



Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 3

# Abfallverwertung auf und in Böden

–Möglichkeiten und Grenzen–



H e s s i s c h e s   L a n d e s a m t   f ü r   U m w e l t   u n d   G e o l o g i e

Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 3

# Abfallverwertung auf und in Böden

Wiesbaden, 2001

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

## Impressum

Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 3

ISSN 1617-4038  
ISBN 3-895431-605-9

Abfallverwertung auf und in Böden

Bearbeiterin: Dezernat Bodenschutz  
Beate Tönges

Titelbild: Dezernat Bodenschutz  
Thomas Vorderbrügge

Druck: Eigendruck HLUg

Herausgeber, © und Vertrieb:  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingaustraße 186  
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611/701034  
e-mail: [vertrieb@hlug.de](mailto:vertrieb@hlug.de)  
Telefax: 0611/9740813

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit den Meinungen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck -auch auszugsweise- nur mit Quellenangabe und unter Überlassung von 5 Belegexemplaren gestattet.

Für den Druck wurde Recycling-Papier verwendet.

## Vorwort

### Abfallverwertung auf und in Böden

Böden nehmen als unentbehrliche Lebensgrundlage eine bedeutende Rolle im Naturhaushalt ein.

Insbesondere anthropogene Einflüsse führen zu Bodenverbrauch und Bodenveränderungen. Diese häufig auch unmerklichen Veränderungen erfolgen über lange Zeiträume und sind nicht selten irreparabel.

Der schonende und sparsame Umgang mit den Böden ist erforderlich, um ihre wirtschaftliche Nutzungsfähigkeit und ihre ökologische Leistungsfähigkeit zu erhalten oder in Stand zu setzen.

Den Aspekten eines vorsorgenden und nachhaltigen Bodenschutzes wird mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Rechnung getragen.

Ein praxisrelevanter Schwerpunkt in Gesetz und Verordnung sind Regelungen zum Aufbringen bzw. zur Verwertung von Materialien in und auf Böden.

Unter dem Begriff „Materialien“ sind hier nicht nur Bodenmaterial, Baggergut und Gemische von Bodenmaterial mit Abfällen zur Verwertung subsumiert, sondern alle Materialien, die ökologische Bodenfunktionen erhalten oder wiederherstellen.

Die Nutzung von Abfällen in und auf Böden hat eine lange Tradition, wie beispielsweise der Einsatz von Trümmerschutt im Wegebau, der Einsatz von Bodenaushub in der Rekultivierung oder das Aufbringen organischer Substanz zur Düngung in der Landwirtschaft.

Die generellen Forderungen der Kreislaufwirtschaft nach einer weitgehenden Verwertung führen dazu, dass Abfälle zunehmend auf die Fläche drängen, ohne dass umfassend einheitliche, rechts- bzw. medienübergreifende Kriterien zum Beispiel zur Schädlichkeit, zur Nützlichkeit oder zum technischen Ablauf der Ausbringung vorhanden sind.

Um nachteilige oder schädliche Auswirkungen auf Böden, Grundwasser und Gewässer zu verhindern, gelten bereits umfangreiche Rechtsvorschriften und Regelwerke vor allem in den Bereichen Landwirtschaft und Abfallwirtschaft. Mit der Verabschiedung der BBodSchV liegen nun auch Regelungen vor, die das Auf- und Einbringen von Materialien aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes behandeln.

Diese müssen mit den bestehenden Vorschriften und Regelwerken abgeglichen werden, um eine Harmonisierung der einschlägigen Vorgaben und Grenzwerte herbei zu führen. Außerdem sind die fachlichen Anforderungen praxisbezogen zu präzisieren.

Mit der Veranstaltung „Abfallverwertung auf und in Böden“ wird ein Überblick zum Stand der aktuellen Umsetzung dieses Themas in Hessen gegeben. Außerdem wird auf offene Fragen in Recht und Vollzug hingewiesen. Nicht zuletzt sind die Beiträge als ein Schritt auf dem Wege zur Abstimmung und Umsetzung der Ziele des Bodenschutzes in Hessen zu verstehen.

Die folgenden Ausführungen sind in der Reihenfolge der Veranstaltungsvorträge aufgenommen.

Den Verantwortlichen der „**Akademie für Natur- und Umweltschutz**“ NZH\* in Wetzlar, die als Mitveranstalter die Tagung ausgerichtet haben, und den Mitwirkenden, die hier ihre Beiträge zur Veröffentlichung gegeben haben, wird nochmals Dank für ihr Engagement und ihre Arbeit gesagt.



Ludwig Simon

Präsident des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie

---

\* NZH – Naturschutz-Zentrum Hessen, Akademie für Natur- und Umweltschutz, Friedenstraße 38, 35578 Wetzlar

# Inhalt

Vorwort .....	4
HELMUT ARNOLD Positionen des Bodenschutzes zur Verwertung von Materialien in und auf Böden .....	5
ROSEMARIE CHRISTIAN-BICKELHAUPT Bodenbezogene Verwertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft .....	13
STEFAN GÄTH Wissenschaftliche Grundlagen und Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf/in Böden ..	19
THOMAS VORDERBRÜGGE Fachbehördliche Grundlagen und Aufgaben bei der bodenbezogenen Abfallverwertung .....	27
GERHARD DUMBECK Erfahrungen aus der Rekultivierungspraxis der Braunkohlentagebaue im Hinblick auf die Anforderungen des §12 BBodSchV .....	37
HARALD SCHAAF Landwirtschaftliche Anforderungen an die ein- und aufzubringenden Materialien .....	39
GUNTRAM LÖFFLER Positionen des Garten- und Landschaftsbaues zur bodenbezogenen Abfallverwertung und praktische Erfahrungen .....	51

# Positionen des Bodenschutzes zur Verwertung von Materialien in und auf Böden

HELMUT ARNOLD\*

## Inhalt

1. Einleitung .....	5
2. Entscheidende Einzelregelungen des § 12 BBodSchV .....	7
2.1 Durchwurzelbare Bodenschicht .....	7
2.2 Rekultivierungsschicht bei Deponieabdeckungen .....	8
2.3 Böden unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht .....	8
2.4 Sonstige Materialien .....	9
2.5 Besondere Regelungen bei landwirtschaftlicher Folge-/Nutzung .....	9
2.6 Vorschriften für alle Formen einer durchwurzelbaren Bodenschicht .....	9
2.7 Ausnahmeregelungen .....	10
3. Umsetzung der Anforderungen .....	10
4. Folgerungen für ein Landesbodenschutzgesetz .....	11

## 1. Einleitung

Böden – zumindest die durchwurzelbare Schicht – sind nicht nur Natur-, sondern stets auch Kulturgut – manchmal aber Unkulturgut.

Kulturgut heißt vor allem, dass neben Rodung, Umbruch, Be- und Entwässerung, insbesondere Düngung und Abfallverwertung zunehmend die Böden und ihre Eigenschaften prägen.

Die bodenbezogene Verwertung von Abfällen war nie unproblematisch, wie z. B. aktuelle Schadstoffbelastungen in historischen Bergbauregionen oder ehemalige seuchenhygienische Probleme in Siedlungsräumen belegen.

Eine völlig neue Dimension der stets bodenrelevanten Materialwirtschaft ist mit der Industrialisierung, Chemisierung und Urbanisierung sowie Internationalisierung des Stoffhaushaltes entstanden. Der notverursachende Nährstoffmangel ist zumindest in diesem Land durch Probleme des Nährstoffüberschusses abgelöst worden, und Abfälle sind inzwischen hier das meisthergestellte „Produkt“. Pro Jahr ist – geschätzt nach der aktuellen Abfall-

mengenbilanz – von folgenden **bodenbezogen verwertbaren Abfällen in Hessen** auszugehen:

- 15 Mio. t Bodenaushub und Bauschutt
- 180 Tsd. t Klärschlamm
- 600 Tsd. t Bioabfälle

Hinzu kommen mehrere 100 Tsd. t Baggergut sowie weitere verwertbare Abfälle aus der Industrie.

(Für den Stoffhaushalt der Böden sind darüberhinaus auch aus Abfall hergestellte Erden oder ähnliche Produkte wie Rasentragschichten bedeutsam). Insbesondere Altlasten mahnen und verlangen nach einer problemgerechten Trennlinie zwischen akzeptabler bodenbezogener Verwertung einerseits und Aufbereitung, Deponierung oder Verbrennung von Abfällen andererseits. Dabei dürfen positiv besetzte Begriffe wie Kreislaufwirtschaft oder Recycling eine kritische Auseinandersetzung mit den Eigenschaften der Stoffströme nicht blockieren und das kurzfristige ökonomische Maximum der Verwertung nicht mit dem nachhaltig ökologisch wie ökonomisch Sinnvollen gleichgesetzt werden; zumal die bodenbezogene Verwertung zunimmt und die behördliche Begleitung dieser Prozesse eher zurückgeht.

\* Dr. Helmut Arnold, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

Bis zum In-Kraft-Treten des BBodSchG und der BBodSchV 1999 (vgl. Anlagen) haben insbesondere das Dünger- und Abfallrecht den Stoffeinsatz in und auf Böden geregelt; bedarfsgerecht, schadlos und ordnungsgemäß sollte er sein.

Um die „Positionen des Bodenschutzes zur bodenbezogenen Verwertung von Materialien“ darzustellen, sind deshalb neben den eigenen Grundlagen für das Auf- und Einbringen von Materialien, d. h. insbesondere § 12 BBodSchV, vor allem die nicht einfachen Abgrenzungen und Verzahnungen des Bodenschutzes mit dem Abfallrecht, aber auch Bau-, Berg-, Wasser- und Düngemittelrecht zu behandeln. Auch Hinweise zum weiteren Vorgehen – insbesondere die in Arbeit befindliche Vollzugshilfe – und Vorschläge zum Vollzug sind hier auch aufgenommen.

Ausgangspunkt der Betrachtungen ist zunächst das sogenannte **subsidiäre Bodenschutzrecht**.

Das BBodSchG selbst ist grundsätzlich subsidiär angelegt. Demzufolge findet dieses Gesetz bei der bodenbezogenen Verwertung von Abfällen **nur** Anwendung, soweit Vorschriften des KrW-/AbfG und des ebenso relevanten Düngemittelrechtes, Bauplanungs- und Bauordnungsrechtes sowie Bundesberggesetzes Einwirkungen auf den Boden nicht regeln. Mithin sind auch nach dem In-Kraft-Treten des BBodSchG ohne Abstriche wie bisher insbesondere die BioabfallVO, KlärschlammVO, Dünge- und DüngemittelVO anzuwenden. Dies gilt auch für die „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – TR LAGA (1997)“. Sie sind streng genommen keine Vorschriften im Sinne des § 3 BBodSchG, müssen aber auf Grund ihrer praktischen Relevanz hier mit erörtert werden, zumal die 54. UMK im April 2000 ihre einheitliche Anwendung in den Ländern empfohlen hat.

Entsprechend dem Subsidiaritätsprinzip könnte nun der Eindruck entstehen, dass die Bodenschutzregelungen immer erst **nach** unsachgemäßer und nicht schadloser Verwertung anzuwenden seien; mithin reine Nachsorge. Diese Annahme ist z. T. richtig, denn keine der o. g. Bestimmungen enthält eindeutige Nachsorgeregelungen.

Sie ist aber auch unvollständig, denn die Rückverweise auf das etablierte Recht lassen erhebliche materielle Regelungslücken erkennen, sofern überhaupt Regelungen bestehen.

Darüberhinaus sind auch zahlreiche unmittelbar praxisrelevante Fragen unbeantwortet, aber für die

Vorsorge und bodenbezogene Verwertung bedeutsam: welche Regelungen gelten für

- den Klärschlamm- und Bioabfalleinsatz außerhalb der Landwirtschaft?
- Materialien unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht, aber oberhalb des Grundwassers?
- die Verwertung von Bodenmaterialien wie Bodenaushub und sonstigen Materialien, die nicht im Abfall- und Düngerrecht angesprochen sind – Papierpulpe z. B.?
- bodenähnliche Auffüllungen im Landschaftsbau außerhalb von Bauwerken?
- Rekultivierungsschichten bei Deponieabdeckungen?
- bauliche Anlagen aus Bodenmaterialien – wie z. B. Lärmschutzwälle?
- Verfüllungen und Rekultivierungen im Tagebau und von Erdaufschlüssen?

Diese offenen und überaus praxisrelevanten Fragen haben zusammen mit dem eben beginnenden und deshalb noch sehr unsicheren Vollzug des § 12 BBodSchV dazu geführt, einen LABO-Unterausschuss „Vollzugshilfe § 12 BBodSchV“ einzurichten, der praxisrelevante, fachlich ausgerichtete Hilfen entwickeln soll. Dessen bisherige Ergebnisse werden hier besonders berücksichtigt.

Zuvor aber sollen die folgenden **wesentlichen vorsorglichen Regelungen des Bodenschutzes bei der Materialienverwertung** erläutert werden.

Gestützt auf die Vorsorgeverpflichtungen des § 7 BBodSchG präzisiert die BBodSchV die Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen wie folgt:

- das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen ist i. d. R. zu besorgen, wenn in der oberen Schicht der Erdkruste – ohne Grundwasser und Gewässerbetten – die Vorsorgewerte überschritten oder Schadstoffe erheblich freigesetzt werden oder sonstige toxische Stoffe erheblich angereichert sind (§ 9),
- der Verpflichtete hat insbesondere bei Überschreitung der Vorsorgewerte Vorkehrungen gegen weitere von ihm verursachte Einträge zu treffen, soweit diese verhältnismäßig sind (§ 10),
- bei Überschreitung der Vorsorgewerte ist grundsätzlich nur noch die festgesetzte, in der Verordnung zusätzliche zulässige jährliche Fracht von Schadstoffen über alle Wirkungspfade zulässig (§ 11),

- Anordnungen zur Vorsorge dürfen nach § 7 BBodSchG nur getroffen werden, soweit Anforderungen in einer Rechtsverordnung festgelegt sind. (Diese ist mit den „Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden“ (§ 12 BBodSchV) erfolgt),
- nur bei Einhalten der Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien in und auf den Boden ist keine schädliche Bodenveränderung zu besorgen (§ 12).

Damit steht vor allem **§ 12 BBodSchV** bei der bodenbezogenen Abfallverwertung im Mittelpunkt

## 2. Entscheidende Einzelregelungen des § 12 BBodSchV

### 2.1 Durchwurzelbare Bodenschicht

Die erste massive Kontroverse um die Anforderungen des § 12 BBodSchV bezog sich auf die Definition der durchwurzelbaren Bodenschicht, dem zentralen Bezugspunkt der Regelungen.

Nach § 2 Nr. 11 BBodSchG ist die durchwurzelbare Bodenschicht diejenige, welche von den Pflanzenwurzeln in Abhängigkeit von den natürlichen Standortbedingungen durchdrungen werden **kann**.

Da i. d. R. selbst die grundwasserfreie Sohle bei Tagebauen und das zur Auffüllung im ungesättigten Bereich eingesetzte Material grundsätzlich durchwurzelbar – auf das „-bar“ kommt es an – ist, sollten – so der LABO-Rechtsausschuss – zunächst die Anforderungen des § 12 für alle entsprechenden Materialien und Tiefen gelten.

Dieser fundamentalen Position wurde rasch und entschieden widersprochen, und sie führte zu dem bereits erwähnten LABO-UA „Vollzugshilfe § 12 BBodSchV“, dem entsprechend auch Vertreter der LAGA, der LAWA und des LAB angehören.

Diese Diskussion bewegte auch die 54. UMK im Frühjahr 2000 so sehr, dass sie diesen UA aufforderte, innerhalb von vier Monaten die Anwendungsbereiche der BBodSchV von den abfallrechtlichen Vorschriften abzugrenzen (TOP 4.31.5). Die wesentlichen Ergebnisse, sogenannte Abgrenzungsgrundsätze (vgl. Anlage), der intensiven und z. T. sehr kontroversen Beratungen hierzu sind:

Das Maß für die herzustellende oder betroffene durchwurzelbare Bodenschicht ist die effektive Durchwurzelungstiefe einheimischer Pflanzenge-

des Interesses.

Er bestimmt im Wesentlichen, dass zur Herstellung oder zum Auf- und Einbringen von Materialien in eine durchwurzelbare Bodenschicht nur Materialien verwendet werden dürfen, die keine schädliche Bodenveränderung besorgen lassen und mindestens eine der in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c des BBodSchG genannten Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt werden.

Diese Vorschriften werden mit 12 Absätzen konkretisiert und natürlich mit einigen Ausnahmen versehen.

sellschaften des Acker- und Grünlandes, der Gehölzstandorte sowie der Gras- und Staudenfluren im Endzustand; d. h. 2 m Tiefe sind grundsätzlich ausreichend.

Für diese so definierte durchwurzelbare Bodenschicht gilt § 12 BBodSchV unmittelbar; mithin die Vorsorgewerte und die funktionsbezogene Nützlichkeit.

Damit wurde aber ein nicht unbedeutender **Harmonisierungsbedarf** für die durchwurzelbare Bodenschicht selbst erzeugt. Bislang erfolgte die Verwertung mineralischer Abfälle weitgehend nach den „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ (TR-LAGA, 1997) – in Hessen nach dem inzwischen aufgehobenen Erlass „Entsorgung von belasteten Böden“ (StAnz. 5/1993 S. 331), demzufolge nach Werten, die nicht den Vorsorgewerten entsprechen. Somit war mit der BBodSchV für die durchwurzelbare Bodenschicht direkt zu entscheiden, in welcher Beziehung die bisherigen Z 0- zu den Vorsorgewerten stehen. Sie sind grundsätzlich nicht vergleichbar, da die Z 0-Werte der TR LAGA Hintergrundwerte wiedergeben, während die Vorsorgewerte den Beginn einer Besorgnis markieren. Per UMK-Beschluss (54. UMK, TOP 4.31.5) wurde festgelegt, dass nun die Vorsorgewerte der BBodSchV gelten, mit der Folge, dass die zulässigen Schadstoffgehalte insbesondere bei Tonböden teilweise angehoben werden (vgl. Anlage).

