

# DWA - Themen



## Klärschlämme – Inhaltstoffe und Bewertung

Dezember 2004  
ISBN 3-937758-50-X

DWA-Arbeitsgruppe GB-6.2  
"Einfluss von Sekundärrohstoffen auf das Grundwasser"



Herausgeber/ Vertrieb:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 • D-53773 Hennef  
Tel.: +49 (0) 22 42 / 8 72-1 20 • Fax: +49 (0) 22 42 / 8 72-1 00  
E-Mail: [vertrieb@dwa.de](mailto:vertrieb@dwa.de) • Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Projektbearbeitung:** Andrea Bertsche

**Projektbetreuung:** Susanne Klages\*  
Helmut Döhler\*  
Dr. Ute Schultheiß\*  
Prof. Peter Cornel\*\*  
Christian Schaum\*\*

*Gefördert durch den ATV-DVWK-/GFA-Zukunftsfonds (28/2002).*

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, DWA, ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Normung, Beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 15.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

### Impressum

**Herausgeber/Vertrieb:**

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 17  
D – 53773 Hennef  
Tel. 02242/872-120  
Fax: 02242/872-100  
E-Mail: [vertrieb@dwa.de](mailto:vertrieb@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz und Druck:**

DPS Vasen, Hennef

**ISBN:**

3-937758-50-X

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef 2004

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Die wissenschaftliche Richtigkeit der Texte, Abbildungen und Tabellen unterliegt nicht der Verantwortung des Herausgebers.

---

\* Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)

\*\* Technische Universität Darmstadt, Institut WAR (TUD)

## **Vorwort**

Der Nutzen der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung wird seit Jahrzehnten kontrovers diskutiert. Seit 1982 gibt es in Deutschland eine Klärschlammverordnung, die 1992 novelliert wurde. Sie definiert u.a. Anforderungen an die Schlämme, regelt die Anwendung in der Landwirtschaft und legt Grenzwerte in Klärschlämmen und Böden fest. Bei der landwirtschaftlichen Verwertung sind umfangreiche Untersuchungen mit Dokumentation der zu beschlammenden Böden und der auszubringenden Klärschlämme notwendig.

Ausgelöst durch BSE entflammte die Diskussion zur landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung im Jahre 2000 erneut. Die Konferenz der Agrar- und Umweltminister der Länder (AMK/UMK) forderte 2001 ein Konzept zur Bewertung aller organischer Düngemittel vor ihrer Ausbringung auf Böden. BMU und BMVEL stellten im Juni 2002 gemeinsam ein Konzept zur Herleitung von Schwermetallgrenzwerten vor, mit dem Ziel die Anreicherung der Böden mit Schadstoffen weiter zu begrenzen. Mittlerweile wurden weitere Konzepte z.B. der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein sowie ein gemeinsames Konzept der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten und der deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (VDLUF/DWA-Konzept) veröffentlicht.

Die Diskussion um die Vorzüge und Nachteile, die eine Umsetzung der unterschiedlichen Konzeptionen mit sich bringen würde, verlief bislang wenig strukturiert, war häufig wenig fachlich dafür mehr emotional begründet. Zudem fehlen Informationen zum künftigen Regelungskonzept auf europäischer Ebene, wo ein mit der europäischen Bodenschutzstrategie angestimmter Novellenentwurf der EU-Klärschlamm-Richtlinie geplant ist.

In der vorliegenden Arbeit werden Auswertungen langjähriger Klärschlamm-Analysendaten aus Niedersachsen dargestellt. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse werden die unterschiedlichen Konzepte zum Ableiten von Grenzwerten für Klärschlämme und andere organische Düngemittel, die auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht werden, verglichen, beschrieben und erläutert. Die Bewertungskriterien und deren Gewichtung müssen gemeinsam mit Vertretern der verschiedenen Interessensgruppen (Bodenschutz, Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, etc.) erarbeitet werden. Die vorgestellte Nutzwertanalyse ist dabei ein interessantes Instrument für eine Konsensfindung aller Interessensgruppen.

Das FE-Vorhaben wurde fachlich von einer gemeinsam von dem DVGW und der DWA<sup>1)</sup> eingerichteten Arbeitsgruppe betreut, in dem die einzelnen Teilschritte des FE-Vorhabens fachlich und kritisch bewertet worden sind.

