United States, approximately 22 % of preweaned calves are affected by BRD, which is a multifactorial disease (Dubrovsky et al., 2016). Clinical signs can vary based on the specific pathogens involved. Calves suffering from BRD show reduced activity (Swartz et al., 2017), nasal discharge and cough, often accompanied by fever and inappetence. Symptoms can range in severity from subclinical to severe. As delayed treatments might be ineffective, timely intervention is crucial for treating sick animals (Dubrovsky et al., 2016). A high incidence of BRD often goes hand in hand with decreased daily weight gains and an elevated mortality. Additionally, prior studies have emphasized the adverse influence of BRD on future performance: calves which required treatment against BRD show an increased risk of leaving the herd before the first or second calving (Schaffer et al., 2016; Buczinski et al., 2021).

To prevent BRD in calves, it is important to support the development of a strong and effective immune system at an early stage. Since failure of passive immune transfer contributes to the development of BRD (Thomas et al., 1973; Blom, 1982), a pivotal aspect in this context is the timely administration of good quality colostrum.

In addition, complementary concepts can be used to further strengthen the immune system and help to protect the calf from emerging diseases and stressful events. In the past couple of years, increasing attention has been paid to the utilization of essential oils in animal nutrition and their beneficial effects on animal health. Among other facts, *in vitro* studies have shown an antimicrobial effect of eucalyptus and peppermint oils against *Pasteurella multocida* (Bismarck et al., 2022). A trialed combination of eucalyptus oil, menthol crystals and peppermint oil were able to improve calf health and reduce the incidence of diarrhea (Soltan, 2009). Comparable results could be obtained when *Eucalyptus Globulus* leaves were included in the calves' diet. This blend has been shown to improve health, digestibility, and performance (El-Bordeny, 2018).

In the present study, a blend containing eucalyptus oil, natural peppermint oil as well as menthol crystals was administered to calves during the first four weeks of life. The objective of this study was to investigate the effect of essential oils on respiratory health and performance in calves.

Materials and Methods

A total of 39 newborn Holstein Frisian calves of both sexes (6 females and 33 males) were included in the study. The calves were blocked according to sex, date of birth and birth weight, and divided equally between the two groups (trial group: n = 20, control group: n = 19). All calves received a colostrum

substitute twice during the first 6 hours after birth, ensuring an IgG intake of 200 g per calf. From the second day of life, calves were fed 6 L of a commercial milk replacer per day, divided into two meals. In addition, calves of the trial group received 2.5 ml of a blend containing essential oils (eucalyptus oil, natural peppermint oil and menthol crystals) twice daily (= 5 ml per day) added into the daily milk ration. The tested blend was applied from the second day of life until 28 days of life. Weaning was gradually performed from day 51 until complete weaning on day 56. The study ended on the 70th day of life. During the study, calves were kept individually and had free access to commercial starter and water. After weaning, the calves were additionally offered grass hay ad libitum. To control the passive immune transfer, serum brix levels were measured 48 hours after birth. Feed intake, health and fecal scores were monitored daily for the entire study period. The evaluation of the health score was based on the Calf Health Scoring Chart by the University of Wisconsin-Madison (https://fyi.extension.wisc.edu/heifermgmt/files/2015/02/calf_health_scoring_chart.pdf). Depending on the fecal consistency, the fecal score ranged from 1 to 4 (firm – fluid; see Figure 1). Diarrhea was diagnosed when calves had a fecal score ≥ 3 for more than one consecutive day. All treatments were documented. Body weights were measured weekly.

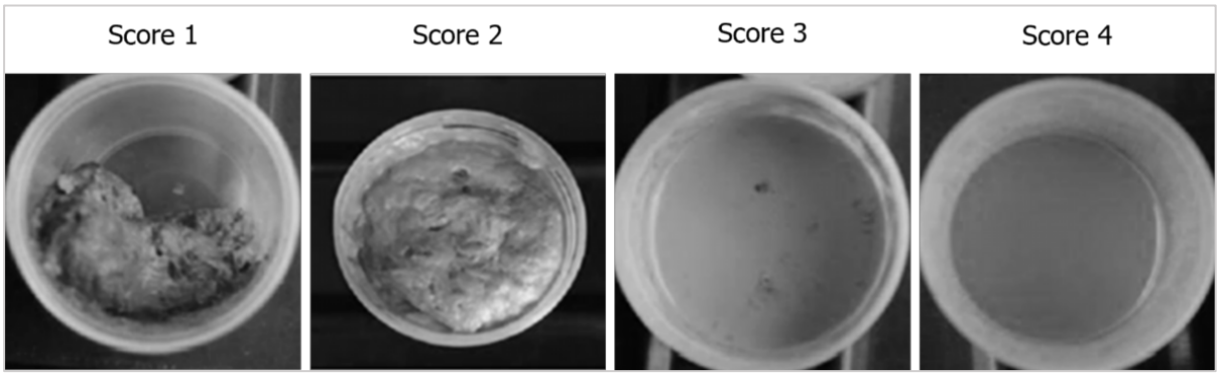


Figure 1: Examples of different fecal consistencies and the corresponding fecal scores

Growth and intake data, fecal and health score were analyzed as repeated measures over time using the MIXED procedure of the SAS statistical package (version 5.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) for mixed models. The model included treatment, week (age of calves) and interaction between treatment and week as fixed effects. The block effect was included in the model as a random effect and week as a repeated measure (model 1), and the subject of the repeated measures used was the animal (treatment). Statistical model 1: $Yijk = \mu + Ti + bj + eij + Sk + (TS)ik + eijk$, where: Yijk - response variable, μ - general mean, Ti - fixed effect of treatment, bj - random block effect, eij - residual error (A), Sk - fixed effect of the age of calves (week of data collection/sample), (TS)ik – fixed effect of the interaction treatment × age, eijk - residual error (B). For data that were grouped to create a single measure, such as diarrhea days, days with fever, days with cough, diarrhea rate, the MIXED PROC of the Statistical Package SAS was used according to model 2, followed by a Tukey test. The model included treatment as fixed effect and blockage as random effect, and calf within the treatment was included as a random effect. Statistical model 2: $Yijk = \mu + Ti + bj + eij$, where: Yijk - response variable, μ - general average, Ti - fixed effect of treatment, bj - random block effect, eij - residual error. Significance was declared in $P </= 0.05$ and trend when if $P > 0.05$ and < 0.1.

Results

The serum brix levels differed between the two groups. Calves from the trial group presented numerically lower serum brix levels compared to the control group (8.99 vs. 13.6). The tested blend

was well accepted when added into the daily milk ration (week 1-4) reflected by a higher liquid diet intake in the trial group (see Figure 2).

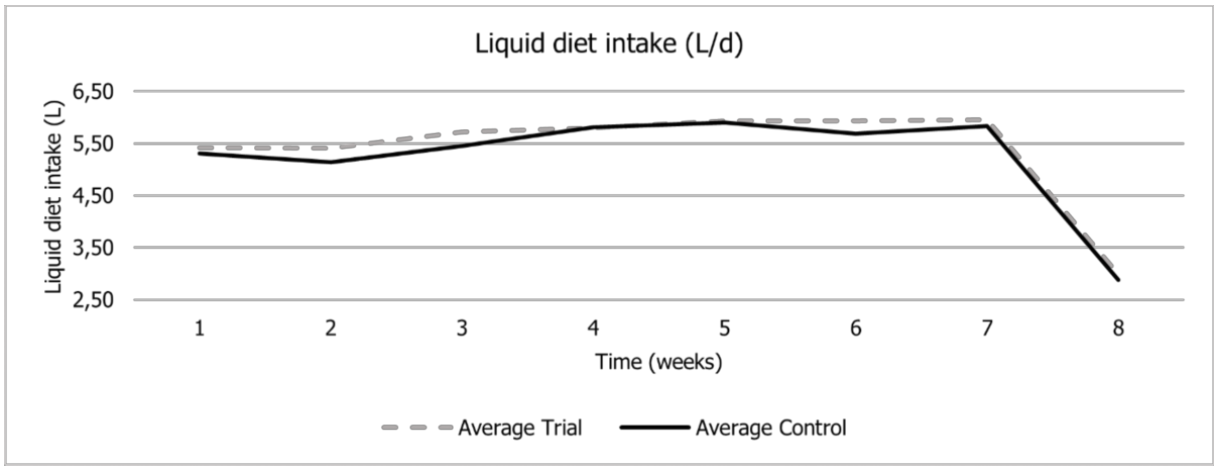


Figure 2: Effect of the administration of essential oils on liquid diet intake

The study has shown that calves receiving the blend of essential oils presented a higher average daily weight gain both pre and post weaning. This effect was even stronger in the pre weaning period (+ 7.66 %). Nevertheless, a slight effect was also detectable in the weaned calves (+ 3.15 %) (see Figure 3). The average fecal scores showed no clear difference between the two groups (see Figure 4). In comparison to the control group, the average health score of the trial group was lower over the entire study period, indicating improved respiratory health in the trial group (see Figure 4). While this effect was significant in the pre weaning period (p=0.01), it showed a trend in the post weaning period (p=0.073). In addition, calves from the control group showed more days with cough (p=0.068) and required more veterinary treatments compared to calves receiving the tested blend (p=0.088) (see Table 1).

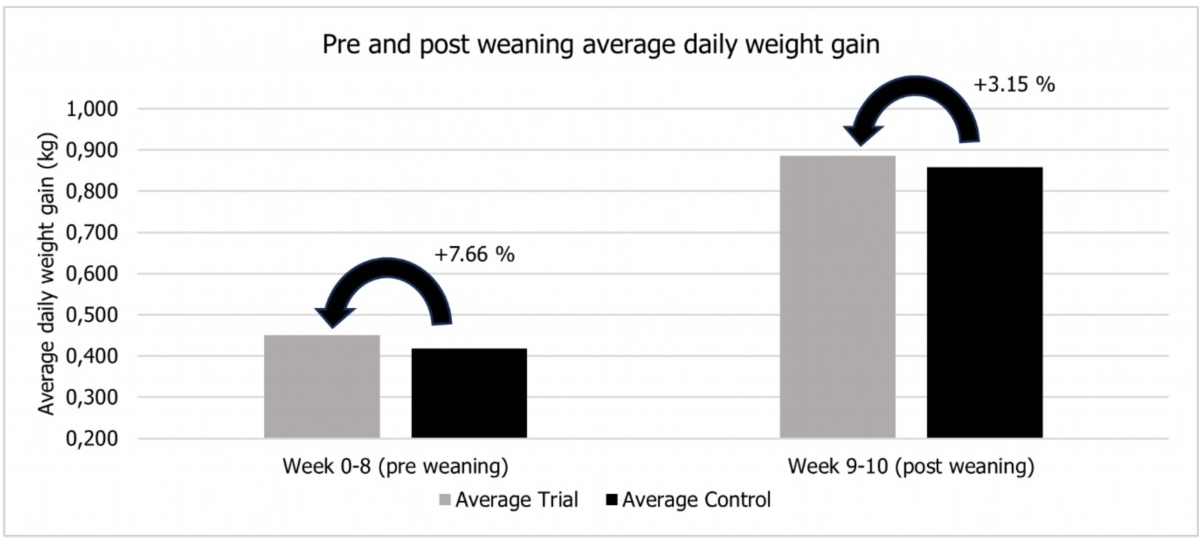


Figure 3: Comparison of the daily weight gains in the pre and post weaning period

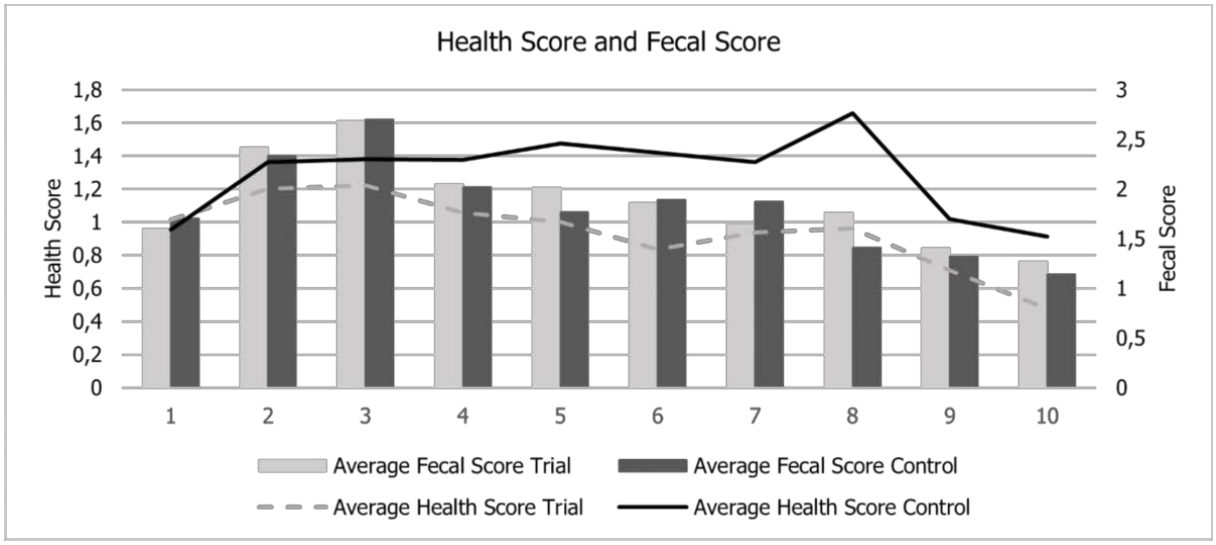


Figure 4: Effect of the administration of essential oils on health and fecal consistency

Table 1: Effects of the administration of essential oils on different health parameters

	Control Group	Trial Group	p-value
Average fecal score	1.8	1.85	n. s.
Days with diarrhea	14.46	15.35	n. s.
Days with fever	1.74	1.6	n. s.
Days with cough	11.52	4.8	0.068
Vet. treatments	1.39	0.92	0.088
Days with health score > 4	4.26	1.4	0.051
Health score pre weaning	1.37	1.03	0.01
Health score post weaning	0.96	0.68	0.073

Discussion

In this study, the effects of a blend of essential oils (eucalyptus oil, natural peppermint oil and menthol crystals) on calves' health and performance were investigated. The results of the study are in line with previous findings (Soltan, 2009): the administration of essential oils can promote health in calves.

BRD remains a significant challenge in calf rearing. Besides a decreased performance and increased mortality rates, BRD also causes substantial economic losses to farms (Cernicchiaro et al., 2013; Dubrovsky et al., 2020). Therefore, preventive measures must be taken from birth to avert disease outbreaks.

The tested blend was well accepted when it was added into the liquid diet and did not alter fecal consistency. Calves administered the blend of essential oils showed a significantly better health performance in the pre weaning period, even though the passive immune transfer was lower compared

to the control group. This effect was weaker in the post weaning period. Nevertheless, there was a trend towards a long-term improvement of respiratory health. This supportive effect was reflected in less days with cough, less veterinary treatments, and less severe courses of respiratory disease.

Conclusion

The study underlined that the tested blend is not only a solution when respiratory symptoms are already present. It can provide an early health support to prevent severe respiratory symptoms and improve the well-being of calves.

References

Dubrovsky, S., et al., *Preweaning cost of bovine respiratory disease (BRD) and cost-benefit of implementation of preventative measures in calves on California dairies: The BRD 10K study.* Journal of dairy science, 2020. **103**(2): p. 1583-1597.

Swartz, T., A. Findlay, and C. Petersson-Wolfe, *Automated detection of behavioral changes from respiratory disease in pre-weaned calves.* Journal of dairy science, 2017. **100**(11): p. 9273-9278.

Schaffer, A.P., et al., *The association between calfhood bovine respiratory disease complex and subsequent departure from the herd, milk production, and reproduction in dairy cattle.* Journal of the American Veterinary Medical Association, 2016. **248**(10): p. 1157-1164.

Buczinski, S., D. Achard, and E. Timsit, *Effects of calfhood respiratory disease on health and performance of dairy cattle: A systematic review and meta-analysis.* Journal of Dairy Science, 2021. **104**(7): p. 8214-8227.

Blom J.Y., *The relationship between serum immunoglobulin values and incidence of respiratory disease and enteritis in calves.* Nordisk Veterinaermedicin, 1982. **34**(7-9): p. 276–284.

Thomas, L. H. and R. G. Swann, *Influence of colostrum on the incidence of calf pneumonia*. The Veterinary record, 1973. **92**(17): p. 454-455.

Bismarck, D., et al., *Screening of Antimicrobial Activity of Essential Oils against Bovine Respiratory Pathogens–Focusing on Pasteurella multocida*. Planta medica, 2022. **88**(03/04): p. 274-281.

Soltan, M. A., *Effect of essential oils supplementation on growth performance, nutrient digestibility, health condition of Holstein male calves during pre-and post-weaning periods*. Pakistan Journal of Nutrition, 2009. **8**(5): p. 642-652.

El-Bordeny, N. E., *Performance of calves fed ration containing Eucalyptus globules leaves.* Egyptian J. of Nutrition and Feeds, 2011. **13**(1): p. 13-22.

Cernicchiaro, N. et al., *Evaluation of economic and performance outcomes associated with the number of treatments after an initial diagnosis of bovine respiratory disease in commercial feeder cattle*. American journal of veterinary research, 2013. **74**(2): p. 300-309.

Corresponding author

Dr. Sarah Staggenborg
Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH
Küstermeyerstr. 16,
49393 Lohne, Germany
E-Mail: staggenborg@biochem.net

Sind Sie **bereit** für **besseres Futter**?

Biochems Fütterungsexperten helfen Ihnen, die Gesundheit und Leistung Ihrer Tiere zu verbessern. Wir bieten Ihnen Fütterungskonzepte für jede Tierart, jeden Produktionszweig und jede Klimazone.

Toxinmanagement · Darmgesundheit · Immunabwehr
Jungtierernährung · Antibiotikareduktion · Futtermitteleffizienz

biochem.net

Biochem
Feed Safety for Food Safety®

Die N-reduzierte Fütterung durch gezielte Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast

Reinhard Puntigam[1], Julia Slama[2], Wolfgang Wetscherek[3]

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

[2] Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Rostock

[3] Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße, Wien

Einleitung

Mit dem gesteigerten Einsatz freier Aminosäuren in den Mineralfuttermitteln kann eine deutliche Reduktion an Eiweißfuttermitteln, vorrangig Sojaextraktionsschrot (SES), in der Rationsgestaltung von Schweinen erreicht werden (Wang et al., 2018). Damit wird es ermöglicht sowohl ökologischen, ökonomischen wie auch sozialpolitischen Anforderungen im Zuge der tierischen Veredelung gerecht zu werden. Überschüssig ausgeschiedener Stickstoff (N) trägt im Boden zur Versauerung bei, mindert die Grundwasserqualität (z.B. Nitrat) und rückt als Luftschadstoff (Ammoniak (NH_3)) zunehmend in den gesetzlichen Vordergrund (Düngeverordnung, TA Luft, etc.). Studien belegen, dass eine Absenkung des Gehaltes an Rohprotein (RP) von 10 g in Schweinerationen das Emissionspotential von NH_3 um 11 % senkt (Sajeev et al., 2018). Demgegenüber besteht in der Beratung und Praxis oftmals die Befürchtung der verminderten Mast- und Schlachtleistung durch eine Proteinreduktion in der Rationsgestaltung. Somit wurde als Ziel des Fütterungsversuches formuliert, SES unter adäquater Supplementierung freier Aminosäuren in der Rationsgestaltung von Mastschweinen zu reduzieren und die Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistungen sowie N-Ausscheidungen zu evaluieren.

Material und Methoden

Der Versuch wurde an der Land- und Forstwirtschaftlichen-Fachschule in Hatzendorf (Süd-Oststeiermark, Österreich) mit 72 Tieren (Pietrain x Edelschwein) durchgeführt. Diese wurden unter Berücksichtigung der Lebendmasse (36,3 ± 0,51 kg LM), des Geschlechts (weibl. 35,7 ± 0,78; kastr. 36,9 ± 0,67) sowie des Wurfs den 3 FG zugeteilt. Je FG standen 2 strohlose Boxen mit jeweils 12 Tieren zur Verfügung (24 Tiere je FG). Zur Rationskalkulation (Zielwert-Futter-Optimierung, Zifo2, LfL) wurden die Einzelfuttermittel vorab mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS, Evonik Operations GmbH, Animal Nutrition, Hanau, Deutschland) auf den Gehalt an Nährstoffen untersucht. Für die Futtergruppe 1 wurde ein Gehalt an RP in der mittleren Mastmischung von 159 g kalkuliert (8er Lysin), während dieser in der FG 2 (150 g/kg) und FG 3 (143 g/kg) unter Einsatz verbesserter Mineralfuttermittel (10er und 12er Lysin) deutlich reduziert wurde (Tabelle 1). Die Mineralfutter (Garant-Tiernahrung GmbH, Pöchlarn, Österreich) unterschieden sich im Gehalt an den weiteren Mengen und Spurenelementen, sowie Zusatzstoffen, nicht).

Tabelle 1: Rationszusammensetzung und kalkulierte Nährstoffgehalte, Angaben in 88 % TM

	Futtergruppe							
	8er Lysin		10er Lysin			12er Lysin		
Rationszusammensetzung	VM	EM	VM	MM	EM	VM	MM	EM
Mais-Ganzkornsilage, %	50	50	50	50	50	50	50	50
Gerste, %	5,0	6,0	2,5	3,5	5,0	5,0	5,5	5,5
Körnerhirse, %	9,0	12	7,0	11	12,5	7,0	11	14
Weizen, %	7,0	7,0	13,5	13	13,5	14	13,5	14
Sojaextraktionsschrot, 44% RP	24,0	20,5	22,0	18,0	14,5	19,0	15,5	12,0
Faserfuttermittel, %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Mineralfutter, %	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0
Kalkulierter Nährstoffgehalt								
Energie, MJ ME/kg	13,41	13,47	13,49	13,55	13,56	13,51	13,58	13,60
Rohprotein, g/kg	167	155	164	150	138	157	143	131
Lysin, g/kg	10,81	9,59	10,99	9,56	8,72	10,97	9,54	8,66
verd, Lysin, g/kg	9,63	8,50	9,85	8,55	7,79	9,90	8,58	7,81
Lysin : ME, 1: ...	0,81	0,71	0,81	0,71	0,64	0,81	0,70	0,64
Mittlere Mastmischung Rohprotein, g/kg	159		150			143		

8er Lysin: 8,0 % Lysin; 2,2 % Methionin; 2,0 % Threonin
10er Lysin: 10,0 % Lysin; 3,2 % Methionin; 3,2 % Threonin; 0,50 % Tryptophan
12er Lysin: 12,0 % Lysin; 4,0 % Methionin; 4,2 % Threonin; 0,80 % Tryptophan; 1,20 % Valin
VM, Vormast (30-60 kg LM); MM, Mittelmast (60-90 kg LM); EM, Endmast (90-118 kg LM)

Die Rationsgestaltung gliederte sich in 2 (FG 1) bzw. 3 (FG 2 und 3) Phasen und das Futter wurde in mehliger Form *ad libitum* angeboten. Die Daten zur Mastleistung inkludierten die Erfassung des Futterverbrauchs- und -aufwandes (je Box) sowie der tierindividuellen täglichen Zunahmen durch Wiegungen zur Ein- und Ausstallung sowie bei jedem Futterwechsel. Die Schlachtleistung wurde ebenfalls tierindividuell ermittelt. Die Versuchsfuttermischungen wurden nach den Vorgaben der VDLUFA (2012) analysiert und der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) nach GfE (2008) kalkuliert. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) unter Anwendung der Prozedur GLM. Im Modell wurden als fixe Effekte die Futtergruppe (FG), das Geschlecht (Sex) sowie deren Interaktionen (FG x Sex) berücksichtigt. Die Kalkulation der N und P-Ausscheidung erfolgte mittels Massenbilanzierung nach den Vorgaben der DLG 199 (2014) dargestellt im DLG-Merkblatt 418 (DLG, 2019).

Ergebnisse

In Tabelle 2 werden die Ergebnisse der analysierten Gehalte ausgewählter Nährstoffe der FG dargestellt. Insgesamt kann eine sehr gute Übereinstimmung mit den kalkulierten Nährstoffgehalten nachgewiesen werden.

Tabelle 2: Gehalt an Nährstoffen der Versuchsfuttermischungen, Angaben in 88 % TM

	Futtergruppe							
	8er Lysin		10er Lysin			12er Lysin		
Parameter	VM	MM & EM	VM	MM	EM	VM	MM	EM
Frischmasse, g/kg	757	749	755	755	757	761	753	760
Rohasche, g/kg	54	47	50	45	42	49	44	42
Rohprotein, g/kg	168	156	163	151	137	158	142	131
Rohfaser, g/kg	34	34	36	31	31	33	30	31
Rohfett, g/kg	31	30	33	33	35	30	30	32
Stärke, g/kg	475	510	489	508	532	500	526	547
Zucker, g/kg	18	16	20	16	15	16	15	16
[1]Energie, MJ ME/kg	13,4	13,5	13,5	13,7	13,7	13,5	13,7	13,6
Kalzium, g/kg	7,4	6,4	6,9	6,3	5,7	7,9	6,8	6,4
Phosphor, g/kg	5,0	4,6	5,2	4,8	4,7	4,6	4,3	4,3

[1]GfE (2008)

Aus Tabelle 3 gehen die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung hervor. Trotz deutlicher Reduktion an SES pro Mastschwein (FG 1: 52,6 kg; FG 2: 43,8 kg; FG 3: 37,2 kg) konnte sowohl bei den Tageszunahmen wie auch beim Futterverbrauch- und -aufwand zwischen den FG kein statistisch nachweisbarer Unterschied festgestellt werden ($p>0,05$). Ebenso bei den Schlachtleistungsmerkmalen unterschieden sich die FG zueinander nicht ($p>0,05$).

In Tabelle 4 werden die Ergebnisse der N-Ausscheidung auf Basis der analysierten RP-Gehalten in den Futtermischungen veranschaulicht. Mit dem gesteigerten Einsatz an kristallinen Aminosäuren konnte eine deutliche Reduktion an N-Ausscheidung im Vergleich zur FG 1 nachgewiesen werden ($p<0,05$). Dieser Umstand spiegelt sich speziell in der Phase der EM wider (FG 1 vs. 2 und 3: -19 und -25%) und resultierte in einer Minderung über den gesamten Versuchszeitraum von 10 bzw. 17 % im Vergleich zur FG 1. Wird der XP-Gehalt der Rationen um 10 (159 *vs.* 149 g) bzw. 17 (159 *vs.* 142 g) abgesenkt, können laut vorliegenden Ergebnissen 19 % bzw. 23 % der NH_3-Emissionen vermindert werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung

	Futtergruppe				p-Wert		
Parameter	8er	10er	12er	SEM	FG	Sex	FG x Sex
Lebendmasse, kg							
Versuchsbeginn	36,3	36,0	36,7	0,514	0,861	0,258	0,766
Anfangsmast	63,7	63,1	63,8	0,677	0,903	0,109	0,573
Mittelmast	94,4	93,9	94,0	0,984	0,969	0,062	0,514
Endmast	120,5	122,0	121,9	0,683	0,570	0,010	0,333
Tageszunahme, g/Tag							
Anfangsmast	994	986	986	10,930	0,937	0,096	0,398
Mittelmast	1079	1080	1061	14,243	0,831	0,057	0,114
Endmast	925^{b}	1004^{a}	990^{ab}	14,273	0,042	0,008	0,922
Gesamt	1000	1027	1016	10,124	0,520	0,009	0,380
Futteraufwand, kg/kg							
Anfangsmast	2,40	2,45	2,43	0,028	0,782	0,106	0,415
Mittelmast	2,95	2,94	2,97	0,038	0,927	0,034	0,118
Endmast	3,53	3,30	3,31	0,049	0,088	0,011	0,785
Gesamt	2,92	2,88	2,89	0,030	0,817	0,011	0,395
Futterverbrauch, kg/Tag							
Anfangsmast	2,37	2,39	2,38	0,007	0,709	1,000	1,000
Mittelmast	3,13	3,13	3,13	0,013	0,977	1,000	1,000
Endmast	3,19	3,27	3,26	0,016	0,091	0,704	0,994
Gesamt	2,90	2,93	2,92	0,011	0,477	0,823	0,981
Futteraufnahme je Tier, kg	245,4	246,8	245,7	2,461	0,972	0,213	0,908
Schlachtgewicht, kg	96,5	97,8	97,4	0,553	0,608	0,037	0,370
Ausschlachtung, %	80,1	80,2	79,9	0,133	0,668	0,116	0,482
Muskelfleischanteil, %	59,6	59,8	58,7	0,257	0,110	<0,0001	0,155
Fleischmaß, mm	79,4	79,8	78,4	0,502	0,492	0,646	0,744
Speckmaß, mm	15,8	15,6	17,4	0,439	0,091	<0,0001	0,136
pH-Wert	6,6	6,5	6,6	0,018	0,075	0,534	0,403

Tabelle 4: Kalkulierte N-Ausscheidung je Mastschwein sowie je kg Zuwachs

	Futtergruppe				p-Wert		
Parameter	8er	10er	12er	SEM	FG	Sex	FG x Sex
N-Ausscheidung VM, g	1.053^{a}	1.018^{a}	959^{b}	9,31	<0,0001	0,114	0,433
N-Ausscheidung MM, g	1.443^{a}	1.371^{b}	1.252^{c}	16,70	<0,0001	0,166	0,314
N-Ausscheidung EM, g	1.600^{a}	1.291^{b}	1.198^{b}	44,95	0,0001	0,105	0,951
N-Ausscheidung gesamt, g	4.096^{a}	3.680^{b}	3.408^{c}	61,51	<0,0001	0,060	0,735
N-Ausscheidung/Zuwachs, g/kg	48,8^{a}	43,0^{b}	40,1^{b}	0,81	<0,0001	0,013	0,430
Mittl. Gehalt an RP, kalkuliert, g/kg	158	149	142	0,78	<0,0001	0,204	0,743
Mittl. Gehalt an RP, analysiert, g/kg	159	149	142	0,83	<0,0001	0,204	0,745

Diskussion

Sowohl wissenschaftliche (Rocha et al., 2022) wie auch praktische (Puntigam et al., 2022) Ergebnisse aus der Schweinemast belegen, dass trotz deutlicher Reduktion an Sojaextraktionsschrot unter bedarfsgerechter Versorgung mit verdaulichen Aminosäuren keine Einbußen im Hinblick auf die Mast-

und Schlachtleistungen der Tiere zu erwarten sind. Eine bedeutsame Basis hierzu legt die bestmögliche nährstoffliche Charakterisierung der Einzelfuttermittel zur Rationskalkulation vorab (Rodehutscord et al., 2016). Darüber hinaus werden Mineralfuttermittel mit gesteigertem Gehalt, wie auch Anzahl an freien Aminosäuren erforderlich. Neben den in dieser Studie genutzten Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan und Valin) verdeutlichen auch weitere Studien, dass unter Einsatz weitere freier Aminosäuren (Leucin und Isoleucin) zunehmende Reduktionen an Sojaextraktionsschrot vorangetrieben werden können, ohne die Leistung der Tiere negativ zu beeinflussen (Puntigam et al., 2023; Krieg et al., 2022). Sowohl die Ergebnisse aus diesem Versuch wie auch jene von Krieg et al. (2022) wiesen das Einsparungspotential an SES und daraus resultierenden N-Ausscheidungen ab ca. 65 kg Lebendmasse auf.

Schlussfolgerungen

Die Reduktion an Eiweißfuttermitteln, vorrangig von SES unter adäquater Supplementierung an freien Aminosäuren, senkt die N-Aufnahme und N-Ausscheidungen, ohne die Leistung der Tiere negativ zu beeinflussen. Der Einsatz von SES konnte im vorliegenden Fütterungsversuch von ca. 53 kg pro Tier (FG 1) auf 43,8 kg (FG 2) bis hin zu 37,2 kg (FG 3) pro Mastschwein reduziert werden. Damit kann ein bedeutsamer umweltrelevanter Beitrag der heimischen Schweineproduktion in vielerlei Hinsicht (z.B. Emissionen, Immissionen, Versauerung, Eutrophierung) und damit eine win-win-Situation geschaffen werden.

Literatur

DLG. 2019. Merkblatt 418, Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

DLG. 2014. Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage. Arbeiten der DLG, Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GfE. 2008. Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pig. Poc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.

Krieg, J., Patzelt, S., Bütfering, L., Cielejeski, H., Feldmann, R. 2022. Proteinreduzierte Fütterung und gezielte Aminosäurenergänzung in Mastschweinerationen ab 70 kg: Einfluss auf Leistung und Emissionen. In: Verband der Landwirtschaftskammern und DLG (Hg.): Futter und Fütterung im Wandel. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.04.2022. Bad Sassendorf

Puntigam, R., Brunlehner, E.-M., Kraft, J., Schneider, S. 2022. Das operative Rahmenziel – die praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Mastschweinefütterung in Bayern. In: Verband der Landwirtschaftskammern und DLG (Hg.): Futter und Fütterung im Wandel. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Fulda, 03.-04.04.2022. Bad Sassendorf

Puntigam, R., Hörtenhuber, S. Weber, M. 2023. Gezielte Reduktion an Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast - Eine win-win-Situation. 77. ALVA-Tagung, Linz, Oberösterreich.

Rocha, G. C., Duarte, M. E., Kim, S. W. (2022). Advances, Implications, and Limitations of Low-Crude-Protein Diets in Pig Production. Animals, 12(24), 3478.

Rodehutscord, M., Rückert, C., Maurer, H. P., Schenkel, H., Schipprack, W., Bach Knudsen, K. E., Mosenthin, R. 2016. Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes. Archives of Animal Nutrition, 70(2), 87-107.

Sajeev, E. P. M., Amon, 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. Nutrient cycling in agroecosystems, 110 (1): 161-175.

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

Wang, Y., Zhou, J., Wang, G., Cai, S., Zeng, X., Qiao, S. 2018. Advances in low-protein diets for swine. Journal of animal science and biotechnology, 9(1), 1-14.

Autorenanschrift

Dr. Reinhard Puntigam
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
D-85586 Poing-Grub
Email: Reinhard.Puntigam@lfl.bayern.de; Tel. 08161 8640-7420

Can a phytogenic preparation contribute to sustainability in pig production by improving feed efficiency in fattening pigs?

Anne Möddel, Elisabeth Holl, Bernhard Eckel

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

Introduction

Meat consumption is often criticised as harmful to the climate. The supply chain of global pig production is estimated to produce 0.7 GT CO_2 eq. per annum with a green-house gas emission intensity of 6.1 kg CO_2 per kg of meat (Venslauskas et al., 2022). Around 60 % of emissions arise from feed production. An efficient transmission of feed to animal protein is therefore crucial for sustainable meat production. Fattening pig husbandry as one of the largest parts of farm animals in meat production has an especially big impact. The goal must be to optimise feed efficiency and thereby saving resources for feed production.

