

Spurenelemente und Futterqualität

Informationstag „Was Sie schon immer über Mikronährstoffe wissen
wollten!“ am 25.11.2004

Dr. Markus Spolders

Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D- 38116 Braunschweig,
Tel: 0531 596 3139; e-mail: markus.spolders@fal.de

Spurenelemente und Futterqualität

- I. Einleitung
- II. Bedarf und Versorgungsempfehlungen
- III. „Sondereffekte“ verschiedener Spurenelemente
- IV. Höchstgehalte für Spurenelemente
- V. Vergleich der Versorgungsempfehlungen mit den Höchstgehalten
- VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes
- VII. Zusammenfassung

I. Einleitung

- Spurenelemente sind anorganische Bestandteile in Futtermitteln und Tierkörper (Konzentration meist < 100 mg/kg T)
- Klassische Spurenelemente (Fe, Mn, Zn, Cu, Se, J, Mo, Cr und F) und neue Ultra-Spurenelemente (Al, As, B, Ba, Br, Cd, Cs, Li, Ni, Pb, Rb, Si, Sn, V)
- Lebensnotwendigkeit und physiologische Bedeutung der Ultra-Spurenelemente nicht in jedem Fall eindeutig belegt
- In höheren Dosierungen Sondereffekte möglich (Cu, Zn, Seltene Erden wie Ce, La), aber auch toxische Effekte (As, Cd, Cu, F, Mo, Pb u.a.)

I. Einleitung

- Neben Bedarf bzw. Versorgungsempfehlungen der Tiere in den zurückliegenden Jahren v.a. Fragen der Sicherheit des Spurenelementeinsatzes für Mensch, Tier und Umwelt von Bedeutung
- Als Ergebnis von Literaturlauswertungen (SCAN 2003, EFSA 2004) wurden die zulässigen Spurenelementhöchstgehalte teilweise gesenkt (EU 2003)
- Als Folge führte dies zu Diskussionen und Befürchtungen von Minderleistungen bei den Anwendern (KTBL 2002)

II. Bedarf und Versorgungsempfehlungen

- Unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren (Absorption der Spurenelemente, Tierart bzw. –kategorie, Leistungshöhe, Alter, physiologischer Zustand der Tiere) wurden von verschiedenen wissenschaftlichen Gremien, wie z.B. Ausschüsse des National Research Councils (NRC) oder der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) Empfehlungen zur Versorgung der Nutztiere mit Spurenelementen abgeleitet
- Ableitung erfolgte überwiegend auf Basis von Dosis-Wirkungsstudien, nur selten wurde eine faktorielle Ableitung vorgenommen (z.B. für Cu und Zn bei Milchkühen im NRC 2001)
- Daraus ergibt sich eine gewisse Variationsbreite für den Optimalbedarf

