



Abschlussbericht für den Antrag:

25 APRIL 2025

GRØNNEGÅRDSVEJ 8
FREDERIKSBERG C

DIR 45 71459015

**Einfluss des Magnesiumgehalts im Blut auf die Verhaltensstörung
Schwanzbeißen beim Schwein**

Antragsteller:

Irena Czycholl

Associate Professor for Animal Welfare and Behaviour

Fachtierarzt für Verhaltenskunde

University of Copenhagen, Department of Veterinary and Animal Sciences

Grønnegårdsvej 8, 1870 Frederiksberg, Denmark

ic@sund.ku.dk, +4571459015

Kurzfassung:

Schwanzbeißen beim Schwein ist nach wie vor eine häufige Verhaltensstörung, welche trotz intensiver Forschung immer noch unzureichend verstanden ist. In einem direkten Vorläuferprojekt zu diesem Projekt (ebenfalls maßgeblich finanziert durch den QS-Wissenschaftsfond), in welchem der Einfluss des Gesundheitsstatus auf die Verhaltensstörung Schwanzbeißen beim Schwein untersucht wurde, wurde u.a. bei 97% der untersuchten Schweine ein Magnesiummangel im Blut festgestellt. Daher sollte in diesem Projekt der Zusammenhang zwischen dem Magnesiumgehalt im Blut und Schwanzbeißen beim Schwein detaillierter untersucht werden. Konkret wurde in einem Praxisversuch untersucht, ob die Supplementation mit Magnesiumoxid in verschiedenen Dosierungen über die Aufzuchtperiode 1) das Magnesiumlevel im Blut anhebt, 2) einen stressreduzierenden Effekt hat, 3) das Auftreten von Schwanz- und Ohrenbeißen sowie sozialer Aggression reduziert und 4) einen Einfluss auf die Produktivität hat. Hierzu wurden auf einem Praxisbetrieb in Seeland, Dänemark, fünf Fütterungsgruppen (0, 2, 4, 6, 8mg/kg Futter Magnesiumoxidsupplementation) in einem Abteil kreiert. Insgesamt gingen 466 Aufzuchtferkel in den Versuch ein mit 84-97 Tieren/Fütterungsgruppe in jeweils zwei verschiedenen Buchten. Zum Zeitpunkt des Einstellens, nach drei Wochen und nach sechs Wochen in der Aufzucht wurden von jedem Schwein Blutproben genommen, welche hinsichtlich des Cortisol- und Magnesiumgehalts untersucht wurden. Weiterhin wurden die Tiere alle zwei Tage hinsichtlich Schwanz-, Ohr- und Hautläsionen vom selben Beurteiler gescored. Aufgrund der geringen Beobachtungszahl an Hautläsionen wurden jedoch nur Schwanz- und Ohrläsionen weiter in der Auswertung berücksichtigt. Die statistische Analyse erfolgte mittels Varianzanalyse, um die Frage zu beantworten, ob die Fütterungsgruppe und/oder der Zeitpunkt bzw. die entsprechende Interaktion (Fütterungsgruppe*Zeitpunkt) einen Einfluss auf den Magnesium- und Cortisolgehalt im Blut hatte. Um die Wahrscheinlichkeit für eine Schwanz- bzw. Ohrenverletzung zu schätzen, wurden jeweils logistische Regressionen mit den fixen Effekten Fütterungsgruppe, Zeitpunkt und Fütterungsgruppe*Zeitpunkt berechnet. Es zeigte sich, dass sich die Fütterungsgruppen zum Zeitpunkt der Einnistung teils signifikant im Magnesiumgehalt im Blut unterschieden, was verwunderlich ist, da die Tiere aus derselben Abferkelung stammten und die Gruppen zufällig zusammengestellt wurden. Allerdings zeigt dies, dass man gegebenenfalls schon die Fütterung in der Abferkelung (die Zusammensetzung der Sauenmilch) hinsichtlich einer bedarfsdeckenden Versorgung mit Magnesium untersuchen muss. Nach drei Wochen in der Abferkelung zeigten alle Schweine einen signifikanten Abfall im Magnesiumgehalt im Blut. Dies ist von besonderer Bedeutung, da dies der Zeitpunkt ist, welcher bei Schweinen mit unkupierten Schwänzen klassischerweise mit Schwanzbeißausbrüchen in Verbindung gebracht wird. Zum Zeitpunkt 3 zeigten insbesondere die höher dosierten Fütterungsgruppen wieder einen Anstieg im Magnesiumgehalt. Dies spricht für die Hypothese, dass es sich bei dem Geschehen um einen sekundären Magnesiummangel handelt, also dass die Tiere in der Anfangsphase nicht in der Lage sind, dass supplementierte Magnesium ausreichend zu verstoffwechseln. Hinsichtlich des Cortisolgehalts zeigte sich, dass dieser insbesondere durch die Neuzusammenstellung bzw. das Absetzen zum Zeitpunkt 1 beeinflusst wurde, wo in allen Fütterungsgruppen ein signifikant höherer Wert vorlag, welcher dann zu Zeitpunkt 2 und 3 abgesunken ist und auch zwischen den einzelnen Fütterungsgruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte. Hinsichtlich der Schwanzläsionen zeigte sich, dass der Zeitpunkt einen signifikanten Effekt hatte: zum Zeitpunkt 2 hatten die Tiere eine 3,7fach höhere Chance, eine Schwanzverletzung aufzuweisen, was mit oben

genanntem klassischen Zeitraum, aber auch mit dem niedrigen Magnesiumwert zusammenpasst. Ohrenverletzungen nahmen in allen Gruppen über den Aufzuchtverlauf zu, wobei die Fütterungsgruppe 2mg/kg über den kompletten Verlauf mehr Ohrenverletzungen aufwies als die anderen Gruppen. Dies bestätigt einmal mehr, dass Schwanz- und Ohrenverletzungen unterschiedliche Geschehnisse sind mit unterschiedlichen Ursachen. Es gab zwischen den Gruppen keinen Unterschied im Hinblick auf die Produktivität oder sonstige negative Konsequenzen durch die Magnesiumsupplementation (beispielsweise Durchfallgeschehen). Zusammenfassend ist das wichtigste Ergebnis, dass in allen Fütterungsgruppen nach drei Wochen der Magnesiumgehalt signifikant abfällt, wofür es keine primäre Fütterungsursache gibt. Diese Arbeit liefert wichtige neue Erkenntnisse und Anschlusspunkte für Folgestudien im Hinblick auf den Magnesiumstoffwechsel bei Schweinen und einen möglichen Zusammenhang in der Pathogenese Schwanzbeißen beim Schwein. Eine einfache Magnesiumsupplementation wird bei Schweinen in der Aufzuchtphase bei Aufzucht mit unkupierten Schwänzen einen Schwanzbeißausbruch voraussichtlich nicht verhindern und kann daher in dieser Phase nicht für Landwirte empfohlen werden.

Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Schwanzbeißen beim Schwein stellt viele Betriebe vor große Herausforderungen, insbesondere im Hinblick auf Kupierverzicht. Problematisch ist insbesondere, dass trotz intensiver Forschung in den letzten Jahrzehnten die Pathogenese dieser Verhaltensstörung nach wie vor unzureichend verstanden ist. In einem direkten Vorläuferprojekt zu diesem Projekt „Einfluss des Gesundheitsstatus auf die Verhaltensstörung Schwanzbeißen beim Schwein“, welches ebenfalls dankenswerterweise durch den QS Wissenschaftsfond gefördert wurde, zeigte sich unter anderem, dass 97% der dort untersuchten Schweine im Blut einen Magnesiumwert unterhalb des Referenzbereichs hatten (Czycholl, 2022). Zusammen mit dem Wissen, dass Magnesiumsupplementation oft anhand anekdotischer Berichte (z.B. Bushby, 2019) empfohlen wird, um Stress zu minimieren, ergab sich die Frage nach der klinischen Relevanz dieses Ergebnisses. Weiterhin mangelte es zum Zeitpunkt der Antragstellung an wissenschaftlich fundierten Empfehlungen zu Dosierung, Art und Dauer einer Magnesiumsupplementation in Bezug auf Vorbeugung und Intervention von Schwanzbeißausbrüchen. Bekannt ist, dass Magnesium ein vitaler Mineralstoff mit Bedeutung im gesamten Stoffwechsel bei allen Säugetieren ist. Magnesium ist bei >300 enzymatischen Reaktionen im Körper beteiligt und spielt sowohl im Muskelstoffwechsel (Adenosintriphosphat (ATP) Produktion) wie auch im komplexen Zusammenspiel des Immunsystems eine wichtige Rolle (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2013). Bei Schweinen sind positive Effekte durch eine Magnesiumsupplementation auf die Fleischqualität bei Mastschweinen sowie auf die Reproduktionsleistung bei Sauen nachgewiesen (Pinotti et al., 2021). Allerdings wurden die meisten Studien bei Mastschweinen und darüber hinaus an halothanpositiven Genotypen in den 80er und 90er Jahren durchgeführt (Bushby et al., 2021). Bushby et al. (2021) identifizieren in ihrer Literaturübersicht über den Einsatz von Magnesiumsupplementation in der Schweinefütterung einen klaren Bedarf an einheitlichen Studien bei Schweinen, insbesondere hinsichtlich Art, Dauer und Dosierung bei der Supplementation. Dazu sollte diese Studie durch einen gezielten Versuchsaufbau und die klare Fragestellung der Fokussierung auf den Bereich der Ferkelaufzucht (dem Zeitpunkt, zu welchem Schwanzbeißen bei unkupierten Schweinen häufig vorkommt (Abriel and Jais, 2013; Veit et al., 2016) beitragen. Es wurde sich auf die Supplementation mit Magnesiumoxid fokussiert, da Magnesiumoxid die höchste biologische Verfügbarkeit hat (Pinotti et al., 2021), also von einem guten Verstoffwechslungspotential ausgegangen werden kann. Es sollten insgesamt fünf Konzentrationsstufen (2, 4, 6, 8, 10 mg/kg Futter) getestet werden, welche bei Schweinen in der Literatur in Bezug auf andere Fragestellungen bereits angewandt wurden (Bushby et al., 2021).

