

Ute Schultheiß, Ursula Roth, Helmut Döhler und Henning Eckel, Darmstadt

# Schwermetallströme in der Tierhaltung - welchen Einfluss hat der Stall?

Über Wirtschaftsdünger gelangen Schwermetalle aus Nutztierhaltungsanlagen, so auch Kupfer und Zink, die als Spurennährstoffe wirken, auf landwirtschaftliche Nutzflächen und können dort zu einer Anreicherung führen. Schwermetalleinträge in landwirtschaftlich genutzte Böden müssen daher im Sinne eines vorbeugenden Umweltschutzes minimiert werden. Im Rahmen eines Verbundvorhabens wurden auf Praxisbetrieben Schwermetallströme in der Tierhaltung untersucht und Möglichkeiten zur Verringerung von Schwermetalleinträgen in den Stall analysiert.

Dr. agr. Ute Schultheiß, Dipl.-Geoökol. Ursula Roth, Dipl.-Ing. agr. Helmut Döhler und Dipl.-Geoökol. Henning Eckel sind wissenschaftliche Mitarbeiter des KTBL, Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt; e-mail: [ktbl@ktbl.de](mailto:ktbl@ktbl.de)

Wir danken dem Umweltbundesamt Berlin für die finanzielle Unterstützung des Vorhabens sowie dem Institut für Pflanzenernährung der Universität Bonn, dem Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie der Universität Bayreuth und der LUFA Oldenburg, die die Praxisuntersuchungen vornahmen.

## Schlüsselwörter

Schwermetalle, Spurenelemente, Futtermittel, Wirtschaftsdünger, Stallbilanzen, Minderungsstrategien

## Keywords

Heavy metals, trace elements, feeding stuffs, animal manure, stable balances, mitigation strategies

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04411 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Spurenelemente werden dem Futter zuge-  
setzt, um eine bedarfsgerechte Versorgung des Tieres sicherzustellen und damit Störungen der Tiergesundheit und Leistungseinbußen zu vermeiden. Vom Tier nicht verwertete Spurenelemente werden über die Exkremente ausgeschieden. Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft enthalten neben Haupt- und Spurenelementen auch Schwermetalle. Neben den Futtermitteln und Futterzusätzen können Desinfektionsmittel, Einstreumaterialien sowie Korrosion und Abrieb von Stalleinrichtungen oder Lagerbehältern, Baustoffe und Farben oder auch Trägermaterialien für Tierarzneimittel eine Rolle für den Eintrag von Schwermetallen in Wirtschaftsdünger spielen [1]. Die Ausbringung von schwermetallhaltigen Wirtschaftsdüngern kann langfristig zu einer Anreicherung von Schwermetallen in landwirtschaftlich genutzten Böden führen.

Ziel eines vom UBA geförderten und vom KTBL koordinierten Vorhabens war, die Eintragspfade von Schwermetallen in Tierproduktionsbetriebe zu erfassen, die Schwermetallströme zu bilanzieren und Möglichkeiten zur Verringerung dieser Einträge aufzuzeigen [3].

## Praxisuntersuchungen

Für die Untersuchungen wurden 20 Tierproduktionsbetriebe (Rinder-, Schweine-, Geflügelhaltung) mit unterschiedlichen Haltungssystemen in verschiedenen Regionen Deutschlands ausgewählt. Bezugssystem für die Bilanzierung war der Stall, nicht der gesamte Betrieb. Bei der Bilanzierung wurden die Einträge an Schwermetallen (Kupfer, Zink sowie Blei, Cadmium, Chrom und Nickel) über Futtermittel und sonstige Betriebsmittel den Austrägen über Wirtschafts-

dünger und tierische Erzeugnisse gegenübergestellt und der Bilanzsaldo errechnet.

## Einträge von Schwermetallen in den Stall

### Futtermittel

Schwermetalle werden im Wesentlichen über Futtermittel, Futterzusatzstoffe und über kupferhaltige Klauenbäder (Milchviehhaltung) in den Stall eingetragen (Bild 1). Trotz ihrer meist geringen Schwermetallgehalte tragen wirtschaftseigene Futtermittel in der Milchviehhaltung aufgrund ihrer großen Einsatzmasse mit etwa 40 bis 75 % zum Eintrag von Schwermetallen in den Stall bei. Die zugekauften Ergänzungs- und Alleinfuttermittel weisen oftmals höhere Schwermetallgehalte auf als wirtschaftseigene Futtermittel; dies erklärt sich dadurch, dass diese Futtermittel meist mit Spurenelementen ergänzt sind. Der Anteil von Kupfer und Zink, der über reine Mineralfuttermittel in den Stall gelangt, beträgt etwa 20 %.

