Minderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Schweinegülle

Dr. Hermann Lindermayer, LfL-Grub

Zur Diskussion stehen in der Schweinehaltung aktuell die Spurenelemente/Schwermetalle Kupfer (Cu), Zink (Zn), Chrom (Cr), Nickel (Ni), Cadmium (Cd), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg).

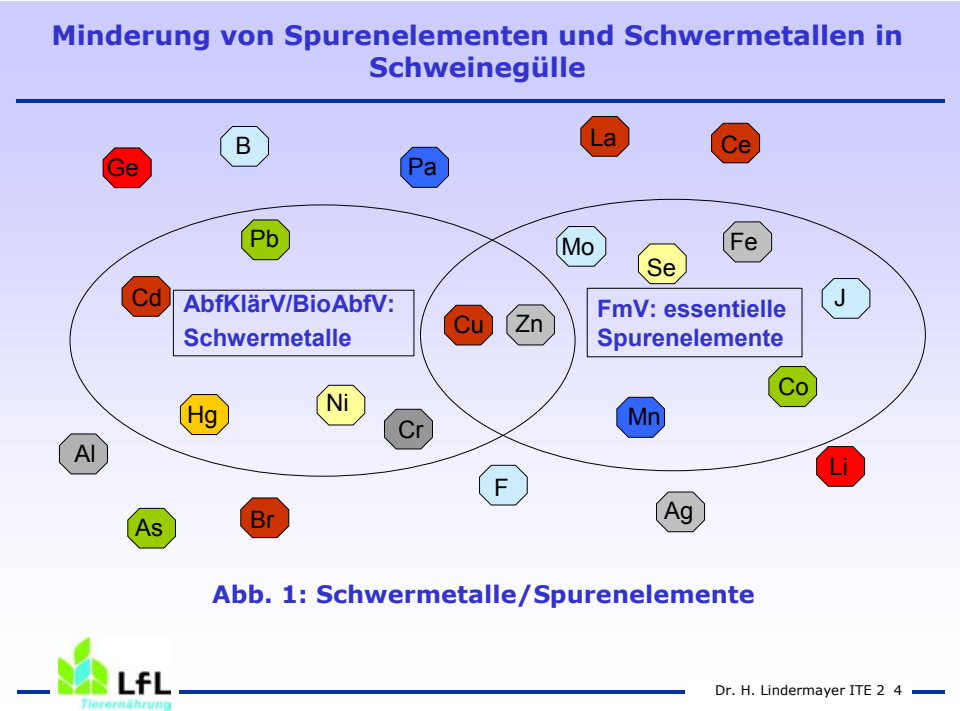


Abb. 1: Schwermetalle/Spurenelemente

Die ersten beiden Elemente (Cu, Zn) sind neben Eisen (Fe), Kobalt (Co), Jod (J), Mangan (Mn) und Selen (Se) essentielle (lebensnotwendige) Spurenelemente, die im Tierfutter zum Erhalt der Tiergesundheit und Leistungsfähigkeit bedarfsdeckend enthalten sein müssen. Überversorgungen damit führen aber immer zu Anreicherungen in Gülle und Boden bzw. wirken bei Grenzwertüberschreitungen im Tier toxisch. Schweinegüllen speziell aus der Ferkelaufzucht sind stark mit Kupfer und Zink befrachtet, weil hier wegen pharmakologischer Sonderwirkungen die futtermittelrechtlich zulässigen Cu-/Zn-Höchstgehalte im Futter in der Regel ausgereizt werden. Diese Praxis widerspricht den Zielen des Bodenschutzes („Wir müssen die Böden vor einer Anreicherung mit Schadstoffen schützen“ – BMVEL/BMU 2002) und führt zu Kupfer- und Zinkkonzentrationen in der Gülle weit jenseits gesetzlicher Obergrenzen der Abfallwirtschaft (Klärschlamm-/ BioAbfall-Verordnung). Da Wirtschaftsdünger den mit Abstand gewichtigsten Hauptpfad für den Schwermetalleintrag auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausmachen, diskutieren die Behörden nun, Obergrenzen für Cu und Zn (auch Cd, Pb, Hg, Cr, Ni) in der Gülle einzuführen. Die exzessiven Cu- und Zn-Dosierungen werden somit nicht mehr möglich sein, die momentan gültigen Cu/Zn-Höchstgehalte im Schweinefutter lassen sich nicht halten. Auch fallen gegenwärtig im Rahmen von Kontrollen (siehe Tabelle 1) immer wieder Schweinefutterrationen mit Cu-/Zn-Übergehalten auf, die es unbedingt zu vermeiden gilt. Ursachen dafür können sein.