II. Bedarf und Versorgungsempfehlungen

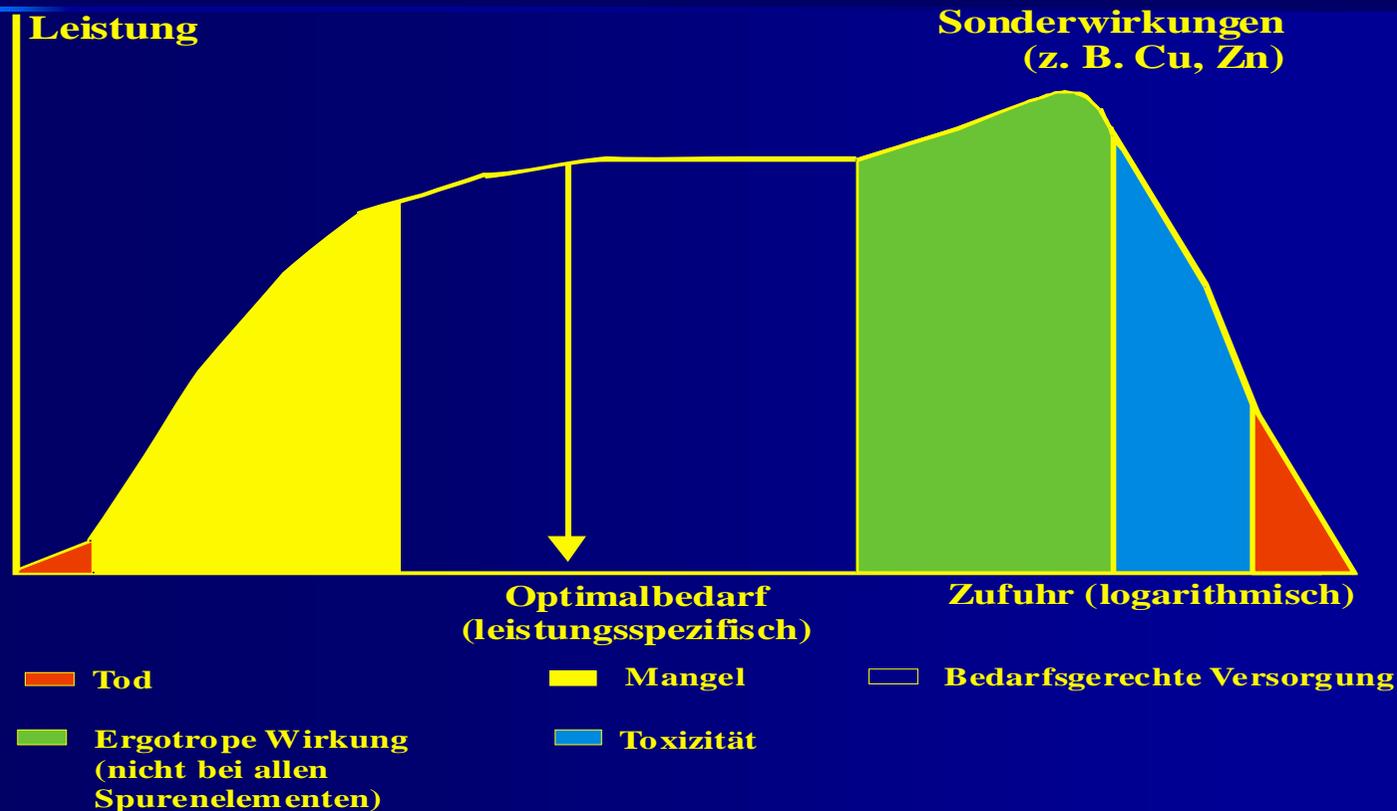


Abbildung 1: Abhängigkeit der Leistung von der Versorgung mit Spurenelementen (biologische Dosis-Wirkungs-Kurve)

II. Bedarf und Versorgungsempfehlungen

Empfehlungen zur Spurenelementversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere (nach GfE 1987, 1994, 1995, 1999, 2001, 2003; NRC 1985, 1989, 1993, 1994, 1996, 1998, 2001) in mg/kg T

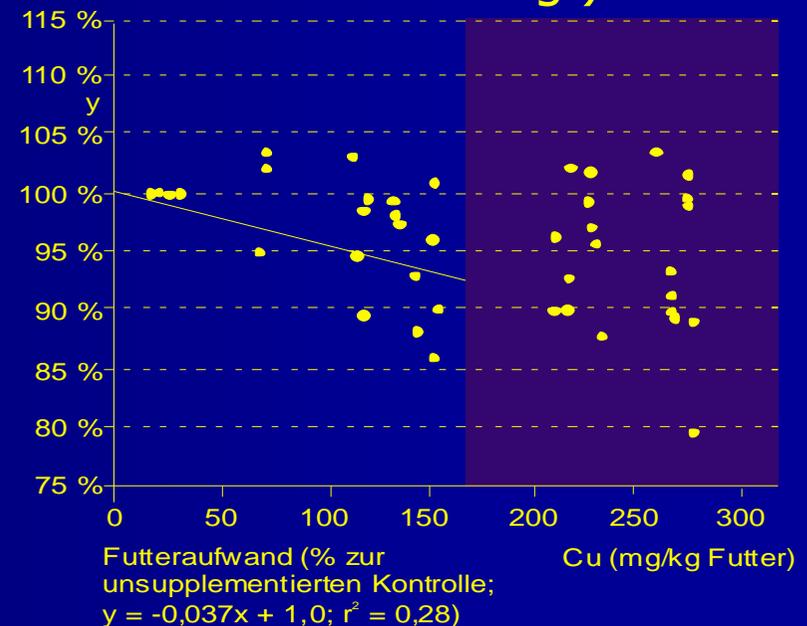
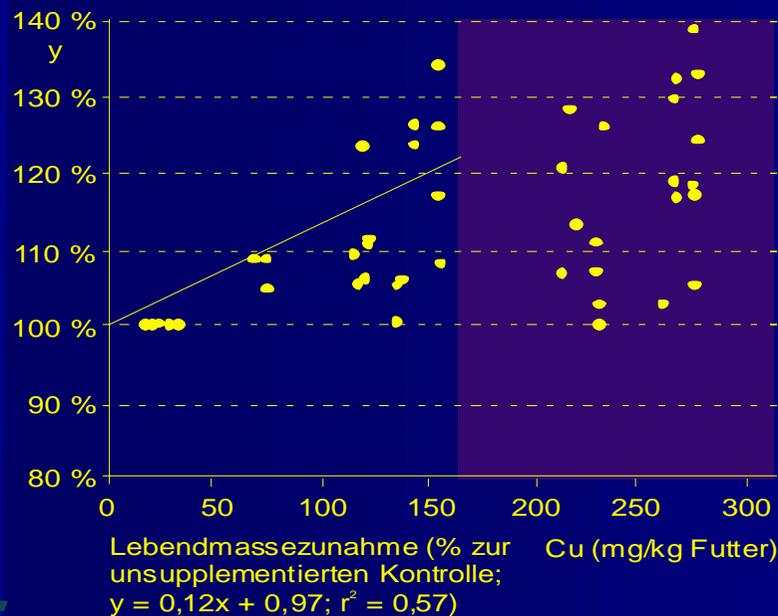
Spurenelement	Wiederkäuer	Pferd	Schwein	Geflügel
<i>Fe</i>	40-100	80-100	40-100	40-100
<i>Mn</i>	30-60	40	10-30	20-60
<i>Zn</i>	20-65	50	40-100	30-70
<i>Cu</i>	4-16	10	4-10	6-8
			150-250**	
<i>Se</i>	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,2
<i>J</i>	0,2-0,4	0,1-0,2	0,2-0,5	0,2-0,4
<i>Co</i>	0,1-0,2	1)	1)	1)

