

Versuchsbericht

Phosphorreduzierte Fütterung bei Mastschweinen (Schweinefütterungsversuch S 142)

Dr. W. Preißinger, S. Scherb

1 Einleitung

Im Rahmen der Novellierung der Düngeverordnung sollen die Länder insbesondere in Gebieten mit phosphatbelasteten Gewässern Maßnahmen zur Phosphatbegrenzung ergreifen können. Es gilt deshalb, die Ausscheidungen über die Tiere zu minimieren. Die Mast von Schweinen mit sehr geringen Mengen an bzw. gänzlich ohne mineralischen Phosphor wird deshalb propagiert. Aus Versuchen aber auch aus der Praxis wird von guten Leistungen bei reduzierten Phosphorgehalten berichtet (Stalljohann und Schulze Langenhorst 2011; Stalljohann 2015). Auch in Versuchen aus Schwarzenau zeigte der gänzliche Verzicht auf mineralischen Phosphor keine negativen Effekte (Nüsslein et al., 2017, Preißinger et al., 2018a, b). In einem weiteren Versuch wurde geprüft, ob sich diese positiven Ergebnisse wiederholen lassen.

2 Versuchsdurchführung

Der Mastversuch wurde am Staatsgut Schwarzenau der Bayerischen Staatsgüter durchgeführt. Dazu wurden 96 Mastläufer der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Versuchsgruppen aufgeteilt:

- A, Kontrolle: 18 % Ca + 1,5 % P im Mineralfutter während der gesamten Mast
- B, P-Reduzierung 1: 18 % Ca + 1,5 % P im Mineralfutter von 30 bis 90 kg LM
16 % Ca + 0 % P im Mineralfutter von 90 bis 120 kg LM
- C, P-Reduzierung 2: 18 % Ca + 1,5 % P im Mineralfutter von 30 bis 60 kg LM
16 % Ca + 0 % P im Mineralfutter von 60 bis 120 kg LM
- D, P-Reduzierung 3: 16 % Ca + 0 % P im Mineralfutter während der gesamten Mast

Die Mastschweine wurden in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Betonspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 69 Tage alt und wogen zwischen 28 und 29 kg. Pro Gruppe wurden 2 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Der Versuch gliederte sich in 3 Mastphasen. Die Futterzuteilung erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futterverwiegung für das Einzeltier (Compi-

dent MLP, Schauer Agrotech, GmbH). Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. Während des Versuchs wurde der Kot der Tiere in der Bucht einmal pro Woche bonitiert (Note 1=hart bis 4=wässrig).

Bei Erreichen von ca. 120 kg LM wurden die Mastschweine nach der Richtlinie der Mastleistungsprüfung (BRS, 2019) an drei Terminen im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet.

Die Futtermischungen wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LFL in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012). Kalkulierte und analysierte Gehaltswerte wurden mittels der Analysenspielfläche des VDLUFA (VDLUFA, 2019) abgeglichen. Die Schätzung der ME erfolgte anhand der Mischfutterformel (GfE, 2008).

Die Versuchsrationen basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot und Mineralfutter. Es wurden zwei verschiedene Mineralfuttertypen eingesetzt. Typ 1 enthielt 18 % Ca und 1,5 % P. Typ 2 enthielt 16 % Ca und keinen P. Die Zusammensetzungen und kalkulierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung und kalkulierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen

Mastabschnitt		30-60 kg LM	60-90 kg LM	90-120 kg LM
Gerste	%	36	42	45,5
Weizen	%	44	44	45,5
Sojaöl	%	0,5	0,5	0,5
Sojaextr.-Schrot 44% Rohprotein	%	16,5	10,5	5,5
Mineralfutter*, Typ 1 bzw. Typ 2	%	3	3	3
ME	MJ	13,0	13,0	13,0
Rohprotein	g/kg	171	151	139
Lysin	g/kg	10,9	9,5	8,4
Methionin + Cystin	g/kg	6,3	5,8	5,5
Threonin	g/kg	6,6	5,9	5,2
Tryptophan	g/kg	2,2	1,9	1,7
Ca / P (Gruppe A)	g/kg	7,0 / 4,1	6,8 / 4,0	6,8 / 3,8
Ca / P (Gruppe B)	g/kg	7,0 / 4,1	6,8 / 4,0	6,0 / 3,4
Ca / P (Gruppe C)	g/kg	7,0 / 4,1	6,2 / 3,5	6,0 / 3,4
Ca / P (Gruppe D)	g/kg	6,4 / 3,6	6,2 / 3,5	6,0 / 3,4