Apart from meeting the nutritional requirements of the animals, feed additives have been recognised as valuable tools to increase efficiency by improving nutrient digestibility and absorption. Phytogenics are of specific interest because of their possible anti-inflammatory and antimicrobial effects and their positive influence on gut microbiota and animal robustness.

These effects are also of interest in fattening pigs. Though animals are generally less susceptible to digestive disturbances during the grower and finisher phase than during earlier stages, heat stress, suboptimal air quality and overcrowding may negatively impact growth and feed efficiency. A reduction of feed intake and/or unsatisfactory weight gain may signal underlying problems in the production process. Since this stage accounts for the largest portion of feed and feed cost/per market pig, the impact of a better feed efficiency on the use of resources would be especially valuable.

In the following field trial, an on/off design was chosen to test if a short-term supplementation of the hop-based phytogenic feed preparation Anta®Phyt during the mid-grower period would have an influence on growth performance and feed efficiency over the whole fattening period.

Material and Methods

The trial was conducted under practical conditions with 1,000 crossbred pigs [(Yorkshire x Landrace) x Duroc]. The trial farm aimed for higher live weights in a predefined fattening period.

Animals were kept in a fully climatised barn with slatted floors. The trials started at 140 days of age. The animals were distributed to the experimental groups according to weight and sex. The starting weight was 71 kg. The total experimental period was 70 days, with 30 days of supplementation of the phytogenic additive.

The diet was based on wheat, maize, and barley (table 1). There were two experimental groups, the control group (**NC**) which received the basic diet for the complete fattening period.

The treatment group (**PA**) received the phytogenic feed supplement (Anta®Phyt, Dr. Eckel Animal Nutrition) at a dosage of 500 g/t of feed on top of the basic feed from the beginning of the trial at age 140 until the age of 170 days. After 30 days of the trial the feed additive was removed from the treatment diet and all animals received only the basic diet.

At the age of 210 days, all animals were slaughtered. Performance parameters measured included final weight, average daily gain, feed conversion ratio and feed intake. The economic value of the nutritional program was determined by calculating the income over feed cost per pig for the experimental period. The prices at the time of the trial were used. The extra cost for the additive was included in the calculation.

Table 1: Basic diet

Composition	**%**
Wheat	33
Maize	25
Barley	20
Sun flour cake	15
Soybean meal	3
Meat and bone meal	2
Premix	2

For the calculation of the CO_2 values, the IPCC data (Patchaury and Reisinger, 2007) were measured with using the LfL tool (2023).

Results

There was no difference in mortality between the treatment groups. In total, four animals died during the experimental period, three in the NC group and one in the PA group. Feed intake was increased by 3.87 %, the feed to gain ratio was decreased by 4.6 %, 2.82 in the NC group and 2.69 in the PA group. The final weight after 210 days reached 130.3 kg in the control and 135 kg in the treatment group, a notable difference of 3.6 % (fig. 1). Daily gain therefore increased significantly by 8.5 % in the PA group (838.2 g and 910 g respectively). Overall, pigs in the control group gained 58.7 kg compared to 63.7 kg/pig in the PA group.

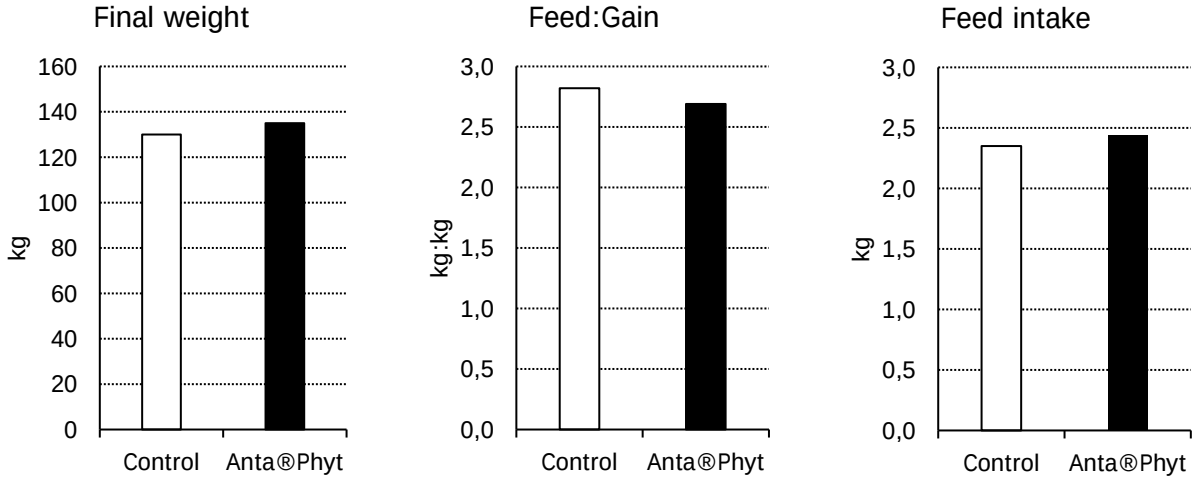


Fig. 1: Effect of a phytogenic additive in the grower stage on performance of fattening pigs

Looking at the total feed consumption, pigs in the control group consumed 82.160 kg in the experimental period vs 85.358 kg for PA.

There was no difference in feed costs per kg gain between the treatments, and income over feed costs and total revenue were increased by 11.8 and 11.2 % respectively (fig. 2).

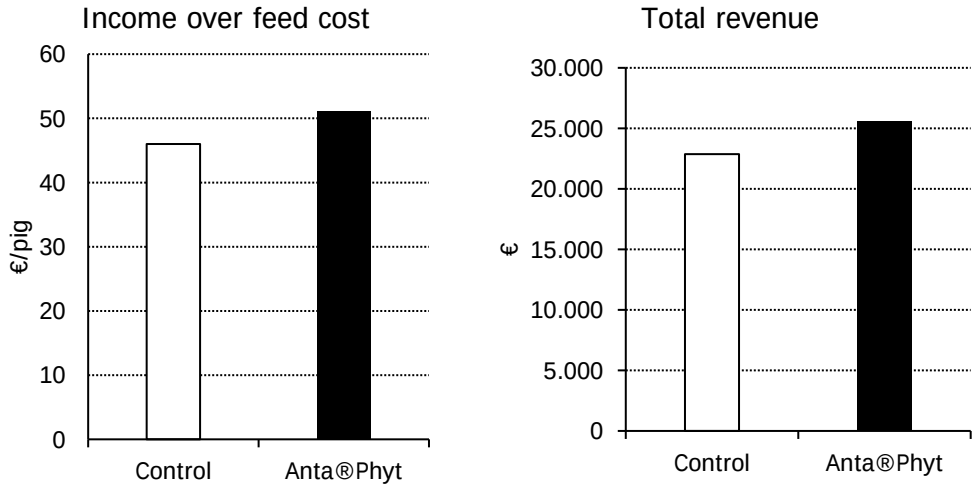


Fig. 2: Effect of a phytogenic additive in the grower stage on income over feed costs and total revenue

The calculated CO_2 emissions were 2.97 kg CO_2 eq/kg live weight for the NC group and 2.89 kg CO_2 eq/kg for the PA group, a reduction of 2.7 %.

Discussion

In the context of sustainable agriculture, consideration of commodity utilization is critical to environmental and economic sustainability. Increasing the efficiency in animal production by improving nutrition is one area where the application of phytogenic additives can play an important role. Since feed costs account for 75 % of the total cost for pig production, feed efficiency is not only relevant for the environment by saving resources but also for economic and financial performance indicator related to sustainability.

Phytogenic additives can be natural tools to improve nutrition by alleviating stress-related problems, reducing inflammation, supporting the immune system, and ultimately improving animal performance (Upadhaya & Kim, 2017). This has been confirmed in various trials. The hop-based phytogenic additive used in the current trial has already shown promising results in poultry and piglets regarding overall health effects and feed efficiency (Preissinger et al., 2018, Korzekwa et al., 2013). Earlier tests also showed antimicrobial potential of hops (Siragusa et al., 2008; Bortoluzzi et al., 2014).

This trial showed that the short-term use of PA in a predefined period during the mid-grower stage of fattening also resulted in a higher final weight, better feed efficiency and a higher revenue. Improving the feed to gain ration in the trial period resulted in less feed needed to achieve the same end weight. Pigs in the control group would have to be kept six days longer to achieve the same final weight as the PA group and needed about nine kg more feed.

While heavier harvest weights are often negatively linked with feed conversion (Shull, 2013), this was not the case in this trial when the phytogenic additive was used. This may be attributed to a better nutrient utilisation due to positive effects on inflammatory processes in the body. Fiesel et al., 2014 observed for instance a down-regulation of pro-inflammatory genes in weanling piglets supplemented with a hop product that resulted in a significantly better feed to gain ratio.

The improved efficiency of production also impacts the environment. A calculation of theoretical CO_2 emissions shows that greenhouse gas emissions per kg slaughter weight could be reduced by around 2.16 % in this period of fattening as well. If we consider that 6.1 kg CO_2 is produced per kg of meat (Venslauskas et al., 2022), then 0.1 kg CO_2 can be saved by the phytogenic additive, assuming a carcass yield of 79 %.

This means that the use of a hop-based phytogenic feed preparation can contribute to at least two of the main performance indicators for sustainability as defined by (Kruger et al., 2022), the environmental and the economic and financial indicators.

Summary and conclusion

The trial showed that it is possible to achieve a positive influence on feed efficiency even by using a phytogenic additive for a limited period of time in fattening pigs. In addition to the effect on feed efficiency, the trial showed an effect on performance.

These effects lead to an improved income over feed cost and total revenue, thus an effect on environmental and economic indicators. It is also clear that even though performance data is already standard, it remains an important part of the sustainability debate and resource management.

A phytogenic additive can be used in pig fattening over a period of time and support the feed efficiency and performance. Thus, it has the potential to bring a positive effect on the sustainability approach.

References

Bortoluzzi, C., Menten, J. F. M., Romano, G. G., Pereira, R., & Napty, G. S. (2014). Effect of hops β-acids (Humulus lupulus) on performance and intestinal health of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, *23*(3), 437-443.

Fiesel, A., Gessner, D. K., Most, E., & Eder, K. (2014). Effects of dietary polyphenol-rich plant products from grape or hop on pro-inflammatory gene expression in the intestine, nutrient digestibility and faecal microbiota of weaned pigs. In *BMC Veterinary Research* (Vol. 10, Issue 1). https://doi.org/10.1186/s12917-014-0196-5

Korzekwa, M., Lohölter, M., Würzbach, M., Eckel, B., & Südekum, K. (2013). Effects of specific phytogenic feed additives on performance characteristics of growing quails. *Tagungsband 51. Jahrestagung Der BAT*, *October*, 193–197.

Kruger, S. D., Zanin, A., Durán, O., & Afonso, P. (2022). Performance Measurement Model for Sustainability Assessment of the Swine Supply Chain. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(16), 1–19. https://doi.org/10.3390/su14169926

LfL (2023). Internet Deckungsbeitragsrechner 1.20230811 - tpidb, Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, https://www.stmelf.bayern.de/idb/schweinemastkonv.html

Pachauri, R. K., & Reisinger, A. (2007). IPCC fourth assessment report. IPCC, Geneva, 2007, 044023.

Preissinger, W., Propstmeier, G., Scherb, S., Wilke, T., & Möddel, A. (2018). Einfluss eines Futterzusatzstoffes aus natürlichen Pflanzen- extrakten, Kräutern, Gewürzen und Gummi Arabicum auf zootechnische Parameter und Caudophagie bei Ferkeln. *Tagungsband 17. Boku Symposium Tierernährung*, *April*, 112–116.

Shull, C. M. (2013). Modeling growth of pigs reared to heavy weights. *Disertación*, 143.

Siragusa, G. R., Haas, G. J., Matthews, P. D., Smith, R. J., Buhr, R. J., Dale, N. M., & Wise, M. G. (2008). Antimicrobial activity of lupulone against Clostridium perfringens in the chicken intestinal tract jejunum and caecum. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *61*(4), 853-858.

Upadhaya, S. D., & Kim, I. H. (2017). Efficacy of phytogenic feed additive on performance, production and health status of monogastric animals - A review. *Annals of Animal Science*, *17*(4), 929–948. https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0079

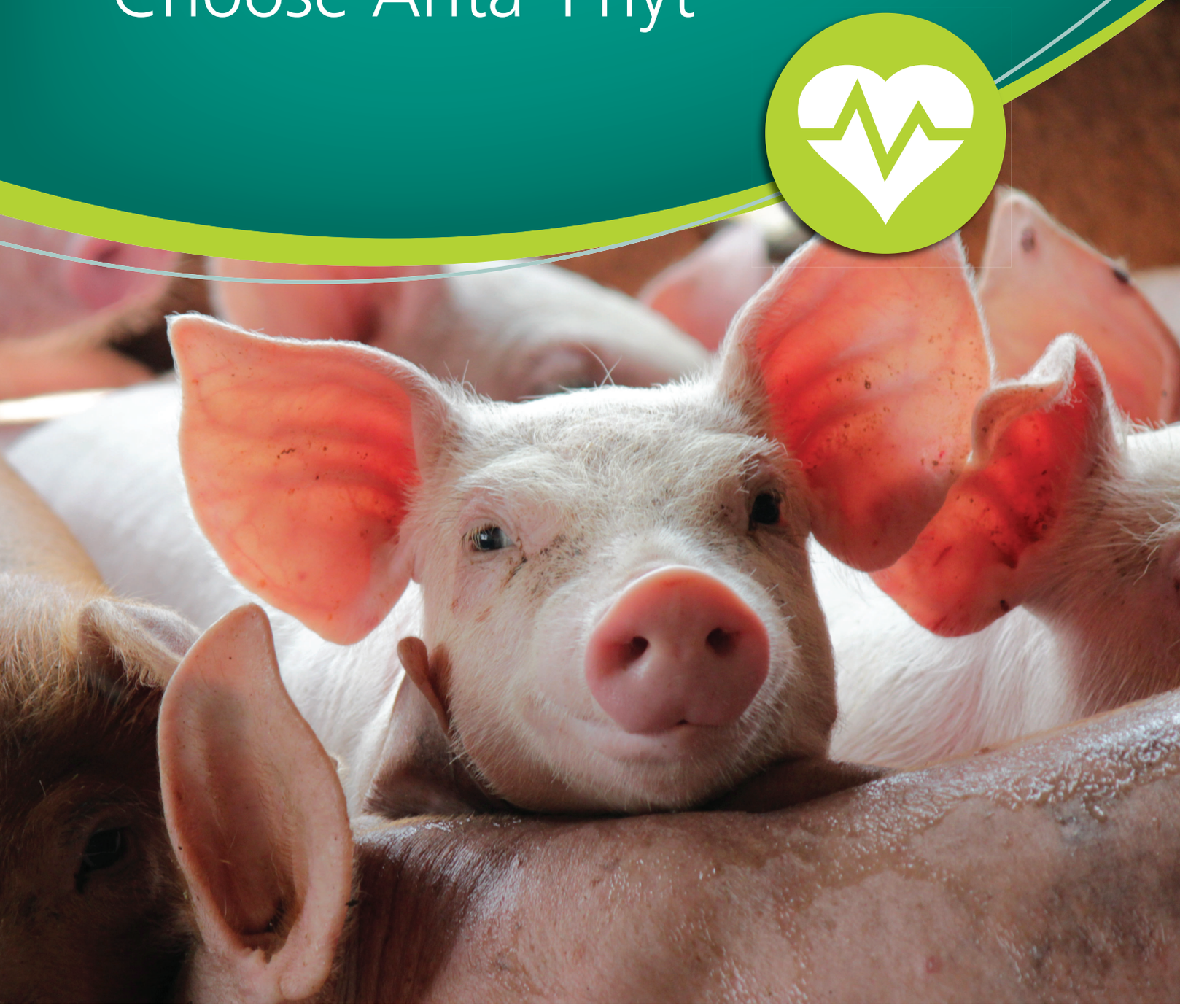
Venslauskas, K., Navickas, K., Rubežius, M., Tilvikienė, V., Supronienė, S., Doyeni, M. O., Barčauskaitė, K., Bakšinskaitė, A., & Bunevičienė, K. (2022). Environmental Impact Assessment of Sustainable Pig Farm via Management of Nutrient and Co-Product Flows in the Farm. *Agronomy*, *12*(4). https://doi.org/10.3390/agronomy12040760

Autorenanschrift

Anne Möddel
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG
Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederzissen
E-Mail: a.moeddel@dr-eckel.de

Face low performance head on

Choose Anta®Phyt



Anta®Phyt
www.dr-eckel.com

DR. ECKEL
creative solutions

A lignan rich feed supplement improves laying performance of aged laying hens and contributes to eggshell stability
Ein lignanreicher Futterzusatz verbessert die Legeleistung älterer Legehennen und trägt zur Eischalenstabilität bei

Stefan Hirtenlehner, Rüdiger Kratz, Christine Potthast

agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Austria

Abstract

Decreasing zootechnical performance with age in combination with an impaired eggshell stability represent a limiting factor of the duration of the production cycle of commercially used laying hens. Dietary supplements like phytonutrients with metabolic antioxidant activity may counteract these negative implications. Data of the present study show that the supplementation of a lignan rich feed supplement resulted in significant improvements of egg mass output and egg number in comparison with the control group. Due to the significantly lower feed intake, the feed-to-egg mass ratio was on average significantly improved. Furthermore, averaged eggshell stability tended to be significantly higher in comparison with the control group while egg yolk and albumen characteristics were not consistently affected. Moreover, TBARS serum concentrations were on average reduced due to the inclusion of the feed supplement, indicating antioxidative effects.

Introduction

In modern layer breeds, the egg production and egg quality decline in the end of the laying cycle which is an economically limiting factor leading to the replacement of the animals. According to the farm and region, laying hens are housed in the production sites for about 80 to 85 weeks of age until they are replaced. Consequently, the longer this substitution of birds can be delayed, the higher is the economic output per hen. The economically limiting factor in the challenge of a prolonged laying cycle is keeping the laying persistency at a constant level and simultaneously stabilizing eggshell quality: the older the birds, the bigger the eggs – thus, the ratio eggshell to egg weight changes to a disadvantageous level as the relative thickness of the eggshell declines with increasing size of the egg (Roberts 2004), i.e. eggshell quality negatively correlates with bird's age and the duration of the laying cycle. The decrease in performance and egg quality may be related to the aging of oviducts, as the age increases oxidative stress, while the efficiency of the antioxidant acting system declines, with close connection to chronic inflammatory responses compared to young layers (Zhang et al. 2015; Liu et al. 2018, Xie et al. 2019). Hence, targeting either inflammatory pathways or modulating the oxidative status of laying hens may beneficially affect production period especially at a late phase. Although the influence on the oxidative status is still often underestimated, there is a strong reciprocal influence of both, oxidative and inflammatory status, with considerable consequences for the whole organism (Chaterjee 2016): in all cells, mitochondria play a crucial role in energy production, but they are also the major sources of reactive oxygen species (ROS) as by-products of cellular respiration. Those ROS out may cause irreversible damage to DNA due to their highly reactive character and potential to oxidize cellular components. Thus, when the formation and neutralization of ROS is imbalanced, cells suffer from oxidative stress. According to Novais et al. (2021), recent studies have clearly shown that "mitochondria

are essential hubs" for the control of the innate immune response, programmed cell death or apoptosis, inflammatory processes, and bacterial pathogenesis. Since the consequences of this oxidative stress accumulate over time, strategies are required to improve the egg production performance and egg quality which becomes of special interest during the late laying period. This may extend the laying cycle and increase the breeding efficiency of laying hens.

Our hypothesis is that the inclusion of a supplement containing wood lignans known to have anti-inflammatory as well as anti-oxidative properties (Heckmann et al, 2022; Chen et al, 2021) in layer diets will be a helpful tool in prolonging the laying cycle while maintaining a high laying persistency. This contributes to an improved efficiency and economy of egg production, with implications for more sustainable livestock production.

Table 1. Feed composition and calculated analysis of experimental diets.

Composition		**Control**	**Supplemented**
Corn	%	67.60	67.60
Soybean meal (49 % CP)	%	20.50	20.50
Limestone	%	8.92	8.92
Mineral and vitamins	%	1.20	1.20
Monocalcium phosphate	%	0.77	0.77
Soybean oil	%	0.83	0.83
DL- Methionine	%	0.10	0.10
L-Tryptophan	%	0.04	0.04
Tixosil	%	0.04	
Lignan rich feed supplement	%	-	0.04
ME	MJ / kg	11.55	11.55
Crude protein	%	16.50	16.50
Lys	%	0.81	0.81
Dig. Lys	%	0.69	0.69
Met	%	0.36	0.36
Dig. Met	%	0.32	0.32
Met & Cys	%	0.65	0.65
Dig. Met & Cys	%	0.55	0.55
Thr	%	0.63	0.63
Dig. Thr	%	0.51	0.51
Trp	%	0.20	0.20
Dig. Trp	%	0.16	0.16
Crude fat	%	3.91	3.91
Crude fibre	%	2.21	2.21
Crude ash	%	11.68	11.68
Calcium	%	3.59	3.59
Phosphorus	%	0.50	0.50
Dig. Phosphorus	%	0.34	0.34
Sodium	%	0.18	0.18
Chloride	%	0.26	0.26

Animals, Materials & Methods

60 laying hens (Lohmann LSL) were allocated randomly to 2 treatments á 10 replicates comprising 3 hens per pen under controlled environment. Laying hens were offered the laying diet without supplementation (control group) or with a wood-derived supplement (agromed®ROI, agromed Austria GmbH) from wk 61 to wk 76 of age (112-d experimental period) after a 7-d adaptation period. Diets

were isoenergetic and isonitrogenous (Table 1), formulated according to the nutrient levels recommended from Lohmann Tierzucht (2023), with reduced Vitamin E levels (18 mg/kg). Individual body weight was recorded in a two-weeks interval from day 1 to day 112 of the experiment. In the same manner data on feed intake, laying rate, egg mass output, egg weight, feed-to-egg mass ratio were obtained.

Ten eggs per treatment (1 egg per pen) collected at d 28, d 56, d 70, d 84, d 98 and d 112 of trial were used for determination of eggshell stability. Data were determined in an apparatus which was compressing each egg between flat plates to measure breakage force. This procedure was carried out on eggs with the major axis parallel to the compression surfaces (force applied at equator). To gain information on the antioxidative status, blood samples were taken at the end of the trial an analysed for thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS), calculated as malondialdehyde concentration via a commercial kit (Sigma, Deisenhofen, Germany). Differences were considered significant when $p<0.05$, whereas $p<0.10$ was considered a near-significant trend. Analysis was performed SPSS (IBM SPSS Version 25).

Results

Hens fed the diet including the feed supplement consumed significantly less feed compared to the control diet, although no differences in body weight appeared (table 2). Egg number, egg mass and feed to-egg-mass ratio were improved significantly. A reduced feed intake combined with a significantly increased egg mass is expressed in a significantly improvement of FCR by 8.4 % relative to the un-supplemented control group. Differences increased with increasing trial duration. Due to the positive effects of the feed supplement on laying performance, the reduced feed intake is not likely to be due to reduced feed acceptance.

Eggshell stability, expressed as the average force required to break the eggs of 10 eggs per data point, was improved by the inclusion of the feed supplement and followed a near significant trend (figure 1). Although not statistically significant, this result is accompanied by a clear reduction of broken egg rate. Other parameters relevant for egg quality, like Haugh units, yolk colour or frequency of meat spots were not affected by the inclusion of the lignan rich feed supplement.

Table 2: Performance data of laying hens (mean values ± standard deviation)

	Control	**Feed supplement**
Body weight start (g)	1,985 ± 80	1,986 ± 97
Body weight end (g)	2,188 ± 87	2,216 ± 105
Body weight change (g)	202 ± 34	230 ± 31
Cumulative feed intake (kg)	**14.53 ± 0.33^{a}**	**13.68 ± 0.58^{b}**
Daily feed intake (g)	**130 ± 3^{a}**	**122 ± 5^{b}**
Egg number (n)	**102.8 ± 1.5^{a}**	**104.9 ± 1.2^{b}**
Egg weight (g)	65.2 ± 0.9	65.8 ± 1.2
Total egg mass (g)	**6.7 ± 0.2^{a}**	**6.90 ± 0.14^{b}**
Broken egg rate (%)	0.74 ± 0.44	0.48 ± 0.40
Feed conversion ratio (rel. egg mass)	**2.166 ± 0.064^{a}**	**1.983 ± 0.078^{b}**
Egg shell stability (N)	**38.26 ± 1.96^{x}**	**40.22 ± 1.96^{y}**

Data for blood profile measured at the end of the trial (75 weeks of age) were in a physiological range. Although not significant, the tested feed supplement caused a numerical reduction of TBARS

(thiobarbituric acid-reactive substances, which are substances formed as by-products during the oxidative degradation of fat and lipids) from 4.8 nmol/ml in the control group to 4.2 for the experimental group.

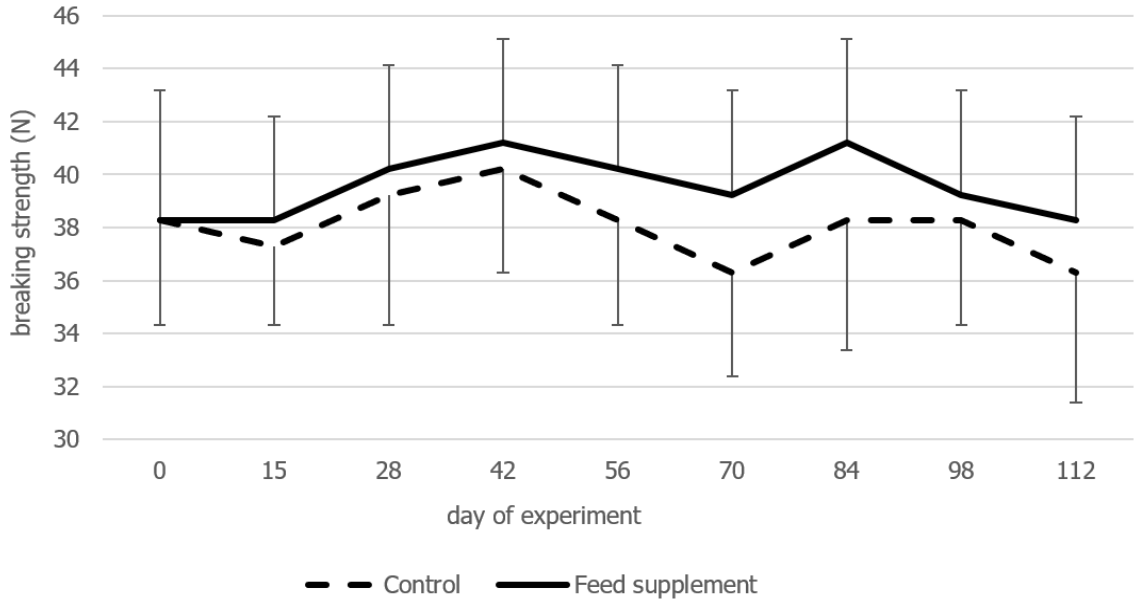


Figure 1. Change of eggshell stability over time throughout a trial duration of 112 days

Discussion

In elder hens the declining laying performance as well as an impaired eggshell stability with progressing life age are limiting factors that forces egg producers to replace laying hens early due to economic reasons. A long-term egg production causes an accumulation of oxidative stress and is a main cause for a decline of zootechnical performance and egg quality during the late laying period (Liu et al. 2018). The aging process disrupts the balance between reactive oxygen species generation and antioxidants because of gradually decreased levels of antioxidants. This is closely connected with increasing inflammation (Subramanian and James, 2010). *In-vitro* results suggest that the feed supplement included in this trial exhibits anti-inflammatory activity by inhibiting proinflammatory cytokine expression in LPS-stimulated macrophages (Heckmann et al. 2022). This is in line with the findings of Xie et al. (2019) who associated this and an additional enhanced antioxidant capacity with a suppression of systemic inflammation which resulted in an improved production performance an egg quality in aged layers. The reduction of TBARS in blood of layers fed on the supplemented diets indicates an improved antioxidative capacity and suggest a higher stress resilience compared to birds of the control group. Moreover, the results from the *in-vivo* testing on the model system *D. melanogaster* indicate protective effects of the feed supplement on intestinal barrier function (Heckmann et al, 2022). This may have contributed to the improved hens' performance, as an impaired barrier function is closely related to leaky gut, enteritis and therefore inflammation (Adedokun and Olojede, 2019). An improved laying performance and a trend to a higher eggshell stability suggest wood-derived supplements to be part of the solution of prolonging the productive life of laying hens in future and, consequently, this will

contribute to a prudent use of limited resources and consequently to a more sustainable livestock production.

Conclusion

The presented results indicate that the inclusion of a lignan rich feed supplement in layer diets compensated for age-dependent impairment of performance and eggshell stability and suggests that the lignan-rich feed supplement beneficially affects the physiology of old laying hens – those effects were observed even under reduced vitamin E levels. The feed supplement contributes via antioxidative properties and should be considered as a tool when aiming at a prolonged and economically reasonable use of laying hens for egg production.

Literature

Adedokun, A.A.; Olojede, O.C. (2019): Optimizing Gastrointestinal Integrity in Poultry: The Role of Nutrients and Feed Additives. Front. Vet. Sci. 5:348. doi: 10.3389/fvets.2018.00348

Chatterjee, S. (2016): Oxidative Stress, Inflammation, and Disease. In: Oxidative Stress and Biomaterials. Dziubla, T., Butterfield, D.A., Eds.; Publisher: Academic Press, USA, 2016, pp. 35-58. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803269-5.00002-4

Chen, F.; Zhang, H.; Du, E.; Jin, F.; Zheng, C.; Fan, Q.; Zhao, N.; Guo, W.; Zhang, W.; Huang, S.; Wei, J. (2021): Effects of magnolol on egg production, egg quality, antioxidant capacity, and intestinal health of laying hens in the late phase of the laying cycle. Poultry Science, 100(2), 835-843.

Heckmann, M.; Sadova, N.; Drotarova, I.; Atzmüller, S.; Schwarzinger, B.; Guedes, R.M.C.; Correia, P.A.; Hirtenlehner, S.; Potthast, C.; Klanert, G.; Weghuber, J. (2022): Extracts Prepared from Feed Supplements Containing Wood Lignans Improve Intestinal Health by Strengthening Barrier Integrity and Reducing Inflammation. Molecules 27: 6327. https://doi.org/10.3390/molecules27196327

Lohmann Tierzucht (2023) https://lohmann-breeders.com/files/downloads/MG/Cage/LB_MG_Cage_LSL-Classic_EN.pdf. Version downloaded Feb 2023.

Liu, X.; Lin, X.; Zhang, S.; Guo, C.; Li, J.; Mi, Y.; Zhang, C. (2018): Lycopene ameliorates oxidative stress in the aging chicken ovary via activation of Nrf2/HO-1 pathway. Poultry Science (99): 2100-2107.

Novais, A.K.; Deschene, K.; Martel-Kennes, Y.; Roy, C.; Laforest, J.-P.; Lessard, M.; Matte; J.J.; Lapointe, J. (2021): Weaning differentially affects mitochnondrial function, oxidative stress, inflammation and apoptosis in normal and low birth weight piglets. PLoS One 2021, 16, e0247188. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247188

Subramanian, M.V.; James, T.J. (2010); Age-related protective effect of deprenyl on changes in the levels of diagnostic marker enzymes and antioxidant defense enzymes activities in cerebellar tissue in Wistar rats. Cell stress and chaperones (15): 743-751.

Xie, T.; Bai, S.P.; Zhang, K.Y.; X.M. Ding, X.M.; Wang, J.P.; Zeng, Q.F.; Peng, H.W.; Lu, H.Y.; Bai, J.; Y. Xuan, Y.; Su, Z.W. (2019): Effects of Lonicera confusa and Astragali Radix extracts supplementation on egg production performance, egg quality, sensory evaluation, and antioxidative parameters of laying hens during the late laying period. Poult. Sci. 98: 4838-4847

Zhang, H.; Davies, K. J. A.; Forman, H. J. (2015). Oxidative stress response and Nrf2 signaling in aging. Free Radic. Bio. Med. 88, 314–336.

Corresponding address

Dr. Stefan Hirtenlehner
agromed Austria GmbH
Bad Haller Straße 23
A-4550 Kremsmünster, Austria
hirtenlehner@agromed.at

Dietary sodium diformate affects the gastrointestinal and faecal Coliform-count of reproductive birds – An overview

Christian Lückstädt, Christoph Hutterand, Stevan Petrovic

ADDCON GmbH, Bitterfeld, Germany

Introduction

Microbiological integrity of eggs is an important issue, while bacterial pathogens in feed and environment of layer units can have serious consequences for bird health and productivity. Salmonella is the most widely understood bacterial pathogen in egg production, which. However, opportunistic Gram-negative pathogens such as *E. coli* and Campylobacter can just as easily take hold. Colibacillosis, a syndrome caused by *E. coli*, is one of the most common infectious bacterial diseases of the layer industry. Colibacillosis causes elevated morbidity and mortality leading to economic losses on farm especially around the peak of egg production and throughout the late laying period (Linden, 2015). *E. coli* infections rank among the top two health concerns for both cage-housed and cage-free layers, according to a survey conducted by the Association of Veterinarians in Egg Production in the US (O'Keefe, 2013). The microbiological safety of table eggs remains therefore the overriding concern of consumers. Jones (2011) has suggested the use of chemical additives to control bacterial pathogens in feed – this may primarily involve the use of organic acids.

Organic acids have long been used in animal nutrition to stabilize feed and enhance animal performance. Vogt et al. (1981) pioneered the use of organic acids in poultry, by using them in the rations to improve performance of both broilers and laying hens. Kirchgessner et al. (1992), also reported positive effects of organic acids (in this case fumaric acid) on productive parameters in layer units. Since then, the use of these valuable additives has spread through the layer industry.

Improving hygienic conditions and poultry performance with the aid of organic acids has been reported by many sources (Desai et al., 2007). An important limitation, however, is that organic acids are rapidly metabolised in the foregut (crop to gizzard) of birds, which will reduce their impact on growth performance. Sodium diformate (traded as Formi NDF, ADDCON – hereafter abbreviated as NDF), a patented double salt of formic, has been proven to be effective against pathogenic bacteria along the whole gastro-intestinal tract in the case of Salmonella and Campylobacter, as reported by Lückstädt and Theobald (2009). Since its launch onto the world-market the same year, the product has gained a good reputation in controlling pathogenic Gram-negative bacteria, also in reproductive birds. The current study aims in giving an overview of the achieved results.

Results and Discussion

One of the first trials, a large-scale feeding trial under commercial conditions in Spain, found up to 99 % reduction of intestinal *E. coli* contamination in layers that were fed 0.3% NDF between 47 and 50 weeks of age (Table 1).

