

Zur einheitlichen Ableitung von Schwermetallgrenzwerten bei Düngemitteln

1. Einleitung

Unter dem Titel „Gute Qualität und sichere Erträge“ haben Umwelt- und Verbraucherschutzministerium im Juni 2002 ihre Konzeption zum Düngemittelleinsatz vorgestellt. Ein vorsorgender Bodenschutz, der konsequent auf die Vermeidung schädlicher Stoffanreicherungen im Boden zielt, ist Grundlage für die Produktion gesunder Nahrungsmittel und einer intakten Umwelt.

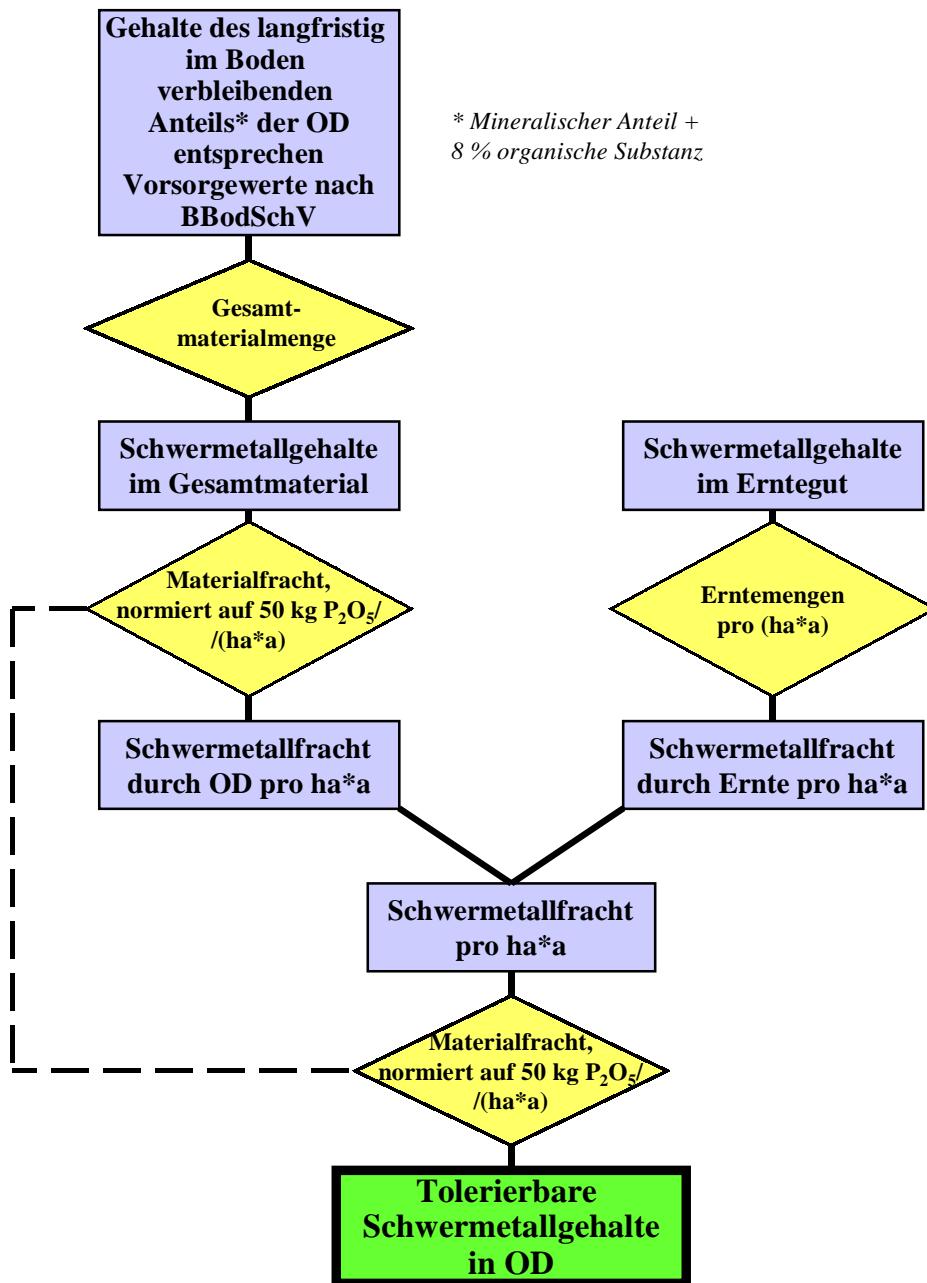
Mit Inkrafttreten des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) 1998 und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) wurden fachliche Maßstäbe insbesondere zur Bodenvorsorge verankert. Diese sollten auch in anderen Rechtsbereichen – wie dem Abfall- und Düngerecht – bei der Regelsetzung berücksichtigt werden. Da ca. 50 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland landwirtschaftlich genutzt werden, ist den Einträgen, die bei der Bewirtschaftung der Böden durch die Landwirtschaft entstehen, besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Neben der Klärschlamm- und Bioabfallverordnung gilt dies insbesondere für das Düngemittelgesetz sowie die Düngemittel- und die Düngeverordnung. Hier soll aufgezeigt werden, wie die Anforderungen, die sich aus dem Anspruch der Umsetzung eines vorsorgenden Bodenschutzes ergeben, auf die Bewertung von Düngemitteln zu übertragen sind.