* beide Typen (18 % Ca / 1,5 % P bzw. 16 % Ca / 0 % P a)

mit: 12 % Lysin, 2,5 % Methionin, 3,5 % Threonin, 0,2 % Tryptophan, 16667 FTU 3-Phytase (4a27),

Nach der Räumung des Versuchsabteils wurde aus dem Güllekanal unter den Gruppen A und B sowie dem unter den Gruppen C und D eine Gülleproben gezogen, tiefgefroren und an die Firma Bonalytic nach Troisdorf gesandt. Die Gülleinhaltsstoffe wurden nach DIN EN ISO 11885 ermittelt. Trockensubstanz und organische Trockensubstanz nach DIN EN 12880 und DIN EN 12879.

2.1 Versuchsablauf

Aufgrund eines PIA-Ausbruchs (Porcine Intestinale Adenomatose) mussten sämtliche Tiere medikamentös behandelt werden. Acht Tiere aus den Gruppen B, C und D wurden zusätzlich wegen Streptokokken (Extremitäten) behandelt. Aufgrund von PIA schied jeweils ein Tier aus Gruppe B und D aus. Ein Tier aus Gruppe B verendete. Insgesamt wurden 93 der 96 eingestellten Tiere ausgewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Futteruntersuchungen

In Tabelle 2 sind die analysierten Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermischungen angeführt. Beim Vergleich der analysierten mit den kalkulierten Inhaltsstoffen lagen die Rohproteingehalte mit Ausnahme des Mittelmastfutters von Versuchsgruppe C und D und des Endmastfutters von Gruppe A innerhalb der vorgegebenen Analysenspielräume. In den angeführten Futtermischungen wurden geringfügig niedrigere Rohproteingehalte analysiert. Auch die Aminosäuregehalte lagen mit nur einer Ausnahme (niedrigerer Lysingehalt im Anfangsmastfutter von Gruppe A) innerhalb der vorgegebenen Analysenspielräume, auch wenn insbesondere die Gehalte an Cystin sich eher im unteren Bereich bewegten. Bei den versuchsrelevanten Phosphorgehalten lagen die analysierten Gehalte durchgehend innerhalb der Analysenspielräume. Die Abstufung der P-Gehalte in den Futtermischungen konnte bestätigt werden. Beim Kalzium lagen die kalkulierten Gehaltswerte in den Mittel- und Endmastmischungen innerhalb der Analysenspielräume. In den Anfangsmastfuttermitteln waren die analysierten Ca-Gehalte niedriger als vorab kalkuliert.

Tabelle 2: *Analysierte Gehaltswerte der Mastfutter (Angaben bei 88 % TM)*

Mastabschnitt Gruppe		30-60 kg LM		60-90 kg LM		90-120 kg LM	
		A, B, C	D	A, B	C, D	A	B, C, D
Trockenmasse ¹	g	889	890	894	891	891	889
Rohasche	g	43	43	44	42	41	42
Rohprotein	g	170	168	149	137	130	134
Rohfaser	g	39	39	34	37	34	36
Rohfett	g	24	27	28	23	27	28
Stärke	g	467	470	486	496	514	500
Zucker	g	20	20	17	13	14	15
aNDFom	g	133	129	127	129	132	140
ADFom	g	53	56	47	49	46	48
Energie							
ME	MJ	13,3	13,3	13,4	13,1	13,3	13,3
Mineralstoffe							
Kalzium	g	5,6	5,3	7,3	6,3	6,9	5,9
Phosphor	g	4,0	3,6	4,0	3,3	3,8	3,3
Natrium	g	1,3	1,3	1,7	1,6	1,5	1,5
Magnesium	g	2,7	2,8	2,7	2,4	2,6	2,5
Kalium	g	6,9	7,1	5,9	5,6	5,2	5,2
Kupfer	mg	14	20	17	20	19	21
Zink	mg	92	95	105	95	88	100
Aminosäuren							
Lysin	g	9,3	9,9	9,6	8,9	8,1	7,9
Methionin	g	2,8	3,0	2,9	2,7	2,4	2,4
Cystin	g	2,7	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5
Threonin	g	5,7	6,0	5,3	5,5	4,9	4,9
Tryptophan	g	2,1	2,1	1,5	1,7	1,6	1,7