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass für den Siedlungs- und Erholungsbereich und somit für



den gesamten Garten- und Landschaftsbau nun die Vorsorgewerte der BBodSchV in der Regel die Obergrenze für die Materialien für oder in einer durchwurzelbaren Bodenschicht darstellen.

## 2.2 Rekultivierungsschicht bei Deponieabdeckungen

Eine durchwurzelbare Bodenschicht gilt es auch bei der Abdeckung von Deponieoberflächen herzustellen. Sie wird in den einschlägigen Technischen Anleitungen Abfall und Siedlungsabfall „Rekultivierungsschicht“ genannt. Die Kontroverse entzündet sich an der Fragestellung, ob derartige durchwurzelbare Bodenschichten auf Deponien auch die Vorsorgewerte der BBodSchV einzuhalten haben. Auch wenn die o. g. Technischen Anleitungen wortgleich eindeutig formulieren „die Rekultivierungsschicht hat aus einer mindestens 1 m dicken Schicht aus kulturfähigem Boden zu bestehen, die mit geeignetem Bewuchs zu bepflanzen ist“ wird doch offensichtlich höher belastetes Material zur Deponieabdeckung eingesetzt oder es bestehen entsprechende Absichten. Diese Vorschriften enthalten keine materiellen Regelungen über den Schadstoffgehalt in der Rekultivierungsschicht. Die TA Siedlungsabfall und Abfall stehen neben der BBodSchV und sind entsprechend zu verzahnen.

Deshalb konnten weder der UA „Vollzugshilfe § 12“ noch die UMK diese Debatte abschließend klären. Stattdessen wird zur Herleitung der Entscheidung eine funktionale Prüfung vorgeschlagen. Sollte die Rekultivierungsschicht selbst keine natürliche Funktion übernehmen, so können belastete Materialien auf- oder eingebracht werden – allerdings darf von diesen Anlagen insgesamt die Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung nicht ausgehen. In Hessen wird derzeit eine gemeinsame Arbeitshilfe aus Abfall- und Bodenschutzsicht erarbeitet, die gemäß § 9 BBodSchV die Vorsorgewerte in der Regel für diese Rekultivierungsschicht vorgibt.

## 2.3 Böden unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht

Boden im Sinne des BBodSchG ist die obere Schicht der Erdkruste soweit sie Träger der natürlichen oder nutzungsbezogenen Bodenfunktionen ist und reicht bis zum Grundwasser. Demzufolge gelten die Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes auch unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht

für den Boden insgesamt und sind insofern ebenso von den abfallrechtlichen Vorschriften abzugrenzen. Somit stehen auch hier die Werte der BBodSchV – die nutzungsunabhängig formuliert sind – und die der TR LAGA im Mittelpunkt des Interesses. Die von der 55. UMK im Oktober 2000 beschlossenen Abgrenzungsgrundsätze geben prinzipiell hierauf differenzierte Antworten:

Die Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes gelten auch unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht und ergeben sich materiell insbesondere aus der Vorsorgeverpflichtung, die i. d. R. verbunden ist mit einer Einhaltung der Vorsorgewerte und keiner erheblichen Freisetzung von Schadstoffen.

Diese Bestimmungen gelten insbesondere für den Einsatz von Bodenmaterialien zur Auffüllung von Senken, Abgrabungen oder Modellierungen von Landschaft, bei dem im Endzustand natürliche Bodenfunktionen angestrebt werden. Hier müssen schon die Materialien selbst i. d. R. die Vorsorgewerte bzw. die neuen Z 0-Werte der LAGA einhalten. Darüber hinaus sind hier insbesondere auch weitere Materialeigenschaften zu berücksichtigen, wie Gesteinsarten (Fest- oder Lockergestein), sowie die vorgesehene Nutzung.

Werden bauliche Anlagen errichtet oder sonstige Maßnahmen durchgeführt, bei denen belastete Materialien/Produkte eingesetzt werden, die selbst keine natürlichen Funktionen übernehmen, darf von der Anlage oder der sonstigen Maßnahme keine Besorgnis des Entstehens einer schädlichen Bodenveränderung ausgehen; d. h. die Vorsorgewerte können von den eingesetzten Materialien selbst überschritten werden, aber sie dürfen außerhalb nicht dazu führen, dass die Vorsorgewerte überschritten oder erhebliche Freisetzungen von Schadstoffen stattfinden werden. Damit können z. B. unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht in Lärmschutzwällen höher belastete Materialien verwertet werden, sofern von diesen Anlagen insgesamt keine Besorgnis ausgeht. Auch bei Verfüllungen und Rekultivierung im Tagebau oder bei Erdaufschlüssen ist demnach dafür zu sorgen, dass von diesen Maßnahmen insgesamt keine Besorgnis ausgeht.

Dies setzt eine Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit etwaiger Sicherungsmaßnahmen voraus, wie auch, dass in dem Beispielfall des Straßenunterbaus das Material bei Auflassung der Straße wieder entfernt wird oder dauerhafte Sicherungen für die dann nachfolgenden Funktionen gewährleistet sind.

Es ist deutlich geworden, dass diese neue Rechtsgrundlage dazu führen muss, die bisherigen materiellen Bestimmungen insbesondere für den Boden-Grundwasserpfad zu präzisieren. Hierbei dürften zwei Fragen im Vordergrund stehen:

1. wie können die Eluatwerte für Boden der TR LAGA mit den Prüfwerten Boden-Grundwasser der BBodSchV methodisch und wertebezogen in Einklang gebracht werden und
2. wo ist der Ort der Beurteilung bei vorsorglichen Regelungen. Die gefahrenbezogene Vorgabe der BBodSchV, nach der die Prüfwerte für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wasser-gesättigten Bodenzone gelten, kann grundsätzlich nicht für den Vorsorgebereich übernommen werden. Hier sollten die Eluate des Materials selbst bzw. unterhalb einer baulichen Anlage oder Maßnahme der Ort der Beurteilung sein.

Hiermit sind LAWA, LAGA und LAB mit der LABO aufgefordert, ihre Regelungen zu aktualisieren und zu harmonisieren. Fragestellung ist hierbei insbesondere, welche Eluatwerte neben den Vorsorge-werten, die Feststoffwerte sind, gelten sollen. Auf die Ergebnisse, die sich vor allem als Neufassung der TR LAGA und der LAWA-Geringfügigkeits-schwelle/Prüfwerte Boden-Grundwasser ergeben werden, dürfen wir gespannt sein.

## 2.4 Sonstige Materialien

Es gab auch eine Debatte darüber, was mit Materi- alien in § 12 Abs. 2 gemeint sein könnte; aus- schließlich die in Abs. 1 erwähnten Bodenmateri- alien etc. oder auch sonstige, nicht bestimmte Mate- rialien.

Hierauf antworten die von der 26. Amtschefkonfe- renz (Oktober 2000) akzeptierten Abgrenzungs- grundsätze (vgl. Anlage), dass es zwischen Abs. 1 und 2 keine Hierarchie gibt; mithin für alle übrigen Materialien eine gute, aber in der Vollzugshilfe zu präzisierende Auffangregelung getroffen worden ist.

Die Anforderungen über das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden beschrän- ken sich somit nicht nur auf Bodenmaterial oder Baggergut sowie Gemische mit Bodenmaterialien, die die Qualitätsanforderungen der Klärschlamm- bzw. der Bioabfallverordnung einhalten, sondern ge- nerell auf alle Materialien, die geeignet sind, die natürlichen Funktionen bzw. die Eigenschaften der durchwurzelbaren Bodenschicht für Siedlungs- bzw.

Agrarflächen nachhaltig zu sichern oder wiederher- zustellen. Das bedeutet, dass im Rahmen der Voll- zugshilfe die zulässigen Materialien vor allem durch Angaben zu zulässigen Stoffgehalten und -frachten sowie dazugehörigen Untersuchungsmethoden näher bestimmt werden müssen. Bei den festzule- genden materiellen Vorschriften und Methoden ist der gewollte funktionale Bezug (Landwirtschaft, Siedlung, Erholung) zu berücksichtigen. Neben den Schadstoffgehalten dürften dabei die organische Substanz, der Nährstoffgehalt, die Bodenstruktur sowie die Filter- und Puffereigenschaften für den Wasser- und sonstigen Stoffhaushalt von besonderer Bedeutung sein; mithin auch Aspekte der Nützlich- keit. Hier beginnen erst die Arbeiten.

## 2.5 Besondere Regelungen bei landwirt- schaftlicher Folge-/Nutzung

Wer Materialien bei landwirtschaftlicher Nutzung oder Folgenutzung ein- oder aufträgt hat zu beach- ten,

- dass in der durchwurzelbaren Bodenschicht 70 % der Vorsorgewerte nicht überschritten werden dürfen (Abs. 4),
- dass die Ertragsfähigkeit nachhaltig gesichert, wiederhergestellt und nicht dauerhaft verringert wird (Abs. 5); dabei ist im Regelfall davon auszu- gehen, dass ein Bodenauftrag bei einer Boden- zahl über 60 nicht nützlich ist,
- dass bei Rekultivierungsvorhaben mit landwirt- schaftlicher Folgenutzung nur nach Art, Menge und Schadstoffgehalt geeignetes Bodenmaterial auf- oder eingebracht werden soll (Abs. 6). Hier kann sich ggf. ein Widerspruch zu Abs. 2 erge- ben, der bei der Rekultivierung generell auf Ma- terialien abstellt. Hier sollte allerdings die Be- stimmung des Abs. 6 – Bodenmaterial – stets vor- rangig sein und
- dass für landwirtschaftliche Folgenutzung ein kulturfähiger Boden mit ausreichender Tiefe – grundsätzlich 2 m – gestaltet wird.

## 2.6 Vorschriften für alle Formen einer durch- wurzelbaren Bodenschicht

Insgesamt ist bei einem bodenbezogenen Materi- aleinsatz auf Flächen für Landwirtschaft, Siedlung und Erholung bzw. Garten- und Landschaftsbau zu beachten, dass die Nährstoffzufuhr nach Menge und Verfügbarkeit dem Bedarf der Folgevegetation

anzupassen ist und dass insbesondere Nährstoffeinträge in Gewässer weitestgehend zu vermeiden sind (Abs. 7).

Dabei steht zum einen die N-Dynamik im Mittelpunkt des Interesses. Die Nährstoffgaben sind zum anderen in Bezug auf den jeweiligen Standort (eben, geneigt, sandig, tonig etc.), die vorgesehene Nutzung (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Rasen, Stauden, Gehölze etc.) und auf die Materialeigenschaften selbst (Schlamm, Kompost, Baggergut etc. sowie Wassergehalt) differenziert zu beurteilen.

Ebenso sollen Verdichtungen und Vernässungen oder sonstige Nachteile der Bodenveränderungen vermieden werden. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass mit dem Absatz 9 bestimmt wird, dass grundsätzlich ab einer Auffüllhöhe von 20 cm der vorhandene humose Oberboden abzuschleppen und zwischenzulagern ist. Erst dann ist das Auffüllen mit erlaubten Materialien sinnvoll. Anschließend ist der Mutterboden entsprechend wieder aufzubringen. Die Vollzugshilfe wird zu diesem Aspekt der Nützlichkeit vielfache Hinweise geben können.

### 2.7 Ausnahmeregelungen

Die Anforderungen berücksichtigen auch die unterschiedlichen Standortqualitäten und geben zum einen mit § 12 Abs. 8 BBodSchV vor, dass Böden, welche die natürlichen Funktionen (vor allem Biotopentwicklungs- und Filterpotenzial) sowie die Archivfunktion in besonderem Maße erfüllen von dem Auf- und Einbringen von Materialien ausgeschlossen werden sollen. In dieses Auf- und Einbringungsverbot werden auch Forstflächen, Wasserschutzge-

biete und Schutzgebiete nach dem Naturschutzrecht eingeschlossen; diese Flächen sind bei der Regional- und Flächennutzungsplanung entsprechend darzustellen (Entwicklungsgebiete Boden z. B.).

Demgegenüber wird zum anderen für Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten, die behördlich festgelegt werden können und die Flächen betreffen, die deutlich oberhalb des Vorsorgewertes liegen, bestimmt, dass eine **Verlagerung** von Bodenmaterial innerhalb dieses Gebietes zulässig ist, wenn die hier vorliegenden Funktionen nicht zusätzlich beeinträchtigt werden und die Schadstoffsituation am Ort des Einbringens nicht nachteilig verändert wird (Abs. 10). Somit bleiben **das Ein- und Aufbringen** von sonstigen Materialien, Bioabfall und Klärschlamm in Gebieten mit erhöhten Gehalten grundsätzlich ausgeschlossen; nur die Verlagerung von hier vorhandenem Bodenmaterial innerhalb des betroffenen Gebietes ist zulässig sowie das Aufbringen unbelasteten Bodenmaterials; auch diese Flächen sind entsprechend bei Planungen darzustellen.

Die Zwischenlagerung und die Umlagerung von Bodenmaterial auf Grundstücken im Rahmen der Errichtung oder des Umbaus von baulichen oder betrieblichen Anlagen sind **komplett** von den Regelungen dieser Anforderungen ausgenommen, sofern das Bodenmaterial am Herkunftsort wieder verwendet wird (Abs. 2, 2. Satz). Die Bindung an den Herkunftsort ist dabei nicht in jedem Falle parzellenbezogen zu interpretieren, insofern gleiche naturräumliche nutzungsgeprägte Standorte vorliegen; mithin großzügig auszulegen.

## 3. Umsetzung der Anforderungen

Bekanntlich hat das Bodenschutzrecht keine eigenständigen Genehmigungstatbestände geschaffen – Ausnahme Sanierungsplanung – und stellt grundsätzlich auf die Pflichtigen, d. h. Eigentümer, Nutzer oder Verursacher ab.

Demzufolge sind zunächst **Eigenkontrollen** unumgänglich, die sich auf die Herkunft, die Menge, die Struktur und die Schadstoffgehalte beziehen sollten. Deshalb betont Abs. 3 die Verantwortung der Pflichtigen, die notwendigen Untersuchungen selbst durchzuführen oder zu veranlassen. Die Er-

gebnisse können dann dem Abnehmer die Qualität des Materials bestätigen.

Dem Abnehmer von Material kann auch eine vertragliche Klausel oder ein besonderer **Absicherungsvertrag** empfohlen werden, in dem insbesondere garantiert wird, dass die Vorschriften der Klärschlamm- und Abfallverordnung, der DIN 19731 „Verwertung von Bodenmaterial“ und die der BBodSchV eingehalten werden und entsprechend eine ordnungsgemäße und sachgerechte Durchführung

des Ein- und Aufbringens garantiert wird. Im Rahmen der Vollzugshilfe werden Muster derartiger Verträge erarbeitet.

Die Behörde vermag insofern keine Gewährleistung zu übernehmen.

Welche Möglichkeiten verbleiben bei der öffentlichen Verwaltung?

Da mit dem Auf- und Einbringen i. d. R. die Herstellung oder Veränderung einer baulichen Anlage verbunden ist, sollten im Rahmen dieser behördlichen Gestattungsverfahren soweit als möglich die Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden mit berücksichtigt werden. Diese Integration in das Bauplanungs- und Bauordnungsrecht ist weniger problematisch, da diese bei der Abgrenzung der Anwendungsbereiche des Bodenschutzes berücksichtigt worden sind. Eine neue Situation kann sich durch die HBO-Novelle ergeben, welche diese Konzentrationswirkung abbauen möchte.

Demgegenüber bestehen – zumindest in Hessen – fachliche und rechtliche Bedenken, Kriterien des Bodenschutzes in die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung zu integrieren. Nach der Erstellung der bundeseinheitlichen Vollzugshilfe wird diese Frage, ggf. in Verbindung mit der HENatG-Novelle, zu beantworten sein.

Vor allem für Fragen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht hat die Wasser- mit der Bodenschutzbehörde, nach dem Zuständigkeitsgesetz zuständig, die Verfüllung von Erdaufschlüssen zu regeln.

Bei Fragen der Deponieabdeckung hat insbesondere die Abfallbehörde die Vorschriften des § 12 BBodSchV zu berücksichtigen.

Von allen betroffenen Verwaltungen ist aber zumindest zu erwarten, dass sie der zuständigen Boden-

schutzbehörde – in Hessen dem Regierungspräsidium – mitteilen, dass ein Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung zu besorgen ist und dass nach § 12 Abs. 3 empfohlen wird, zu prüfen, ob weitere Untersuchungen hinsichtlich der Standort- und Bodeneigenschaften anzuordnen sind.

Diese Anordnungsbefugnis ist allerdings bei einem Auf- und Einbringen von Bodenmaterial auf die landwirtschaftliche Nutzfläche nach lokal begrenzten Erosionsereignissen oder Zurückführung von Bodenmaterial aus der Reinigung landwirtschaftlicher Ernteprodukte ausgeschlossen. Diese Bestimmung des Absatzes 12 ist dahingehend zu interpretieren, dass auch hier der Herkunftsort entscheidend zu berücksichtigen ist. Mithin wäre erodiertes Bodenmaterial aus dem Vogelsberg nicht zum Ausgleich in der Wetterau aufzubringen. Ebensowenig kann auf Untersuchungen von Ernterückständen, wie z. B. Rübenwascherde aus der Wetterau, die im Hessischen Ried auf- oder eingebracht werden soll, verzichtet werden, da hier standort- und nutzungsuntypische Mengen aufgebracht werden, die jedoch nach einer Zwischennutzung die Bodenfruchtbarkeit nicht dauerhaft verringern.

Neben der Anordnungsbefugnis zur Untersuchung kann die Bodenschutzbehörde Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten gemäß Abs. 10 festlegen und in diesen auch Abweichungen von den erforderlichen Untersuchungen bzw. dem Einhalten des 70%-Wertes der Vorsorgewerte bei landwirtschaftlicher Folgenutzung zulassen.