Ablauf des Vorhabens

Tiere, Haltung und Fütterung

Der Praxisversuch lief von Mai bis September 2024 im Abferkelbereich eines im geschlossenen System wirtschaftenden Betriebs in Seeland, Dänemark, welcher weitreichende Vorerfahrungen im Bereich Kupierverzicht, Schwanzbeißen, Vorbeuge- und Interventionsmaßnahmen hatte. Die Schweine waren Gebrauchskreuzungen aus Duroc x (Landrace x Yorkshire) (DanBred Genetik). Die Schwänze der Tiere waren nicht kupiert, die Tiere hatten einen planbefestigten Liegebereich mit Minimaleinstreu aus Stroh und bekamen zweimal täglich zwei handvoll Stroh. Das Platzangebot war 30% mehr als nach dänischer Gesetzgebung vorgeschrieben. Eber wurden innerhalb der ersten drei Lebensstage standardmäßig kastriert. Beim Einstellen in den Abferkelbereich wurden die Tiere nach

betriebspezifischen Kriterien (Größe und Homogenität) gemischt, wobei versucht wurde, in die Versuchsgruppen möglichst gleichgroße Tiere einzustallen. Die fünf Fütterungsgruppen waren: Kontrollgruppe ohne jegliche Magnesiumsupplementation im Futter (0mg/kg) und vier Supplementationsgruppen mit 2, 4, 6 und 8 mg/kg Futter Magnesiumoxidzusatz (Magnesiumoxid von CALMAGS GmbH, Nutrimag MO 600). Das Futter wurde in den entsprechenden Dosierungen auf dem Betrieb gemischt. Da es sich beim Fütterungssystem um ein Breifütterungssystem handelte, wurden die Futtertröge in den Versuchsgruppen manuell so befüllt, dass ein Leerlaufen verhindert wurde. Dabei teilten sich jeweils zwei Buchten einen Futterautomaten bei einem Tier:Fressplatzverhältnis von 1:4. Während der Aufzucht wurde eine Dreiphasenfütterung bestehend aus Grundfutter und Vitamin- bzw. Mineralfutter (Vilomix) durchgeführt. Die entsprechende Grundfutterzusammensetzung ist in Tabelle 1 dargestellt, die genaue Zusammensetzung des Vitamin- und Mineralstofffutters (Vilomix) in den drei Phasen ist in der Anlage beigefügt.

Tabelle 1 Zusammensetzung des kommerziellen Grundfutters

Phase	Gewichts- klasse	Feed unit (FU)/kg	Rohprotein (%)	Rohöle/-fette (%)	Magnesium (g/kg)*
Mix 1	6-9	1,216	17,55	5,53	1,18
Mix 2	9-15	1,118	17,53	4,68	1,47
Mix 3	15-30	1,078	18,66	3,90	1,63

*Natürliches Magnesiumvorkommen im Getreide

Wasser wurde über vier Nippeltränken pro Bucht bereitgestellt. Neben den Standardprozeduren auf dem Betrieb wurden die Tiere durch einen geschulten Beobachter alle zwei Tage hinsichtlich Schwanz-, Ohr- und Hautläsionen bonitiert. Zusätzlich wurde die Schwanzhaltung notiert und auffälliges Verhalten notiert.

Blutprobenentnahme

Am zweiten Tag nach der Einstellung in den Abferkelbereich sowie nach drei und sechs Wochen wurden Blutproben nach normaler veterinärmedizinischer Praxis entnommen. Die Blutproben wurden zunächst gekühlt, danach abzentrifugiert und bei -21°C eingefroren und erst nach Abschluss des Versuchs auf dem Praxisbetrieb im klinisch veterinärmedizinischen Labor der Universität Kopenhagen nach den entsprechenden Standardverfahren des Labors hinsichtlich des Cortisols- und Magnesiumgehalts weiter untersucht.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit SAS 9.4 durchgeführt. Die genutzten Daten waren dabei die Schwanz- und Ohrverletzungen zu den jeweiligen Zeitpunkten der drei Blutprobenentnahmen sowie die Magnesium- und Cortisolwerte im Blut der Einzeltiere in den fünf Fütterungsgruppen. Aufgrund einer Fehlsortierung des Betriebsleiters war die Gruppe 8mg zum Zeitpunkt der dritten Blutprobenentnahme nicht mehr im Versuch, hier erfolgte die Auswertung entsprechend nur deskriptiv. Für die schließende Statistik wurden unterschiedliche Auswertungsmethoden für zwei formulierte Forschungsfragen genutzt. Das Signifikanzniveau wurde in allen Fällen auf $P < 0.05$ gesetzt. Um die Frage zu beantworten, ob die Fütterungsgruppe (0, 2, 4, 6mg/kg Magnesiumoxid (MgO)) und der Zeitpunkt (1, 2, 3) einen Einfluss auf den Magnesium- und Cortisolgehalt im Blut haben, wurde je eine Varianzanalyse

mit den abhängigen Variablen Cortisolgehalt und Magnesiumgehalt mit den fixen Effekten Fütterungsgruppe, Zeitpunkt und der Interaktion aus Fütterungsgruppe und Zeitpunkt berechnet. Die fixen Effekte wurden dabei schrittweise hinzugefügt und die Modellgüte jeweils mittels Akaike's Information Criteria (AIC) bewertet. In den finalen Modellen waren die Residuen annähernd normalverteilt und die geschätzten Mittelwerte aus dem Modell stimmten mit den deskriptiven Werten überein.

Um die Frage zu beantworten, ob die Fütterungsgruppe (0, 2, 4, 6mg/kg MgO) und der Zeitpunkt einen Einfluss auf Schwanz- bzw. Ohrverletzungen haben, wurde eine logistische Regression berechnet. Hierfür wurden die Schwanz- sowie Ohrverletzungen jeweils in zwei Kategorien (vorhanden/nicht vorhanden) zusammengefasst. Zeitpunkt 1 wurde nicht in die statistische Berechnung einbezogen, da hier keine Tiere Schwanz- oder Ohrverletzungen aufwiesen. Es wurde je eine logistische Regression mit den beiden abhängigen Variable Schwanz- und Ohrverletzung und den fixen Effekten Fütterungsgruppe, Zeitpunkt und Fütterungsgruppe*Zeitpunkt berechnet. Es wurde die Wahrscheinlichkeit für eine Schwanz- bzw. Ohrverletzung modelliert sowie die Odds Ratios inkl. 95%-Konfidenzintervall berechnet. Am Ende wurde geprüft, ob die geschätzten Mittelwerte aus dem Modell mit den deskriptiven Werten übereinstimmen, was der Fall war.

Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen inkl. der Arbeiten, die zu keinem Ergebnis geführt haben

Deskriptive Ergebnisse

Während der Aufzuchtperiode verstarben drei Tiere aus verschiedenen Gründen in verschiedenen Altersklassen. Dabei verstarb ein Tier aus der Kontrollgruppe, ein Tier aus der 2mg/kg Fütterungsgruppe und ein Tier aus der 8mg/kg Fütterungsgruppe. Lediglich fünf Tiere wiesen in verschiedenen Fütterungsgruppen überhaupt leichte Hautverletzungen auf, wobei vier Tiere (zwei in der Kontrollgruppe, und jeweils eins in den Fütterungsgruppen 2mg und 4mg) zum Zeitpunkt 1 betroffen waren und ein Tier zum Zeitpunkt 3 in der Fütterungsgruppe 6mg. Gleichfalls wurden abweichende (also nicht geringelte) Schwanzhaltungen nur sehr selten und nur zu Zeitpunkt 3 beobachtet. Hier zeigten insgesamt zehn Tiere eine gehobene, aber nicht geringelte Schwanzhaltung (eins in der Kontrollgruppe, vier in der 2mg Gruppe, drei in der 4mg Gruppe und zwei in der 6mg Gruppe) und sechs Tiere eine wedelnde Schwanzhaltung (je zwei in der Kontrollgruppe und den Fütterungsgruppen 2mg und 4mg). Aufgrund dieses seltenen Vorkommens wurden Hautverletzungen sowie Schwanzhaltungen, wie bereits beschrieben, nicht weiter ausgewertet. Ein wichtiges Ergebnis ist, dass sich keine negativen Effekte in Bezug auf die Produktivität zeigten, also kein Diarrhoegeschehen oder vermindertes Wachstum.

Zum Zeitpunkt 1 zeigten sich in keinen der Fütterungsgruppen Schwanzverletzungen. Zum Zeitpunkt 2 waren die meisten Schwanzverletzungen zu beobachten schwankend zwischen 9% (Fütterungsgruppe 2mg/kg) und 21% (Fütterungsgruppe 4mg/kg) betroffene Tiere. Zum Zeitpunkt 3 schwankten die Schwanzverletzungen noch zwischen 2% (Fütterungsgruppe 2mg/kg) und 5% (Kontrollgruppe und Fütterungsgruppe 4mg/kg). Eine Übersicht der deskriptiven Prozentanteile von Schwanzverletzungen in den verschiedenen Fütterungsgruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten gibt Abbildung 1.

