

12 Vergleich unterschiedlicher Magnesiumquellen in der Ferkelaufzucht

L. Gloede¹, D. I. Jost², F. M. Augusto², K. Fenske³, M. Lütke-Dörhoff³, H. Westendarp³

¹ Bernhard Kreiling GmbH & Co. KG, Kreilings Weg 11, 49593 Bersenbrück

² K+S Minerals and Agriculture GmbH, Bertha-von-Suttner-Str. 7, 34131 Kassel

³ Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Hochschule Osnabrück, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück, h.westendarp@hs-osnabrueck.de

1. Einleitung

In der Ferkelaufzucht (FAZ) führt das Absetzen von der Sau, der Umstellungsstress, der Futterwechsel und die neue Gruppenbildung zu einem gestressten Allgemeinzustand der Ferkel vor allem zu Beginn der FAZ. Dadurch sind eine nachteilige Wirkung auf das Immunsystem, Durchfallerkrankungen und Kannibalismus sowie eine verminderte Wachstumsleistung, welche sich bis in die Mast ziehen kann, zu erwarten (Heimendahl 2019, Pluske 2021). Da Magnesium (Mg) bekanntermaßen an einer Vielzahl von Prozessen im Nervensystem und der Muskulatur beteiligt ist, werden in der Praxis bei auffallenden größeren Einschnitten spezielle Absetzfutter gefüttert, welche in der Regel auch einen höheren Gehalt an organisch gebundenem Mg zur Entspannung der Tiere beinhalten. Bisherige Untersuchungen zu Magnesiumquellen sind lediglich vereinzelt zur Fleischqualität in der Schweinemast (D'souza et al. 1999), zu Geburtsparametern in der Sauenhaltung (Zang et al. 2014) oder dem Immunglobulinspiegel in der Sauenmilch (Hou et al. 2014) vorhanden. In der FAZ sind bis auf einen Versuch von Tabeling et al. (2024) keine Mg-Fütterungsversuche bekannt. Wenn in einem Standardferkelfutter Magnesium zum Einsatz kommt, ist es häufig Magnesiumoxid (MgO; ca. 51 % Mg). Tabeling et al. (2024) setzten neben der Kontrolle (0,75 kg MgO/t) in einer Versuchsvariante wasserfreies Magnesiumsulfat (MgSO₄, ca. 20 %) ebenfalls mit 0,75 kg/t ein. Natürliche Quellen von Magnesiumsulfat sind Kieserit (MgSO₄ • H₂O), Bittersalz (MgSO₄ • 7H₂O) oder Doppelsalze wie Kainit (KMgCl(SO₄) • 3 H₂O) oder Langbeinit (K₂Mg₂(SO₄)₃) (SICIUS 2021, WIBERG 2007). Neben signifikant besseren Zunahmen in der 3. Phase der FAZ konnten numerisch positive Effekte auf den Stresslevel der Ferkel und den Futteraufwand festgestellt werden.

Nach einer umfangreichen Praxisbefragung wurden für den vorliegenden Versuch die Dosierungen im Vergleich zu Tabeling et al. (2024) leicht angepasst. Organisch gebundene Magnesiumquellen sind für den grundsätzlichen Einsatz in der Fütterung aus Kostengründen nicht geeignet und wurden daher nicht für den Praxisversuch in Betracht gezogen.

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Bestätigung der ersten positiven Ergebnisse mit wasserfreiem Magnesiumsulfat in der FAZ im Vergleich zu einer Variante, in der der Austausch von Mg-Oxid gegen wasserfreies Mg-Sulfat kostenneutral vorgenommen wurde. Zudem sollte die Negativkontrolle klären, ob der native Gehalt an Mg im Futter für den physiologischen Bedarf der Tiere unter Praxisbedingungen ausreichend ist.

