

Ferkelfutter mit stark abgesenkten Spurenelementgehalten geprüft - dabei Leistung stabilisieren und Umwelt schonen!

Dr. Gerhard Stalljohann, LWK NRW, Münster

Sybille Patzelt, LWK NRW, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Bad Sassendorf

Die bedarfsgerechte Spurenelementversorgung und die Belange des Umweltschutzes werden nach wie vor sehr intensiv diskutiert.

Aus Sicht der Tierernährer steht dabei die Versorgung mit Spurenelementen, die essentielle Nährstoffe darstellen und beim Tier vielfältige Aufgaben erfüllen, im Vordergrund.

Bedarfs überschreitende Spurenelement-Mengen werden weitgehend von den Tieren wieder ausgeschieden und mit den Wirtschaftsdüngern auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht. Bei überhöhtem Eintrag im Boden stellt diese Zuführung von Schwermetallen ein ökologisches Schadenspotenzial dar. Aus diesem Grund schreiben Abfall- und Klärschlammverordnungen Höchstgehalte vor. Zu diesem Hinweis wird im Bericht an anderer Stelle intensiver eingegangen.

Native Spurenelementgehalte der wirtschaftseigenen Futtermittel reichen für die Versorgung der Tiere nicht aus. Zu dem unterliegen sie sehr großen Schwankungsbreiten, je nach Bodengüte bzw. Versorgungszustand der Böden. Infolgedessen erfolgen zu Allein- und Ergänzungsfuttermitteln ernährungsphysiologisch angemessene Spurenelementergänzungen mineralischen und/oder organischen Ursprungs. In der Übersicht 1 sind Empfehlungen zu Spurenelementgehalten sowie futtermittelrechtlich geltende Höchstgehalte je kg Alleinfutter für Ferkel dargestellt.

Übersicht 1: Empfehlungen der DLG und der LWK NRW sowie zulässige Höchstgehalte zu Spurenelementen je kg Alleinfutter für Ferkel

Quelle: DLG-Information 1/2008, Rechenmeister für die Schweinefütterung 2010, LWK NRW

	Aufzucht		Futtermittelrechtliche Höchstgehalte
	DLG	LWK NRW	
Spurenelemente:			
Eisen (Fe) mg	100 ¹⁾	100-150	750 (250 mg/Tag bis 1 Woche vor Absetzen)
Kupfer (Cu) mg	6	25 (170) ²⁾	170 (bis 12 Wochen)
Zink (Zn) mg	80-100 ¹⁾	100-150	150
Mangan (Mn) mg	20	50-100	150

1) nach dem Absetzen

2) Kupfer: bis 12. Woche

Um die Ausscheidungen von Spurenelementen mit dem Kot zu minimieren, wurden in einem Fütterungsversuch mit Ferkeln im LZ Haus Düsse organische Spurenelementverbindungen geprüft, die einen höheren Verwertungsgrad bei der Verdauung erwarten lassen. Der Spurenelementanfall an Kupfer, Eisen, Mangan und Zink in der Gülle sollte dabei im Vergleich zu bisherigen Kalkulationen nochmals deutlich abgesenkt werden, ohne

Leistungseinbußen hinzunehmen (siehe Spurenelementversuch 2004, Jahresbericht LZ Haus Düsse).

Versuchsplan

Die Cu-, Mn-, Fe- und Zn-Zulagen der Versuchsgruppe 1 (VG I = Kontrolle) erfolgten auf Basis anorganischer Spurenelementbindungsformen (Cu-II-Sulfat, Zn- und Fe-Sulfat, Mangan-II-oxid)

Die anderen drei Versuchsgruppen erhielten Cu-, Mn-, Fe- und Zn-Zulagen als AliGlyc-Glyzin-Chelat-Hydrate (= organische Spurenelementbindungsformen) der Firma Tessenderlo Chemie, Aliphos Division, Belgien.

Die Versuchsgruppe 2 (VG II) erhielt die Spurenelementzulage in einer Größenordnung, die 75 % der VG I betrug. Die Versuchsgruppe 3 (VG III) und die Versuchsgruppe 4 (VG IV) erhielten 50 % bzw. 25 % der Zulagenhöhe der VG I.

Alle Versuchsgruppen erhielten einen identischen Ferkelaufzuchtstarter, der mit anorganischen Spurenelementbindungsformen in Höhe von 150 mg Kupfer-II-Sulfat, 730 mg Eisen-II-Sulfat, 120 mg Zinkoxid und 60 mg Mangan-II-Oxid ausgestattet war.