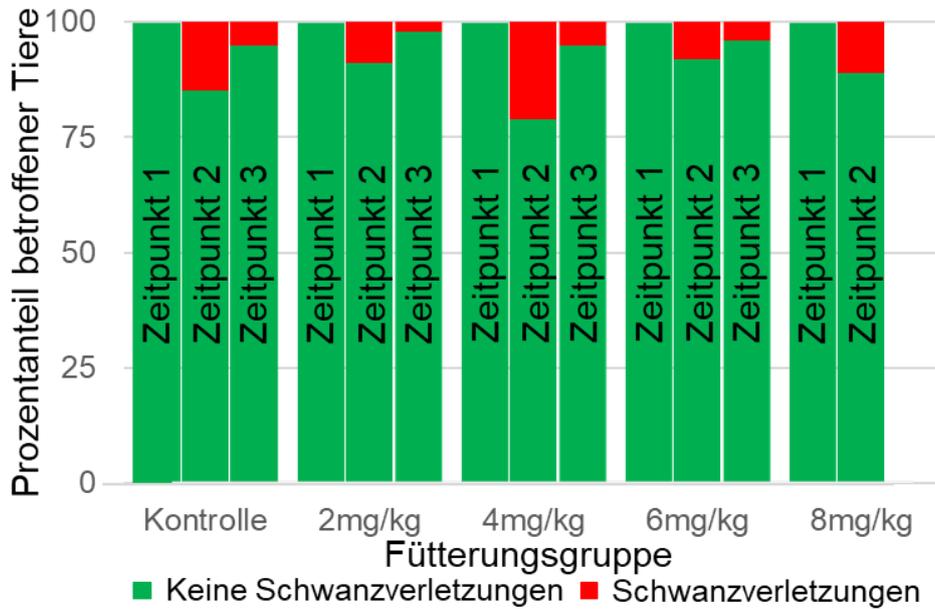


Abbildung 1: Prozentanteil betroffener Tiere ohne (grün) und mit (rot) Schwanzverletzungen in den unterschiedlichen Fütterungsgruppen zu den drei Zeitpunkten der Blutprobenentnahmen.

Vergleichbar zu den Schwanzverletzungen zeigten sich in keiner der Fütterungsgruppen zum Zeitpunkt 1 Ohrverletzungen. Zum Zeitpunkt 2 schwankte das Auftreten von Ohrverletzungen in den unterschiedlichen Fütterungsgruppen zwischen 5% (Kontrollgruppe, Fütterungsgruppe 2mg) und 24% (Fütterungsgruppe 4mg). Zum Zeitpunkt 3 waren noch mehr Tiere von Ohrverletzungen betroffen, das Auftreten schwankte zwischen 28% betroffene Tiere (Fütterungsgruppe 2mg) und 34% (Fütterungsgruppe 4mg). Eine Übersicht der deskriptiven Prozentanteile von Schwanzverletzungen in den verschiedenen Fütterungsgruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten gibt Abbildung 2.

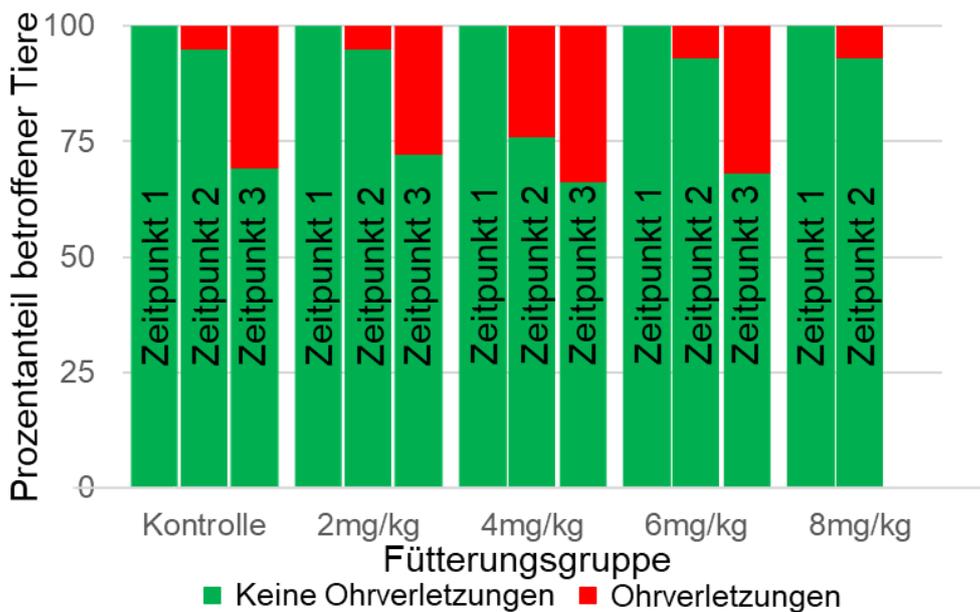


Abbildung 2: Prozentanteil betroffener Tiere ohne (grün) und mit (rot) Ohrverletzungen in den unterschiedlichen Fütterungsgruppen zu den drei Zeitpunkten der Blutprobenentnahmen.

Betrachtet man die Magnesiumkonzentration im Blut über die drei Zeitpunkte der Blutprobenentnahme im Vergleich zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen (Abbildung 3), fällt insbesondere ein Abfall der Magnesiumkonzentration in allen Fütterungsgruppen zum Zeitpunkt 2 auf. Während die Magnesiumkonzentration in der Kontrollgruppe weiter abfällt, steigt sie in den supplementierten Fütterungsgruppen wieder an, wobei keine der Gruppen den Ausgangswert erreicht. Dabei hat die Fütterungsgruppe 4mg den niedrigsten durchschnittlichen Magnesiumwert zu Zeitpunkt 2, aber den höchsten zu Zeitpunkt 3. Weiterhin ist auffällig, dass die verschiedenen Fütterungsgruppen, obwohl alle Ferkel vom selben Betrieb stammen und zufällig durch das Stallpersonal gemischt und zugeordnet wurden, zu Beginn des Versuchs (zu Zeitpunkt 1, aus der Abferkelung kommend, ohne Supplementierung) unterschiedliche Magnesiumkonzentrationen aufwiesen. Schließlich ist wichtig zu erwähnen, dass der festgelegte Referenzbereich von 0.8 mmol/l (Czycholl et al., 2023) für eine Hypomagnesiämie in keiner der Gruppen zu keinem Zeitpunkt unterschritten wird.

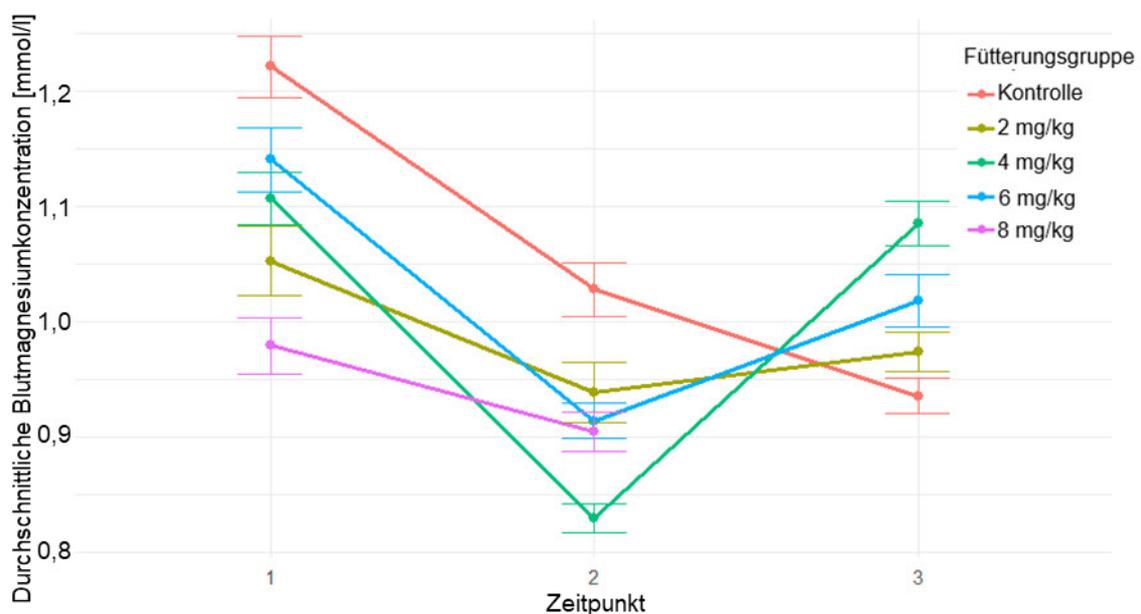


Abbildung 3: Mittlere Blutmagnesiumkonzentration (inkl. Standardabweichungen) der fünf Fütterungsgruppen für die drei Zeitpunkte der Blutprobenentnahme im Aufzuchtverlauf

Bei der Betrachtung des Cortisolgehalts im Blut über die drei Zeitpunkte der Blutprobenentnahme im Vergleich zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen (Abbildung 4) fällt ebenfalls der Abfall zum Zeitpunkt 2 (Mitte der Aufzuchtperiode) in allen Fütterungsgruppen gleichermaßen auf. Zum Zeitpunkt 3 erfolgt dann ein leichter Anstieg in allen Fütterungsgruppen. Zudem fallen erneut starke Unterschiede zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 1 auf sowie offenbar stärkere Schwankungen zwischen den Tieren (angezeigt durch die höhere Standardabweichung). Bei der Interpretation der Cortisolwerte gilt es zu beachten, dass kein Baseline-Cortisol der Tiere genommen oder entsprechend eine verhältnismäßige individuelle Zu- oder Abnahme ausgewertet wurde, sondern lediglich mit den Rohwerten gearbeitet wurde.