Mitglieder dieser DWA-Arbeitsgruppe GB-6.2 „Einfluss von Sekundärrohstoffen auf das Grundwasser“:

Dipl.-Geogr. Dirk Barion	DWA-Bundesgeschäftsstelle, Hennef
Dr. Wilhelm Bouwer	Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Wiesbaden, gleichzeitig LAWA-Betreuer
Prof. Dr. Stefan Gäth	Inst. F. Landeskultur, Uni. Gießen
Dr.-Ing. Martin Emmert	Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart
Dipl.-Ing. Agr. Susanne Klages	KTBL, Darmstadt
Dr. Wilfried Manheller	Niersverband, Viersen
Dipl.-Geol. Berthold Niehues	DVGW, Bonn
Dr. Harald Schaaf	LUFA, Kassel
Dir. U. Prof. Dr. Bernhard Scheffer	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bremen (Sprecher)

*Prof. Dr. Bernhard Scheffer*  
*Sprecher der DWA-Arbeitsgruppe GB-6.2 „Einfluss von Sekundärrohstoffen auf das Grundwasser“*

*Dipl.-Ing. Agr. Rainer Könemann*  
*Obmann des DWA-Fachausschusses AK-13 „EU-Belange und Strategiekommision Klärschlamm“*

---

<sup>1)</sup> vormals ATV-DVWK

### Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>Inhalt</b>	<b>4</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>1 Einleitung und Problemstellung</b>	<b>10</b>
<b>2 Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<b>12</b>
2.1 EU-Recht	12
2.1.1 EU-Klärschlammrichtlinie	12
2.1.2 EU-Normen	13
2.1.3 EU-Ökolandbau-Verordnung	13
2.2 Nationales Recht	13
2.2.1 Abfallrecht	13
2.2.1.1 Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen	13
2.2.1.2 Klärschlammverordnung	15
2.2.1.3 Bioabfallverordnung	15
2.2.1.4 Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (AbfAbIV 2001)	16
2.2.2 Düngemittelrecht	16
2.2.2.1 Düngemittelgesetz	16
2.2.2.2 Düngeverordnung	16
2.2.2.3 Düngemittelverordnung	17
2.2.2.4 Klärschlamm-Entschädigungsfondsverordnung	18
2.2.3 Sonstige Rechtsbereiche	18
2.2.3.1 Bundes-Bodenschutzgesetz	18
2.2.3.2 Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung	18
2.2.2.3 Wasserhaushaltsgesetz	19
<b>3 Klärschlamm</b>	<b>20</b>
3.1 Landbauliche Verwertung	20
3.2 Klärschlammanfall und -verwertung in Niedersachsen	21
<b>4 Klärschlammeigenschaften</b>	<b>22</b>
4.1 Physikalische Kennwerte	22
4.1.1 Trockensubstanz	22
4.1.2 Organische Trockensubstanz	23
4.1.3 pH-Wert	23
4.1.4 Kalk	23
4.2 Nährstoffe	24
4.2.1 Phosphor	25
4.2.2 Stickstoff	25
4.2.3 Kalium	26
4.2.4 Magnesium	26
4.3 Schwermetalle und AOX	26

<b>5</b>	<b>Bewertungsmethoden für Klärschlämme</b>	<b>30</b>
5.1	Modelle	30
5.1.1	Konzentrationsgrenzwertmodelle	30
5.1.2	Frachtenmodelle	30
5.1.3	Quotientenmodelle	30
5.1.4	Mischmodelle	31
5.2	Aktuell diskutierte Konzepte	31
5.2.1	BMU-/BMVEL-Konzept	31
5.2.2	VDLUFA/DWA-Konzept	34
5.2.3	NRW-Konzept	35
<b>6</b>	<b>Auswertung der Klärschlammdaten</b>	<b>40</b>
6.1	Genauigkeit der Analytik	40
6.2	Datengrundlage	41
6.3	Methodik	41
6.3.1	Statistische Auswertung	41
6.3.2	Darstellung der Ergebnisse	42
<b>7</b>	<b>Bewertung der Klärschlammdaten</b>	<b>44</b>
7.1	Düngung	44
7.2	Grenzwertsetzungen in Rechtsvorgaben und Konzepten	47
7.2.1	Einhaltungen von Grenzwerten	47
7.2.2	Ausschlussparameter	51
<b>8</b>	<b>Vergleich der Grenzwetherleitungen durch die Konzepte</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>Vergleich mit anderen Düngemitteln</b>	<b>66</b>
<b>10</b>	<b>Bewertung der Konzepte durch eine Nutzwertanalyse</b>	<b>69</b>
10.1	Die Nutzwertanalyse als methodischer Konzeptvergleich	69
10.2	Definition von „K.-O.“-Kriterien	70
10.3	Zielsystem	70
10.4	Bestimmung der Zielerträge	73
10.5	Gewichtung und Berechnung der Zielwerte	73
10.6	Nutzwerte der Szenarien	76
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>77</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>80</b>
	<b>Glossar Statistik</b>	<b>82</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>84</b>
	<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>90</b>
Anlage I:	Parameter beschreibender Statistik	90
Anlage II:	Korrelationen	90
Anlage III:	Nutzwertanalyse	90
Anlage IV:	Analyseverfahren für Klärschlämme nach AbfklärV (1992) DIN 38414, Teil 7	90
Anlage V:	Ergebnisse der statistischen Analyse	90
Anlage I-1:	Parameter beschreibender Statistik nach Jahren	95
Anlage I-2:	Parameter beschreibender Statistik nach Kategorien (Daten 2001)	95
Anlage II-1:	Korrelationskoeffizienten	97