1) Bedarf an Vitamin B₁₂

** ergotroper Effekt

III. „Sondereffekte“ verschiedener Spurenelemente

- Für einzelne Elemente (z.B. Cu, Zn) wird bei sehr hohen Dosierungen bei verschiedenen Tierarten/-kategorien von Sonderwirkungen (ergotroper Effekt) berichtet
- Hohe Cu-Gaben bewirken z.B. beim Ferkel signifikante Mehrzunahmen (in versch. Versuchen wiederholt bestätigt)



III. „Sondereffekte“ verschiedener Spurenelemente

- in neueren Untersuchungen wiederholt ermittelte leistungssteigernde Effekte von Seltenen Erden (SE; z.B. Lanthan, Cer – Dosierungen zwischen 75 und 300mg/kg Futter; He und Rambeck 2000, He et al. 2001, Böhme et al. 2002, Halle et al. 2002) können gegenwärtig nicht erklärt werden und bedürfen weiterer wissenschaftlicher Studien
- Effekte nicht in jedem Versuch zu beobachten, einerseits Mehrzunahmen von 2-7% nach Einsatz von SE, andererseits keine Effekte
- Spuren der SE konnten in verschiedenen Organen nachgewiesen werden (Fleckenstein et al. 2004)
- Einsatz von SE als Futterzusatzstoff ist futtermittelrechtlich gegenwärtig nicht gestattet

III. „Sondereffekte“ verschiedener Spurenelemente

Eingesetzte Verbindungen	Vers.-Nr.	Ohne SE (Kontrolle)	SE-Ascorbat	SE-Citrat	SE-Nitrat	Lanthan-Chlorid
		Angaben in % zur Kontrolle				
Futtermittelaufnahme (Kontrolle, g/Tier und Tag; Versuch in % zur Kontrolle)	1	87,6	105,9	105,6	102,8	102,7
	2	91,2	97,2	95,1	-	94,7
Lebendmasse (35.Tag; g/Mastküken bzw. % zur Kontrolle)	1	2024	107,2	106,6	102,5	105,8
	2	1909	102,9	101,8	-	100,3
Futtermittelaufwand (kg/kg bzw. % zur Kontrolle)	1	1,48	97,4	98,9	101,1	99,4
	2	1,69	95,2	93,7	-	95,2
<i>Lanthan ($\mu\text{g}/\text{kg T}$)</i>						
Leber	1	8	32	32	47	147
	2	19	26	40	-	-
Brustmuskel	1	5	14	14	19	45
	2	15	27	20	-	28
<i>Cer ($\mu\text{g}/\text{kg T}$)</i>						
Leber	1	19	42	42	55	15
	2	25	36	62	-	12
Brustmuskel	1	7	25	28	33	13
	2	21	43	36	-	19

IV. Höchstgehalte für Spurenelemente

- Höchstgehalte in Futtermischungen in der Regel nicht nur aus toxikologischen Gesichtspunkten festgelegt, sondern um Belastung von Mensch und Tier (übermäßige Einlagerung in versch. Organe, z.B. Cu in die Leber, Lebensmittel tierischer Herkunft) sowie einen vermehrten Eintrag in die Umwelt zu vermeiden
- Reduzierung der Höchstgehalte verschiedener Elemente von Seiten der EU
- Weitere Diskussionen über mögliche Absenkung der Höchstgehalte (z.B. für Jod), da Jodgehalt in Lebensmitteln tierischer Herkunft (Milch; Bader et al. 2004, Großklaus und Jahreis 2004; und Eiern; Richter 1995, Ungelenk 2000) infolge Supplementation des Futters mit Jod deutlich angestiegen ist