In der Übersicht 2 sind die Spurenelementzulagen der einzelnen Versuchsgruppen und Fütterungsphasen dargestellt.

Übersicht 2: Auflistung der Spurenelement-Zulagen in mg/kg Futter

		nativ	Zulage zum 1. Aufzuchtfutter (FAZ I)				Zulage zum 2. Aufzuchtfutter (FAZ II)			
			VG I	VG II	VG III	VG IV	VG I	VG II	VG III	VG IV
Cu	mg/kg	10	25	18,8	12,5	6,3	20	15	10	5
Mn	mg/kg	30	20	15	10	5	20	15	10	5
Zn	mg/kg	30	100	75	50	25	80	60	40	20
Fe	mg/kg	70	80	60	40	20	60	45	30	15

Versuchsdurchführung

Je Versuchsgruppe wurden 93 Ferkel mit einem Absetzgewicht von 8,7 kg aufgestellt.

Die Fütterung erfolgte 3-phasig, ad libitum. Das erste Aufzuchtstarter-Futter nach dem Absetzen, mit hohen Anteilen an hochwertigen Komponenten, wurde nach ca. einer Woche mit dem 1. Ferkelaufzuchtstarter (FAZ I) verschnitten. Dieses Futter wurde bis zum Ende der dritten Versuchswoche gereicht. Bis zum Ende des Versuches bekamen die Ferkel das 2. Ferkelaufzuchtstarter (FAZ II).

Alle Futter waren mit derzeit in Ferkelfuttermischungen üblichen Zusatzstoffen (Phytase, Probiotika, Säure, usw.) ausgestattet.

Neben Futteruntersuchungen erfolgten auch Kot- und Blutuntersuchungen zur weiterreichenden Überprüfung der Auswirkungen des Spurenelementangebots mit dem Futter.

Aus jeder Versuchsgruppe wurden Kotproben gezogen. Es handelte sich um Mischkotproben mit mind. 200 g Kot je Bucht zum Absetzen (4. LW), zum Wechsel auf das

2. Aufzuchtfutter (7. LW) und zum Versuchsende in der 10. LW. Diese Kotproben wurden bei minus 18°C gelagert und dann zum Versuchsende an ein Untersuchungs-Labor gesandt. Nach tierärztlichen Blutprobennahmen erfolgten Spurenelement-Bestimmungen auf Kupfer, Zink, Eisen und Mangan.

An vier Terminen wurden je Versuchsgruppe (4 VG) jeweils vier Blutproben von identischen Ferkeln zum Absetzen, zum Futterwechsel auf das 2. Aufzuchtfutter (7. LW) und zum Versuchsende in der 10. LW gezogen.

Die Blutproben wurden frisch über einen Schnelltransport zur Klinik für kleine Klauentiere und forensische Medizin und Ambulatorische Klinik an die Tierärztliche Hochschule Hannover gesandt.

Ergebnisse der Futteruntersuchungen

Die Inhaltsstoffe der Versuchsfutter wurden in der LUFA Münster untersucht. In der Übersicht 3 sind die geplanten und ermittelten Spurenelementgehalte der Ferkelfutter aufgeführt.

Ein Vergleich der Analysenergebnisse der untersuchten Futtermischungen mit den Plan-Soll-Werten verdeutlicht, wie schwierig eine Exakteinstellung der Kupfer- und Zink-Soll-Gehalte aufgrund der starken Schwankungen der nativen Gehalte ist.

Übersicht 3: geplante und analysierte Spurenelemente der Versuchsfutter

		VG I		VG II		VG III		VG IV	
		100 % anorganisch		75 % organisch		50 % organisch		25 % organisch	
		Plan	Analyse	Plan	Analyse	Plan	Analyse	Plan	Analyse
Ferkelaufzuchtfutter I									
Cu	mg/kg	35	27	28,8	23,7	22,5	20,6	16,3	12,1
Zn	mg/kg	130	113	105	102	80	87,7	55	54
Mn	mg/kg	50	43,9	45	41,2	40	35,6	35	28,1
Fe	mg/kg	150	174	130	177	110	165	90	119
Ferkelaufzuchtfutter II									
Cu	mg/kg	30	23,7	25	19,8	20	13,8	15	10,9
Zn	mg/kg	110	105	90	87,1	70	65,4	50	49
Mn	mg/kg	50	49,5	45	44,1	40	34,7	35	36,5
Fe	mg/kg	130	179	115	164	100	154	85	108

Eine Beurteilung der Analyseergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung der Analysespielräume nach § 19 Futtermittelverordnung.