Auch mit verbesserten Informationsgrundlagen, Beratung und Fortbildung sowie durch die Notifizierung von Sachverständigen in diesem Bereich kann der behördliche Ansatz den Bodenschutz der Pflichten unterstützen.

#### 4. Folgerungen für ein Landesbodenschutzgesetz

Die vorgetragenen komplexen Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden sollten in besonderer Weise im Landesbodenschutzgesetz berücksichtigt werden. Insbesondere wünschenswert wäre in diesem Zusammenhang:

- eine ausdrückliche Verpflichtung der betroffenen Behörden, insbesondere Abfall-, Wasser-, Bau- und Naturschutzbehörden, diese Anforderungen in ihre Gestattungsverfahren zu integrieren,

- den Beratungsauftrag der Landwirtschaftsverwaltung in Bezug auf das Auf- und Einbringen von Materialien bei landwirtschaftlicher Nutzung eindeutig festzulegen, die „insbesondere Regelung“ des § 17 Abs. 1 BBodSchG ermöglicht dieses,
- eine Anzeigepflicht ab einer noch festzusetzenden Gesamtmenge oder für bestimmte Gebiete oder Maßnahmen (NRW z. B. bei über 800 m<sup>3</sup> je Vorhaben),

- die Ermächtigung, Bodenschutzgebiete auszuweisen, damit auch in Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten praktikabel mit der bodenbezogenen Verwertung von Abfällen umgegangen werden kann und
- schützenswerte Böden von einer Abfallverwertung ausdrücklich auszuschließen.

Entscheidend aber ist, dass sich die Pflichtigen für diese Anforderungen selbst engagieren, sie motivierte und qualifizierte und eine ausreichende Zahl von Ansprechpartnern in der öffentlichen Verwaltung haben und dass das allgemeine Ziel, Produkte und Stoffe müssen selbst verwertungsgerecht bzw. kreislaufgerecht sein, nicht aufgegeben wird.

# Bodenbezogene Verwertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft

ROSEMARIE CHRISTIAN-BICKELHAUPT\*

## Inhalt

1. Allgemeines .....	13
2. Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912) .....	14
2.1 TA Siedlungsabfall .....	14
3. Bioabfallverordnung (BioAbfV) vom 21. September 1998 (BGBl. I S. 2955) .....	15
3.1 Hinweise zum Vollzug der BioAbfV .....	15
4. Sekundärrohstoffdünger .....	16
5. Siedlungsabfallverordnung .....	16
6. Technische Regeln der LAGA .....	17
6.1 Allgemeiner Teil .....	17
6.2 Technische Regeln für die Verwertung .....	17
6.3 Probenahme und Analytik .....	17

## 1. Allgemeines

Am 7. Oktober 1996 ist das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) in Kraft getreten. Zweck des Gesetzes ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen. Im Hinblick auf die Förderung der Kreislaufwirtschaft wurde der Anwendungsbereich des KrW-/AbfG erheblich erweitert, indem der Abfallbegriff auch auf alle verwertbaren Stoffe ausgedehnt wurde.

Damit unterfallen nicht nur Maßnahmen zur Abfallbeseitigung, sondern auch alle Maßnahmen zur Verwertung von Abfällen dem KrW-/AbfG. Dies gilt insbesondere auch für Maßnahmen zur Abfallverwertung auf der Fläche, die Auswirkungen auf den Boden haben können. Zu solchen Verwertungsmaßnahmen zählen z. B. die Verwertung von Schlacken aus Stahlwerken und Müllverbrennungsanlagen im

Straßen- oder Wegebau, die Verwertung von Bodenaushub oder Abbruchmaterialien zur Aufschüttung von Lärmschutzwällen oder die Ausbringung von Klärschlamm, Bioabfällen oder sonstigen Abfällen zu Düngezwecken oder zur Bodenverbesserung auf landwirtschaftlichen Flächen.

Nach § 5 Abs. 2 KrW-/AbfG hat die Verwertung von Abfällen ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen. Hierbei bedeutet „ordnungsgemäß“, dass die Verwertung im Einklang mit allen abfallrechtlichen Vorschriften zu erfolgen hat. „Schadlos“ ist eine Verwertung dann, wenn aufgrund der Abfallbeschaffenheit, der Schadstoffbelastung und der Verwertungsart keine Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten sind.

Ist eine umweltverträgliche Verwertung nicht möglich, sind die Abfälle zu beseitigen.

---

\* Dipl.Ing. Rosemarie Christian-Bickelhaupt, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Mainzer Str. 80, 65189 Wiesbaden

## 2. Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912)

Die AbfKlärV regelt die Verwertung von kommunalem Klärschlamm auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen.

Voraussetzung für das Aufbringen ist, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird und die Aufbringung nach Art, Menge und Zeit auf den Nährstoffbedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Nährstoffe und organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen ausgerichtet wird.

Um dies zu gewährleisten, müssen die Klärschlämme regelmäßig auf die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink, die Nährstoffe Gesamt- und Ammoniumstickstoff, Phosphat, Kalium und Magnesium untersucht werden. Zusätzlich sind noch die organischen Schadstoffe PCB (polychlorierte Biphenyle), PCDD/PCDF (polychlorierte Dibenzodioxine/Dibenzofurane) und AOX (adsorbierte organisch-gebundene Halogene) zu untersuchen.

Bei den Schwermetallen dürfen im **Klärschlamm** folgende Werte nicht überschritten werden (Milligramm je Kilogramm Trockenmasse):

Blei	900
Cadmium	10
Chrom	900
Kupfer	800
Nickel	200
Quecksilber	8
Zink	2500

Bei Böden, die im Rahmen der Bodenschätzung als leichte Böden eingestuft sind und deren Tongehalt unter 5 % liegt oder deren Untersuchung einen pH-Wert von mehr als 5 und kleiner 6 ergeben hat, gelten für Cadmium und Zink folgende Werte:

Cadmium	5
Zink	2000

Neben der Untersuchung der aufzubringenden Schlämme schreibt die AbfKlärV die regelmäßige Bodenuntersuchung vor. Der Betreiber der Abwasserbehandlungsanlage ist verpflichtet den Boden auf die gleichen Schwermetalle wie den Klärschlamm untersuchen zu lassen.

Folgende Grenzwerte im **Boden** dürfen dabei nicht überschritten werden:

Blei	100
Cadmium	1,5
Chrom	100
Kupfer	60

Nickel	50
Quecksilber	1
Zink	200

Bei Böden, die im Rahmen der Bodenschätzung als leichte Böden eingestuft sind und deren Tongehalt unter 5 % liegt oder deren Untersuchung einen pH-Wert von mehr als 5 und kleiner 6 ergeben hat, gelten für Cadmium und Zink folgende Werte:

Cadmium	1
Zink	150

Probleme kann es in Hessen bei den Bodenwerten in Böden mit geogen bedingten erhöhten Nickelwerten geben (Vogelsberg).

Dadurch, dass die AbfKlärV Aussagen zu Bodenuntersuchungen und zum Schutz des Bodens macht, greift die BBodSchV nicht, da hier das speziellere Recht eine Regelung trifft.

### 2.1 TA Siedlungsabfall

Mit Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall (TASi) am 1.6.1993 dürfen Siedlungsabfälle, und damit auch kommunale Klärschlämme, nach Nr. 4.2 dieser Vorschrift nur dann auf der Deponie abgelagert werden, wenn sie nicht verwertet werden können und die Zuordnungskriterien des Anhangs B eingehalten werden.

Nach den Übergangsvorschriften der TASi kann die zuständige Behörde bei Hausmüll, hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, Klärschlamm und anderen organischen Abfällen für den Zeitraum bis spätestens zum 1.6.2005 Ausnahmen von der Zuordnung zulassen, wenn absehbar ist, dass die Zuordnungskriterien aus Gründen mangelnder Behandlungskapazität nicht erfüllt werden können. Die Zulassung der Ausnahmen ist u.a. mit der Auflage zu versehen, dass die Gehalte an nativ-organischen Bestandteilen spätestens ab 1.6.1999 durch zusätzliche Maßnahmen reduziert werden.

Nach Nr.12.2 der TA Siedlungsabfall waren die zuständigen Behörden gehalten, spätestens bis zum 1.6.1995 die Einhaltung der Anforderungen nach Nr. 4.2 und der Fristen nach 12.1 durch nachträgliche Anordnungen zu erlassen.

Dies ist in Hessen fristgerecht geschehen. Die Anordnungen beinhalten hinsichtlich der Fristen Ausnahmen von der Zuordnung, die zunächst bis spätestens zum Jahresende 1999 befristet sind, und las-

sen die geforderte Reduzierung der Gehalte an nativ-organischen Bestandteilen der Abfälle als nachgewiesen gelten, wenn bis zum 1.1.1999 im Einzugsbereich der Deponie eine getrennte Sammlung und Kompostierung der Bioabfälle flächendeckend durchgeführt wird und landwirtschaftlich verwertbare Klärschlämme von der Ablagerung ausgeschlossen sind.

Damit ist die Deponierung landwirtschaftlich verwertbarer Klärschlämme nach dem 1.1.1999 nicht mehr zulässig.

Durch die Frist 1.6.2005 ist eine Deponierung aller Schlämme, die die Zuordnungskriterien des Anhangs B der TASI nicht einhalten, nicht mehr möglich.

### 3. Bioabfallverordnung (BioAbfV) vom 21. September 1998 (BGBl. I S. 2955)

Bioabfälle im Sinne der Verordnung sind Abfälle tierischer oder pflanzlicher Herkunft zur Verwertung, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können. Die BioAbfV gilt für die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden, nicht jedoch für die Aufbringung in Haus-, Nutz- und Kleingärten sowie die Eigenverwertung von Bioabfällen pflanzlicher Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben oder Betrieben des Garten- und Landschaftsbaus, wenn die Verwertung unter Beachtung der Beschränkungen und Verbote der Aufbringung auf betriebseigenen Flächen gewährleistet ist. Die für eine Verwertung auf Flächen grundsätzlich geeigneten Bioabfälle sowie grundsätzlich geeignete Zuschlagsstoffe sind im Anhang 1 der BioAbfV aufgelistet.

Vor der Aufbringung sind Bioabfälle einer Behandlung zuzuführen, die die seuchen- und phytohygienische Unbedenklichkeit der Bioabfälle gewährleistet. Als Behandlung gilt der gesteuerte Abbau von Bioabfällen unter aeroben oder anaeroben Bedingungen oder anderweitige Maßnahmen zur Hygienisierung. Die Anforderungen an die Behandlung sind im Anhang 2 der Verordnung festgelegt.

Bei der Aufbringung dürfen die Bioabfälle bestimmte Schwermetallgehalte nicht überschreiten, wobei die zuständige Behörde jedoch bei regionalen Verwertungskonzepten in Gebieten mit geogen oder standortspezifisch bedingt erhöhten Schwermetallgehalten im Boden eine Überschreitung einzelner Schwermetallgehalte zulassen kann.

In Abhängigkeit von der zulässigen Aufbringungsmenge gelten für die Schwermetalle zwei unterschiedliche Grenzwerte. Die erste Stufe entspricht

der Klasse I des LAGA-Merkblattes M 10, die auch von der Bundesgütegemeinschaft Kompost für die Nutzung des Gütezeichens (RAL GZ 251) verlangt wird. Die zweite Stufe entspricht den Anforderungen des „Blauen Engels“ (UZ 45), wobei die Gehalte des UZ 45 aufgrund der zulässigen höheren Aufbringungsmenge bzgl. der Schadstofffrachten angepasst wurden.

Werden die Schwermetallwerte der ersten Stufe eingehalten, dürfen in 3 Jahren 20 t TS/Hektar aufgebracht werden. Werden die Schwermetallwerte der zweiten Stufe eingehalten, dürfen in 3 Jahren 30 t TS/Hektar aufgebracht werden. Die zuständige Behörde kann weitere Ausnahmen zulassen, wenn die Schwermetallwerte der zweiten Stufe deutlich unterschritten werden und Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind.

Nach der BioAbfV ist vor dem erstmaligen Aufbringen von Bioabfällen eine Bodenuntersuchung durchzuführen. Da die Schwermetallgehalte der für die Bioabfallverwertung in Betracht kommenden landwirtschaftlichen Flächen zumeist aus Bodenuntersuchungen nach der AbfKlärV bekannt sind, dürfte der Untersuchungsaufwand begrenzt bleiben. Die einzuhaltenden Grenzwerte sind der BBodSchV entnommen und entsprechen den Vorsorgewerten für Boden.

#### 3.1 Hinweise zum Vollzug der BioAbfV

Um eine weitgehende Harmonisierung des Vollzugs zu gewährleisten, gab es Überlegungen bei den Ländern und dem Bund, etwas ähnliches zu machen, wie es damals auch für den Vollzug der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) gemacht wurde.



Es gab damals eine Arbeitsgruppe von Bund und Ländern, die die sog. „Hinweise zum Vollzug“ erarbeitet haben. Solche „Hinweise zum Vollzug“ haben keinen Verordnungsrang und sind daher nicht bindend. Aber sie können als Anhaltspunkte für die Umsetzung und Auslegung der Verordnung dienen und tragen dazu bei, bundeseinheitliche Regelungen zu erleichtern und zu fördern.

#### 4. Sekundärrohstoffdünger

Wenn Abfälle zur Verwertung als Sekundärrohstoffdünger oder Wirtschaftsdünger im Sinne des § 1 Düngemittelgesetz (DMG) auf landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht werden, sind sowohl düngemittelrechtliche als auch abfallrechtliche Vorschriften zu beachten. So dürfen Düngemittel nach § 2 Abs. 1 DMG gewerbsmäßig nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie einem Düngemitteltyp entsprechen, der durch Rechtsverordnung (Düngemittelverordnung – DMV) zugelassen ist. Dies gilt auch für Sekundärrohstoffdünger, die in § 1 Nr. 2a DMG definiert sind als „Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen (z. B. Bioabfälle) und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen, die dazu bestimmt sind, unmittelbar oder mittelbar Nutzpflanzen zugeführt zu werden, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern“. Die einzelnen Düngemitteltypen sind für Sekundärrohstoffdünger im Abschnitt 3a der Düngemittelverordnung

Die Arbeiten an den Hinweisen zum Vollzug der BioAbfV sind abgeschlossen und ihre Einführung in den einzelnen Bundesländern kann erfolgen. In welcher Form die Einführung erfolgt, sei es als Handlungsempfehlung für die zuständigen Behörden, als Erlass oder Verwaltungsvorschrift, bleibt den einzelnen Bundesländern vorbehalten.

(DMV) festgelegt, in der u.a. die nährstoffseitigen Anforderungen an die Sekundärrohstoffdünger sowie die zulässigen Inputmaterialien bestimmt sind.

Die **Abgabe und Aufbringung** von Abfällen zur Verwertung z.B. als Sekundärrohstoffdünger auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden ist im Gegensatz zum Inverkehrbringen als Dünger abfallrechtlich geregelt. So kann nach § 8 Abs. 2 KrW-/AbfG durch Rechtsverordnungen folgendes bestimmt werden:

1. Verbote oder Beschränkungen nach Maßgabe von Merkmalen wie Art und Beschaffenheit des Bodens, Aufbringungsort und -zeit und natürliche Standortverhältnisse sowie
2. Untersuchungen der Abfälle oder des Bodens, Maßnahmen zur Vorbehandlung dieser Stoffe oder geeignete andere Maßnahmen.

Diese abfallrechtlichen Anforderungen sind in der AbfKlärV und der BioAbfV definiert.

#### 5. Siedlungsabfallverordnung

Neben den Änderungsanträgen zum Regierungsentwurf der BioAbfV hat der Bundesrat bei seinen Beratungen auf Antrag einzelner Bundesländer mehrere Entschlüsse gefasst, in denen die Bundesregierung aufgefordert wird,

- eine Novelle zur BioAbfV vorzulegen, deren Anwendungsbereich neben landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden alle sonstigen Flächen, z.B. für Landschaftsbau und Rekultivierung, einschließt,
- die nach der AbfKlärV und der BioAbfV zulässigen Schadstofffrachten mit den Schadstofffrachten des künftigen Bodenschutzrechts aufeinander abzustimmen,

- bis zum 31. Dezember 2002 den Entwurf einer Siedlungsabfallverordnung vorzulegen, in der die Vorgaben der Klärschlamm- und der Bioabfallverordnung im Sinne einer rechtlichen Gleichstellung und Deregulierung vereint werden.

Mit der letztgenannten Siedlungsabfallverordnung sollen die unterschiedlichen Rechtsbereiche Abfall-, Düngemittel- und Bodenschutzrecht harmonisiert und eine abschließende, vollständige und widerspruchsfreie Regelung für die landwirtschaftliche Verwertung von Abfällen als Sekundärrohstoffdünger erreicht werden.

## 6. Technische Regeln der LAGA

Nicht alle Stoffe, die für eine Verwertung auf dem Boden in Frage kommen, können und sollen in Verordnungen des Bundes geregelt werden.

Vor diesem Hintergrund sind die „Technischen Regeln der LAGA über die Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“ zu sehen. Die Technischen Regeln der LAGA haben zwar von sich heraus keinen Rechtscharakter, können aber durch die Länder als für die Verwaltung bindend eingeführt werden.

Die Technischen Regeln der LAGA gliedern sich in

- Allgemeiner Teil
- Technische Regeln für die Verwertung und
- Probenahme und Analytik.

### 6.1 Allgemeiner Teil

Der allgemeine Teil beschreibt die übergreifenden Verwertungsgrundsätze und Rahmenbedingungen, die unabhängig vom jeweiligen Abfall zu beachten sind. Diese Grundsätze orientieren sich an der Forderung, dass durch die Verwertung von Abfällen keine unvermeidbaren Umweltbeeinträchtigungen entstehen dürfen.

### 6.2 Technische Regeln für die Verwertung

Die Technischen Regeln werden für einzelne Abfälle bzw. Abfallgruppen stoffspezifisch erarbeitet. Diese

Systematik ermöglicht es, nach einer einheitlichen Gliederung je nach Bedarf Abfälle aufzunehmen, die verwertet werden sollen.

