

Versuchsbericht

Phosphor- und stickstoffangepasste Fütterung von Mastschweinen – Umsetzung eines speziellen Fütterungskonzeptes

(Schweinefütterungsversuche S 153 und S 157, projektbegleitend zu „adapted feeding“)

Dr. W. Preißinger und S. Scherb

1 Einleitung

Aufgrund der sich immer mehr verschärfenden Umwelt- und Düngegesetzgebung (DÜV, StoffBilV, NEC-Richtlinie, TA-Luft) wird es immer wichtiger, die Stickstoff- (N) und Phosphor- (P) Ausscheidungen durch die Tiere zu minimieren. Vor diesem Hintergrund wurde von der IS-Forschung ein Fütterungskonzept entwickelt, das auf geringere Anteile an Eiweißfuttermitteln (Sojaextraktionsschrot) und niedrigere Gehalte an Spurenelementen in Rationen für Schweine ausgerichtet ist. Dieses Konzept wird in der Praxis bei Selbstmischern über ein spezielles Mineralfutter (Natupig M120) umgesetzt. Dadurch kann zum Beispiel der Anteil an Eiweißfuttermitteln wie zum Beispiel Sojaextraktionsschrot um 2 bis 3 Prozentanteile in Rationen für Mastschweine abgesenkt werden. In Schwarzenau wurden zwei Fütterungsversuche durchgeführt, um dieses Konzept zu testen.

2 Versuchsdurchführung

Die Fütterungsversuche wurden mit Mastschweinen am Ausbildungs- und Versuchszentrum des Staatsguts Schwarzenau der Bayerischen Staatsgüter durchgeführt. Dazu wurden jeweils 192 Tiere der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Versuchsgruppen aufgeteilt:

- Mast mit herkömmlichem Mineralfutter („ISF DYN M120“) - Kontrollgruppe
- Mast mit speziellem Mineralfutter (NATUPIG M120“) - Testgruppe

Die Mastschweine wurden in 16 Buchten zu je 12 Tieren auf Betonspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn zehn Wochen alt und hatten im Mittel eine LM von 33 kg (Versuch 1) bzw. von 30 kg (Versuch 2). Die Versuche gliederten sich jeweils in drei Fütterungsphasen (30-60 kg, 60-90 kg und 90-120 kg LM). Die Fütterung erfolgte am Langtrog mit Sensorsteuerung (Firma Schauer). Die Flüssigfuttermengen wurden für jede Bucht automatisch verwogen. Die Trockenmassen (TM) der Fließfütterationen wurden wöchentlich bestimmt. Die LM wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst und zur Berechnung der täglichen Zunahmen genutzt. Bei Erreichen von ca. 120 kg LM wurden die Mastschweine nach den Richtlinien der Mastleistungsprüfung (Bundesverband Rind und Schwein, 2019) an fünf (Versuch 1)

bzw. vier (Versuch 2) Terminen im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet. Aufgrund der Covid-19-Pandemie kam es in beiden Versuchen zu Verzögerungen beim Schlachten.

Im Verlauf von Versuch 1 mussten krankheitsbedingt zwei Tiere der Test- und ein Tier der Kontrollgruppe aus dem Versuch genommen werden. Im Versuch 2 trat in einer Bucht vermehrt Schwanzbeißen auf, so dass drei Tiere der Testgruppe aus dem Versuch genommen werden mussten.

Die Schlachtgewichte (SG) und die Muskelfleischanteile (MFA) wurden mit einer in Bayern verbreiteten Abrechnungsmaske (Erzeugergemeinschaft Franken-Schwaben, 2019) verglichen. Das Optimum der SG lag zwischen 84 kg und 110 kg. Der Basispreis errechnete sich bei 57 % MFA. Die Systemgrenzen lagen zwischen 84 kg und 120 kg SG bei 61 % MFA. Unter 84 kg SG wurden maximal 57 % MFA berücksichtigt.

Nach der Räumung des Versuchsabteils wurde der Gülleanfall pro Behandlungsgruppe anhand der Füllstände und der Kubaturen der vier Güllekanäle des Abteils ermittelt. Unter den Buchten jeder Versuchsgruppe befanden sich dabei zwei Güllekanäle, die gegenüber Güllezu- und Gülleabfluss gesichert waren. Aus jedem Güllekanal wurde nach dem Homogenisieren der Gülle mittels einer Rührvorrichtung (Jet-Mix, Fa Brand) an vier Stellen Gülle entnommen und zu einer Sammelprobe pro Gruppe vereint. Somit entstand pro Gruppe eine Sammelprobe aus insgesamt acht Einzelproben. Die Proben wurden tiefgefroren und an die Firma Bonalytic nach Troisdorf (Versuch 1) bzw. Wahlstedt (Versuch 2) gesandt. Die Gülle wurden nach DIN EN ISO 11885 analysiert. Trockensubstanz und organische Trockensubstanz wurden nach DIN EN 12880 und DIN EN 12879 ermittelt. Die Güllemengen wurden nach dem Abteilwaschen ermittelt.

Die Versuchsrationen wurden in Zusammenarbeit mit der IS-Forschung berechnet, in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Laboranalytik (AL) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Grub nach Methoden des VDLUFA (2012) analysiert. Analysierte und kalkulierte Nährstoffgehalte wurden anhand ihrer Analysenspielräume (ASR) abgeglichen (VDLUFA, 2022). Die Schätzung der ME erfolgte anhand der Mischfutterformel (GfE, 2008). Die Saldierung von N und P wurde nach den Vorgaben der DLG von 2014 durchgeführt.