IV. Höchstgehalte für Spurenelemente

Fe	Mn	Zn	Cu	Se	J	Co
<u><i>Bisher gültig (mg/kg)</i></u>						
1250	250	250	15 Schafe 175 Schweine bis 16 Wochen 35 sonstige Spezies	0,5	4 Pferde 20 Fische 10 sonstige Spezies	10
<u><i>Neue Höchstgehalte (mg/kg)</i></u>						
500 Schafe 250 Ferkel bis 1 Woche vor Absetzen 1250 Heimtiere 750 sonstige Spezies	100 Fische 150 sonstige Spezies	250 Heimtiere 200 Fische, Milchaustauscher 150 sonstige Spezies	Schweine 170 Ferkel bis 12 Wochen 25 andere Schweine Rinder 15 Milchaustauscher, Kälberfutter 35 Sonstige 15 Schafe 25 Fische 50 Krustentiere 25 Sonstige Spezies	Wie bisher	Wie bisher	2

V. Vergleich der Versorgungsempfehlungen mit den Höchstgehalten

- Absenkung der Spurenelement-Höchstgehalte führte in Mischfutterpraxis sowie bei Tierernährern zu zahlreichen Diskussionen
- befürchteter „Verzicht“ auf den ergotropen Effekt hoher Cu-Gaben beim Ferkel, v.a. auch in Verbindung mit bevorstehendem Antibiotika-Verbot als Futterzusatzstoff ab 01.01.2006
- Konsequenzen aus geringeren Spannen zwischen Versorgungsempfehlungen und Maximalwerten bis hin zur „Diskriminierung“ einzelner Futtermittel

V. Vergleich der Versorgungsempfehlungen mit den Höchstgehalten

Spurenelement	Versorgungsempfehlung (mg/kg)		Zulässiger Höchstgehalt (mg/kg)		Proportion 1:
	Min	Max	Min	Max	
<i>Fe</i>	40	100	250	750	2,5-19
<i>Mn</i>	10	60	150	150	2,5-15
<i>Zn</i>	20	100	150	150	1,5-7,5
<i>Cu</i>	4	15	15 ¹⁾	35 ²⁾	1-9
<i>Se</i>	0,1	0,3	0,5	0,5	1,7-5
<i>J</i>	0,1	0,5	4	10	8-100
<i>Co</i>	0,1	0,2	2	2	10-20