Bei den in den Technischen Regeln festgelegten Zuordnungswerten handelt es sich um Vorsorgewerte, die vor allem aus der Sicht des Boden- und Grundwasserschutzes festgelegt wurden.

### 6.3 Probenahme und Analytik

Die Technischen Regeln geben Vorgaben, wie bei der Probenahme, der Probenbehandlung, der Analytik und bei der Beurteilung der Analysenergebnisse im einzelnen verfahren werden soll.

Dabei sind zwei verschiedene Ebenen zu unterscheiden:

- Probenahme des zu verwertenden Materials am Entstehungsort
- Probenahme im Zusammenhang mit der Kontrolle des angelieferten oder eingebauten Materials am Ort der Verwertung.

Die Technischen Regeln der LAGA befinden sich momentan in der Überarbeitung bezüglich einer Angleichung und Harmonisierung mit dem Bodenschutzrecht.



# Wissenschaftliche Grundlagen und Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien auf/in Böden

STEFAN GÄTH\*

## Inhalt

1. Einführung und Problemstellung .....	19
2. Wert der nährstofflichen Verwertung .....	21
3. Last der nährstofflichen Verwertung .....	21
4. Ein Ausweg: Bewertung des Filtervermögens der Böden .....	22
5. Schlussfolgerungen .....	25
6. Literatur .....	26

## 1. Einführung und Problemstellung

Ziel und Leitgedanke des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG, 1994) ist die stoffliche Verwertung von Abfällen, sofern sie ordnungsgemäß und schadlos erfolgen kann (§ 5 (3)). Neben organischen Reststoffen aus der Kompostierung von Bio- und Grüngutabfällen (ca. 4 Mio. t TM/a) und der Klärschlammherzeugung (ca. 3–5 Mio. t TM/a) drängen mit geschätzten Mengen von mehreren 100 Mio. t auch mineralische Abfälle in die Verwertung über den Boden. Die Verwertung der mineralischen Abfälle kann einerseits das Aufbringen, andererseits das Einbringen von Bodenmaterial zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht beinhalten.

Bei den mineralischen Abfällen zur Verwertung handelt es sich um Stoffe mit weniger als 8 Gew.-% organischer Substanz, die von verschiedenen Herkünften, aus unterschiedlichen Produktionsabläufen und von differenzierten Vorbehandlungen stammen können (z.B. Bodenaushub, Baggergut, Bauschutt, Schlacken, Grabsteinschleifschlämme,...). Hinzukommt, dass die Materialien unterschiedliche Größen/Körnungen haben können. Insofern handelt es sich bei den mineralischen Abfällen im Vergleich zu den organischen Abfällen um eine gemessen an dem Jahresaufkommen und der heterogenen Qualität besonders bemerkenswerte Abfallgruppe.

Die flächenhafte Anwendung organischer Reststoffe wird nährstoffseitig über das Düngemittelrecht (Sekundärrohstoffdünger), schadstoffseitig über die Klärschlammverordnung (AbfKlärV, 1992) und die 1998 in Kraft getretene Bioabfallverordnung geregelt (BioAbfV, 1998). In beiden Verordnungen sind zulässige Aufwandmengen (alle drei Jahre beim Kompost 20–30 t/ha, beim Klärschlamm 5 t/ha), königswasserlösliche Gesamtgehalte für ausgewählte Schadstoffe im Sekundärrohstoffdünger und Boden sowie Aufbringungsverbote festgelegt.

Für die Verwertung mineralischer Abfälle fehlen bislang entsprechende Regelungen bzw. sind in der neuen Bundes-Bodenschutz- und Altlasten-Verordnung (BBodSchV, 1999) ansatzweise definiert. So werden im § 12 der BBodSchV (1999) "Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden" dargelegt. Das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht wird dabei als zulässig angesehen, wenn am Ort des Auf- oder Einbringens keine schädlichen Boden(funktions)veränderungen im Sinne des BBodSchG (1998) bzw. der BBodSchV (1999) zu befürchten sind **und** mindestens eine der in § 2 (2) genannten Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt

---

\* Prof. Dr. Stefan Gäth, Justus-Liebig-Universität, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie & Umweltmanagement, Professur für Landeskultur & Abfallwirtschaft, Heinrich-Buff-Ring 26–32, 35392 Gießen

wird. – In § 2 (2) Nr. 1c wird als eine der wichtigen Bodenfunktionen das Filtervermögen zum Schutz des Grundwassers und in Nr. 1a der Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanze angesprochen.

Zu den Funktionen des Bodens gehört es unter anderem auch, den alljährlich anfallenden Laub- und Streufall am Standort selbst abzubauen. Demnach ist der Boden im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes eine mustergültige Abfallbehandlungsanlage.

Die Subsistenzwirtschaft unserer Vorfäter als Leitbild einer Kreislaufwirtschaft bedeutete im Grunde nichts anderes. Die von der Flächenproduktivität abhängigen Landwirte führten ihre Abfälle und die darin enthaltenen Nährstoffe aus Stall und Haushalt stets ihren Böden wieder zu. Bei der Plaggenwirtschaft wurden die Sandböden zur Verbesserung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes sogar mit verschiedenen "Abfällen" aus der naheliegenden Flur angereichert, so dass von dieser Wirtschaftsweise heute mächtige Ah-Horizonte Zeugnis geben.

Dieser (Nähr)stoffkreislauf – mit Ausnahme der Plaggenwirtschaft – darf als nahezu geschlossen angesehen werden (Abb. 1).

In unserer heutigen Industriegesellschaft, die gekennzeichnet ist durch eine Entkoppelung von der flächenabhängigen Nahrungsmittelproduktion und einer Vielzahl in den Kreislauf zu importierender, mehr oder weniger nützlicher anorganischer und organischer Begleitstoffe, ist besonderes Augenmerk auf den nach allen Seiten hin offenen Kreislauf zu legen. Der vorliegende Beitrag, der sich an dieser Stelle auf die organischen Abfälle konzentriert, will in diesem Sinne Anregungen und Aufmerksamkeit für unsere alltägliche Ent-Sorgung liefern, damit der Lebens(umsatz)raum Boden nicht zur Flächen- oder Dünnschichtdeponie verkommt. Die jüngsten Entwicklungen bei der BSE-Krise zeigen, dass die sorglose Ent-Sorgung von Abfällen – in diesem Falle über das Tier – den Menschen nicht aus der Sorge entlassen. Jede Form der Vor-Sorge bei der Ent-Sorgung unserer alltäglichen Abfälle bedeutet demnach auch Nach-Sorge.

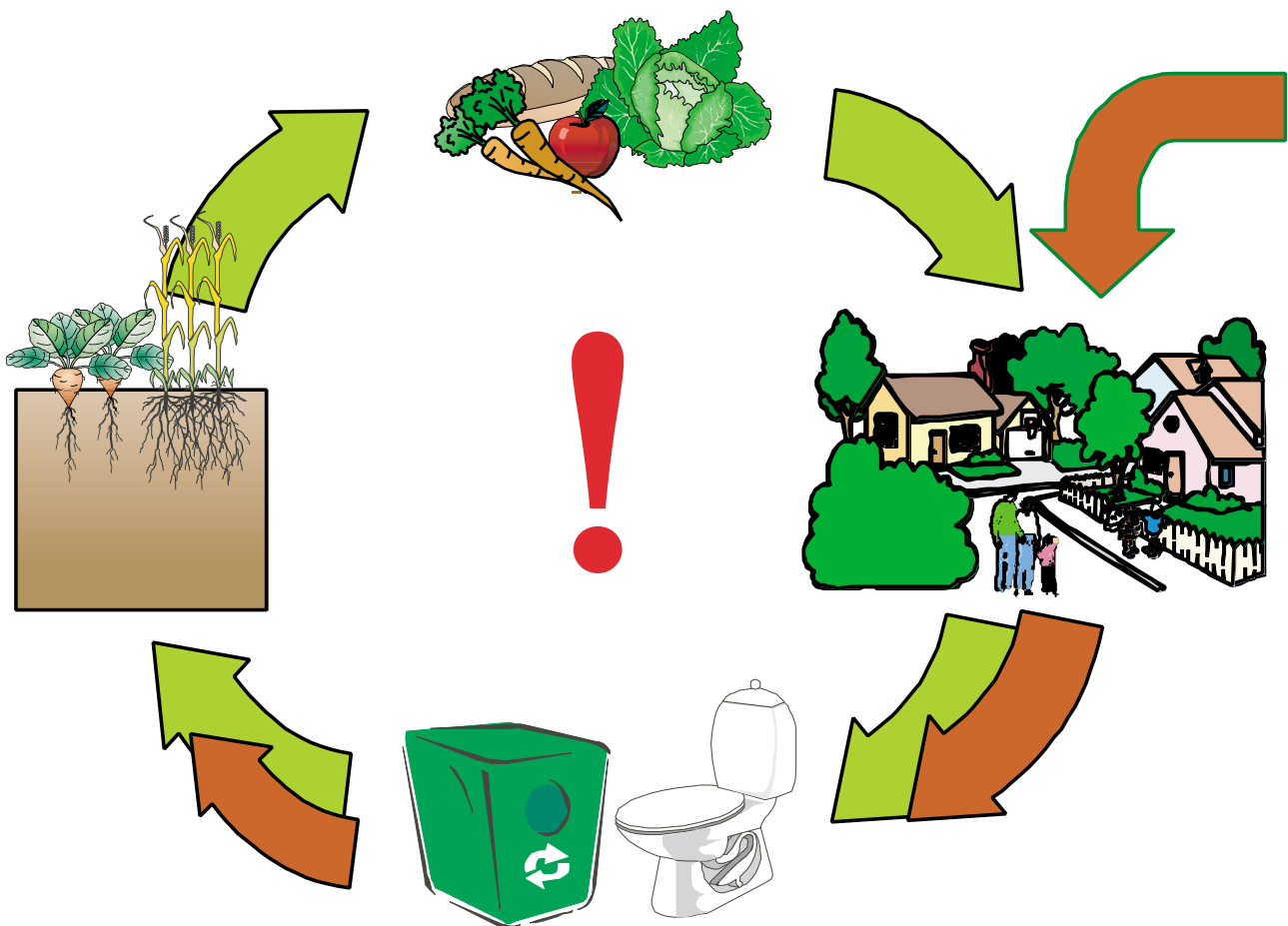


Abb. 1. Prinzip der „Kreislaufwirtschaft“.

## 2. Wert der nährstofflichen Verwertung

Der Kenntnisstand über den Nutzen von Sekundärrohstoffdüngern ist insgesamt als hoch einzustufen. In vielfältigen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern zur Förderung verschiedener ertragsbeeinflussender Bodenfunktionen führt. Unbestritten werden mit der Anwendung von Bioabfällen Haupt- und Spuren-Nährstoffe dem Boden rückgeführt (Tab. 1).

Die Höhe der Nährstoffkonzentrationen hängt vom Ausgangsmaterial und der Vorbehandlung ab (vgl. BEISECKER et al., 1998). In Form von Klärschlamm bzw. Kompost als organische NP- bzw. NPK-Dünger können dem Boden die mittleren Nährstoffentzüge ersetzt werden. Verschiedene Untersuchungen konnten zeigen, dass vor allem der Phosphor, des-

**Tab. 1.** Mittlere Nährstofffrachten für Kompost und Klärschlamm unter Ausschöpfung gesetzlich zulässiger Aufwandmengen (verändert nach SCHAAF & JANSSEN, 2000)

		Kompost BioAbfV (1998)	Klärschlamm AbfKlärV (1992)
Aufwandmenge		6,7-10 t TrM/ha/a	1,7 t TrM/ha/a
Nährstofffracht		kg/ha/a	kg/ha/a
Stickstoff	Nt	137	60
Phosphor	P	28	24
Kalium	K	112	7
Magnesium	Mg	67	9

sen Reserven weltweit als limitiert gelten, mit einer Pflanzenverfügbarkeit von annähernd 100% besonders wertvoll ist.

## 3. Last der nährstofflichen Verwertung

Neben den Nährstoffen enthalten Sekundärrohstoffdünger je nach Herkunft und Vorbehandlung stets auch Schadstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen und Verfügbarkeiten. Voraussetzung der Kreislaufwirtschaft ist nach § 5(3) des KrW-/AbfG (1994), dass die stoffliche Verwertung ordnungsgemäß und schadlos erfolgt. Eine schadlose Verwertung wird vorausgesetzt, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere **keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf** erfolgt. Von dem Vorrang der Verwertung der Abfälle kann demnach abgesehen werden, wenn die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung darstellt (§5 (5)) bzw. sie wirtschaftlich unzumutbar oder/und technisch unmöglich ist (§5 (4)).

Um der Anreicherung von Schadstoffen im Boden vorzubeugen, hat der Gesetzgeber Grenzkonzentrationen für die Bioabfälle wie auch für den Boden für sieben Leitschwermetalle (Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Hg, Zn) erlassen. Beim Klärschlamm werden außerdem die organischen Schadstoffe/Schadstoffgruppen AOX, PCB und PCDD/F in bestimmten Zeitabständen untersucht.

Klärschlamm zeigt im Regelfall höhere Schadstoffbelastungen als der Kompost, da der Klärschlamm

als Filter zur Klärung des Wassers vor Eintritt in den Vorfluter viele, während des Klärprozesses in der Abwasserreinigungsanlage nicht ab- oder umgebauete anorganische (Tab. 2) und organische Schadstoffe (Tab. 3) enthält. Dabei muss erwähnt werden, dass in den vergangenen Jahren die Konzentrationen im Klärschlamm aufgrund verschiedener Maßnahmen (z.B. Direkt- und Indirekteinleiterkontrollen) deutlich gesunken sind, so dass vielerorts die Grenzwerte weit unterschritten werden.

Verglichen mit den Konzentrationen liegen die Schwermetallfrachten (vgl. Tab. 2) und (beispielhaft) die PCB-Frachten (vgl. Tab. 3) beim Kompost aufgrund höherer gesetzlich zulässiger Aufwandmengen über denen des Klärschlammes. Allerdings

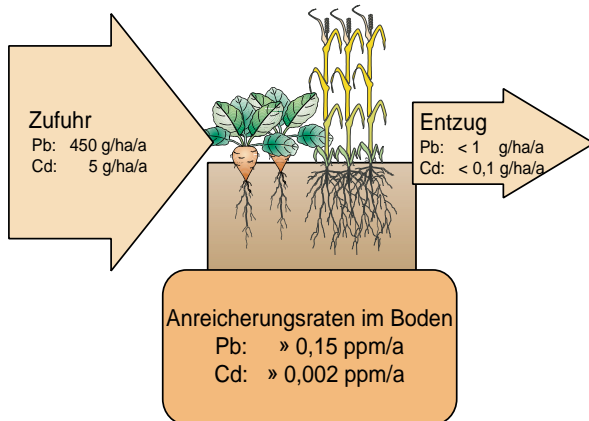
**Tab. 2.** Mittlere Schwermetallkonzentrationen und -frachten von Klärschlamm und Kompost in Hessen (verändert nach SCHAAF & JANSSEN, 2000)

		Kompost		Klärschlamm	
Schwermetall		mg/kg TS	g/ha/a	mg/kg TS	g/ha/a
Blei	Pb	44,9	449	63,7	108
Cadmium	Cd	0,5	5	1,0	< 2
Chrom	Cr	36,4	364	38,4	64
Kupfer	Cu	48,3	483	217,0	362
Nickel	Ni	27,4	274	32,1	54
Quecksilber	Hg	0,1	1	0,4	< 1
Zink	Zn	192,0	1920	753,0	1258

**Tab. 3.** Mittlere PCB-Konzentrationen und -frachten von Klärschlamm und Kompost (DÜRING et al., 2001)

PCB	Kompost		Klärschlamm	
	µg/kg TS	mg/ha/a	µg/kg TS	mg/ha/a
PCB 28	n.n.	n.n.	14,82	25
PCB 52	9,09	91	20,54	34
PCB 101	16,79	168	40,19	67
PCB 153	33,26	333	67,18	112
PCB 138	24,95	250	53,34	89
PCB 180	28,12	281	42,65	71
Summe	112,21	1122	238,72	399

führen auch die geringeren Frachten des Klärschlammes zu einer schleichenden Anreicherung im Boden, da im Regelfall nur sehr geringe Mengen mit dem Erntegut von der Fläche entzogen werden, so dass es bei kontinuierlicher Applikation zur schleichenden Anreicherung im Boden kommt (Abb. 2).



**Abb. 2.** Flächenbilanz und Anreicherungsrate für Blei und Cadmium bei der Applikation von Kompost (Anreicherung bezogen auf einen Boden mit einer Pflugtiefe von 20 cm und einer Dichte von 1,5 g/cm<sup>3</sup>).

Die Anreicherungsrate sind sehr gering und messtechnisch vor dem Hintergrund standörtlicher sowie labortechnischer Variabilitäten erst nach einem längeren Versuchszeitraum nachzuweisen (vgl. GÄTH, 1998; ROST et al., 2001). Auf Direktsaatböden, die nicht mit dem Pflug jährlich gewendet werden, konnten DÜRING et al. (2001) allerdings Anreicherungen einzelner Metalle selbst nach kurzer Versuchsdauer nachweisen. Bei gepflügten Böden findet dagegen eine Vermischung statt.

Zu Fehlinterpretationen kann es außerdem kommen, wenn auf Langzeitversuchsflächen die Pflugtiefe im Laufe der Zeit erweitert wurde, so dass es trotz der schleichenden Anreicherung zu einer messbaren Konzentrationsverminderung bzw. -aufrechterhaltung kommen konnte.