Die Rationen basierten auf Getreide (Gerste, Weizen, Körnermais), Sojaextraktionsschrot (SES) mit 44 % Rohprotein und den entsprechenden Mineralfuttermitteln (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Deklaration der eingesetzten Mineralfutter

		Kontrolle: ISF DYN M120	Testgruppe: Natupig M120
Kalzium	%	19,0	17,5
Phosphor	%	2,5	1,0
Natrium	%	6,0	6,5
Magnesium	%	2,0	2,0
Lysin	%	12,0	12,0
Methionin	%	3,0	3,0
Threonin	%	4,5	4,5
Tryptophan	%	0,2	0,2
Vitamin A	IE	185.700	185.700
Vitamin D	IE	57.140	57.140
Vitamin E	mg	6.000	6.000
Eisen	mg	3.333	1.200
Zink	mg	3.000	850 als Zn-Bislysinat
Mangan	mg	2.667	250
Kupfer	mg	500	250 als Cu-Bilysinat
Jod	mg	50	50
Selen	mg	12	12
6-Phytase (EC 3.1.3.26/4a27)	FTU	10.000	33.333

Die Zusammensetzungen und kalkulierten Inhaltsstoffe der Versuchsrationen beider Versuche sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Versuchsrationen und kalkulierte Nährstoffgehalte der Rationen von Versuch 1 (Angaben bei 88 % TM)

		Anfangsmast durchgängig¹⁾		Mittelmast				Endmast durchgängig²⁾	
		Kontrolle	Test	bis Nov. 2020¹⁾		ab Dez. 2020²⁾		Kontrolle	Test
Sojaextraktionsschrot	%	16,5	14,5	13,5	11,0	15,5	13,0	11,0	8,0
Körnermais	%	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Gerste	%	26,0	26,0	30,5	30,5	30,5	30,	30,0	35,0
Weizen	%	34,2	36,2	33,0	35,5	31,0	34,0	36,0	34,0
ISF DYN M120 ³⁾	%	3,3		3,0		3,0		3,0	
Natupig M120 ³⁾	%		3,3		3,0		3,0		3,0
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,0
Rohprotein	g	163	156	152	144	153	144	137	126
Lysin	g	11,2	10,7	10,1	9,5	10,3	9,7	9,2	8,5
Kalzium	g	7,1	7,0	6,4	6,3	6,5	6,3	6,4	6,3
Phosphor	g	4,3	3,7	4,1	3,5	4,1	3,6	3,9	3,4
Kupfer	mg	23	13	21	12	21	12	21	12
Zink	mg	119	47	112	44	116	47	114	45

¹⁾ Getreide aus Ernte 2019, ²⁾ Getreide aus Ernte 2020, ³⁾ siehe Tabelle 1

Tabelle 3: Zusammensetzung der Versuchsrationen und kalkulierte Nährstoffgehalte der Rationen von Versuch 2 (Angaben bei 88 % TM)

		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		Kontrolle	Test	Kontrolle	Test	Kontrolle	Test
Sojaextraktionsschrot	%	20,2	18,2	16,3	13,8	13,5	10,5
Körnermais	%	17	17	15	15	15	15
Gerste	%	23,5	25,5	30,7	33,2	32,5	35,5
Weizen	%	36	36	35	35	36	36
ISF DYN M120 ¹⁾	%	3,3		3		3	
Natupig M120 ¹⁾	%		3,3		3		3
ME	MJ	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Rohprotein	g	162	155	149	141	140	130
Lysin	g	11,5	11,0	10,3	9,7	9,6	9,0
Kalzium	g	7,1	7,0	6,4	6,4	6,4	6,3
Phosphor	g	4,2	3,6	4,0	3,5	3,9	3,4
Kupfer	mg	24	14	22	13	22	13
Zink	mg	120	50	115	46	114	45

¹⁾ siehe Tabelle 1

3 Ergebnisse

3.1 Futteruntersuchungen

3.1.1 Versuch 1

In Tabelle 4 sind die analysierten Nährstoffgehalte der im Versuch 1 eingesetzten Rationen angeführt. Dabei stimmten die meisten der analysierten Inhaltsstoffe im Rahmen ihrer ASR gut mit den kalkulierten Werten überein. Beim Lysin und Kalzium lagen von jeweils nur zwei Mischungen die Analysenwerte knapp außerhalb der jeweiligen ASR. Beim Lysin betraf es die beiden Mittelmastfutter und beim Kalzium das Mittelmastfutter der Test- sowie das Endmastfutter der Kontrollgruppe. Die analysierten Rohprotein-gehalte waren durchgehend niedriger als kalkuliert. Dennoch lagen diese nur im Anfangs- und Endmastfutter der Kontrollgruppe sowie im Mittelmastfutter der Testgruppe knapp außerhalb des ASR. Die ermittelten Gehalte an ME lagen um 0,2 MJ bis 0,4 MJ höher als kalkuliert.

Tabelle 4: *Analysierte Nährstoffgehalte der Mastfutter von Versuch 1 (Angaben bei 88 % TM)*

		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		Kontrolle	Test	Kontrolle	Test	Kontrolle	Test
Trockenmasse ¹⁾	g	894	892	891	894	895	895
Rohasche	g	46	47	42	42	45	42
Rohprotein	g	152	149	146	133	128	122
Rohfaser	g	34	34	41	38	33	35
Rohfett	g	27	27	31	30	28	29
Stärke	g	498	499	490	509	522	529
Zucker	g	16	15	15	13	20	19
aNDFom	g	109	120	132	127	125	122
ADFom	g	58	51	61	55	55	54
ME	g	13,4	13,3	13,2	13,2	13,3	13,3
Kalzium	g	6,9	7,5	6,4	7,0	7,3	6,9
Phosphor	g	4,0	3,8	4,2	3,6	3,9	3,5
Natrium	g	2,1	2,2	1,8	2,0	2,2	2,1
Magnesium	g	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9
Kalium	g	6,4	6,5	6,7	6,0	5,8	5,4
Kupfer	mg	22	14	20	14	21	13
Zink	mg	123	54	105	51	118	49
Lysin	g	10,8	9,7	8,8	8,0	8,4	9,5
Methionin	g	3,0	2,8	2,4	2,3	2,7	2,8
Cystin	g	2,8	2,6	2,5	2,1	2,4	2,7
Threonin	g	6,6	6,1	5,5	4,9	5,2	5,5
Tryptophan	g	1,9	2,0	1,8	1,7	1,5	1,6
N	g	24	24	23	21	21	20
P ₂ O ₅	g	9,1	8,8	9,5	8,3	9,0	8,0