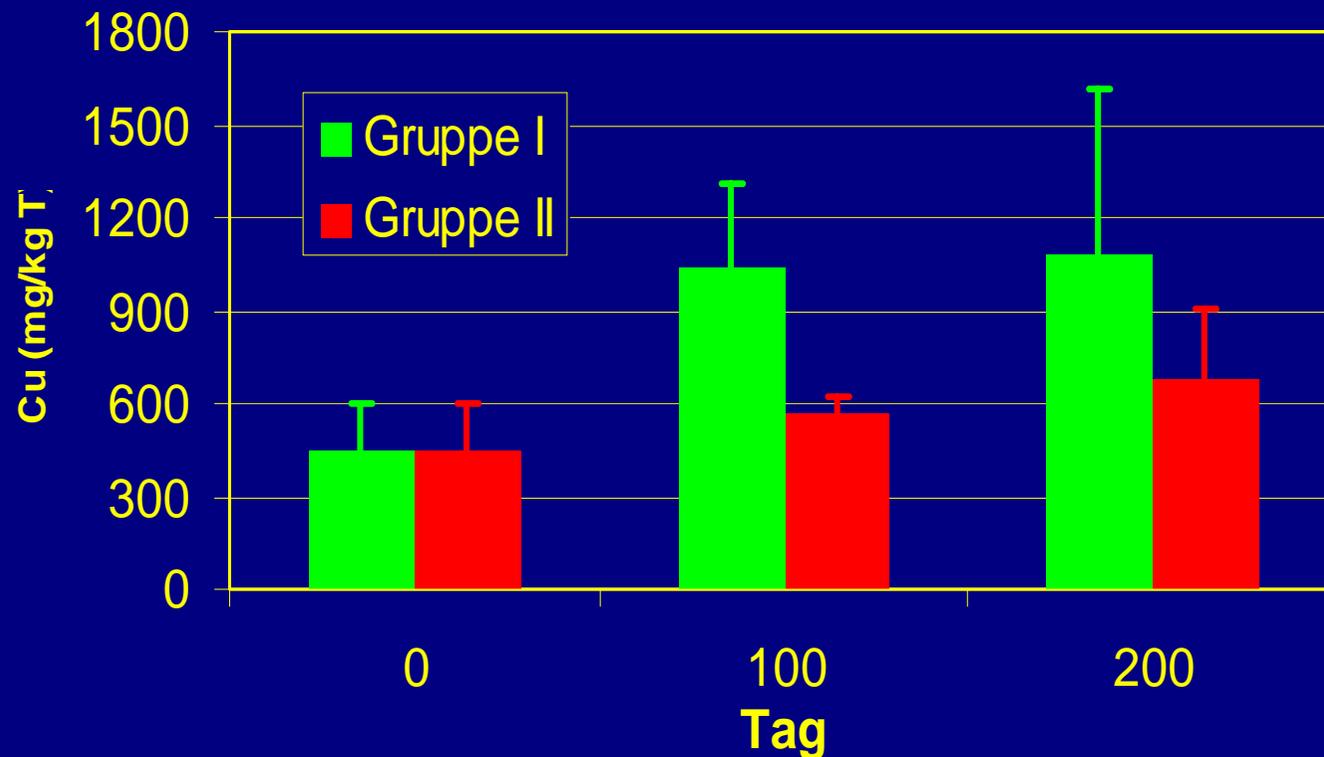
¹⁾ Für Schafe, Milchaustauscher

²⁾ 170mg/kg für Ferkel bis 12 Wochen

V. Vergleich der Versorgungsempfehlungen mit den Höchstgehalten

- Mit Ausnahme der Spurenelemente Zink, Kupfer und Selen Proportionen zwischen Versorgungsempfehlungen und zulässigem Höchstgehalt weiter als 1:2,5 (nach wie vor weite Spanne für die meisten Elemente, s. Tabelle)
- Engeren Proportionen für Zink, Kupfer und Selen zumindest für Kupfer von theoretischer Art, da Höchstgehalt von 15 mg/kg für Tierarten formuliert, die einen niedrigen Cu-Bedarf haben (z.B. Schafe: 4-6 mg/kg) bzw. bei denen Cu sehr gut absorbiert wird (Milchaustauscher bei Kälbern: 30-60%)
- Bei Fütterung von Kälbern über 200 Tage mit Milchaustauscher, der 0,95 mg Cu/kg T enthielt, noch Anstieg der Cu-Konzentration in der Leber (von 443 über 565 auf 675 mg/kg T nach 0, 100 bzw. 200 Tagen) ermittelbar (Spolders et al. 2004)

V. Vergleich der Versorgungsempfehlungen mit den Höchstgehalten



Cu-Konzentration in der Leber in Abhängigkeit von der Cu-Zulage im Milchaustauscher bei Kälbern (Gruppe 1= 1,8 mg Cu/kg T; Gruppe 2= 0,95 mg Cu/kg T, Spolders et al. 2004)

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

- Stärkere Berücksichtigung des nativen Spurenelementgehaltes der Futtermittel
- Aus dem Futter stammende Spurenelementmengen leisten unterschiedlich hohe Beiträge zur Bedarfsdeckung, z.B. Wiesen gras und –heu decken nahezu 100% des Zn- und Mn-Bedarfes der Milchkühe, Cu etwa 50% und bei Se nur etwa 10%

Spurenelement	Futtermittel			Bedarf
	Gerste	Weizen	Sojaextr.-schrot	
Fe	45	45	150	40-75
Mn	18	35	35	10-30
Zn	35	65	70	40-60
Cu	6	7	19	3-6
Se	0,17	0,12	0,25	0,1-0,3

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

- Auch bei Nichtwiederkäuern können native Spurenelementgehalte der Futtermittel erhebliche Beiträge zur Versorgung der Tiere leisten, z.B. bei Weizen-Gerste-Soja-Ration im Mastabschnitt von 25-115 kg LM keine Beeinflussung der Mastleistung durch unterschiedlich hohe Zulagen von Cu und Zn (Berk et al. 2003)

Gruppe	Native Gehalte der Futtermittel	Versorgungsniveau	
		Empfehlungen nach GfE (1987)	Etwa Verdopplung der GfE-Empfehlungen (1987)
Spurenelementgehalt (mg/kg Futter)			
Cu	8,0	9,6 ¹⁾	15,3 ²⁾
Zn	35,8	61,4 ¹⁾	119,9 ²⁾
.....			
Lebendmassezunahme (g/Tier und Tag)	882	872	891
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	36,6	37,3	37,2

1) Zulage von 2 mg Cu und 35 mg Zn als SO₄

2) Zulage von 9 mg Cu und 95 mg Zn als SO₄

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

- Bessere Verfügbarkeit der Spurenelemente und damit Reduzierung der Spurenelementausscheidungen wird durch organische Verbindungen mit Aminosäuren, Proteinen angestrebt
- Obwohl in Modellversuchen bessere Absorption (Cao et al. 2000, Flachowsky 1997, Mc Dowell 2003, Windisch 2002), wurden diese Befunde unter Praxisbedingungen nicht immer reproduziert
- Deutliche Verbesserung der Spurenelementabsorption scheint dagegen möglich, wenn die teilweise v.a. aus Preisgründen noch eingesetzten Oxide durch Sulfate oder Chloride ersetzt werden (Jongbloed et al. 2002)

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

Bioverfügbarkeit (%) verschiedener Spurenelementverbindungen beim Schwein (nach Jongbloed et al. 2002)