¹ Angabe in der Frischmasse

3.2 Mastleistungen

Die Mastleistungen, der Futtermittelverbrauch sowie der Futteraufwand und der Aufwand an ME pro kg Zuwachs können Tabelle 3 entnommen werden. Die täglichen Zunahmen bewegten sich im Mittel mit 722 g in Gruppe B bis 766 g in Gruppe A auf einem insgesamt auch für Abrufstationen eher niedrigen Niveau.

Während des Versuches wurden an der Wetterstation Schwarzenau der LfL an 67 Versuchstagen Höchsttemperaturen von über 25 C gemessen. Davon wurden an 26 Tage Temperaturen über 30°C und an 3 Tage über 40°C ermittelt. Diese langanhaltende Hitzeperiode im Sommer 2019 ist zusammen mit dem angeführten PIA-Ausbruch möglicherweise für das niedrige Leistungsniveau in diesem Durchgang verantwortlich. Signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen wurden während der gesamten Mastdauer nicht gefunden. Statistisch abzusichernde Unterschiede traten nur im mittleren Mastabschnitt auf. In dieser Phase lagen die täglichen Zunahmen in Gruppe A mit 891 g signifikant höher als in den Gruppen B und D mit 770 und 794 g. Gruppe C lag mit 821 g dazwischen. Betrachtet man die dazugehörigen täglichen Zunahmen der Anfangsmast, so sind kompensatorische Effekte für diese Differenzen in Betracht zu ziehen. So wurden in der Anfangsmast in Gruppe A 679 g, in Gruppe B 705 g in Gruppe C 694 g und in Gruppe D 714 g erzielt.

In der Endmast lagen die täglichen Zunahmen der Gruppen B, C und D mit Werten zwischen 694 und 699 g nahe beieinander. In Gruppe A wurden um ca. 50 g höhere Zunahmen in diesem Abschnitt erreicht. Der Verlauf der LM-Entwicklung ist in Abbildung 1 dargestellt.