- Unterschätzung der Nativgehalte (5 –15 mg Cu/kg bzw. 35-65 mg Zn/kg Trockenfutter);
- überhöhte Einträge über Nebenprodukte wie Molke, Bierhefe..(siehe Tabelle 2);
- sonstige Schwermetallquellen wie Verunreinigungen in Mineralien, Stalleinrichtungen, Wasser, Arzneimittelträgerstoffe, Desinfektionsmittel...;
- Entmischungsprobleme;
- Mineralfutterüberdosierungen aus Sicherheitsdenken heraus (z.B. Ferkelmineral an Vormastschweine);
- Sonderwünsche ...;

Es ergeht der dringende Appell an die Mineralfutterindustrie, die futtermittelrechtlich erlaubten Zulagen nicht auszuschöpfen bzw. sich mehr in Richtung Versorgungsempfehlungen zu orientieren. Die Landwirte selber sollten ihre Schwermetallbilanzen kennen und aktiv den Schwermetallaustrag reduzieren.

Minderung von Spurenelementen und Schwermetallen in Schweinegülle

Tab. 1: Kupfer- und Zinkgehalte im Alleinfutter (Grub 11/2005) (mg/kg 88% T [1])

Schweine	n	Kupfer	Zink
Ferkel	24	134 (26-205) 16%>170mg	230 (72-1294) 16%>150mg
Mast	72	33 (13-181) 28%>25mg	125 (60-352) 14%>150mg
Zucht, säugend	23	29 (15-52) 48%>25mg	160 (101-300) 30%>150mg
Zucht, tragend	19	23 (14-30) 11%>25mg	120 (78-229) 11%>150mg

[1] Mittelwert, Spanne, %-Satz über Grenzwerte

Minderung von Spurenelementen und Schwermetallen in Schweinegülle

Tab. 2: Kupfer- und Zinkgehalte in Einzelfuttermitteln (Grub 2005) (mg/kg T)

Futtermittel	n	Kupfer	Zink
Weizen	6	7,5 (4,4-13,7)	36,8 (23,7-56,7)
Gerste	5	7,7 (3,8-14,1)	35,9 (26,6-48)
Sojaschrot	119	18 (13-25)	56 (43-102)
Sojabohnen	17	18,2 (15,1-20,4)	51,0 (40,3-61,2)
Erbsen	19	11 (9,8-12,4)	35,6 (31,2-45,6)
Bierhefe	4	19 (5-40)	68 (25-179)
Molke	4	18 (7-34)	192 (39-463)
Milchzuckermelasse	4	16,3 (7-22,4)	119,4 (61-154)
Mineralfutter- Mast	2	1011-1205	4450-4912