Eisen		Mangan		Zink		Kupfer	
FeSO ₄ x7H ₂ O	100	MnSO ₄	100	ZnSO ₄ xH ₂ O	100	CuSO ₄ x5H ₂ O	100
FeSO ₄ xH ₂ O	100	MnCO ₃	95	ZnCO ₃	98	CuCO ₃	100
FeCO ₃	82	MnO	96	ZnO	92	CuCl ₂	97
Fe-Staub	78			Zn-Lysin	89	CuO	74
Fe-Citrat	114			Zn-Methionin	95	Cu-Lysin	94
Fe-Cholin-Citrat	118			Zn-Aminosäuren-Chelat	102	Cu-Methionin	100

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

Effekt der Quelle der Zinksupplementation auf Lebendmassezunahme und Futteraufwand bei Ferkeln (Mullan et al. 2002)

	Quelle der Zink-Supplementation		
	Kontrolle	Zinkoxid	Organ. Zinkproteinat
Höhe der Zn-Supplementation			
0-14d (g/t)	0	3000	100
15-39d (g/t)	0	2000	100
Lebendmasse			
Tag 0 (kg)	6,41 ^a	6,47 ^a	6,85 ^b
Tag 39 (kg)	20,87 ^a	21,75 ^b	22,23 ^c
Tägl. LMZ (g/Tag)	67 ^a	389 ^b	405 ^b
Futteraufwand (g/g)	1,58	1,38	1,36

a < b < c; p < 0,05

VI. Möglichkeiten zur Reduzierung des Spurenelementeinsatzes

- Verschiedene Strategien, den beim Ferkel vorhandenen ergotropen Effekt hoher Cu-Gaben (bis 170 mg/kg Futter) durch andere Maßnahmen zu ersetzen, wie z.B. verbessertes Haltungs- und Hygienemanagement, Einsatz von organischen Säuren (z.B. Ameisensäure und deren Salze), Zusatz von Probiotika, Prebiotika oder Pflanzenextrakten
- Gegenwärtig konnte durch diese Maßnahmen der „Cu-Effekt“ noch nicht vollständig ersetzt werden
- Berichte über Phytasezulagen zum Nichtwiederkäuerfutter zur Verbesserung der Spurenelementausnutzung aus den Grundkomponenten (Pallauf et al. 1992, Windisch und Kirchgessner 1995) konnte in eigenen Versuchen beim Mastschwein nicht bestätigt werden (Berk et al. 2003)

VII. Zusammenfassung

- Spurenelemente sind anorganische Bestandteile in Futtermitteln und im Tierkörper, deren Konzentration meist $< 100 \text{ mg/kg T}$ liegt
- Besondere Bedeutung für die praktische Fütterung haben Spurenelemente Mn, Zn, Cu, Se und J
- Spurenelemente haben vielfältige Funktionen im Stoffwechsel zu erfüllen (z.B. Aktivierung von Enzymen, Bestandteile organischer Verbindungen u.a.)
- Bei zu geringer Spurenelementversorgung können zunächst unspezifische, später spezifische Mangelsymptome auftreten
- Die Absorption der Spurenelemente hängt von einer Vielzahl innerer, äußerer und physiologischer Faktoren ab
- Ableitung von Versorgungsempfehlungen für die Nutztiere erfolgt v.a. unter Berücksichtigung von Dosis-Wirkungs-Studien, vereinzelt auch mit Hilfe der faktoriellen Methode