¹⁾ g in der Frischmasse

3.1.2 Versuch 2

In Tabelle 5 sind die analysierten Nährstoffgehalte der eingesetzten Rationen von Versuch 2 angeführt. Auch im Versuch 2 stimmten die meisten der analysierten Inhaltsstoffe im Rahmen ihrer ASR gut mit den kalkulierten Werten überein. Beim Lysin und Zink lag von jeweils nur einer Mischungen der Analysenwert außerhalb der jeweiligen ASR. Beim Lysin betraf dies das Endmastfutter der Testgruppe und beim Zink das Endmastfutter der Kontrollgruppe mit jeweils höheren Werten. Die analysierten Kalziumgehalte waren hingegen nahezu durchgängig höher als kalkuliert und lagen mit Ausnahme des Anfangsmastfutters der

Kontrollgruppe außerhalb des ASR. Die ermittelten Gehalte an ME lagen nahe an den kalkulierten Werten. Die Abweichungen betragen maximal 0,2 MJ ME pro kg und waren mit Ausnahme von Fütterungsphase 2 in beiden Gruppen in etwa gleich groß.

Tabelle 5: *Analysierte Nährstoffgehalte der Mastfutter von Versuch 2 (Angaben bei 88 % TM)*

		Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		Kontrolle	Test	Kontrolle	Test	Kontrolle	Test
Trockenmasse ¹⁾	g	885	884	886	883	885	886
Rohasche	g	49	50	47	45	45	46
Rohprotein	g	157	148	144	140	134	129
Rohfaser	g	36	43	40	39	38	39
Rohfett	g	29	28	26	26	26	27
Stärke	g	470	478	480	483	503	507
Zucker	g	24	22	17	17	18	17
aNDFom	g	124	134	126	125	116	120
ADFom	g	53	58	53	51	47	47
ME	g	13,3	13,0	13,0	13,1	13,1	13,1
Kalzium	g	7,8	8,4	7,7	7,2	7,3	7,8
Phosphor	g	4,1	3,7	4,2	3,8	4,1	3,7
Natrium	g	2,3	2,3	2,3	2,0	2,5	2,3
Magnesium	g	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1
Kalium	g	7,0	6,8	6,8	6,7	6,2	5,9
Schwefel	g	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4
Eisen	mg	290	226	262	217	254	206
Kupfer	mg	23	14	25	14	23	14
Zink	mg	120	48	130	53	135	51
Mangan	mg	118	35	122	39	112	38
Lysin	g	11,5	10,8	10,0	9,2	10,5	10,7
Methionin	g	3,0	2,7	2,5	2,4	2,9	3,0
Cystin	g	2,7	2,5	2,8	2,8	2,7	2,7
Threonin	g	6,7	6,4	4,8	4,7	6,2	6,0
Tryptophan	g	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,6
N	g	25,5	23,5	23,0	22,5	21,3	20,7
P ₂ O ₅	g	9,5	8,4	9,6	8,5	9,2	8,3

¹⁾ in der Frischmasse

3.2 Mastleistungen, Futter- und ME-Effizienz

Die Mastleistungen, der Futterverbrauch sowie der Futter- und ME-Aufwand sind in Tabelle 6 für beide Versuche zusammengestellt.

Tabelle 6: Mastleistungen, Futterverbrauch sowie Futter- und ME-Aufwand (LS-Means)

	Versuch 1			Versuch 2		
	Kontrolle	Test	p ¹⁾	Kontrolle	Test	p ¹⁾
Tiere (ausgewertet)	95	94		96	93	
Lebendmasse (kg)						
Start	33,0	32,8	0,569	30,0	30,0	0,997
Futterumstellung 1	66,2 ^b	69,0 ^a	<0,001	59,4	59,2	0,768
Futterumstellung 2	89,0 ^b	91,3 ^a	0,018	88,0	86,7	0,173
Ende	129,0	128,0	0,313	125,3 ^b	127,1 ^a	0,020
Zuwachs (kg)						
Anfangsmast	33,1 ^b	36,1 ^a	<0,001	29,4	29,2	0,678
Mittelmast	22,8	22,3	0,138	28,5 ^b	27,5 ^a	0,036
Endmast	40,0 ^b	36,7 ^a	<0,001	37,4 ^b	40,4 ^a	0,003
gesamt	95,9	95,2	0,387	95,3 ^b	97,0 ^a	0,040
Tageszunahmen (g)						
Anfangsmast	789 ^b	860 ^a	<0,001	840	833	0,678
Mittelmast	1087	1062	0,138	1019 ^b	981 ^a	0,036
Endmast	942 ^b	862 ^a	<0,001	859 ^b	939 ^a	<0,001
Gesamt	907	900	0,592	894	914	0,058
Mastdauer (Tage)						
Endmast	44	44	0,850	45	44	0,490
gesamt	107	107	0,850	108	106	0,490
Futterverbrauch (kg/Tier, Tag)						
Anfangsmast	2,02	2,11	0,262	1,96 ^b	1,69 ^a	0,035
Mittelmast	2,80	2,79	0,956	2,46	2,58	0,449
Endmast	3,32 ^b	2,97 ^a	0,007	3,95	3,64	0,367
gesamt	2,70	2,59	0,207	2,89	2,69	0,271
Futteraufwand (kg/kg Zuwachs)						
Anfangsmast	2,53 ^b	2,42 ^a	0,027	2,34 ^b	2,02 ^a	<0,001
Mittelmast	2,56	2,61	0,587	2,40	2,61	0,088
Endmast	3,59	3,51	0,440	4,60 ^b	3,87 ^a	0,010
gesamt	2,97 ^b	2,88 ^a	0,044	3,22 ^b	2,92 ^a	0,011
ME-Aufnahme (MJ/Tier, Tag)						
Anfangsmast	27,0	28,1	0,295	26,0 ^b	21,9 ^a	0,018
Mittelmast	36,9	36,8	0,980	32,1	33,7	0,420
Endmast	44,2 ^b	39,4 ^a	0,006	51,7	47,6	0,346
gesamt	35,9	34,4	0,186	37,9	35,3	0,252
ME-Aufwand (MJ/kg Zuwachs)						
Anfangsmast	33,8 ^b	32,3 ^a	0,019	31,0 ^b	26,2 ^a	<0,001
Mittelmast	33,7	34,4	0,557	31,2	34,1	0,078
Endmast	47,7	46,6	0,382	60,3 ^b	50,5 ^a	0,009
gesamt	39,5 ^b	38,2 ^a	0,034	42,3 ^b	38,3 ^a	0,010