Table 1. Impact of dietary sodium diformate (0.3%) on intestinal microflora in layers, Spain 2010

	Weeks of NDF inclusion				
	Before	1	2	3	Reduction (%)
Total *Coliforms*	7.0×10^7	8.7×10^7	1.8×10^7	6.0×10^6	91
E. Coli	7.0×10^7	8.2×10^7	1.8×10^7	1.0×10^6	99

The researchers' conclusion was that with a dosage of 0.3% NDF over a period of 3 weeks, a significant inhibition of the pathogenic microflora in laying hens was possible.

Furthermore, data from Thailand (results not shown, 2011) and a subsequent study by Kühlmann et al. (2012), not only found similar *E. coli* reduction rates (Table 2), but also that beneficial bacteria in the gut were unaffected. These findings are therefore in full agreement with earlier data from Lückstädt and Theobald (2009), who reported a one-log increase of Lactobacilli and Bifidobacteria in the gut microflora of poultry fed diets containing NDF.

Table 2. Pathogenic bacteria in the excreta of Hisex Brown layers at week 39 (modified after Kühlmann et al., 2012)

	Control	0.3% NDF	Reduction (%)
E. Coli (CFU/g)	3.99×10^5	3.62×10^4	91

This positive effect against pathogenic microflora in reproductive birds (layers and breeders) was confirmed as well under commercial conditions in one of the biggest poultry markets, India.

Table 3. Numbers of *coliforms* in layer faeces, fed with and without 0.1% sodium diformate for 25 days, India 2017

Initial (CFU/g)	After 0.1% NDF (CFU/g)	Reduction (%)
1.1×10^{10}	1.1×10^8	98

The total *coliform* count in the faeces of layers was reduced due the usage of 0.1% Formi NDF over a period of 25 days by more than 98% (Table 3). Another trial confirmed this strong antibacterial impact of NDF also applies to breeders, where, with a similar dosage, a significant reduction of *E. coli* and Clostridia by more than 99% was achieved (Table 4).

Table 4. Bacteria faecal count in breeders from week 49 till week 51 fed with 0.1% sodium diformate, India, 2018

	E. coli (CFU/g)	Clostridia (CFU/g)
Before trial (week 49)	2.25×10^8	2.00×10^7
After trial (week 51)	1.40×10^6	4.50×10^4
Difference (%)	-99.4	-99.8

Sodium diformate exhibits its strong antibacterial effects under different production conditions worldwide, as a trial from Ecuador where total *coliforms* number and *E. Coli* was reduced by more than 95% demonstrates (Table 5).

Table 5. Faecal bacterial count in breeders fed with 0.2% NDF between week 19 and 28, Ecuador, 2019

	Total C*oliforms* (CFU/g)	*E. coli* (CFU/g)
Before trial (week 19)	5.28×10^8	2.30×10^8
After trial (week 28)	2.37×10^7	1.07×10^7
Difference (%)	-95.5	-95.4

Finally, the latest data on a comparison of the antibacterial impact of various acidifiers (Neath et al., 2021), including benzoic acid, sodium diformate, as well as zinc oxide (Table 6), revealed drastic differences in the minimum inhibitory concentration (MIC) in-vitro, in favour of the diformate-based acidifier. Antibacterial activity was determined using an agar plug diffusion method and quantified via broth microdilution.

Table 6. MIC of sodium diformate against *E. coli* in $mg \times ml^{-1}$ (modified after Neath et al., 2021)

	ZnO	Benzoic acid	Sodium diformate
MIC *E. coli*	>31.25	15.63	3.91

The reduced impact of pathogenic bacteria in layers and breeders, and the improved gut microflora, which leads to a state of eubiosis in treated chickens has been now documented for more than a decade. It was therefore interesting to estimate the average potential impact of sodium diformate (NDF) in poultry production, through an analysis of the results of such trials. The final dataset contained the results of all negatively controlled studies. Those studies were carried out between 2009 and 2021 with layer and breeder under commercial and institutional conditions in Asia, Europe and America. The average level of dietary NDF from the dataset in all treated layers and breeders was 0.22%. The typical dosage of Formi NDF in layers and breeders ranges from 1-3 kg/tonne feed, depending on age (dietary protein level), type (layer or breeder) and hygienic status of the farm. The inclusion of the product resulted in an average reduction of 80.5% of the total *coliform* count, while the number of *E. coli* in the faeces of those birds was reduced even further, by 90.5% (P=0.06).

The use of organic acid salts in the diet clearly has a range of beneficial effects in layer production. In this case, their application in biosecurity management through the feed assists the bird to combat intestinal bacterial pathogens and reduces therefore the risk of cross contamination via faeces. This concept has been proven the world over and the use of organic acids, their salts – and especially dietary sodium diformate (Formi NDF) is irrefutably an effective and sustainable tool to enhance and secure layer and breeder performance under all production conditions, in terms of safety and egg quality as well as productivity.

References

Desai D., Patwardhan D. and Ranade A. 2007. Acidifiers in Poultry Diets and Poultry Production. In: Acidifiers in Animal Nutrition – A Guide for Feed preservation and Acidification to Promote Animal Performance (Ed. C. Lückstädt). Nottingham University Press, Nottingham. pp. 63-69.

Jones F. 2011. A review of practical Salmonella control measures in animal feed. J. Appl. Poult. Res. 20: 102-113.

Kirchgessner M., Roth F.X. und Steinruck U. (1992) Ergotroper Effekt von Fumarsäure bei suboptimaler Proteinmenge und -qualität im Futter auf die Produktionsleistung von Legehennen. Archiv für Geflügelkunde 56: 27-36.

Kühlmann K.J., Chauynarong N. and Lückstädt C. 2012. Effect of Dietary Sodium Diformate on the Egg Quality and Health Performance of Hisex Brown Layers. Proceedings of the 15th AAAP Animal Science Congress, 1715-1719.

Linden J. 2015. Colibacillosis in Layers: An Overview. The Poultry Site: www.thepoultrysite.com/articles/colibacillosis-in-layers-an-overview; assessed on 15.08.2023.

Lückstädt C. and P. Theobald. 2009. Effect of a formic acid-sodium formate premixture on Salmonella, Campylobacter and further gut microbiota in broilers. Proceedings and Abstracts of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition, p. 246.

Neath C., Portocarero N. and Jones C. 2021. In vitro susceptibility of swine pathogens to feed additives and active ingredients with potential as antibiotic replacements**.** Journal Applied Microbiology. DOI: 10.1111/jam.15318.

O'Keefe T. 2013. Top 10 health concerns for layers and pullets. WATTPoultry: www.wattagnet.com/egg/egg-production/article/15512865/top-10-health-concerns-for-layers-and-pullets; assessed on 15.08.2023.

Vogt H., Matthes S. und Harnisch S. 1981. Der Einfluß organischer Säuren auf die Leistungen von Broilern und Legehennen. Archiv für Geflügelkunde 45: 221-232.

Address of corresponding author:

Dr. Christian Lückstädt
ADDCON GmbH
Parsevalstrasse 6
06749 Bitterfeld-Wolfen
Germany
E-Mail: christian.lueckstaedt@addcon.com

Einfluss einer Supplementierung von Zitrusextrakten auf die Wachstumsleistung bei Broilern

Sekhou Cisse[1,2], Julia Laurain[1], Benoit Thys[1], Mohamed El Amine Benarbia[1,2], Anne Oberdorf[3]

[1] Nor-Feed SAS, 3 rue Amedeo Avogadro, 49070 Beaucouzé, Frankreich

[2] FeedInTech, 42 rue Georges Morel, 49070 Beaucouzé, Frankreich

[3] Pulte GmbH & Co.KG, Hirtenweg 2, 82031 Grünwald

Einleitung

Das Verbot von antibiotischen Wachstumsförderern (AGP) in der Europäischen Union war ein Wendepunkt auf dem Gebiet der Tiergesundheit und -ernährung (Castanon, 2007). Die Zahl der AGP-Alternativen hat seit diesem Zeitraum erheblich zugenommen, mit dem Ziel, eine ähnlich positive Wirkung auf die Wachstumsleistung zu erzielen (Verstegen und Williams, 2002). Zu diesen Alternativen gehören unter anderem Enzyme, organische Säuren, Präbiotika, Probiotika und Pflanzenextrakte (Huyghebaert et al., 2011). Heutzutage haben die meisten dieser Alternativen ihre Wirksamkeit in der Praxis bewiesen (Ebrahimi et al., 2015; Puvača et al., 2013; Selle et al., 2009). Die beobachtete Wirkung dieser Alternativen, insbesondere Pflanzen und/oder Pflanzenextrakte, kann jedoch schwanken. Schwankungen können durch Faktoren wie z. B. das Herstellungsverfahren, die Herkunft und die schlechte und/oder fehlende Standardisierung erklärt werden.

In dieser Studie lag der Blickpunkt auf Zitrusextrakten, deren Auswirkungen auf die Wachstumsleistung und Gesundheit von Broilern besonders gut untersucht sind (vgl. Abbasi et al., 2015; Boumezrag et al., 2018; Juin et al., 2003; Seidavi et al., 2018). Andere Studien beobachten jedoch keine positive Auswirkung einer Supplementierung mit Zitrusextrakten auf die Wachstumsleistung von Broilern (Akbarian et al., 2013; Alzawqari et al., 2016). Die Unterschiede in den berichteten Wirkungen können teilweise durch die große Variabilität der Extrakte in Bezug auf die Zusammensetzung und Konzentration der Wirkstoffe erklärt werden. Für die meisten Zitrusprodukte liegen keine oder nur sehr begrenzte Daten zur Zusammensetzung vor, was ein Hindernis für das Verständnis ihres Wirkmechanismus darstellt. Das Ziel dieser Studie war es daher, genauere Informationen über die Zusammensetzung von Zitrusextrakten zu erhalten, um die Wirkung auf die Wachstumsleistung bei Broilern zu erklären. Dies geschah durch eine genaue Charakterisierung eines Zitrusextraktes (Nor-Spice AB® (NSAB), Nor-Feed SAS, Frankreich) und anschließende in-vivo-Untersuchung auf die Wachstumsleistung von Broilern.

Material und Methoden

Diese Studie wurde in strikter Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Europäischen Leitlinien für die Unterbringung und Pflege von Tieren (Richtlinie 2010/63/EU zur Änderung der Richtlinie 86/609/EWG) durchgeführt. 620 männliche Eintagsküken (Ross 308, Aviagen) wurden nach dem Zufallsprinzip zwei Fütterungsvarianten zugeteilt: einer Kontrollbehandlung (CTL), bei der die Broiler mit einem Standardfutter gefüttert wurden, und einer Zitrusgruppe, bei der die Broiler mit einem Standardfutter gefüttert wurden, das mit 250 ppm Zitrusextrakt (NSAB) ergänzt wurde. Das Fütterungsprogramm war wie folgt aufgebaut: Starter von Tag 1 bis Tag 14, Grower von Tag 14 bis

Tag 28 und Finisher von Tag 28 bis zum Ende der Mastperiode. Jede Behandlung bestand aus 10 Wiederholungsgruppen mit 31 Broilern pro Gruppe. Die Broiler wurden bis zum Alter von 35 Tagen aufgezogen. Der Futterverbrauch und das Körpergewicht pro Gruppe wurden wöchentlich von Tag 14 bis Tag 35 aufgezeichnet. Die Futterverwertung (Feed Conversion Ratio, FCR) wurde ebenfalls wöchentlich von Tag 14 bis Tag 35 berechnet. Die Sterblichkeit wurde täglich aufgezeichnet. Die Einstreuqualität wurde an den Tagen 14, 21, 28 und 35 nach dem Bewertungsverfahren des französischen technischen Geflügelinstituts (ITAVI) bewertet (Bignon et al., 2015).

Parallel dazu wurden fünf verschiedene NSAB-Chargen mit HPLC-UV-DAD/ELSD analysiert, was eine Bewertung des chromatographischen Profils der Zitrusflavonoide ermöglicht, sowie mit HPLC-UV-MSMS-Analysatoren, die die Identifizierung der wichtigsten NSAB-Verbindungen ermöglichen.

Ergebnisse

Während der Studie betrug die Sterblichkeit 3,5 % bzw. 4,8 % für die CTL- und die NSAB-Gruppe, ohne dass ein statistischer Unterschied bestand. Broiler, die mit 250 ppm NSAB supplementiertes Futter erhielten, waren im Vergleich zur Kontrollgruppe schwerer (p = 0,048, T-Test, Abbildung 1). Es wurde kein signifikanter Effekt auf die kumulative Futteraufnahme beobachtet (3742 vs. 3766 g/Vogel für CTL bzw. NSAB). Es wurde jedoch ein signifikanter Effekt der NSAB-Supplementierung auf die FCR nach 35 Tagen beobachtet: die FCR der NSAB-Gruppe (1,48) war um 1,3 % niedriger als die FCR der CTL-Gruppe (1,50, p = 0,040, t-Test, Abbildung 2).

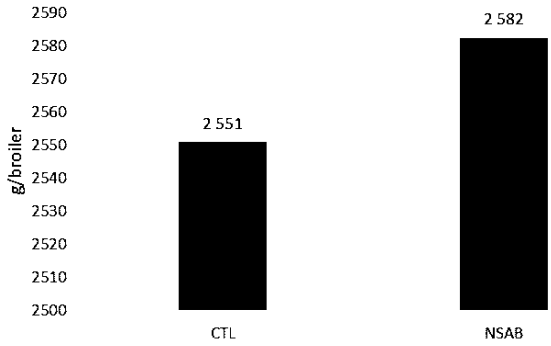


Abb. 1: Auswirkung der NSAB-Ergänzung auf das Körpergewicht von Broilern bei Tag 35

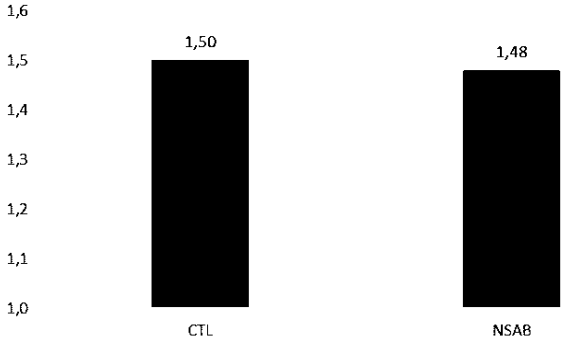


Abb. 2: Auswirkung der NSAB-Fütterung auf die FCR von Masthähnchen bei Tag 35

Das HPLC-UV280nm-Profil der 5 verschiedenen NSAB-Chargen ist in Abbildung 3 dargestellt. Bei den HPLC-Profilen der fünf analysierten Chargen wurden keine Unterschiede festgestellt. Tatsächlich war die Retentionszeit jeder Verbindung von Charge zu Charge gleich, was auf eine ähnliche Zusammensetzung hindeutet. Auch die Intensität der einzelnen Peaks war bei allen untersuchten Chargen ähnlich, was die Standardisierung der NSAB in Bezug auf die Wirkstoffkonzentration bestätigt.

Als Hauptbestandteile von NSAB wurden Pektin-Oligosaccharide (POS) identifiziert, ebenso wie dreißig Sekundärmetabolite, hauptsächlich Zitrusflavonoide und Säuren (Abbildung 4). Die wichtigsten davon sind Hesperidin, Eriocitrin, Naringenin, Kaffeesäure und Zitronensäure.

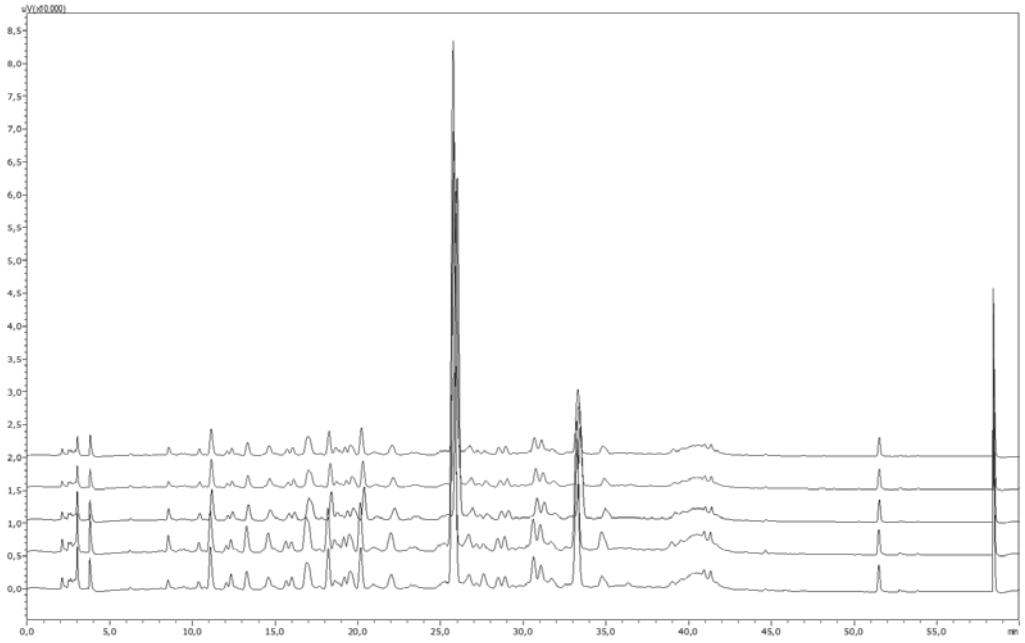


Abb. 3: HPLC-UV280nm-Profil von 5 verschiedenen Chargen von NSAB

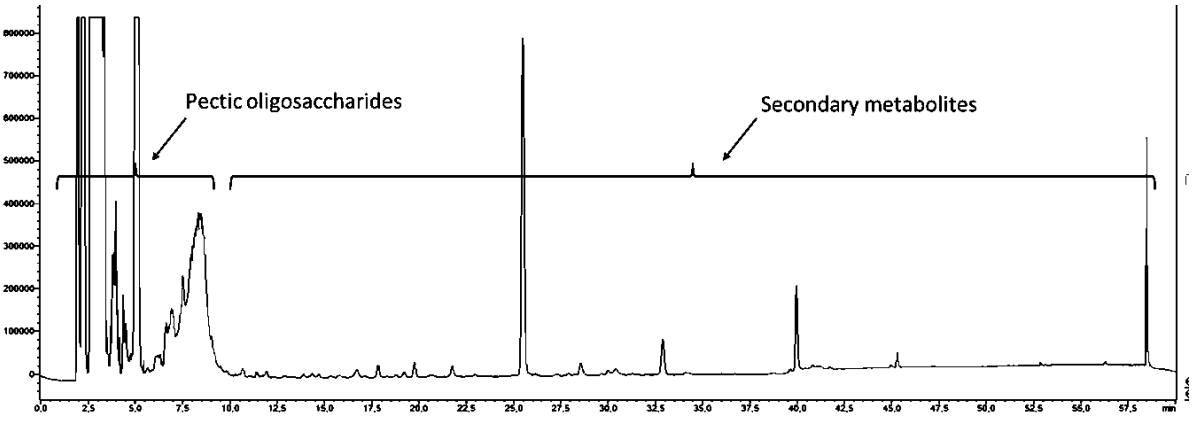


Abb. 4: NSAB ELSD-Profil

Diskussion

Ziel dieser Studie war es, die Wirkung von NSAB auf die Wachstumsleistung von Broilern zu bestätigen und die Wirkungsweise von NSAB im Hinblick auf seine Zusammensetzung zu verstehen. Die Ergebnisse zeigten, dass eine NSAB-Zugabe von 250 ppm die Wachstumsleistung von Broilern positiv beeinflusst. Boumezrag et al. (2018) konnten ebenfalls eine positive Wirkung des untersuchten Zitrusextraktes (NSAB-Supplementierung von 250ppm) bei Broilern durch ein erhöhtes Lebendgewicht und Schlachtkörperertrag bei Broilern nachweisen. Die Ergebnisse dieser Studie stimmen auch mit denen

von Juin et al. (2003) überein, die ebenfalls eine positive Wirkung von NSAB auf das Körpergewicht und die FCR von Broilern aufzeigen. Eine kürzlich veröffentlichte Meta-Analyse bestätigte diese Ergebnisse (Cisse et al., 2019). Insgesamt bestätigten diese Versuche, dass NSAB langfristig eine brauchbare Alternative zur Substitution von AGP sein kann, um das Wachstum und die Futtereffizienz der Tiere zu unterstützen.

Andererseits zeigten viele Ergebnisse aus veröffentlichten Studien keine positiven Auswirkungen einer Supplementierung von Zitrusfrüchten/Zitrusextrakten auf die Leistung von Broilern (Abbasi et al., 2015; Akbarian et al., 2013; Alzawqari et al., 2016; Nazok et al., 2010; Seidavi et al., 2018). Mourão et al. (2008) zeigten, dass es sogar zu negativen Auswirkungen auf das Körpergewicht, die durchschnittliche Tageszunahme, die Futterverwertung sowie das Schlachtkörpergewicht von Broilern kommen kann, die auf den Zusatz von Zitrusfrüchten im Futter zurückzuführen sind. Diese Variabilität ist nicht überraschend. Tatsächlich fehlen häufig Daten zur Charakterisierung von Zitrusfrüchten/ Zitrusextraktprodukten. Die Variabilität in deren Zusammensetzung kann stark mit der Variabilität der beobachteten Wirkung auf Broiler zusammenhängen (Cisse et al., 2020; Moset et al., 2015). Das hier bewertete NSAB ist durch seinen Herstellungsprozess standardisiert, aber auch in Bezug auf die Konzentration einiger aktiver Verbindungen wie der gesamten phenolischen Verbindungen und einiger Zitrusflavonoide (Hesperidin, Eriocitrin). Die Standardisierung von NSAB wurde durch HPLC-Analysen nachgewiesen, die in dieser Studie an fünf Chargen durchgeführt wurden. Diese Tatsache kann der Grund für die reproduzierbaren Ergebnisse sein, die mit NSAB von verschiedenen Autoren und unter verschiedenen Versuchsbedingungen erzielt wurden.

Die Charakterisierung der Bestandteile von NSAB kann dazu beitragen, den Wirkmechanismus auf die Wachstumsleistung von Broilern zu erklären. Tatsächlich wurden einige der in NSAB identifizierten Moleküle bereits auf ihre potenzielle Wirkung auf Gesundheit und Leistung untersucht. So sind beispielsweise die in NSAB enthaltenen POS aufgrund ihrer präbiotischen Wirkung gut beschrieben (Gullón et al., 2013; Míguez et al., 2016), sowie ihre Auswirkungen auf die Prävention von pathogenen Bakterien und Toxinen (Michel Combo et al., 2011). Die Wirkung der POS wird in der Regel mit besseren Leistungen bei Broilern in Verbindung gebracht (Ma et al., 2019).

Polyphenole machen den größten Teil der sekundären Metaboliten von NSAB aus, und werden für ihre positive Wirkung auf verschiedene Kompartimente des Darms und der Darmmikrobiota beschrieben. So wiesen Unno et al. (2015) nach, dass die Zitrusflavonoide der Zitrusextrakte die Produktion von kurzkettigen Fettsäuren im Dickdarm fördern, was zu einer Senkung des pH-Werts und einer Hemmung pathogener Bakterien führt. Unter den am häufigsten vorkommenden Polyphenolen, die in NSAB identifiziert wurden, sind Eriocitrin, Naringin und Hesperidin. Gwiazdowska et al. (2015) fanden heraus, dass Hesperidin und Naringin das Wachstum von Bifidobacterium bifidum bei einer Konzentration von 2 µg/mL stimulierten. In ähnlicher Weise zeigten Estruel-Amades et al. (2019) dass eine Supplementierung mit Hesperidin in einer Konzentration von 100 oder 200 mg/kg dreimal pro Woche zu einer Erhöhung des Lactobacillus-Anteils in der Darmmikrobiota führt. Hesperidin zeigte zudem antioxidative Eigenschaften und Auswirkungen auf das Fettsäureprofil von Broilern, indem es den Anteil gesättigter Fettsäuren im Hühnerfleisch reduzierte und den Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und Omega-n-6-Fettsäuren verbesserte (Hager-Theodorides et al., 2021). Diese Veränderungen der Fettsäureprofile wurden mit einer Verringerung der Atherogenitäts- und Thrombogenitätsindizes in Verbindung gebracht (Hager-Theodorides et al., 2021). Darüber hinaus

wiesen Parkar et al. (2008) die Fähigkeit von Naringenin, dem Aglykon von Naringin, nach, das Wachstum einiger pathogener Stämme wie E. coli, S. aureus und S. typhimurium in einem Konzentrationsbereich von 62,5 bis 125 µg/ml zu hemmen. Die Rolle von Eriocitrin als Antioxidans (Miyake et al., 2000) und antibakterielle Verbindung (Makni et al., 2018) wurde ebenfalls nachgewiesen. Wie Hesperidin, Naringin und Eriocitrin haben auch einige andere in NSAB identifizierte Verbindungen, wie z. B. Rutin, laut Literatur bereits präbiotische Wirkungen gezeigt (Duda-Chodak, 2012; Stevens et al., 2019).

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der Zusatz von NSAB verbesserte die Wachstumsleistung von Broilern. Die Feincharakterisierung des natürlichen Zitrusextraktes hat gezeigt, dass eine hohe Standardisierung der Zusammensetzung vorliegt. Darüber hinaus ermöglicht die NSAB-Zusammensetzung neue gezielte Hypothesen, um die beobachteten Effekte besser zu verstehen. Auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse stellt die Verwendung von standardisiertem Zitrusextrakt als natürlicher Futtermittelzusatz eine Möglichkeit zur Verbesserung der Leistung von Masthähnchen dar.

Literatur

Abbasi, H., Seidavi, A., Liu, W., Asadpour, L., 2015. Investigation on the effect of different levels of dried sweet orange (Citrus sinensis) pulp on performance, carcass characteristics and physiological and biochemical parameters in broiler chicken. Saudi J Biol Sci 22, 139–146. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.09.006

Akbarian, A., Golian, A., Kermanshahi, H., Farhoosh, R., Raji, A.R., De Smet, S., Michiels, J., 2013. Growth performance and gut health parameters of finishing broilers supplemented with plant extracts and exposed to daily increased temperature. SPANISH JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH 11, 109–119. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013111-3392

Alzawqari, M.H., Al-Baddany, A.A., Al-Baadani, H.H., Alhidary, I.A., Khan, R.U., Aqil, G.M., Abdurab, A., 2016. Effect of feeding dried sweet orange (Citrus sinensis) peel and lemon grass (Cymbopogon citratus) leaves on growth performance, carcass traits, serum metabolites and antioxidant status in broiler during the finisher phase. Environ Sci Pollut Res 23, 17077–17082. https://doi.org/10.1007/s11356-016-6879-7

Bignon, L., Mika, A., Chaudeau, M., Dupin, M., Mercerand, F., Bouvarel, I., 2015. Caractérisation de différents types de litières et effets sur l'apparition et la séverité des lésions et le comportement des poulets de chair à croissance rapide | ITAVI. Journée de la recherche avicole et palmipèdes à fois gras.

Boumezrag, A., Khiati, B., Benaraba, R., Boukraâ, L., Hammoudi, S.M., Chicoteau, P., Benarbia, M., 2018. Modulation of broilers' productivity and blood biochemical parameters by Citrus elements dietary supplementation [WWW Document]. undefined. URL /paper/Modulation-of-broilers%E2%80%99-productivity-and-blood-by-Boumezrag-Khiati/6eee7c9ed42c0c571b2d43a99af95bb98b97bfa9 (accessed 10.12.20).

Castanon, J.I.R., 2007. History of the Use of Antibiotic as Growth Promoters in European Poultry Feeds. Poult Sci 86, 2466–2471. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249

Cisse, S., Benarbia, M.E.A., Burel, A., Friedrich, M., Gabinaud, B., Belz, É., Guilet, D., Chicoteau, P., Zemb, O., 2020. Standardized Natural Citrus Extract dietary supplementation influences sows' microbiota, welfare, and preweaning piglets' performances in commercial rearing conditions. Trans Anim Sci 4, 1278–1289. https://doi.org/10.1093/tas/txaa059

Cisse, S., Burel, A., Vandenbossche, C., Chicoteau, P., 2019. Standardized Natural Citrus Extract effect on broilers chikens. Presented at the 70th Annual Meeting of the Europpen Federation of Animal Science (EAAP), OASES, Ghent, p. 176.

Duda-Chodak, A., 2012. The inhibitory effect of polyphenols on human gut microbiota. J. Physiol. Pharmacol. 63, 497–503.

Ebrahimi, A., Santini, A., Alise, M., Pourhossein, Z., Miraalami, N., Seidavi, A., 2015. Effect of Dried Citrus Sinensis Peel on Gastrointestinal Microbiota and Immune System Traits of Broiler Chickens. Italian Journal of Animal Science 14, 4194. https://doi.org/10.4081/ijas.2015.4194

Estruel-Amades, S., Massot-Cladera, M., Pérez-Cano, F.J., Franch, À., Castell, M., Camps-Bossacoma, M., 2019. Hesperidin Effects on Gut Microbiota and Gut-Associated Lymphoid Tissue in Healthy Rats. Nutrients 11, 324. https://doi.org/10.3390/nu11020324

Gullón, B., Gómez, B., Martínez-Sabajanes, M., Yáñez, R., Parajó, J.C., Alonso, J.L., 2013. Pectic oligosaccharides: Manufacture and functional properties. Trends in Food Science & Technology 30, 153–161. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.01.006

Gwiazdowska, D., Juś, K., Jasnowska-Małecka, J., Kluczyńska, K., 2015. The impact of polyphenols on Bifidobacterium growth. Acta Biochim. Pol. 62, 895–901. https://doi.org/10.18388/abp.2015_1154

Hager-Theodorides, A.L., Massouras, T., Simitzis, P.E., Moschou, K., Zoidis, E., Sfakianaki, E., Politi, K., Charismiadou, M., Goliomytis, M., Deligeorgis, S., 2021. Hesperidin and Naringin Improve Broiler Meat Fatty Acid Profile and Modulate the Expression of Genes Involved in Fatty Acid β-oxidation and Antioxidant Defense in a Dose Dependent Manner. Foods 10, 739. https://doi.org/10.3390/foods10040739

Huyghebaert, G., Ducatelle, R., Immerseel, F.V., 2011. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. The Veterinary Journal 187, 182–188. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003

Juin, H., Elgaard, T., Chicoteau, P., 2003. Effect of a citrus extract (NOR-SPICE AB) on broiler performances. Br. Poult. Sci. 44, 810–811. https://doi.org/10.1080/00071660410001666943

Makni, M., Jemai, R., Kriaa, W., Chtourou, Y., Fetoui, H., 2018. Citrus limon from Tunisia: Phytochemical and Physicochemical Properties and Biological Activities [WWW Document]. BioMed Research International. https://doi.org/10.1155/2018/6251546

Michel Combo, A.M., Aguedo, M., Paquot, M., 2011. Les oligosaccharides pectiques : production et applications possibles. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.

Míguez, B., Gómez, B., Gullón, P., Alonso, B.G. and J.L., 2016. Pectic Oligosaccharides and Other Emerging Prebiotics. Probiotics and Prebiotics in Human Nutrition and Health. https://doi.org/10.5772/62830

Miyake, Y., Shimoi, K., Kumazawa, S., Yamamoto, K., Kinae, N., Osawa, T., 2000. Identification and antioxidant activity of flavonoid metabolites in plasma and urine of eriocitrin-treated rats. J Agric Food Chem 48, 3217–3224. https://doi.org/10.1021/jf990994g

Moset, V., Piquer, O., Cervera, C., Fernández, C.J., Hernández, P., Cerisuelo, A., 2015. Ensiled citrus pulp as a by-product feedstuff for finishing pigs: nutritional value and effects on intestinal microflora and carcass quality. Spanish Journal of Agricultural Research 13, 0607.

Mourão, J.L., Pinheiro, V.M., Prates, J. a. M., Bessa, R.J.B., Ferreira, L.M.A., Fontes, C.M.G.A., Ponte, P.I.P., 2008. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. Poult. Sci. 87, 733–743. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00411

Nazok, A., Rezaei, M., Sayyahzadeh, H., 2010. Effect of different levels of dried citrus pulp on performance, egg quality, and blood parameters of laying hens in early phase of production. Tropical Animal Health and Production 42, 737–742. https://doi.org/10.1007/s11250-009-9481-x

Parkar, S.G., Stevenson, D.E., Skinner, M.A., 2008. The potential influence of fruit polyphenols on colonic microflora and human gut health. Int J Food Microbiol 124, 295–298. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.03.017

Puvača, N., Stanaćev, V., Glamočić, D., Lević, J., Perić, L., Stanaćev, V., Milić, D., 2013. Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. World's Poultry Science Journal 69, 27–34. https://doi.org/10.1017/S0043933913000032

Seidavi, A., Zaker-Esteghamati, H., Salem, A.Z.M., 2018. A review on practical applications of Citrus sinensis by-products and waste in poultry feeding. Agroforest Syst. https://doi.org/10.1007/s10457-018-0319-2

Selle, P.H., Ravindran, V., Partridge, G.G., 2009. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets. Animal Feed Science and Technology 153, 303–313. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.06.011

Stevens, Y., Rymenant, E.V., Grootaert, C., Camp, J.V., Possemiers, S., Masclee, A., Jonkers, D., 2019. The Intestinal Fate of Citrus Flavanones and Their Effects on Gastrointestinal Health. Nutrients 11. https://doi.org/10.3390/nu11071464

Unno, T., Hisada, T., Takahashi, S., 2015. Hesperetin Modifies the Composition of Fecal Microbiota and Increases Cecal Levels of Short-Chain Fatty Acids in Rats. J. Agric. Food Chem. 63, 7952–7957. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02649

Verstegen, M.W.A., Williams, B.A., 2002. Alternatives to the Use of Antibiotics as Growth Promoters for Monogastric Animals. Animal Biotechnology 13, 113–127. https://doi.org/10.1081/ABIO-120005774

Autorenanschrift:

Sekhou Cisse
Nor-Feed SAS
3 rue Amedeo Avogadro
49070 BEAUCOUZÈ, France
E-Mail: sekhou.cisse@norfeed.net

Bewahren, was kostbar ist.

PULTE

Wir machen den Unterschied.

Natürlich.

Futtermittel **einzeln | zusätzlich | ergänzend**

www.pulte.de

Guanidinoessigsäure verbessert die Futterverwertung von Hubbard Masthähnchen

Peter Loibl, Vivienne Inhuber, Stefan Blindeneder, Insa Bensmann

Alzchem Trostberg GmbH

Einleitung

Guanidinoessigsäure (Guanidinoacetic acid, GAA) ist ein in der Aufzucht von Masthähnchen etablierter Futtermittelzusatzstoff. Nach Absorption wird GAA in der Leber zu Kreatin verstoffwechselt und erhöht somit den Kreatinspiegel der Tiere. Kreatin wiederum ist ein essentieller Bestandteil des zellulären Energiestoffwechsels von Wirbeltieren. Es transportiert in den Mitochondrien erzeugte hochenergetische P-Bindungen innerhalb der Zelle und regeneriert damit ATP aus ADP (Wyss und Kaddurah-Daouk, 2000).