Anlage II-2: Korrelationen, graphische Darstellung	101
Anlage III-1: Definition Zielerfüllungsgrade	107
Anlage III-2: Nutzwertberechnung	108
Anlage IV: Analyseverfahren für Klärschlämme nach AbfklärV (1992) DIN 38414, Teil 7	109
Anlage V: Ergebnisse der Statistischen Analyse	110
V-1 Physikalische Kennwerte	110
V-1.1 Trockensubstanz	110
V-1.2 Organische Trockensubstanz	111
V-1.3 pH-Wert	113
V-1.4 Kalk	114
V-1.5 Einteilung in Kategorien nach Klärschlammbehandlungsverfahren	116
V-2 Nährstoffe	116
V-2.1 Gesamtstickstoff	116
V-2.2 Ammonium-Stickstoff	120
V-2.3 Phosphat	121
V-2.4 Kalium	124
V-2.5 Magnesium	125
V-2.6 Entwicklung der Nährstoffgehalte	126
V-3 Schwermetalle und AOX	126
V-3.1 Blei	126
V-3.2 Cadmium	127
V-3.3 Chrom	127
V-3.4 Kupfer	128
V-3.5 Nickel	129
V-3.6 Quecksilber	129
V-3.7 Zink	131
V-3.8 Summe der adsorbierbaren halogenorganischen Verbindungen	131
V-3.9 Entwicklung der Schwermetall- und AOX-Gehalte	132
V-4 Charakteristische Eigenschaften der Kategorien	134
V-5 Korrelationen	135
V-5.1 Grundgesamtheit	135
V-5.2 Kategorien	137

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verwertung von Abfällen nach Abfall- und Düngemittelrecht	14
Abbildung 2: Skizze systematische und statistische Fehler	40
Abbildung 3: Definition Boxplot	42
Abbildung 4: Deckung des Bedarfs an Nährstoffen und bodenverbessernden Inhaltsstoffen durch ein Mg TS Klärschlamm Niedersachsens	45
Abbildung 5: Quotient Schadstoff/Phosphat verschiedener Schlammkategorien	46