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit; Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant (p<0,05)

3.2.1 Versuch 1

3.2.1.1 Tägliche Zunahmen

Die täglichen Zunahmen lagen im Versuchsmittel mit 900 g in der Test- und mit knapp 910 g in der Kontrollgruppe auf einem ansprechenden Niveau. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant.

In der ersten Fütterungsphase bis ca. 67 kg LM lagen die Tageszunahmen in der Testgruppe mit 860 g signifikant höher als in der Kontrollgruppe mit rund 790 g. In der anschließenden Phase bis 90 kg LM wurden Tageszunahmen von 1087 g (Kontrollgruppe) und 1062 g (Testgruppe) realisiert. Der Unterschied

war statistisch nicht signifikant. In der letzten Mastphase ab 90 kg LM lagen die Tageszunahmen in der Kontrollgruppe mit 942 g signifikant höher als in der Testgruppe mit 862 g.

3.2.1.2 Futterverbrauch und Aufnahme an ME

Im Mittel lag der Futterverbrauch pro Tier und Tag bei 2,6 kg in der Test- und bei 2,7 kg in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

In Fütterungsphase 1 wurden zwischen 2,0 kg und 2,1 kg und in Fütterungsphase 2 in beiden Gruppen rund 2,8 kg Futter verbraucht. Ein signifikanter Unterschied ergab sich in Fütterungsphase 3 mit 3,0 kg in der Test- und 3,3 kg in der Kontrollgruppe. Durch den reduzierten Anteil an SES in der Ration wurden pro Mastschwein rechnerisch 8 kg bzw. 21 % weniger an SES verbraucht.

Analog zum Futterverbrauch zeigten sich die kalkulierten Aufnahmen an ME pro Tier und Tag. Im Mittel lag die ME-Aufnahme bei 34 MJ in der Test- und bei 36 MJ in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

In Fütterungsphase 1 wurden zwischen 27 MJ und 28 MJ und in Fütterungsphase 2 rund 37 MJ rechnerisch an ME aufgenommen. Ein signifikanter Unterschied ergab sich in Fütterungsphase 3 mit 39 MJ in der Testgruppe und 44 MJ in der Kontrollgruppe.

3.2.1.3 Futteraufwand und Aufwand an ME pro kg Zuwachs

Im Mittel zeigte sich in der Testgruppe mit 2,9 kg ein signifikant niedrigerer Futteraufwand pro kg Zuwachs als in der Kontrollgruppe mit 3,0 kg.

In Fütterungsphase 1 wurde in der Testgruppe mit 2,4 kg ein signifikant niedrigerer Futteraufwand pro kg Zuwachs festgestellt als in der Kontrollgruppe mit 2,5 kg. In den folgenden Mastabschnitten zeigten sich keine statistisch abzusichernden Unterschiede. In Fütterungsphase 2 lag der Futteraufwand pro kg Zuwachs in beiden Gruppen bei ca. 2,6 kg und in Fütterungsphase 3 zwischen 3,5 kg und 3,6 kg.

Mit dem Aufwand an ME pro kg Zuwachs verhielt es sich analog. Im Mittel zeigte sich in der Testgruppe mit 38 MJ ein signifikant niedrigerer ME-Aufwand pro kg Zuwachs als in der Kontrollgruppe mit 40 MJ.

In Fütterungsphase 1 wurde in der Testgruppe mit 32 MJ ein signifikant niedrigerer ME-Aufwand pro kg Zuwachs festgestellt als in der Kontrollgruppe mit 34 MJ. In den folgenden Mastabschnitten zeigten sich keine statistisch abzusichernden Unterschiede. In Fütterungsphase 2 lag der ME-Aufwand pro kg Zuwachs in beiden Gruppen bei 34 MJ und in Fütterungsphase 3 zwischen 47 MJ und 48 MJ.

3.2.2 Versuch 2

3.2.2.1 Tägliche Zunahmen

Die täglichen Zunahmen lagen im Mittel mit 914 g in der Test- und mit 894 g in der Kontrollgruppe trotz auftretenden Schwanzbeißen auf einem ansprechenden Niveau. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant.

In der ersten Fütterungsphase bis ca. 60 kg LM zeigten sich mit Tageszunahmen von 833 g und 840 g noch keine Unterschiede. In Fütterungsphase 2 wurden mit knapp 1020 g in der Kontrollgruppe signifikant höhere Tageszunahmen erzielt als in der Testgruppe mit 981 g. In Fütterungsphase 3 kehrte sich das Geschehen um. So wurden in dieser Phase in der Testgruppe mit knapp 940 g um 80 g höhere Tageszunahmen erzielt als in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war signifikant.