Kreatin findet sich v.a. in Geweben mit hohem und fluktuierenden Energieverbrauch, z.B. der Skelettmuskulatur oder auch dem Gehirn. Aus diesem Grund ist es auch natürlicher Bestandteil der Nahrung von Allesfressern, da diese ja tierische Gewebe verzehren. Bei rein pflanzlicher Ernährung geht dieser Nährstoff aber verloren, da Pflanzen kein Kreatin synthetisieren (Galler *et al.*, 2022). Neben der Zufuhr über das Futter ist die endogene Synthese relevant für die Bereitstellung von Kreatin. Hierbei wird in einem ersten Schritt v.a. in der Niere aus Arginin und Glycin GAA geformt, das dann zum Großteil in der Leber mit S-Adenosyl-Methionin zu Kreatin methyliert wird. Von dort wird Kreatin dann über das Blut zu den Zielzellen transportiert. Rund 1,5% des Gesamtkreatinspiegels im Körper wird täglich irreversibel zu Kreatinin abgebaut und über den Harn ausgeschieden (Wyss und Kaddurah-Daouk, 2000).

Die Zulage von Kreatinquellen zum Futter von Mastgeflügel stellt also zum einen den natürlichen Versorgungsgrad dieser Allesfresser wieder her und optimiert zum anderen den Kreatinspiegel. So lässt sich über die Gabe von 0,06%-0,12% GAA bezogen auf das Futter der Kreatinspiegel im Brustmuskel um ca. 10%-20% im Vergleich zu einer rein pflanzlichen Kontrollration steigern (Khalil *et al*., 2021, Michiels *et al.*, 2012). Die Steigerung des Kreatinspiegels der Zelle beeinflusst den zellulären Energiestoffwechsel positiv, da sie auch eine Erhöhung des Phosphokreatinspiegels zur Folge hat (DeGroot *et al.*, 2018). Phosphokreatin ist die phosphorylierte Form von Kreatin und dient intrazellulär als Speicher und Transporter der hochenergetischen P-Bindungen (Wyss und Kaddurah-Daouk, 2000). Dieser Effekt führt bei Masthähnchen zu einer Leistungsverbesserung v.a. hinsichtlich des Futteraufwandes (Sharma *et al.*, 2022), aber auch direkte Effekte auf die Fleischqualität (Maynard *et al.*, 2022) und den Zuwachs werden berichtet (Rivera *et al.*, 2022).

Aufgrund von Tierwohl und Schmackhaftigkeit erfreuen sich in der modernen Masthähnchenproduktion langsam wachsende Broilerrassen immer größerer Beliebtheit (Rayner *et al.*, 2020). Diese Tiere zeichnen sich durch ein verringertes Wachstumsvermögen aus, sind aber im Gegensatz zu Hochleistungsrassen aktiver, was zu einer Verringerung von Haltungsproblemen führt, wie z.B. Fußballenläsionen (Rayner *et al.*, 2020). Durch das schnelle Wachstum hervorgerufene Myopathien, wie „wooden breast“ oder „white striping“ treten bei den langsam wachsenden Vögeln ebenfalls signifikant seltener auf, was zu einer besseren Fleischqualität beiträgt (Kuttappan *et al.*, 2016).

Zur Verbesserung des Tierwohls haben sich zahlreiche europäische Lebensmitteleinzelhändler der Europäischen Masthuhn Initiative angeschlossen. Ein Kernelement dieser Vereinbarung ist, nur Vögel zu mästen, die sich durch höhere Tierschutz-Kriterien auszeichnen, und nicht „stark überzüchtet“ sind

(Europäische Masthuhn-Initiative, 2023). Aus den Richtlinien geht also der Einsatz von meist langsam wachsenden Hybridlinien hervor, denen zusätzlich auch mehr Platz und Beschäftigungsmaterial zur Verfügung stehen muss. Lokale Programme können auch zusätzliche Maßnahmen, wie eine Deckelung der Leistung, insbesondere der Zunahmen, vorschreiben (Van Horne, 2020). Deswegen sind Fütterungsstrategien, die eine Verbesserung des Futteraufwandes bei gleichbleibendem Zunahmenniveau erreichen, im Sinne der Mäster, aber auch der Nachhaltigkeit, da langsames Wachstum beim Vogel auch mit vergleichsweise schlechterem Futteraufwand einhergeht (Tůmová *et al.*, 2021). Im hier vorgestellten Fütterungsversuch wurde untersucht, ob sich eine Optimierung der Kreatinversorgung von langsam wachsenden Masthähnchen mit GAA positiv auf den Futteraufwand auswirkt ohne die vorgeschriebenen Grenzen bei der Gewichtsentwicklung zu überschreiten.

Material und Methoden

Am Poultry Research & Innovation Center (Emmen, Niederlande) wurden 480 Hubbard JA 757 Broiler Eintagsküken in einer 56 Tage langen Fütterungsstudie untersucht. Die Tiere wurden gemischtgeschlechtlich über 24 Buchten mit jeweils 20 Vögeln verteilt. Bei Hubbard JA 757 handelt es sich um eine moderne langsam wachsende Broilerzüchtung, die innerhalb von 56 Tagen ein Gewicht von ca. 2,5 kg erreicht.

Die Tiere wurden in zwei Behandlungsgruppen mit jeweils 12 Buchten aufgeteilt. Die Kontrollgruppe erhielt dabei Standardfutter, dem Futter der GAA-Gruppe wurden 0,06% GAA in Form von Creamino® (>96% GAA, Alzchem Trostberg GmbH, Trostberg) zugesetzt. Details der Futterzusammensetzung sind in Tabelle dargestellt, die kalkulierten Inhaltsstoffe in Tabelle . Das Futter wurde entsprechend den Züchterempfehlungen formuliert und krümelförmig vorgelegt. Die Fütterung der Tiere erfolgte nährstoffangepasst in vier Phasen (Starter: Lebenstag 0-10; Grower I: Tag 11-21; Grower II: Tag 21-35; Finisher: Tag 35-56).

Tabelle 1: Futterzusammensetzung der Basalrationen in den vier Futterphasen

	Starter	Grower I	Grower II	Finisher
	Futterzusammensetzung (%)			
Mais	34,00	36,98	21,89	19,82
Weizen	20,00	25,00	45,00	50,00
Erbsen	7,50	7,50	7,50	7,50
Sojaschrot (46,3% XP)	22,00	16,20	12,00	11,00
Sonnenblumenschrot (27,0% XP)	2,00	2,00	2,00	2,00
Rapsschrot (34,0% XP)	2,00	4,00	4,00	4,00
Hafer	7,50	3,00	2,00	
Sojaöl	1,25	1,80	2,50	3,10
Premix	0,60	0,60	0,60	0,60
Kalk	1,30	1,20	1,00	0,85
MCP	0,75	0,47	0,30	0,30
Salz	0,22	0,20	0,20	0,20
NaHCO3	0,28	0,27	0,25	0,25
L-Lys HCl	0,25	0,31	0,28	0,12
DL-Met	0,27	0,26	0,22	0,16
L-Thr	0,09	0,11	0,11	0,01
L-Val	0,02	0,05	0,05	0,03
L-Arg		0,03	0,06	0,02
L-Ile (92%)		0,03	0,05	0,04

Neben dem Einstallgewicht wurden das Tiergewicht und der Futterverbrauch zum Ende jeder Phase ermittelt. Daraus wurden die täglichen Zunahmen und die täglichen Futteraufnahmen errechnet. Signifikante Gruppenunterschiede (Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$) wurden mittels T-Test abgeleitet.

Tabelle 2: Kalkulierte Rohnährstoffgehalte der vier Basalrationen

	Starter	Grower I	Grower II	Finisher
	Kalkulierte Nährstoffzusammensetzung (%)			
AME_N, MJ	12,2	12,6	12.8	13,0
Rohasche	5,2	4,6	4,0	3,8
Rohprotein	19,5	18,0	17,0	16,4
Rohfett	4,0	4,5	4,8	5,3
Rohfaser	3,9	3,6	3,5	3,4
Stärke	42,2	45,1	46,6	47,4
Zucker	4,1	3,9	3,7	3,6
Ca	0,90	0,81	0,70	0,64
P	0,55	0,48	0,43	0,42
Lys	1,14	1,07	0,95	0,80
Met+Cys	0,88	0,83	0,75	0,69
Arg	1,26	1,13	1,04	0,97

Ergebnisse

Tabelle zeigt die Lebendmasseentwicklung der Vögel beider Behandlungsgruppen. Das Körpergewicht der Tiere unterschied sich zwar an Tag 35 signifikant und die Vögel der GAA-Gruppe waren um 60 g leichter ($p<0,05$), das Endgewicht der Tiere war aber mit 2538 g (Kontrolle) und 2536 g (GAA-Gruppe) nahezu identisch.

Tabelle 3: Lebendmasseentwicklung der beiden Behandlungsgruppen

	Tag 0	Tag 10	Tag 21	Tag 35	Tag 56
Kontrolle	43	224	602	**1212**	2538
GAA-Gruppe	43	223	600	**1152**	2536
P-Wert	≥0,05	≥0,05	≥0,05	**<0,05**	≥0,05

Tabelle stellt die täglichen Zunahmen, die tägliche Futteraufnahme und den Futteraufwand pro Tier zusammen. In der Grower II Phase waren in der GAA-Gruppe signifikant um ~4 g/d niedrigere tägliche Zunahmen zu beobachten. Dem gegenüber stand in der Finisher-Phase eine Erhöhung der täglichen Zunahmen um knapp 3 g/d.

Die tägliche Futteraufnahme in der Grower II Phase war in der GAA-Gruppe ebenfalls signifikant um 7 g/d verringert. In allen anderen Phasen war aber kein Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen festzustellen. Es konnte in der Finisher Phase aufgrund der etwas höheren täglichen Zunahmen eine signifikante Verringerung des Futteraufwandes um 12 Punkte in der GAA-Gruppe gegenüber der Kontrolle ($p<0,05$) festgestellt werden. Dieser Effekt zeigte sich ebenfalls auf die gesamte Mastphase. Der Zusatz von 600 g/t GAA verringerte den Futteraufwand signifikant um 6 Punkte.

Tabelle 4: Tägliche Zunahme, Futteraufnahme und Futteraufwand der beiden Behandlungsgruppen

	Tag 0-10 Starter	Tag 11-21 Grower I	Tag 22-35 Grower II	Tag 36-56 Finisher	Tag 0-56 gesamt
			tägliche Zunahmen (g/d)		
Kontrolle	18,1	34,4	**43,6**	**63,1**	44,6
GAA-Gruppe	18,0	34,3	**39,5**	**65,9**	44,5
P-Wert	≥0,05	≥0,05	**<0,05**	**<0,05**	≥0,05
			tägliche Futteraufnahme (g/d)		
Kontrolle	22	53	**89**	148	92
GAA-Gruppe	21	53	**82**	147	89
P-Wert	≥0,05	≥0,05	**<0,05**	≥0,05	≥0,05
			Futteraufwand (g/g)		
Kontrolle	1,20	1,55	2,05	**2,35**	**2,06**
GAA-Gruppe	1,18	1,54	2,08	**2,23**	**2,00**
P-Wert	≥0,05	≥0,05	≥0,05	**<0,05**	**<0,05**

Diskussion

Die Haltungsvorgaben verschiedener Vermarktungsprogramme legen neben verschiedenen Maßnahmen in der Haltungsumwelt die Verwendung bestimmter Hähnchenrassen, die erhöhte Tierschutzkriterien erfüllen, fest (Europäische Masthuhn-Initiative, 2023). Häufig wird dies auch mit einer Deckelung der täglichen Zunahmen verknüpft, v.a. in den Niederlanden (van Horne, 2020). Die vorgeschriebenen langsam wachsenden Vögel weisen aber zumeist, verglichen mit den Hochleistungsbroilern, eine schlechtere Futterverwertung auf. So beobachteten Tůmová *et al.* (2021) beim Vergleich von Ross 308 Standardbroilern mit Hubbard JA 757 Vögeln, dass der Futteraufwand von durchschnittlich 1,56 g/g (Ross 308) auf 1,97 anstieg (Hubbard JA 757). Das Endgewicht lag hierbei auf ähnlichem Niveau von ca. 2,00 kg wobei die Ross 308 Tiere 31 Tage brauchten, um dieses Gewicht zu erreichen, die Hubbard JA 757 45 Tage (Tůmová *et al.*, 2021). Dieser Unterschied wirkt sich negativ sowohl auf die ökologische Bilanz der Produktion dieser Tiere, weil der Ressourcenverbrauch erhöht ist, aber auch auf die ökonomische Bilanz aus, da die Futtermenge pro kg produziertem Tier zunimmt. Um diese Produktionsrichtung zu unterstützen sind also Futterkonzepte, die den Futteraufwand senken, die täglichen Zunahmen aber wenig beeinflussen, essentiell.

GAA, das eine direkte Kreatinquelle darstellt, ist ein anerkannter Zusatzstoff in der Fütterung von hochleistenden Masthühnern. Nachgewiesenermaßen führt bei diesen Tieren die Verbesserung des Kreatinspiegels durch die Fütterung von GAA zu einer verbesserten Effizienz des zellulären Energietransports und –stoffwechsels (Michiels *et al.*, 2012) und senkt damit den Futteraufwand (Maynard *et al.*, 2022). In der hier vorgestellten Studie konnte gezeigt werden, dass dieser Effekt auch bei langsam wachsenden Tieren eintritt. Durch die Fütterung von 600 g/t GAA wurde der Futteraufwand über die gesamte Mastperiode um 6 Punkte gesenkt, die täglichen Zunahmen blieben hingegen auf Kontrollniveau. Der Einsatz von GAA bietet also die Möglichkeit in Produktionsrichtungen mit langsam wachsenden Broilern die Ressourceneffizienz zu steigern und die Wirtschaftlichkeit zu steigern.

Schlussfolgerung

Die Zulage von 600 g/t GAA zum Futter einer langsam wachsenden Masthähnchenrasse verringerte den Futteraufwand der Hubbard JA 757 Tiere signifikant. Dabei blieben die täglichen Zunahmen aber auf dem Niveau der Positivkontrolle. Aufgrund der häufig anzuwendenden Vorgaben bei der Aufzucht von

langsam wachsenden Broilern, die eine auch Wachstumsbegrenzung festschreiben können, ist die Zulage von GAA zum Futter dieser Tiere eine gute Maßnahme, die Ressourceneffizienz zu steigern, und die Aufzucht sowohl ökologisch als auch ökonomisch nachhaltiger zu gestalten.

Literatur

DeGroot, A.A., Braun, U., Dilger, R.N., 2018: Efficacy of guanidinoacetic acid on growth and muscle energy metabolism in broiler chicks receiving arginine-deficient diets. Poultry Science, 97, 890-900

Europäische Masthuhn-Initiative, 2023: https://welfarecommitments.com/letters/europe/de/, Stand 14.8.2023

Galler, F., Loibl, P., Braun, U., Zeiler, E., 2022: Creatine contents in feed components for monogastric animals: Are current feeding programs adequate for omnivores? Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 90.

Khalil, S., Saenbungkhor, N., Kesnava, K., Sivapirunthep, P., Sitthigripong, R., Jumanee, S., Chosap, C., 2021: Effects of guanidinoacetic acid supplementation on productive performance, pectoral myopathies, and meat quality of broiler chickens. Animals, 11, 3180.

Kuttapan, V.A., Ilargis B.M., Owens, C.M., 2016: White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. Poultry Science, 95, 2724-2733.

Maynard, C.J., Nelson, D.S., Rochell, S.J., Owens, C.M., 2022: Reducing broiler breast myopathies through supplementation of guanidinoacetic acid in broiler diets. Journal of Applied Poultry Research, 32, 100324

Michiels, J., Maertens, L., Buyse, J., Lemme, A., Rademacher, M., Dierick, N.A., De Smet, S., 2012: Supplementation of guanidinoacetic acid to broiler diets: Effects on performance, carcass characteristics, meat quality, and energy metabolism. Poultry Science, 91, 402-412

Rayner, A.C., Newberry, R.C., Vas, J., *et al.,* 2020: Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. Scientific Reports, 10, 15151

Rivera Ulloa, J., Moreno, M., Hernandez, M., Carvajal, J., Ringel, J., Inhuber, V., 2022: Effect of guanidinoacetic acid on the diet of broielrs on productive and economic parameters. IPPE

Sharma, N.K., Cadogan, D.J., Chrystal, P.V., McGilchrist, P., Wilkinson, S.J., Inhuber, V., Moss, A.F., 2022: Guanidinoacetic acid as a partial replacement to arginine with or without betain in broilers offered moderately low crud protein diets. Poultry Science, 101, 101692

Tůmová, E., Chodová, D., Skřivanová, E., Laloučková, K., Šubrtová-Salmonová, H., Ketta, M., Machander, V., Cotozzolo, E., 2021: Research note: the effect of genotype, sex, and feeding regime on performance, carcasses characteristic, and microbiota in chickens. Poultry Science, 100, 760-764.

Van Horne, P.L.M. 2020: Economics of broiler production systems in the Netherlands. Wageningen Economic Research Report 2020-027 ISBN 978-94-6395-366-5.

Wyss, M., Kaddurah-Daouk, R. 2000: Creatine and creatinine metabolism. Physiological Reviews, 80, 1107-1213.

Autorenanschrift

Peter Loibl
Alzchem Trostberg GmbH
Dr-Albert-Frank-Straße 32
83308 Trostberg
Peter.Loibl@Alzchem.com

CREAMINO

ENERGY FOR HEALTHY GROWTH

Creamino®
Die direkte Kreatinquelle

FÜR EINEN EFFIZIENTEREN ENERGIESTOFFWECHSEL

- Höhere Zunahmen
- Bessere Futterverwertung
- Gesündere Tiere

QUALITY MADE IN GERMANY

Nachgewiesen durch höhere Kreatingehalte im Muskel

Kontakt
creamino@alzchem.com
T +49 8621 86-2904
www.creamino.com

alzchem group

Einfluss einer geschützten Zinkquelle auf Leistungsparameter und Zinkfraktionen in der Digesta von Broilern

Djanet kl. Holthaus[1], Andreas Janzen[1], Jürgen Zentek[2]

[1] Miavit GmbH

[2] Institut für Tierernährung, Freie Universität Berlin

Einleitung

Zink ist ein essenzielles Spurenelement, das dem Futter über verschiedene Formen zugesetzt werden kann. Dabei gilt es die in der EU geltenden Höchstmengen für Zink im Futter von Geflügel zu beachten. Diese liegen für Geflügel bei 120 ppm an nativem und supplementiertem Gehalt (VO(EG)Nr. 1831/2003). Herkömmlich erfolgt die Zinkzulage über den Zusatz von Zinkoxid, Zinksulfat oder als Protein- bzw. Aminosäurechelat. Bedarfsempfehlungen verschiedener Institutionen variieren zum Teil erheblich voneinander und reichen von 40 ppm (National Research Council, 1994) bis 120 ppm zugesetztem Zink (Aviagen, 2022) beim Broiler. Dabei wird selten eine Angabe zur Zinkquelle gemacht. Bei der Wahl der Zinkquelle gibt es jedoch bedeutende Unterschiede zu berücksichtigen. Allgemeiner Konsens ist, dass die Verfügbarkeit von Zink in der Reihenfolge Zinkoxid < Zinksulfat < Zinkchelat zunimmt. Ziel bei der Zinkversorgung sollte es sein, Zinkionen im Dünndarm freizusetzen, dem Ort, an dem sie vom Tier absorbiert werden. Zinksulfat und Zinkoxid lösen sich bereits in wässrig-saurer Umgebung des Magens und setzen dort Zinkionen frei. Der Muskelmagen ist aber nicht Ort der Absorption. Auch können freie Zinkionen bei sich ändernden pH-Werten unlösliche Komplexe bilden, die dem Organismus dann weniger gut zur Absorption zur Verfügung stehen. Ziel muss es daher sein, die Zinkionen unversehrt durch den Muskelmagen zu schleusen, sodass sie erst im Dünndarm freigesetzt werden.

Ansatz der folgenden Studie war es zu untersuchen, ob die geschützte Zinkquelle MiaTrace Zn mit einer Dosierung von 40 ppm Zink zu besseren Leistungen beim Broiler führen kann, im Vergleich zu zwei unterschiedlichen Dosierungen an Zinksulfat (40 und 80 ppm). Ebenso sollte der Einfluss auf physiologische Parameter wie Verteilung der Zinkfraktionen in der Digesta, sowie Zinkgehalte im Blut und scheinbare ileale Verdaulichkeit von Rohprotein und Zink untersucht werden.

Material und Methoden

Der Versuch verfügte über drei Varianten, die mit jeweils 80 Tieren in 8 Wiederholungen zugeteilt waren. Männliche Eintagsküken der Herkunft COBB 500 wurden für die Mastdauer von 35 Tagen in Bodenhaltung eingestallt. Dabei wurde von Tag eins bis 21 ein Starterfutter, und darauffolgend bis zur Schlachtung ein Mast 1 Futter in Mehlform verabreicht. Die Futter unterschieden sich zwischen den Gruppen nur hinsichtlich der Zinkmenge und Zinkquelle. Eine Versuchsgruppe wurde mit 40 ppm Zink aus Zinksulfat gefüttert, eine mit 80 ppm Zink aus Zinksulfat, sowie eine dritte Gruppe mit 40 ppm Zink aus MiaTrace Zn (MIAVIT GmbH, Essen (Oldenburg)).

Erfasst wurden Körpergewicht, Tageszunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Mortalität der Tiere an den Tagen sieben, 14, 21, 28 und 35.

Am 35. Lebenstag wurde jeweils bei zehn Tieren pro Variante sechs ml Blut aus der Vene (*vena cutanea*) entnommen, um den Zinkgehalt im Blutplasma bestimmen zu können.

Um die scheinbare ileale Verdaulichkeit von Rohprotein und Zink bestimmen zu können, wurden am 35. Versuchstag 24 Tiere (3 Tiere pro Wiederholung) geschlachtet, dies geschah fünf Stunden nachdem das Licht eingeschaltet wurde. Dabei wurden die Tiere so ausgewählt, dass ihr Körpergewicht möglichst nah am durchschnittlichen Körpergewicht der Gruppe lag. Die Digestaproben aus dem Ileum wurden aus der hinteren Hälfte zwischen dem Meckelschen-Drivertikulum und zwei cm kranial des osteum ileocaecale entnommen. Anschließend wurde der gewonnene Digestabrei von drei Broilern pro Wiederholung gepoolt, was zu acht Wiederholungen pro Behandlung führte (ein Pool pro Wiederholung).

Titanium (IV)-Dioxid (TiO2) wurde als inerter Marker in der Dosierung von 3g/kg Futter zugesetzt. Zur Berechnung der scheinbaren ilealen Verdaulichkeit wurde folgende Formel verwendet:

$$Apparent\ ileal\ digestibility\ (\%) = 100 - \left(\frac{\%\ marker\ in\ feed}{\%\ marker\ in\ ileum} \times \frac{\%\ nutrient\ in\ ileum}{\%\ nutrient\ in\ feed}\right) \times 100$$

Die ilealen Zinkfraktionen wurden nach etablierten Methoden bestimmt und sind im Institut für Tierernährung der Freien Universität Berlin verfügbar.

Für alle individuellen oder gruppenbezogenen Messungen wurde als grundlegende statistische Methode die ANOVA mit den Behandlungen als Variable angewendet. Nach Überprüfung der Modelannahme wurde der Tukey-Test zur post-hoc Analyse angewendet. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden als signifikant angesehen, wenn $p < 0,05$ lag. Bei einem p-Niveau von $< 0,10$ wurden Unterschiede als Trend bewertet. Die Analysen wurden mit dem Softwarepaket SPSS (IBM SPSS, Version 25) durchgeführt.

Ergebnisse

Zinkfraktionen in der Digesta

Die Analyse der Zinkfraktionen in der Digesta der Tiere ist in Abbildung 1 dargestellt. In den beiden Gruppen, die mit 40 ppm Zink gefüttert wurden, findet sich signifikant weniger Zink total in der Digesta der Tiere, als bei der Gruppe, die mit 80 ppm Zink gefüttert wurde. Beim löslichen Zink hingegen ist der Anteil an löslichem Zink in der MiaTrace Zn Gruppe genauso hoch wie in der Gruppe, die mit 80 ppm Zink aus Zinksulfat versorgt wurde. In der Digesta der Tiere, die mit 40 ppm Zinksulfat versorgt wurden, findet sich signifikant weniger lösliches Zink in der Digesta im Vergleich zu den Gruppen 40 ppm Zink aus MiaTrace Zn und 80 ppm Zink aus Zinksulfat. Die Fraktion unlösliches Zink ist bei der Gruppe MiaTrace Zn und Zinksulfat 40 ppm signifikant niedriger im Vergleich zur Gruppe mit 80 ppm Zinksulfat. Die Fraktion des proteingebundenen, löslichen Zinks befindet sich in allen drei Gruppen auf gleichem Niveau.

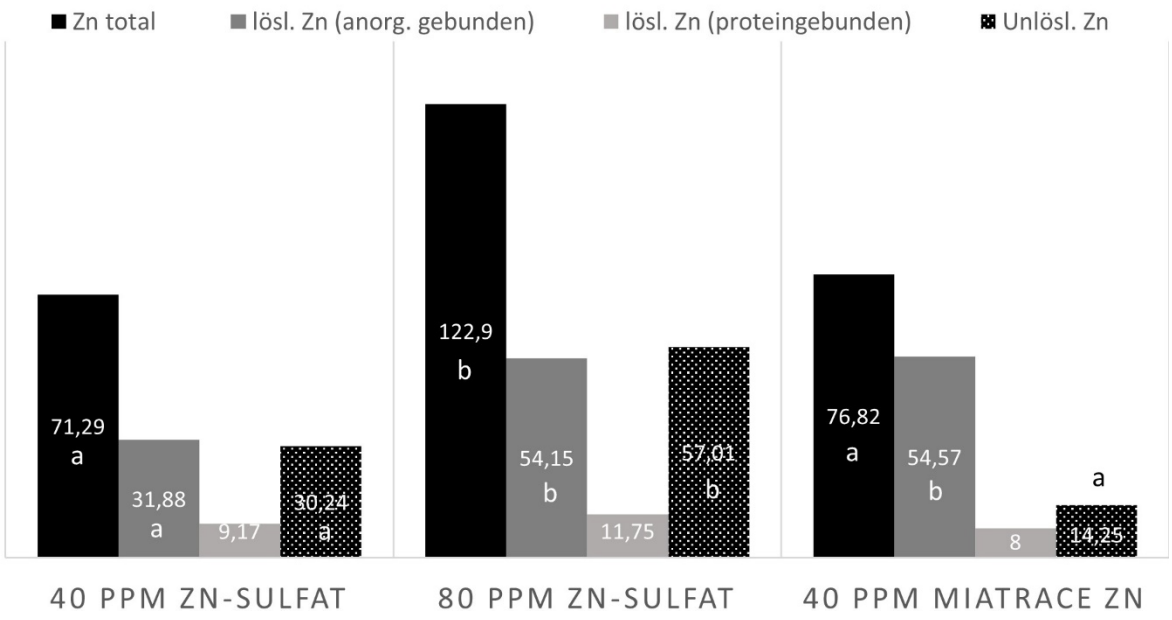


Abbildung 1: Zinkfraktionen in der ilealen Digesta der Broiler an Versuchstag 35

Scheinbare Ileale Verdaulichkeit von Zink und Rohprotein, sowie Zinkgehalte im Blut

Die gemessene scheinbare Ileale Verdaulichkeit von Zink war in der MiaTrace Zn Gruppe mit 32,1% am höchsten im Vergleich zu 29,4% (40 ppm Zink aus Zinksulfat) und 28,5% (80 ppm Zink aus Zinksulfat). Die gleiche Abstufung ergab sich auch für den Zinkgehalt im Blut. Dieser war in der MiaTrace Zn Gruppe mit 1,68 mg/ml Blut am höchsten, gefolgt von der Gruppe 40 ppm Zink aus Zinksulfat (1,51 mg/ml). Der geringste Zinkgehalt im Blut wurde mit 1,49 mg/ml in der Gruppe 80 ppm Zn aus Zinksulfat gemessen. Bei der scheinbaren ilealen Verdaulichkeit des Rohproteins ergab sich ebenfalls der höchste Wert mit 72,6% in der MiaTrace Zn Gruppe wohingegen in den Gruppen 40 und 80 ppm nur eine scheinbare ileale Verdaulichkeit des Rohproteins von 69,6% und 70,8% festgestellt werden konnte.

Leistungsdaten

Hinsichtlich der Leistungsdaten waren die Tiere in der Gruppe, die mit MiaTrace Zn gefüttert wurde, am Ende der Mast um 55 g schwerer als die Tiere der Vergleichsgruppen auf Basis von Zinksulfat (Tabelle 1). Der Gesamtfutterverzehr wies keinen Unterschied zwischen den Gruppen auf. Die Tageszunahmen in der Gruppe mit MiaTraceZn waren um 1,6 g höher als in den beiden Gruppen, die mit Zinksulfat versorgt wurden. Die Futterwertung in der MiaTrace Zn-Gruppe konnte um 3 Punkte verbessert werden. Die Mortalität lag in der Gruppe mit MiaTrace Zn auf dem niedrigsten Niveau.

Tabelle 1: Leistungsparameter des Broilerversuches

Merkmal	40 ppm Zn Sulfat	80 ppm Zn Sulfat	40 ppm MiaTrace Zn	p-Niveau
Endgewichte (g)	2137,5	2139,9	2193,4	0,062
Futteraufnahme (g) Tag 0 - 35	2965,9	2976,8	2982	0,421
Tageszunahme (g)	59,8	59,9	61,4	0,063
Futterverwertung (kg/kg)	1,417	1,421	1,388	0,08
Mortalität (%)	5	3,33	2,5	0,5

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass im Vergleich zu 40 ppm und 80 ppm Zink aus Zinksulfat durch den Einsatz der geschützten Zinkquelle signifikant mehr bzw. gleich viel lösliches Zink in der Digesta nachgewiesen werden kann Im Gegensatz dazu befand sich die Menge an unlöslichem Zink auf gleichem bzw. signifikant geringerem Niveau als in den Gruppen, die mit 40 ppm bzw. 80 ppm Zink aus Zinksulfat versorgt wurden. Dies legt den Schluss nahe, dass durch eine höhere Menge an löslichem Zink und eine geringere Menge an unlöslichem Zink auch eine gesteigerte Zinkverdaulichkeit vorliegt.

Trotz des Mechanismus der Homöostase konnte durch den Einsatz von MiaTrace Zn der Zinkgehalt im Blut tendenziell verbessert werden. Die scheinbare ileale Verdaulichkeit des Zinks war ebenfalls in der mit MiaTrace Zn gefütterten Gruppe am besten. Da Zink einen Effekt auf die Darmgesundheit haben kann, wurden Unterschiede in den drei Gruppen bzgl. der scheinbaren ilealen Verdaulichkeit des Rohproteins als Indikator für Darmgesundheit herangezogen. Auch hier zeigte die Gruppe, die mit MiaTrace Zn gefüttert wurde, die besten Verdaulichkeitswerte.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen die positiven Auswirkungen einer magengeschützten Zinkquelle (MiaTrace Zn) auf den Zinkstatus und die Leistung von Broilern im Vergleich zu Zinksulfat. Geringere Interaktionen mit Bestandteilen des Nahrungsbreis sowie eine gezielte Freisetzung von Zinkionen ermöglichen einen niedrigeren Zinkgehalt im Futter bei gleichzeitiger Sicherstellung des tierischen Bedarfs. Dadurch, dass das Zink unversehrt den Muskelmagen passieren kann, wird das Zink effektiver genutzt, sowie die Absorption von anderen Nährstoffen (in dieser Untersuchung Rohprotein und Zink) positiv beeinflusst.

Literatur

Aviagen, 2022

ROSS Nutrition Specification, All Plant-Based Feeds; 2022

National Research Council, 1994

Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition; 1994

VO (EG)Nr. 1831/2003

Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.

Autorenanschrift

Prof. Dr. Jürgen Zentek
Institut of Animal Nutrition
Freie Universität Berlin
Königin Luise Strasse
e-mail: Juergen.zentek@fu-berlin.de

Djanet kl. Holthaus
Robert Bosch Str. 3
49632 Essen (Oldb)
e-mail: djanet.kleineholthaus@miavit.de

Andreas Janzen
Robert Bosch Str. 3
49632 Essen (Oldb)
e-mail: andreas.janzen@miavit.de

The art of mixture.

MIAVIT

MI NERALSTOFFE
A MINOSÄUREN
VIT AMINE

- Premixe
- Liquids
- Spezialfutter
- Zusatzstoffe

GERMAN TECHNOLOGY AT ITS BEST

5 STANDORTE WELTWEIT

- MIAVIT **DEUTSCHLAND**
- MIAVIT **SPANIEN**
- MIAVIT **VIETNAM**
- MIAVIT **TÜRKEI**
- MIAVIT **KENIA**

MiaTrace Zn

Ihre legale Zinkstrategie

- für Darmgesundheit und Wachstum
- entspricht den Ernährungsbedürfnissen
- für eine nachhaltige Tierernährung weltweit

MIAVIT GmbH
Robert-Bosch-Straße 3 · 49632 Essen (Oldb.) · Deutschland
Tel. +49 5434 82-0 · Fax +49 5434 82-82 · info@miavit.de

www.miavit.com

Einfluss einer abgestuften Phosphorversorgung auf den Mineralstoff- und Zinkgehalt im Knochen von Fleckviehbullen

Thomas Ettle, Peter Edelmann, Anton Obermaier

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

Einleitung

Auf Grund der Novellierung der Düngeverordnung und der Stoffstrombilanzverordnung bekommt auch bei Mastbullen die Phosphor (P)- Ausscheidung eine zunehmende Bedeutung. Dabei ist davon auszugehen, dass die Versorgungsempfehlungen der LfL (2020), die sich an den Maßgaben der GfE (1995, 2001) ausrichten, ausreichend sind bzw. zur Ausschöpfung der Zuwachsleistungen entsprechende Sicherheitszuschläge enthalten. Nach Literaturübersichten (NRC, 2016) sind bei wachsenden Rindern erst bei sehr niedrigen täglichen P-Aufnahmen Leistungsbeschränkungen zu erwarten, was auch erste Untersuchungen mit Braunvieh- und Fleckviehbullen an der LfL Bayern (Ettle und Obermaier, 2022; Ettle et al., 2022b) bestätigen. Allerdings bestehen in der Praxis häufig noch Vorbehalte den P-Gehalt der Ration für Mastbullen z.B. über den Einsatz eines P-freien Mineralfutters zu minimieren. Insbesondere wird befürchtet, dass bei mangelnder P-Versorgung die Mineralstoffeinlagerung in den Knochen unzureichend sein könnte und verstärkt Knochenbrüche auftreten würden. Aus diesem Grund sollte mit vorliegender Untersuchung die Auswirkung einer abgestuften P-Versorgung auf den Mineralstoff- und Zinkgehalt im Knochen von Fleckviehbullen untersucht werden.