Abbildung 6:	Ausbringungskosten von Klärschlamm nach Behandlungsverfahren von Klärschlamm (A = eingedickter Schlamm, B = Schlamm ausgefault; mit Kammerfilterpresse entwässert; Kalk-Eisen-Konditioniert, C = Schlamm aerob stabilisiert, mit Zentrifuge entwässert, D = entwässerter und getrockneter Schlamm) und Ausbringungstechniken, Tabelle 32	46
Abbildung 7:	Grenzwertausschöpfung der niedersächsischen Klärschlämme 2001 in Bezug auf die AbfKlärV (1992)	49
Abbildung 8:	Anteil der Grenzwertüberschreitungen durch rechtliche und vorgeschlagene Grenzwertsetzungen bei Klärschlammanalysewerten aus 2001 für aktuelle und vorgeschlagene Grenzwerte	50
Abbildung 9:	Anzahl der überschrittenen Parameter bei Klärschlammanalysewerten aus 2001	50
Abbildung 10:	Anteil der Grenzwertüberschreitungen Schwermetallgrenzwerten des 3. Arbeitspapiers zur Novellierung der EU-Klärschlammrichtlinie	51
Abbildung 11:	Anteil der Grenzwertüberschreitungen nach Schwermetallgrenzwerten nach EU-ÖkolandbauV, AbfKlärV (1992), BioAbfV (1998) und DüMV (2003)	52
Abbildung 12:	Anteil der Grenzwertüberschreitungen nach vorgeschlagenen Grenzwerten nach BMU-/BMVEL für Ton, Lehm und Sand	53
Abbildung 13:	Anteil der Grenzwertüberschreitungen nach vorgeschlagenen Grenzwerten nach VDLUFA/DWA-Konzept, NRW-Konzept und SH-Konzept (Grenzkonzentrationen und Frachten)	54
Abbildung 14:	Gegenüberstellung Daten – mittlere Werte Klärschlämme Niedersachsen 2000/2001	57
Abbildung 15:	Änderung der Grenzwerte im Vergleich zu den errechneten Grenzwerten nach dem Herleitungsweg des BMU-/BMVEL-Konzept für Klärschlammanalysewerten Niedersachsens 2001, unterteilt nach den einzelnen Schlammkategorien	58
Abbildung 16:	Phosphatgehalte und mineralischer Anteil für die Klärschlammanalysewerten Niedersachsens 2001, unterteilt nach verschiedenen Schlammkategorien	58
Abbildung 17:	Änderung der Grenzwerte nach dem NRW-Konzept bei Zugrundelegung der Klärschlammanalysewerten Niedersachsens 2001, unterteilt nach den einzelnen Schlammkategorien	59
Abbildung 18:	Änderung der Grenzwerte nach dem SH-Konzept für die Klärschlammanalysewerten Niedersachsens 2001	60
Abbildung 19:	Grundannahmen des VDLUFA/DWA-Konzepts gegenüber den mittleren Gehalten der niedersächsischen Schlämme der Jahre 2000/01	60
Abbildung 20:	Nährstoffäquivalente nach VDLUFA/DWA-Konzept, berechnet nach Klärschlammdaten Niedersachsens im Jahr 2001	61
Abbildung 21:	Grenzwerte nach dem VDLUFA/DWA-Konzept, berechnet nach Klärschlammdaten Niedersachsens im Jahr 2001	61
Abbildung 22:	Maximale Schadstofffrachten nach rechtlichen Regelungen und Konzepten, ausgehend von einem mittleren Phosphatgehalt der Schlämme Niedersachsens 2001 von 54,4 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg TS und einer Standarddüngung von 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /(ha·a)	63
Abbildung 23:	Maximale durch die verschiedenen Konzepte tolerierte Schwermetallfrachten auf Böden	64
Abbildung 24:	Maximalfrachten für Blei verschiedener rechtlicher Regelungen und Bewertungskonzepte, unterteilt nach Schlammkategorien, bei einer Düngung von 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /(ha·a)	65

Abbildung 25:	Jährlicher Einsatz von Düngemitteln in Deutschland	67
Abbildung 26:	Schwermetallfrachten [g/(ha·a)] durch die Düngung von 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /(ha·a) mit Sekundärrohstoff-, Wirtschafts- und Mineraldüngern (Datengrundlage vgl. Tabelle 36 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) und Tabelle 37)	68