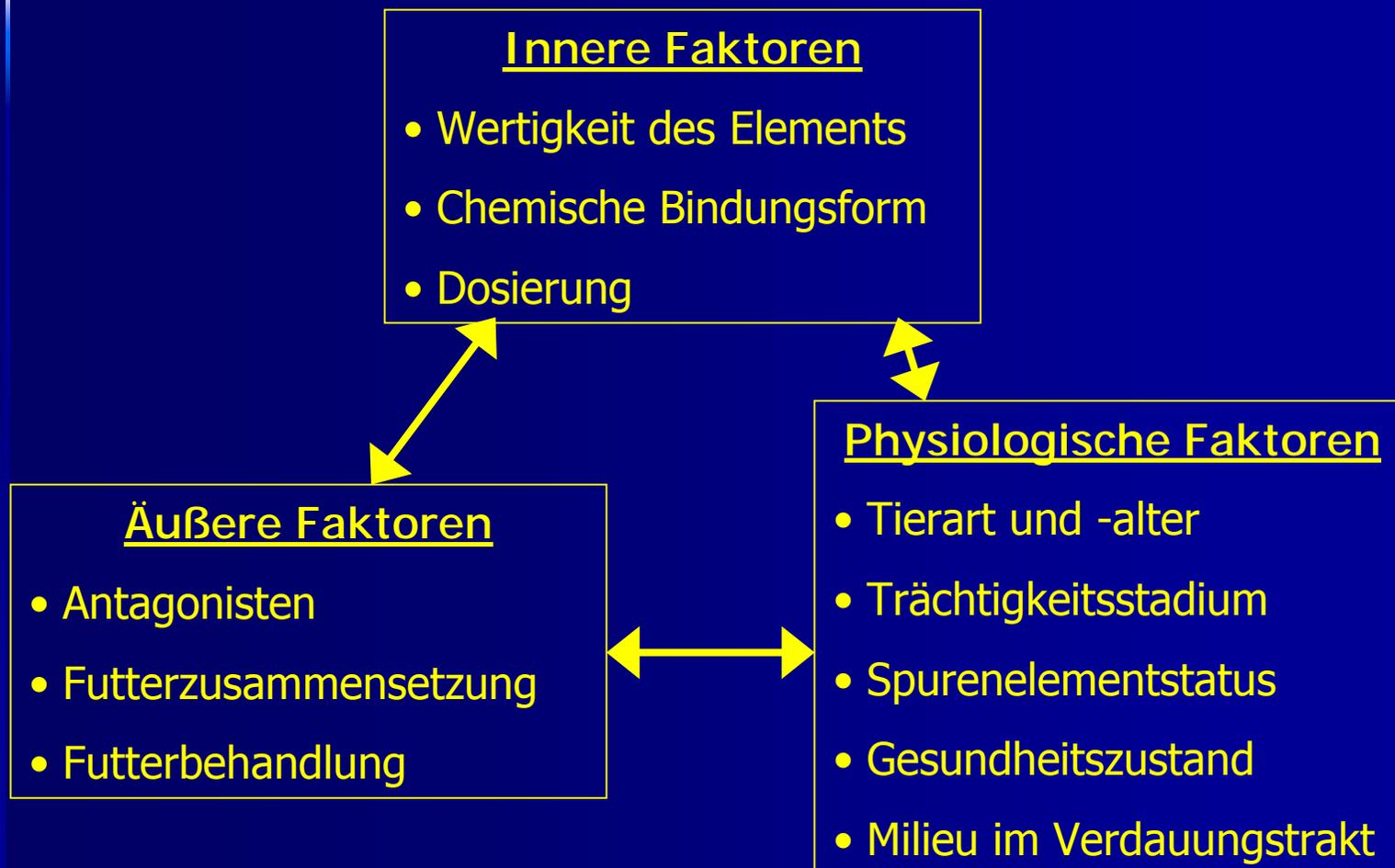
VII. Zusammenfassung

- Verschiedene Einflussfaktoren auf die Absorption erschweren Ableitung von Bruttobedarfswerten, so dass Sicherheitszuschläge erforderlich sind
- Vor allem Umweltaspekte (z.B. Zn, Cu) haben zu einer Absenkung der Höchstgehalte für verschiedene Spurenelemente geführt
- keine nachteiligen Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit der Tiere durch neuen EU-Höchstgehalte für Spurenelemente, sie können zur Senkung der Spurenelementausscheidungen beitragen
- Für die meisten Elemente ist die Proportion zwischen Versorgungsempfehlung und Höchstwert weiter als 1:2,5, so dass entsprechender „Spielraum“ für die praktische Realisierung vorhanden ist

VII. Zusammenfassung

- Potenziale zur Reduzierung der Spurenelementausscheidungen durch landwirtschaftliche Nutztiere:
 - Stärkere Berücksichtigung des nativen Spurenelementgehaltes der eingesetzten Futtermittel
 - Verwendung besser verfügbarer Spurenelementsupplementationen (z.B. Sulfate oder Chloride statt Oxide)
 - Verzicht auf „Sonderwirkungen“ durch hohe Spurenelementgaben (z.B. 170 mg Cu/kg Ferkelfutter bis 12 Wochen); Nutzung anderer Möglichkeiten zur Ausschöpfung des Wachstumsvermögens der Ferkel