Material und Methoden

Für den Versuch, der am Staatsgut Grub durchgeführt wurde, standen 72 Fleckviehbullen zur Verfügung. Die Bullen waren zu Versuchsbeginn 164±10 Tage alt und 254±19 kg schwer. Die Tiere wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Gewicht und Futteraufnahme entsprechend der Phosphorkonzentration der Ration gleichmäßig auf die Gruppen „P norm“, „P niedrig“ und „P hoch“ aufgeteilt. Die Tiere wurden über eine Totale Mischration (TMR) versorgt, die in drei Phasen an den Nährstoffbedarf in der Mast angepasst wurde (Tabelle 1). Es wurde ein P-freies Mineralfutter eingesetzt. Der P-Gehalt der Rationen wurde über Monocalciumphosphat eingestellt. Damit konnten die TMR in den einzelnen Mastphasen in der Zusammensetzung und den Energie- und Nährstoffgehalten (außer P) zwischen den Gruppen vergleichbar gehalten werden. Um das P-Niveau niedrig zu halten, wurde Pressschnitzelsilage eingesetzt und der üblicherweise verwendete Rapsextraktionsschrot wurde durch Sojaextraktionsschrot ersetzt.

Während des Versuches wurde die Futteraufnahme tierindividuell über Wiegetröge erfasst, eine Wiegung der Tiere erfolgte alle 4 Wochen. Von den TMR und den Einzelkomponenten der TMR wurden regelmäßig Proben gezogen und diese nach Mikrowellenaufsschluss mittels ICP-OES auf die Mineral- und Spurenelementgehalte nach Standardmethoden (VDLUFA, 2012) untersucht. Die Mineral- und Spurenelementgehalte der TMR wurden aus deren Zusammensetzung und den Gehalten in den Einzelkomponenten errechnet.

Nach der Schlachtung wurde jedem Schlachtkörper ein Teilstück der achten Rippe entnommen und von anhaftendem Fleisch-, Fett- und Bindegewebe befreit. Mit Hilfe eines Holzbohrers wurden von diesen Knochenproben Knochenspäne gewonnen, die später mit einem Mixer weiter homogenisiert wurde. Bei der Beprobung wurde darauf geachtet, knochenmarkfreies Material zu gewinnen. Die Mineralstoffanalyse wurde analog den Futterproben mittels ICP-OES nach Mikrowellenaufschluss durchgeführt.

Weitere Angaben zur Versuchsdurchführung und Datenerhebung finden sich bei Ettle et al., 2022a).

Es konnten Daten von 69 Bullen ausgewertet werden. Die Auswertung der Daten erfolgte mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse (Proc GLM in SAS).

Tabelle 1: Zusammensetzung (% der TM) und Mengenelement- und Zinkgehalte der Rationen im Mittel der drei Mastabschnitte

Futtermittel	Ration P niedrig	P norm	P hoch
Maissilage	57,3	57,2	57,1
Pressschnitzelsilage	12,8	12,8	12,8
Monokalziumphosphat		0,33	0,64
Kohlensaurer Kalk	0,51	0,37	0,36
Mineralfutter ohne P	0,57	0,57	0,57
Weitere Komponenten*	28,8	28,7	28,7
Mineral- und Spurenelementgehalte			
Ca, g/kg TM	6,32	6,08	6,80
P, g/kg TM	2,61	3,47	4,29
Na, g/kg TM	1,39	1,40	1,43
Mg, g/kg TM	1,74	1,77	1,81
K, g/kg TM	9,09	9,11	9,08
S, g/kg TM	1,38	1,41	1,39
Zn mg/kg TM	58,5	58,8	59,6

* Körnermais, Weizen, Sojaextraktionsschrot, Trockenschnitzel, Viehsalz, Futterharnstoff

Ergebnisse

Die Futteraufnahme lag im Mittel bei 9,4 kg TM/Tier und Tag, die täglichen Zunahmen bei rund 1630 g/Tier und Tag. Wie auch bei anderen relevanten Parametern wurden keine Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen festgestellt (Ettle et al., 2022b).
Die tägliche Aufnahme an P stieg dem Versuchsplan entsprechend von der Gruppe P über die Gruppe P norm bis zur Gruppe P hoch stark an (Tabelle 2). Für die Gruppen P niedrig, P norm und P hoch errechnete sich eine P-Versorgung von 85, 112 und 138 % der Empfehlungen nach GfE (1995). Die Aufnahme an Ca lag in der Gruppe P hoch höher ($P<0,05$) als in den Vergleichsgruppen, die Gehalte in der TMR sowie die täglichen Aufnahmen lagen jedoch in allen Gruppen oberhalb der Versorgungsempfehlungen (GfE, 1995). Auch bei der täglichen Aufnahme den übrigen analysierten Mengenelementen ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen, die Aufnahme an Na und Mg lag dabei ebenfalls oberhalb der Empfehlungen der GfE (1995).

Tabelle 2: Einfluss der P-Versorgung auf die tägliche Aufnahme an Mengenelementen und Zink von Fleckviehbullen

	Versuchsgruppe				
	P niedrig	P norm	P hoch	s.e.	P-Wert
Ca, g/Tag	59,1	56,7	62,9	0,6	<,0001
P, g/Tag	24,4	32,2	39,6	0,8	<,0001
Na, g/Tag	13,3	13,3	13,5	0,1	0,632
Mg, g/Tag	16,3	16,5	16,9	0,1	0,214
K, g/Tag	85,4	85,0	84,9	0,7	0,950
S, g/Tag	13,0	13,2	13,0	0,1	0,770
Zn, mgTag	550	550	557	4	0,738

Der Wassergehalt der Knochen lag im Vergleich der Versuchsgruppen auf einem einheitlichen Niveau. Da darauf geachtet wurde, lediglich die reine Knochensubstanz ohne Knochenmark zu beproben, lag der Wassergehalt des Knochens deutlich niedriger als in Arbeiten, in denen der gesamte Knochen vermahlen wurde (z.B. Honig et al., 2022a). Der Aschegehalt lag dagegen deutlich höher als bei schweren Bullen in der Arbeit von Honig et al. (2022a), ohne dass sich Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen ergaben. Auch auf den Gehalt an Ca und P, der im Durchschnitt bei 226 und 133 g/kg TM lag, hatte die Phosphorversorgung keinen Einfluss. Das Verhältnis von Ca:P im Knochen lag bei 1,7:1. In Arbeiten von Schwarz et al. (1995) und Honig et al. (2022b) wurde im Knochen von Fleckviehbullen dagegen ein Ca:P-Verhältnis von rund 2:1 gefunden. Die Abweichungen könnten in der unterschiedlichen Beprobungsmethode begründet sein. Ca und P sind im Verbund in Form von Hydroxylapatit hauptverantwortlich für die Festigkeit und Stabilität von Knochen. Auf Grund des fehlenden Einflusses der Phosphorversorgung auf den Gehalt dieser Mengenelemente im Knochen in vorliegender Untersuchung ergeben sich dementsprechend keine Hinweise, dass eine P-Versorgung, die zwar unter den Versorgungsempfehlungen aber trotzdem innerhalb der praxisüblichen Streubreite liegt, die Knochenstabilität beeinflussen könnte. Nach Untersuchungen von Esser et al. (2009) und Williams et al. (1990) scheint der Asche- und Mineralstoffgehalt und insbesondere der P-Gehalt des Knochens beim Rind erst bei sehr niedriger P-Versorgung vermindert sein.
Die Gehalte an Na, K, S und Zn waren durch den P-Gehalt der Ration nicht beeinflusst. Der Gehalt an Mg im Knochen stieg dagegen mit steigender P-Versorgung an ($P<0,05$). Da eine hohe Aufnahme an P und Ca die Mg-Absorption und -Verwertung eher hemmt (Fontenot et al., 1989), wäre eine Abnahme des Mg-Gehaltes mit steigender P-Versorgung eher erklärbar. Die K-konzentration des Futters und die tägliche K-Aufnahme unterschied sich zwischen den Fütterungsgruppen nicht.

Tabelle 3: Einfluss der P-Versorgung auf den Gehalt an Wasser, Asche, Mengenelementen und Zink im Knochen von Fleckviehbullen

	Gruppe				
	P niedrig	P norm	P hoch	s.e.	p-Wert
Wasser, %	13,6	13,9	13,6	0,1	0,481
XA, g (% TM)	57,0	56,3	57,0	0,2	0,345
Ca, g/kg TM	225	226	226	1	0,896
P, g/kg TM	132	133	134	1	0,247
Na, g/kg TM	6,49	6,49	6,56	0,04	0,698
Mg, g/kg TM	4,73	4,86	5,07	0,04	0,004
K, g/kg TM	0,79	0,79	0,74	0,02	0,354
S, g/kg TM	0,93	0,93	0,91	0,01	0,503
Zn, mg/kg TM	66,6	63,6	66,4	1,0	0,360

Fazit

Insgesamt ergeben sich aus vorliegender Untersuchung keine Hinweise, dass eine P-Versorgung leicht unterhalb der Empfehlungen Auswirkungen auf die Leistung von Fleckviehbullen (Ettle et al., 2022), die Klauengesundheit (Deutinger et al., 2022) oder den Mineralstoffgehalt im Knochen hat. Diese Ergebnisse stimmen mit denen eines anderen Versuches überein, der mit Braunvieh- und Fleckviehbullen durchgeführt wurde (Ettle et al., 2022b). Dabei ist anzunehmen, dass die Verwertung des Futter-P höher als die bei GfE (1995, 2001) angesetzten 70 % liegt. Nach Haese et al. (2022) ist diese bei etwa 80 % anzusetzen. Bei praxisüblichen Rationen wird eine den Empfehlungen entsprechende P-Versorgung meist bereits bei Einsatz eines P-freien Mineralfutters erreicht. Das gilt insbesondere, wenn neben der Maissilage auch Grasprodukte eingesetzt werden, die wesentlich höhere P-Gehalte aufweisen. Eine über den Empfehlungen liegende P-Versorgung ist aus ökonomischen Gründen, auf Grund des Ressourcenschutzes und auf Grund der erhöhten P-Ausscheidungen durch das Tier zu vermeiden.

Literatur

Deutinger, M., Obermaier, A., Edelmann, P., Weindl, P., Ettle, T. (2022): Einfluss einer abgestuften Phosphorversorgung auf die Klauenbeschaffenheit von Fleckviehbullen. Tagungsband 60. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung, 211-215

Ettle, T., Obermaier, A. (2022): Influence of dietary phosphorus concentration and breed on feed intake and growth performance of fattening bulls. Proc Soc. Nutr. Physiol., 31, 124

Ettle, T., Deutinger, M., Obermaier, A., Edelmann, P. (2022a): Einfluss einer gestaffelten Phosphorversorgung auf die Mastleistung von Fleckviehbullen. Tagungsband 60. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT), 217-221

Ettle, T., Timpfler, M., Obermaier, A., Edelmann, P. (2022b): Einfluss des Phosphorgehaltes der Ration auf Futteraufnahme, Leistung und Knochenmineralisation in der Bullenmast. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 109-112

Esser, N. M., Hoffman, P. C., Coblentz, W. K., Orth, M. W., Weigel, K. A. (2009): The effect of dietary phosphorus on bone development in dairy heifers. In: Journal of Dairy Science 92, 1741–1749

Fontenot, J.P., Allen, V.G., Bunce, G.E., Goff, J.P. (1989): Factors Influencing Magnesium Absorption and Metabolism in Ruminants. J Anim Sci, 67, 3445-3455

GfE (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere; Nr. 6 Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Mastrindern. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

Haese, E., Wild, K., Rodehutscord, M. (2022): A meta-analysis on estimates of efficiency of phosphorus utilization in lactating dairy cows. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 31, 84

Honig, A.C., Inhuber, V., Spiekers, H., Windisch, W, Götz, K-U, Schuster, M., Ettle, T. (2022a): Body composition and composition of gain of growing beef bulls fed rations with varying energy concentrations. Meat Science, 184, 108685

Honig, A.C., Inhuber, V., Spiekers, H., Windisch, W, Götz, K-U, Strauß, G., Ettle, T. (2022b): Content and gain of macro minerals in the empty body and body tissues of growing bulls. Meat Science 194, 108977

NRC (2016): Nutrient requirements of beef cattle. Eight revised revision. National Academies Press, Washington, DC.

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

Williams, S. N., Lawrence, L. A., McDowell, L. R., Warnick, A. C., Wilkinson, N. S. (1990): Dietary Phosphorus Concentrations Related to Breaking Load and Chemical Bone Properties in Heifers. In: Journal of Dairy Science 73, 1100–1106

Autorenanschrift

Dr. Thomas Ettle
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing
Email: Thomas.Ettle@LfL.bayern.de

Einsatz einer pansenstabilen Kombination aus Fett, Lecithin und Methionin bei Milchkühen in der Praxis

Hendrik Stenkamp und Michael Hovenjürgen

BEWITAL agri GmbH & Co. KG, Südlohn-Oeding, Deutschland

Einleitung

Der Vorteil des Einsatzes pansenstabiler Fette in der Milchkuhfütterung ist es, mit geringen Einsatzmengen die Energiedichte der Ration zu erhöhen und so die Futternutzungseffizienz zu steigern. Faktoren, die bei einem Einsatz dieser Fette häufig außer Acht gelassen werden, betreffen unter anderem die Stoffwechselgesundheit, Fruchtbarkeit oder Futteraufnahme. Mit zunehmender Milchleistung, die durch Fortschritte in Zucht, Management und Fütterung erzielt werden konnten, erhält auch die Auswahl der richtigen Futterfette eine größere Bedeutung. Wissenschaftliche Untersuchungen deuten darauf hin, dass vor allem in der Frühlaktation eine höhere Palmitinsäurezufuhr über das Futter zu Leberverfettung und ihren Folgeerscheinungen führen kann (Loften et al., 2014).

Hohe Milchleistungen der Kühe zu Laktationsbeginn führen zu einer negativen Energiebilanz und damit zu einem Abbau von Körperfettreserven. Während der Fettmobilisation werden freie, nicht veresterte Fettsäuren ins Blut abgegeben. Die Fettsäuren werden in der Leber zum Großteil in Triglyceride überführt und dann über very-low-density-Lipoproteine (VLDL) ins Milchfett ausgeschleust. Für die Synthese von VLDL benötigt die Kuh (Phosphatidyl-)Cholin, das auch als Lecithin bezeichnet wird (Li und Vance, 2008). Mit der Fütterung von pansenstabilem Cholin in der Frühlaktation wird die Bildung von Lipoproteinen unterstützt. Methionin dient neben seiner Funktion als Aminosäure zusätzlich als Methylgruppendonator bei der Bildung von (Phosphatidyl-)Cholin. Viele Studien belegen, dass die Zufuhr von Methionin und Cholin bei hohen Milchleistungen zu gesteigerten Milchleistungsmerkmalen und einer Verbesserung der Stoffwechselgesundheit führt (Arshad et al., 2020). Der Effekt ist jedoch stark abhängig von der Form und Art der Zufuhr von Methionin und Cholin abhängig.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, die Effekte auf Milchleistungsmerkmale einer pansenstabilen Kombination aus hydrogeniertem Palmöl, Lecithin und Methionin im Vergleich zu einer fraktionierten Palmitinsäure in Kombination mit dem Isopropylester eines Methionin-Analoges (HMBi) in einem Fütterungstest zu überprüfen.

Material und Methoden

Der für den Fütterungstest ausgewählte Milchviehbetrieb in Nordrhein-Westfalen hatte zum Testzeitpunkt eine Herdenleistung von im Mittel ca. 13.000 kg je Kuh und Jahr. Der Betrieb hielt 146 Milchkühe in einer Gruppe im Boxenlaufstall und melkte täglich zweimal. Die Tiere hatten freien Zugang zu einem Laufhof. Das Fress-/Liegeplatzverhältnis betrug 1:1.

Gefüttert wurde an alle Kühe die gleiche, täglich frisch vorgelegte Total-Misch-Ration (TMR) über den gesamten Testzeitraum. Die Zusammensetzung der vorgelegten TMR in beiden Testmonaten ist in Tabelle 1 angegeben und wurde im Testzeitraum nicht verändert. Nach 28 Testtagen wurde eine erste Milchkontrolle durchgeführt, die nach weiteren 28 Tagen wiederholt wurde.

Im ersten Monat wurden 300g eines pansenstabilen Fettpulvers mit hohem Palmitinsäuregehalt (>85% C16:0) und 25 Gramm eines Methionin-Analoges (HMBi) gefüttert (1. Monat). Im 2. Monat wurde die Ration verändert. Das C16:0-reiche pansenstabile Fett und das HMBi wurden durch 300 Gramm eines Kombinationsproduktes aus hydrogeniertem Palmöl, pansengeschütztem Lecithin (7,4%) und pansengeschütztem Methionin (3%) ersetzt (BEWI-LACTO+® Leci-M).

Tabelle 1: Zusammensetzung und Gehalte der vorgelegten TMR

Komponente	**kg Trockenmasse je Kuh und Tag (1. Monat)**	**kg Trockenmasse je Kuh und Tag (2. Monat)**
Maissilage (7,3 MJ NEL/kg TM)	8,0	8,0
Grassilage (7,4 MJ NEL/kg TM)	6,0	6,0
Luzerneheu	1,4	1,4
Rapsextraktionsschrot	2,8	2,8
Sojaextraktionsschrot	1,1	1,1
Körnermais	3,4	3,4
Roggen	1,4	1,4
Mineralfutter Hefe + Salz + Calciumcarbonat	0,4	0,4
BEWI-LACTO+® Leci-M		300g je Kuh und Tag
Pansenstabiles Fett (C16) (>85% C16:0)	300 g je Kuh und Tag	
Methionin-Analog (HMBi)	25 g je Kuh und Tag	

Aus den durchgeführten Milchkontrollen wurden die Daten für die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe ausgewertet. Die täglich produzierte Menge an Milchfett und Milcheiweiß wurde als Produkt aus der Milchmenge und dem prozentualen Anteil des jeweiligen Inhaltsstoffes berechnet. Als statistischer Test wurde ein zweiseitiger T-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Das angenommene Signifikanzniveau lag bei $\alpha=0,05$.

Ergebnisse

Zur Erfassung der Einzeltierdaten wurden zunächst für die beiden Milchkontrollen die trockenstehenden oder abgegangenen Tiere ausgeschlossen. Es wurden 74 Kühe (n= 74) in die Auswertung einbezogen, die beide Testmonate absolvierten. Die Anzahl an Laktationstagen (DIM) der Kühe in den beiden Testzeiträumen lag im Mittel bei 159,5 Tagen für den 1. Monat und bei 187,5 Tagen für den 2. Monat. Der Färsenanteil lag im Mittel bei 27 Prozent. Die mittlere Anzahl Laktationen lag bei 2,69 Laktationen. Die Futteraufnahme lag in beiden Testmonaten mit ca. 23,2 kg Trockenmasse auf gleichem Niveau.

Die Entwicklung der Milchleistung, der Milchfett- sowie Milchproteingehalte der einzelnen Perioden ist in Abbildung 1 dargestellt. Die tägliche Milchmenge wurde nach Ersatz des C16:0-reichen Fettpulver mit HMBi durch das Kombinationsprodukt mit 300g pansengeschütztem Fett mit pansengeschütztem Lecithin und Methionin je Kuh und Tag um 1,34 kg je Kuh und Tag signifikant erhöht (42,90 kg vs. 44,24 kg, $p<0,002$). Für die Milchinhaltsstoffe Fett und Eiweiß wurden unterschiedliche Veränderungen

wahrgenommen. So sank der Milchfettgehalt von 4,0 % auf 3,83 % signifikant (p<0,0001) vom ersten zum zweiten Testmonat, wobei die absolute Milchfettmenge keine signifikante Veränderung zeigte (1,70 kg vs. 1,67 kg, p<0,13). Der Milcheiweißgehalt wurde hingegen von 3,49 % auf 3,57 % signifikant erhöht (p<0,0002) und auch die absolute Milcheiweißmenge je Kuh und Tag stieg um 0,08 kg je Kuh und Tag signifikant (p<0,0001) im zweiten Testmonat. Der Milchlaktosegehalt stieg im zweiten Testmonat von 4,88 % auf 4,93 % signifikant an (p<0,0001).

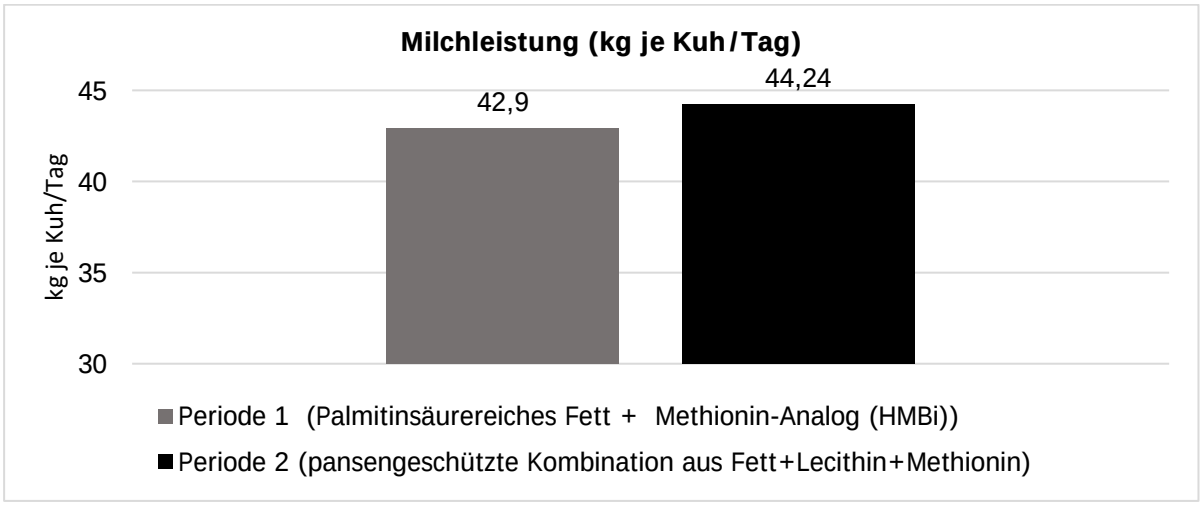


Abbildung 1: Entwicklung der Milchleistung

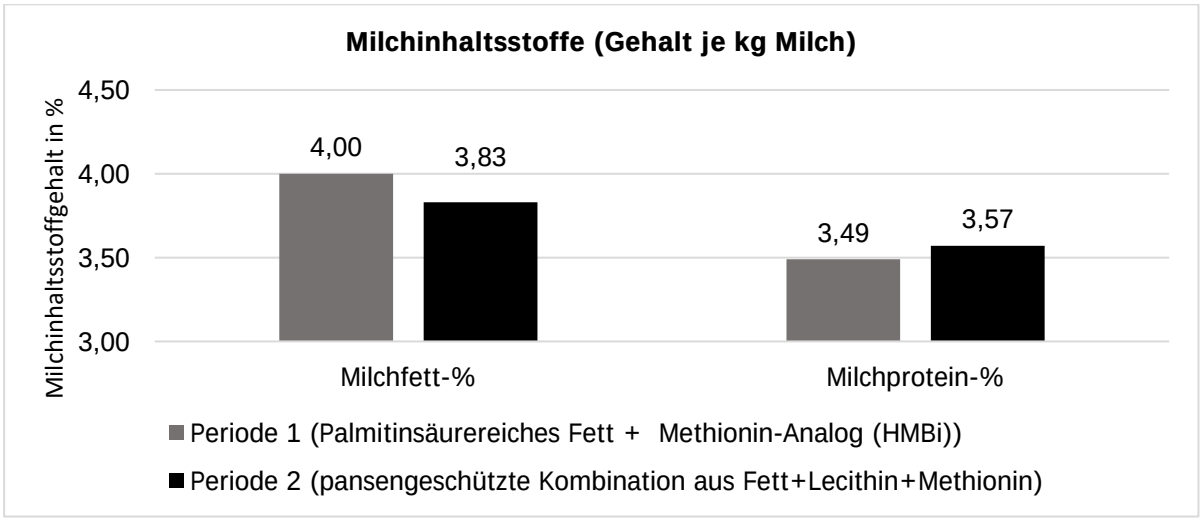


Abbildung 2: Entwicklung der Milchinhaltsstoffgehalte

Diskussion

Aus der Literatur ist bisher kein Versuch bekannt in dem eine pansenstabile Kombination aus Fett, Lecithin und Methionin bei Milchkühen eingesetzt wurde. Lecithin als natürliche Quelle für Cholin wurde bereits in unterschiedlichen Formen getestet. Shain et. al (1993) untersuchten den Effekt der Labmageninfusion einer Mischung aus Sojaschalen, Sojalecithin und Soapstock auf die Milchleistung. Die Labmageninfusion von Sojalecithin erhöhte die 3,5 %-fettkorrigierte Milchleistung, den

Milchfettgehalt und die Milchfettmenge im Vergleich zu einer Infusion mit Wasser oder Sojaöl. Die Hypothese der Autoren war es, dass eine Labmageninfusion mit Lecithin die Fettverdaulichkeit und die Verfügbarkeit der Fettsäuren zur Milchfetterzeugung im Euter steigert. Eine orale Supplementierung von entöltem Lecithin zeigte, dass die Futteraufnahme mit steigender Einsatzmenge linear sank (Fontoura et al. 2021). In der vorliegenden Untersuchung zeigte der Einsatz eines pansengeschützten Lecithins keine negativen Effekte auf die Futteraufnahme. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Pansenfunktionen nicht durch die Supplementierung beeinträchtigt wurden.

Der Effekt von pansenstabilem Fett mit hohen Anteilen an Palmitinsäure (C16:0) auf die Milchleistung und Milchinhaltsstoffe wurde bereits häufig untersucht (de Souza et al., 2017). Neben der Steigerung der Milchleistung wurde jedoch beobachtet, dass in der Frühlaktation die Körperkondition nach der Kalbung schneller reduziert wurde, wenn Palmitinsäure in höheren Mengen gefüttert wurde. Zudem war der Gehalt von nicht-veresterten freien Fettsäuren (NEFA) im Plasma erhöht. Dieser Punkt führt zu einer reduzierten Stoffwechselgesundheit (de Souza et al., 2019). Im Kontrast dazu zeigte eine Untersuchung von Piantoni et al. (2015), dass eine Kombination aus den Fettsäuren C16:0 und C18:0 die Verluste der Körperkondition im Vergleich zur Kontrolle ohne Fett reduzierte.

Im ersten Monat des Tests der vorliegenden Untersuchung wurde ein Produkt mit hohen Anteilen an Palmitinsäure (>85%) gefüttert. Im zweiten Monat der vorliegenden Untersuchung wurde ein pansenstabiles Fett gefüttert, das ein mit dem von Piantoni et al. (2015) eingesetztem Produkt vergleichbares Fettsäuremuster hatte. Die Anzahl der Laktationstage in der vorliegenden Untersuchung lag mit über 150 Tagen jedoch nicht in der Frühlaktation, weshalb negative Effekte auf die Stoffwechselgesundheit und die Körperkondition in der Frühlaktation nicht bestätigt werden können. Die Veränderung der Milchfettgehalte durch den Einsatz von C16-reichem pansenstabilen Fett kann aus der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. Es konnte ein Anstieg des Milchfettgehaltes beobachtet werden, auch wenn die Milchmenge im Vergleich zum Einsatz mit BEWI-LACTO+® Leci-M niedriger war. Die tägliche Milchfettmenge je Kuh und Tag zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied.

Das Methionin-Analog (HMBi) wird in der Literatur als alternative Methioninquelle mit akzeptabler Bioverfügbarkeit von ca. 48 Prozent beschrieben (Graulet et al., 2005). Die täglich gefütterte Menge im ersten Monat lag bei 25 Gramm, was rechnerisch zu einer verfügbaren Methioninmenge von 12,5 g führt. Die im zweiten Monat eingesetzte Menge an Methionin führt rechnerisch zu einer verfügbaren Methioninmenge von neun Gramm. Die Steigerung der Milcheiweißmenge im zweiten Monat im Vergleich zum ersten Monat lässt die Vermutung zu, dass die Verabreichungsform von Methionin einen positiven Einfluss hatte.

Dies bestätigt auch die Untersuchung von Ordway et al. (2009). Dort konnte durch den Einsatz von pansenstabilem Methionin im Vergleich zum HMBi die Stickstoffnutzungseffizienz um zwei Prozentpunkte gesteigert werden. Die stoffwechselseitige Nutzung von verfügbarem Methionin zur Synthese der VLDL könnte durch die Supplementierung von zusätzlichem (Phosphatidyl-)Cholin aus Lecithin an Bedeutung verloren haben, sodass der Effekt der gefütterten pansenstabilen Kombination auf die Milcheiweißmenge größer war. Dieser Effekt wurde auch von Arshad et al. (2020) bestätigt.

Weitere Effekte auf Fruchtbarkeitsparameter und Merkmale der Tiergesundheit konnten in der vorliegenden Untersuchung aufgrund der Versuchsdauer nicht festgestellt werden. Eine mögliche Hypothese ist jedoch, dass durch den Einsatz der pansenstabilen Kombination aus Fett, Lecithin und Methionin die Stoffwechselgesundheit verbessert wurde. Ein nachhaltiger Effekt auf Fruchtbarkeitsmerkmale wäre somit nachvollziehbar.

Schlussfolgerung

Durch den Einsatz von 300 g einer pansenstabilen Kombination von Fett, Lecithin und Methionin (BEWI-LACTO+® Leci-M) je Kuh und Tag konnte die Milchmenge und Milcheiweißmenge der Kühe im Vergleich zu einer Kombination eines pansenstabilen Fettes mit hohen Palmitinsäuregehalten und dem Methionin-Analog (HMBi) verbessert werden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bei hohen Leistungen von über 40 Kg Milch je Kuh und Tag nicht nur die Auswahl des pansenstabilen Fettes eine Auswirkung auf die Milchleistungsmerkmale hat, sondern dass auch der Einsatz von geschütztem Lecithin als natürliche Cholinquelle, in Kombination mit pansenstabilem Methionin positiv dazu beitragen. Gleichzeitig sind positive Effekte auf die Stoffwechselgesundheit zu erwarten.

Literatur:

Arshad, U.; Zenobi, M.; Staples, C.; Santos, J. (2020): Meta-analysis of the effects of supplemental rumen-protected choline during the transition period on performance and health of parous dairy cows. Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (103), S. 282-300

De Souza, J.; Garver, J.; Preseault, C.; Lock, A. (2017): Short communication: Effects of prill size of a palmitic acid–enriched fat supplement on the yield of milk and milk components, and nutrient digestibility of dairy cows; Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (100), S. 379-384.

De Souza, J.; Lock, A. (2019): Effects of timing of palmitic acid supplementation on production responses of early-lactation dairy cows; Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (102), S. 260-273.

Fontoura, A.; Rico, J.; Davis, A.; Myers, W.; Tate, B.; Gervais, R.; McFadden, J (2021): Effects of dietary deoiled soy lecithin supplementation on milk production and fatty acid digestibility in Holstein dairy cows; Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (104), S. 1823-1837.

Graulet, B.; Richard, C.; Robert, J. (2005): Methionine Availability in Plasma of Dairy Cows Supplemented with Methionine Hydroxy Analog Isopropyl Ester; Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (88), S. 3640-3649.

Li, Z. und Vance, D. (2008): Thematic review series: Glycerolipids. Phosphatidylcholine and choline homeostasis. Veröffentlicht in: J. Lipid Res. (49), S.1187–1194.

Loften, J.; Linn, J.; Drackley, J.; Jenkins, T.; Sonderholm, C.; Kertz, A. (2014): Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (97), S. 4661-4674

Ordway, R.; Boucher, S.; Whitehouse, N.; Schwab, C.; Sloan, B. (2009): Effects of providing two forms of supplemental methionine to periparturient Holstein dairy cows on feed intake and lactational performance. Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (92), S. 5154-5166

Piantoni, P.; Lock, A.; Allen, M. (2015): Saturated fat supplementation interacts with dietary forage neutral detergent fiber content during the immediate postpartum and carryover periods in Holstein cows: Production responses and digestibility of nutrients. Veröffentlicht in: Journal of Dairy Science (98), S. 3309-3322

Shain, D.; Sindt, M.; Grant, R.; Klopfenstein, T.; Stock, R. (1993): Effect of a soybean hull:soy lecithin:soapstock mixture on ruminal digestion and performance of growing beef calves and lactating dairy cattle. Veröffentlicht in: Journal of Animal Science (71), S. 1266-1275.

Autorenanschrift

Hendrik Stenkamp und Michael Hovenjürgen
Industriestraße 10
46354 Südlohn-Oeding
Deutschland
E-Mail: h.stenkamp@bewital.de / m.hovenjuergen@bewital.de

BEWITAL agri
specialist in milk & fat

BEWI-SPRAY® und BEWI-LACTO+® verbessern Futtereffizienz und Proteinverwertung

Mehr Energie für mehr Wachstum, Leistung und Gesundheit.

BEWI-SPRAY®

Unsere pansenstabilen Fettpulver

- ✓ Fein versprüht - daher höchste Verdaulichkeit im Dünndarm
- ✓ Höhere Pansenstabilität und bessere Akzeptanz im Vergleich zu Ca-Seifen
- ✓ Verbessert die Fruchtbarkeit
- ✓ Geschmacks- und geruchsneutral

Gezielte Versorgung für eine effizientere Fütterung.

BEWI-LACTO+® Leci-M

Unser pansenstabiles Fettpulver mit Lecithin als natürliche Cholinquelle, kombiniert mit pansenstabilem Methionin

- ✓ Pansenstabiles Methionin ist wichtig für den Leberstoffwechsel und notwendig für die Produktion von Milcheiweiß
- ✓ Enthält Lecithin als natürliche Cholinquelle zur Unterstützung des Fettsäuretransports von der Leber zum Euter
- ✓ Verbessert den Energiestatus ohne Beeinträchtigung der Pansenfunktionen

BEWITAL agri GmbH & Co. KG | Industriestr. 10 | 46354 Südlohn-Oeding | GERMANY
Tel.: +49 2862 581-600 | Fax: +49 2862 581-36 | e-mail: agri@bewital.de | web: www.bewital-agri.de

Erste Daten zur Lebensmittelkonvertierungseffizienz von Milchkühen bei variierendem Kraftfutteranteil der Ration

Markus Peschel, Katharina Padberg, Franziska Clausecker, Christin Unruh, Erik Bannert, Dirk von Soosten, Ulrich Meyer, Sven Dänicke

Institut für Tierernährung, Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Braunschweig

Einleitung

Die Verknappung an landwirtschaftlicher Nutzfläche stellt neben dem Klimawandel eine der größten zukünftigen Herausforderungen für die Menschheit dar (Smith et al. 2010). Die pro Kopf stets weniger werdende Acker- und Grünlandfläche resultiert in einer zunehmenden Unsicherheit einer ausreichenden Verfügbarkeit von Lebensmitteln. Aufgrund dieser planetaren Grenzen muss die im Zuge der „Veredelungswirtschaft“ praktizierte Verfütterung von lebensmitteltauglicher bzw. human-essbarer Biomasse an Nutztiere kritisch hinterfragt werden.