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grenz- und Zielwerte des 3. Arbeitspapiers zur Novellierung der EU-Klärschlammrichtlinie [EU 2000] gegenüber Grenzwerten der derzeit rechtsgültigen Fassung [Europäische Kommission 1986]	12
Tabelle 2:	Grenzwerte für organische Schadstoffe im 3. Arbeitspapier zur Novellierung der EU-Klärschlammrichtlinie [EU 2000]	12
Tabelle 3:	Toleranzen nach § 7 DüMV (2003)	17
Tabelle 4:	Grenzwerte und Kennzeichnungspflicht für Düngemittel (ausgenommen Wirtschaftsdünger), Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate oder Pflanzenhilfsmittel nach § 7 DüMV (2003)	17
Tabelle 5:	Anzahl und Gesamtkapazität kommunaler Kläranlagen Niedersachsens nach Größenklassen [MU NI 2001]	21
Tabelle 6:	Klärschlammaufkommen und -verbleib in Niedersachsen (Landwirtschaftskammer Hannover/Weser–Ems, in MU NI 2001)	21
Tabelle 7:	Verfahrenstechnik und erreichbarer TR-Gehalt bei Trennung von Fest- und Flüssigphase [nach KA (1995) und ATV (1996)]	23
Tabelle 8:	Durchschnittliche Nährstoffgehalte in Klärschlamm	24
Tabelle 9:	Gesamtnährstoffbedarf von Nutzpflanzen [KTBL 2001]	25
Tabelle 10:	Bedeutung der Schwermetalle und AOX für Boden, Pflanze, Mensch und Tier	27
Tabelle 11:	Vorsorgewerte für Böden nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [BBodSchV 1999]	32
Tabelle 12:	Langfristig im Boden verbleibende mineralische und organische Anteile [BMU, BMVEL 2002]	32
Tabelle 13:	Nach Bodenarten Ton (T), Lehm (L), Sand (S) kategorisierte Schwermetallgehalte für verschiedene Materialien [BMU, BMVEL 2002]	32
Tabelle 14:	Materialmengen für einzelne Dünger bei normierter Phosphatfracht [BMU, BMVEL 2002]	33
Tabelle 15:	Mittlere jährliche Elemententzüge durch Getreide [BMU, BMVEL 2002]	33
Tabelle 16:	Grenzwerte für verschiedene Düngemittel auf Bodenarten bezogenen [BMU, BMVEL 2002]	33
Tabelle 17:	Nährstoffäquivalente für Klärschlamm und Kompost [VDLUF/ATV-DVWK 2003]	34
Tabelle 18:	Schwermetallgrenzkonzentrationen [VDLUF/ATV-DVWK 2003]	35
Tabelle 19:	Schwermetallgrenzkonzentrationen für eine Gütesicherung Klärschlamm [VDLUF/ATV-DVWK 2003]	35
Tabelle 20:	Grundlagendaten für die einzelnen Düngemittel [MUNLV NRW 2003]	36

Tabelle 21:	Rechnerische Herleitung der Schwermetallkonzentrationen als Grundlage für Grenzwertvorschläge für Klärschlamm [MUNLV NRW 2003]	36
Tabelle 22:	Vorschläge für Schwermetallgrenzwerte in Düngemitteln [MUNLV NRW 2003]	37
Tabelle 23:	Ermittlung der Grenzwertfrachten; verändert nach Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein [LANU SH 2003]	38
Tabelle 24:	Materialmengen nach normierter Schadstofffracht [LANU SH 2003]	38
Tabelle 25:	Vorgeschlagene Schwermetallgrenzkonzentrationen in Düngemitteln nach dem SH-Konzept [LANU SH 2003]	39
Tabelle 26:	Datengrundlage	41
Tabelle 27:	Angegebene Parameter (Anlage I)	43
Tabelle 28:	Legende Kosten Klärschlammausbringung, Verfahren zur Ausbringung von Klärschlamm [Döhler et al. 1999]	47
Tabelle 29:	Grenzwerte rechtlicher Regelungen	48
Tabelle 30:	Vorgeschlagene Grenzwerte nach verschiedenen Konzepten	48
Tabelle 31:	Schwermetallparameter, die am häufigsten zu Grenzwertüberschreitungen führen	54
Tabelle 32:	Mittlere gewichtete jährliche Schwermetallentzüge durch Getreide [BMU, BMVEL 2002]	55
Tabelle 33:	Deposition von Schwermetallen durch Niederschlägenach Bannik et al. (2001)	56
Tabelle 34:	Grundannahmen der Konzepte für Nährstoffe	56
Tabelle 35:	Abweichung der Gehalte, die durch die Konzepte angenommen werden von den Gehalten der niedersächsischen Schlämme; Vergleich der neu errechneten Grenzwerte auf Datenbasis der niedersächsischen Schlämme für die Herleitungen nach den verschiedenen Konzepten; Schlämme, die die jeweils höchsten und niedrigsten Grenzwerten liefern	62
Tabelle 36:	Nährstoffgehalte in Sekundärrohstoff- und Wirtschaftsdüngern	66
Tabelle 37:	Schwermetallgehalte in Sekundärrohstoff-, Wirtschafts- und Mineraldüngern [in mg/kg TS]	67
Tabelle 39:	Durchschnittliche Reduktion der Schwermetalleinträge gegenüber den zulässigen Zusatzfrachten nach BBodSchV (1999)	72
Tabelle 40:	Schwermetalleinträge nach einzelnen Konzepten auf Datengrundlage des mittleren Phosphatgehalts niedersächsischer Klärschlämme von 56,4 g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg TS	73
Tabelle 41:	Ermittelte Nutzwerte bei ausgewählten Szenarien für das VDLUFA/DWA-Konzept	76