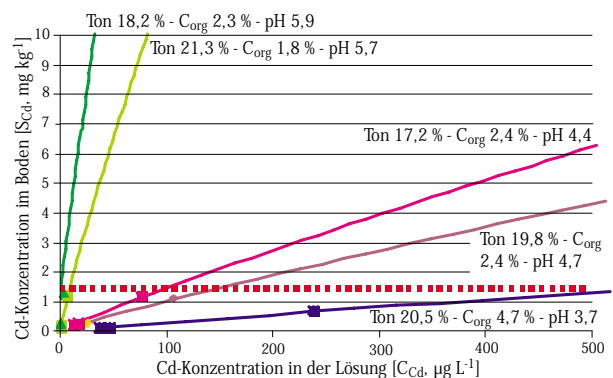
Der Gesetzgeber hat in der AbfKlärV (1992), BioAbfV (1998) und der BBodSchV (1999) Grenz- bzw. Vorsorgewerte für den königswasserlöslichen Schwermetallgesamtgehalt der Oberböden definiert. Die BBodSchV (1999) und die BioAbfV (1998) differenzieren dabei zwischen den Hauptbodenarten Ton, Lehm und Sand, wobei für Zn und Cd pH-abhängige Sonderregelungen bestehen.

Die Gesamtgehalte stehen erwartungsgemäß nur selten in einem engen Zusammenhang zu den mobilen, wasserlöslichen Fraktionen. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Konzepte vorgeschlagen, die die Kapazitäten des Filters Boden einzelfallbezogen auf der Basis von Sorptionsisothermen beschreiben und zur Ableitung von standortvariablen Bodenfunktionskarten führen.

#### 4. Ein Ausweg: Bewertung des Filtervermögens der Böden

Zur Charakterisierung des Schwermetallverhaltens im Boden existieren verschiedene Modelle/Ansätze. Vor allem sog. Retardationsfaktoren (STRECK, 1993, GÄTH, 1996) werden für die Bewertung und Modellierung herangezogen. Grundlage der Retardationsfaktoren bilden Sorptionsisothermen, die die Verteilung zwischen der mobilen/gelösten und der immobil/sorbierten Schwermetallfraktion im Boden charakterisieren (Abb. 3) (zur Methodik vgl. GÄTH & SCHUG, 2000).

Charakteristisch ist der Sättigungsverlauf der Kurven, der je nach Filterkapazität und Vorbelastung



**Abb. 3.** Cd-Sorptionsisothermen verschiedener Oberböden.

auf das Erschöpfen der Austauscherplätze hindeutet. Das gewählte Beispiel macht auch deutlich, daß je nach Ton- und Humusgehalt sowie pH-Wert das Überschreiten des Grenzwertes der AbklärV (1992) von 1,5 mg/kg zu unterschiedlichen Cd-Konzentrationen in der Bodenlösung führt.

Der Zusammenhang der Sorptionsisothermen mit den stabilen (Ton, Humus) wie labilen Bodeneigenschaften (pH) konnte für die Verarbeitung in Geographischen Informationssystemen (GIS) in Form sogenannter Pedotransferfunktionen regressionsanalytisch abgeleitet werden (GÄTH & SCHUG, 2000).

Für die Abschätzung der tolerierbaren bodenspezifischen Schwermetallanreicherung wurde die Filterkapazität (DS) aus den Sorptionsisothermen kalkuliert (Abb. 4) (vgl. GÄTH & SCHUG, 2000).

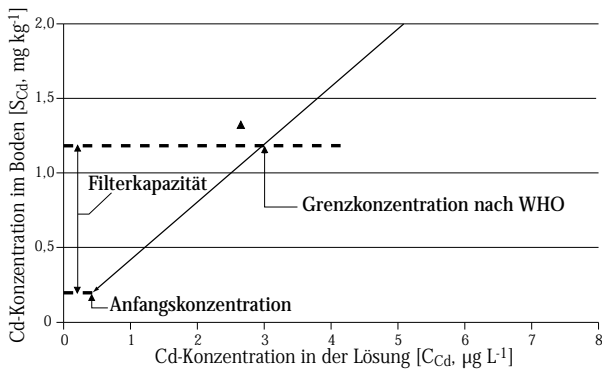


Abb. 4. Ableitung der Filterkapazität des Bodens aus Sorptionsisothermen unter Berücksichtigung der Anfangs- und Grenzkonzentration der Bodenlösung (Ausschnitt aus Abb. 3).

Zu diesem Zweck wird die Differenz im Festphasengehalt zwischen der im Boden vorliegenden, Calciumnitratextrahierbaren Anfangskonzentration und der sich aus dem Grenzwert der WHO für Trinkwasser abzuleitenden Grenzsorptionskapazität berechnet. Dieser Ansatz geht davon aus, dass die Anreicherung im Boden nur soweit erfolgen darf, bis die Schwermetallkonzentration der Bodenlösung bzw. des Sickerwassers den WHO-Trinkwasser-Grenzwert erreicht hat. Für Cadmium beträgt der WHO-Grenzwert  $3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , für Blei  $40 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Somit wird eine Koppelung zwischen dem Bodengrenzwert und dem Grenzwert des Grundwassers erreicht, wie es die Sickerwasserprognose nach BBodSchV (1999) in ähnlicher Weise verlangt.

Wird die Filterkapazität (DS) durch die mittleren Anreicherungsrate (q) dividiert, die sich z.B. aus den Schwermetallfrachten durch Bioabfälle oder atmosphärische Einträge ableiten (vgl. Abb. 2), erhält man die durchschnittliche Anreicherungsdauer (t) bei kontinuierlicher Anwendung der Bioabfälle, die in Abb. 5 für die Schritte der Regionalisierung schematisch dargestellt ist (vgl. auch GÄTH et al., 1999).

Abb. 6 (Cadmium) und 7 (Blei) zeigen die Ergebnisse der Berechnungen für das Einzugsgebiet der Aar, das im SFB-Untersuchungsgebiet des Lahn-Dill-Berglandes in Hessen liegt.

Die Anreicherungsdauer von Cadmium im Boden bis zum Erreichen der Grenzsorptionskapazität schwankt bei kontinuierlicher Anwendung von BioKomposten und der Einhaltung des Ziel-pH-Wertes

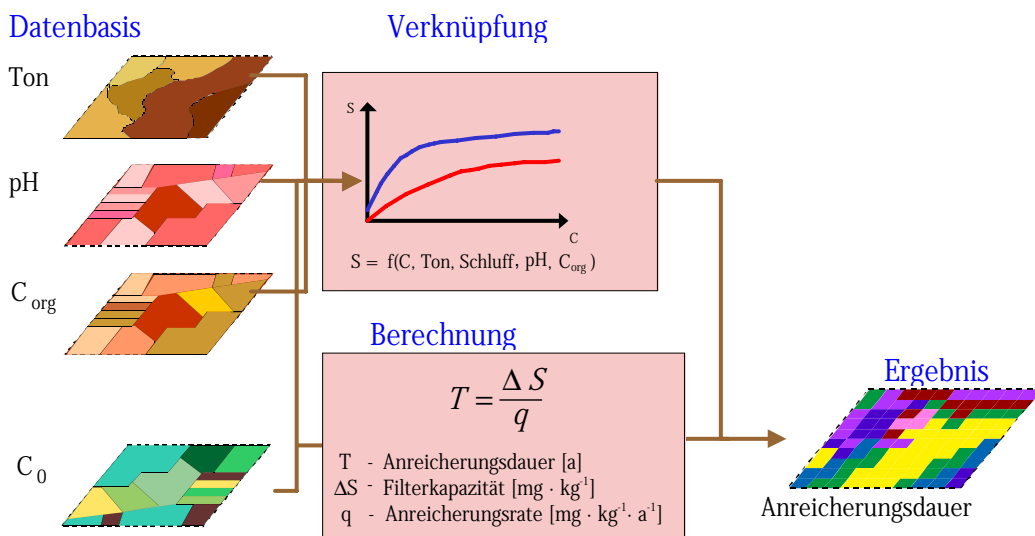
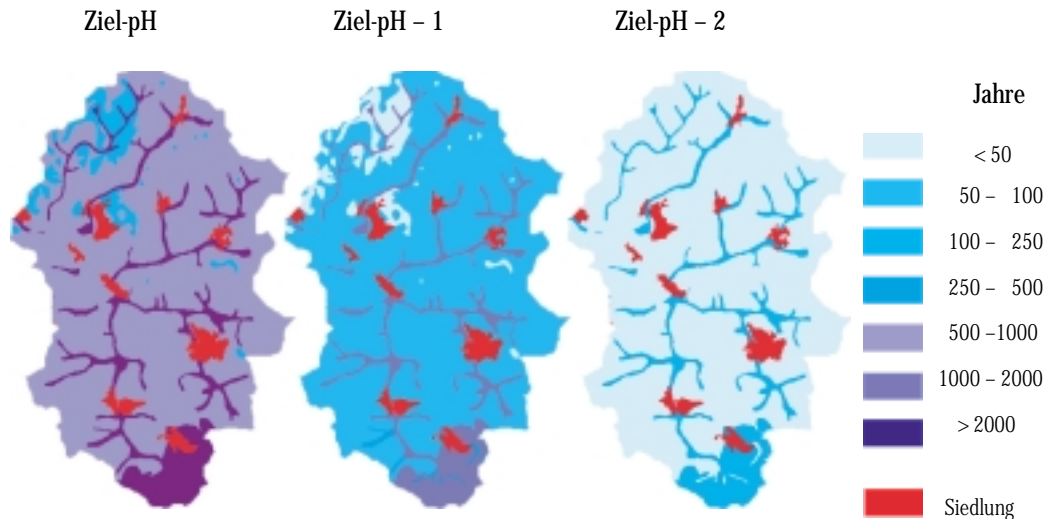
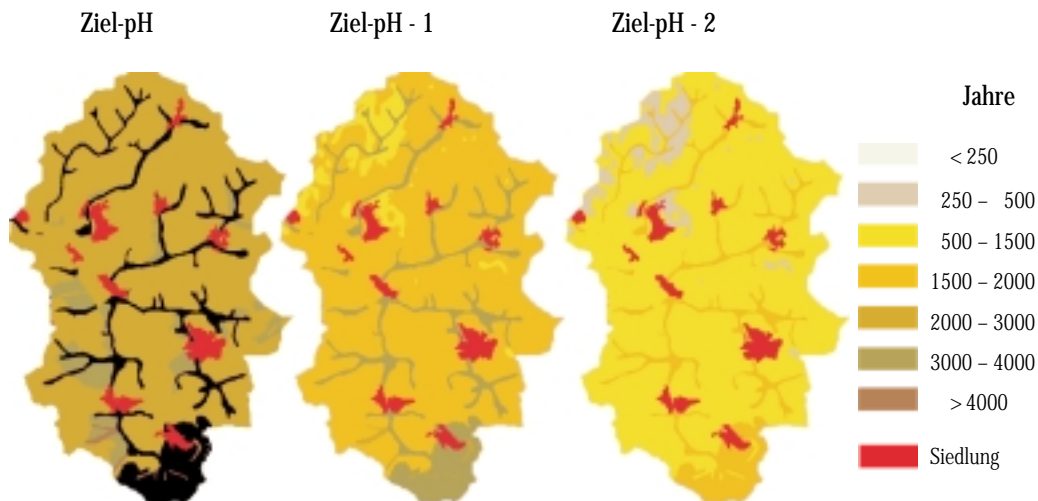


Abb. 5. Methodisches Vorgehen zur flächenhaften Bewertung der Anreicherungsdauer von Schwermetallen im Boden.





**Abb. 6.** Zeitraum bis zum Erreichen der Grenzsorptionskapazität von **Cadmium** im Boden bei kontinuierlicher Anwendung von Bio-kompost in Abhängigkeit von der Bodenversauerung im Einzugsgebiet der Aar/Lahn-Dill-Bergland (Hessen).



**Abb. 7.** Zeitraum bis zum Erreichen der Grenzsorptionskapazität von **Blei** im Boden bei kontinuierlicher Anwendung von Biokompost in Abhängigkeit von der Bodenversauerung im Einzugsgebiet der Aar/Lahn-Dill-Bergland (Hessen).

in den lehmigen Böden zwischen 500–1 000 Jahren (Abb. 6). In den Auenbereichen auf den tonig-lehmigen Böden betragen diese Zeiträume sogar deutlich mehr als 1 000 Jahre. Nur in den höheren, häufig sandreicheren Lagen werden die Grenzwerte in 50–100 Jahren erreicht, was bedeutet, dass diese Flächen im Sinne eines vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes für eine Bioabfallverwertung ausgegrenzt werden sollten.

In der Abbildung ist außerdem der Einfluss einer schrittweisen Versauerung der Böden auf die Anreicherungsdauer dargestellt. Die Versauerung um ei-

ne bzw. zwei pH-Stufen führt zu einer Abnahme des Applikationszeitraumes von 500–1 000 Jahren auf 100–250 bzw. weniger als 50 Jahre. Die Bodenreaktion spielt demnach beim Cadmium eine entscheidende Rolle für das Filterverhalten der Böden. Das bedeutet auch, dass Böden, die kontinuierlich mit Sekundärrohstoffen gedüngt wurden, langfristig unter Ackernutzung bleiben sollten, um ein Absinken des pH-Wertes zu verhindern.

Ähnliches lässt sich auch für das Blei feststellen (Abb. 7), nur dass in diesem Fall die Zeiträume um den Faktor 4–5 höher liegen als beim Cadmium.

Der Vorteil des vorgestellten Verfahrens liegt im Vergleich zum Gesamtgehaltskonzept der AbfklärV (1992) bzw. BioAbfV (1998) darin, dass das Verhalten der Schwermetalle im Boden unter Zuhilfenahme der Sorptionseigenschaften der Böden charakterisiert und in seiner Dynamik prognostiziert werden kann. Das vorgestellte Konzept ist in Form sogenannter Bodenfunktionskarten leicht umzusetzen. Dabei bietet sich die Möglichkeit neben der Grenz-

sorptionskapazität, die Schwermetall-Retardation der Böden und unter Berücksichtigung der Sickerwasserrate die mittlere Verlagerungsgeschwindigkeit der Metalle im Boden abzuleiten und darzustellen (hier nicht näher dargestellt, vgl. GÄTH & SCHUG, 2000). Das Verfahren wurde bereits für zwei 1:50 000 Kartenblätter in Sachsen erfolgreich angewendet (vgl. GÄTH & SIEMER, 1998).

## 5. Schlussfolgerungen

Bei der Verwertung von Abfällen auf und in den Böden besteht generell die Gefahr, dass (Schad)stoffe sich im Boden anreichern. Neben den beispielhaft aufgeführten Schwermetallen können organische Siedlungsabfälle – und Wirtschaftsdünger – andere Verbindungen und Metabolite enthalten, die Spiegelbild unserer Lebensweise sind (z.B. Antibiotika, Hormone, Weichmacher, Pestizide, Nahrungs- u. Futtermittelzusatzstoffe). Bei der Mehrzahl dieser Stoffe ist das Verhalten im System Boden-Pflanze bzw. Boden-Grundwasser unbekannt, so dass eine abschließende Bewertung nicht vorgenommen werden kann.

Die bestehenden Verordnungen werden dieser Anreicherungsgefahr nur unzureichend gerecht. Vielmehr nehmen sie eine Anreicherung in Kauf. Böden sind keine Deponie, so dass auf Frachten bezogene Regelungen unter Einbeziehung sämtlicher Dünge- und Pflanzenbehandlungsmittel getroffen werden müssen. Böden, die mit Metallen angereichert sind, müssen einem Bewirtschaftungsmanagement unterliegen, damit es nicht im Zuge einer Versauerung zur Mobilisierung der Metalle kommt.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass nicht alle umweltrelevanten Schadstoffe in den in Frage kommenden Abfällen zur Qualitätskontrolle herangezogen werden, obwohl ihr Vorkommen nachgewiesen ist oder ihr Nachweis angenommen werden kann.

Bei der Zulassung von Produkten bzw. Zusatzstoffen sollte generell deren Verhalten als Abfall in der Ab-

fallbehandlungsanlage wie im Boden geprüft werden. Das gilt für die Komponenten selbst wie für deren Metabolite.

Besonderes Augenmerk verlangt der Akteur in der Kreislaufwirtschaft, der Mensch. Die Toilette wie die Abfalltonne sind und bleiben anonyme Orte, an denen der Mensch seine Abfälle unbeobachtet und damit „folgenlos“ entsorgen kann. – Die EntSorgung des „Abgefallenen“ (Ab-Fall) entlässt uns nicht aus der Sorge! – Es kommt darauf an, dass uns deutlich wird, dass die Ent-Sorgung nicht ins "Leere" sondern auf den Boden führt. Des weiteren ist zu fordern, dass für die Entscheidung zwischen stofflicher Verwertung von Abfällen oder deren Beseitigung der vorsorgende Bodenschutz ein stärkeres Gewicht bekommt als die Frage der wirtschaftlichen Zumutbarkeit.

Die nährstoffliche Kreislaufwirtschaft stellt aus Sicht der Landwirtschaft ein wünschenswertes System dar, da auf diese Weise Nährstoffvorräte geschont bzw. teure Düngemittel substituiert werden können. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass bei dieser Form des „offenen“ Kreislaufs mit einer Zunahme an Entropie oder „Unordnung“ generell zu rechnen ist (Abb. 8).

Es kommt darauf an, durch gezielte Maßnahmen den Grad der Unordnung zu minimieren. Die vorgeschlagenen Forderungen tragen einen Teil dazu bei.