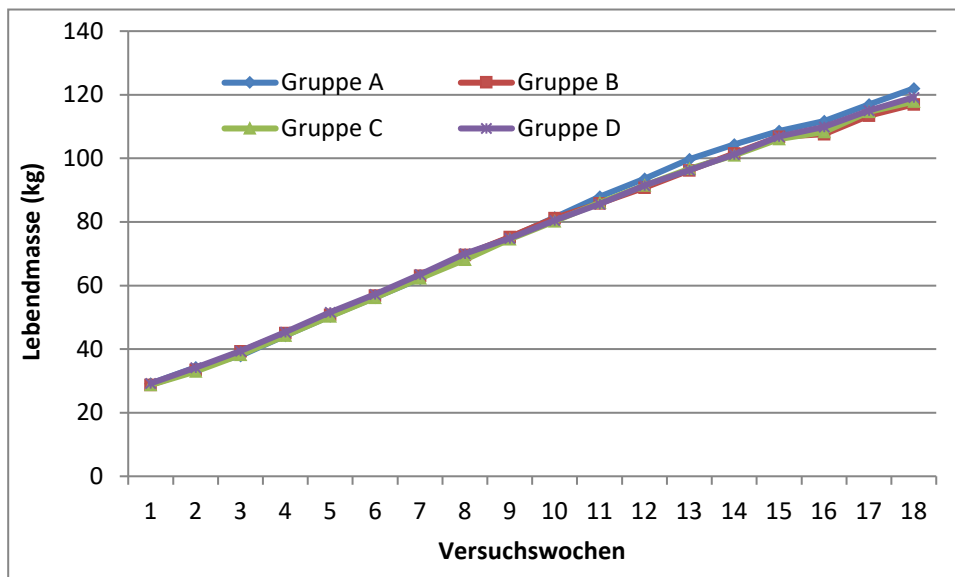


Abbildung 1: Entwicklung der Lebendmasse während des Versuchs

Mit Werten um 1,7 kg pro Tier und Tag war in der Anfangsmast in allen Versuchsgruppen kein Effekt auf den Futterabruf zu erkennen. In der Mittelmast war mit 2,4 g der Futterabruf in Gruppe A signifikant höher als in den Gruppen B, C und D und Werten zwischen 2,1 und 2,2 kg. In der Endmast wurde in Gruppe A mit etwa 2,5 kg pro Tag signifikant mehr Futter abgerufen als in den Gruppen B und C mit jeweils knapp 2,3 kg. Der Futterabruf von Gruppe B lag mit 2,34 kg dazwischen. Im Versuchsmittel wurde in den Gruppen A und D rund 2,1 kg und in den Gruppen B und C etwa 2,0 kg Futter abgerufen. Die Unterschiede zwischen der Gruppe A und den Gruppen B und C waren signifikant. Den Verlauf des Futterabrufes während des Versuchs zeigt Abbildung 2.

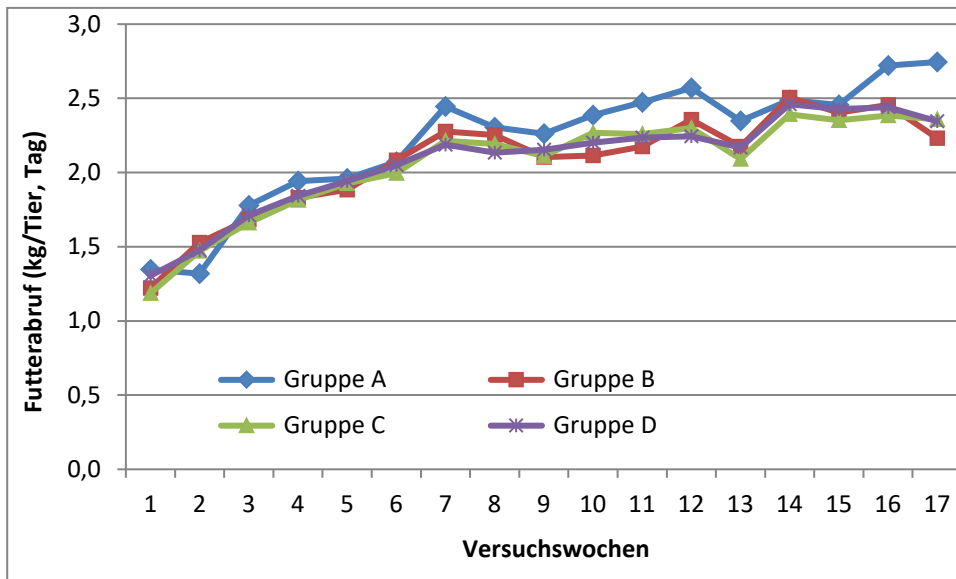


Abbildung 2: Verlauf des Futterabrufs während des Versuchs (880 g TM)

Im Mittel der Mast errechnete sich in allen Gruppen ein Futteraufwand von etwa 2,8 kg pro kg Zuwachs. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant. Auch in der Mittel- und Endmast ergaben mit Werten zwischen 2,68 und 2,82 kg bzw. 3,24 und 3,40 kg keine signifikanten Unterschiede. Lediglich zu Mastbeginn zeigte sich in Gruppe A mit 2,50 kg ein gegenüber den Gruppen B (2,37 kg) und C (2,41 kg) ein signifikant höherer Futteraufwand. Der Wert in Gruppe D lag mit 2,43 kg dazwischen.