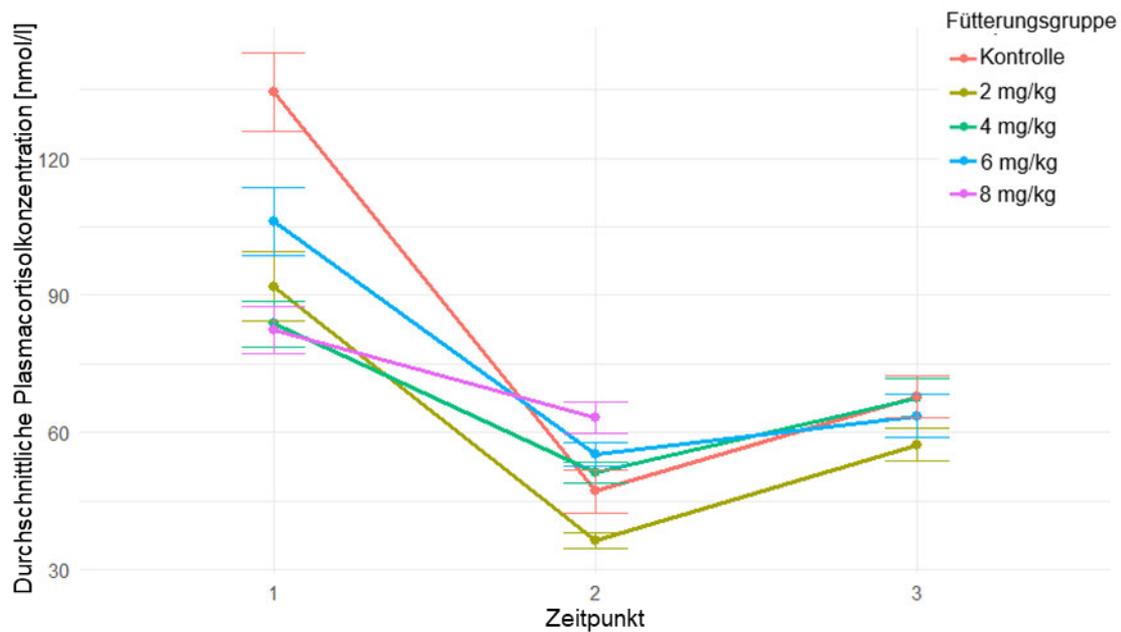


Abbildung 4 Mittlere Cortisolkonzentration [nmol/l] (inkl. Standardabweichungen, gemessen im Plasma) der fünf Fütterungsgruppen für die drei Zeitpunkte der Blutprobenentnahme im Aufzuchtverlauf

Schließende Statistik

- 1) Hat die Fütterungsgruppe (0, 2, 4, 6mg/kg) und der Zeitpunkt (1, 2, 3) einen Einfluss auf den Magnesium- und Cortisolgehalt im Blut?

Da sowohl Fütterungsgruppe als auch Zeitpunkt sowie die entsprechende Interaktion aus signifikant ($P < 0,0001$) waren, lassen sich diese Effekte in der Interpretation nicht voneinander trennen.

Im Folgenden werden die statistisch signifikanten Unterschiede für den Magnesiumgehalt im Blut aufgeführt. Zum Zeitpunkt 1 hatte die Kontrollgruppe signifikant höhere Magnesiumwerte als die Fütterungsgruppe 2mg ($P < 0,0001$) und 4mg ($P = 0,0030$). Zum Zeitpunkt 2 waren die Magnesiumwerte der Kontrollgruppe signifikant höher als die der Fütterungsgruppen 4mg ($P = 0,0002$) und 6mg ($P = 0,0200$). Zum Zeitpunkt 3 hatte die Fütterungsgruppe 4mg, welche numerisch zum Zeitpunkt 2 den niedrigsten, zum Zeitpunkt 3 den höchsten Wert hatte, signifikant höhere Magnesiumwerte als die Kontrollgruppe und die Fütterungsgruppe 2mg. Insgesamt waren die Werte zum Zeitpunkt 2 in allen Fütterungsgruppen gleichermaßen signifikant niedriger als zum Zeitpunkt 1 (Kontrollgruppe, Fütterungsgruppen 4mg, 6mg: $P < 0,0001$, Fütterungsgruppe 2mg: $P < 0,0200$). In den Fütterungsgruppen 4mg und 6mg, welche zum Zeitpunkt 2 jeweils die niedrigsten Werte hatten, war der Anstieg zum Zeitpunkt 3 signifikant ($P < 0,0001$ bzw. $P = 0,0400$). Die Magnesiumwerte zu den Zeitpunkten 1 und 3 waren für die Kontrollgruppe, welche im Vergleich zu den anderen Fütterungsgruppen einen kontinuierlichen Abfall zeigte, signifikant verschieden ($P < 0,0001$) sowie zusätzlich für die Fütterungsgruppe 6mg (der Wert zum Zeitpunkt 3 war signifikant niedriger als zum Zeitpunkt 1, $P = 0,0810$).

Im Folgenden werden die statistisch signifikanten Unterschiede für den Cortisolgehalt im Blut aufgeführt.

Zum Zeitpunkt 1 wies die Kontrollgruppe signifikant höhere Werte als alle anderen Fütterungsgruppen auf (P-Werte im Vergleich zur Fütterungsgruppe 2mg und 4mg: $<0,0001$, im Vergleich zur Fütterungsgruppe 6mg $=0,0081$). Zum Zeitpunkt 2 und 3 zeigten sich keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen. Die Cortisolwerte waren zum Zeitpunkt 1 in allen Gruppen signifikant höher als zum Zeitpunkt 2 und 3 ($P<0,0001$) mit Ausnahme der Fütterungsgruppe 4mg. Die Cortisolwerte zum Zeitpunkt 3 waren in den Gruppen 2mg und 6mg signifikant höher im Vergleich zum Zeitpunkt 2.

2) Hat die Fütterungsgruppe und der Zeitpunkt einen Einfluss auf Schwanz- bzw. Ohrverletzungen?

In Bezug auf die Schwanzverletzungen zeigte sich in der logistischen Regression (mit den fixen Effekten Fütterungsgruppe, Zeitpunkt und der Interaktion aus Fütterungsgruppe und Zeitpunkt), dass lediglich der Zeitpunkt einen signifikanten Effekt ($P=0,0017$) aufwies: Zum Zeitpunkt 2 hatten die Tiere eine 3,7fach höhere Chance für eine Schwanzverletzung im Vergleich zum Zeitpunkt 3 (95% Konfidenzintervall = $[1,63; 8,41]$). Die geschätzten Mittelwerte und Standardwerte für Zeitpunkt 2 und 3 sind in Abbildung 5 dargestellt.

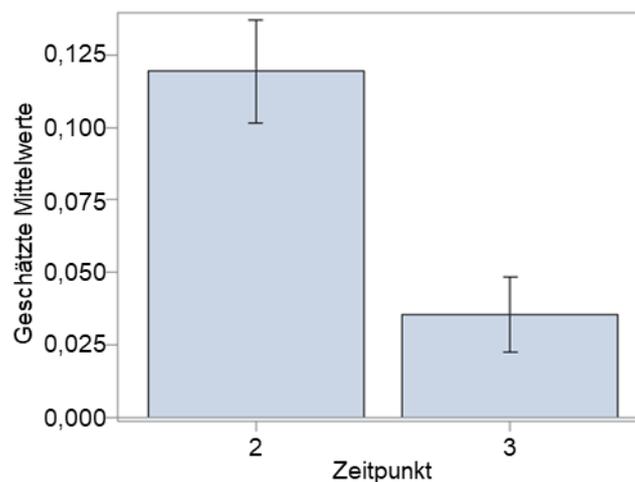


Abbildung 5: Geschätzte Mittelwerte und Standardfehler für Schwanzverletzungen zum Zeitpunkt 2 und 3

In Bezug auf Ohrverletzungen waren alle Effekte signifikant ($P<0,0001$), da die Interaktion ebenfalls signifikant war, können die Effekte nur gemeinsam interpretiert werden. Generell zeigten sich in allen Fütterungsgruppen signifikant mehr Ohrverletzungen zum Zeitpunkt 3 im Vergleich zum Zeitpunkt 2 (P-Werte: Kontrollgruppe: $P=0,0060$, Fütterungsgruppe 2mg $P=0,0100$, Fütterungsgruppe 4mg $P=0,0030$, Fütterungsgruppe 6mg $P=0,0060$)

Zum Zeitpunkt 2 hatte die Fütterungsgruppe 4mg signifikant mehr Ohrverletzungen als alle anderen Fütterungsgruppen (Vergleich zur Kontrollgruppe: $P=0,0100$, Vergleich zur Fütterungsgruppe 2mg/kg: $P=0,0100$, Vergleich zur Fütterungsgruppe 6mg: $P=0,0200$, die übrigen Fütterungsgruppen waren nicht signifikant verschieden. Zum Zeitpunkt 3 zeigten sich zwischen den Fütterungsgruppen ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Ohrverletzungen.

Interpretation und Gesamtfazit

Insgesamt lässt sich also festhalten, dass alle Fütterungsgruppen einen signifikanten Abfall des Magnesiumsgehalts im Blut nach ca. drei Wochen aufwiesen. Dies ist von besonderer Bedeutung, da dies bei unkupierten Schweinen der Zeitpunkt ist, zu welchem besonders häufig ein Schwanzbeißen festgestellt wird (Abriel and Jais, 2013; Veit et al., 2016). Zum Zeitpunkt 3, also gegen Ende der Aufzuchtperiode war in allen Fütterungsgruppen ein Anstieg der Magnesiumkonzentration im Blut zu verzeichnen. Lediglich in der Kontrollgruppe blieb dieser Anstieg aus. Eine Supplementation mit Magnesium ist also in dieser Hinsicht effektiv. Ob diese Supplementation jedoch unbedingt erforderlich ist, bleibt aus der vorliegenden Studie dennoch fraglich, da zu keinem Zeitpunkt die Magnesiumkonzentration unterhalb des Referenzbereichs (Czycholl et al., 2023) war, also auch in der Kontrollgruppe keine klinische Hypomagnesiämie vorlag. Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist, dass sich die durchschnittliche Magnesiumkonzentration in den verschiedenen Fütterungsgruppen zum Zeitpunkt 1, zu dem noch keine Magnesiumsupplementation stattgefunden hatte, teils signifikant unterschied. Dies ist verwunderlich, da alle Tiere aus demselben Betrieb stammten und zufällig in die Gruppen eingestallt wurden. Woher also die Unterschiede zu diesem Zeitpunkt kamen, lässt sich nur mutmaßen. Weitere Studien in Bezug auf die Versorgung mit Magnesium durch die Sauenmilch sind indiziert. Genauso wichtig ist sicherlich, die Begründung für den Abfall nach drei Wochen in der Ferkelaufzucht genauer zu betrachten. Da eine Magnesiumsupplementation hier keinen Effekt zeigte, lässt sich die Arbeitshypothese festhalten, dass es sich zu diesem Zeitraum um einen sekundären Mangel handelt. Dies gilt es nun in Folgestudien genau zu entschlüsseln, da ein Zusammenhang zum Schwanzbeißen naheliegt (Czycholl et al., 2023). Diese Hypothese eines Zusammenhangs wird auch durch die vorliegende Studie dadurch unterstützt, dass die Schwanzverletzungen genau diesem Trend folgten, also deutlich mehr Schwanzverletzungen zum Zeitpunkt 2 in allen Gruppen vorlagen – zu dem Zeitpunkt, an dem auch die Magnesiumkonzentration niedrig war. Zum Zeitpunkt 3 waren prozentual bereits weniger Tiere von Schwanzverletzungen betroffen. Also auch in dieser Studie lag der klassische in der Literatur beschriebene Verlauf (Abriel and Jais, 2013; Veit et al., 2016) vor (obwohl verhältnismäßig wenig Schwanzbeißen beobachtet werden konnte). Es ist gut denkbar, dass durch das relativ frühe Absetzen und die hohe Produktivität das Darmsystem unzureichend in der Lage ist, das vorgelegte Magnesium zu verstoffwechseln (Lallès et al., 2007a, b; Holman et al., 2021). Generell ist recht wenig über den Effekt von Magnesium in dieser Altersklasse bekannt (Bushby et al., 2021). Die vorliegende Studie liefert dementsprechend einen wichtigen ersten Schritt, um diese Wissenslücke zu schließen und potentiell auch die Pathogenese der Verhaltensstörung Schwanzbeißen zukünftig besser zu verstehen.