3.2.2.2 Futterverbrauch und Aufnahme an ME

Im Mittel lag der Futterverbrauch bei 2,7 kg in der Test- und bei 2,9 kg in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

Ein signifikanter Unterschied zeigte sich in Fütterungsphase 1 mit 1,7 kg in der Test- und knapp 2 kg in der Kontrollgruppe. In Phase 2 wurden zwischen 2,5 kg und 2,6 kg und in Phase 3 zwischen 3,6 kg und knapp 4,0 kg Futter pro Tier und Tag verbraucht.

Durch den reduzierten Anteil an SES in der Ration wurden pro Mastschwein rechnerisch knapp 12 kg bzw. 24 % weniger an SES verbraucht.

Analog zum Futterverbrauch zeigten sich auch die kalkulierten Aufnahmen an ME pro Tier und Tag. Im Mittel lag die ME-Aufnahme bei 35 MJ in der Test- und bei 38 MJ in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

Ein signifikanter Unterschied ergab sich in Fütterungsphase 1 mit 22 MJ in der Test- und 26 MJ in der Kontrollgruppe. In Phase 2 wurden zwischen 32 MJ und 34 MJ und in Phase 3 zwischen 48 MJ und 52 MJ an ME pro Tier und Tag verbraucht.

3.2.2.3 Futteraufwand und Aufwand an ME pro kg Zuwachs

Im Mittel zeigte sich in der Testgruppe mit 2,9 kg ein signifikant niedrigerer Futteraufwand pro kg Zuwachs als in der Kontrollgruppe mit 3,2 kg.

In Fütterungsphase 1 wurde in der Testgruppe mit 2,0 kg ein signifikant niedrigerer Futteraufwand pro kg Zuwachs festgestellt als in der Kontrollgruppe mit 2,3 kg. In Fütterungsphase 2 zeigten sich mit 2,6 kg und 2,4 kg keine statistisch abzusichernden Unterschiede. In Fütterungsphase 3 lag der Futteraufwand in der Testgruppe bei ca. 3,9 kg und in der Kontrollgruppe bei 4,6 kg. Dieser Unterschied war signifikant.

Mit dem Aufwand an ME pro kg Zuwachs verhielt es sich analog. Im Mittel ergab sich in der Testgruppe mit 38 MJ ein signifikant niedrigerer Aufwand an ME pro kg Zuwachs als in der Kontrollgruppe mit 42 MJ.

In Fütterungsphase 1 wurde in der Testgruppe mit 26 MJ ein signifikant niedriger ME-Aufwand pro kg Zuwachs festgestellt als in der Kontrollgruppe mit 31 ME. In Fütterungsphase 2 zeigten sich mit 34 MJ und 31 MJ keine statistisch abzusichernden Unterschiede. In Fütterungsphase 3 lag der Aufwand an ME in der Testgruppe bei 50 MJ und in der Kontrollgruppe bei 60 MJ. Dieser Unterschied war signifikant.

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse zur Mastleistung für beide Versuche zusammengefasst.

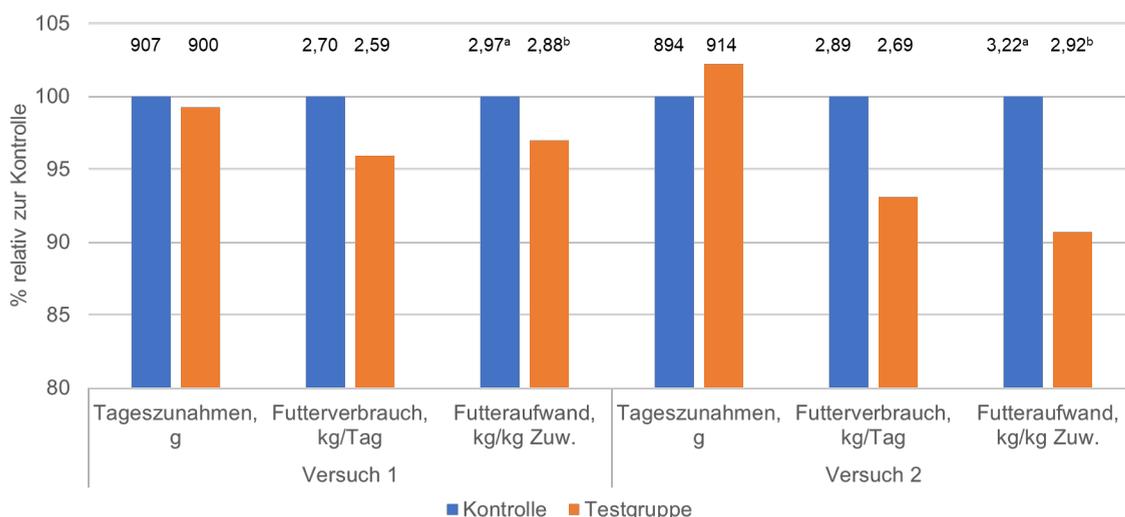


Abbildung 1: Tageszunahmen, Futterverbrauch und Futteraufwand in beiden Versuchen dargestellt relativ zu den Kontrollgruppen

3.3 Schlachtkörperbeurteilung, Verteilung der Schlachtgewichte und Muskelfleischanteile

3.3.1 Schlachtkörperbeurteilung

Im Versuch 1 zeigte sich kein signifikanter Einfluss auf die Schlachtkörpermerkmale. Mit 60,8 % bzw. 60,9 % war der Muskelfleischanteil (MFA) im Mittel als hoch einzustufen. Gleiches galt auch für den Fleischanteil im Bauch mit 57,5 % bzw. 57,9 % (vgl. Tabelle 7). Die SG waren mit durchschnittlich 104 kg in beiden Gruppen hoch.