Vergleichbar dem Futterabruf war die Aufnahme an ME. Mit Werten zwischen 22 und 23 MJ pro Tier und Tag war in der Anfangsmast in allen Versuchsgruppen kein Effekt zu erkennen. In der Mittelmast war die Aufnahme an ME in Gruppe A um 2 bis 3 MJ pro Tier und Tag höher als in den Gruppen B, C und D. Die Unterschiede waren zum Teil signifikant. Auch in der Endmast war mit etwa 33 MJ die ME-Aufnahme in Gruppe A an höchsten. In den Gruppen B und C belief sich diese auf rund 30 MJ, in Gruppe D auf 31 MJ. Die Unterschiede zwischen der Gruppe A und den Gruppen B und C erwiesen sich als signifikant. In der gesamten Mast hatten die Tiere von Gruppe A mit 28,6 MJ die höchste ME-Aufnahme, gefolgt von denen der Gruppe D mit 27,4 MJ. Tiere der Gruppen B und C nahmen 26,7 bzw. 26,8 MJ ME pro Tag auf. Die Unterschiede zur Gruppe A ließen sich statistisch absichern.

Im Versuchsmittel errechnete sich in allen Gruppen ein Aufwand von rund 37 MJ ME pro kg Zuwachs. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant. Auch in der Mittel- und Endmast ergaben mit Werten zwischen 35,8 und 37,6 MJ bzw. 43,1 und 45,3 MJ keine signifikanten Unterschiede. Analog zum Futteraufwand errechnete sich zu Mastbeginn in Gruppe A mit 33,3 MJ ein gegenüber den Gruppen B (31,6 MJ) und C (32,0 MJ) statistisch höherer Aufwand an ME pro kg Zuwachs. Der Aufwand an ME in Gruppe D lag mit 32,3 MJ dazwischen.

Auf die Bewertung der Kotbeschaffenheit in den Buchten zeigte die unterschiedliche P-Versorgung keinen Effekt. Im Mittel des Versuchs wurde der Kot in Gruppe A mit 2,0 und der in den Gruppen B, C und D mit 2,1 als normal bewertet. Höhere Bonituren gab es während des PIA-Geschehens in den Buchten der Gruppen B, C und D.

Tabelle 3: Tägliche Zunahmen, Futterabruf sowie Futter- und Energieaufwand (LSQ-Mittelwerte)

Gruppe		A	B	C	D	p ¹⁾
Tiere, ausgewertet	n	24	22	24	23	
Lebendmasse						
Beginn	kg	28,8	27,9	27,9	28,8	0,435
Futterwechsel 1	kg	60,7	61,1	60,5	62,4	0,659
Futterwechsel 2	kg	91,9	88,0	89,3	90,2	0,282
Ende	kg	121,3	117,7	119,3	118,7	0,179
Zuwachs						
Anfangsmast	kg	31,9	33,2	32,6	33,6	0,553
Mittelmast	kg	31,2 ^a	27,0 ^b	28,7 ^{ab}	27,8 ^b	0,017
Endmast	kg	29,4	29,6	30,0	28,5	0,853
Gesamt	kg	92,5	89,7	91,4	89,9	0,317
Mastdauer	Tage	122	125	125	123	0,374
Tägliche Zunahmen						
Anfangsmast	g	679	705	694	714	0,553
Mittelmast	g	891 ^a	770 ^b	821 ^{ab}	794 ^b	0,017
Endmast	g	753	699	694	695	0,294
Gesamt	g	766	722	733	732	0,142
Futterabruf pro Tag						
Anfangsmast	kg	1,70	1,67	1,67	1,73	0,674
Mittelmast	kg	2,37 ^a	2,14 ^b	2,19 ^b	2,19 ^b	0,027
Endmast	kg	2,48 ^a	2,25 ^b	2,28 ^b	2,34 ^{ab}	0,036
Gesamt	kg	2,15 ^a	2,00 ^b	2,02 ^b	2,07 ^{ab}	0,047
Futtermittel pro kg Zuwachs						
Anfangsmast	kg	2,50 ^a	2,37 ^b	2,41 ^b	2,43 ^{ab}	0,028
Mittelmast	kg	2,70	2,82	2,69	2,80	0,341
Endmast	kg	3,29	3,24	3,40	3,40	0,732
Gesamt	kg	2,81	2,78	2,77	2,82	0,469
ME-Aufnahme pro Tag						
Anfangsmast	MJ	22,6	22,2	22,2	23,0	0,661
Mittelmast	MJ	31,6 ^a	28,6 ^b	28,7 ^b	28,8 ^b	0,012
Endmast	MJ	33,1 ^a	30,0 ^b	30,3 ^b	31,1 ^{ab}	0,034
Gesamt	MJ	28,6 ^a	26,7 ^b	26,8 ^b	27,4 ^{ab}	0,036
ME-Aufwand pro kg Zuwachs						
Anfangsmast	MJ	33,3 ^a	31,6 ^b	32,0 ^b	32,3 ^{ab}	0,029
Mittelmast	MJ	35,8	37,6	35,4	36,8	0,285
Endmast	MJ	43,8	43,1	45,3	45,2	0,736
Gesamt	MJ	37,4	37,0	36,5	37,4	0,396