Ein direkter Zusammenhang zu Stress (gemessen durch Cortisol) konnte in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden. Vielmehr zeigte der Cortisolgehalt im Blut einen recht klassischen Verlauf: Der hohe Cortisolgehalt zu Beginn der Aufzuchtperiode lässt sich am ehesten mit dem Stress durch das Absetzen und die Zusammenstallung unbekannter Tiere erklären (Pastorelli et al., 2011), welche dann für Schweine typisch auch bereits in diesem recht jungen Alter eine Rangordnung auskämpfen (Camerlink et al., 2015). Dass diese Rangordnungskämpfe mit Stress verbunden sind, ist hinreichend bekannt (Pastorelli et al., 2011). Danach erfolgt ein Abfall des Cortisolwerts – im Vergleich zur Literatur auf ca. Normalniveau bei Schweinen (z.B. Jarvis et al., 1998; Guzik et al., 2006). In der Literatur wurde dahingegen eine Effektivität von Magnesiumzufütterung im Hinblick auf die Reduktion physiologischer Stressmarker beschrieben (Otten et al., 1995; D'souza et al., 1998; Tang et al., 2008, 2009). Allerdings waren auch bei diesen Studien, wie generell bei Studien in Bezug auf

Magnesiumsupplementation in der Schweinefütterung (Bushby et al., 2021) die Versuchsbedingungen sehr unterschiedlich in Bezug auf genutzte Magnesiumformulierung, Dosis und insbesondere auch Dauer der Zufütterung. Eine Vereinheitlichung der Studienlage ist dringend von Nöten, um wissenschaftsbasierte Empfehlungen für die Praxis zu erarbeiten. In der vorliegenden Studie war die Dauer der Magnesiumsupplementation verhältnismäßig kurz. Andere Studien, welche eine Effektivität zeigten, supplementierten beispielsweise über eine Dauer von 115 Tagen (Porta et al., 1995).

Ohrverletzungen folgten einem anderen Trend als Schwanzverletzungen (Ohrverletzungen nahmen im Verlauf der Aufzucht zu), was auch bereits häufig in der Literatur beschrieben wurde (Diana et al., 2019; Haigh and O'Driscoll, 2019) und damit begründet wird, dass unterschiedliche Pathogenesen bei Schwanz- und Ohrenbeißen (Malik et al., 2021; Czycholl et al., 2023) vorliegen. Ein reduzierender Effekt einer Magnesiumsupplementation auf Ohrenverletzungen kann aus der vorliegenden Studie nicht erkannt werden.

Limitationen der Studie

Diese Studie war bewusst als Praxisversuch ausgelegt, um einen Erkenntnisgewinn für die Praxis zu ermöglichen. Nur, wenn Schwanzbeißeninterventionen auf Praxisbetrieben funktionieren, sind sie für die Landwirte hilfreich. Niemandem ist mit Forschung unter Laborbedingungen in diesem Bereich geholfen, ganz davon abgesehen, dass Schwanzbeißen nicht vorhergesagt oder bewusst provoziert werden kann (Schröder-Petersen and Simonsen, 2001). Nichtsdestotrotz ergeben sich bei Praxisversuchen immer Limitationen für die wissenschaftliche Studie (Johnston et al., 2003; Capel, 2019), da der Praxisbetrieb Vorrang hat. So konnte beispielsweise aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten die 10mg Fütterungsgruppe nicht umgesetzt werden (wobei nach den Ergebnissen dieser Studie kein besonderer Effekt mehr zu erwarten wäre). Weiterhin wurde die 8mg Fütterungsgruppe aufgrund einer Fehlsortierung des Betriebsleiters vorzeitig ausgestellt, sodass sie zum Zeitpunkt 3 der Blutprobenentnahme leider nicht mehr zur Verfügung stand. Ursprünglich war auch angedacht, Tätertiere zu identifizieren, was von großem Interesse gewesen wäre im Hinblick auf den individuellen Cortisol- und Magnesiumwert. Allerdings trat so wenig Schwanzbeißen auf, dass eine Identifikation von Tätertieren nicht möglich war. Dies ergibt sich, wie bereits beschrieben, aus der Unvorhersehbarkeit der Verhaltensstörung. Ebenfalls wiesen Schwanz- und Ohrverletzungen zum Zeitpunkt 1 keine Varianz auf, sodass die Anwendung schließender Statistik nicht möglich war. Eine Erhöhung der Beobachtungszahl schafft in dieser Hinsicht normalerweise Abhilfe (Bateson und Martin, 2021). Generell war die Zeit für den Versuch stark limitiert. Aufgrund des großen Zeit- und Kostenaufwandes wäre eine Fortführung aber nicht möglich gewesen. Ganz grundsätzlich kann man natürlich von einem Praxisbetrieb keine allgemeingültigen Schlüsse ziehen, d.h. eine Generalisierung der Ergebnisse ist nicht möglich (Sedgwick, 2013). Wie auch in der schließenden Statistik zu sehen, ist ein weiteres Problem bei Praxisversuchen, dass man nicht alle Effekte kontrollieren, geschweige denn klar voneinander trennen kann (da man den Versuchsaufbau eben nicht so gezielt steuern kann, wie unter Laborbedingungen). In diesem Versuch wurde sich lediglich auf die Formulierung Magnesiumoxid konzentriert, da sich diese Formulierung einerseits in anderen Studien als vielversprechend in Bezug auf vorteilhafte Effekte erwiesen hatte und Magnesiumoxid im Vergleich eine sehr hohe biologische Verfügbarkeit hat. Darüber hinaus wird es in der Praxis vielfach eingesetzt. Nichtsdestotrotz bleibt eine gewisse Unsicherheit, wenn man die Studienlage und die unterschiedlichen Ergebnisse betrachtet, wobei in den Studien oft unterschiedliche Formulierungen und insbesondere auch Dauern von

Supplementierungen betrachtet wurden. Generell besteht hier noch viel Forschungsbedarf. Diese Studie trägt einen wichtigen Teil dazu bei, kann aber aufgrund der Limitationen natürlich nicht alleine stehen.

Voraussichtlicher Nutzen (insbesondere wissenschaftliche und wirtschaftliche Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse und Verwertungsstrategie)

Gesamtfazit, sich anschließende Projekte und Ausblick

Insgesamt konnten wichtige Erkenntnisse über die Magnesiumaufnahme beim Schwein in der Aufzuchtperiode, die Effektivität einer Magnesiumsupplementation mit Magnesiumoxid in verschiedenen Dosierungen sowie einen potentiellen Zusammenhang zwischen der Magnesiumaufnahme und der Magnesiumkonzentration im Blut und der Verhaltensstörung Schwanzbeißen beim Schwein generiert werden. Die wichtigsten Erkenntnisse aus diesem Projekt sind, dass die Magnesiumkonzentration im Blut – unabhängig von einer Magnesiumsupplementation, also mehr als ausreichender Vorlage – in den ersten Wochen der Ferkelaufzucht abfällt. Dies ist gleichzeitig der Zeitraum, in dem bei unkupierten Schweinen vermehrt Schwanzbeißen auftritt (auch in diesem Projekt wurden zu diesem Zeitpunkt mehr Schwanzverletzungen beobachtet). Schließlich ist eine wichtige Erkenntnis, dass Schweine bereits aus dem Abferkelbereich mit unterschiedlichen Magnesiumkonzentrationen im Blut kommen. Diese Studie hilft also einerseits im Verständnis und legt weiterhin einen wichtigen Grundstein für weitere Studien im Zusammenhang mit der genauen Beleuchtung des Magnesiumstoffwechsels und der Magnesiumaufnahme bei Aufzuchtferkeln, da der Verdacht nach den hier gewonnen Erkenntnissen nahe liegt, dass die Magnesiumaufnahme in dem Zeitraum der frühen Ferkelaufzucht, also kurz nach dem Absetzen gehemmt ist. Weiterhin liefert diese Studie einen wichtigen Beitrag für zukünftige Studien im Bereich des Verständnisses der Pathogenese der Verhaltensstörung Schwanzbeißen – dies ist wiederum essentiell für eine praxistaugliche Umsetzung des Kupierverzichts und in der langfristigen Umsetzung effektiver Vorbeuge- und Interventionsstrategien für die Landwirtschaft. Schließlich sind die gewonnen Erkenntnisse – trotz der Notwendigkeit von Folgestudien, für welche, wie beschrieben, wichtige Grundsteine gelegt wurden – direkt für die Praxis von Interesse: In diesem frühen Zeitraum hilft eine Magnesiumsupplementation nicht. Hat man also vermehrt Schwanzbeißausbrüche in diesem frühen Zeitraum der Ferkelaufzucht, ist eine Magnesiumsupplementation keine geeignete Managementmaßnahme. Weiterhin zeigt sich, dass in der zweiten Hälfte der Ferkelaufzucht die Magnesiumkonzentration im Blut wieder ansteigt. Hierbei reicht die praxisübliche Konzentration von 2mg MgO/kg aus.