Die in der landwirtschaftlichen Produktion anfallende Biomasse ist infolge des hohen Faser- und Cellulosegehalts jedoch überwiegend nicht für den menschlichen Verzehr geeignet (Vorndran et al. 2023). Nutztiere hingegen besitzen sowohl die Fähigkeit diese nicht-essbare Biomasse in essbare Biomasse zu transformieren als auch mit ihren Exkrementen einen lagerbaren organischen Dünger zu liefern, welcher die Nährstoffeffizienzen und Erträge im Pflanzenbau steigert (Windisch und Flachowsky 2020, Bryzinski 2020). Wiederkäuer sind aufgrund der Anatomie ihres Verdauungstrakts in der Lage, die nicht-essbare Biomasse zur Deckung ihres Nährstoffbedarfs zu nutzen. Insbesondere Milchkühe können Nährstoffe aus dem Futter effizient in Lebensmittel überführen. Aufgrund der stetig gestiegenen Leistung der Milchkühe wird diese Effizienz gegenwärtig jedoch häufig durch hohe Anteile von Kraftfutter (KF) aus für den Menschen essbaren Komponenten in den Rationen erkauft.

Um eine quantitative Bewertung über einen Gewinn oder Verlust an Lebensmitteln des jeweiligen Produktionssystems vornehmen zu können, wurden von Ertl et al. (2015a) die Lebensmittelkonvertierungseffizienzen (LKE) als Vergleichsgröße ermittelt. Im Folgenden soll mit dem Fokus auf die Essbarkeit der Futterkomponenten die Frage beantwortet werden, welche LKE Milchkühe bei unterschiedlichen Kraftfutteranteilen der Ration aufweisen.

Material und Methoden

Im vorliegenden Versuch standen 48 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein zur Verfügung, welche entsprechend der Lebendmasse (612±72 kg), Milchleistung (42,3±10,2 kg/Tag), Futteraufnahme (18,4±3,0 kg Trockenmasse [TM]/Tag) und Parität (2,6±1,2) auf vier Gruppen nach einem 2x2 faktoriellen Design aufgeteilt wurden. Die Kühe wurden in einem Laufstall mit Spaltenboden und Hochboxen gehalten.

Die Tiere erhielten entsprechend der Versorgungsempfehlungen für Milchkühe (GfE, 2001) eine Teilmischration (PMR) als Basaldiät. Wasser und die PMR, welche 13,5% pelletiertes KF auf TM-Basis enthielt und täglich über einen Mischwagen (TrailedLine Premium 9, Siloking Mayer Maschinenbau GmbH, Tittmoning, Deutschland) vorgelegt wurde, wurden über Wiegetröge (Insentec B.V., Marknesse,

Niederlande) ad libitum angeboten. Die Komplementierung der PMR durch KF erfolgte über Abrufstationen (Insentec B.V., Marknesse, Niederlande) und das Greenfeed-System (C-Lock Inc., Rapid City, SD, USA). Die Komponenten und jeweilige Zusammensetzung der KF, sowie die eingesetzten Grobfutter sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Grobfutter- und Kraftfuttermischungen, sowie Szenarien für einen niedrigen, mittleren und hohen human-essbaren Anteil (Hef [%]) der Futterkomponenten nach Ertl et al. (2015a)

Komponenten	KF30 Kontrolle	KF30 Fett	KF55 Kontrolle	KF55 Fett	KF30 Oregano	KF55 Oregano	KF30 Heu + Kontrolle	Grob-futter 1	Grob-futter 2	Grob-futter 3	Hef niedrig	Hef mittel	Hef hoch
Kraftfutter (g/kg FM)													
Rapsschrot	400	400	200	400	400	200	450				26	36	47
Weizen	120	100	233	115	119,02	232,36	120				60	80	100
Gerste	120	100	233	115	120	233	120				40	65	80
Roggen	200	145	194	145	200	194	140				60	80	100
Sojaöl	5	100	5	100	5	5	5				100	100	100
Harnstoff	16	16	10	—	16	10	26				0	0	0
Trockenschnitzel	100	100	100	100	100	100	100				0	0	0
Kalk	13	13	12	13	13	12	13				0	0	0
Viehsalz	4	4	1	4	4	1	4				0	0	0
Mineralfutter	22	22	12	8	22	12	22				0	0	0
Oreganoöl *	—	—	—	—	0,98	0,64	—				0	0	0
Grobfutter (g/kg TM)													
Grassilage								450	491	425	0	0	0
Heu								—	18	150	0	0	0
Stroh								20	—	—	0	0	0
Maissilage								530	491	425	19	29	45

FM: Frischmasse, TM: Trockenmasse; KF30: Kraftfutteranteil von 30% in der Futtertrockenmasse, KF55: Kraftfutteranteil von 55% in der Futtertrockenmasse, *Dosto-Konzentrat 500 (Dostofarm GmbH, Westerstede, Deutschland)

Die Studie bestand aus 3 Durchgängen mit jeweils einer 3-wöchigen Adaptationsphase und einer 3-wöchigen Messphase, in welcher die Probenahme und Datenerfassung stattfand. Das grundlegende Design bestand aus dem fixen Faktor KF und einer variierenden Zusammensetzung der einzelnen Futterkomponenten. Der Faktor KF war durch die prospektive Festlegung des KF-Anteils, bezogen auf die TM der Gesamtration, auf 30% (KF30) und 55% (KF55) bestimmt. Die unterschiedliche Futterzusammensetzung in den einzelnen Durchgängen wurde durch die Verfütterung von variierenden Anteilen an Sojaöl (Fett, Durchgang 1), die Verabreichung eines phytogenen Zusatzstoffes in Form von Oreganoöl (Oregano, Durchgang 2) und variierenden Anteilen an Heu (Heu, Durchgang 3) erreicht. Die Grobfuttermischung 1 wurde in den Durchgängen 1 und 2 verfüttert, die Grobfuttermischungen 2 und 3 in Durchgang 3. Die Komponenten Fett und Oregano wurden über das KF verabreicht und die Komponente Heu über die PMR. Um die angestrebten KF-Gehalte erzielen zu können, wurde das KF-Anrecht an den Abrufstationen wöchentlich an die jeweilige TM-Aufnahme der Tiere angepasst. Die Einteilung der Tiere in den KF-Gruppen blieb zwischen den Durchgängen unverändert.

Die Beprobung der Grobfutterkomponenten erfolgte zweimal wöchentlich, bei den KF einmal wöchentlich. Die Futterproben wurden jeweils über die 3-wöchtige Adaptations- und Messphase gepoolt. Alle Futtermittel wurden auf den Gehalt an TM untersucht.

Die Kühe wurden täglich ab 6:00 und 15:30 Uhr gemolken und die Milchmenge automatisch erfasst. Die Beprobung der Milch erfolgte zweimal wöchentlich, jeweils bei einem aufeinanderfolgenden Abend- und

Morgengemelk. Von den beiden Milchproben einer Woche wurde ein je aliquoter Teil zusammengeführt und anschließend die Inhaltsstoffe analysiert. In der Messphase wurde ein zusätzliches Aliquot der Milch über 3 Wochen gepoolt und anschließend die TM durch Gefriertrocknung bestimmt.

Die Grundlage der Berechnung der LKE stellten die drei Szenarien von Ertl et al. (2015a) dar (Tabelle 1). Diese unterschieden sich in der Annahme eines niedrigen, mittleren und hohen human-essbaren Anteils der einzelnen Futtermittel. Entsprechend der Anteile der Einzelkomponenten wurde für die im vorliegenden Versuch aufgenommenen TM die potentiell human-essbare TM berechnet. Für die Milch-TM wurde eine vollständige Essbarkeit angenommen. Zur Ermittlung der LKE wurde der human-essbare Output in Form von Milch-TM durch den potenziell human-essbaren Input über die Futtermittel-TM dividiert.

Ergebnisse

Der angestrebte KF-Anteil wurde in den KF30-Gruppen um durchschnittlich 1,1%, in den KF55-Gruppen um 3,7% unterschritten. Die größte Differenz zum vorgegebenen Verhältnis zwischen KF und Grobfutter ergab sich in der KF55-Gruppe mit Fettzulage mit einem KF-Anteil von 47,9% (Tabelle 2). Im Mittel war die TM-Aufnahme in den Gruppen mit höherem KF-Anteil um 2,4 kg höher. Die durchschnittliche Milchleistung in den KF55-Gruppen betrug 33,8 kg, in den KF30 Gruppen 29,8 kg. Innerhalb der KF30-Gruppen fiel die ECM im Vergleich zur Milchleistung im Mittel um 1,3 kg höher aus, innerhalb der KF55-Gruppen ergab sich eine um 0,5 kg geringere Menge. Der größte Unterschied zeigte sich in der KF55-Gruppe mit Fettzulage mit einer um 4,9kg niedrigeren ECM in Relation zur Milchmenge. Bei einem durchschnittlichen Trockenmassegehalt der Milch von 13,3% belief sich die Milch-TM in den KF30-Gruppen im Mittel auf 4,0kg TM und in den KF55-Gruppen auf 4,4kg TM.

Von dem im Mittel aufgenommenen 19,9kg TM in den KF30-Gruppen waren für die drei Szenarien niedrig, mittel und hoch 3,4kg, 4,9kg und 6,8kg TM essbar. In den KF55-Gruppen waren 5,6kg, 8,0kg und 10,4kg TM essbar. Dies ergab eine Spannweite der Essbarkeit der Gesamtrationen von 17,2% (Szenario niedrig, KF30) bis 46,7% (Szenario hoch, KF55).

Die LKE in den KF30-Gruppen belief sich in Abhängigkeit der Szenarien im Mittel über die drei Durchgänge auf 1,16 (niedrig), 0,81 (mittel) und 0,59 (hoch) (Abbildung 1). Die korrespondierenden Werte in den KF55-Gruppen betrugen 0,80 (niedrig), 0,56 (mittel) und 0,43 (hoch).

Diskussion

Im vorliegenden Versuch wurden unterschiedliche Rationen an Milchkühe verfüttert, um die Variabilität der Methanemissionen untersuchen zu können. Die vorhandenen Daten zur Futteraufnahme und Milchleistung wurden zur Ermittlung des Einflusses des KF-Anteils der Ration auf die LKE genutzt. Da die Daten zum (Roh)proteingehalt der eingesetzten Futtermittel noch nicht vorliegen, wurden die LKE auf Basis der Trockenmasse berechnet. Die wöchentliche Anpassung des KF-Anrechts an den Abrufautomaten erlaubte eine genaue Steuerung des KF-Anteils der aufgenommenen TM.

Der Wert einer LKE >1 entspricht einem Gewinn, ein Wert <1 einem Verlust an essbarer TM. So lässt sich die Spannweite der LKE für einzelne Gruppen dieses Versuchs von 0,40 bis 1,26 mit einem Verlust von 60% bzw. einem Gewinn von 26% an essbarer TM darstellen. Dies veranschaulicht die Variabilität der unterschiedlichen Fütterungsstrategien. Es zeigte sich jedoch, dass in einem Szenario mit einem niedrigen human-essbaren Anteil in allen KF30-Gruppen LKE >1 erreicht wurden, wohingegen sich in allen KF55-Gruppen Werte <1 ergaben. Somit war für dieses Szenario der KF-Anteil der Ration maßgeblich bestimmend, ob es sich um einen netto Gewinn oder Verlust an essbarer TM handelte. Bei Anwendung der Szenarien mit einem mittleren und hohen essbaren Anteil der Futtermittel ergaben sich

lediglich Werte <1 für die LKE. Da die Werte in den KF-hoch Gruppen stets niedriger waren, kam dies einem größeren Verlust an essbarer TM gleich.

Tabelle 2: Futteraufnahme, Milchleistung und human-essbare TM (ermittelt anhand der Szenarien eines niedrigen, mittleren und hohen essbaren Anteils der Rationskomponenten nach Ertl et al. 2015a, entsprechende Werte sind in Tabelle 1 zusammengefasst)

	Durchgang 1				Durchgang 2				Durchgang 3			
	Kontrolle		Fett		Kontrolle		Oregano		Kontrolle		Heu	
	KF30	KF55	KF30	KF55	KF30	KF55	KF30	KF55	KF30	KF55	KF30	KF55
TM (kg/Tag)	20,9	24,5	19,2	21,3	18,9	22,0	20,4	23,4	20,6	21,4	19,5	21,3
Grobfutter (kg/Tag)	14,9	11,7	14,0	10,6	13,5	10,8	14,4	11,0	14,5	10,4	13,9	10,5
KF (kg/Tag)	6,0	12,8	5,2	10,7	5,4	11,1	5,9	12,4	6,1	11,0	5,7	10,9
KF-Anteil (%)	28,8	52,3	27,4	47,9	28,3	50,4	29,5	53,1	29,6	51,7	29,9	52,2
Milch (kg/Tag)	31,9	35,1	33,0	37,6	28,5	34,5	30,1	33,3	28,7	31,0	26,4	31,5
Milch (kg TM/Tag)	4,3	4,6	4,4	4,5	3,9	4,5	4,0	4,5	3,8	4,2	3,5	4,1
ECM (kg/Tag)	33,5	35,0	33,8	32,7	30,1	34,2	31,3	34,0	29,9	32,0	28,4	32,0
heTM (niedrig)(kg/Tag)	3,7	6,3	3,5	5,4	3,3	5,5	3,6	6,1	3,5	5,3	3,1	5,2
heTM (mittel)(kg/Tag)	5,3	8,9	4,9	7,5	4,8	7,9	5,2	8,6	5,0	7,6	4,4	7,4
heTM (hoch)(kg/Tag)	7,3	11,7	6,7	9,7	6,6	10,3	7,2	11,3	6,9	10,0	6,1	9,6

TM: Trockenmasse, KF: Kraftfutter, KF30: Kraftfutteranteil von 30% in der Futtertrockenmasse, KF55: Kraftfutteranteil von 55% in der Futtertrockenmasse, ECM: Energiekorrigierte Milch, heTM: human-essbare Trockenmasse

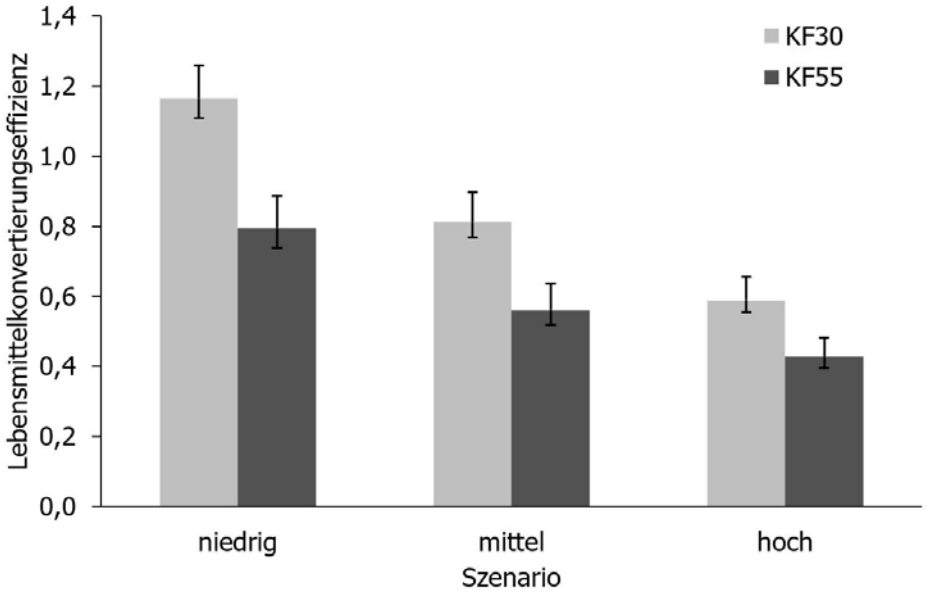


Abbildung 1: Mittelwerte der Lebensmittelkonvertierungseffizienzen (LKE) der Gruppen mit einem Kraftfutteranteil von 30% (KF30) und 55% (KF55) in der Futtertrockenmasse (ermittelt anhand der Szenarien eines niedrigen, mittleren und hohen essbaren Anteils der Rationskomponenten nach Ertl et

al. 2015a, entsprechende Werte sind in Tabelle 1 zusammengefasst); die Fehlerindikatoren kennzeichnen das jeweilige Minimum und Maximum der LKE innerhalb der KF30 und KF55-Gruppen

Die Untersuchungen von Ertl et al. (2015b) zeigen, dass die Ursache für niedrige LKE nicht allein dem KF-Anteil der Ration zugeordnet werden kann, sondern auch der Ersatz von lebensmitteltauglichen Komponenten (Mais, Weizen, Bohnen, Erbsen) durch Nebenprodukte der lebensmittelverarbeitenden Industrie (Rapsextraktionsschrot, Zuckerrübenschnitzel, Kleie) eine erhebliche Steigerung der LKE bewirken kann. Die KF des vorliegenden Versuchs bestanden bis zu 66% Prozent (KF55 Kontrolle) aus den Getreidearten Weizen, Gerste und Roggen. Da diese Komponenten generell einen hohen humanessbaren Anteil aufweisen, können die hier ermittelten und teilweise sehr geringen LKE nicht allein auf den KF-Anteil der Ration zurückgeführt werden, sondern ergaben sich aus dem Zusammenspiel des KF-Anteils und der Essbarkeit der Einzelkomponenten. Die infolge der Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche zukünftig abnehmende Verfügbarkeit von pflanzlichen Lebensmitteln verdeutlicht, dass mit Blick auf die berechneten LKE dieses Versuchs hohe KF-Anteile in der Ration von Milchkühen in Verbindung mit einem hohen Anteil an essbaren Komponenten zunehmend kritisch betrachtet werden müssen.

Laut Ertl et al. (2015a) kann für Maissilage je nach Szenario ein essbarer Anteil von 19% bis 45% unterstellt werden. Zudem ist Maissilage die einzige Grobfutterkomponente für die ein essbarer Anteil angenommen werden kann. Infolge der weitgehend konstanten Mischverhältnisse der hier verfütterten Grobfutterkomponenten, kann der Einfluss der variierenden Anteile an Maissilage auf die LKE als untergeordnet betrachtet werden. Um diesbezügliche deutliche Veränderungen der LKE realisieren zu können, wäre entweder die Verfütterung von Rationen mit größeren Anteilsunterschieden an Maissilage oder die vergleichende Verfütterung von Maisstrohsilage nötig.

Allgemein stellt das Protein die wertgebende Eigenschaft von Lebensmitteln tierischer Herkunft in Verbindung mit seiner hohen biologischen Wertigkeit für die humane Ernährung dar. Die LKE ermöglicht jedoch lediglich quantitative Aussagen über einen Gewinn oder Verlust für die Transformation der Biomasse durch Nutztiere. Die zusätzliche Berücksichtigung der biologischen Wertigkeit des jeweiligen Proteins bietet die Möglichkeit einen qualitativen Aspekt mit in die Bewertung des Beitrages der Nutztiere für die Humanernährung zu integrieren. Ertl et al. (2016) konnten auf Basis der Kalkulationsempfehlung der FAO (2013) eine durchschnittliche höhere Wertigkeit des Proteins in Lebensmitteln tierischer Herkunft in Relation zu pflanzlichem Protein von 1,87 ermitteln. Dieser Faktor verdeutlicht, dass bei der Bewertung von Transformationseffizienzen der qualitative Aspekt zusätzlich mit beachtet werden sollte.

Für eine umfassendere Bewertung des Beitrags von Tierproduktionssystemen mit Milchkühen zur Nettoerzeugung von Lebensmitteln wären weitere Aspekte mit aufzunehmen. Zu diesen zählen die Ermittlung des erforderlichen Futteraufwandes für die Nachzucht, der Einfluss einer variierenden Lebensdauer der Kühe und die Berücksichtigung des Fleischansatzes, welcher stets als „Koppelprodukt“ der Milcherzeugung entsteht. Darüber hinaus soll in den weiteren Auswertungen dieses Projekts die LKE in Verbindung mit den korrespondierenden Emissionen integrativ betrachtet werden.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich anmerken, dass der KF-Anteil der in diesem Versuch verfütterten Rationen einen entscheidenden Einfluss auf die LKE hatte. Eine höhere Milchleistung bzw. ein höherer Ertrag an Milch-TM in den KF55 Gruppen glich die höhere Aufnahme an essbarer TM in Bezug auf die LKE nicht aus. Die Anwendung unterschiedlicher Szenarien trug wesentlich zur Höhe der LKE bei. Weitere Auswertungen der Daten zur LKE für Protein sind notwendig, um eine zusätzliche Berücksichtigung der Proteinqualität zu erlauben und eine vollständigere Bewertung des Beitrags der Milchviehhaltung zur Humanernährung zu ermöglichen. Zur Ermittlung von potenziellen Einsatzgrenzen von Nebenprodukten

der lebensmittelverarbeitenden Industrie in Verbindung mit deren Verfütterung in unterschiedlichen Laktationsstadien bedarf es weitergehender Untersuchungen.

Literatur

Bryzinsky T (2020): Erträge, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen ökologischer und konventioneller Pflanzenbausysteme – Methodische Einflüsse und feldexperimentelle Ergebnisse. Dissertation. Technische Universität München.

Ertl P, Klocker H, Hörtenhuber S, Knaus W, Zollitsch W (2015a): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. Agricultural Systems. 137, 119-125.

Ertl P, Zebeli Q, Zollitsch W, Knaus W (2015b): Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion ratio. Journal of Dairy Science. 98, 1225-1233.

Ertl P, Knaus W, Zollitsch W (2016): An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. Animal. 10, 1883-1889.

FAO (2013): Dietary protein quality evaluation in human nutrition – report of an FAO expert consultation. Food and nutrition paper 92. FAO, Rome, Italy.

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere; Nr. 8. DLG-Verlag, Frankfurt, Deutschland.

Smith P, Gregory P, van Vuuren D, Obersteiner M, Havlík P, Rounsevell M, Woods J, Stehfest E, Bellarby J (2010): Competition for Land. Philosophical Transactions of the royal society B. 365, 2941–2957.

Vorndran A, Steinhoff-Wagner J, Paulicks B, Windisch W (2023): Determination of non-edible biomass abundance in Germay‘s agricultural and processing sector. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. 32, 56.

Windisch W, Flachowsky G (2020): Tierbasierte Bioökonomie. in Thrän D, Moesenfechtel U: Das System Bioökonomie. Springer Spektrum, Berlin, Deutschland.

Autorenanschrift

Markus Peschel
Institut für Tierernährung
Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesallee 37
D-38116 Braunschweig
E-Mail: markus.peschel@fli.de

Rapsstrohsilage- Untersuchungen zur Silierbarkeit und Futterakzeptanz bei wachsenden Rindern

Barbara Misthilger, Mariana Schneider, Katrin Harms, Hubert Spiekers

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

Einleitung

In Deutschland werden jährlich 800 000 Hektar Raps angebaut (FNR, 2023). Dieser dient primär zur Gewinnung von Rapskörnern, da sie einen hohen Ölgehalt aufweisen. Rapsöl wird sowohl im Lebensmittelbereich als auch im technischen Bereich als Schmierkomponente und Kraftstoffquelle in Form von Biodiesel verwendet. In der Wiederkäuerfütterung ist Rapsextraktionsschrot eine wichtiges Eiweißkonzentratfutter, das als Nebenprodukt bei der Herstellung von Rapsöl entsteht. Die anfallende Restpflanze wird derzeit in der Praxis überwiegend nur als Einstreumaterial verwendet. Der Einsatz von Rapsstroh in der Fütterung und im Biogasbereich ist kaum erforscht. Nach Steinhöfel et al. (2018) ist ein Rapsstroheinsatz in der Milchviehfütterung möglich. Rapsstroh kann wie klassisches Stroh getrocknet werden. Bei höheren Restfeuchten wäre die Silierung eine kostengünstige und praxisnahe Alternative zum Konservieren. Welche Siliereigenschaften Rapsstroh aufweist, wurde in einem Tastversuch im Labor- und Praxismaßstab untersucht. In einem Fütterungsversuch mit Jungrindern wurde die Futterakzeptanz der erzeugten Rapsstrohsilagen geprüft.

Material und Methoden

Ausgangsmaterial

Im Versuchsjahr 2020 wurde Rapsstroh von einer Fläche (2,3 Hektar) der Bayerischen Staatsgüter (BaySG) am Staatsgut Grub verwendet. Dabei wurde das Material mit zwei verschiedenen Erntetechniken gewonnen. Bei der Variante „Rapsstroh ungehäckselt“ wurde der Häcksler beim Mähdrescher ausgeschaltet und das Stroh klassisch wie beim Getreide komplett in Schwadform auf den Boden gelegt. Bei der Variante „Rapsstroh gemulcht“ wurde das auf Schwad gelegte Material nochmals mit einem am Traktor angebauten Mulchgerät zerkleinert und im Anschluss mit einem Bandschwader erneut geschwadert. Dadurch sollte das Material gleichmäßig zerkleinert werden. Für die Laborsilagen wurde das Material am Feld von verschiedenen Stellen am Schwad gezogen und homogen gemischt. Das verbliebene Material wurde mit einer Rundballenpresse (Festkammerprinzip mit Folienbindung) zu Rundballen gepresst, dabei konnten technisch bedingt nur Mischballen von beiden Ernteverfahren gewonnen werden. Um eine Durchlöcherung der Folie zu verhindern, wurden die Ballen 10-fach gewickelt.

Das Ausgangsmaterial wurde im LfL-Labor der Abteilung Laboranalytik (AL3) in Grub untersucht. Nach den Methoden des VDLUFA (2012) wurden die Gehalte an Trockenmasse (TM, Methode 3.1), Rohasche (XA, Methode 8.1), Rohprotein (XP, Methode 4.1.2), Neutral-Detergenzien-Faser nach Amylasebehandlung und Veraschung (aNDFom, Methode 6.5.1) und Säure-Detergentienfaser nach Veraschung (ADFom, Methode 6.5.2) ermittelt. Die Analyse der Mineralstoffe erfolgte mit Inductive

Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES, Methode 10.8.2). Ergänzend hierzu wurden nach den Methoden der EG Verordnung (2009) die Gehalte an Rohfett (XL, Methode 152-H) und Rohfaser (XF, Methode 152-I) ermittelt. Zur Bestimmung der Vergärbarkeit wurden die wasserlöslichen Kohlehydrate, Pufferkapazität und Nitrat nach validierten Hausmethoden bestimmt. Nach Weißbach und Kuhla (1995) wurde bei dem Ausgangsmaterial eine Korrektur der Trockenmasse durchgeführt, um die Verluste bei der Ofentrocknung zu berücksichtigen. Die mikrobielle Untersuchung des Ausgangsmaterials wurde beim Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. (TGD) in Grub durchgeführt. Die Keimzahlbestimmung der Hefen, Schimmelpilze und Milchsäurebakterien wurde mittels Oberflächenspatelverfahren durchgeführt.

Laborversuch

Von jeder Erntetechnik wurde eine Versuchsvariante im Labormaßstab angelegt (Tabelle 1). Zusätzlich wurde die Wirkung eines Siliermittels auf die Silierbarkeit von Rapsstroh geprüft. Daher wurde von jeder Erntetechnik eine weitere Variante angesetzt, bei der das Rapsstroh mit einem DLG-geprüften Siliermittel beimpft wurde. Es wurde ein Produkt der Wirkungsrichtung 1b zur Verbesserung des Silierverlaufs auf Basis von homofermentativen Milchsäurebakterien (Dosierung: 2g/t) verwendet.

Tabelle 1: Angelegte Versuchsvarianten in den Laborsilos

Variante	Bezeichnung/Maßnahme
1	Rapsstroh ungehäckselt (Kontrolle)
2	Rapsstroh ungehäckselt mit Siliermittel (SM)
3	Rapsstroh gemulcht (Kontrolle)
4	Rapsstroh gemulcht mit Siliermittel (SM)

Die Prüfung der Silierbarkeit und der aeroben Stabilität von Rapsstroh erfolgte nach den Vorgaben der aktuellen DLG-Prüfrichtlinien (DLG, 2018) zur Prüfung von Siliermitteln (Tabelle 2). Als Versuchssilos dienten „Einmachgläser“ der Volumina 1,0 l und 1,75 l. Für jede Variante wurden jeweils neun Laborsilos als Wiederholung angelegt. Bei den Silagen wurden die pH-Wert-Absenkung nach 3 Tagen, die aerobe Stabilität nach 49 Tagen und die Gärqualität nach 90 Tagen untersucht. Alle Versuchssilos wurden über den gesamten Versuchszeitraum lichtgeschützt in Konstanttemperaturräumen bei 25 °C (+/-1 °C) gelagert. Die Laborsilos zur Überprüfung der aeroben Stabilität besitzen zwei verschließbare Öffnungen, die nach 28 und 42 Tagen Silierdauer für je 24 Stunden geöffnet wurden. Am 49. Tag wurden diese Gläser geöffnet und in einen Becher mit Temperaturlogger (RC-51, Elitech UK Ltd.) umgefüllt. Als aerob instabil gelten Silagen, welche innerhalb von drei Tagen nach der Auslagerung einen Temperaturanstieg um mehr als 3 °C gegenüber der Umgebungstemperatur (20 °C +/- 1 °C) verzeichnen. Die Gläser zur Bestimmung der Gärparameter wurden nach 90 Tagen ausgelagert und die Gärsäuren, Alkohol und der Anteil Ammoniak am Gesamtstickstoff (NH_3N-N_t) bestimmt. Neben der Trockenmasse wurden von den Silagen nasschemisch mittels Weender-Analyse die Rohnährstoffe nach den oben genannten VDLUFA-Methoden analysiert. Die Bestimmung von pH-Wert, Gärsäuren, Alkohol und NH_3N-N_t erfolgte im LfL-Labor (AL3, Grub) nach validierten Hausmethoden. Nach Weißbach und Kuhla (1995) wurde bei den Silagen eine Korrektur der Trockenmasse durchgeführt, um die Verluste bei der Ofentrocknung unter Berücksichtigung der Gärsäuregehalte zu bestimmen Die statistische Auswertung der Daten wurde mittels Varianzanalyse mit dem Programmpaket SAS (Version 9.4, SAS Institut, Cary, NC, USA) mit der Prozedur PROC GLM durchgeführt.

Tabelle 2: Versuchsaufbau in Anlehnung an die DLG-Prüfrichtlinien zur Prüfung von Siliermitteln (DLG 2018)

Silos	Verfahren	Wiederholungen
1,0 l Einmachgläser	pH-Wert nach 3 Tagen	3
1,75 l Einmachgläser mit Lufteinlass	49 Tage Lagerdauer bei 25 °C (+/- 1 °C) mit 24-stündigem Luftstress nach 28 und 42 Tagen	3
1,75 l Einmachgläser	90 Tage Lagerdauer bei 25 °C (+/- 1 °C)	3
Test auf aerobe Stabilität (ASTA):	nach 49 Tagen; Lagertemperatur 20 °C (+/- 1 °C); Temperaturaufzeichnungsintervall 30 Minuten; aerob instabil ab Temperaturanstieg um > 3 °C gegenüber Raumtemperatur für > 48 h	

Abbildung 1: Rapsstroh in Laborsilos (links) bzw. in Rundballen gepresst vor der Wicklung (rechts)

Ballenversuch

Nach dem Pressen und Wickeln wurden die Ballen an einen befestigten Lagerort gebracht und mit einem Siloschutznetz abgedeckt. Nach Vorgaben der DLG-Prüfrichtline zur Prüfung von Siliermitteln (DLG, 2018) wurden die Ballen 90 Tage gelagert. Beim Öffnen erfolgte eine sensorische und optische Prüfung der Rapsstrohsilagen. Zudem wurde eine Bonitierung der Ballensilage auf Schimmel- und Hefenbesatz durchgeführt. Bei den gezogenen Proben wurde die Gärqualität, Alkohol und NH_3N-N_t bestimmt sowie die enthaltenen Rohnährstoffe.

Futterakzeptanzversuch

Die Rapsstrohsilagen der geöffneten Ballen wurden in einem vierwöchigen Akzeptanztest an Jungrinder der Rasse Fleckvieh (n=12) verfüttert. In Woche 1 und 3 wurde eine Ration mit einem Gerstenstrohanteil von 20 % in der TM vorgelegt (Tab. 3), in Woche 2 und 4 wurde dieser Anteil durch 20 % der TM Rapsstrohsilage ausgetauscht (Tab. 4). Die Futtervorlage erfolgte einmal täglich mit dem Futtermischwagen und stand den Tieren ad libitum zur Verfügung. Zur TM-Bestimmung wurde einmal pro Woche die vorgelegte Ration beprobt. Die gefressenen Mengen wurden währender des vierwöchigen Zeitraums durch Wiegetröge erfasst.

Tabelle 3: Im Akzeptanzversuch vorgelegte Tagesration mit Gerstenstroh

Zusammensetzung	Frischmasse, kg	Trockenmasse, kg
Grassilage 1.Schnitt 22	27	7,6
Maissilage 22	8	2,6
Gerstenstroh	3	2,6
Mineralfutter	0,1	0,1

Tabelle 4: Im Akzeptanzversuch vorgelegte Tagesration mit Rapsstroh

Zusammensetzung	Frischmasse, kg	Trockenmasse, kg
Grassilage 1.Schnitt 22	27	7,6
Maissilage 22	8	2,6
Rapsstroh	5,9	2,6
Mineralfutter	0,1	0,1

Ergebnisse und Diskussion

Ausgangsmaterial

Rapsstroh setzt sich aus dem Stängel und den Hülsenanteilen zusammen. Der obere Teil der Pflanze ist deutlich trocknerer als der untere Stängel. Rapsbestände reifen zudem ungleichmäßig ab, daher ist Rapsstroh ein sehr inhomogenes Material. Dies zeigte sich auch an den Kenngrößen zur Einschätzung der Silierbarkeit (Tab. 5). Die TM-Gehalte lagen nicht in einem, für Stroh erwartetem, hohen TM-Bereich. Für die Silierung wäre daher ausreichend Feuchte zur Verfügung. Die TM-Gehalte der beiden Varianten schwankten jedoch sehr, was die Inhomogenität des Materials bestätigt. Die Gehalte an wasserlöslichen Kohlehydraten (WLK) waren gering. Die Pufferkapazität, deren Höhe hauptsächlich vom Gehalt an Rohprotein und basischen Anteilen der Rohasche beeinflusst wird, war als nicht erhöht einzustufen. Der Zucker/Pufferkapazität (Z/PK)-Quotient ist ein Indikator für die Siliereigung eines Materials und sollte bei mindestens 2,0 liegen (DLG, 2011). Durch die sehr niedrigen Quotienten wurde das geprüfte Rapsstroh als schwer silierbar eingestuft. Der Vergärbarkeitskoeffizient (VK) sollte größer 45 sein, damit eine zügige und stabile Silierung erfolgt, bei Werten darunter ist das Risko für Fehlgärungen deutlich erhöht (DLG, 2011). Die VK unterschieden sich zwischen den beiden Errntetechniken sehr deutlich, was auf die unterschiedlich hohen TM-Gehalte zurückgeführt werden kann. Der Gehalt an Milchsäurebakterien sollte bei mindestens log 5 KBE/g liegen, was nur bei der Variante „Rapsstroh ungehäckselt“ vorlag. Der Besatz an Schimmelpilzen war leicht erhöht. Der Gehalt an Hefen war als gering einzustufen.