Die Leitidee bei der Erarbeitung dieser Konzeption war es, dass sich langfristig durch die Bewirtschaftung keine Schadstoffe in den Böden anreichern dürfen.

Mit diesem Beitrag sollen die wesentlichen Annahmen und Schritte zur Ableitung künftiger Schwermetallgrenzwerte bei organischen Düngemitteln vorgestellt werden. Ein Flussschema ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1:

Ableitung tolerierbarer Schwermetallgehalte in organischen Düngemitteln (OD)



2. Die Grundannahmen für die Ableitung der Schwermetallgrenzwerte

Die maßgebende Größe für Schadstoffe, die in Böden eingetragen werden, ist nach dem Grundsatz „Gleiches zu Gleichen“ der langfristig im Boden verbleibende Anteil der jeweils eingesetzten Düngemittel. Bezugsgröße für die Ableitung der Grenzwerte sind die je nach Bodenarten – Ton, Lehm oder Sand – unterschiedlichen Bodenvorsorgewerte. der BBodSchV. Sie sind jeweils die obere Grenze für den Schwermetallgehalt des Anteils der Düngemittel, der langfristig im Boden verbleibt.

Der langfristig im Boden verbleibende Anteil setzt sich zusammen aus dem mineralischen Anteil des jeweiligen Düngemittels und der organischen Substanz, die nach dem Abbau im Boden verbleibt. Der langfristig im Boden verbleibende organische Anteil ist zwar abhängig von Bodenarten, Bewirtschaftung und Klima, wird im Folgenden aber für alle zu bewertenden organischen Düngemittel mit 8 % angenommen. Dies ist die Grenzgröße zwischen Mineral- und Organoböden in der BBodSchV. Der mineralische Anteil wird für Komposte mit 63 % , für Stallmist und Hühnerkot mit 50 % und für Klärschlamm, Gülle und Gärrückstände mit 40 % angenommen. In der Summe ergeben sich somit langfristig im Boden verbleibende Anteile für

- Komposte von durchschnittlich 71 %,
- Stallmist und Hühnerkot von 58 % und
- Klärschlamm, Gärrückstände und Gülle von 48 %.