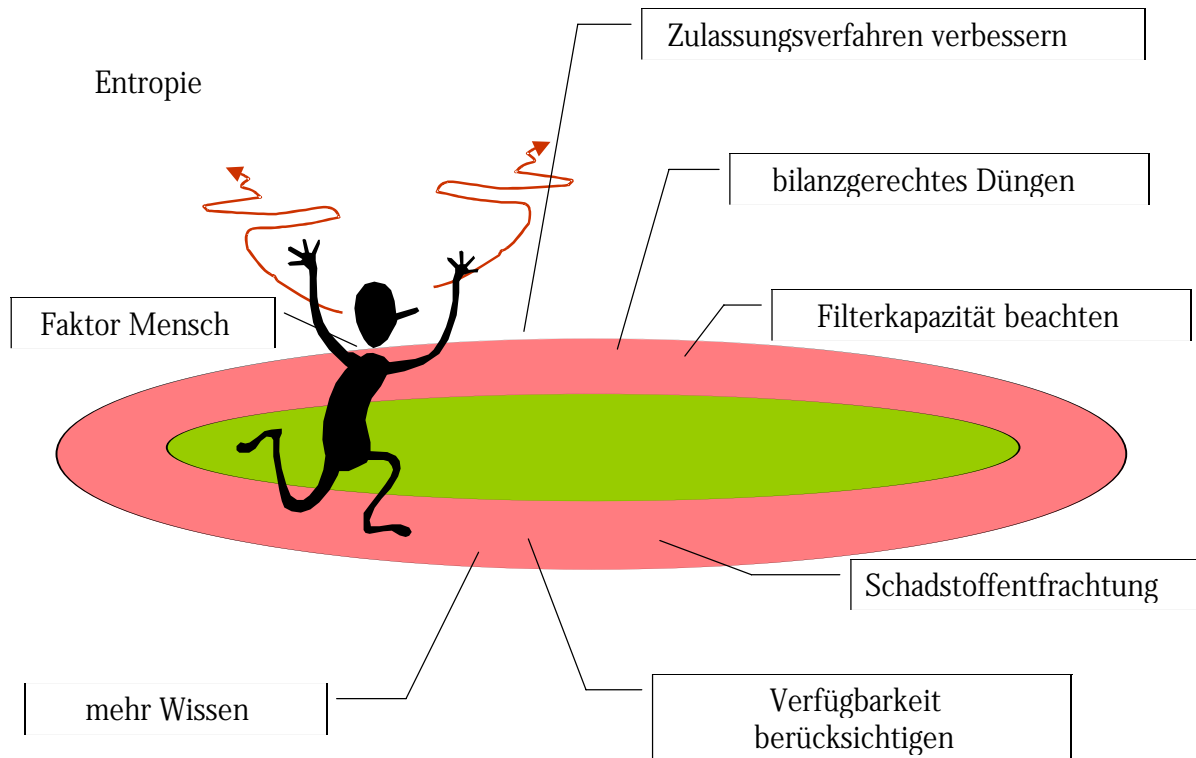


Abb. 8. Der Kreis-Lauf – kein geschlossenes System.

## 6. Literatur

- AbfKlärV (Abfall-Klärschlamm-Verordnung), 1992: Bundesgesetzblatt, 1992, I, 912–935.
- BBodschG (Bundes-Bodenschutzgesetz), 1998: Bundesgesetzblatt I, S. 502.
- BBodschV (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung), 1999: Bundesgesetzblatt, I, S. 1554.
- BEISECKER, R., FREDE, H.-G. & GÄTH, S., 1998: Flächenhafte Verwertung von organischen Abfällen einschließlich der landwirtschaftlichen Wirtschaftsdünger im Spannungsfeld von Bodenschutz und Kreislaufwirtschaft. – Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 39, 54–59.
- BioAbfV (Bioabfallverordnung), 1998: Bundesgesetzblatt, I, S. 2955.
- DÜRING, R., GÄTH, S. & HOSS, T., 2001: Vergleich verschiedener Bodenbearbeitungssysteme vor dem Hintergrund einer umweltgerechten Verwertung organischer Siedlungsabfälle.
- GÄTH, S., 1996: Verlagerungspotentiale für Schwermetalle im Boden. – Forum Städte-Hygiene, 47, 353–357.
- GÄTH, S., 1998: Verhalten ausgewählter Schwermetalle im Boden nach langjähriger Anwendung von Müllkompost als Grundlage für die Entwicklung einer nachhaltigen Verwertung von Bioabfällen. – Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 39, 75–80.
- GÄTH, S. & SIEMER, B., 1998: Regionalisierung der Retardationseigenschaften und der Verlagerungspotentiale für Blei, Cadmium und Arsen in Böden am Beispiel des Kartenblattes Freiberg/Sachsen. Freiburger Forschungshefte, A 849, 126–142.
- GÄTH, S. & SCHUG, B., 2000: Regionalisierung der Filter- und Verlagerungseigenschaften. Bodenschutz, 1, 6–10.
- GÄTH, S., DÜRING, R. A. & SCHUG, B., 1999: Szenarien zur Bioabfallverwertung. Ansätze zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft im ländlichen Raum. Z. f. Kulturtechnik & Landentw., 40, 240–245.
- ROST, U., BRANDT, M. & WILDHAGEN, H., 2001: Beeinflussung der Grundwasserqualität bei langfristiger Anwendung von Bioabfallkompost und Klärschlamm. Vortrag auf der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Giessen, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Ges., im Druck.
- SCHAAF, H. & JANSSEN, E., 2000: Schwermetallgehalte in Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdüngern sowie Schwermetallfrachten bei Anwendung nach den Regeln der guten fachlichen Praxis. VDLUFA-Schriftenreihe, Kongressband Hohenheim 2000, im Druck
- STRECK, T., 1993: Schwermetallverlagerung in einem Sandboden im Feldmaßstab – Messung und Modellierung. Diss., Naturw. Fak., TU-Braunschweig, 113 S.

# Fachbehördliche Grundlagen und Aufgaben bei der bodenbezogenen Abfallverwertung

THOMAS VORDERBRÜGGE\*

## Inhalt

1. Einleitung .....	27
2. Rechtliche Grundlagen .....	27
3. Aufgaben der Fachbehörden .....	28
3.1 Prüfung der Eignung der Materialien .....	28
3.2 Prüfung der Eignung der Böden bzw. Standorte .....	31
3.3 Prüfung sonstiger Aspekte bei der Auf- oder Einbringung von Bodenmaterialien .....	33
4. Zusammenfassung .....	35
5. Literatur .....	36

## 1. Einleitung

Mit der Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBdSchG) [1] sowie der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) [2] wurden die Anforderungen an eine ordnungsgemäße Entsorgung von Abfällen, Bodenaushub und Reststoffen erstmals auch aus der Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes präzisiert. Durch die Verabschiedung wurde gleichzeitig auch die Diskussion um die Sinnhaftigkeit einer Verwendung und Verwertung von Klärschlämmen, Bioabfällen und mineralischen Abfällen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, im Landschaftsbau oder im Rahmen einer Rekultivierung wieder aufgenommen bzw. intensiviert [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Wie grundsätzlich diese Diskussion noch werden wird, zeigt die Aussage von JÜTTNER [10].

Zitat: „Aber auch der Entsorgungsanspruch der modernen Kreislaufwirtschaft an unsere Böden muss unter dem Aspekt der Leistungsfähigkeit dieser Böden und mit Blick auf deren nachhaltige Nutzbarkeit durch die nachfolgenden Generationen wohl neu überdacht und definiert werden“.

Auch die in den §§ 7 und 17 des BBodSchG formulierten Pflichten zur Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen bedeutet für den Pflichtigen (s.a. BBodSchG § 4 „Jedermannspflicht“), sich intensiv mit der Frage auseinanderzusetzen, ob die beabsichtigte Ausbringung von Reststoffen oder Aushub z.B. nicht zu flächenhaften Einträgen und Anreicherungen von Schadstoffen in die Böden führt und damit den Zielen des Bodenschutzes bzw. dem Vorsorgeprinzip des BBodSchG zuwiderläuft.

## 2. Rechtliche Grundlagen

Das BBodSchG ermächtigt in § 6<sup>1)</sup> die Bundesregierung, die Anforderungen an das Auf- und Ausbringen von Materialien in umfassender Art und Weise und damit nicht nur begrenzt auf den Schadstoffge-

halt in einer Rechtsverordnung festzulegen [11]. Die allgemeinen Anforderungen des § 6 des BBodSchG werden konkretisiert im § 12 der BBodSchV. Für die materiellen Kriterien des § 12 der BBod-

<sup>1)</sup> § 6 Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden.

Die Bundesregierung wird ermächtigt,.....durch Rechtsverordnung .... zur Erfüllung der sich aus diesem Gesetz ergebenden Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien hinsichtlich der Schadstoffgehalte und sonstiger Eigenschaften, insbesondere

- Verbote oder Beschränkungen nach Maßgabe von Merkmalen wie Art und Beschaffenheit der Materialien und des Bodens, Aufbringungsort und -zeit und natürliche Standortverhältnisse sowie
- Untersuchungen der Materialien oder des Bodens, Maßnahmen zur Vorbehandlung dieser Materialien oder geeignete andere Maßnahmen zu bestimmen.

\* Dr. Thomas Vorderbrügge, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Postfach 3209, 65022 Wiesbaden

SchV sind insbesondere die §§ 8 und 9 des BBodSchG von Relevanz.

Zu beachten bleibt aber, dass insbesondere die im Rahmen der Abgrenzungsregelung nach § 3 BBodSchG, Abs. 1 Nrn. 1, 2, 4, und 10 angeführten Vorschriften den Vorschriften des BBodSchG vorgehen. Aber auch hier setzen die inhaltlichen Anforderun-

gen der BBodSchV die Grundlagen und Maßstäbe, die bei der Anwendung der vorrangigen Gesetze gemäß § 3 BBodSchG im Rahmen der Konkretisierung der bodenrechtlichen Anforderungen dieser Gesetze und der dazugehörigen Verordnungen zu berücksichtigen sind [7, 11].

### 3. Aufgaben der Fachbehörden

Für die Fachbehörden in Hessen, die für die Umsetzung und Kontrolle der gesetzlichen Vorgaben zuständig und damit für den praktischen Vollzug verantwortlich sind [12], ergeben sich im Prinzip vier Kernfragen, anhand derer jede den § 12 der BBodSchV betreffende Fragestellung abzuhandeln möglich sein sollte:

- **was** kommt **woher**?
- **wo** geht das Material **hin**?
- **wie** wird das Material **aufgebracht**?
- **erfüllt** das Material die gesetzlichen **Rahmenbedingungen**?

#### 3.1 Was kommt woher – Prüfung der Eignung der Materialien

Seitens der zuständigen Fachbehörden ist zunächst zu klären, ob nach § 12 (2) der BBodSchV das Auf- und Einbringen von Materialien überhaupt zulässig ist. Gemäß den Vorgaben der BBodSchV ist ein Auftrag nämlich nur dann zulässig, wenn

„...insbesondere nach Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften der Materialien sowie nach den Schadstoffgehalten der Böden am Ort des Auf- und Einbringens die Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen ... nicht hervorgerufen wird **und** mindestens eine der in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c des BBodSchG genannten Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt wird.“

Die erforderliche Zulässigkeitsüberprüfung, evtl. in Form einer Checkliste, umfasst somit zunächst drei Aspekte:

- Abschätzung der Mengen, Untersuchung und Klassifizierung der auszubringenden Materialien im Hinblick auf chemische und physikalische Eigenschaften (z.B. pH-Wert, Gehalte an anorgani-

schen und organischen Schadstoffen, Gehalte an organischer Substanz, Korngrößenverteilung, Abschätzung des Wasserrückhaltevermögens, Beurteilung der Bearbeitbarkeit bei landwirtschaftlicher Folgenutzung);

- Abschätzung bzw. Berücksichtigung der Schadstoffgehalte am vorgesehenen Standort; falls noch keine genauen Analysedaten zu einzelnen Schadstoffgehalten vorliegen, sollte zunächst anhand einer Substratbeschreibung eine ungefähre Abschätzung der substratspezifischen Stoffgehalte (in Hessen z.Zt. nur für Schwermetalle [13, 14, 15]) durchgeführt werden. Insbesondere bei Verdacht auf erhöhte Gehalte an organischen und/oder anorganischen Schadstoffen ist eine Ermittlung der Gehalte gemäß den Vorgaben der BBodSchV zur Beprobung und Analytik erforderlich;
- Abschätzung inwieweit Bodenfunktionen nachhaltig gesichert bzw. wiederhergestellt werden.

Gerade der letzte Punkt erfordert große fachliche Kompetenz in den zuständigen Behörden. Durch die Beschränkung des Gesetzgebers auf die natürlichen Funktionen und die Funktion als Fläche für Siedlung und Erholung bzw. als Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung und die gleichzeitige Forderung nach Wiederherstellung einer Funktion bzw. ihrer **nachhaltigen** Sicherung, wird eine Vielzahl von Böden, die bisher vorbehaltlos mit Stoffen beaufschlagt wurden, zukünftig nach einer genauen Beurteilung ihrer Funktionalität bzw. des Grades ihrer Funktionserfüllung für eine Beaufschlagung nicht mehr geeignet sein. Die geforderte „wertgebende Wirkung“ lässt sich zwar bspw. durch eine Vergrößerung der durchwurzelbaren Bodenschicht und damit einer Erhöhung der Filterwirkung erzielen. Dies kann man aber nur dann richtig abschätzen bzw. zulassen, wenn die aufgebracht

Materialien nicht gleichzeitig andere Funktionen der Böden wie z.B. das Biotopotenzial einschränken. So sollten z.B. die i.d.R. carbonatischen Reststoffe der Zuckerrübenwäsche nur auf ackerbaulich genutzten Standorten, bei denen die Bewirtschaftung sowieso eine regelmäßige Erhaltungskalkung erfordert, ausgebracht werden. Sie sollte aber auf Standorten, die aufgrund eines niedrigen pH-Wertes eine große Bedeutung für Vegetationsformen besitzen, deren Vorkommen an ein saures Milieu angepasst ist, unterlassen werden. Jede Aufbringung von Materialien erfordert deshalb eine Abwägung im Hinblick auf eine potenzielle Minderung oder Steigerung der einzelnen Funktionen.

Auch im Rahmen einer Rekultivierung (Wiederherstellung von Bodenfunktionen) werden jetzt umfassende Anforderungen im Hinblick auf Qualität und Menge des Materials bzw. an die eingesetzten technischen Verfahren der Rekultivierung gestellt. Erste Ergebnisse aus Baden-Württemberg [16] zeigen aber bereits, dass der Grundsatz des Verschlechterungsverbot und die nachhaltige Sicherung von Bodenfunktionen häufig nicht eingehalten wurde. So ergab die Erhebung, dass nur in 4 von 13 Fällen das ausgebrachte Material uneingeschränkt geeignet war und die aufgebrachten Mengen den Vorgaben entsprachen. In den restlichen Fällen wurden durch ungeeignetes Material bzw. Einschränkungen der Wachstumsbedingungen für die Kulturpflanzen die natürlichen Funktionen und die Ertragsfähigkeit der Böden nachhaltig geschädigt.

Für den Verantwortlichen resultiert aus diesen Ergebnissen die Anforderung, sich vor einer Ausbringung von Stoffen gemäß §12 BBodSchV genaueste Kenntnisse über Art, Zusammensetzung und Menge derselben sowie präzise Informationen über die ausgewählten Standorte und ihre Funktionen zu verschaffen.

Die BBodSchV gibt hierzu zunächst vor, dass zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (§12, 2.) nur geeignetes

- Bodenmaterial,
- Baggergut nach DIN 19731 und
- Gemische von Bodenmaterial mit Abfällen zur Verwertung

auf- oder eingebracht werden darf.

Bei Bodenmaterial handelt es sich definitionsgemäß um Material aus Böden, die entweder eine weitgehend ungestörte Entwicklung durchlaufen haben oder die urban, gewerblich, industriell oder montan überprägt wurden. Bei Baggergut handelt es sich

um Material, das im Rahmen von Unterhaltungs-, Neu- oder Ausbaumaßnahmen aus Gewässern entnommen wurde. Die Gemische aus Bodenmaterial mit Abfall enthalten neben Bodenmaterial auch Kompost, Klärschlamm und Klärschlammkompost. Letztere müssen die stofflichen Qualitätsanforderungen der nach § 8 KrW-/AbfG erlassenen Verordnungen sowie der Klärschlammverordnung erfüllen. Diese Gemische finden häufig Anwendung im Landschafts- und Gartenbau bzw. der Rekultivierung. Sie sind bei einer empfindlichen Folgenutzung (Spielen und Wohnen) im Hinblick auf ihre stoffliche Qualität deshalb besonders sorgfältig zu beurteilen.

Erhöhte Anforderungen an die stoffliche Qualität der Materialien resultieren u.a. daraus, dass mögliche Schadstoffe im Material keine Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen auslösen dürfen. Das bedeutet, dass i.d.R. die Vorsorgewerte eingehalten werden müssen. Dabei sind die Schadstoffgehalte der Böden am Aufbringungsort mit zu berücksichtigen.

Bei einer landwirtschaftlichen Folgenutzung der Flächen gilt zusätzlich, dass die Vorsorgewerte nur zu 70% ausgeschöpft werden dürfen. Hintergrund ist eine potenziell erhöhte Schadstoffanreicherung bei einer landwirtschaftlichen Folgenutzung. Ein besonderes Augenmerk ist zudem auf eine mögliche Zufuhr von Nährstoffen zu richten. Sie ist nach Menge und Verfügbarkeit dem Bedarf der Folgevegetation anzupassen. Der Versorgungsgrad der Böden nach LUFA ist deshalb vorab zu ermitteln.