Für die Schweinehaltung werden die Einträge für einen Einzelbetrieb aufgezeigt, der sowohl wirtschaftseigene Futtermittel als auch Zukauffuttermittel einsetzt. Ein Großteil der Kupfer- und Zinkeinträge erfolgt über Mineralfuttermittel, die auch für Chrom und in geringerem Ausmaß Nickel einen wichtigen Eintragspfad darstellen (Bild 1). Bei Cadmium und Blei ist der Eintrag über sonstige Betriebsmittel, insbesondere durch Stroheinstreu und Wasser zum Tränken, bedeutsam.

### Klauendesinfektionsmittel

In der Rinder- und auch Schafhaltung können über Kupferklauenbäder hohe Kupfermengen in die Wirtschaftsdünger gelangen. Das in fünf Betrieben verwendete Kupfer-

Tab. 1: Schwermetallgehalte verschiedener Betonproben [3, 4]

Table 1: Heavy metal concentrations in different concrete samples [3, 4]

Material	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Betonspaltenelemente	0,04	15,1	10,0	17,7	7,8	16,7
Estrich Mistgang	0,11	13,5	12,2	12,5	6,5	5,8
Putzproben						
Schweinställe	0,08-0,56	11-20	8-36	13-17	3-22	18-112

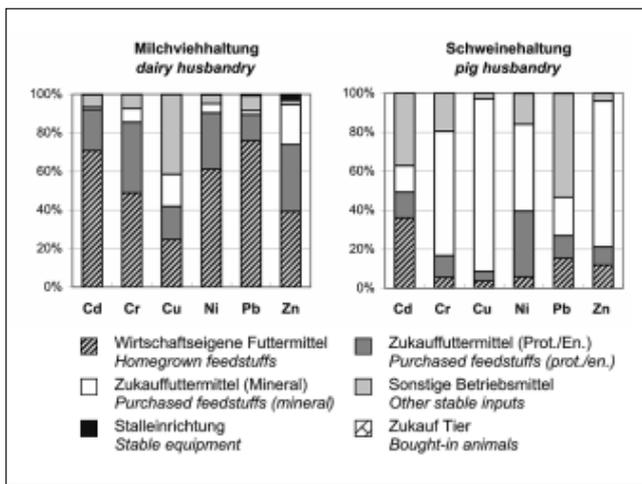


Bild 1: Anteil einzelner Stoffströme am Gesamteintrag der untersuchten Schwermetalle in den Stall; Mittelwerte Milchvieh- (n=8) und Schweinehaltung (n=1)

Fig. 1: Relative importance of the different sources of heavy metals on stable level; mean values for dairy (n=8) and pig husbandry (n=1)

trio macht rund 40 % des Kupfereintrages aus (siehe Sonstige Betriebsmittel, Bild 1).

### Stalleinrichtung

Auf Basis eigener Messungen und Literaturrecherchen wurde ein Zinkeintrag über Korrosion und Abrieb von 2 bis 13 % des Gesamteintrages ermittelt [3]; für Cadmium und Blei wurden keine nennenswerten Einträge festgestellt.

Für (Spalten-)Böden, Entmistungsbahnen und Abtrennbuchten werden bevorzugt Betonfertigteile mit hoher Betongüte und Oberflächenqualität eingesetzt. Einzelproben von Estrich und Betonspalten weisen Konzentrationen an Chrom und Nickel auf (Tab. 1), die in der Größenordnung der Gehalte von Wandputz aus Schweinehaltungsbetrieben liegen [4]. Über die Abtragsraten und somit den Schwermetalleintrag von Spaltenböden und Abtrennbuchten in den Stall liegen bisher keine Informationen vor. Allerdings sind keine nennenswerten Elementeinträge zu erwarten, da diese fest in der Betonmatrix gebunden sind und nur zu einem sehr geringen Umfang herausgelöst werden können.

### Holzschutzmittel, Farben und Lacke

In Holzschutzmitteln können Chrom-, Kupfer- und Zinkverbindungen enthalten sein; Cadmium und Chrom finden in Pigmenten von Farben und Lacken Verwendung. Aufgrund der geringen Masse ist mit geringen Schwermetallfrachten über diese Materialien zu rechnen.

### Mineralische Einstreumittel / Güllezusatzstoffe / Kalke

Mineralische Einstreumittel, die in der

Schweinehaltung Verwendung finden, können im Gegensatz zu anderen im Stall eingesetzten Betriebsmitteln höhere Elementgehalte aufweisen und Kupfereinträge verursachen, die vergleichbar sind mit dem Eintrag über Futtermittel [4].

Güllezusatzstoffe und Kalke, die auch als Güllebehandlungsmittel oder Einstreumittel in der Praxis eingesetzt werden, weisen weite Konzentrationsspannen bei Chrom, Nickel und zum Teil auch Zink auf. Zum Umfang des Schwermetalleintrags über diese Materialien fehlen ebenfalls systematische Untersuchungen.