Die Schwermetallgehalte des langfristig im Boden verbleibenden Anteils werden für die unterschiedlichen Materialien substratspezifisch auf die jeweiligen Gesamtmaterialmengen zurückgerechnet. Dadurch ergeben sich gegenüber den Bodenvorsorgewerten – in Abhängigkeit von der mineralisierbaren organischen Substanz der verschiedenen Materialien – niedrigere Schwermetallgehalte (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Nach Bodenarten Ton (T), Lehm (L), Sand (S) kategorisierte Schwermetallgehalte in verschiedenen Materialien in mg/kg m_T

Materialien	Bodenart	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bioabfall-Kompost	T	1,1	71,0	42,6	0,7	49,7	71,0	142,0
	L	0,7	42,6	28,4	0,4	35,5	49,7	106,5
	S	0,3	21,3	14,2	0,1	10,7	28,4	42,6
Stallmist, Hühnerkot	T	0,9	58,0	34,8	0,6	40,6	58,0	116,0
	L	0,6	34,8	23,2	0,3	29,0	40,6	87,0
	S	0,2	17,4	11,6	0,1	8,7	23,2	34,8
Klärschlamm, Gülle, Gärrückstände	T	0,7	48,0	28,8	0,5	33,6	48,0	96,0
	L	0,5	28,8	19,2	0,2	24,0	33,6	72,0
	S	0,2	14,4	9,6	0,05	7,2	19,2	28,8

Bei der Frage, welche Mengen der jeweiligen organischen Düngemittel aufgebracht werden können, werden 50 kg Phosphat (P₂O₅) als durchschnittliche Standarddüngung (mittlere Bedarfsmenge bei verschiedenen Fruchtarten, UBA TEXTE 59-01) als limitierende Größe zugrunde gelegt. Die sich daraus ergebenden Materialmengen sind in Tabelle 2 dargestellt. Eine Prüfung der Nährstoffe Stickstoff (N) und Kalium (K₂O) als Bezugsbasis hat ergeben, dass dies zu wesentlich höheren Materialmengen führen würde.

Tabelle 2: Materialmenge bei normierten Nährstofffrachten

	g P ₂ O ₅ /kg m _T	kg P ₂ O ₅ /ha	Materialmenge in kg
Klärschlamm	48,7	50	1027
Bioabfall-Kompost	8,2	50	6098
Rindergülle	23	50	2174
Schweinegülle	57,7	50	867
Geflügelkot	36	50	1389
Rindermist	19,1	50	2618
Schweinemist	49,6	50	1008

3. Die Berücksichtigung von Ernteentzügen

Da sich die Konzeption auf Einträge bezieht, die durch die Bewirtschaftung entstehen, wird im Bewirtschaftungssystem „landwirtschaftlicher Pflanzenbau“ bei der Festsetzung von Grenzwerten für Düngemittel auch berücksichtigt, wieviel Schwermetalle dem Boden entzogen werden. Dadurch wird sicher gestellt, dass es durch die Bewirtschaftung langfristig zu keiner „Verarmung“ der Böden an notwendigen Spurennährstoffen (z.B. Cu und Zn) kommt. Zudem sollen Schadstoffeinträge über andere Eintragspfade nicht zu Restriktionen bei der Landnutzung durch die Landwirtschaft führen.

Die in Tabelle 3 dargestellten Frachten ergeben sich aus den mittleren Ernteentzügen durch Getreide (vgl. auch UBA Texte 59-01). Da Getreide im Vergleich zu anderen Fruchtarten nur geringe Schwermetallfrachten pro Hektar entzieht, ist dem Vorsorgegedanken und dem Verbraucherschutz hinreichend Rechnung getragen. Andere Annahmen können zu anderen Frachten und letztlich auch zu anderen tolerierbaren Schwermetallgehalten in den organischen Düngemitteln führen.