Die Schwermetalle Cadmium (Cd), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) sind hochgiftig und reichern sich in der Nahrungskette an. Futtermittelrechtlich handelt es sich hierbei um „unerwünschte Stoffe“ mit Höchstgehaltsangaben für Einzel-, Ergänzungs- und Alleinfutter. Grenzüberschreitungen werden äußerst selten beobachtet, führen aber zum Verfütterungsverbot des betroffenen Rohstoffs. So wurde kürzlich über das europäische Schnellwarnsystem mit Cd verseuchtes Zinksulfat aus China gefunden. Die auffällige Charge sowie die damit verunreinigten Schweinefutter wurden sofort vom Markt genommen. Es darf also das betroffene Futtermittel nicht durch Verschneiden abgereichert werden. Vordergründig geht es bei den genannten „unerwünschten Stoffen“ im Futtermittelrecht um den Schutz von Mensch und Tier und nicht um Umwelt- und Bodenschutz. Die Landwirte sollten bewusst durch Vermeidung/Reduzierung kontaminierter Futtermittel inkl. Wasser, durch geeignete Ernte-, Lagerungs- Reinigungsmaßnahmen, durch Verzicht auf Klärschlammausbringung usw. eine Anreicherung im Betriebskreislauf (Boden-Futter-Tier-Gülle) unbedingt vermeiden.

Der Handlungsspielraum zur Minderung des Eintrages der nicht essentiellen Schwermetalle (Cd, Pb, Hg) ist (ohne Kenntnis der Gehaltswerte in den verwendeten Futtermitteln) allerdings gering. Das Potential zur Verringerung des Eintrags der zugesetzten essentiellen Elemente Kupfer und Zink ist weitaus größer. Es spielt sich im Spannungsfeld „bedarfsgerechte Versorgung – erwartete Sonderwirkungen/Höchstgrenzen“ ab.

Cu/Zn – Versorgungsempfehlungen/Höchstgehalte/Homöostase

Tab. 3: Versorgungsempfehlungen in mg/kg bzw. ppm Trockenfutter), gültige und diskutierte Höchstgehalte

Alleinfutter	**Ferkel**		**Schweine**	
(mg/kg Trockenfutter)	**Cu**	**Zn**	**Cu**	**Zn**
Versorgungsempfehlung	6 – 10	80 – 100	5 – 10	50 – 100
Höchstgrenze – Ist	170 (bis 12 Wo.)	150	25	150
Höchstgrenze – Soll	30	100	20	100

Für Schweine liegen die Versorgungsempfehlungen (Tab. 3)zwischen 50 und 100 ppm (Zink) bzw. 5 bis 10 ppm (Kupfer). Darin sind neben dem tatsächlichen Bedarf des Organismus sowohl Sicherheitszuschläge für Schwankungen im nativen Gehalt der Futtermittel als auch für Unsicherheiten im metabolischen Bedarf sowie für ungünstige Bioverfügbarkeiten enthalten. Höhere Zufuhren sind unnötig und im Hinblick auf den Versorgungsstatus der Tiere wirkungslos. Versorgungen oberhalb des Bedarfs werden ohne ins Körperinnere zu gelangen über Kot wieder ausgeschieden. Freies Zink und Kupfer kommen in den Zellen so gut wie nicht vor, sie wirken dort stark toxisch. Für die präzise Kontrolle der Cu- bzw. Zn-Konzentration im Körperinneren sorgt die homöostatische Regulation des Organismus. Auf diese Weise können Cu- und Zn-Gehalte im Futter toleriert werden, die um ein Vielfaches über dem Bedarf oder den Versorgungsempfehlungen liegen, ohne dass es im Inneren des Körpers zur Überschwemmung mit diesen toxischen Schwermetallen kommt.