Die Bedeutung der gewonnenen Erkenntnisse im vorliegenden Projekt zeigt sich auch dadurch, dass bereits in der Projektlaufzeit Folgeprojekte sowie teils neue Kollaborationen entstanden. Einerseits hatte der Betriebsleiter selbst nach Bekanntwerden der Ergebnisse so großes Interesse an der Thematik, dass auf Initiative des Betriebs, finanziert durch den dänischen Svineafgtiftsfonden, eine andere Magnesiumformulierung (Magnesiumaspartat) in unterschiedlichen Dosierungen getestet wurde. Die Ergebnisse aus diesem Magnesiumaspartat-Supplementierungsversuch bestätigten die Ergebnisse aus der vorliegenden Studie. Der Abfall der Magnesiumkonzentration im Blut lässt sich also nicht durch die Magnesiumformulierung beeinflussen, was wiederum die Hypothese, dass es sich um einen sekundären Mangel handelt, bestärkt.

Weiterhin entstand eine Kollaboration mit der Universität Gießen; in diesem Projekt konnten Blutproben von Wildschweinen, u.a. hinsichtlich der Magnesiumkonzentration untersucht

werden. Hierbei zeigte sich, dass Wildschweine eine signifikant höhere Magnesiumkonzentration im Blut aufweisen im Vergleich zu gleichaltrigen Hausschweinen. Erneut bestärkt dies die aus dem vorliegenden Projekt aufgestellte Hypothese einer mangelhaften Verstoffwechslung und -aufnahme von Magnesium in der frühen Phase nach dem Absetzen in der Ferkelaufzucht sowie einen eventuellen Zusammenhang zu Schwanzbeißen (denn diese Verhaltensstörung tritt bei Wildschweinen nicht auf (Czycholl et al., 2024)).

Schließlich entstand eine Kollaboration mit Wissenschaftlern aus den USA, welche am Refeeding Syndrom (van Kempen et al., 2023) forschen – der Verdacht besteht, dass Magnesium hier ebenfalls involviert ist. Hier stehen Ergebnisse und weitere Projekte noch aus. Ebenfalls ist die Antragsstellerin involviert in die dänische nationale Umsetzung des Kupierverzichts, zu welchem zeitnah, vergleichbar mit der Informationskampagne in Deutschland, breite Schulungen für Landwirte auf unterschiedlichen Ebenen stattfinden wird. Die Ergebnisse des vorliegenden Projekts sind bereits auf großes Interesse in diesem Zusammenhang gestoßen, werden weiter einfließen und u.a. mit der Unterstützung von Landbrug og Fødevarer voraussichtlich im Rahmen einer in 2026 startenden Dissertation weiterbearbeitet werden können.

Betrachtet man die Erkenntnisse der vorliegenden Studie sowie die aus dem Vorläuferprojekt zum Einfluss des Gesundheitsstatus auf die Verhaltensstörung Schwanzbeißen beim Schwein (Czycholl et al., 2023), so sollte ein weiterer Fokus von Anschlussprojekten sicherlich auch sein, einen ähnlich gearteten Fütterungsversuch mit Protein- und Albuminsupplementierung durchzuführen, da diese Werte in der Vorläuferstudie ebenfalls erstaunlich niedrig in Anbetracht der eigentlich ausreichenden Vorlage und als potentiell mit Schwanzbeißen im Zusammenhang stehend identifiziert wurden.

Erste Vorstellungen der Ergebnisse und Erkenntnisse aus diesem Projekt haben bereits stattgefunden. Eine Vorstellung der Ergebnisse auf der internationalen Tagung der European Association of Animal Production (EAAP) wird ebenfalls im Sommer stattfinden. Derzeit wird noch an der abschließenden Einreichung der entsprechenden wissenschaftlichen Publikationen gearbeitet. Nach diesen wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird die Wissenschaftskommunikation entsprechend weiter vorangetrieben, u.a. durch populärwissenschaftliche Veröffentlichung der Ergebnisse auf dyreetik.ku.dk, wo auch leicht verständliche, in Kurzform auf die Hauptaussagen fokussierte Informationen für Landwirte zugänglich gemacht werden.

Anlage:

Liste der angefertigten und in Bearbeitung befindlichen Fachpublikationen/Fachbeiträge/Öffentlichkeitsarbeit:

Publikationen

- 1) Jensen, C., Nison, P., Jacquerot, T., Sandøe, P., Czycholl, I. (2025) Effect of feed supplementation with magnesium oxide and magnesium aspartate on blood magnesium content and tail lesions in pigs. In preparation for submission to Porcine Health Management
- 2) Czycholl, I., Westhoff, K., Blad-Stahl, J., Schuler, G., Lierz, M., Wehrend, A. (2025) Magnesium, total protein and Albumin content in blood samples of wild boars and a potential connection to the behavioural disorder tail biting in domestic pigs. In preparation for submission to Acta Agriculturae Scandinavica

Abstracts

- 1) Jensen, C., Nison, P., Jacquerot, T., Sandøe, P., Czycholl, I. (2025) Effect of magnesium supplementation in the feed on blood magnesium and cortisol level as well as tail and ear lesions in pigs, EAAP conference, Innsbruck, Austria

Vorträge

- 1) Jensen, C., Nison, P., Jacquerot, T., Sandøe, P., Czycholl, I. (2025) Effect of magnesium supplementation in the feed on blood magnesium and cortisol level as well as tail and ear lesions in pigs, EAAP conference, Innsbruck, Austria
- 2) Jensen, C., Sandøe, P., Czycholl, I. (2025) Influence of magnesium supplementation on tail and ear biting, CPH Pig research days, 28.01.25, Copenhagen, Denmark
- 3) Czycholl, I. (2024) Schwanzbeißen aus wissenschaftlicher Sicht – Gründe der Entwicklung von Tätertieren. Online-Seminar Modul IV: Ringelschwanz und SINS-Syndrom, 19.09.24, Netzwerk Fokus Tierwohl

Populärwissenschaftliche Beiträge

- 1) Jensen, C., Nison, P., Jacquerot, T., Sandøe, P., Czycholl, I. (2025) Magnesiumtilskud og halebid: resultater fra et forsøg på gården. Tilsbæk grisegård.
- 2) Czycholl, I., Sandøe, P. (2025) Effekt af magnesiumtilskud på adfærdsforstyrrelsen halebid hos grise. Svineafgiftsfond afrapportering.

Liste von beantragten Folgeprojekten und geplanten Forschungs Kooperationen:

- 1) Praxisversuch Magnesiumsupplementation mit Magnesiumaspartat
Irena Czycholl, Peter Sandøe
Universität Kopenhagen
Finanziert durch: Svineafgiftsfonden
Datenerhebung und Auswertung abgeschlossen
- 2) Vergleich bestimmter Blutparameter von Wild- und Hausschweinen
Irena Czycholl, Katharina Westhoff, Gerhard Schuler, Axel Wehrend
Universität Kopenhagen, Universität Gießen
Finanziert durch: Haushaltsmittel Universität Kopenhagen

Datenerhebung und Auswertung abgeschlossen

- 3) Understanding the relationship between phosphorus, potassium and magnesium: is there a connection to refeeding syndrome in pigs?

Irena Czycholl, Theo van Kempen

Kopenhagen Universität, North Carolina University

Planungsphase, Vorstellung erster Ergebnisse und Hypothese auf APSA conference

- 4) Practical implementation of ouphasing of tail docking on Danish pig farms

Irena Czycholl, Peter Sandøe

Kopenhagen Universität

Planungsphase gemeinsam mit Landbrug og Fødevarer

Erklärung zur Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung:

Der Ausgabenplan wurde weitestgehend eingehalten. Mit 476 Tieren wurden geringfügig weniger Tiere untersucht, als ursprünglich vorgesehen, was insbesondere daran lag, dass die 10mg/kg Fütterungsgruppe nicht umgesetzt werden konnte aufgrund der Gegebenheiten auf dem Praxisbetrieb (nur zehn Buchten für den Versuch verfügbar) und der Betriebsleiter Sorge bezüglich einer möglichen Diarrhoe induziert durch die Fütterung hatte. Zusätzlich wurde aufgrund dieser Sorge bezüglich möglicher negativer Auswirkungen einer höheren Dosierung eine Fütterungsberatung und -berechnung vor Versuchsstart zur optimalen Zusammensetzung des Futters und des Mischverhältnisses vorgenommen. Dadurch wurden geringfügig weniger Tiere als geplant untersucht, allerdings wurde das eingesparte Geld für die anfänglichen Beratungs- und Berechnungskosten benötigt. Auch die ursprünglich eingeplanten Publikationsgebühren wurden dahingehend umgewidmet; die Publikationskosten werden nun aus Haushaltsmitteln gedeckt, sodass dadurch keine Änderungen im Projektplan erforderlich wurden. Im Zeitplan ergaben sich durch Abweichungen von der Ursprungsplanung zur Durchführung des Projekts einige Veränderungen, welche auch zur jetzigen Verzögerung der Vorlage des Abschlussberichts geführt haben: Ursprünglich war geplant, dass die Personalkosten und somit Arbeitskraft durch ein Postdocstipendium des Deutsch Akademischen Auslandsdiensts gedeckt werden. Trotz positiver Begutachtung des entsprechenden Antrags entschied sich die Kandidatin jedoch für ein alternatives Angebot aus der Industrie. Aufgrund der freundlichen Zusage durch den QS Wissenschaftsfond konnten wir das Projekt dennoch mit Hilfe eines Research Assistants, finanziert durch Haushaltsmittel und Umwidmung anderer Gelder, durchführen. Allerdings mussten wir dadurch aus arbeitslogistischen Gründen vom ursprünglich geplanten Betrieb abweichen und alternativ einen näher an Kopenhagen gelegenen Praxisbetrieb für die Teilnahme am Projekt begeistern. Diese Änderungen beeinflussten den Zeitplan dahingehend, dass die Datenerhebung erst im Zeitraum von Mai bis September durchgeführt wurde und sich weiterhin aufgrund von anderen Aufgaben der aus Haushaltsmitteln finanzierten Research Assistant sowie der geringeren Erfahrung im Bereich statistischer Auswertung und wissenschaftlicher Publikationen (im Vergleich zu einem Postdoc) auch die Zeit für die Auswertung, die korrekte Interpretation und das Zusammentragen der Ergebnisse länger dauerte als ursprünglich geplant. Diese Aufgaben befinden sich nun jedoch sehr erfolgreich im Abschluss, sodass letztlich dieses Projekt auch deutlich zur Weiterqualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses beitragen konnte.