2. Material und Methoden

Auf einem Praxisbetrieb wurde ein Fütterungsversuch mit 384 abgesetzten Ferkeln durchgeführt. Die Tiere konnten aus einer Absetzgruppe von 1150 Ferkeln ausgewählt werden. Dabei wurden pro Variante jeweils 12 Tiere in acht Buchten (n= 96, N=384) gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Unter Berücksichtigung des Gewichts (7,38 kg im Mittel pro Variante) erfolgte dabei eine Zuteilung auf vier Behandlungen:

- Negativkontrolle (NK): Keine Mg-Supplementierung
- Kontrolle (K): 0,50 kg MgO/t Mischfutter
- Versuch 1 (V1): 0,35 kg MgSO₄/t Mischfutter
- Versuch 2 (V2): 0,50 kg MgSO₄/t Mischfutter

Die Fütterung erfolgte in drei Phasen mit abrupten Futterwechseln zu den Wiegungen. Zum Einsatz kamen praxisübliche Mischfutter. Zu den erfassten Daten, die am 0., 14., 30. und 48. Tag erhoben wurden, zählte der nichtinvasive Stressparameter **Cortisol im Speichel**, die **Ohr-/Schwanz-/Flankenbonitur** und die Leistungsparameter **Lebendgewicht (LG)**, **Tägliche Zunahmen (TZ)**, **Futteraufnahme (FA)** und **Futteraufwand**. Der Cortisolgehalt wurde nach Speichelgewinnung durch Kauen auf einem Baumsollseil mittels ELISA an der TiHo Hannover pro Bucht untersucht. Die Wiegungen und Bonituren wurden auf Einzeltierbasis durchgeführt. Das Futter wurde manuell vorgelegt, sodass die FA und der Futteraufwand pro

Bucht und Phase erfasst wurde. Die tägliche Datenerfassung erfolgte in den Gesundheitsparametern **Medikamenteneinsatz, Verletzungen, Kotkonsistenz und Verluste**. Die Tiere wurden in den bestehenden Gruppen in die Schweinemast umgestallt und alle 4 Varianten mit einem Mastfutter ohne Mg-Additive versorgt. Gegen Ende der Mast wurde an Tag 120 eine weitere Einzeltierwiegung durchgeführt. Für die Berechnung des IOFC (Income over feed cost) wurden die in der Ferkelpreisnotierung üblichen Zuschläge (0,75 €/kg ab 30 kg LG) und Mg-Produktpreise aus August 2024 (MgO:42,5 €/dt und wasserfreies MgSO₄: 60,40 €/dt) verwendet. Dabei wurden die realen Futtermittelkosten der Varianten angesetzt und ein Futterkostenszenario von 52,00 € für FAZ 1, 45,00 € für FAZ 2 und 42,00 € für FAZ 3 angesetzt. Ab einem p-Wert von $p \leq 0,05$ wurde die Nullhypothese, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen bestehen, verworfen. Die Auswertung der Cortisolgehalte im Speichel und der Leistungsparameter erfolgte mittels einer ein- bzw. mehrfaktorieller ANOVA.

3. Ergebnisse

Der Nachweis der Magnesiumsupplementierung wurde durch den Gehalt an Magnesium im Futter erbracht, da sich der Magnesiumgehalt der beiden Produkte deutlich voneinander unterscheidet. Die analysierten Magnesiumgehalte der eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Magnesiumgehalte (%) in den eingesetzten Ferkelaufzuchtfuttern der drei Futterphasen

Phase	Mg	NK	K	V1	V2
Tag 0-14	(%)	0,103	0,128	0,110	0,113
Tag 15-30	(%)	0,120	0,146	0,127	0,130
Tag 31-48	(%)	0,134	0,161	0,141	0,144

Gehalte auf Basis 88 % Trockensubstanz, Mg: Magnesium, NK: Negativkontrolle, K: Kontrolle, 0,5 kg MgO/t, V1: 0,35 kg MgSO₄/t, V2: 0,5 kg MgSO₄/t

Die Cortisolgehalte im Speichel der Ferkel waren in der Variante V2 tendenziell ($p=0,077$) geringer als in der Kontrollvariante (Tabelle 2).