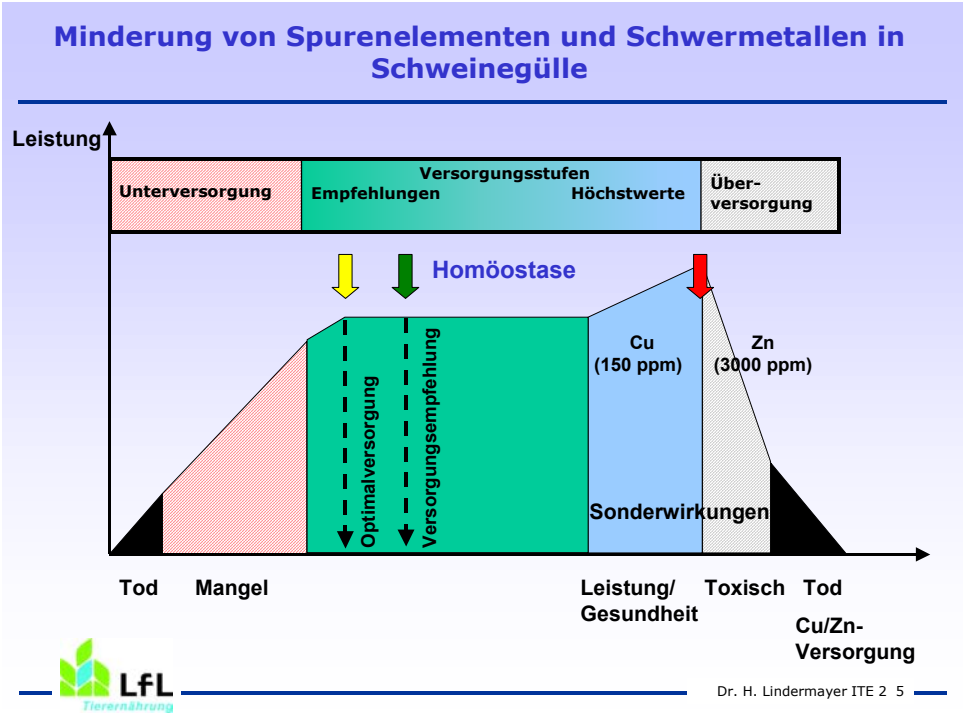


Abb. 2: Spurenelementversorgung und Leistung

Cu-/Zn-Sonderwirkungen

An der Grenze zur Toxizität entfalten Cu und Zn pharmakologische Sonderwirkungen: Zurückdrängung unerwünschter Bakterien (z.B. e. coli) im Verdauungstrakt, weniger Durchfallprobleme, bessere Futterausnutzung, höhere Leistungen. Das sind auch die Gründe für die üblichen hohen Cu- und Zn-Gehalte im Ferkelfutter im Grenzbereich der futtermittelrechtlich gerade noch erlaubten Konzentration. Diese hohen Dosierungen weit über den Versorgungsempfehlungen sind trotz Kenntnis der Umweltproblematik üblich, weil nach Wegfall der antibiotischen Leistungsförderer die Gesundheitsprobleme in den Beständen zugenommen haben. Hinzukommt, dass weniger verfügbare Cu-/Zn-Verbindungen in der höchstmöglichen Zulagestufe billiger sind als hochverfügbare Cu/Zn-Träger in vernünftigen Einsatzraten. Im Falle des Kupfers treten die genannten leistungsfördernden Effekte innerhalb eines Dosierfensters von 100 – 200 ppm auf, also durchaus im Rahmen des futtermittelrechtlich Möglichen (170 ppm bis max. 12 Wochen Alter). Im Falle des Zinks sind pharmakologische Dosierungen erst im Bereich von etwa 3000 – 6000 ppm aus Zn0 wirksam Erlaubt wären 150 mg/kg Futter. Man bewegt sich also eindeutig im illegalen Bereich, wenn man mit Zn0 solche Sondereffekte nutzen will. Derartige Dosierungen haben sowohl bei Cu als auch bei Zn beträchtliche Nebenwirkungen:

- Cu-/Zn-Akkumulationen in der Leber;
- negative Interaktionen mit anderen Spurenelementen (Cu, Zn, Fe);
- Schädigung der Darmschleimhaut bei längeren Anwendungen;
- Anreicherung über die Gülle im Boden mit Faktor 4 (Zn) bzw. 20 (Cu) über die Abfuhr durch die Ernte.