Tabelle 3: Mittlere gewichtete Jahres-Ernteentzüge in g/ha durch Getreide

Schwermetalle	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Frachten	0,14	2,06	25,14	0,08	5,64	4,60	193,37

Um tolerierbare Schwermetallgehalte in organischen Düngemitteln festzulegen, werden die Frachten durch Ernteentzug zu den oben genannten Frachten an Schwermetallen, die sich aus dem Material (nicht tabellarisch dargestellt) ergeben hinzugerechnet. Die sich ergebende Gesamtfracht wird nun auf die auf 50 kg P₂O₅ normierte Materialmenge bezogen. Das Ergebnis sind nunmehr tolerierbare Schwermetallgehalte für die jeweiligen Materialien. Sie stellen sicher, dass die Bodenwerte am Aufbringungsstandort unter Berücksichtigung des Ernteentzuges die Vorsorgewerte nach BBodSchV nicht überschreiten.

Tabelle 4: Zulässige Schwermetallgehalte in verschiedenen Materialien unter Berücksichtigung des Pflanzenentzuges kategorisiert nach Bodenarten (T, L, S) in mg/kg m_T

Materialien	Bodenart	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bioabfall-Kompost	T	1,09	71,34	46,72	0,72	50,62	71,75	173,71
	L	0,73	42,94	32,52	0,37	36,42	50,45	138,21
	S	0,31	21,64	18,32	0,08	11,57	29,15	74,31
Klärschlamm	T	0,86	50,01	53,30	0,56	39,10	52,48	284,47
	L	0,62	30,81	43,70	0,32	29,50	38,08	260,47
	S	0,33	16,41	34,10	0,13	12,70	23,68	217,27
Rindergülle	T	0,78	48,95	40,36	0,52	36,19	50,12	184,95
	L	0,54	29,75	30,76	0,28	26,59	35,72	160,95
	S	0,26	15,35	21,16	0,08	9,79	21,32	117,75
Schweinegülle	T	0,88	50,38	57,80	0,57	40,11	53,31	319,03
	L	0,64	31,18	48,20	0,33	30,51	38,91	295,03
	S	0,35	16,78	38,60	0,14	13,71	24,51	251,83
Geflügelkot	T	0,97	59,48	52,90	0,64	44,66	61,31	255,22
	L	0,68	36,28	41,30	0,35	33,06	43,91	226,22
	S	0,33	18,88	29,70	0,12	12,76	26,51	174,02
Rindermist	T	0,92	58,79	44,40	0,61	42,75	59,76	189,86
	L	0,63	35,59	32,80	0,32	31,15	42,36	160,86
	S	0,29	18,19	21,20	0,09	10,85	24,96	108,66
Schweinemist	T	1,01	60,04	59,74	0,66	46,20	62,56	307,84
	L	0,72	36,84	48,14	0,37	34,60	45,16	278,84
	S	0,37	19,44	36,54	0,14	14,30	27,76	226,64

4. Festlegung der Schwankungsbreiten von Probenahme und Analytik

Hinsichtlich der Festlegung von vollzugstauglichen und gerichtsfesten Schwermetallgrenzwerten müssen die durch Probenahme und Analyse bedingten Fehler berücksichtigt werden. Schwankungen – als unvermeidbare Unschärfen – bei den Analysenergebnissen resultieren aus dem Fehler bei der Probenahme, dem Fehler beim Aufschlussverfahren und dem Messfehler am Analysegerät.

Die relevanten Normen, die für Probenahme und Analytik anzuwenden sind, sind in ISO TC 190 „Soil Quality“, CEN TC 223 „Soil Improver and Growing Media“ sowie dem CEN TC 308 „Characterisation of Sludge“ erarbeitet worden. Normen aus dem CEN TC 292 „Charac-

terisation of Waste“ liegen für die hier benötigten Parameter in verabschiedeter Form noch nicht vor. Für die Probenahme von Bioabfällen sind die Verfahren aus dem CEN TC 223 anzuwenden. Dies sieht auch der 2. Diskussionsentwurf zu einer europäischen Bioabfallrichtlinie vor. Hinsichtlich der Probenahme ist die DIN EN 12579 „Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Probenahme“ heranzuziehen. Verfahrenskenndaten zu möglichen Schwankungsbreiten von Analysendaten aufgrund der Anwendung dieser Probenahmenorm sind nicht genannt. Die Probenahme für Schlämme ist in DIN EN ISO 5667-13 beschrieben. Verfahrenskenndaten zu möglichen Schwankungsbreiten von Analysendaten auf Grund der Anwendung dieser Probenahmenorm sind nicht genannt.

Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen zum Analysen- und Probennahmefehler und den Festlegungen in bestehenden Regelungen scheint es sachgerecht, einen Wert von 50 % für die Schwankungsbreite bei der Grenzwertsetzung für organische Düngemittel anzusetzen, um die auftretenden Unsicherheiten bei Probenahme und Analytik zu berücksichtigen. Daher dürfen diese Grenzwerte in keinem Fall mehr überschritten werden. Ein einheitlicher Wert für alle Düngemittel ist gerechtfertigt, da die Materialien in den drei angesprochenen Materialgruppen vergleichbare Eigenschaften haben.

Die in Tabelle 5 dargestellten Vorschläge für bodenartentypisch kategorisierte Grenzwerte für Schwermetalle bei organischen Düngemitteln beinhalten die aus der Messunsicherheit des Analyseverfahrens einschließlich der Probenahme resultierenden Schwankungsbreiten als positive Abweichung. Auf eine Glättung der Werte durch Rundung wird an dieser Stelle verzichtet.

Tabelle 5: Vorschlag für kategorisierte Grenzwerte für Klärschlamm, Bioabfall und Wirtschaftsdüngern (in mg/kg m_T) nach Berücksichtigung des Probenahme- und Analysenfehlers

Material	Bodenart	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bioabfall-Kompost	T	1,63	107,01	70,08	1,08	75,94	107,63	260,57
	L	1,10	64,41	48,78	0,56	54,64	75,68	207,32
	S	0,46	32,46	27,48	0,12	17,36	43,73	111,47
Klärschlamm	T	1,28	75,01	79,95	0,84	58,65	78,73	426,70
	L	0,92	46,21	65,55	0,48	44,25	57,13	390,70
	S	0,49	24,61	51,15	0,20	19,05	35,53	325,90
Rindergülle	T	1,18	73,42	60,55	0,78	54,29	75,17	277,42
	L	0,82	44,62	46,15	0,42	39,89	53,57	241,42
	S	0,38	23,02	31,75	0,12	14,69	31,97	176,62
Schweinegülle	T	1,32	75,56	86,69	0,86	60,16	79,96	478,55
	L	0,96	46,76	72,29	0,50	45,76	58,36	442,55
	S	0,53	25,16	57,89	0,21	20,56	36,76	377,75
Geflügelkot	T	1,46	89,22	79,35	0,96	66,99	91,97	382,82
	L	1,02	54,42	61,95	0,53	49,59	65,87	339,32
	S	0,50	28,32	44,55	0,18	19,14	39,77	261,02
Rindermist	T	1,39	88,18	66,60	0,92	64,13	89,64	284,79
	L	0,95	53,38	49,20	0,48	46,73	63,54	241,29
	S	0,43	27,28	31,80	0,14	16,28	37,44	162,99
Schweinemist	T	1,51	90,07	89,61	0,99	69,29	93,85	461,75
	L	1,08	55,27	72,21	0,56	51,89	67,75	418,25
	S	0,56	29,17	54,81	0,21	21,44	41,65	339,95

5. Bisherige Grenzwerte und mittlere Düngemittelqualitäten

In Tabelle 6 sind die maximalen Schwermetallgehalte dargestellt, bis zu denen eine Verwertung von Bioabfällen und Klärschlämmen bislang nach BioAbfV bzw. AbfKlärV zulässig ist. Dabei wurden die in den gültigen Verordnungen geregelten Schwankungsbreiten zu Grunde gelegt:

- für Bioabfälle 10 % Abweichung vom Grenzwert (des weiteren ist zulässig, dass ein Analysenergebnis den Wert um max. 25 % überschreitet, wobei jedoch der Wert im anlagenbezogenen gleitenden Durchschnitt der vier zuletzt durchgeföhrten Untersuchungen nicht überschritten werden darf) und

- für Klärschlämme 5 % Abweichung vom Grenzwert).