Tabelle 5: Kenngrößen der Silierbarkeit des Ausgangssubstrats der beiden Erntetechniken (n=1)

		Rapsstroh ungehäckselt	Rapsstroh gemulcht
TM-Gehalt	g/kg	474	346
Zucker (Wasserlösliche Kohlehydrate)	g/kg TM	14	29
PK[1)]	g/kg TM	47,3	43,2
Z/PK		0,3	0,7
VK[2)]		50	39
NO_3	mg/kg TM	948	427
Milchsäurebakterien	log KBE/g	5,5	4,7
Schimmelpilze		5,9	8,6
Hefen		4	4

[1)] PK = Pufferkapazität in g Milchsäure/kg Trockenmasse bis zum Erreichen von pH-Wert 4

[2)] VK = Vergärbarkeitskoeffizient: TM (in %) + 8 * WLK/PK

Rohnährstoffgehalte vom Ausgangsmaterial sind in Tabelle 6 dargestellt und stimmen mit den verifizierten Analysen von Steinhöfel et al. (2018) überein. Die Gehalte unterschieden sich nur gering zwischen den beiden Erntetechniken. Die Rohproteingehalte waren, wie für Stroh produkttypisch, gering. Das Stängelmaterial von Rapsstroh ist deutlich härter als das von Getreide. Die damit stärker ausgeprägte Lignifizierung und Verholzung des Materials zeigte sich in den hohen ADF_{om}-Gehalten im Vergleich zum Gerstenstroh. Bei den dargestellten Mineralstoffgehalten zeigte das beprobte Rapsstroh einen höheren Calcium- und Phosphor-Gehalt und einen geringen Kaliumgehalt im Vergleich zu Gerstenstroh auf. Eine Energiebewertung ist aufgrund fehlender Verdaulichkeitsbestimmungen am Hammel nicht möglich.

Tabelle 6: Gehalte an Rohnährstoffen und Mineralstoffen vom Ausgangssubstart Rapsstroh im Vergleich zum Tabellenwert Gerstenstroh (n=1)

		Rapsstroh ungehäckselt	Rapsstroh gemulcht	Vergleichswert Gerstenstroh[1)]
TM-Gehalt	g/kg	474	346	860
XA		67	68	
XP		50	46	45
XL		18	17	16
XF		490	484	435
ADFom	g/kg TM	604	548	455
aNDFom		670	672	785
Ca		13,5	14,8	5,0
P		1,3	1,7	0,8
K		10,6	9,5	17

[1)] Gruber Tabelle (2021)

Laborsilagen

Die pH-Werte waren bei allen Varianten nach drei Tagen sehr hoch, was auf eine sehr verzögert einsetzende Milchsäurebildung hinweist. Durch die langsame pH-Wert-Absenkung des Materials können Gärschädlinge wie Clostridien nicht frühzeitig ruhiggestellt werden und das Risko für Fehlgärungen steigt. Die pH-Werte nach 90 Tagen waren mit Ausnahme der Kontrolle „Rapsstroh gemulcht“ im Vergleich zum pH-Wert nach 3 Tagen weiter abgesunken, lagen jedoch immer noch auf sehr hohem Niveau, was auf eine geringe Milchsäurebildung hinweist. Die Silagen waren daher als anaerob instabil zu bezeichnen. Ursache hierfür könnten die geringen Gehalte an wasserlöslichen Kohlehydraten sein, sodass den Milchsäurebakterien dadurch nicht ausreichend Nahrung zur Säurebildung zur Verfügung stand. Bei der Variante „Rapsstroh ungehäckselt“ wurden sowohl bei der Kontrolle als auch bei der Variante mit Siliermittel gleich hohe Mengen an Milchsäure gebildet. Diese waren allerdings als gering einzustufen. Gerade im höheren TM-Bereich können sich Milchsäurebakterien zusätzlich schwieriger etablieren, jedoch sinkt zugleich das Risiko für Fehlgärungen, da sich Gärschädlinge durch die fehlende Feuchte auch schlechter vermehren können. Sowohl die Buttersäure als auch Ammoniakbildung war bei dieser Variante als gering einzustufen. Dies bestätigen auch die niedrigen Trockenmasseverluste sowohl bei der Kontrolle als auch bei der behandelten Variante (Tabelle 7).

Tabelle 7: Mittlere pH-Werte nach 3 bzw. 90 Tagen, aerobe Stabilität nach 49 Tagen, Gärsäuren der Rapsstrohsilagen nach 90 Tagen (Mittelwerte± Standardabweichung); n=3)

		Rapsstroh ungehäckselt		Rapsstroh gemulcht	
		Kontrolle	**Siliermittel**	**Kontrolle**	**Siliermittel**
TM	g/kg	489±21,1	493±31,7	342±16,8	340±16,7
pH-Wert	Tag 3	6,5±0,10	6,2±0,10	5,9±1,04	6,1±0,25
	Tag 90	5,7±0,72	5,1±0,10	6,4±0,10	5,8±0,40
Milchsäure	g/kg TM	11±6,44	13,1±5,32	1,6±1,64	10,3±1,80*
Essigsäure		4,5±1,15	13,5±8,04	8,2±2,73	9,1±5,54
Propionsäure		0,3±0,52	0±0,0	3,4±0,87	0,9±0,75*
Buttersäure		2,1±3,7	0±0,0	7,7±0,65	5,5±2,4
Ethanol		0,6±0,38	0,8±0,85	1,7±1,28	1,3±0,79
$NH_3N:N_t$	%	9,4±2,06	9,2±1,34	21,8±1,28	11,8±1,2*
TMV		4,0±0,63	3,9±0,46	8,1±2,57	5,9±0,16
ASTA	d	14,4±0,0	14,4±0,0	14,0±0,75	14,4±0,0

* signifikant zur Kontrolle (p<0,05)

Die Rohnährstoffgehalte der Rapsstrohsilagen sind in Tabelle 8 dargestellt. Bei den Rohproteinhalten wurde im Vergleich zum Ausgangsmaterial bei der bei der Kontrolle „Rapsstroh gemulcht“ ein Rückgang festgestellt. Dies kann auf die intensive Bildung von Buttersäure und Ammoniak zurückgeführt werden. Die Rohfasergehalte sind bei allen Varianten im Vergleich zum Ausgangsmaterial angestiegen. Veränderungen der Fasergehalte sind durch den Abbau von Zucker und wasserlöslichen Kohlehydrate zu Gärsäuren während des Silierprozesses möglich.

Tabelle 8: Mittlere Rohnährstoffgehalte der erzeugten Silagen (n=3, Mittelwerte ± Standardabweichung);

		Rapsstroh ungehäckselt		Rapsstroh gemulcht	
		Kontrolle	**Siliermittel**	**Kontrolle**	**Silier mittel**
TM	g/kg	489±21,1	493±31,7	342±16,8	340±16,7
XA	g/kg TM	63±1,9	62±1,63	70±2,67	68±2,58
XP		43±2,1	45±1,35	39±0,98	44±2,38*
XL		13±2,1	10±1,4	13±1,42	12±0,92
XF		521±8,7	528±10,48	532±12,65	526±2,57

* signifikant zur Kontrolle (p<0,05)

Ballensilage

Von den erzeugten Rundballen wurden zwei Ballen geöffnet und beprobt. Das mittlere Gewicht pro Ballen lag bei 478 kg Frischmasse. Bei den offenen Ballen konnten am Randbereich einzelne oberflächliche weißliche Schimmelnester festgestellt werden. Besonders an Stellen mit sehr langfaserigen Material. Im Inneren des Ballens war keine Schimmelbildung zu erkennen. Ebenso konnten sichtbar keine Hefen gefunden werden. Die Silage wies eine dem Ausgangsmaterial ähnliche Färbung im gold-gelben Bereich auf. Das Gärsäuremuster der Rapsstrohsilagen (Tab. 9) war mit dem im Labormaßstab gewonnenen Silagen vergleichbar. Die Milchsäurebildung fand im begrenzten Umfang statt. Die gebildeten Mengen an Buttersäure sind als niedrig einzustufen, was auf die hohen TM-Gehalte und die insgesamt geringe Fermentation zurückgeführt werden kann.

Tabelle 9: Gärsäuremuster der erzeugten Rapsstrohsilagen im Ballen (n=2)

		Rapsstrohballen 1	**Rapsstrohballen 2**
TM	g/kg	436	467
pH-Wert		5,3	4,8
Milchsäure		5	16
Essigsäure		6	8
Propionsäure	g/kg TM	0	1
Buttersäure		4	2
Ethanol		1	2
WLK		1	16
NH_3:N_t	%	9	13

Die Rohnährstoffe der Silagen vom Rapsstrohballen (Tab.10) sind auch wie die Gärsäuren mit den Ergebnissen der Laborsilagen übereinstimmend. Die Mineralstoffe und Rohnährstoffe lagen mit Ausnahme der Rohfaser auf gleich hohem Niveau wie das Ausgangsmaterial. Der Anstieg der Rohfaser könnte auch hier auf den Abbau von Zucker und wasserlöslicher Kohlehydrate im Säurebildungsprozess zurückgeführt werden.

Tabelle 10: Rohnährstoffgehalte der erzeugten Rapsstrohballen (n=2)

		Rapsstrohballen 1	Rapsstrohballen 2
TM-Gehalt	g/kg	436	467
XA		62	61
XP		40	36
XL		12	8
XF		520	547
ADFom	g/kg TM	631	638
aNDFom		743	754
Ca		13,1	14,7
P		1,3	1,5
K		11,3	10,4

Futterakzeptanz

Von der Ration mit Gerstenstroh wurden im Mittel 7,3 kg TM/Tier und Tag gefressen, von der TMR mit Rapsstrohsilage 7,8 kg TM/Tier und Tag. Dementsprechend ergaben sich bei den erprobten Rationsanteilen keine Hinweise auf eine negative Beeinflussung der Futteraufnahme durch die Rapsstrohsilage. Die gebildeten Gärsäuren führten auch zu keiner negativen Beeinflussung der Futteraufnahme.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des Tastversuchs zeigten, dass die Silierbarkeit vom Rapsstroh bedingt gegeben war, die Gärqualität war allerdings sehr heterogen. Limitierend wirkt der niedrige Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten. In weiteren Untersuchungen sollten daher Versuchsansätze gemacht werden, die die Silierbarkeit von Rapsstroh fördern. Eine zu empfehlende Möglichkeit wäre das Material noch gleichmäßiger zu zerkleinern, um eine bessere Durchmischung der trockeneren und feuchten Partien zu erhalten und die Oberfläche zu vergrößern. Um die Milchsäurebildung zu fördern, müsste der Anteil an wasserlöslichen Kohlehydraten erhöht werden. Dies könnten mit Zugabe von Melasse oder einer Co-Silierung mit einem zuckerreicheren Silierpartner wie z.B. Gras erfolgen. Als Alternative wäre die Verwendung eines chemischen Siliermittels zu prüfen, um den pH-Wert durch Säurezugabe zügig abzusenken und dadurch Fehlgärungen zu unterdrücken. Für die Beurteilung der Einsatzwürdigkeit in der Fütterung wäre eine Verdaulichkeitsbestimmung des Materials wichtig. Neben dem Einsatz der Rapsstrohsilage sollte auch die Verwendung als Substrat für die Biogasanlage geprüft werden, da für Maisstrohsilage (LfL, 2021) positive Ergebnisse vorliegen.

Literatur

EG Verordnung 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, 1-130.

DLG TestService GmbH, 2018: „DLG-Prüfrichtlinien für die Verleihung und Führung des DLG-Gütezeichens für Siliermittel, erarbeitet unter Federführung der zuständigen DLG-Kommission Siliermittel und Konservierungsstoffe, unter https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/informationen-fuer-hersteller/betriebsmittel-pruefungen-und-dienstleistungen/siliermittel (Stand 17.08.2023).

Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG), 2011: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. DLG-Verlag-GmbH, Frankfurt am Main. 8. vollständig überarbeitete Auflage.

FNR (2023): Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) nach Pude, R. „Pflanzen für Industrie und Energie “ abrufbar unter https://pflanzen.fnr.de/energiepflanzen/pflanzen/raps (Stand 17.08.2023).

LfL (2021): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. LfL- Information, 47. veränderte Auflage, Freising

LfL (2021): „Silierung von Körnermaisstroh im Labor und Praxis“, abrufbar unter https://www.lfl.bayern.de/ite/futterwirtschaft/213445/index.php (Stand 17.08.2023)

Steinhöfel (2018): Rapsstroh in der Milchviehfütterung, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, abrufbar unter https://www.landwirtschaft.sachsen.de/aktueller-futterrat-vom-06-07-2018-10460.html (Stand 17.08.2023)

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

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

Autorenanschrift

Barbara Misthilger
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
85586 Poing/Grub
08161 8640 7431
Barbara.Misthilger@lfl.bayern.de

Influence of calf birth weight and average daily gain in early life on later milk performance and fertility

Matthias Schilde, Lydia Kroon, Wilfried van Straalen

Schothorst Feed Research B.V., Meerkoetenweg 26, 8218NA Lelystad, Niederlande

Introduction

During the last decades, increased attention has been given to the effects of pre-weaned calf management on subsequent lactation performance and fertility (Gelsinger et al., 2016). Results from international research groups revealed positive effects of an increased pre-weaning nutrient intake on calf average daily gain (ADG) and development in early life (Chapman et al., 2016; Soberon and Van Amburgh, 2013; Soberon and Van Amburgh, 2017). Research results from Schothorst Feed Research (SFR) further substantiated positive effects of more intensive calf milk (replacer) feeding programs on calf ADG in early life. Large inter-animal variation has been found in ADG within calf milk feeding programs. Factors in the early lifespan could play an important role on performance during the later lactation period. In a meta-analysis, Gelsinger et al. (2016) indicated that maintaining ADG >500 g/d in the pre-weaning period can improve first lactation performance. Chester-Jones et al. (2017) reported higher first lactation milk and milk fat and protein yields for calves with higher ADG and body weight at 6 weeks of age. Information from long-term experiments is scarce since those experiments are expensive and often limited in number of animals used. It is known from Gelsinger et al. (2016) that a lot of the variation can be explained by the effect of the study which strengthens the importance of management factors other than calf milk feeding schedule for the explanation of the variation in milk production. López et al. (2018) reported that neither birth weight nor ADG significantly affected all-service conception rate. In contrast, Ettema et al. (2018) postulated that variation in pre-weaning ADG contributes to a large variability in the age of first calving (AFC).

Objective

The present study aimed at evaluating the influence of birth weight and ADG during the first two weeks of life on milk performance in the 1st, 2nd and 3rd lactation, age of first calving, number of inseminations and calving interval.

Materials and Methods

Data of three calf experiments conducted at Schothorst Feed Research (SFR) from 2016 until 2019 were merged to create a database comprising 161 calves with calf information including birth weight and ADG during the first two weeks of life. The data of the subsequent performance and fertility of the same animal as the adult cow from the 1st until the 3rd lactation was added to the database. The experiments included in the database did not differ between each other in terms of calf and cow management.

All calf experiments were conducted according to the following procedure: All female calves received 4 L of colostrum after birth, followed by two portions of 2 L colostrum. Colostrum quality was tested by BRIX measurement. Calves were housed in individual housing from birth to 14 days of age. Dairy calves received three times a day 2.5 L of milk replacer at a concentration of 135 L/d. From day 8 of life, a calf starter feed and water were supplied *ad libitum*.

Calves were weighted at birth before colostrum supply and at 14 days of age when moving to group housing. Cases of illness and medical treatments were registered during the experimental period.

Data of 305-d milk and FPCM production, milk fat and protein content (%) and production (kg), AFC, number of inseminations and calving interval for the 1st, 2nd and 3rd lactation were collected from the cow management system. For each parameter, calves were divided into three categories: categories for birth weight were set to <40, 40-45 and >45 kg. Categories for ADG from birth to 2 weeks of age were set to <500, 500-750 and >750 g/d. The effect of the category was analyzed in an unbalanced ANOVA design using Genstat (21ed., VSN International Ltd.) and the relationships between performance parameters and either birth weight or ADG were investigated in a regressive approach.

Results

In total, 144 complete records were available for the 1st lactation, 76 for the 2nd lactation and 34 for the 3rd lactation. On average, birth weight and ADG were 41.5 ± 5 kg and 553 g/d ± 182 (mean ± SD), respectively.

Milk production performance

There was no significant relationship between birth weight categories and 1st lactation milk production, milk composition and milk fat and protein yield. However, in the 2nd lactation, milk fat content was lowest for calves with birth weight category of >45 kg when compared to birth weight of 40-45 kg, while <40 kg was in between. Total fat-protein-corrected milk (FPCM) production, 305-d milk performance, milk fat yield, and milk protein yield were significantly higher in 1st lactation and, as a trend, in 3rd lactation for calves with >750 g/d of ADG in the first 2 weeks of life compared to calves with ADG of <750 g/d (Table 1). Milk production performance in the 2nd lactation was not affected by ADG in the first 2 weeks of life. Based on linear regression analysis, 1-2% of the total variation in 305-d FPCM production was explained by ADG from week 0-2. About 2.7% of the total variation in milk fat production in 1st lactation was explained by the ADG from birth to 2 weeks of life (P=0.06).

Fertility parameters

Age of first calving was neither affected by birth weight nor ADG in the first two weeks of life. Birth weight also did not affect the number of inseminations and the calving interval in the 1st, 2nd and 3rd lactation. In addition, calves with the lowest ADG tended to need a higher number of inseminations for the 1st gestation.

Discussion

Milk production performance

In accordance with Soberon et al. (2012), we did not find a significant relationship between birth weight and first lactation milk production. The higher rearing intensity and ADG resulted in a significantly higher milk performance in the 1st lactation and, as a trend, during the 3rd lactation, whereas these effects were not observed for the 2nd lactation. Correspondingly, Gelsinger et al. (2016) found a positive relationship with 1st lactation milk production when pre-weaning ADG was maintained at >500 g/d. However, only a small amount of variation in each milk production and fertility response parameter was explained by birth weight and ADG. In accordance with the meta-analysis of Gelsinger et al. (2016), 97 % of the total variance was explained by other factors, such as the effect of the study, although data were derived from only one farm. Soberon and Van Amburgh (2013) reported that increasing pre-weaning ADG also increases milk production in the later cow-lifespan, but this relationship is not as

clearly defined as the relationship between postweaning growth rate and milk production. Thus, the impact of the post-weaning growth performance on the subsequent milk production needs to be tested in future studies but was not part of the present study. The complexity of the influence of the different growing phases on the later performance of the dairy cow becomes evident since there are hints from the literature that the intensive feeding of milk (replacer) is known to increase ADG but could decrease starter intake which again may influence lactational performance later-on (Stamey et al., 2012).

Table 1. Effect of low, moderate, and high average daily gain (ADG) from birth to two weeks of age on milk performance in the 1st, 2nd, and 3rd lactation.

	ADG from birth until 2 weeks of age (g/d)				
	<500	500-750	>750	LSD	*P*-value
First lactation					
305-d milk production (kg)	8639[a]	8500[a]	9297[b]	587.7	0.05
Milk fat (%)	4.21	4.36	4.27	0.216	0.23
Milk protein (%)	3.51	3.59	3.53	0.089	0.11
Milk fat (kg)	361[a]	367[a]	393[b]	22.6	0.05
Milk protein (kg)	302[a]	303[a]	327[b]	18.0	0.04
305-d FPCM (kg)	8906[a]	8942[a]	9648[b]	526.1	0.04
Second lactation					
305-d milk production (kg)	10693	10081	10620	1119.0	0.29
Milk fat (%)	4.22	4.33	4.32	0.364	0.69
Milk protein (%)	3.54	3.58	3.55	0.139	0.72
Milk fat (kg)	446	434	457	45.4	0.59
Milk protein (kg)	377	360	377	35.0	0.35
305-d FPCM (kg)	11035	10590	11137	1028.9	0.40
Third lactation					
305-d milk production (kg)	10782[AB]	10433[A]	12478[B]	1433.0	0.06
Milk fat (%)	4.06	4.43	4.15	0.536	0.12
Milk protein (%)	3.49	3.49	3.36	0.235	0.64
Milk fat (kg)	435	462	521	69.9	0.12
Milk protein (kg)	373[AB]	363[A]	420[B]	44.0	0.08
305-d FPCM (kg)	10914[A]	11047[A]	12799[B]	1415.0	0.09

[ab] means within rows with different superscripts are significantly different (P<0.05). Capital letters show trends (*P*>0.05 and *P*<0.10). LSD = least significant difference.

Additional variation could also be contributed to the fact that dairy cows at SFR participated in different feeding trials before and after the data collection for the present dataset. From Gelsinger et al. (2016), 98% of variation in 1st lactation milk production was explained by the study, indicating that overall farm management has a much greater effect on first-lactation performance than nutrition and growth before weaning.

Fertility

Birth weight and ADG from birth until two weeks of life did not affect AFC and number of inseminations, even though a trend was observed for a higher number of inseminations for the 1st gestation in calves with an ADG <650 g/d. The higher calving interval for cows in the 2nd lactation could be explained by the prolonged voluntary waiting period before first insemination as a consequence of the seasonal calving pattern applied at SFR. Tendencies or numerical decreases in AFC were reported with more intensive preweaning milk feeding (Moallem et al., 2010; Davis Rincker et al., 2011), whereas Morrison et al. (2012) observed trends for a decreased age of first estrus and first service in more intensively fed

calves with higher ADG before weaning, even though the final AFC was not affected. Multiple sources of variation occur in the life phase between weaning and calving, making it difficult to detect the effects of birth weight and preweaning calf feeding system on milk performance in the 1st lactation.

Conclusions

- Birth weight had no effect on later life lactation performance and fertility parameters.
- An ADG of >750 g/d in the first 2 weeks of life was attributed to higher milk, fat, protein, and FPCM yield in the first lactation.
- An ADG of <500 g/d in the first 2 weeks tended to result in a higher number of inseminations for the 1st gestation, whereas age of first calving and calving interval were not affected by ADG.
- Only first 2 weeks
- The majority (97%) of variation in all response variables was explained by factors other than birth weight and ADG, which means that other aspects like farm management, postweaning feed intake, and environmental factors have more of an effect on 1st lactation performance than birth weight and pre-weaning weight gain. Nevertheless, optimal birth weights and pre-weaning growth rate are part of the best practice for optimal dairy cattle livestock management.
- In a next step, potential synergistic effects between feed intake from liquid and starter diets on 1st lactation performance should be investigated with the present dataset.

References

Chapman, C.E., Erickson, P.S., Quigley, J.D., Hill, T.M., Batemant II, H.G., Suarez-Mena, F.X., Schlotterbeck, R.L., 2016. Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients with age of the dairy calf. Journal of Dairy Science 99:2740-2747.

Chester-Jones, H., Heins, B.J., Ziegler, D., Schimek, D., Schuling, S., Ziegler, B., de Ondarza, M.B., Sniffen, C.J., Broadwater, N., 2017. Relationships between early-life growth, intake, and birth season with first-lactation performance of Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 100:3697-3704.

Davis Rincker, L.E., VandeHaar, M.J., Wolf, C.A., Liesman, J.S., Chapin, L.T., Weber-Nielsen, M.S., 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield and economics. Journal of Dairy Science 94:3554-3567.

Ettema, J.F., Santos, J.E., 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. Journal of Dairy Science 87:2730-42.

Gelsinger, S.L., Heinrichs, A.J., Jones, C.M., 2016. A-meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. Journal of Dairy Science 99:6206-6214.

López, E., Véliz, F.G., Carrillo, E., De Santiago, A., García,J.E., Mellado, M., 2018 Effect of birth weight, weaning weight and preweaning weight gain on fertility of Holstein heifers under hot Mexican conditions. Slovenian Veterinary Research 55(1):35-42.

Moallem, U., Werner, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S., Shamay, A., 2010. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. Journal of Dairy Science 93:2639-2650.

Morrison, S.J., Wicks, H.C.F., Carson, A.F., Fallon, R.J., Twigge, J., Kilpatrick, D.J., Watson, S., 2012. The effect of calf nutrition on the performance of dairy herd replacements. Animal 6(6):909-919.

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., Van Amburgh, M.E., 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science 95:783-793.

Soberon, F., & Van Amburgh, M. E., 2013. LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data1. Journal of Animal Science 91(2):706–712.

Soberon, F., Van Amburgh, M.E., 2017. Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. Journal of Dairy Science 100:4996-5004.

Stamey, J.A., Janovick, N.A., Kertz, A.F., Drackley, J.K., 2012. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. Journal of Dairy Science 95:3327–3336.

Autorenanschrift

Dr. Matthias Schilde
Schothorst Feed Research B.V.
Meerkoetenweg 26
8218NA Lelystad
Niederlande
mschilde@schothorst.nl

natuphos® E

BASF
We create chemistry

Natuphos® E

Der Phytase-Pionier setzt neue Maßstäbe

- Maximale Phosphoreinsparung
- Hervorragende tierische Leistungen
- Verbesserte Ressourceneffizienz
- Außergewöhnliche Prozess- und Lagerstabilität der Hybrid-6-Phytase

The science of sustainable feed that succeeds

BASF -
Seit mehr als
30
Jahren
Pionier bei
Futterenzymen

animalnutrition-europe@basf.com
animal-nutrition.basf.com

info-de@btc-europe.com
BTC-europe.com

Untersuchung von europäischen Strohproben auf Gehalte an Mykotoxinen

Jochen Wirges[1], Matthias Wiemann[1], Sabine Rahn[2], Anneliese Müller[3], Michael Sulyok[4]

[1] DSM Nutritional Products GmbH – ANH DE&CH, D-49565 Bramsche

[2] AGRAVIS Raiffeisen AG, D-48115 Münster

[3] DSM Nutritional Products - Performance Solutions ANH, A-3131 Getzersdorf

[4] Universität für Bodenkultur, A-1180 Wien

Einleitung

In der Tierhaltung wird Stroh vielfältig eingesetzt. Neben der Verwendung als Einstreumaterial für fast alle Tierarten, findet es in der Milchviehfütterung als Rohfaserquelle in der Rationsgestaltung und zunehmend in der Schweinehaltung auch als Beschäftigungsmaterial Verwendung. Durchschnittlich aufgenommene Mengen können dabei zwischen 0,2 kg TM/Tag (Mastschweine) bis zu 20 kg TM/Tag (laktierende Milchkühe) schwanken (Mol et al, 2014).

Mykotoxine sind sekundäre Metaboliten von Pilzen, die unter Anderem von den Gattungen Fusarium und Aspergillus auf Futterpflanzen gebildet werden. Über die Fütterung gelangen sie in den Stoffwechsel von Tier und Mensch. Für Zahlreiche dieser Mykotoxine sind schädliche Wirkungen auf die Tiergesundheit von Nutztieren lange bekannt und mehrfach in der Literatur belegt worden (Morgavi and Riley, 2007; D'Mello et al, 1999). Hinsichtlich ihres Auftretens und den Konzentrationen von Mykotoxinen wird allerdings bisher der Schwerpunkt auf das Haupterntegut – beim Getreide die Getreidekörner – und kaum auf das anfallende Nebenprodukt Stroh gelegt. Untersuchungen aus Großbritannien (Edwards and Stewart, 2010), Schweden (Nordkvist and Häggblom, 2014), den Niederlanden (Mol et al, 2014), der Schweiz (Drakopoulos et al, 2021)und Deutschland (Ulrich et al, 2021) dokumentierten bereits ein häufiges Auftreten von Mykotoxinen in lokalen Strohproben verschiedener Getreidearten und der daraus resultierenden potenziellen Beeinträchtigung der Gesundheit von Nutztieren. In den genannten Untersuchungen lag der überwiegende Fokus auf den am besten dokumentierten Mykotoxinen Deoxynivalenol (DON), Zearaleneon (ZEN) und Ochratoxin A (OTA). Speziell für DON wurde ein Übergang ins Schwein auch für das Stroh, als Quelle mit gleicher Bioverfügbarkeit wie bei Getreidekörnern, nachgewiesen (Rohweder et al, 2013). Ziel dieser Untersuchung ist es, die Kontamination von Stroh mit Mykotoxinen unter Berücksichtigung eines breiten Spektrums an Mykotoxinen, u.a. auch maskierter und „emerging mycotoxins" (Gruber-Dorninger et al, 2017) zu ermitteln. Zu den Emerging Mycotoxins rechnet man eine Gruppe von Mykotoxinen, die weder routinemäßig bestimmt werden noch gesetzlich geregelt sind, deren Vorkommen jedoch immer häufiger nachgewiesen wird (Vaclavikova et al., 2013). Gemäß der Arbeit von Gruber-Dorninger et al. (2017) zählen neben anderen folgenden Metaboliten zu Vertretern dieser unbestimmten Mykotoxingruppe: Enniatine, Beauvericin, Moniliformin, Fusaproliferin, Fusarinsäure, Culmorin, Butenolid, Sterigmatocystin, Emodin, Mycophenolsäure, Alternariol, Alternariolmonomethylether und Tenuazonsäure.

Material und Methoden

Um ein möglichst umfassendes Bild der realen Mykotoxinbelastung von Stroh zu erhalten, wurden im Zeitraum September 2022 – August 2023 insgesamt 73 Strohproben aus Deutschland (29), Dänemark (29), Schweden (6), Österreich (2), Spanien (1), Polen (1) und Frankreich (1) zur Untersuchung an die IFA-Tulln geschickt. Eine weitergehende Differenzierung auf Getreidearten und Erntebedingungen konnte nicht durchgeführt werden

Um möglichst vielen Mykotoxinen und deren Metaboliten in unterschiedlichen Probenmaterialien zu detektieren, wurde eine Methode entwickelt, die auf der Koppelung von Flüssigchromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie basiert (LC-MS/MS-Methode, Spectrum 380®). Die verwendete Methode zur Untersuchung von >500 Pilz- und Bakterienmetaboliten (Sulyok et al, 2020) sowie die zugehörigen Parameter, die für die Analyse genutzt wurden, stellt eine Erweiterung einer veröffentlichten Methode (Malachová et al, 2014) dar. Mit dieser Methode ist es möglich neben Aflatoxinen (Afla), Zearalenone (ZEN), Trichothecene (z.B. DON, T2, NIV usw.), Fumonisine (FUM) und Ochratoxine (OTA) viele weitere Mykotoxine zu detektieren. Darunter fallen auch maskierte Mykotoxine und sogenannte Emerging Mycotoxins (EMTOX), eine Gruppe von Mykotoxinen die zunehmend in den Fokus der wissenschaftlichen Betrachtung gelangen (EFSA, 2014). Die Definition einer positiven Probe erfolgte auf der Basis eines quantifizierten analytischen Nachweises. Die Nachweisgrenzen variieren dabei zwischen den verschiedenen Mykotoxinen und Metaboliten.

Ergebnisse

Von den regulierten Mykotoxinen wurden DON, T2, HT2, ZEN und FUM in 80% bzw. 33%, 36%, 11% und 3% der Strohproben nachgewiesen (Tabelle 1). Speziell DON weist hier bei einer Prävalenz von 80% mit einem Mittelwert von 811µg/kg, einem Median von 368 µg/kg und einem Maximalwert von 16529 µg/kg eine sehr breite Streuung der Werte auf. Keine der Proben enthielt Ochratoxine oder Aflatoxine.

Tabelle 1: Prävalenz (%), Mittelwert, Median und Maximalgehalt (Angaben jeweils in µg/kg) der regulierten Mykotoxine in europäischen Strohproben (n=73)

	Afla	DON	ZEN	T2	HT-2	FUM	OTA
Prävalenz, Anteil posit.	0%	80%	11%	33%	36%	3%	0%
Mittelwert in µg/kg	0	811	119	36	86	38	0
Median in µg/kg	0	368	11	33	51	38	0
Maximalwert in µg/kg	0	16529	808	122	481	61	0

In der Abbildung 1 sind die Prävalenzen (Anteil positiver Befunde) für all jene Mykotoxine und weiteren sekundäre Pilzmeabolite mit einem Wert von mindestens 40% aufgelistet. In 100% der Proben wurde Infectopyron gefunden. Eeine Wirkung diese Metabolits auf Tiere wird in der Literatur bisher nicht beschreiben, in verarbeiteten Produkten sind nur geringe Gehalte bekannt Hinsichtlich der genannten emerging mycotoxins (EMTOX) fallen vor allem die Varianten der Gruppe der Enniatine (B, B1 und A1) mit Prävalenzen von 94,5% bzw. 83,6% und 67,1% auf. Unter den von Gruber-Dorninger et al (2017) genannten emerging mycotoxins, mit nachgewiesener akuter oder chronischer Toxizität, finden sich außerdem Emodin, Culmorin, Beauvericin, Alternariol und Moniliformin in 93,1% bzw. 75,3%, 54,8%, 50,7% und 46,7% der untersuchten Proben.