### Austräge von Schwermetallen aus dem Stall

Der Austrag von Schwermetallen erfolgt zu mehr als 95 % mit den Wirtschaftsdüngern. Die Exkremente aus der Rinderhaltung weisen gegenüber den anderen Wirtschaftsdüngern die geringsten Kupfer- und auch Zinkgehalte auf (Tab. 2). Die höchsten Kupfer-, Zink- und Nickelkonzentrationen werden bei Ferkelgülle festgestellt.

### Stallbilanzen

Der Vergleich der Schwermetallströme in Tierhaltungsbetrieben zeigt, dass die untersuchten Schwermetalle in unterschiedlichen Mengen in den Stall ein- und aus dem Stall ausgetragen werden. Die Bilanzierung hat ergeben, dass in der Rinder- und Schweinehaltung für die Elemente Chrom, Blei, Zink, und in der Schweinehaltung zusätzlich für Nickel und Kupfer, die Austräge oftmals höher sind als die Einträge, wobei die Ursachen nicht immer geklärt werden konnten.

Wirtschaftsdünger	n	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
mg kg <sup>-1</sup> TM / mg kg <sup>-1</sup> dm							
Rindergülle	127	0,4	6,1	48	7,7	8,9	305
Rindermist	74	0,3	6,1	25	4,1	5,2	122
Schweinegülle (Mischgülle)	65	0,4	10,3	531	11,5	5,7	1508
Ferkelgülle	7	0,4	7,1	1165	16,0	3,4	1884
Schweinemist	69	0,4	13,7	206	4,9	1,9	465
Putenmist	34	0,5	22,1	150	6,5	2,6	395
Hühnertrockenkot	9	0,2	9,8	45	8,2	2,4	430

Tab. 2: Schwermetallgehalte von Wirtschaftsdüngern [3]

Table 2: Heavy metal concentrations in animal manure [3]

Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass zusätzlichen Quellen wie Trägerstoffen für Arzneimittel, mineralischen Einstreumitteln oder auch Güllezusatzstoffen verstärkt Rechnung getragen werden muss [4].

### Ausblick

In der aktuellen Diskussion um die Schwermetallgehalte in Wirtschaftsdüngern ist zu berücksichtigen, dass über wirtschaftseigenes Futter und Stroh zur Einstreu ein gewisser Elementanteil im Betriebskreislauf gehalten wird. Dieser interne und vom Landwirt nicht direkt beeinflussbare Schwermetallfluss hat besondere Bedeutung auf Betrieben mit einem hohen Anteil wirtschaftseigener Futtermittel. Minderungsstrategien müssen demnach an mineralreichen Zukauf Futtermitteln und anderen elementreichen Betriebsmitteln (Klauenbäder, mineralische Einstreumittel, Trägerstoffen für Arzneimitteln) ansetzen, wenn die Schwermetalleinträge in tierhaltende Betriebe substanziell verringert werden sollen. Neben der Absenkung der zulässigen Höchstgehalte von Spurenelementen können die zielgerichtete Auswahl von Spurenelementverbindungen (anorganisch/organisch) oder der Zusatz von Phytase eine weitere Minderung ermöglichen [2].

Allerdings schränken in der Milchviehhaltung der Einsatz von mineralreichen Ergänzungsfuttermitteln zur Energie- und Proteinergänzung und das Fehlen von Methoden für eine betriebsindividuelle standort- und leistungsangepasste Ermittlung des Spurenelementbedarfs das Potenzial der Fütterung zur Senkung der Schwermetalleinträge in Wirtschaftsdünger weiter ein. In der Schweinehaltung hingegen erfolgt ein Großteil der Kupfer- und Zinkeinträge über Mineralfuttermittel; hier wäre mit der Herabsetzung der Spurenelementergänzung zumindest für diese Elemente eine Senkung der Einträge in Wirtschaftsdünger zu erreichen.

Für den Bereich der Klauendesinfektion sind gezielte Anwendungshinweise zu Einsatzmengen und Einsatzhäufigkeit sowie die Schaffung von Alternativpräparaten erforderlich. Darüber hinaus ist durch Maßnahmen zur Klauenpflege der Einsatz von Klauenbädern zu minimieren.

Möglichkeiten zur Minderung des Zinkabtrags der Stalleinrichtung liefern bereits ein optimiertes Stallklima sowie ein Schutz der Bodenzone feuerverzinkter Stahlteile. Der Wissensstand zu Abtragsraten und Massenströmen über die in den Ställen eingesetzten baulichen, technischen und protektiven Materialien ist derzeit nicht ausreichend und somit eine systematische Überprüfung erforderlich.