Unter Berücksichtigung dieser Analysenspielräume kann bei den untersuchten Futtermitteln nachfolgendes festgestellt werden:

	Cu-Gehalt:	Zn- und Mn-Gehalt:	Fe-Gehalt:
VG I:	FAZ I und FAZ II niedriger	in allen VG FAZ I und FAZ II annähernd ok	in allen VG FAZ I und FAZ II höher
VG II:	FAZ I und FAZ II ok		
VG III:	FAZ I ok, FAZ II niedriger		
VG IV:	FAZ I und FAZ II niedriger		

Unter Berücksichtigung dieser Analysespielräume konnte die beabsichtigte Höhe der Spurenelementausstattung als hinreichend beurteilt werden. Das beabsichtigte Niveau bzw. die Rangierung der Futtermischungen ist laut Analyse erkennbar.

Ergebnisse der Ferkelleistungen

Nach einer Versuchsdauer von 41 Tagen erreichten die Ferkel der VG II und IV identische Endgewichte von 26,6 kg LM. Die Ferkel der VG I und III wogen nach 41 Versuchstagen 25,9 kg LM und 25,7 kg LM (siehe Übersicht 4).

Diese Ergebnisse spiegeln die täglichen Futteraufnahmen der Ferkel sehr gut wieder. Eine annähernd gleiche Futteraufnahme je Tier und Tag wiesen die Ferkel der VG II und IV mit 668 g bzw. 672 g Futter je Tier und Tag auf. Die Futteraufnahme der Ferkel der VG I und III hatten ebenfalls ein annähernd gleiches Niveau, das jedoch niedriger lag als in den VG II und IV. Sie nahmen in der VG I 648 g und in der VG III 635 g Futter je Tier und Tag auf.

Bei den täglichen Zunahmen unterschieden sich die Versuchsvarianten ebenfalls entsprechend der aufgenommenen Futtermengen. Fast identische tägliche Zunahmen erzielten die Ferkel der VG II und VG IV mit 436 bzw. 435 g. Die Ferkel der VG I erreichten mit 420 g 16 Gramm weniger, und die VG III mit 415 g sogar 21 g weniger, als die VG II.

Zwischen den Versuchsvarianten konnte kein Unterschied beim Futterverbrauch je kg Zuwachs ermittelt werden. Der Futterverbrauch betrug in der VG II 1,59 kg Futter. Die Ferkel der VG I und IV verbrauchten je kg Zuwachs 1,58 kg Futter. Der Futteraufwand je kg Zuwachs für die Ferkel der VG III betrug 1,57 kg Futter.

Das Leistungsniveau der Tiere war insgesamt nicht zufrieden stellend. Entsprechend dem Leistungspotential heutiger Schweineherkünfte sollten 450 g tägliche Zunahmen im Gewichtsabschnitt von 8 bis 28 kg LM erreicht werden.

Die geringen Unterschiede in den Merkmalen tägliche Zunahmen, Endgewicht und Futterverbrauch je kg Zuwachs, konnten statistisch nicht abgesichert werden.

Die Ausfälle der Tiere waren nicht fütterungsbedingt.

Übersicht 4: Ferkelleistungen

Versuchsgruppen		anorganisch				Organisch			
		100 %		75 %		50 %		25 %	
		I		II		III		IV	
abgesetzte Tiere	n	93		93		93		93	
ausgewertete Tiere	n	92		92		91		92	
Geburtsgewicht	kg	1,52		1,51		1,48		1,57	
Absetzgewicht	kg	8,7		8,7		8,7		8,7	
Versuchsdauer	d	41		41		41		41	
Alter bei Prüfende	d	68		68		68		68	
Futteraufnahme je Tier u. Tag gesamt	g	648		668		635		672	
Tägliche Zunahme gesamt	g	420		436		415		435	
Gewicht bei Versuchsende	kg	25,9		26,6		25,7		26,6	
Futterverbrauch je kg Zuwachs gesamt	kg	1,58		1,59		1,57		1,58	

Ergebnisse der Kotuntersuchungen

Die repräsentativ gezogenen Kotproben wurden auf ihre Gehalte an Kupfer, Zink, Eisen und Mangan untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Spurenelementgehalte im Futter sehr gut in denen vom Kot wieder spiegeln. Die Untersuchungsergebnisse können der Übersicht 5 entnommen werden.