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

3.3 Schlachtleistungen

Die Schlachtleistungsparameter sind in Tabelle 4 dargestellt. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Das bezahlungsrelevante Merkmal Muskelfleischanteil war mit Werten zwischen 60,3 % in Gruppe B und 60,6% in allen anderen Gruppen im Geschlechtermix als hoch einzustufen. Gleiches galt auch für den Fleischanteil im Bauch mit Werten zwischen 59,7 % (Gruppe A) und 61,6 % (Gruppe C).

Tabelle 4: Schlachtleistungsparameter (LSQ-Mittelwerte)

		A	B	C	D	p ¹⁾
Schlachtgewicht	kg	98,9	97,0	96,9	97,6	0,453
Ausschlachtung	%	81,5	82,4	81,3	82,2	0,050
Rückenmuskelfläche	cm ²	62,5	62,5	61,6	62,0	0,965
Fettfläche	cm ²	17,1	15,7	15,2	15,8	0,162
Muskelfleischanteil	%	60,6	60,3	60,6	60,6	0,947
Fleisch i. Bauch	%	59,7	61,4	61,6	61,3	0,329

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

In Tabelle 5 sind ausgewählte Inhaltsstoffe der Gülle für jeweils zwei Versuchsgruppen dargestellt. Die Unterschiede waren bei N- und P eher gering. Bezogen auf die Trockenmasse war in Gruppe A in der Gülle etwas mehr an Gesamt-N als in der Gülle von Gruppe B. Beim Gehalt an NH₄-N verhielt es sich umgekehrt.

Tabelle 5: Analysierte Inhaltsstoffe der angefallenen Gülle

Bezugsgröße Gruppen		Frischmasse		Trockenmasse	
		A + B (P hoch)	C + D (P niedrig)	A + B (P, hoch)	C + D (P niedrig)
Trockensubstanz	%	3,0	2,1	-	-
org. Trockensubstanz	%	1,9	1,3	-	-
N-gesamt	g/kg	4,0	2,9	132,0	139,0
NH ₄ -N	g/kg	2,5	2,0	81,4	97,2
P	g/kg	0,65	0,43	21,5	20,5
P ₂ O ₅	g/kg	1,48	0,98	49,3	47,0
K	g/kg	2,6	2,3	87,1	108
K ₂ O	g/kg	3,2	2,7	105,0	130
Mg	g/kg	0,7	0,5	22,9	25,6
MgO	g/kg	1,1	0,9	38,0	42,4
Ca	g/kg	0,8	0,6	27,1	28,2
CaO	g/kg	1,1	0,8	37,9	39,5
S	g/kg	0,2	0,2	8,0	8,6
B	mg/kg	1,5	1,0	48,4	49,9
Cu	mg/kg	5,9	4,6	196,0	219,0
Co	mg/kg	0,04	0,03	1,3	1,3
Mn	mg/kg	26,8	19,2	893,0	917,0
Zn	mg/kg	43,1	31,0	1437,0	1483,0