Cu-/Zn (Cd, Pb, Hg)-Minderungen in der Gülle

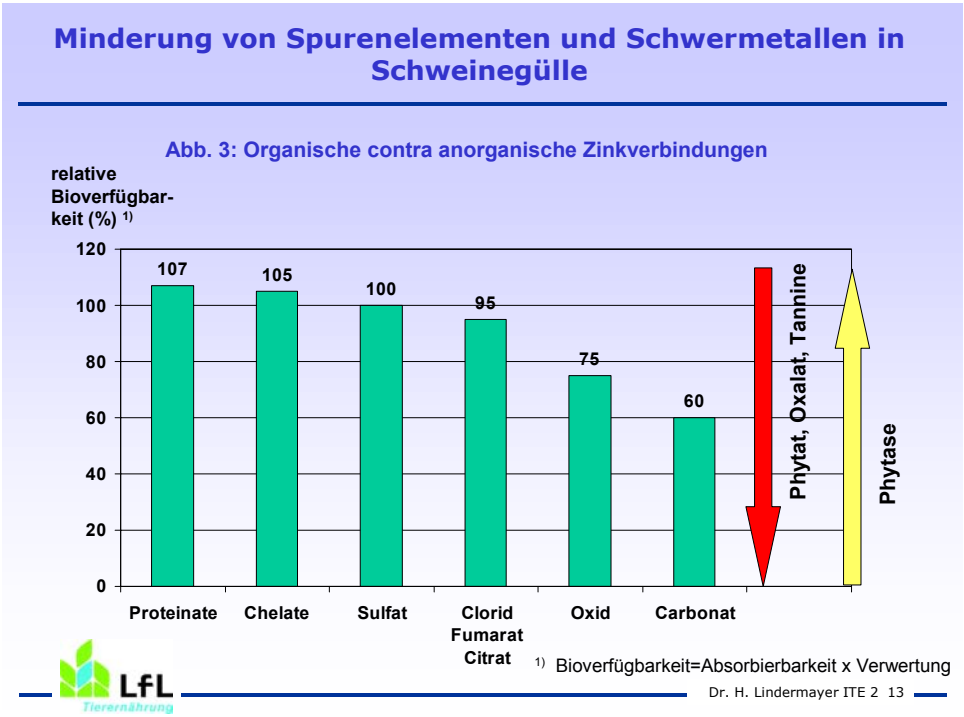
Tab.4: Maßnahmen zur Minderung von Spurenelementen und Schwermetallen

Minderung von Spurenelementen und Schwermetallen in Schweinegülle

Maßnahmen:	Potenzial	Praxisreife
• Herabsetzung der Zulagen	+++	+
• organische Verbindungen, Salze	(+)	+
• Phytasezulage	(+)	+
• Phasenfütterung (4%/3%/2% Mineralfutter)	(+)	+
• Organische Säuren, Fütterungskonzepte	(+)	+
• Vermeidung von Imbalanzen (Ca, Cu, Zn...Fe)	(+)	+
• Berücksichtigung nativer Gehalte?	(-)	-
• „Reine“ Spurenelementverbindungen	(-)	-
• Futter-, Wasserhygiene (Erde, Staub)	(-)	+
• Fütterungsarzneimittel (Trägerstoff ZnO, „CTZ“)	(-)	(+)

Potenzial: +=hoch, -=gering; Praxisreife: +=ja, -=nein

Die einfachste Möglichkeit zur Cu/Zn-Senkung in der Gülle ist die drastische Reduzierung der Gehalte im Futter. Die nativen Gehalte der Rationen (Durchschnitt: Cu 10 mg/kg, Zn 50 mg/kg) reichen allerdings nicht aus - speziell bei Zn. Ferkel reagieren innerhalb weniger Tage auf Zn-Mangel (Parakeratose, Skelettschäden). Man verzichtet also gänzlich auf die erwähnten Sonderwirkungen (Cu) und ergänzt über das Mineralfutter nur den Cu/Zn-Fehlbetrag bis hin zu den Versorgungsempfehlungen bzw. maximal bis zu den geforderten Sollobergrenzen aus Bodenschutzgründen.