Im Versuch 2 lagen die SG in der Testgruppe mit durchschnittlich 101,5 kg etwas höher als in der Kontrollgruppe mit 100,7 kg. Die Ausschachtung war mit 79,9 % in der Testgruppe signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe mit 80,4 %. Bei der Fettfläche zeigte sich mit 18,0 cm² in der Testgruppe eine signifikant höhere Ausprägung als in der Kontrollgruppe mit 17,1 cm². Auf das bezahlungsrelevante Merkmal MFA hatte die Art der Fütterung mit 59,3 % bzw. 59,6 % keinen signifikanten Effekt. Gleiches galt auch für den Fleischanteil im Bauch mit 56,8 % bzw. 57,7 %.

Tabelle 7: Schlachtkörperbeurteilung (LS-Means)

		Versuch 1			Versuch 2		
		Kontrolle	Test	p ¹⁾	Kontrolle	Test	p ¹⁾
Schlachtgewicht	kg	104,3	103,8	0,485	100,7	101,5	0,201
Schlachtkörperlänge	mm	1057	1056	0,900	1041	1036	0,104
Ausschachtung	%	80,9	81,2	0,281	80,4 ^a	79,9 ^b	0,019
Rückenmuskelfläche	cm ²	61,1	60,8	0,676	59,7	60,3	0,358
Fettfläche	cm ²	17,6	17,6	0,935	17,1 ^a	18,0 ^b	0,041
Fleisch-Fett-Verh.	1:	0,29	0,29	0,865	0,29	0,30	0,243
Fleischmaß	mm	67,8	67,4	0,748	66,0	65,8	0,782
Speckmaß	mm	13,3	13,3	0,897	14,2	14,6	0,255
Muskelfleischanteil	%	60,9	60,8	0,489	59,6	59,3	0,289
Fleisch i. Bauch	%	57,9	57,5	0,410	57,7	56,8	0,070

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit, Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant (p<0,05)

3.3.2 Verteilung der Schlachtgewichte und Muskelfleischanteile

Aus Tabelle 8 gehen die Verteilungen der SG und der MFA hervor. Trotz der verzögerten Schlachtungen lagen die meisten SG im optimalen Bereich der angeführten Abrechnungsmaske. Im Versuch 1 betraf das 95 % der Schlachtkörper in der Test- und 92 % in der Kontrollgruppe. Die restlichen Schlachtkörper waren schwerer, lagen aber noch innerhalb der Systemgrenze bis 120 kg.

Im Versuch 2 lagen nahezu alle SG im optimalen Bereich, lediglich 1 % der Schlachtkörper der Kontrollgruppe war zu leicht.

Über die angeführte Abrechnungsmaske wurden Auszahlungspreise pro kg Schlachtgewicht berechnet. In beiden Versuchen gab es dabei keine größeren Unterschiede zwischen den Gruppen.

MFA von mehr als 61 % wurden in der angeführten Abrechnungsmaske nicht mehr honoriert. Davon waren im Versuch 1 40 % der Schlachtkörper in der Test- und 44 % in der Kontrollgruppe betroffen. Im Versuch 2 betraf dies 25 % in der Test- und 34 % in der Kontrollgruppe.

Tabelle 8: Verteilung der Schlachtgewichte und des Muskelfleischanteils

		Versuch 1		Versuch 2	
		Kontrolle	Test	Kontrolle	Test
Schlachtgewichte (kg)	50,0 bis 83,9	0	0	1	0
	84,0 bis 110,0	92	95	99	100
	110,1 bis 120,0	8	5	0	0
Muskelfleischanteil (%)	kleiner 52,9	0	0	2	1
	53,0 bis 54,9	1	0	4	1
	55,0 bis 56,9	1	5	11	11
	57,0 bis 60	34	33	36	53
	60,1 bis 61,0	20	21	11	10
	größer 61,0	44	40	34	25

3.4 Gülleanfall und Gülleinhaltsstoffe

Nach Ende von Versuch 1 wurden in beiden Gruppen Güllemengen von jeweils 52,6 m³ ermittelt. Umgerechnet auf die in jeder Gruppe im Mittel eingestellten Schweine waren dies jeweils 0,55 m³ pro Tier.

Nach Versuch 2 wurden in der Testgruppe 49,8 m³ und in der Kontrollgruppe 51,4 m³ Gülle gemessen. Dies waren umgerechnet 0,52 m³ (Testgruppe) bzw. 0,54 m³ (Kontrolle) pro Tier.

Beide Versuche bestätigen Untersuchungen aus Schwarzenau, die in den Jahren 2010 bis 2013 durchgeführt wurden. In elf Mastdurchgängen wurden Güllemengen bestimmt, die in Abhängigkeit von Jahreszeit und Fütterungsverfahren zwischen 0,34 und 0,59 m³ pro Tier lagen (Lindermayer et al., 2013).

Die analysierten Inhaltsstoffe der Gülle sind in Tabelle 9 angeführt. Bezogen auf die TM waren in beiden Versuchen in den Güllen der Testgruppen niedrigere Stickstoff-, Phosphor- und Schwermetallgehalte erkennbar.

So wurden in der Gülle der Testgruppe von Versuch 1 23 % weniger P bezogen auf die TM gefunden. Beim Gesamt-N bzw. Ammonium-N waren es 25 % bzw. 40 % weniger.

In der Gülle der Testgruppe von Versuch 2 wurden 38 % weniger P bezogen auf die TM gefunden. Beim Gesamt-N bzw. Ammonium-N waren es 13 % bzw. 15 % weniger.