# 1 Einleitung und Problemstellung

In den 90er Jahren hatte die Nutzbarmachung von organischen Abfällen und deren Einsatz als Düngemittel bzw. Bodenhilfsstoff aufgrund verschiedener rechtlicher Regelungen an Bedeutung gewonnen. Zum einen räumt das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) der stofflichen Verwertung von Abfällen Vorrang vor der thermischen Nutzung ein. Zum anderen dürfen aufgrund der Vorgaben der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (1993) ab 1. Juni 2005 nur noch Abfälle mit niedrigem Gehalt an organischer Substanz (< 5 Masse-%, bestimmt als Glühverlust) zur Deponierung zugelassen werden [KTBL 2000b].

Aktuell wird die landbauliche Verwertung von Klärschlamm und Kompost vor dem Hintergrund möglicher Schadstoffbelastungen kritisch diskutiert [UMK-AMK-LABO-AG 2000, MU NI 2001, Bannik et al. 2001, KTBL 2002a]. In diesem Kontext wurde im März 2001 in einer Konferenz der Agrar- und Umweltminister der Länder (AMK/UMK) von den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg ein Entschließungsantrag zum Verbot der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung eingebracht und ein Konzept zur Bewertung der Zufuhr organischer Düngemittel auf Böden gefordert [AMK/UMK 2001a]. Daraufhin forderte die AMK/UMK im Juni 2001 in einem gemeinsamen Beschluss, dass aus Vorsorgegründen sicherzustellen ist, dass es durch Bewirtschaftungsmaßnahmen, insbesondere Aufbringung von Klärschlamm, Gülle und anderen Wirtschaftsdüngern, mineralischem Dünger und Kompost, zu keiner Anreicherung von Schadstoffen im Boden kommt [AMK/UMK 2001b].

Eine Expertenanhörung der beiden Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) im Oktober 2001 hatte zum Ergebnis, dass ein totales Verbot der Klärschlammverwertung sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Deutschland vom wissenschaftlichen Standpunkt aus nicht rechtfertigen lässt. Es sollten allerdings Beurteilungskriterien genutzt bzw. geschaffen werden, um eine düngemittelübergreifende Bewertung und Risikoanalyse von Klärschlamm, Bioabfallkompost, Gülle und anderen Düngemitteln zu ermöglichen [KTBL 2002a]. Im Zusammenhang mit dem Ergebnis dieser Anhörung stimmte der Bundesrat im April 2002 einem Alternativtext der Bundesländer Hessen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen zu [Anonymus 2002], der eine Weiterführung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung, allerdings auch eine Novellierung der Klärschlammverordnung [AbfKlärV 1992] befürwortet.

Im Juni 2002 wurde von BMU und BMVEL das gemeinsame Regelungskonzept „Gute Qualität und sichere Erträge“ vorgestellt [BMU 2002], welches sich zum Ziel setzt, für verschiedene Düngemittel (Klärschlamm, Kompost, Wirtschaftsdünger) in einheitlicher Weise Schwermetallgrenzwerte abzuleiten. Grundlage der Ableitungen bilden nachfolgende Handlungsoptionen, die zur Vermeidung von Schadstoffanreicherungen im Boden beitragen sollen [Bannik et al. 2001]:

- Vermeidung/Minimierung schädlicher Stoffeinträge,
- Begrenzung der Einträge auf Gleichgewicht mit tolerierbaren/zulässigen Austrägen („Eintrag = Austrag“),
- Begrenzung der Konzentrationen einzubringender Materialien auf die Bodenvorsorgewerte („Gleiches zu Gleichem“).

Obwohl in der Fachöffentlichkeit eine breite Zustimmung für eine weitestmögliche Senkung der Schwermetallgehalte in Düngemitteln besteht, wurde das BMU-/BMVEL-Konzept zur Zielerreichung jedoch als nicht geeignet angesehen. Folgende Kritikpunkte wurden u. a. genannt:

- das Konzept sei nicht umfassend, da zwar Sekundärrohstoff- (Klärschlamm, Kompost) und Wirtschaftsdünger, nicht jedoch Mineraldünger berücksichtigt würden,
- das Konzept sei eine „einseitige Maximalforderung, die nur Belange des Bodenschutzes berücksichtige“,