Tabelle 2: Einfluss der Magnesiumquelle und -dosierung auf den Stressstatus von Aufzuchtferkeln

Parameter	Einheit	NK (n=8)	K (n=8)	V1 (n=8)	V2 (n=8)	p
Cortisolgehalt im Speichel						
Tag 14	ng/ml	4,19	3,73	3,86	3,11	0,346
Tag 30	ng/ml	3,57	4,24	3,40	2,69	0,077
Tag 48	ng/ml	5,20	4,12	5,09	4,71	0,624

NK: Negativkontrolle, K: Kontrolle, 0,5 kg MgO/t, V1: 0,35 kg MgSO₄/t, V2: 0,5 kg MgSO₄/t

Die Variante V2 zeigte in der ersten Phase der FAZ signifikant höhere Zunahmen und ein höheres Lebendgewicht an Tag 14 als die Negativkontrolle und Kontrolle (MgO). In der zweiten Phase der Ferkelaufzucht waren die Zunahmen der Kontrollvariante mit MgO im Vergleich zur Negativkontrolle signifikant höher. In der letzten Phase lag die Kontrollvariante in den TZ numerisch niedriger als die anderen drei Varianten. Die Zunahmen in der Mast waren in allen vier Varianten ähnlich (Tabelle 3). Die Leistungen (TZ und Futtermittelverbrauch) über die gesamte Ferkelaufzucht waren in der Variante V2 numerisch besser als in der Kontrollvariante (MgO).

Gleichermaßen verteilt über alle 3 Phasen der Ferkelaufzucht konnten in Summe für die Varianten NK=2, K=7, V1=12, V2=10 Ohr-/Schwanz- und Flankenläsionen verzeichnet werden. In der Durchfallbonitur gab es in allen 4 Varianten in der ersten Phase jeweils 7 Bonituren die auffällig waren. Die Medikamentengabe beschränkte sich auf 3 verschiedene Präparate. Die Behandlungshäufigkeit der Varianten lag unabhängig des Präparats bei: NK=22, K=22, V1=9, V2=10. Daraus ergeben sich in den Varianten NK und K für die IOFC-Berechnung 10 Cent höhere Behandlungskosten.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung (IOFC) inklusive Behandlungskosten zeigt einen Vorteil von 52 Cent/Tier für die V2-Variante gegenüber der Kontrolle. Die Negativkontrolle und die kostenneutrale Variante V1 waren pro Ferkel gut 20 Cent wirtschaftlicher als die Kontrollvariante mit Magnesiumoxid (Tabelle 4).

Tabelle 3: Einfluss der Magnesiumquelle und -dosierung auf die Leistung von Aufzuchtferkeln

Parameter	Einheit	NK (n=94)	K (n=95)	V1 (n=93)	V2 (n=94)	p
Tägliche Zunahmen (TZ) und Lebendgewicht (LG)						
LG Tag 14	kg	10,37 ^a	10,37 ^a	10,58 ^{ab}	10,83 ^b	0,002
LG Tag 30	kg	18,71	19,42	19,16	19,35	0,082
LG Tag 48	kg	32,63	32,80	32,97	33,15	0,744
LG Tag 120	kg	110,0	111,3	111,2	111,2	0,620
TZ Tag 0-14	g/Tag	211 ^a	211 ^a	225 ^{ab}	244 ^b	0,002
TZ Tag 15-30	g/Tag	521 ^a	566 ^b	536 ^{ab}	532 ^{ab}	0,002
TZ Tag 31-48	g/Tag	773	744	767	767	0,193
TZ Tag 0-48	g/Tag	525	529	532	536	0,744
TZ Tag 49-120	g/Tag	1073	1090	1086	1084	0,616
Parameter	Einheit	NK	K	V1	V2	p
Tägliche Futtermittelaufnahme (n=8 pro Variante)						
Tag 01-14	g/Tag	306	298	315	321	0,133
Tag 15-30	g/Tag	777	822	801	793	0,189
Tag 31-48	g/Tag	1374	1376	1381	1355	0,815
Futtermittelaufwand (n=8 pro Variante)						
Tag 01-14	kg/kg	1,45	1,43	1,41	1,32	0,168
Tag 15-30	kg/kg	1,49	1,45	1,49	1,50	0,504
Tag 31-48	kg/kg	1,78	1,86	1,80	1,77	0,384
Tag 0-48	kg/kg	1,65	1,66	1,65	1,63	0,634