Die Pflichtigen nach §7 BBodSchG haben gemäß §12 (3) BBodSchV vor dem Auf- und Einbringen die notwendigen Untersuchungen nach den Vorgaben der Verordnung durchzuführen oder zu veranlassen. Notwendig wird eine Untersuchung vor allem dann, wenn Hinweise vorliegen, dass eine Anreicherung mit Schadstoffen oberhalb der Vorsorgewerte bzw. oberhalb von 70% der Vorsorgewerte zu erwarten ist. Als erste Grundlage für die Begründung oder Anordnung eines Untersuchungsbedarfs durch die zuständige Behörde kann folgende Übersicht dienen:

**Übersicht 1:** Untersuchungsbedarf für Bodenausgangspunkt folgender Herkünfte (in Anlehnung an MU BaWü, 1996 [17]):

- Oberbodenmaterial (bis 30 cm Tiefe) von Flächen, auf die größere Mengen Komposte, Klärschlamm (insbesondere vor Inkrafttreten der AbfKlärV 1982) oder Reststoffe aus Gewerbe und



- Industrie, wie z.B. Papierschlamm, aufgebracht wurden,
- Oberbodenmaterial (bis 30 cm Tiefe bzw. Bearbeitungstiefe) von Flächen, die als Klein- und Hausgärten oder für Sonderkulturen (z.B. Weinbau), u.ä genutzt wurden,
  - Oberböden und organische Auflagen von Waldstandorten,
  - Oberböden (bei aufgeschütteten Böden auch tiefere Schichten) aus dem Kernbereich urbaner und industriell geprägter Gebiete (z.B. Innenstadtbereiche größerer Städte; gekennzeichnete bzw. zu kennzeichnende Flächen nach §§ 5 Abs. 3 Nr. 3, 9 Abs. 5 Nr. 3 BauGB),
  - Oberböden neben Straßen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen (DTV) von mehr als 10.000 Fahrzeugen (betroffener Bereich: mindestens 10 m Abstand vom befestigten Fahrbahnrand),
  - Bankettschälgut (entlang von Straßen),
  - Boden aus Gewerbe- und Industriegebieten,
  - Oberböden aus Bereichen in direkter Nachbarschaft zu Bauten mit korrosionsabweisenden Anstrichen (z.B. behandelte Strommasten),
  - Böden von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und deren Umfeld, sowie aus Bereichen mit Boden- und Grundwasserschadensfällen und deren Umfeld,
  - Oberböden aus dem Bereich bekannter Emittenten (z.B. Schrotschießplätzen, Sportanlagen mit Kieselrot, etc.),
  - Überschwemmungsflächen von Gewässern sowie Sedimente im Gewässerbett (auch Hochwasser-

rückhaltebecken), wenn das Einzugsgebiet des Gewässers eine Kontamination der Sedimente vermuten läßt,

- Gebiete, deren Böden geogen erhöhte Hintergrund-Gesamtgehalte erwarten lassen,
- Flächen, auf denen Abwasser verrieselt wurde,
- Flächen, auf denen die Materialzusammensetzung und -verteilung sehr heterogen ist bzw. das Material durch Baumaßnahmen verschoben und vermischt wurde.

Zweckmäßigerweise sollte das Material bereits am Herkunftsort beprobt und analysiert werden. Die häufig große Heterogenität der Materialien und/oder der zu beprobenden Schüttungen (s. Abb. 1 und 2) erfordert bei der Probennahme, bei der Festlegung der Mindestprobenmengen und der Dokumentation der Entnahme große Sorgfalt des Probennehmers. Hier ist streng nach den Vorgaben der BBodSchV zu verfahren. Weitere Hinweise zur repräsentativen Beprobung von Schüttungen und zur Dokumentation der Entnahme sind den Leitfäden aus Baden-Württemberg [18] (vorgesehen auch in Hessen), der Schweiz [19] oder Fachpublikationen [20] zu entnehmen. Bei einer Beprobung potenziell belasteter Flächen (alte Rieselwiesen, etc.) sollten lieber mehr Einzelproben entnommen werden, um eine mögliche Verdünnung durch unbelasteten Aushub (Mischproben) zu vermeiden. Eine Beprobung sollte möglichst horizontbezogen erfolgen, dies geht allerdings nur bevor die aufzubringenden Materialien durch Baumaßnahmen vermischt werden.



**Abb. 1 und 2.** Häufig anzutreffende heterogene Materialaufschüttungen mit den entsprechenden Problemen einer repräsentativen Beprobung gemäß den Vorgaben der BBodSchV.

Bei der Bewertung der Analysenergebnisse sind als Grundlage die Wertekollektive der BBodSchV zu hinterlegen. Hingewiesen sei hier nochmals auf die Forderung, die Vorsorgewerte (bzw. 70% derselben) einzuhalten. Als Prüfkriterien für die chemische und physikalische Beschaffenheit (Puffervermögen, Durchwurzelbarkeit, Wasserspeichervermögen, etc.) eignen sich vor allem die Ermittlung des Anteils an organischer Substanz, Anteil an Carbonaten, pH-Wert, Korngrößenverteilung, Anteil an Grobboden bzw. an bodenfremden Bestandteilen wie Bauschutt oder Straßenaufbruch. Die Beurteilung sollte neben Aussagen zu den ermittelten Stoffgehalten eine klassifizierende bodenphysikalische Substratbeurteilung für den Aufbau eines uneingeschränkt durchwurzelbaren Bodens beinhalten. In einem ersten Schritt empfiehlt sich für die bodenphysikalische Beurteilung der Materialien eine 5-stufige Skalierung:

- besonders geeignet für eine anspruchsvolle Folgenutzung z.B. einer landwirtschaftlichen Produktion (Sonderkulturen, Gartenbau, anspruchsvolle Ackerkulturen, Öko-Landbau) oder Spielen und Wohnen,
- geeignet für eine anspruchsvolle Folgenutzung wie landwirtschaftliche Produktion (Futtermittelanbau)
- eingeschränkt geeignet für eine anspruchsvolle Folgenutzung wie z.B. extensive landwirtschaftliche Nutzung und/oder Viehhaltung,
- nicht geeignet für eine anspruchsvolle Folgenutzung außer für Freizeit und Erholung,
- absolut ungeeignet gemäß den Vorgaben und Zielen von §12 (2) der BBodSchV.

### 3.2 Was geht wohin – Prüfung der Eignung der Böden bzw. Standorte

Neben einer Beurteilung des aufzubringenden Materials fordert die BBodSchV auch eine Beurteilung der für die Beaufschlagung vorgesehen Standorte. So ist nach §12 (5) „beim Aufbringen von Bodenmaterial auf landwirtschaftlich einschließlich gartenbaulich genutzten Böden deren Ertragsfähigkeit nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen und darf nicht dauerhaft verringert werden“.

Eine Bewertung, ob diese Vorgaben tatsächlich erfüllt werden, kann sich zunächst an den Vorgaben zur „Guten fachlichen Praxis“ nach §17 BBodSchG orientieren. Mögliche Prüfkriterien sind in der folgenden Übersicht angeführt.

**Übersicht 2:** Kriterien zur Bewertung von Bodenmaterial und seiner Aufbringung auf landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzten Flächen:

- Gehalt/Bilanz an zugeführten Nährstoffen;
- Ermittlung des Bedarfs an Nährstoffen (Erstellung einer Nährstoffbilanz unter Berücksichtigung der vorhandenen Nährstoffe, Ausschluss von Positivsalden), ist die Nährstoffzufuhr nach Menge und Verfügbarkeit dem Bedarf der Folgevegetation angepasst;
- Ausschluss einer übermäßigen Zufuhr von Phosphor und/oder Kalium (Belastung der Vorflut);
- wirkt sich die Zufuhr an organischer Substanz und evtl. an Carbonat positiv auf die Bodenfunktion aus (Puffer und Filter) oder führt sie im Gegenteil zu einer Mobilisierung von Schadstoffen;
- werden andere umweltrelevante Bereiche (Fließgewässer, Gewässer, etc.) nicht belastet;
- werden die Böden nicht als Schadstoffsene „missbraucht“ (Positivsaldo einer Schwermetallbilanz bei Zufuhr von Komposten oder Gemischen);
- sind die zugeführten Substrate frei von endokrinen Stoffen oder Rückständen von Tierarzneimitteln;
- wird beim Aufbringen die Gefahr der Entstehung labiler Gefüge und damit eines erhöhten Bodenabtrages (Erosion) bedacht;
- werden beim Befahren der Fläche Verdichtungen und damit potenzielle Vernässungen vermieden, Festlegung des geeigneten Zeitpunktes einer Befahrung.

Die angeführten Kriterien sind gemäß BBodSchV künftig auch bei Rekultivierungen zu berücksichtigen und geben erste Hinweise für die Beurteilung eines Rekultivierungserfolges. Grundsätzlich ist im Rahmen einer Rekultivierung geeignetes Material zu verwenden (s.o.).

Unabhängig von den stofflichen und physikalischen Anforderungen des §12 der BBodSchV sollen nach §12 (8) Böden, welche „Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 des BBodSchG im besonderen Maße erfüllen, ausgeschlossen werden“.

Mögliche Prüfkriterien für Hessen sind in der folgenden Übersicht angeführt.

**Übersicht 3:** Erste Kriterien zur Bewertung von Böden, die Funktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG in besonderem Maße erfüllen:

- Standorte ohne Möglichkeit und Erfordernis einer Bodenverbesserung (z. B. Böden mit einer Boden-



- wertzahl > 65 gemäß der Bodenschätzung; Flächen, die in der Standortkarte von Hessen – Natürliche Standorteignung für landbauliche Nutzung mit A1 oder, je nach Region, A2 eingestuft wurden). Gleiches gilt für die Karten zum Ertragspotenzial der Böden im Maßstab 1 : 50 000 des HLUG. Auszuschließen wären die Flächen mit hohem bzw. sehr hohem Ertragspotenzial;
- Böden mit besonderer Ausprägung der Funktion „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“. Dies wären z.B. Böden mit geringer bzw. extrem geringer nutzbarer Feldkapazität (sogenannte Trockenstandorte) oder stark durch Grund- oder Stauwasser beeinflusste Standorte. Weiterhin Böden aus organogenen Substraten. Informationen hierzu liefern die einschlägigen Karten des HLUG [20];
  - Standorte mit Böden von besonderer Bedeutung als landschaftsgeschichtliche Urkunde, Archivfunktion (z.B. Paläoböden oder seltene geomorphe Strukturen), regional besonders seltene Böden;
  - Standorte mit geringem bis sehr geringem Filter- und/oder Pufferpotenzial;
  - Gebiete mit regional einheitlich erhöhten Hintergrundgehalten.

Einige Bundesländer haben bereits in ihren Landesbodenschutzgesetzen (z.T. bereits verabschiedet, z.T. noch im Entwurf) von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, sogenannte Bodenschutzgebiete oder auch Bodenplanungsgebiete auszuweisen. Bei diesen Gebieten handelt es sich i. d. R um Böden, die die in § 12 Abs. 8 festgelegten Forderungen in besonderem Maße erfüllen. Sollte Hessen eines Tages in einem Landesgesetz ebenfalls Regelungen für die Ausweisung von Bodenbelastungsgebieten oder Bodenschutzgebieten aufnehmen, wären diese Gebiete, je nach Ausweisungsgrund, ebenfalls bei der Ausbringung von Bodenaushub oder Bodenmaterial gesondert zu würdigen.

**Übersicht 4:** Regelungen einzelner Bundesländer in den jeweiligen Landesgesetzen zu „Bodenschutz- bzw. Bodenplanungsgebieten“

- Schleswig Holstein – LBodSchG/Entwurf § 12 Bodenschutzgebiete (flächenhaft schädliche Veränderungen)
- Brandenburg – LBodSchG/Entwurf § 5 Bodenplanungsgebiete (Gebiete mit schädlichen Veränderungen; Böden, die Funktionen im besonderen Maße erfüllen)

- Niedersachsen – LBodSchG/Erlass § 4 Bodenplanungsgebiete
- Hamburg – Erlass §§ 9, 10 Gebietsbezogener Bodenschutz
- Sachsen - LBodSchG / Erlass § 8 Ausweisung belasteter Flächen
- Bayern LBodSchG/keine Ausführungen
- Bayern LBodSchV wV/keine Ausführungen
- Berlin – LBodSchG/Erlass § 22 Bodenbelastungsgebiete
- NRW – LBodSchG/Erlass § 12 Bodenschutzgebiete

Gemäß BBodSchV soll nach § 12 Abs. 8 aber auch bei weiteren Flächen das Auf- und Einbringen von Material unterbleiben, zum einen bei Böden unter Wald und andererseits bei Böden in Wasserschutzgebieten nach § 19 Abs.1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Das WHG selbst differenziert im § 19 nicht in die Zonen I–III. Somit ist dies eine sehr weitreichende Einschränkung, denn sie betrifft wahrscheinlich alle ausgewiesenen Schutzzonen, auch die Schutzzone IIIb. In manchen Gebieten dürfte es somit schwierig werden, Flächen für eine Beaufschlagung zu finden.

Auch in Gebieten, die nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) einen besonderen Schutzstatus genießen, soll das Ein- und Aufbringen von Materialien unterbleiben. Dabei handelt es sich um Böden in Naturschutzgebieten, Nationalparks, Biosphärenreservaten, Naturdenkmälern, geschützten Landschaftsbestandteilen, Schutzgebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung (EU), bestimmten Biotopen sowie Kernzonen von Naturschutzgroßprojekten des Bundes von gesamtstaatlicher Bedeutung.

Die fachlich zuständigen Behörden können hiervon Abweichungen zulassen, wenn das Auf- oder Einbringen aus forst- oder naturschutzfachlicher Sicht oder zum Schutz des Grundwassers (z.B. Verbesserung der Filterfunktion, Reduzierung der Versauerungsgefährdung, etc.) erforderlich ist, also dem Schutzzweck dient.

Da § 12 auch die Ausbringung von Gemischen von Bodenmaterial mit Abfällen zur Verwertung regelt, seien ergänzend die Flächen angeführt, für die eine Ausbringung von Klärschlamm gemäß AbfKlärV verboten oder eingeschränkt ist.

**Übersicht 5:** Nutzungen bzw. Flächen bei denen die Ausbringung von Klärschlamm in der AbfKlärV geregelt ist:

- Gemüse- und Obstanbauflächen
- Stilllegungsflächen
- Ackerflächen für Feldgemüsebau (eingeschränkt)
- Dauergrünland
- forstwirtschaftlich genutzte Böden
- Gebiete gemäß NatSchG
- WSG Zone I und II
- Uferrandstreifen bis zu 10 m.

Eine Vielzahl von Flächen besitzen somit gegenüber einer Ausbringung von Material gemäß § 12 BBodSchV einen Schutzstatus nach BNatSchG, WHG und BBodSchG. Dieser ist von der zuständigen Fachbehörde vorab zu überprüfen und sicherzustellen.

### 3.3 Wie wird es aufgebracht – Prüfung sonstiger Aspekte bei der Auf- oder Einbringung von Bodenmaterialien

Beim Auf- und Einbringen von Bodenmaterial sollen gemäß § 12 Abs. 9

- Verdichtungen
- Vernässungen und sonstige nachteilige Bodenveränderungen

durch geeignete technische Maßnahmen sowie durch Berücksichtigung der Menge und des Zeitpunktes des Aufbringens vermieden werden. Weiterhin ist nach Aufbringen von Materialien mit einer Mächtigkeit von mehr als 20 cm auf die Sicherung oder den Aufbau eines stabilen Bodengefüges hinzuwirken.

Mechanische Einwirkungen bei der Umlagerung führen zu Gefügeveränderungen. Diese äußern sich vor allem in:

- einer Verringerung des Porenvolumens;
- einer Veränderung der Porengrößenverteilung;
- einer Unterbrechung der Porenkontinuität (Verdichtung, reduzierte/r Infiltration und Gasaustausch);
- einer eingeschränkten Durchwurzelbarkeit;
- Ertragsausfällen;
- verminderter Befahrbarkeit.

Häufig wird der Wasser- und Lufthaushalt beeinträchtigt und die Erosionsneigung (Erodierbarkeit) der Böden resp. Oberböden verstärkt. Da frisch aufgeschüttete Böden gefügelabil sind und häufig ein geringes Infiltrationsvermögen aufweisen, erhöht sich besonders bei einem großflächigem Auftrag von Bodenaushub das Risiko von Oberflächenabfluss und Erosion während starker Niederschläge.

Die Regenerationsfähigkeit des Bodengefüges ist begrenzt. Schädliche Gefügeveränderungen, insbesondere des Unterbodens können daher irreversibel sein.

In der folgenden Übersicht sind einige arbeitstechnische Aspekte zusammengetragen, auf deren Einhaltung bei einem Bodenauftrag bzw. einer Rekultivierung die zuständigen Fachbehörden dringend achten sollten.

**Übersicht 6:** Technische Maßnahmen zur Vermeidung von Verdichtungen, Vernässungen sowie sonstige nachteilige Bodenveränderungen gemäß § 12 Abs. 9 der BBodSchV (in Anlehnung an MU BaWü [17]).

- Der Bodenauftrag ist technisch und witterungsabhängig so durchzuführen, dass sich Ausmaß und Intensität von Verdichtungen auf das unvermeidbare Maß beschränken. Große Meliorations- bzw. Rekultivierungsflächen sind in Bauabschnitte von max. einem Hektar zu unterteilen und unmittelbar zu begrünen;
- Rekultivierungsarbeiten und die nachfolgenden Kulturarbeiten sind wenn eben möglich nur bei trockener Witterung und auf abgetrockneten Böden (ausreichende Befahrbarkeit) durchzuführen;
- Eine Auftragshöhe von 20 bis 30 cm ist zu bevorzugen. Das Risiko einer Unterbodenverdichtung wird verringert, da der Oberboden nicht abgeschoben werden muss. Die Gefahr des Entstehens einer sogenannten „verlassenen Krumschicht“ ist zu beachten;
- Bei einer Auftragshöhe von mehr als 20 cm ist der Oberboden abzuschieben;
- Der Boden sollte nicht mit Radfahrzeugen (außer auf Baustraßen, die anschließend zurückzubauen sind) befahren werden. Empfehlenswert sind Kettenfahrzeuge mit großer Lauffläche („Moorraupen“) und geringem Bodendruck;
- Der Bodenaushub ist in einem Arbeitsgang ohne eine Zwischenbefahrung aufzutragen;
- Die Zusammensetzung und Eigenschaften des aufzutragenden Substrates sollte möglichst der Zusammensetzung und den Eigenschaften des anstehenden Bodens entsprechen (Gleiches zu Gleichem);
- Eine Reduzierung der Anzahl der Arbeitsgänge und der Überfahrten ist anzustreben;
- Im Anschluss an den Bodenauftrag ist die Fläche umgehend einzuebnen.



**Abb. 3 und 4.** Rekultivierung zu einem ungünstigen Zeitpunkt und daraus resultierende Vernässung bei der landwirtschaftlichen Folgenutzung.