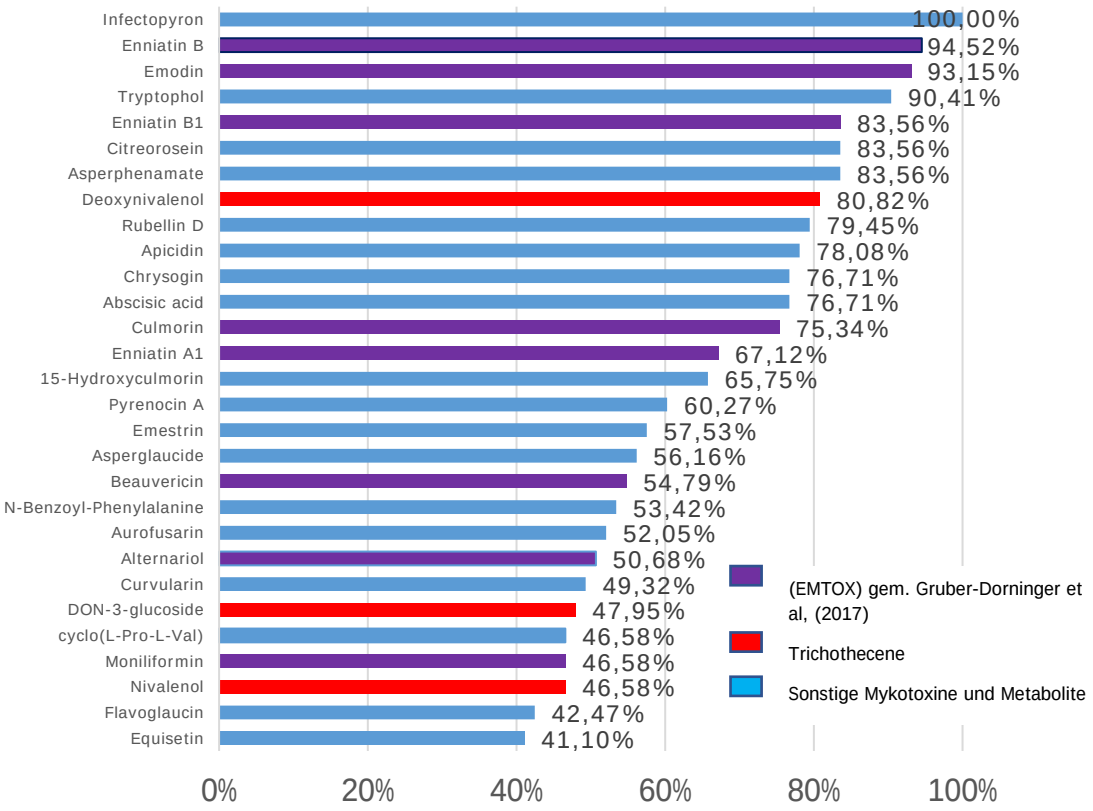


Abbildung 1: Übersicht der Häufigkeit des Nachweises von Mykotoxine und Pilzmetaboliten in untersuchten Strohproben, eingegrenzt auf Metaboliten mit Nachweis in über 40% der untersuchten Proben (n=73)

Diskussion und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben hohe Prävalenzen an Mykotoxinen in Strohproben aufgezeigt und damit die Resultate vergleichbarer Studien aus Europa bestätigt. In Bezug auf diese Arbeiten konnte hier ein deutlich häufigeres Auftreten von emerging mycotoxins, z.B. aus der Gruppe der Enniatine, festgestellt werden. Das von den EMTOX ausgehende Risiko kann nicht abschließend bewertet werden und ist weiterführender Gegenstand aktueller Forschung. So seien hier exemplarisch Beauvericin Enniatine und Aurofusarin genannt, deren schädigende Wirkungen in vitro und in vivo bereits nachgewiesen werden konnte. (Schoevers et al, 2021; Novak et al, 2021; Springler et al, 2016). Außerdem kann der hohe Wert von 50,7% positive Proben für den Metaboliten Alternariol – der vor allem durch die als Schwärzepilze bekannte Alternaria gebildet wird – ein Indikator für ungünstige Witterungsbedingungen zum Erntezeitpunkt darstellen. Demgegenüber war die Anzahl der Proben mit Gehalten der durch Richt- oder Grenzwerte regulierten Mycotoxine (Afla, DON, ZEA, OTA, T-2, FUM) eher geringer, dass aber bei sehr deutlichen Streuungen. Insgesamt zeigen diese Daten auch ein deutliches Auftreten mehrerer Pilzmetabolite auf Strohproben, sodass eine genauere Betrachtung durch gezielte Analysen zu empfehlen ist.

Entsprechend sollte bei der Einschätzung und Absicherung eines Risikos durch Mykotoxine für die Tiergesundheit und das Tierwohl, Stroh als Eintragsquelle mit einbezogen werden, gegebenenfalls

gestützt durch entsprechende Mykotoxinanalysen. Für weitergehende Untersuchungen kann eine Differenzierung nach Getreidearten und zugrundeliegenden Anbau- und Erntebedingungen sinnvoll sein.

Literaturverzeichnis

D'Mello, J.P.F., Placinta, C.M., Mac Donald, A.M.C. (1999). Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. Anim. Feed Sci. Technol. 80, 183–205.

Drakopoulos,D., Sulyok,M., Krska,R., Logrieco,A.F., Vogelgsang,S. (2021): Raised concerns about the safety of barley grains and straw: A Swiss survey reveals a high diversity of mycotoxins and other fungal metabolites. Food Control 125, 107919

EFSA (2014): Scientific Opinion on the risks to human and animal health related to the presence of beauvericin and enniatins in food and feed; EFSA Journal 2014;12(8):3802

Edwards S.G., Stewart A.H. (2010): Fusarium mycotoxins in UK straw from the 2008 harvest – implications for pigs on straw bedding. Adv Anim Biosci. 1:201.

Gruber-Dorninger,C., Novak,B., Nagl,V. and Berthiller,F. (2017): Emerging Mycotoxins: Beyond Traditionally Determined Food Contaminants, Journal of agricultural and food Chemistry, 65, 7052-7070

Mol, J.G.J., T.C. de Rijk, H. van Egmond and J. de Jong (2014): Mycotoxins and pesticides in straw and hay used in animal feed. RIKILT Wageningen UR, RIKILT report 2014.006 30pp

Malachová A, Sulyok M, Beltrán E, Berthiller F and Krska R (2014) Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography-tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. Journal Chromatogr A 1362: 145-156

Morgavi, D.P. and Riley, R.T., (2007). An historical overview of field disease outbreaks known or suspected to be caused by consumption of feeds contaminated with Fusarium toxins. Anim. Feed Sci. Technol. 137, 201–212.

Nordkvist, E. and Häggblom, P. (2014) Fusarium mycotoxin contaminations of cereals and bedding straw at Swedish pig farms. Anim. Feed Sci. Technol 198, 231-237

Novak B, Lopes Hasuda A, Ghanbari M, Mayumi Maruo V, Bracarense APFRL, Neves M, Emsenhuber C, Wein S, Oswald IP, Pinton P, Schatzmayr D. (2021) Effects of Fusarium metabolites beauvericin and enniatins alone or in mixture with deoxynivalenol on weaning piglets. Food Chem Toxicol. 2021 Dec;158

Rohweder D, Kersten S, Valenta H, Sondermann S, Schollenberger M, Drochner W, Dänicke, S (2013): Bioavailability of the Fusarium toxin deoxynivalenol (DON) from wheat straw and chaff in pigs. Arch Anim Nutr. 67:37–47.

Schoevers, E.J.; Santos, R.R.; Roelen, B.A.J. Susceptibility of Oocytes from Gilts and Sows to Beauvericin and Deoxynivalenol and Its Relationship with Oxidative Stress. Toxins 2021, 13, 260

Springler, A.; Vrubel, G.-J.; Mayer, E.; Schatzmayr, G.; Novak, B. Effect of Fusarium-Derived Metabolites on the Barrier Integrity of Differentiated Intestinal Porcine Epithelial Cells (IPEC-J2). Toxins 2016, 8, 345

Sulyok, M., Stadler, D., Steiner, D. et al. (2020): Validation of an LC-MS/MS-based dilute-and-shoot approach for the quantification of > 500 mycotoxins and other secondary metabolites in food crops: challenges and solutions. Anal Bioanal Chem 412, 2607–2620 (

Ulrich,S., Gottschalk,C., Biermaier,B., Bahlinger,E., Twarużek,M. Asmussen,S., Schollenberger,M., Valenta,H. Ebel,F. & Dänicke,S. (2021) Occurrence of type A, B and D trichothecenes, zearalenone and stachybotrylactam in straw, Archives of Animal Nutrition, 75:2, 105-120

Vaclavikova, M.; Malachova, A.; Veprikova, Z.; Dzuman, Z.; Zachariasova, M.; Hajslova, J. 'Emerging' mycotoxins in cereals processing chains: changes of enniatins during beer and bread making Food Chem. 2013, 136, 750– 757

Autorenanschrift

DSM Nutritional Products GmbH
Jochen Wirges
Im Breuel 10
D-49565 Bramsche
jochen.wirges@dsm.com

Mycofix®

MYCOTOXIN RISK MANAGEMENT

Mykotoxine deaktivieren
Leistung aktivieren

Wissenschaftlich gestützter, aktiver Schutz gegen mehrere Mykotoxine*

Mit 3 kombinierten Strategien

- ADSORPTION
- BIOTRANSFORMATION
- BIOPROTECTION

*Ermächtigt durch die EU-Verordnungen Nr. 1060/2013, 1016/2013, 1115/2014, 2017/913, 2017/930, 2018/1568 und 2021/363 zur Verringerung der Kontamination mit Fumonisinen, Aflatoxinen und Trichothecenen.

Wenn nicht wir, wer dann?
Wenn nicht jetzt, wann dann?
WIR MACHEN ES MÖGLICH

ANIMAL NUTRITION AND HEALTH

ESSENTIAL PRODUCTS

PERFORMANCE SOLUTIONS + BIOMIN®

PRECISION SERVICES

www.dsm.com/anh

Follow us on:

DSM
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

Risikobewertung einer Kontamination von Milchaustauschern mit MOSH und MOAH

Jan Kurek[1], Charlotte Planz[1], Anton M. Vorndran[1], Julia Steinhoff-Wagner[1,2]

[1] Technische Universität München (TUM),
Professur für Tierernährung und Metabolismus, Freising-Weihenstephan

[2] HEF World Agricultural Systems Center

Immer öfter werden vermehrt Mineralölrückstände in Kosmetika und Lebensmitteln, insbesondere in Milchpulverprodukten für Babys und Kleinkinder gefunden (Sui et al. 2020; Wan et al. 2021; Arcella et al. 2019). Mineralöle sind Kohlenwasserstoffe, welche in Mineral Oil Saturated Hydrocarbons (MOSH) und Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons (MOAH) unterteilt werden können. Durch die Akkumulation im Körper und der bei MOAH auftretenden Metabolisierung zu krebserregenden Stoffen, hat die Langzeitaufnahme von Mineralölen gesundheitsschädliche Auswirkungen auf den Menschen. Zurzeit liegen jedoch noch keine toxikologischen Daten zur Bewertung der tolerierbaren Aufnahmemenge vor. Es ist wahrscheinlich, dass Mineralölrückstände analog zum Menschen auch in Nutztieren akkumulieren und über die Nahrungskette auch auf diesem Weg zum Menschen gelangen können. Infolgedessen ist die Minimierung jeglicher Mineralölrückstände geboten. Die Eintragswege von Mineralölen in Lebensmittel sind vielfältig und erstrecken sich meist über alle Stufen der Produktionskette (Pirow et al. 2019). Inwieweit auch Milchaustauscher (MAT), die im Nutztierbereich eingesetzt werden eine Kontaminationsquelle darstellen, ist bislang unklar.
Das Ziel ist es, mögliche Kontaminationsrisiken von Milchaustauschern mit Mineralölen zu beurteilen, sowie Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Material und Methoden

Zunächst wurden mittels umfangreicher Literatur- und Medienanalyse mögliche Kontaminationswege entlang des Produktionsprozesses identifiziert. Um die Ist-Situation einzuschätzen, wurde am 16.11.2022 eine persönliche Befragung von MAT-Herstellern auf der Euro-Tier in Hannover durchgeführt. Zweck dieser Umfrage war es, detaillierte Daten für die Risikoanalyse aus der Herstellungspraxis zu sammeln. Der erstellte Fragebogen umfasste 31 Fragen, die gezielt in sechs Bereiche unterteilt waren: Lieferkette, Herstellungsprozess, Verpackungsmaterial, Lagerung, Unternehmen-Landwirte-Interaktion und Angaben zur befragten Person. 27 von 31 Fragen waren in geschlossener Form gestellt und gaben somit die Antwortmöglichkeiten vor. Daten von zehn Unternehmen wurden direkt auf der Euro-Tier Messe bei einer persönlichen Befragung (Face-to-Face) aufgenommen. Zusätzliche Unternehmen, welche relevant erschienen und nicht auf der Euro-Tier vertreten waren (fünf Unternehmen) sind telefonisch zur Partizipation angeregt worden. Davon konnte ein Unternehmen zusätzlich zur Teilnahme bewegt werden. Diese Befragung fand ebenfalls persönlich (Face-to-Face) via Zoom statt. Die Vorteile der persönlichen Befragung (Face-to-Face) sind die hohe Repräsentativität, Flexibilität und Kontrollierbarkeit der Erhebungssituation.

Die Auswertung des Fragebogens fand rein deskriptiv statt. Es sind Maximum, Minimum und Median für einzelne Parameter ermittelt worden. Über Ranganalysen konnten die Befragungsergebnisse priorisiert

werden und ihre Bedeutung für die Risikobewertung abgeleitet werden. Neben den Befragungsergebnissen flossen in die Risikoanalyse Ergebnisse aus der anfänglichen Literaturrecherche, der Umfrage und ersten Analysen (Yang, C et al. 2023) ein. Aufgrund der Bewertung von der (I) Auftretenswahrscheinlichkeit (1: sehr selten bis 5: sehr häufig), (II) Bedeutung (1: keine bis 5: hohe) und (III) Entdeckungswahrscheinlichkeit (1: sehr hoch bis 5: sehr geringe) konnte die Risikoprioritätszahl (RPZ) ermittelt werden. Die RPZ dient als Indikator für die Priorisierung von risikoorientierten Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationen von MAT mit MOSH und MOAH und Ableitung von Verbesserungsvorschlägen. Demnach können Schwachstellenanalysen seitens Forschenden, Unternehmen oder Landwirt*innen durchgeführt werden, um Kontaminationen mit MOSH und MOAH zu vermeiden.

Ergebnisse und Diskussion der Befragung

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Ergebnisse aus der Literaturanalyse und der Umfrage in der Reihenfolge des verwendten Befragungsprotokolls wiedergegeben. Die Anzahl der Lieferanten für Rohstoffe war im Maximum 400, im Minimum 1 und im Median 30. Dies zeigt, dass die Lieferketten je nach Unternehmen sehr unterschiedlich aufgebaut sind. Die hohe Anzahl an Lieferanten induziert den Verdacht, dass das das Monitoring von Qualitätsanforderungen bei den Zulieferern sehr komplex ist, sowie eine Koordination von Absprachen kompliziert sein könnten bei gleichzeitig begrenzten Mitteln für die Analyse. Dadurch ist es umso wichtiger, über eine nachvollziehbare Risikobewertung gezielt risikoorientiert vorgehen zu können. Vitamine, Mineralstoffe, pflanzliches Eiweiß sowie Kokos- und Palmöl waren die am meisten eingekauften Rohstoffe für MAT. Ein starker Fokus auf eine mögliche Kontamination wurde aufgrund der fettliebenden Eigenschaften der Mineralöle bei Kokos- und Palmöl gelegt. Diese Annahme wird bestätigt durch vermehrte Meldungen in der Vergangenheit von Lebensmittelnkontaminationen mit MOSH- und MOAH (Hinsch et al. 2021). Die Hersteller gaben an, dass ein Großteil der Rohstoffe nicht aus der Europäischen Union (EU) stammt. Die Verpackung spielte eine entscheidende Rolle für MOSH- und MOAH-Verunreinigungen (BfR, 2009; BMEL, 2012; Rossier et al. 2014). Die meisten Rohstoffe werden in Papiersäcken ohne Plastikbarriere geliefert. Aufgrund der fehlenden Barriere ist die Akkumulation von MOSH und MOAH ungehindert möglich. Dies stellt ein potenzielles Risiko für Kontaminationen dar, vor allem weil bekannt ist, dass Papierverpackungen durch Recycling und den darin enthaltenen Farbrückständen eine Vorbelastung haben können. 60% der Rohstoffe waren laut der Befragten stetig luftdicht verpackt und 70% der Unternehmen hatten keine Kenntnisse darüber, ob es sich um eine recycelte Verpackung handelt. Alle Unternehmen haben ein Good Manufacturing Practice (GMP+) Zertifikat als Qualitätsstandard bei ihren Lieferketten angegeben. Alle Unternehmen gaben an, regelmäßig Rückstellproben zu nehmen und bei 91% erfolgt eine regelmäßige Analyse der Ausgangsrohstoffe. Abbildung 1 stellt dar, auf welche möglichen Rückstände die befragten MAT-Unternehmen ihr hergestelltes Produkt analysieren lassen. In der Kategorie „Sonstiges“ sind zum Beispiel Schwermetalle angegeben worden.

Abbildung 1 verdeutlicht, dass Mineralöle von etwas mehr als einem Drittel der Hersteller analysiert werden. Die Lagerung der Rückstellproben erfolgt größtenteils in geschlossen Plastikbehältern (91%) sowie Plastiktüten (45%) und weniger in ausgebrannten Glasbehältern (9 %). Mögliche Kontaminationen der Rückstellproben mit POSH (polyolefinic oligomeric saturated hydrocarbons) sind somit wahrscheinlich, würden jedoch zu einer Überschätzung der Analyseergebnisse führen und werden in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet. POSH sind gesätigte Kohlenwasserstoffe, welche als Oligomere ins Endprodukt übergehen können. Sie können analytisch nur sehr schwer von MOSH getrennt werden und treten vor allem aus Plastikerzeugnissen ins Endprodukt über. Das am häufigsten verwendete Material für die MAT-Verpackung ist der Papiersack (91%), dieser beinhaltet bei allen Unternehmen eine Barriere aus Plastik. Plastiksäcke und Big Packs verwenden 36% der Unternehmen. Über die Hälfte der

Unternehmen gibt an, dass sie beim Verpackungsmaterial nicht garantieren können, dass es mineralölfrei ist. Das Verpackungsmaterial wird ausschließlich innerhalb der EU gefertigt. Die Verschließbarkeit des Verpackungsmaterials spielt eine wichtige Rolle bei der Unterbrechung von Einträgen und Verunreinigungen in das Produkt MAT bei der Verwendung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb. Lediglich vier von elf Unternehmen verfügen über eine wiederverschließbare Umhüllung für ihre Produkte, diese ist derzeit nur beim Big Pack möglich. Wiederverschließbare Papiersäcke werden auf dem Markt bislang nicht angeboten. Nur ein Unternehmen hatte Kenntnis drüber, dass mineralölfreie Farben zur Bedruckung der Verpackung verwendet werden. Die durchschnittliche Lagertemperatur der MAT beim Hersteller lag laut dessen Angaben bei 15 Grad Celsius (°C). Die Spannweite umfasst den Bereich von 10-30°C. Während der Lagerung wird bei acht von elf Unternehmen ein Schädlingsschutz angewendet. Alle Unternehmen empfehlen den Landwirt*innen die Milchaustauscher kühl und trocken zu lagern, dieses ist als Hinweis auf die Verpackung aufgedruckt. Dabei fiel auf, dass die Unternehmen oftmals ihre eigenen Lagerhinweise vor dem Verkauf selbst nicht strikt einhalten bzw. einhalten können, da keine Kühlhalle existiert und die Temperatur im Lager den Außentemperaturen folgt. Bei der Interaktion zwischen Unternehmen und Landwirt*innen wurde berichtet, dass bis zum Zeitpunkt dieser Umfrage keine Käufer*innen sich im Hinblick auf MOSH und MOAH-Kontaminationen erkundigt hatten. Das Umfüllen der MAT in nicht geeignete Gefäße (z.B. leere Farbeimer) auf dem landwirtschaftlichen Betrieb sahen fünf von elf Befragten als nicht kritisch an, zwei von elf hielten es jedoch für ein Kontaminationsrisiko. Als Gründe für die geringere Einschätzung des Risikos nannten die Befragten die hohen Qualitätsstandards und die hohe Produktqualität. Aus den Personenangaben wurde ersichtlich, dass alle Befragten einen Hochschulabschluss hatten. Die Mehrzahl der Befragten war männlich und übte Tätigkeiten im Vertrieb oder in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung aus. Die Ergebnisse der Umfrage flossen in die Risikobewertung.

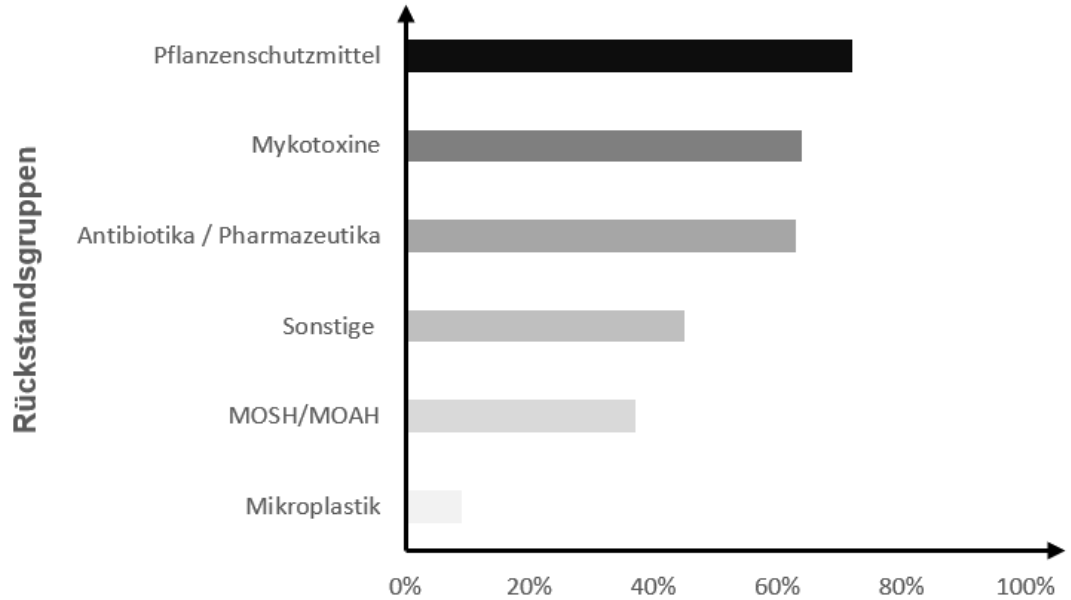


Abbildung 1: Angaben der befragten MAT-Hersteller zu durchgeführten Rückstandsanalysen

Ergebnisse und Diskussion der Risikobewertung

In Abb. 2 sind die Zuordnungen der einzelnen Parameer aus der Umfrage verdeutlicht dargestellt. Beispielsweise ist die Temperatur bei der Lagerung der MAT, immer mit der maximalen Risikostufe (5 x 5 x 5 = 125) für die Bedeutung des Ereignisses, der Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeit eingestuft worden.

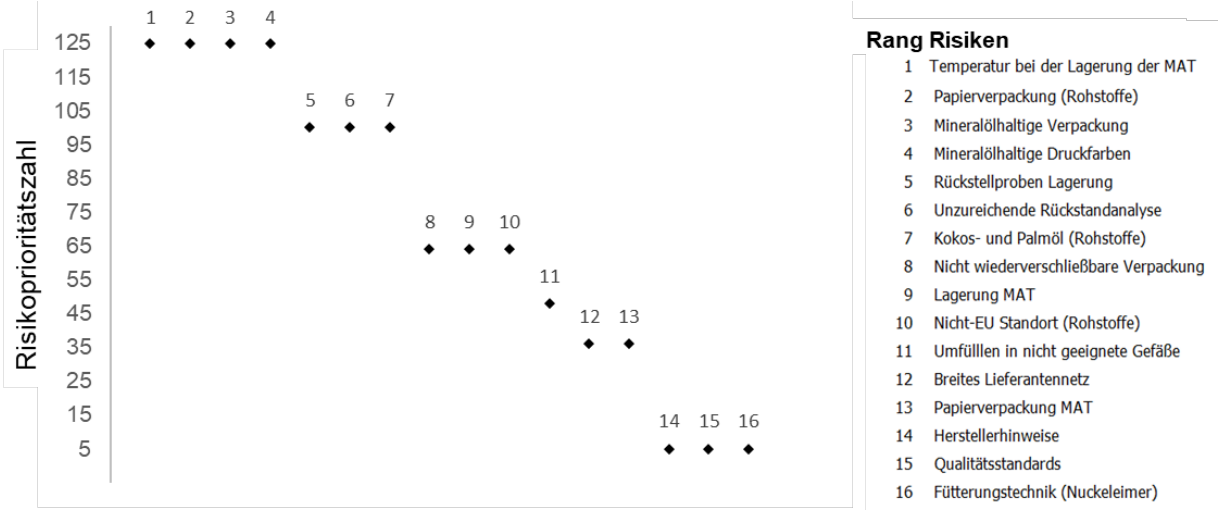


Abbildung 2: Darstellung der Risikoprioritätszahl (Y-Achse) und des Ranges für die in der Studie ermittelten Risiken

Die Risiken mit dem Rang 1-4 erreichen das Maximum der RPZ bei 125. Somit stellen diese Parameter das höchste Risiko für Kontaminationen von MAT mit MOSH und MOAH dar. Besonders hoch ist die Wahscheinlichkeit, dass Übergänge der Mineralöle aus Verpackungsmaterial und durch offene Verpackungen auftreten können, insbesondere bei Abwesenheit einer Barriere oder Verwendung mineralölhaltiger Druckfarben (BMEL, 2012). Zudem birgt eine erhöhte Temperatur während der Lagerung das Risiko der Ausdünstung und des Übergangs von Mineralölkontaminationen in den MAT. Die Migration von MOSH und MOAH wird laut Lorenzini et al. 2013 durch eine höhere Temperatur nachweislich begünstigt. Die Spannweite der Umfrage hat gezeigt, dass trotz der Lagerungsempfehlungen Milchaustauscher bei den Unternehmen selbst nicht immer unter den empfohlenen kontrollierten Bedingungen gelagert werden. Des Weiteren verkörpert die bislang noch kaum etablierte Rückstandsanalyse ein erhöhtes Risiko. Mit Analysen des Endproduktes können mögliche Konatminationen von Rohstoffen gut im Blick behalten werden, jedoch gibt es hinsichtlich der Analytik einiges zu beachten. Ebenso stellen die Rohstoffe Palm- und Kokosfett (Rang 7) ein potenzielles Risiko für Kontaminationen dar, weil diese vor allem in Nicht-EU-Ländern mit anderen rechtlichen Rahmenbedingungen erzeugt werden und es zu Mängeln in der Prozessqualität kommen kann, analog zu den Meldungen über MOSH- und MOAH-Kontaminationen bei Lebensmitteln mit den genannten Inhaltsstoffen (Hinsch et al., 2021).

Bei der Rückstellprobenlagerung ist die Wahl des Gefäßes von Bedeutung (Rang 5). In der Untersuchung von Yang et al. 2023 sind unterschiedliche Gefäße über variierende Zeitspannen in Hinblick auf MOSH & MOAH übertragungsraten bei MAT für Kälber und Ferkel betrachtet worden. Es konnte festgestellt werden, dass Probegefäße diverse Mengen an Mineralölen ans Endprodukt übertragen. Je länger die Lagerungszeit war, desto höher sind die unerwünschten Gehalte an MOSH & MOAH im Endprodukt ausgefallen. Das Umfüllen in andere Behälter (Rang 11) ist vor allem dann relevant, wenn Behälter

genutzt werden, die nicht für Lebensmittel gedacht sind. Jegliches ungeeignetes Gefäß (meistens aus Plastik) kann den MAT kontaminieren. Rückstellproben sollten in ausgebrannte Gläser gefüllt werden, mit einem geeigneten Deckel verschlossen und mit Aluminiumfolie umwickelt werden, bevor sie in einen Karton gestellt werden. Durch eine wiederverschließbare Verpackung können Einträge über die Umgebungsluft (beispielsweise auch durch einen Karton aus recycelter Pappe) auf das Endprodukt gemindert werden. Die Verwendung von Papierverpackungen für MAT wird unkritisch beurteilt, da in der Regel eine wirksame Platikschutzbarriere vor Mineralöleinträgen schützt (Rossier et al. 2014).

Die Fütterungstechnik auf dem landwirtschaftlichen Betrieb wurde als Zusatzparameter aufgenommen, da sie eine entscheidende Relevanz im Hinblick auf mögliche Kontaminationen einnehmen kann. Dabei stellt sowohl der Tränkeeimer als auch ein Fütterungsautomat aufgrund des auf die Hygiene optimierten Designs ein eher geringes Risiko für Kontaminationen dar. Durch Recherchen zu einzelnen Eimern wurde außerdem festgestellt, dass Nuckeleimer lebensmittelecht sind und der Sauger aus Naturkautschuk ohne Erdölzusätze gefertigt wird. Aufgrund dessen wird von einem sehr geringen Risiko einer MOSH- und/oder MOAH-Übertragung auf die Milchaustauscher bei der Fütterung ausgegangen.

Insgesamt hat sich gezeigt, auch wenn MOSH und MOAH Kontaminationen noch nicht sehr präsent in den Unternehmen direkt adressiert werden, dass generell die Qualitätsansprüche und Standards sehr hoch sind und alle Unternehmen ausgesprochen Kompetent aufgestellt sind.

Fazit

Mineralölkontaminationen von MAT sind in der Futtermittelindustrie bislang noch wenig in den Fokus gerückt. Dementsprechend wurden einige Risikominimierungsmaßnahmen mit dieser Arbeit aufgedeckt, die Ansatzpunkte für eine Minderung des Risikos und Verbesserung des Qualitätsmanagements entlang der Wertschöpfungskette von den Rohstoffen bis zur Verfütterung dienen.

Literaturverzeichnis

Arcella, D; Baert, K; Binaglia, M. (2019): Rapid risk assessment on the possible risk for public health due to the contamination of infant formula and follow-on formula by mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH). In: EFS3 16 (11). DOI: 10.2903/sp.efsa.2019.EN-1741.

BfR (2009): Übergänge von Mineralöl aus Verpackungsmaterialien auf Lebensmittel - Stellungnahme Nr. 008/2010 des BfR vom 09. Dezember 2009. https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/uebergaenge_von_mineraloel_aus_verpackungsmaterialien_auf_lebensmittel.pdf

Lorenzini, R.; Biedermann, M.; Grob, K.; Garbini, D.; Barbanera, M.; Braschi, I. (2013): Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases. In: Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment 30 (4), S. 760–770. DOI: 10.1080/19440049.2013.766765.

Pirow, R; Blume, A; Hellwig, N; Herzler, M; Huhse, B; Hutzler, C. (2019): Mineral oil in food, cosmetic products, and in products regulated by other legislations. In: Critical reviews in toxicology 49 (9), S. 742–789. DOI: 10.1080/10408444.2019.1694862.

Haixia, S; Hongbo, G; Yanfen, C; Runhui, K; Huaining, Z; Qiding, Z. (2020): Survey of mineral oil hydrocarbons in infant formula from the Chinese market. In: Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment 37 (6), S. 1040–1048. DOI: 10.1080/19440049.2020.1748234.

Jiaojiao, W; Shuchang, W; Lingling, L; Bingning, L; Jie, Q; Yanwen, W. (2021): Contribution of packaging materials to MOSH and POSH contamination of milk powder products during storage. In: Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment 38 (6), S. 1034–1043. DOI: 10.1080/19440049.2021.1892205.

Yang, C.; Kruschinski, S.; Teltewskoi, M; Luch, A.; Steinhoff-Wagner, J; Roloff A. (2023).: Determination of mineral oil hydrocarbons in animal milk powered by LC-GC-FID and GCxGC-ToF-MS. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 32, DLG- Verlag GmbH, 117

Autorenanschrift

TUM School of Life Sciences, Animal Nutrition and Metabolism
Jan Kurek
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising-Weihenstephan
Email: jan.kurek@tum.de, Tel. 0174 590 8260

Autorenverzeichnis

Ahrens 55
Amatucci 61
Bannert 170
Bartelt 73
Bensmann 147
Bleeser 19
Blindeneder 147
Bonetti 73
Bosi 61
Bosselo 28
Burkhardt 42
Cisse 140
Clausecker 170
Correa 61
Coutellier 42
Dänicke 170
Decoux 24
Deppe 113
Dersjant-Li 79
Durosoy 61
Eckel 125
Edelmann 159
El Amine Benarbia 140
Ettle 159
Fenske 65
Gauthier 103
Gilani 79
Goris 24
Grilli 73
Hammon 1
Hankel 9
Harms 176
Hayer 19, 42, 48
Heck 28
Heinemann 19, 42
Hense 79
Hiller 28
Hirtenlehner 131
Holl 125
Hovenjürgen 13, 164
Hutter 136
Inhuber 147
Janzen 153
kl. Holthaus 153
Koch 48
Kowalczuk-Vasilev 103
Kratz 131
Kroon 186
Kulke 28
Kunz 107
Kurek 197
Laurain 140
Liegsalz 95
Liermann 1
Loibl 147
Lorenz 6
Louton 28
Lückstädt 136
Luise 61
Mayer 107
Meyer 170
Misthilger 176
Mochkina 37
Möddel 125
Moritz 107
Müller 192
Negrini 61
Oberdorf 140
Obermaier 159
Ostermann 107
Padberg 170
Peschel 170
Petrovic 136
Piva 73
Planz 197
Potthast 131
Preißinger 55
Puntigam 119
Rahn 192
Rauch 28
Riedl 89
Rothstein 65
Scheidemann 103
Scherb 55
Schilde 186
Schlagheck 113
Schmid 19
Schneider 176
Schuberth 107
Schuster 32
Schwarz 28
Seidel 107

Slama 119
Spiekers 176
Spindler 28
Staggenborg 113
Steinhoff-Wagner ... 19, 37, 42, 83, 89, 95, 197
Stenkamp 164
Sulyok 192
Teletzki 19
Thys 140
Trevisi 61
Tugnoli 73
Unruh 170
Vagt 65
van den Tillaart 24
van Straalen 186
Velayudhan 79
Vey 107
Virdis 61
von Soosten 170
Vorndran 37, 83, 89, 197
Waßmuth 107
Werner 28
Westendarp 65
Wetscherek 119
Wiemann 192
Wirges 192
Zentek 153
Zißler 103

Werbepartner

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:

Alzchem Trostberg GmbH

Dr. Albert-Frank-Straße 32
83308 Trostberg

BEWITAL agri GmbH & Co. KG

Industriestraße 10
46354 Südlohn-Oeding

Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsges. mbH

Küstermeyerstraße 16
49393 Lohne

BTC Europe GmbH

Industriestraße 20
D-91593 Burgbernheim

Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG

Im Stiefelfeld 10
56651 Niederzissen

DSM Nutritional Products GmbH

Emil-Barell-Strasse 3

79639 Grenzach-Wyhlen

Lallemand Animal Nutrition

Färberstraße 22-24
95126 Schwarzenbach a. d. Saale

LKV Bayern e.V.

Landsberger Straße 282
80687 München

MIAVIT GmbH

Robert-Bosch-Str. 3
49632 Essen (Oldb.)

Orffa Deutschland GmbH

Minervum 7032
4817 ZL Breda; NL

Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH

Wallufer Str. 10a
65343 Eltville

Phileo by Lesaffre

Nibelungenstr. 19
77694 Kehl

Pulte GmbH & Co. KG

Hirtenweg 2
82031 Grünwald

Vetagro S.p.A

Via Porro 2
42124 Reggio Emilia
Italy