In den Güllen der Testgruppen beider Versuche waren insbesondere die Zink-, Kupfer- und Mangangehalte gegenüber denen der Kontrollgruppe deutlich niedriger. So wurden 67 % (Versuch 1) bzw. 66 % (Versuch 2) weniger Zink gefunden. Beim Kupfer belief sich die Verminderung auf 44% (Versuch 1) bzw. 50 % (Versuch 2) und beim Mangan auf 62% (Versuch 1) bzw. 72 % (Versuch 2).

Tabelle 9: Analysierte Inhaltsstoffe der angefallenen Gülle

		Versuch 1				Versuch 2			
		Frischmasse		Trockenmasse		Frischmasse		Trockenmasse	
		Kon- trolle	Test- grupp	Kon- trolle	Test- grupp	Kon- trolle	Test- grupp	Kon- trolle	Test- grupp
Trockenmasse	%	3,63	6,17	-	-	4,20	4,80	-	-
N-gesamt	g/kg	3,32	4,26	91,6	69,0	3,92	3,89	93,4	81,0
NH ₄ -N	g/kg	2,24	2,29	61,6	37,1	3,20	3,10	76,1	64,6
Phosphor	g/kg	0,92	1,20	25,4	19,5	0,89	0,62	21,1	13,0
Kalium	g/kg	2,80	1,54	77,2	24,9	1,86	2,03	44,3	42,3
Magnesium	g/kg	0,81	1,16	22,4	18,8	0,81	0,67	19,3	14,0
Kalzium	g/kg	1,24	2,37	34,2	38,4	1,40	1,48	33,3	30,8
Schwefel	g/kg	0,30	0,38	8,39	6,10	0,32	0,30	7,3	6,3
Kupfer	mg/kg	9,98	9,57	275	155	10,08	5,81	240	121
Mangan	mg/kg	40,0	26,1	1103	423	47,3	14,9	1126	310
Zink	mg/kg	49,8	36,5	1373	591	56,7	22,4	1351	466

3.5 Stickstoff- und Phosphorsaldierung

Die N- und P-Saldierungen für die Versuche sind in Tabelle 10 zusammengestellt und basierten auf den analysierten Werten im Futter sowie dem Futteraufwand und dem Zuwachs. Sowohl bei den kalkulierten N- als auch bei den kalkulierten P-Ausscheidungen waren die Unterschiede in beiden Versuchen gleich gerichtet. So wurden in den Testgruppen geringere N- und P-Ausscheidungen errechnet. Im Versuch 1 reduzierten sich in der Testgruppe die N-Ausscheidungen rechnerisch um 13 % und die P-Ausscheidungen um 22 %. Dabei stimmte die rechnerische Reduzierung des P gut mit dem verminderten Gehalt in der Gülle überein (22 % vs. 23 %). Beim N ist der Vergleich mit der Gülle schwieriger, da Ammoniakemissionen über die Luft auftreten.

Im Versuch 2 reduzierten sich die N-Ausscheidungen in der Testgruppe rechnerisch um 18 % und die P-Ausscheidungen um 27 %.

Tabelle 10: Stickstoff- und Phosphorsaldierung

		Versuch 1		Versuch 2	
		Kontrolle	Testgruppe	Kontrolle	Testgruppe
N-Aufnahme pro Tier	kg	6,34	5,84	6,99	6,23
N-Ansatz pro Tier	kg	2,46	2,44	2,44	2,48
N-Ausscheidung pro Tier	kg	3,88	3,40	4,55	3,75
N-Ausscheidung relativ	%	100	87	100	82
P-Aufnahme pro Tier	g	1140	992	1275	1069
P-Ansatz pro Tier	g	489	486	486	495
P-Ausscheidung pro Tier	g	651	506	789	574
P-Ausscheidung relativ	%	100	78	100	73

In Abbildung 2 ist die N-Saldierung und in Abbildung 3 die P-Saldierung für beide Versuche relativ zu den Kontrollgruppen grafisch dargestellt.

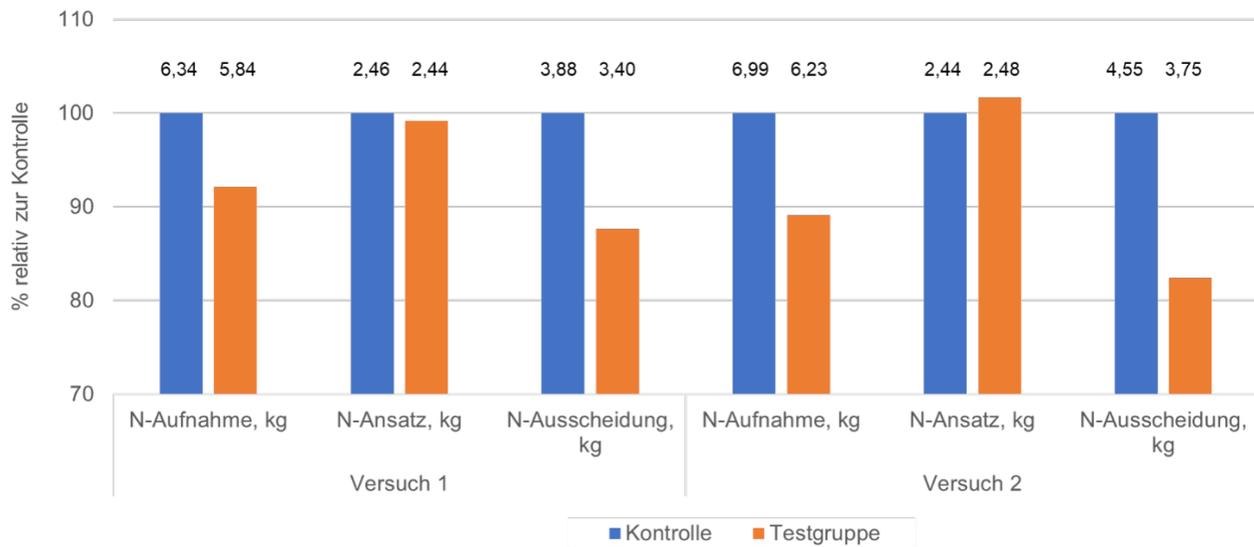


Abbildung 2: N-Aufnahme, N-Ansatz und N-Ausscheidung in beiden Versuchen dargestellt relativ zu den Kontrollgruppen