Es ist dabei durchaus sinnvoll (Abb. 3), Maßnahmen zur Steigerung der Bioverfügbarkeit (Absorbierbarkeit x Verwertung) zu nutzen, wie etwa der Einsatz höher verfügbarer Cu-/Zn-Quellen (organische Verbindungen, Salze) und die Zulage von Phytase. Schweinefutter enthält nämlich erhebliche Mengen an Komplexbildnern (v.a. Phytat), welche die Absorption von Cu und Zn aus nicht organischen Verbindungen erheblich stören. Phytase löst solche Komplexe und erhöht so die Cu-/Zn-Bioverfügbarkeit signifikant. Phytaseeinsatz und Supplementierung hochverfügbarer Verbindungen ergänzen einander und lassen sogar weitreichendere Reduzierungen der Cu- und Zn-Gehalte im Schweinefutter zu. Beispielhaft ist hierzu ein Gruber Ferkelaufzuchtversuch (Abb. 4) mit sehr niedrigen Cu- und Zn-Gehalten in praxisüblichen Rationen aufgeführt. Er zeigt auf hohem Leistungsniveau, dass die diskutierten Höchstgrenzen-Soll (Tab. 3) sogar noch unterschritten werden können und gegenüber der jetzigen Ferkelfütterungspraxis an der Cu/Zn-Obergrenze 80% (Cu) bzw. 50 % (Zn) weniger Gülleeintrag mit diesen Elementen möglich ist. Voraussetzung dazu sind allerdings ausgewogene Rationen mit Phytase sowie gute sonstige Rahmenbedingungen (Genetik, Tiergesundheit).

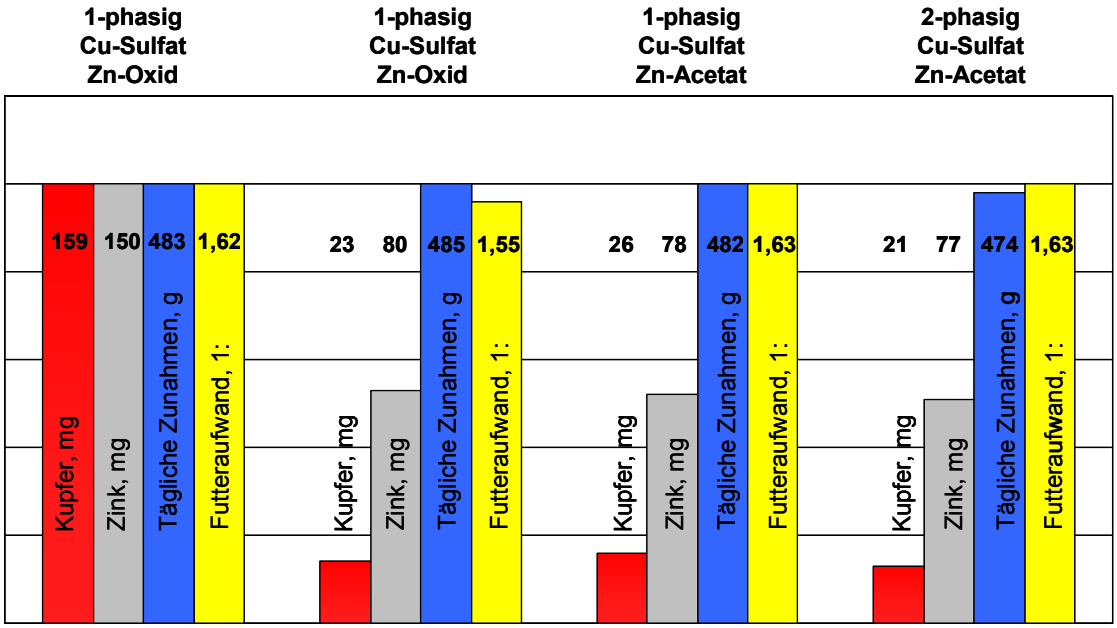


Abb. 4: Kupfer- und Zinkversorgung beim Ferkel (8-30 kg LM)