b) Absorption und Einflussfaktoren



b) Absorption und Exkretion einiger Spurenelemente

Spurenelement	Dominierender Absorptionsort	Abs.-Mechanismus	Scheinbare Absorptionsraten	Typische Antagonisten	Exkretion
Fe	Dünndarm, v.a. Duodenum	Fe ²⁺ in Mucosa; Fe ³⁺ Apoferritin in Ferritin, Transport als Transferrin	2-15%, nach Mangel bis 80%	Ca, Cd, Cu, Lignin, Mu, Ni, P, Pb, Proteine, Phytat, Zn, Zucker	Faecal (geringe Anteile in Harn, Schweiß)
Mn	Überwiegend Dünndarm	Mn ²⁺ in Mucosa, als Mn ³⁺ frei oder proteingebunden in Geweben	1-10%	Ca, Fe, Mg, P, Phytat	Überwiegend faecal, kaum Harn, Schweiß
Zn	Überwiegend Dünndarm, beim Wiederkäuer auch Pansen/Labmagen	Passiv in Mucosa, dort Proteinbindung	5-80%	Arginin, Ca, Cd, Cu, Fe, Glucosinolate, P, Phytat, S	Überwiegend faecal, renal gering, Schweiß
Cu	Überwiegend Dünndarm, v.a. Jejunum, aber auch Magen, Caecum und Colon	Aktiver Transport (Cu-bind. Protein), auch Diffusion, Metallothionein reguliert	1-30%	Ag, Ca, Cd, Fe, Hg, Mo, P, Pb, Phytat, S, Zn	Überwiegend faecal, außer Schaf
Se	Überwiegend Dünndarm, auch Caecum, Colon	Passive Diffusion oder gebunden an Proteine	30-95%	As, Cd, Hg, S	Überwiegend renal, aber auch faecal, Atemluft
J	Magen, Dünndarm, Haut, Lunge	Spez. J-Transportsystem (Magen, Dünndarm)	60-95%	As, Ca, Co, F, Glucosinolate, NO ₃	Überwiegend renal, z.T. faecal, Schweiß, Atemluft
Co	Überwiegend Dünndarm	Carrier Verbindungen, intrinsic und nonintrinsic Faktoren	20-97%, Wiederkäuer ≈ 3% in Vit. B ₁₂	Fe, J	Wiederkäuer faecal, sonst überwiegend renal

c) Physiologische Aspekte

Fe	Mn	Zn	Cu	Se	J	Co
Fe-haltige Enzyme (Cytochrom-oxidase, Xanthinoxidase, Peroxidasen, Dehydrogenasen, u.a.)	Bestandteil und Aktivator von Enzymen, wie z.B. Arginase, Pyruvat Carboxylase, Mn-Superoxid-Dismutase	Bestandteil und Aktivator von Enzymen, wie z.B. Carboxypeptidasen, Dehydrogenasen, Alkalische Phosphatase, DNA Polymerase	Cu-haltige Enzyme (Oxidasen, Tyrosinase, Ceruloplasmin)	Bestandteil der Gluthathion-peroxidase	Bestandteil der Schilddrüsenhormone	Zentralatom von Vitamin B ₁₂
Bestandteil von Metalloproteinen (Hämoglobin, Myoglobin, Ferritin, Transferrin, Transferrin)	Knochenwachstum, Zellfunktion und -struktur	Wachstum, Hautbildung und Wundheilung	Bestandteil von Metalloproteinen (Erythrocytin, Hepatocytin, Cerebrocytin, Milch-Kupfer-Protein)	Synergist zu Vitamin E und S-haltigen Aminosäuren	Thermoregulation, Energieumsatz	
	Reproduktion	Hormonhaushalt	Eisenstoffwechsel			
	Fett- und Cholesterinstoffwechsel		Pigmentierung, Keratinisierung von Haar/Wolle			
Sauerstofftransport Elektronentransport	Kohlenhydratstoffwechsel (Mucopolysaccharidsynthese)	Wasser- und Kationenbilanz	Reproduktion, Nervensystem, Fettstoffwechsel, Zellatmung			
Energieumsatz	Immunfunktion	Immunfunktion	Immunfunktion			

d) Mangel und Überschuss

Spurenelement	Manglerscheinungen	Intoxikationen
Fe	Anämie, v.a. bei milchernährten Säugern (< 8g Hämoglobin je 100ml Blut)	Kaum bekannt, unspezifische Symptome, Diarrhoe
Mn	Stille Brunst, verminderte Konzeption, erhöhte Abortrate, Perosis, nervöse Störungen, Degeneration des Keimepithels, gestörter Skelettaufbau	Kaum bekannt, Minderleistungen bei >1000ppm im Futter
Zn	Epithel-, Haar- und Gefiederschäden (Parakeratose), geringe Hodenentwicklung, Skelettschäden, Senkung Alkal. Phosphatase im Plasma	Kaum bekannt, Minderleistungen bei >1000ppm im Futter, Anämie
Cu	Embryonaler Fröhrtod, geringere Fe-Absorption, Leberzirrhose, Skelett- und Gefäßschäden, endemische Ataxie, Anämie, Wollveränderungen	Vor allem Schaf: Enzephalopathie, Hämoglobinurie, Exitus:>1000ppm in Leber
Se	Lebernekrose (Schwein), Exsudative Diathese (Küken), Muskeldystrophie, Weißfleischigkeit	Anämie, Steifheit, Gelenkschwäche, Haarausfall, „Blind stoggers“
J	Gestörter Energieumsatz, verminderter Grundumsatz, Kropf, verminderte Fruchtbarkeit, embryonaler Fröhrtod, Haarlosigkeit	Selten, ähnlich Mangelsymptomen (>1000ppm im Futter)
Co	Anämie, struppiges Fell, Abmagerung, Aborte, Exitus (s. Vitamin B ₁₂ -Mangel)	Kaum bekannt, Polycythämie (erhöhte Erythrocytenkonzentration, >100ppm im Futter)