Übersicht 5: Kotuntersuchungsergebnisse aus der 4., 7. und 10. Lebenswoche

Versuchsgruppe		I	II	III	IV
		anorg.	organisch		
Spurenelementausstattung (relativ)		100 %	75 %	50 %	25 %
Mittelwerte von je 4 Proben in ppm der T					
Cu	4. LW	723			
	7. LW	230	186	159	123
	10. LW	193	151	112	91
Zn	4. LW	1172			
	7. LW	843	616	509	378
	10. LW	689	543	402	329
Fe	4. LW	2315			
	7. LW	1265	1060	993	947
	10. LW	956	780	667	729
Mn	4. LW	502			
	7. LW	337	299	269	255
	10. LW	341	284	246	243

Die ermittelten Werte der Kotuntersuchungen in der Übersicht 5 zeigen, dass mit abgesenkten Spurenelement-Zulagen über alle Versuchsgruppen die Gehalte der Spurenelemente im Ferkelkot parallel abgesenkt wurden. Die Kotuntersuchungen lassen die Aussage zu, dass der überwiegende Anteil der Spurenelemente, welche über das Futter aufgenommen werden, auch wieder über Kot ausgeschieden wird und dass der Bedarf sehr gering ist.

Die VG I, die die höchsten Spurenelement-Zulage zum Ferkelfutter erhielt, hatte demzufolge in den Prüfergebnissen der Kotuntersuchung die höchsten Werte. Es wurden in der 10. LW 193 ppm Cu, 689 ppm Zn, 956 ppm Fe und 341 ppm Mn festgestellt. Die Spurenelementgehalte im Kot der VG IV waren am niedrigsten. Die ermittelten Werte lagen in der 10. LW bei 91 ppm Cu, 329 ppm Zn und 243 ppm Mn. Der niedrigste Fe-Wert wurde in der VG III im Mittel von 667 ppm (Schwankungsbreite von 553-746 ppm) festgestellt.

Kalkulationen zu Kupfer- und Zinkgehalte in der Ferkelgülle sowie Düngegaben

Anhand der Kotuntersuchungsergebnisse der Übersicht 5 wurden Kalkulationen zum Spurenelementanfall in den Ferkelgüllen sowie Düngegaben vorgenommen. Hierbei sollte geprüft werden, inwieweit rechtlich geltende Vorsorgewerte nach Bundesbodenschutzverordnung unterschritten werden können.

Die Ergebnisse der Kotuntersuchungen der Übersicht 5 fließen in die Aufstellung der Übersichten 8 und 9 ein und sind mit den aktuell geltenden Grenzwerten bzw. Vorsorgewerten der Bundesbodenschutzverordnung in Beziehung gesetzt worden. Ausgegangen wurde von einer nach geltender Gesetzgebung maximal zulässigen Gesamtfracht von 360 g Kupfer je ha und Jahr (für Böden mit übermäßiger Kupferversorgung) und einer angenommenen, bedarfsorientierten Phosphorversorgung je

nach Ertragsniveau von 65 bzw. 85 kg P_2O_5 je ha und Jahr. Für die Schweinegülle wurden mittlere Phosphatgehalt von 1,9 kg P_2O_5 je m^3 und 4 % Trockensubstanz berücksichtigt. Bezüglich der maximal zulässigen Gesamtfracht von 360 g Kupfer und 1.200 g Zink je ha und Jahr muss zudem berücksichtigt werden, dass Einträge über Regenwasser (Niederschlagsdepositionen) ebenfalls in der Kalkulation enthalten sein müssen. Im Mittel werden Kupfereinträge über den Niederschlag von ca. 50 g je ha und Jahr angenommen. Die tatsächlich zulässigen Einträge ausschließlich über die Schweinegülle müssten also noch um diese 50 g verringert werden (ein Grenzwert bei Kupfer von ca. 310 g je ha und Jahr sollte deshalb gesetzt werden).

Es kann festgestellt werden, dass bei einer Fütterungsstrategie mit Zulage von 25 mg Kupfer je kg Ferkelfutter und einer beabsichtigten Güllegabe in Höhe von 85 kg P_2O_5 je ha und Jahr der zulässige bzw. vorgegebene Grenzwert bereits geringfügig überschritten wird (Kupfereintrag: 364 g je ha und Jahr). Bei geringerer Spurenelementzulage in einer Größenordnung, von 75, 50 bzw. 25 % der VG I, wird der Grenzwert (angenommen 310 g je ha und Jahr) in keinem Fall überschritten. Bei einer Zulage von 50 bzw. 25 % der VG I wird der Grenzwert nur zu 28 % bzw. 42 % erreicht (siehe Übersicht 8).