Durchgängige Fütterungskonzepte, ausreichendes Enzymtraining, genügend Ballaststoffe, pufferarme Futter, N/P-Reduzierung und Säurezulagen können sowohl die Tiergesundheit stabilisieren als auch zur Leistungsförderung beitragen. Organische Säuren erzielen ähnlich gute Leistungseffekte wie hohe Cu-Gaben. Es gilt zusätzlich alle Störfaktoren der Cu-/Zn-Absorption wie Kalzium-, Phosphor-, Schwefel-, Eisenüberhänge zu minimieren.

Die Berücksichtigung nativer Gehalte aus dem Futter gestaltet sich schwierig. Entsprechende Tabellenwerte (DLG 1973) sind veraltet und unvollständig, regionale Futterdaten müssten erst erarbeitet werden.

In der Reduzierung der Cu- und Zn-Supplementierung könnte auch ein bedeutsames Minderungspotential für den Eintrag unerwünschter Schwermetalle liegen. Pb, Cd und Hg sind oft Begleitstoffe in essentiellen Spurenelementträgern.

Der mögliche Eintrag aus speziell kontaminierten Futterregionen (z.B. Erdinger Moos – As), aus bestimmten Futtermitteln (Fischmehl-Hg, Weizen/Gerste/Kleie-Cd sollte durch entsprechende Vorkehrungen wie optimale Ernte/Lagerung/Reinigung/Futtermonitoring minimiert werden.

Zu klären wäre auch, welche quantitative und qualitative Bedeutung zusätzliche Elementeinträge aus Arzneimittelanwendungen (Trägerstoff ZnO), Desinfektionslösungen , Stalleinrichtungen (Korrosion, Farben), Einstreumitteln (Cu, Zn), Wasserleitungen (Cu, Pb) usw. in bayerischen Schweineställen haben. Erst dann könnte über entsprechende Aufklärungsarbeit und Minimierungsstrategien gezielt reagiert werden.

Zusammenfassung und Handlungsbedarf

Im Hinblick auf eine Verringerung der Einträge von Spurenelementen bzw. Schwermetallen in Schweinegülle und damit auf landwirtschaftliche Flächen ist die Reduzierung der Cu-/Zn-Zulagen zum Futter als ein machbarer und wirkungsvoller Ansatz zu sehen. Die gültigen Versorgungsempfehlungen reichen auch unter praktischen Fütterungsbedingungen für alle Leistungsanforderungen aus. Allerdings erfordert die punktgenaue Cu-/Zn-Versorgung

- genauere Kenntnisse der nativen Gehalte;
- Verwendung hochverfügbarer Cu/Zn-Quellen;
- Phytasezulage;
- Vermeidung von Imbalanzen und Störfaktoren der Absorption.

Bei Herabsetzung der Cu-Zufuhren (nicht Zn!) in der Ferkelaufzucht können wegen des Wegfalls leistungsfördernder Effekte wirtschaftliche Einbußen auftreten. Diese gilt es durch zusätzlichen Fütterungsaufwand (und Mehrkosten) zu kompensieren. Hierzu sind weitere Versuche und entsprechende Aufklärung der Landwirte durch die Beratung notwendig. Parallel zur Cu-/Zn-Reduzierung werden auch die unerwünschten Begleitstoffe (Cd, Pb, Hg) zurückgefahren. Hinsichtlich der geplanten Grenzwerte an Spurenelementen in Wirtschaftsdüngern (Schweinegülle) ist dringend eine Abstimmung zwischen den Rechtsbereichen notwendig.