Tabelle 6: Bisherige Grenzwerte in Rechtsvorschriften nach Berücksichtigung der rechtlich zulässigen Überschreitungen (in mg/kg m_T)

Grenzwerte	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bioabfallverordnung § 4 Abs. 3 Satz 2	1,1	77	77	0,77	38,5	110	330
Bioabfallverordnung § 4 Abs. 3 Satz 1	1,65	110	110	1,1	55	165	440
Klärschlammverordnung	10,5	945	840	8,4	210	945	2625
EU-ÖkolandbauVO	0,77	77	77	0,44	27,5	49,5	220

Ein Vergleich der Tabellen 5 und 6 – unter Berücksichtigung der vorhandenen Daten zu den mittleren Gehalten – macht deutlich, dass hinsichtlich der **Bioabfälle** etwa gleiche Größenordnungen wie bislang erreicht werden. Die Werte der EU-Ökolandbauverordnung für Bioabfall-Komposte (Annahmen wie bei Bioabfallverordnung) entsprechen bei den Bioabfällen in etwa den Werten für die Bodenart Lehm/Schluff. Dies entspricht dem „Mittelwertcharakter“ dieser beiden Kategorien für typische Bodengehalte.

Die vorliegenden Auswertungen der Gehalte organischer Düngemittel (Tabelle 7) berücksichtigen bisher insbesondere bei Bioabfällen keine regionalen Besonderheiten (geogen oder anthropogen höher belastete Gebiete).

Tabelle 7: Mittlere Gehalte in organischen Düngemitteln (in mg/kg m_T)

Materialien	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bioabfall-Komposte (Mittel 1997)	0,5	25,6	49,6	0,16	15,9	52,7	195
Klärschlämme (Mittel 2000)	1,30	41,00	302,00	0,90	28,00	60,00	826,00
Rindergülle (Mittelwert)	0,3	7,3	44,5	0,06	5,9	7,7	270
Schweinegülle (Mittelwert)	0,4	9,4	309	0,02	10,3	6,2	858
Geflügelkot (Mittelwert)	0,25	4,40	52,60	0,02	8,10	7,20	336,00
Rindermist (Mittelwert)	0,29	12,90	39,00	0,03	5,20	30,00	190,00
Schweinemist (Mittelwert)	0,33	10,30	450,00	0,04	9,50	5,10	1068,00

Ein Vergleich der mittleren Gehalte mit den abgeleiteten Grenzwerten zeigt, dass insbesondere **Klärschlämme** sowie **Schweinemist und -gülle** als kritische Materialien anzusehen sind.

7. Fazit

Die Ableitung von einheitlichen Schwermetallwerten für organische Düngemittel auf der Grundlage des Prinzips „Gleiches zu Gleichem“ ist möglich. Damit wird sichergestellt, dass es auch langfristig nicht zu einer Überschreitung der Bodenvorsorgewerte der BBodSchV kommt.

Ein Vergleich der vorgeschlagenen zulässigen Gehalte in den organischen Düngemitteln mit den bisher zulässigen Grenzwerten der einschlägigen Verordnungen zeigt folgendes: Zum einen werden dadurch künftig die materiellen Anforderungen dort teilweise verschärft, wo bereits Regulierungen – wie z.B. bei den Klärschlammern – existieren. Zum anderen müssen dort, wo es zur Zeit noch keine Festlegungen für Schwermetallgehalte gibt, wie z.B. bei den Wirtschaftsdüngern aus der Schweinehaltung, diese Anforderungen erst noch formuliert werden.