Weiterhin kann festgestellt werden, dass bei einer Fütterungsstrategie von 100 mg Zink-Zulage je kg Ferkelfutter und einer beabsichtigten Güllegabe in Höhe von 85 kg P_2O_5 je Hektar und Jahr der zulässige bzw. angenommene Grenzwert von 1.200 g je ha und Jahr überschritten wird (Zinkeintrag bei 100 mg Zink-Zulage: 1.311 g je ha und Jahr). Bei geringeren Zinkzulagen in Größenordnungen von 75, 50 bzw. 25 % der VG I, wird der zulässige bzw. vorgegebene Grenzwert jedoch nicht überschritten. Bei einer Zink-Zulage von 50 bzw. 25 % der VG I wird der Grenzwert sogar nur zu 33 % bzw. 47 % erreicht (siehe Übersicht 9).

Ergebnisse der Blutuntersuchungen

In der Übersicht 6 sind die Blutuntersuchungsergebnisse identischer Tiere aus den Versuchsgruppen aufgeführt. Die Blutuntersuchungsergebnisse zum Absetzen in der 4. Lebenswoche (LW) dienen als Orientierungswerte, da bis zum Absetzen (4. LW) alle Ferkel den gleichen Aufzuchtstarter erhielten.

Übersicht 6: Blutuntersuchungsergebnisse aus der 4., 7. und 10. Lebenswoche

Versuchsgruppe		I	II	III	IV
		anorg.	organisch		
Spurenelementausstattung (relativ)		100 %	75 %	50 %	25 %
Mittelwerte von je 16 Proben in $\mu\text{g}/\text{dL}$					
Cu	4. LW	217,25	194,47	211,33	206,53
	7. LW	173,88	174,00	198,60	180,25
	10. LW	212,25	201,87	224,20	214,94
Zn	4. LW	124,83	135,34	144,17	123,36
	7. LW	125,84	123,48	107,59	119,94
	10. LW	73,50	72,07	69,93	62,18
Fe	4. LW	247,50	298,25	279,25	231,00
	7. LW	238,00	197,00	212,67	210,00
	10. LW	191,73	170,20	188,00	187,50

In allen VG sanken die Cu-Gehalte zum Futterwechsel (7. LW) und stiegen dann bis zum Versuchsende (10. LW) wieder an. Dies könnte eine Folge der rapiden Absenkung nach der Aufzuchtstarterphase sein.

Die Zink- und Eisen-Gehalte im Blut sanken nach dem Absetzen bis zum Versuchsende (10. LW) in allen VG ab.

Aus den analysierten Blutuntersuchungsergebnissen lässt sich keine Beziehung zu den Spurenelementgehalten bzw. -zulagen zum Futter herstellen.

Nach Aussagen von Wissenschaftlern besteht bei Schweinen generell keine signifikante Beziehung zwischen der Spurenelementzulage über das Futter und der Konzentration im Blut, so dass die Aussagekraft von Blutuntersuchungen begrenzt ist. Es existieren daher auch kaum spezifische Orientierungs- oder Referenzwerte für Schweine.

Futterkosten der Futtervarianten

In der nachfolgenden Übersicht 7 sind die Kosten je dt Futter der unterschiedlich hoch mit den organischen Spurenelementverbindungen ergänzten Ferkelfutter gegenüber der Kontrollgruppe (VG I) dargestellt.

Übersicht 7: Futterpreise je dt Futter

	Futterpreis € FAZ I	Futterpreis € FAZ II
VG-I Kontrolle	± 0	± 0
VG-II 75 %	+ 0,44	+ 0,34
VG-III 50 %	+ 0,27	+ 0,21
VG-IV 25 %	+ 0,11	+ 0,08

Durch den Einsatz der organischen Spurenelementverbindungen (Glyzin-Chelat-Hydrat-Verbindungen) verteuern sich die Futter je dt um 0,08 bis 0,44 €.

Resümee

Zur Erreichung hoher Aufzuchtleistungen müssen Ferkelfutter ab 8 kg LM keinesfalls bis an futtermittelrechtlich zulässige Höchstgehalte reichende Kupfer- und Zinkgehalte enthalten. Organisch gebundene Spurenelemente ermöglichen bei einer geringeren Dosierung wahrscheinlich eher eine bedarfsgerechte Versorgung der Ferkel als anorganische Verbindungen.