3.4 Stickstoff- und Phosphorbilanzierung

Die Stickstoff- und Phosphorausscheidungen wurden nach den Vorgaben der DLG (2014) errechnet und sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Da keine Stickstoffreduktion vorgenommen wurde, weichen die Stickstoffausscheidungen in den Testgruppen nur wenig von denen der Kontrollgruppe ab.

Durch Weglassen des mineralischen Phosphors wurden in Abhängigkeit von der Reduzierungsstufe zwischen 13 und 25 % weniger Phosphor in den Testgruppen ausgeschieden.

Tabelle 6: Stickstoff- und Phosphorausscheidungen)

		A	B	C	D
% P im Min.-Futter		1,5/1,5/1,5	1,5/1,5/0	1,5/0/0	0/0/0
N-Aufnahme pro Tier	kg	6,19	6,01	6,02	5,98
N-Ansatz pro Tier	kg	2,37	2,30	2,34	2,30
N-Ausscheidung pro Tier	kg	3,82	3,71	3,68	3,68
N-Ausscheidung relativ	%	100	97	96	96
P-Aufnahme pro Tier	g	1024	936	906	871
P-Ansatz pro Tier	g	472	458	466	459
P-Ausscheidung pro Tier	g	552	478	440	412
P-Ausscheidung relativ	%	100	87	80	75

4 Fazit/Zusammenfassung

Wie in vorausgegangenen Fütterungsversuche in Schwarzenau (Preißinger, 2019a) führte auch im vorliegenden Versuch eine Reduzierung des P-Gehaltes im Mineralfutter zu keiner signifikanten Verminderung der Mast- und Schlachtleistung. Das niedrige Zunahmenniveau ist einem PIA-Ausbruch sowie einer langanhaltenden Hitzeperiode geschuldet. Um den P-Gehalt in den einzelnen Phasen der Mast reduzieren zu können, muss man die P-Gehalte der eingesetzten Futterkomponenten kennen. Entsprechende Futteruntersuchungen sind deshalb unumgänglich. Selbstverständlich gehört zur P-reduzierten Fütterung auch der Einsatz moderner Phytasen. Im Versuch konnten die P-Ausscheidungen um bis zu 25 % reduziert werden.

5 Literatur

- BRS (Bundesverband Rind und Schwein e.V), Hrsg. 2019: Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein (Stand: 09.04.2019)
- DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage DLG e.V., DLG-Verlag Frankfurt a. Main.
- GfE (2008): Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.
- Nüßlein, A.; Preißinger, W.; Durst, L.; Propstmeier, G.; Scherb, S. (2018): Unterschiedliche Gehalte an mineralischen Phosphor für Schweine – Auswirkungen auf zootechnische Parameter, Knochenzusammensetzung und Exterieur. In Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 149-152
- Preißinger, W., Propstmeier, G, Scherb, S. (2019a): Reduzierung des Phosphors im Mineralfutter für Mastschweine - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung und Schlachtkörperqualität. Tagungsband 57. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tier-ernährung (BAT) e.V., 224 – 231
- Preißinger, W., Propstmeier, G, Scherb, S. (2019b): Unterschiedliche Kalziumgehalte im Mineralfutter bei phosphorreduzierter Fütterung in der Schweinemast – Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung und Schlachtkörperqualität. Tagungsband 57. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V, 233 – 237
- Stalljohann, G.; Schulze Langenhorst, C. (2011); Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 11, 2011, S.48-49.

Stalljohann, G. (2015): Gut füttern mit weniger N und P. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 29, 2015, S.39-41.

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

VDLUFA (2019) Analysenspielräume (ASR), Version 12 (2019). www.vdlufa.de