NK: Negativkontrolle, K: Kontrolle, 0,5 kg MgO/t, V1: 0,35 kg MgSO₄/t, V2: 0,5 kg MgSO₄/t, signifikante Unterschiede sind mit hochgestellten Buchstaben (a, b) gekennzeichnet ($p \leq 0,05$)

Tabelle 4: Einfluss der Magnesiumquelle und -dosierung auf die Wirtschaftlichkeit (IOFC) der FAZ

Parameter	Einheit	NK	K	V1	V2
Mischfutterkosten	Differenz zur Kontrolle (Cent/dt)	-21,3	0,0	+1,0	+9,0
Futtermittelaufnahme	kg/Tier	41,45	42,09	42,08	41,57
Futterkosten	Differenz zur Kontrolle (Cent/Tier)	-36,9	0,0	+1,0	+16,3
Endgewicht	kg/Tier	32,63	32,80	32,97	33,15
Mehrerlös	Differenz zur Kontrolle (Cent/Tier)	-12,7	0,0	12,1	25,9
IOFC	Differenz zur Kontrolle (Cent/Tier)	24,2	0,0	11,2	42,2
IOFC ¹	Differenz zur Kontrolle (Cent/Tier)	24,2	0,0	21,2	52,2

¹inklusive 10 Cent weniger Behandlungskosten in den Varianten V1 und V2; NK: Negativkontrolle, K: Kontrolle, 0,5 kg MgO/t, V1: 0,35 kg MgSO₄/t, V2: 0,5 kg MgSO₄/t, FAZ: Ferkelaufzucht

4. Diskussion

Die positiven Einzelergebnisse (Stresslevel, Zunahmen, Behandlungen) der beiden wasserfreien Magnesiumsulfatdosierungen (V1 und V2) zeigen gleichgerichtete, aufeinander aufbauende Effekte in den einzelnen Parametern. Magnesiumsulfat könnte demnach zu weniger Stress für die Tiere führen, wodurch sich möglicherweise die geringeren Behandlungen und höheren Zunahmen erklären lassen. Im Vergleich zeigen die Tiere der V2-Variante in der ersten Phase der FAZ signifikant bessere Zunahmen, bei Tabeling et al. (2024) in der dritten Phase der FAZ, wird der Absatzstress für die Tiere sicherlich in der ersten Phase am höchsten sein. Bisherige Veröffentlichungen zu MgO und MgSO₄ lassen nur schwer eine klare Schlussfolgerung zu, wie der positive Effekt des wasserfreien Magnesiumsulfats zustande kommt. MgO ist als anorganisches Mg-Quelle nur sehr schwer löslich (Ammermann et al. 1972) und damit weniger verfügbar als organische Mg-Quellen wie Fumarate, Laktate oder Citrate (Simon 2008), was für eine geringere Absorption und Verfügbarkeit für das Ferkel spricht. Das eingesetzte wasserfreie Magnesiumsulfat ist sehr leicht

löslich, sobald es in Verbindung mit Wasser kommt (Ammermann et al. 1972). Im Vergleich weist das Magnesiumsulfat (ca. 20 % Mg) jedoch einen deutlich geringeren Magnesiumgehalt auf als das Magnesiumoxid (ca. 51 % Mg). Der Mg-Bedarf eines Aufzuchtferkels ist wenig beschrieben und liegt laut National Research Council (2012) bei 0,36 g Mg/Tag bei einem Ferkel mit einem Gewicht von 11-25 kg und laut Van Heugten (2009) bei 0,04 % Mg im Futter, was in etwa deckungsgleich ist. Demnach sind die nativen Magnesiumgehalte im Futter (Tabelle 1) in der vorliegenden Studie bedarfsdeckend und trotzdem sind Effekte des Magnesiumsulfats sichtbar. Zudem wirkt MgO stark puffernd (Ungemach 2003) und könnte bei der noch geringen Magensäureproduktion des jungen Ferkels problematisch für die Enzymaktivität sein und zu Verdauungsschwierigkeiten führen, da dadurch auch die pH-Wert-abhängigen Enzymaktivitäten gesenkt werden (Manners 1976). Damit stellt sich die Frage, inwieweit sich der Einsatz von Magnesiumoxid und Magnesiumsulfat bei einem Mastschwein mit voll ausgebildetem Verdauungstrakt und höherer Magensäureproduktion auswirkt, ggf. auch mit einer Gewöhnungsphase in der FAZ und anschließender Schweinemast.