Literaturverzeichnis

- Abriel, M., and C. Jais. 2013. Influence of housing conditions on the appearance of cannibalism in weaning piglets. *Landtechnik* 68(6):389-393.
- Bateson, M., and P. Martin. 2021. *Measuring behaviour: an introductory guide*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Bushby, E. V. 2019. Verbessert Magnesium das Wohlbefinden von Schweinen? *Der Hof-tierarzt* 09/2019.
- Bushby, E. V., L. Dye, and L. M. Collins. 2021. Is magnesium supplementation an effective nutritional method to reduce stress in domestic pigs? A systematic review. *Frontiers in veterinary science* 7:596205.
- Camerlink, I., S. P. Turner, M. Farish, and G. Arnott. 2015. Aggressiveness as a component of fighting ability in pigs using a game-theoretical framework. *Animal Behaviour* 108:183-191.
- Capel, M. 2019. Conducting successful on farm clinical trials. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*:154-157.
- Czycholl, I. 2022. Der Täter im Fokus: Einfluss des Gesundheitsstatus auf die Verhaltensstörung Schwanzbeißen beim Schwein, QS Wissenschaftsfond Abschlussbericht.
- Czycholl, I., K. Büttner, W. Baumgärtner, C. Puff, and J. Krieter. 2024. A comparative study of young wild boars' and rearing piglets' health status with regard to the behavioral disorder tail biting in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science* 73(3-4):143-152.
- Czycholl, I., K. Büttner, D. Becker, C. Schwennen, W. Baumgärtner, W. Otten, M. Wendt, C. Puff, and J. Krieter. 2023. Are biters sick? Health status of tail biters in comparison to control pigs. *Porcine health management* 9(1):19.
- D'souza, D., R. Warner, B. Leury, and F. Dunshea. 1998. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *Journal of Animal Science* 76(1):104-109.
- Diana, A., L. A. Boyle, E. García Manzanilla, F. C. Leonard, and J. A. Calderón Díaz. 2019. Ear, tail and skin lesions vary according to different production flows in a farrow-to-finish pig farm. *Porcine Health Management* 5:1-9.
- Ernährung, D. G. f. 2013. Die Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr : Magnesium.
- Guzik, A. C., J. O. Matthews, B. J. Kerr, T. D. Bidner, and L. L. Southern. 2006. Dietary tryptophan effects on plasma and salivary cortisol and meat quality in pigs^{1,2}. *Journal of Animal Science* 84(8):2251-2259.
- Haigh, A., and K. O'Driscoll. 2019. Irish pig farmer's perceptions and experiences of tail and ear biting. *Porcine Health Management* 5:1-10.
- Holman, D. B., K. E. Gzyl, K. T. Mou, and H. K. Allen. 2021. Weaning age and its effect on the development of the swine gut microbiome and resistome. *Msystems* 6(6):e00682-00621.
- Jarvis, S., A. Lawrence, K. McLean, J. Chirnside, L. Deans, and S. Calvert. 1998. The effect of environment on plasma cortisol and β -endorphin in the parturient pig and the involvement of endogenous opioids. *Animal Reproduction Science* 52(2):139-151.
- Johnston, L. J., A. Renteria, and M. R. Hannon. 2003. Improving validity of on-farm research. *Journal of Swine Health and Production* 11(5):240-246.
- Lallès, J.-P., P. Bosi, H. Smidt, and C. R. Stokes. 2007a. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proceedings of the Nutrition Society* 66(2):260-268.
- Lallès, J.-P., P. Bosi, H. Smidt, and C. R. Stokes. 2007b. Weaning—A challenge to gut physiologists. *Livestock Science* 108(1-3):82-93.
- Malik, M., K. Chiers, F. Boyen, S. Croubels, and D. Maes. 2021. Porcine ear necrosis. *The Veterinary Journal* 271:105655.

- Otten, W., A. Berrer, T. Bergerhoff, M. Goldberg, and H. Eichinger. 1995. Effects of a dietary magnesium fumarate supplementation on blood metabolites and meat quality in swine. *Magnesium Bulletin* 17:91-91.
- Pastorelli, G., R. Rossi, P. Candotti, and C. Corino. 2011. Evaluation of stress due to mixing in piglets. *Italian Journal of Animal Science* 10(Suppl. 1):6-6.
- Pinotti, L., M. Manoni, L. Ferrari, M. Tretola, R. Cazzola, and I. Givens. 2021. The contribution of dietary magnesium in farm animals and human nutrition. *Nutrients* 13(2):509.
- Porta, S., A. Ehrenberg, J. Helbig, H. Classen, G. Egger, M. Weger, P. Zimmermann, and U. Weiss. 1995. Time and dose dependent influence of magnesium-aspartate-hydrochloride treatment upon hormonal and enzymatic changes as well as alterations in meat quality due to slaughtering stress in pigs. *Magnesium Bulletin* 17:56-56.
- Schröder-Petersen, D., and H. Simonsen. 2001. Tail biting in pigs. *The Veterinary Journal* 162(3):196-210.
- Sedgwick, P. 2013. Generalisation and extrapolation of study results. *BMJ* 2013;346:f3022
- Tang, R., B. Yu, K. Zhang, and D. Chen. 2008. Effects of supplementing two levels of magnesium aspartate and transportation stress on pork quality and gene expression of μ -calpain and calpastatin of finishing pigs. *Archives of Animal Nutrition* 62(5):415-425.
- Tang, R., B. Yu, K. Zhang, and D. Chen. 2009. Effects of supplemental magnesium aspartate and short-duration transportation on postmortem meat quality and gene expression of μ -calpain and calpastatin of finishing pigs. *Livestock Science* 121(1):50-55.
- van Kempen, T. A., T. G. Hulshof, W. J. Gerrits, and R. T. Zijlstra. 2023. The amazing gain-to-feed ratio of newly weaned piglets: sign of efficiency or deficiency? *animal* 17(11):100987.
- Veit, C., E. große Beilage, and J. Krieter. 2016. Literaturübersicht zur Verhaltensstörung „Schwanzbeißen“ beim Schwein. Influence of raw material and weaning management on the occurrence of tail-biting in undocked pigs. *Der Praktische Tierarzt*:6.

Recipe 2: 40209357-b05 Fravænnning 6-9 kg 2023, Vår byg 45% konc,

Name	Tilsbæk Glad Gris ApS	Tlf. / mobil	40209357 / 40209357
Adresse	Enghaven 5, 3550 Slangerup	Email	michael@tilsbaek.dk

Code	Name	Pct	Mængde
40209357-06	Glad Gris, Vår byg 2023	10,000	10,000
40209357-08	Glad Gris, Hvede 2023	42,000	42,000
885-0	VEGETABILSK OLIE OG FEDTSTOF, Soja	3,500	3,500
VILO-m-a59	GM 20096 Konc+Fisk (45%), 25-03-2024	44,500	44,500
		100,000	100,000

Nutrient		Pr. kg	Pr. energi	Nutrient		Pr. kg	Pr. energi
Tørstof	%	88,7	88,7	Ford. fosfor, 400 % fytase	g	4,23	3,48
FEsvin ny	FEsv	1,216	1,000	Magnesium	g	1,18	0,97
FE so 2023	FEso	1,197	0,984	Natrium	g	3,01	2,47
Råaske	%	6,78	5,58	Klorid	g	5,71	4,69
St. F. Råprotein	g	155,53	127,93	-- Mikromineraler --			
Råprotein	%	17,55	14,44	Mn, tilsat	mg	54,16	44,55
Råfedt	%	5,53	4,55	Fe, tilsat	mg	185,12	152,27
Træstof	%	3,15	2,59	Cu, tilsat	mg	137,95	113,47
-- Aminosyrer --				Zn, tilsat	mg	116,59	95,90
Lysin	g	14,04	11,55	Jod - Tilsat	mg	0,98	0,81
Methionin	g	5,01	4,12	Se, tilsat	mg	0,25	0,20
Methionin + Cystin	g	7,83	6,44	-- Vitamin --			
Treonin	g	9,00	7,40	A-vitamin, tilsat	1000 i.e	12,02	9,88
Tryptofan	g	3,04	2,50	D3- vitamin, tilsat	1000 i.e	1,20	0,99
Valin g	g	9,50	7,81	E-vitamin/dl-alfa-tokoferol, tils	mg	180,23	148,25
St. Ford. lysin	g	13,32	10,96	K3-vitamin, tilsat	mg	4,81	3,95
St. Ford. methionin	g	4,84	3,98	B1-vitamin/ Thiamin, tilsat	mg	2,97	2,44
St. Ford. methionin+cystin	g	7,20	5,93	B2-vitamin/Riboflavin, tilsat	mg	4,81	3,95
St. Ford. treonin	g	8,27	6,80	B6-vitamin/ Pyridoxin, tilsat	mg	3,60	2,96
St. Ford. tryptofan	g	3,06	2,52	B12-vitamin, tilsat	mg	0,02	0,02
St. Ford. Isoleucin	g	5,87	4,83	D-pantotensyre, tilsat	mg	18,07	14,86
St. Ford Leucin	g	10,69	8,79	Niacin, tilsat	mg	24,03	19,77
St. Ford. Histidin	g	3,37	2,77	Cholinchlorid, tilsat	mg	240,30	197,66
St. Ford. Fenylalanin	g	6,69	5,50	C-vitamin, tilsat	mg	180,23	148,25
St. Ford. Fenyl.+Tyrosin	g	11,73	9,65	Biotin vitamin H, tilsat	mg	0,48	0,40
St. Ford Valin	g	8,45	6,95	-- Tilsætningsstoffer --			
-- Makromineraler --				Beta xylanase (3.2.1.8)	U	4.944,44	4.067,13
Calcium	g	7,24	5,95	Benzosyre	mg	7.911,11	6.507,41
Fosfor	g	6,50	5,35	BioPlus 2 B	mg	396,05	325,78
Ford. fosfor v/0% fytase	g	3,63	2,99	-- Andet --			
Ford. fosfor, 100 % fytase	g	3,90	3,21	Opl. fibre g	g	21,1	17,3
Ford. fosfor, 150 % fytase	g	4,06	3,34	Uopl. fibre g	g	123,8	101,9
Ford. fosfor, 200 % fytase	g	4,16	3,42	Kartoffelprotein	Ja/Nej	0,0356	0,0293
Ford. fosfor, 300 % fytase	g	4,20	3,46				