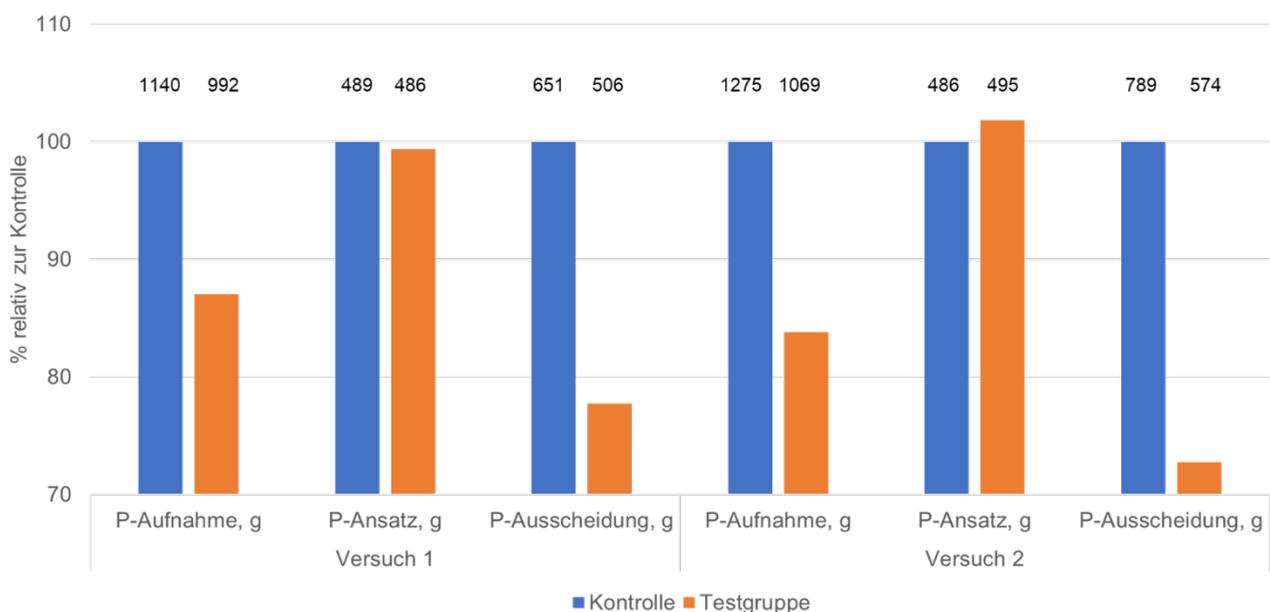


Abbildung 3: P-Aufnahme, P-Ansatz und P-Ausscheidung in beiden Versuchen dargestellt relativ zu den Kontrollgruppen

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Durch den Einsatz des Testfutters „Natupig M120“ als Mineralfutter konnte der Eiweißfutteranteil (SES) um 2 % Punkte in der Anfangsmast, um 2,5 % Punkte in der Mittelmast sowie um 3 % Punkte in der Endmast ohne Leistungseinbußen reduziert werden. Dadurch verminderte sich die eingesetzte Menge an SES pro Mastschwein um 8 kg (Versuch 1) bzw. um knapp 12 kg (Versuch 2). In beiden Versuchen zeigte sich zudem ein signifikant verbesserter Futteraufwand pro kg Zuwachs sowie eine signifikant verbesserte Verwertung der umsetzbaren Energie. Die kalkulierten Ausscheidungen an N nahmen um 13 % (Versuch 1) bzw. um 18 % (Versuch 2) in den Testgruppen ab. Ähnlich verhielt es sich mit den kalkulierten Ausscheidungen an P. Diese nahmen um 22 % (Versuch 1) bzw. um 27 % (Versuch 2) ab. Die P-

Reduzierung im Versuch 1 war sowohl über die Kalkulation (22 %) als auch über die Analyse in der Gülle (23 %) nahezu gleich.

Durch die Einsparung an meist teuren Eiweißfuttermitteln (20 % weniger SES pro Mastschwein) lassen sich die Futterkosten nicht nur in Hochpreisphasen deutlich senken. Ein eventuell höherer Preis für das Mineralfutter ist zu berücksichtigen und gegebenenfalls gegenzurechnen. Durch die Umsetzung dieses Mineralfutterkonzeptes kann eine sichere und kostengünstige N- und P-angepasste Fütterungsstrategie für Mastschweine nach Vorgaben der DLG von 2019 erreicht werden. Zusätzlich lassen sich die Schwermetalle in der Gülle durch geringere Spurenelementgehalte im Mineralfutter reduzieren. Die eingesetzten Mineralfutter hatten zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführungen einen vergleichbaren Preis.

5 Danksagung

Die Versuche wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „Adapted feeding: Input-Output von Stickstoff und Phosphor am Ausbildungs- und Versuchszentrum des LVFZ, ab 2020 Staatsgut Schwarzenau“ durchgeführt.



6 Literatur

Bundesverband Rind und Schwein, 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

DLG (2019): Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. DLG-Merkblatt 418, 4. überarbeitete Auflage, Stand 10/2019.

GfE (2008): Prediction of Metabolisable Energy of compound feeds for pigs. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 199-204.

Lindermayer, H.; Preißinger W., Reindler S., Herbst, N. (2013): Erfassung, Überprüfung und Steuerung der Nährstoff- und Gülleströme in der Schweinehaltung. LfL-Schriftenreihe 5/2013, 2. Auflage

VDLUFA (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

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