In der zweiten Phase (Tag 15-30) deuten die signifikant höheren Zunahmen in der Kontrollgruppe (K) auf ein typisches kompensatorisches Wachstum hin, da diese Variante in der ersten Phase ihr Potential nicht ausschöpfen konnte.

Der höhere IOFC von 52 Cent pro Ferkel ist nicht unerheblich und bedeutet für einen Praxisbetrieb mit beispielsweise 1000 abgesetzten Ferkeln pro Woche jährlich einen Mehrerlös von 27.040 €.

5. Fazit

Der Einsatz von Magnesiumsulfat (0,5 kg/t) führte zu...

1. ... tendenziell geringeren Cortisolgehalten (Tag 30, p=0,077).
2. ... signifikant höheren Tageszunahmen (Tag 0-14, p=0,023).
3. ... numerisch geringerem Medikamenteneinsatz.
4. ... ökonomischen Vorteilen (verbesserter IOFC).

Damit wurden die Ergebnisse von Tabeling et al. (2024) bestätigt. Weiterhin bleibt die Forschungsfrage offen, wie sich der Einsatz von Magnesiumsulfat in der Schweinemast auswirkt.

6. Literatur

- Ammermann, C.B., Chicco, C.F., Loggins, P.E., Arrington, L.R. (1972): Availability of Different Inorganic Salts of Magnesium to Sheep. *Journal of Animal Science*, Volume 34, Issue 1, 122–126, <https://doi.org/10.2527/jas1972.341122x>
- D'souza, D.N., Warner, R.D., Dunshea, F.R., Leury, B.J. (1999): Comparison of different dietary magnesium supplements on pork quality. *Meat Science*, 51(3):221-5, doi: 10.1016/s0309-1740(98)00110-7
- Heimendahl, E. (2019): Oxidativer Stress beim Schwein. https://www.3drei3.de/artikel/oxidativer-stress-bei-schweinen_2236/ (Zugriff am 10.03.2025)
- Hou, W.X., Cheng, S.Y., Liu, S.T., Shi, B.M., Shan, A.S. (2014): Dietary Supplementation of Magnesium Sulfate during Late Gestation and Lactation Affects the Milk Composition and Immunoglobulin Levels in Sows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(10), 1469-1477, doi: 10.5713/ajas.2014.14190
- Manners, M.J. (1976): The development of digestive function in the pig. *Proceedings of the Nutrition Society*, 35(1), 49-55, doi:10.1079/PNS19760008
- Pluske, J. (2021): Absetzstress bei Ferkeln: Was wissen wir und was können wir tun? https://www.3drei3.de/artikel/absetzstress-bei-ferkeln-was-wissen-wir-und-was-konnen-wir-tun_3213/ (Zugriff am 10.03.2025)
- Sicius, H. (2021): *Handbuch der chemischen Elemente*. Berlin: Springer Spektrum Verlag
- Simon, A. (2008): Mineralstoffe und Wasser. In: Jeroch, H., Drochner, W., Simon, O. (Hrsg.) „Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere“. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 64-86
- Tabeling, T.J., Jost, D.I., Fenske, K., Lütke-Dörhoff, M., Westendarp, W. (2024): Magnesium reduziert Stress bei Ferkeln. *Feedmagazine*, 1-2, 15-20
- Ungemach, F.R. (2003): Magen-Darm-wirksame Pharmaka. In: Löscher, W., Ungemach, F.R., Kroker, R. (Hrsg.) „Pharmakologie bei Haus- und Nutztieren“. Berlin: Blackwell Verlag, 183-203
- Wiberg, N. (2007): *Hollemann Wiberg Lehrbuch der anorganischen Chemie*. Berlin: de Gruyter Verlag
- Zang, J., J. Chen, J. Tian, A. Wang, H. Liu, S. Hu, X. Che (2014): Effects of magnesium on the performance of sows and their piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1):39. doi: 10.1186/2049-1891-5-39