Info

08-04-2024 09:57:55

Udskrevet af KIK

Recipe 2: 40209357-c99 Smågrise 9-15 kg 2023, Magnesiumprojekt

Name	Tilsbæk Glad Gris ApS	Tlf. / mobil	40209357 / 40209357
Adresse	Enghaven 5, 3550 Slangerup	Email	michael@tilsbaek.dk

Code	Name	Pct	Mængde
40209357-07	Glad Gris, Vinter byg 2023	20,000	20,000
40209357-08	Glad Gris, Hvede 2023	51,400	51,400
612-0	SOJASKRÅFODER, afskallet toastet, Middel proteinindhold	14,000	14,000
885-0	VEGETABILSK OLIE OG FEDTSTOF, Soja	2,600	2,600
40209357-x98	minbl. småg. 9-15 kg, Mix 2, forsøg	12,000	12,000
		100,000	100,000

Nutrient		Pr. kg	Pr. energi	Nutrient		Pr. kg	Pr. energi
Tørstof	%	87,0	87,0	Ford. fosfor, 300 % fytase	g	3,69	3,30
FEsvin ny	FEsv	1,118	1,000	Ford. fosfor, 400 % fytase	g	3,73	3,34
FE so 2023	FEso	1,109	0,992	Magnesium	g	1,47	1,32
Råaske	%	5,66	5,07	Natrium	g	2,57	2,30
St. F. Råprotein	g	152,16	136,09	Klorid	g	3,21	2,87
Råprotein	%	17,53	15,68	-- Mikromineraler --			
Råfedt	%	4,68	4,18	Mn, tilsat	mg	44,72	40,00
Træstof	%	3,03	2,71	Fe, tilsat	mg	167,70	150,00
-- Aminosyrer --				Cu, tilsat	mg	90,00	80,50
Lysin	g	13,54	12,11	Zn, tilsat	mg	111,80	100,00
Methionin	g	4,44	3,97	Jod - Tilsat	mg	0,56	0,50
Methionin + Cystin	g	7,44	6,66	Se, tilsat	mg	0,40	0,36
Treonin	g	8,62	7,71	-- Vitamin --			
Tryptofan	g	3,13	2,80	A-vitamin, tilsat	1000 i.e	5,59	5,00
Valin	g	8,95	8,00	D3- vitamin, tilsat	1000 i.e	0,56	0,50
St. Ford. lysin	g	12,30	11,00	E-vitamin/dl-alfa-tokoferol, tils	mg	145,34	130,00
St. Ford. methionin	g	4,16	3,72	K3-vitamin, tilsat	mg	4,47	4,00
St. Ford. methionin+cystin	g	6,60	5,90	B1-vitamin/ Thiamin, tilsat	mg	2,24	2,00
St. Ford. treonin	g	7,60	6,80	B2-vitamin/Riboflavin, tilsat	mg	4,47	4,00
St. Ford. tryptofan	g	2,83	2,53	B6-vitamin/ Pyridoxin, tilsat	mg	3,35	3,00
St. Ford. Isoleucin	g	5,92	5,30	B12-vitamin, tilsat	mg	0,02	0,02
St. Ford Leucin	g	10,62	9,50	D-pantotensyre, tilsat	mg	11,18	10,00
St. Ford. Histidin	g	3,53	3,16	Niacin, tilsat	mg	22,36	20,00
St. Ford. Fenylanin	g	7,02	6,28	Biotin vitamin H, tilsat	mg	0,22	0,20
St. Ford. Fenyl.+Tyrosin	g	11,77	10,53	-- Tilsætningsstoffer --			
St. Ford Valin	g	7,71	6,90	Beta xylanase (3.2.1.8)	U	4.000,00	3.577,73
-- Makromineraler --				Benzosyre	mg	5.000,00	4.472,16
Calcium	g	8,05	7,20	Calciumformiat	mg	5.000,00	4.472,16
Fosfor	g	5,69	5,09	Fytase (3.1.3.26) Ronozyme NI	FYT	1.500,00	1.341,65
Ford. fosfor v/0% fytase	g	3,12	2,79	-- Andet --			
Ford. fosfor, 100 % fytase	g	3,47	3,10	Opl. fibre	g	31,9	28,6
Ford. fosfor, 150 % fytase	g	3,56	3,18	Uopl. fibre	g	109,3	97,7
Ford. fosfor, 200 % fytase	g	3,62	3,23	Kartoffelprotein	Ja/Nej	0,0100	0,0089



Recipe 2: 40209357-e99 Smågrise 15-30 kg 2023, Magnesiumprojekt

Name	Tilsbæk Glad Gris ApS	Tlf. / mobil	40209357 / 40209357
Adresse	Enghaven 5, 3550 Slangerup	Email	michael@tilsbaek.dk

Code	Name	Pct	Mængde
40209357-06	Glad Gris, Vår byg 2023	25,000	25,000
40209357-08	Glad Gris, Hvede 2023	44,100	44,100
612-0	SOJASKRÅFODER, afskallet toastet, Middel proteinindhold	23,100	23,100
885-0	VEGETABILSK OLIE OG FEDTSTOF, Soja	1,800	1,800
40209357-x981	minbl. småg. 15-30 kg, mix 3, Forsøg 08-04-2024	6,000	6,000
		100,000	100,000

Nutrient		Pr. kg	Pr. energi	Nutrient		Pr. kg	Pr. energi
Tørstof	%	86,4	86,4	Ford. fosfor, 300 % fytase	g	3,45	3,20
FEsvin ny	FEsv	1,078	1,000	Ford. fosfor, 400 % fytase	g	3,49	3,24
FE so 2023	FEso	1,074	0,997	Magnesium	g	1,63	1,51
Råaske	%	5,75	5,34	Natrium	g	2,48	2,30
St. F. Råprotein	g	163,26	151,52	Klorid	g	3,11	2,88
Råprotein	%	18,66	17,32	-- Mikromineraler --			
Råfedt	%	3,90	3,62	Mn, tilsat	mg	43,10	40,00
Træstof	%	3,30	3,06	Fe, tilsat	mg	161,63	150,00
-- Aminosyrer --				Cu, tilsat	mg	90,00	83,53
Lysin	g	14,08	13,07	Zn, tilsat	mg	107,75	100,00
Methionin	g	4,67	4,34	Jod - Tilsat	mg	0,86	0,80
Methionin + Cystin	g	7,80	7,23	Se, tilsat	mg	0,40	0,37
Treonin	g	8,98	8,33	-- Vitamin --			
Tryptofan	g	3,00	2,79	A-vitamin, tilsat	1000 i.e	5,39	5,00
Valin	g	9,44	8,76	D3- vitamin, tilsat	1000 i.e	0,54	0,50
St. Ford. lysin	g	12,93	12,00	E-vitamin/dl-alfa-tokoferol, tils	mg	140,08	130,00
St. Ford. methionin	g	4,41	4,09	K3-vitamin, tilsat	mg	4,31	4,00
St. Ford. methionin+cystin	g	7,00	6,50	B1-vitamin/ Thiamin, tilsat	mg	2,16	2,00
St. Ford. treonin	g	7,97	7,40	B2-vitamin/Riboflavin, tilsat	mg	4,31	4,00
St. Ford. tryptofan	g	2,72	2,52	B6-vitamin/ Pyridoxin, tilsat	mg	3,23	3,00
St. Ford. Isoleucin	g	6,30	5,85	B12-vitamin, tilsat	mg	0,02	0,02
St. Ford Leucin	g	11,23	10,42	D-pantotensyre, tilsat	mg	10,78	10,00
St. Ford. Histidin	g	3,80	3,53	Niacin, tilsat	mg	21,55	20,00
St. Ford. Fenylanin	g	7,58	7,03	Biotin vitamin H, tilsat	mg	0,22	0,20
St. Ford. Fenyl.+Tyrosin	g	12,43	11,54	-- Tilsætningsstoffer --			
St. Ford Valin	g	8,19	7,60	Beta xylanase (3.2.1.8)	U	4.000,00	3.712,29
-- Makromineraler --				Benzosyre	mg	5.000,00	4.640,36
Calcium	g	8,30	7,70	Calciumformiat	mg	5.000,00	4.640,36
Fosfor	g	5,34	4,96	Fytase (3.1.3.26) Ronozyme NI	FYT	1.500,00	1.392,11
Ford. fosfor v/0% fytase	g	2,83	2,62	-- Andet --			
Ford. fosfor, 100 % fytase	g	3,20	2,97	Opl. fibre	g	35,0	32,5
Ford. fosfor, 150 % fytase	g	3,30	3,06	Uopl. fibre	g	114,7	106,5
Ford. fosfor, 200 % fytase	g	3,37	3,12				



Info

08-04-2024 09:33:59

Udskrevet af KIK