Unterschiedlich hohe Spurenelement-Ergänzungen in den einzelnen Futtern spiegeln sich sehr gut in den Spurenelementgehalten des Ferkelkots wieder.

Unterschiedliche Spurenelement-Ergänzungen zum Futter spiegeln sich nicht im Blut der Tiere wieder. Das Blut weist unabhängig von der Spurenelementgabe eher gleichbleibende Gehalte auf. Ausnahmen sind Futterwechsel bzw. stark wechselnde Spurenelement-Ergänzungen.

Die Kosten für eine Ergänzung mit organischen Spurenelementen lagen je nach Einsatzhöhe zwischen 0,08 bis 0,44 € je dt Futter höher.

Zur Vermeidung Grenzwert überschreitender Spurenelement-Düngergaben mit der Gülle auf landwirtschaftlichen Nutzflächen kann der Einsatz organisch gebundener Spurenelement-Produkte in der Ferkelaufzucht einen guten Beitrag leisten.

Übersicht 8: Kalkulation der Kupfereinträge aus Ferkelgülle des Fütterungsversuches im LZ Haus Düsse

Cu-Zulage FAZ I Cu-Zulage FAZ II		anorganisch		18,8 mg/kg Futter		organisch		6,3 mg/kg Futter		
		25 mg/kg Futter		15,0 mg/kg Futter		12,5 mg/kg Futter		5,0 mg/kg Futter		
Düngungsvariante		kg P ₂ O ₅ /ha/a	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅
<i>Cu-Gehalt im Ferkelkot * FAZ I</i>		<i>Ø mg/kg T</i>	230	230	186	186	159	159	123	123
<i>Cu-Gehalt im Ferkelkot * FAZ II</i>		<i>Ø mg/kg T</i>	193	193	151	151	112	112	91	91
			7125	7125	5635	5635	4390	4390	3505	3505
Cu-Gehalt im Ferkelkot *		Ø mg/kg T	204	204	161	161	125	125	100	100
T-Gehalt in der Ferkelgülle ***		%	4							
Cu-Gehalt in Ferkelgülle		mg Cu/m³ Gülle	8143	8143	6440	6440	5017	5017	4006	4006
P₂O₅/m³ Gülle **		kg P₂O₅/m³	1,9							
resultierende Ausbringungsmenge		m³ Gülle/ha u. Jahr	34,2	44,7	34,2	44,7	34,2	44,7	34,2	44,7
Cu-Eintrag		g/ha u. Jahr	278	364	220	288	172	224	137	179

Übersicht 9: Kalkulation der Zinkeinträge aus Ferkelgülle des Fütterungsversuches im LZ Haus Düsse

Zn-Zulage FAZ I Zn-Zulage FAZ II		anorganisch		75 mg/kg Futter		organisch		25 mg/kg Futter		
		100 mg/kg Futter		60 mg/kg Futter		50 mg/kg Futter		20 mg/kg Futter		
Düngungsvariante		kg P ₂ O ₅ /ha/a	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅	65 kg P ₂ O ₅	85 kg P ₂ O ₅
<i>Zn-Gehalt im Ferkelkot * FAZ I</i>		<i>Ø mg/kg T</i>	843	843	616	616	509	509	378	378
<i>Zn-Gehalt im Ferkelkot * FAZ II</i>		<i>Ø mg/kg T</i>	689	689	543	543	402	402	329	329
			25655	25655	19735	19735	15140	15140	12005	12005
Zn-Gehalt im Ferkelkot *		Ø mg/kg T	733	733	564	564	433	433	343	343
T-Gehalt in der Ferkelgülle		%	4							
Zn-Gehalt in Ferkelgülle		mg Zn/m³ Gülle	29320	29320	22554	22554	17303	17303	13720	13720
P₂O₅/m³ Gülle **		kg P₂O₅/m³	1,9							
resultierende Ausbringungsmenge		m³ Gülle/ha u. Jahr	34,2	44,7	34,2	44,7	34,2	44,7	34,2	44,7
Zn-Eintrag		g/ha u. Jahr	1003	1311	771	1008	592	773	469	613

* gewichteter Durchschnitt von je 2x4 Proben (FAZ I = 10 kg Futter/Ferkel; FAZ II = 25 kg Futter/Ferkel)

** Angaben Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis; § 5 Düngerverordnung; LWK WE; LWK NS