Die Erstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht als Ziel einer Rekultivierung mit landwirtschaftlicher Folgenutzung bedingt, dass sie frei ist von toxischen Stoffen und mechanisch sowie physiologisch uneingeschränkt durchwurzelbar ist. Für die Folgenutzung ist zudem Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und der uneingeschränkte Anbau von Nutzpflanzen sicherzustellen. Dies gelingt nur, wenn bereits bei der Planung der Rekultivierung alle technischen Möglichkeiten [(s.o.), Lastreduzierung, Nutzung von Fahrgassen, Auswahl eines geeigneten Zeitpunktes, Empfehlung und Förderung einer bodenschonenden Erstbewirtschaftung, etc.] in der Aufstellung und Genehmigung des Rekultivierungsplanes berücksichtigt wurden. Unsachgemäße Rekultivierung (s. Abb. 3) führt zu Verdichtungen bzw. Vernässungen (s. Abb. 4), und damit zu Bewirtschaftungsschwernissen, die teilweise nur mit großem technischen Aufwand (Melioration) wieder behoben werden können.

Abschließend sei noch auf zwei Besonderheiten des §12 der BBodSchV verwiesen. Gemäß § 12 Abs. 10 ist in Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden eine Verlagerung von Bodenmaterial innerhalb des Gebietes zulässig, wenn die in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c des BBodSchG genannten Bodenfunktionen nicht zusätzlich beeinträchtigt werden und insbesondere die Schadstoffsituation am Ort des Aufbringens nicht nachteilig verändert wird. Die Gebiete erhöhter Schadstoffgehalte können von der zuständigen Behörde festgelegt werden. Dabei kann die zuständige Behörde

auch Abweichungen von Absatz 3 und 4 zulassen. Desweiteren sei noch die sogenannte Bagatellregelung (§ 12 Abs. 12) erwähnt. Danach gelten die Vorgaben von Absatz 3 nicht für das Auf- und Einbringen von Bodenmaterial auf die landwirtschaftliche Nutzfläche nach lokal begrenzten Erosionsereignissen (s. Abb. 5) oder zur Rückführung von Bodenmaterial aus der Reinigung landwirtschaftlicher Ernteprodukte.

Mittels einer Checkliste lassen sich somit durch jeden zuständigen Bearbeiter die oben angeführten vier zentralen Fragen zum § 12 der BBodSchV beantworten. Dabei sollten die in der folgenden Übersicht angeführten Aspekte unbedingt beachtet werden, denn nur so ist eine Ausbringung von Materialien, die den Vorgaben der BBodSchV genügt, wirklich gewährleistet.



**Abb. 5.** Verbringung von Grabenaushub im Rahmen der „Bagatellregelung“.

**Übersicht 7:** Checkliste für den Vollzug des § 12 der BBodSchV

- Werden Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt, wurde z.B. das Ertragspotenzial oder die Ertragssicherheit erhöht?
- War die Maßnahme gemäß KrW-/AbfG wirklich nutzbringend?
- Bestand ein Bedarf, wurde eine Verschlechterung vermieden?
- Wurde die Filter- und/oder Pufferkapazität der Böden gegenüber Schadstoffen verbessert, der Boden also nicht nur als „Schadstoffsinke“ benutzt?
- Wurde die Bearbeitbarkeit verbessert (Nützlichkeit der Maßnahme)?
- Ist eine Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle (§4 KrWG) gewährleistet?
- Lag die erforderliche Sachkunde bei den Beteiligten vor?
- War die Maßnahme insgesamt schadlos?

Erst wenn die angeführten Fragen vorbehaltlos mit ja beantwortet werden können (s. Abb 6) ist eine Ausbringung auch umwelt- und bedarfsgerecht.

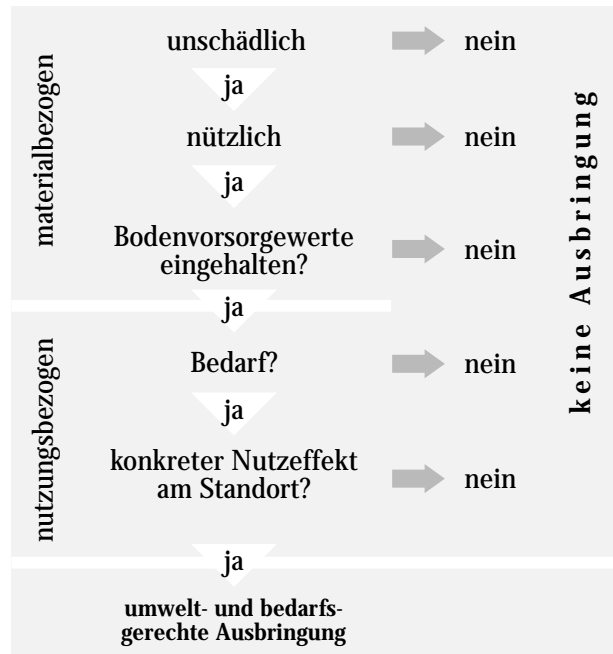


Abb. 6. Ablaufschema.

#### 4. Zusammenfassung

Die Umsetzung des § 12 der BBodSchV ist eine der wichtigsten Aufgaben des Bodenschutzes auf Landesebene. Die zuständigen Fachbehörden haben sich deshalb zukünftig bei Fragen der bodenbezogenen Abfallverwertung nicht mehr nur an den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zu orientieren, sondern viel deutlicher als bisher die materiellen Vorgaben der BBodSchV umzusetzen und die Ziele des vorsorgenden Bodenschutzes zu beachten. Hierzu bedarf es künftig gerade in Hessen einer deutlich stärkeren Einbindung des Bodenschutzes in die

tägliche fachbehördliche Praxis, insbesondere bei Fragen der Rekultivierung, der Ausbringung von Reststoffen, Bodenaushub, Klärschlamm und Bioabfällen in Landwirtschaft, Gartenbau und Landschaftsbau. Als erster Schritt wird vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie eine Richtlinie erarbeitet, die im Laufe dieses Jahres erscheinen soll und dem Vollzug Unterstützung für die Bearbeitung der „vier zentralen“ Fragen des § 12 der BBodSchV bietet.

## 5. Literatur

- [1] BBodSchG – Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz). Bundesgesetzblatt I, G5702, Nr. 16, ausgegeben zu Bonn am 24. März 1998, S. 502–510.
- [2] BBodSchV: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 36, ausgegeben zu Bonn am 16 Juli 1999, S. 1554–1582.
- [3] BANNICK, C. G., BERTRAM, H.-U.: Aktuelle und künftige Entwicklungen der Verwertung von Abfällen in und auf Böden. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 93, Oldenburg 2000, S. 331–334.
- [4] BERGS, C.-G.: Gesetzlicher Rahmen zur Verwertung von Bioabfällen auf der Fläche – Aktueller Stand der Diskussion. In: Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 39, Berlin 1998, S. 50 – 53.
- [5] BEISECKER, R., GÄTH, S. & FREDE, H.-G.: Landbauliche Verwertung von organischen Abfällen im Spannungsfeld von Bodenschutz und Kreislaufwirtschaft. In: Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 39, Berlin 1998, S. 54 – 59.
- [6] FRIEDRICH, H.: Abfallverwertung und Bodenschutz – ein spannendes Verhältnis. In: Bodenschutz, Editorial, 6. Jg., H. 1, Berlin 2001, S. 1.
- [7] HAHN, J.: Ausstieg aus der landwirtschaftlichen „Klärschlammverwertung“ – eine notwendige Harmonisierung im vorsorgenden Umweltschutz. In: Bodenschutz, 5. Jg., H. 1, Berlin 2000, S. 17–18.
- [8] KLOKE, A.: Kreislaufwirtschaft contra Bodenschutz. In: Bodenschutz, 4. Jg., H. 2, Berlin, 1999, S. 47–52.
- [9] KLOKE, A.: Kreislaufwirtschaft contra Bodenschutz. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 93, Oldenburg 2000, S. 303–306.
- [10] JÜTTNER, W.: Bodenschutz im Spannungsfeld zwischen Vor- und Nachsorge. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 91, Band I, Oldenburg 1999, S. 118–129.
- [11] HIPPEL, L., RECH, B. & TURIAN, G.: Das Bundes-Bodenschutzgesetz mit Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Leitfaden. 1. Auflage, Verlagsgruppe Rehm, München 2000, 428 S.
- [12] Erlaß Hessen – Verordnung über die Bestimmung der zuständigen Behörden nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz vom 9.03.1999 (GVBL Hessen, Teil I, Nr. 6 S. 188) und vom 9.11.2000 (GVBL Hessen, Teil I, S. 508).
- [13] GEHRT, E., HINDEL, R. & WEIDNER, E.: Abschätzung geogener Schwermetallgehalte in Böden und eine Anleitung zur flächenhaften Erfassung von Schwermetallen. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellsch., 80, Oldenburg 1996, S. 33–36.
- [14] HINDEL, R., GEHRT, E., KANTOR, W. & WEIDNER, E.: Spurenelemente in Böden Deutschlands: Geowissenschaftliche Grundlagen und Daten. In: ROSENKRANZ D., et al. (Hrsg.): Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. 25 Lfg., I/98, 1520.; Berlin E. Schmidt Vlg. 1998, 75 S.
- [15] KUNTZE, H., FLEIGE, H., HINDEL, R., WIPPERMANN, T., FILIPINSKI, M., GRUPE, M. & PLUOQET, E.: Empfindlichkeit der Böden gegenüber geogenen und anthropogenen Gehalten an Schwermetallen – Empfehlungen für die Praxis. In: ROSENKRANZ D., et al. (Hrsg.): Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. 8 Lfg., VI/91, 1530; Berlin E. Schmidt Vlg. 1998, 86 S.
- [16] LFU – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Erhebungsuntersuchungen zur Qualität von Geländeauffüllungen. Bodenschutz 4; Karlsruhe 2000, 90 S.
- [17] MU BaWü – Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Leitfaden zum Schutz der Böden beim Auftrag von kultivierbarem Bodenaushub. Heft 28 der Reihe Luft – Boden – Abfall, Stuttgart 1996, 90 S.
- [18] LFU – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Bodenaushub ist mehr als Abfall. Bodenschutz 3, Karlsruhe 1999, 80 S.
- [19] BUWAL – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), Bern 1999, 20 S.
- [20] NEEBE, T., DÜCK, J. & BREITER, R.: Probennahmemodell für kontaminierte Bodenschüttungen. In: Qualitätssicherung von Stoffsystemen im Abfall- und Umweltbereich – Probennahme und Datenanalyse. RASEMANN, W. Hrsg. Trans Tech Publications, Clausthal-Zellerfeld 1999, S. 31 – 36.
- [21] SABEL, K.-J.: Standorttypisierung für die Biotopentwicklung, eine planungsunterstützende Auswertung auf der Grundlage der Bodenflächendaten 1: 50 000 Hessen. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 91, II, Oldenburg 1999, S. 1073–1075.

# Erfahrungen aus der Rekultivierungspraxis der Braunkohlentagebaue im Hinblick auf die Anforderungen des § 12 BBodSchV

GERHARD DUMBECK\*

## Inhalt

1. Thesenpapier .....	37
2. Literatur .....	38

## 1. Thesenpapier

- Die Gewinnung der Braunkohle in Großtagebauen setzt die Umlagerung von Bodenmaterialien voraus. Beim Abgraben und Rekultivieren werden pro Jahr mehrere Mill. m<sup>3</sup> Bodenmaterial umgelagert.
- Jahrzehntelange Erfahrungen in der Rekultivierung land- und forstwirtschaftlicher Nutzflächen haben zu einer stetigen Optimierung der Rekultivierungsqualität beigetragen.
- Die im rheinischen Braunkohlenrevier vorherrschenden schluffigen Bodenmaterialien sind hinsichtlich ihrer Umlagerung besonders verdichtungsgefährdet.
- Die Schaufelrad-/Absetzertechnologie gewährleistet i.d.R. ein schonendes Abgraben, Transportieren und Verkippen der Bodenmaterialien.
- Einen entscheidenden Einfluss auf die Rekultivierungsqualität besitzen sowohl der Bodenwassergehalt zum Zeitpunkt des Planierens als auch die Planiergeräte selbst.
- Der Wassergehalt der zu planierenden Materialien sollte möglichst im Bereich oder unterhalb der Ausrollgrenze liegen. Der Einsatz von Spezialgeräten zur Einebnung der verstürzten Massen hat sich bewährt.
- Hinsichtlich der Vermeidung von schädlichen Bodenverdichtungen sind Planiertrauben im Einsatz, die bei in etwa vergleichbarer Gesamtmasse (16–17 t) einen sehr unterschiedlichen spez. Bodendruck aufweisen. Durch unterschiedliche Laufwerksparameter bedingt, ergeben sich Werte, die zwischen 17 und 29 kPa liegen.
- Tieflockerungsmaßnahmen zur Beseitigung schädlicher Bodenverdichtungen sind bei dem Planierverfahren mit dem geringsten spez. Bodendruck nicht erforderlich.
- In zahlreichen Untersuchungen zur Abgrenzung von ordnungsgemäß und schadhaft rekultivierten Ackerflächen konnten ökologisch bedeutsame Grenzwerte ermittelt werden. Dabei zeigte sich, dass auch die bodenphysikalischen Kennwerte der Tiefe 1–2 m einen Einfluss auf den Ertrag landwirtschaftlicher Kulturen besitzen.
- Schadhafte Bodenverdichtungen beeinträchtigen wichtige Bodenfunktionen. So sind der Gasaustausch, die Wasserinfiltration sowie die Durchwurzelbarkeit negativ beeinflusst. Bodenverdichtungen führen zu Vernässungen, die die Befahrbarkeit und die Bearbeitbarkeit der Böden einschränken.
- Pionierpflanzen (Luzerne, Steinklee u.a.) besitzen sehr unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich der Anreicherung der Rohböden mit org. Substanz und Stickstoff. Kulturpflanzen, die perennierend sind und ein Pfahlwurzelsystem ausbilden, sind den einjährigen überlegen.

---

\* Dr. Gerhard Dumbeck, RWE Rheinbraun AG, Rekultivierung Landwirtschaft, Friedrich-Ebert-Traße 104, 50374 Erftstadt

## 2. Literatur

- DUMBECK, G. (1996): Rekultivierung unterschiedlicher Böden und Substrate. In: BLUME, FELIX-HENNINGSEN, FISCHER, FREDE, HORN & STAHR, (Hrsg.): Handbuch der Bodenkunde, Kapitel 8.3, S. 1–37, Landsberg
- DUMBECK, G. (1997): Zur Entwicklung des gegenwärtigen Kenntnisstandes der Rekultivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im rheinischen Braunkohlen-Revier. Boden und Landschaft – Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie, Band 17, JLU-Gießen
- DUMBECK, G. (1998): Bodenkundliche Aspekte der landwirtschaftlichen Rekultivierung. In: PFLUG, W. (Hrsg.) (1998): Braunkohletagebau und Rekultivierung: Land-Schaftsökologie – Folgenutzung – Naturschutz. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- DUMBECK, G. (2000): Landwirtschaftliche Rekultivierung im rheinischen Braunkohlenrevier unter besonderer Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 20 „Bergbau-Folgeschäden und Ökosysteme“, S. 75–90. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München
- DUMBECK, G. (2001): Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Entwicklung von Lössrohböden. In: Pflanzen für den Bodenschutz. Diskussionsforum Bodenwissenschaften, FH Osnabrück
- DUMBECK, G. (2001): Langjährige Erfahrungen aus den rekultivierten Braunkohletagebaue im Hinblick auf die Rekultivierung von Deponien. In: Oberflächenabdichtung und Rekultivierung von Deponien. 4. Deponieseminar des GLA Rheinland Pfalz
- TENHOLTERN, R. (2000): Bodengefüge, Durchwurzelung und Ertrag als Indikatoren für Lockerungsbedürftigkeit und Lockerungserfolg auf rekultivierten Standorten im rheinischen Braunkohlenrevier. Boden und Landschaft, Bd. 28.
- VORDERBRÜGGE, T. (1989): Einfluß des Bodengefüges auf die Durchwurzelung und den Ertrag bei Getreide – Untersuchungen an rekultivierten Böden und einem Bodenbearbeitungsversuch. Diss. Universität Gießen.
- ZWÖLFER, F., GEIB, M., ADAM, P., HEINRICHSMEIER, K. & HERRMANN, H. (1991): Erhaltung fruchtbaren und kulturfähigen Bodens bei Flächeninanspruchnahmen. Heft 10, Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg

# Landwirtschaftliche Anforderungen an die ein- und aufzubringenden Materialien

HARALD SCHAAF\*

## Inhalt

1. Einleitung .....	39
2. Der wissenschaftliche Kenntnisstand – Langzeitversuche mit Klärschlamm .....	40
2.1 Nährstoffwirkung und Bodenfruchtbarkeit .....	41
2.2 Organische Schadstoffe .....	41
3. Aktuelle Ergebnisse über die Schadstoffbelastung von Klärschlämmen .....	44
3.1 Schwermetallbelastung von organischen Abfällen und Wirtschaftsdüngern .....	45
4. Flächenpotenzial .....	46
5. Qualitätssicherung .....	47
5.1 Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung (QLA) .....	47
5.1.1 System der einheitlichen und ganzheitlichen Bewertung .....	47
5.1.2 Grundlagen .....	48
5.1.3 Vorgehensweise .....	48
6. Zusammenfassung .....	49
7. Literatur .....	51

## 1. Einleitung

Grundlage jeder objektiven naturwissenschaftlichen Bewertung von organischen und mineralischen Abfällen, die aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften einer Verwertung über den Boden zugeführt werden sollen, ist eine ganzheitliche Berücksichtigung von Nützlichkeits- und Schadstoffaspekten. Dies setzt voraus, dass vor einer abschließenden Bewertung der bereits vorliegende, reiche wissenschaftliche Kenntnisstand gewürdigt wird. Im vorliegenden Beitrag soll sich vorzüglich mit der Verwertung organischer Abfälle im Landbau befasst werden.

So hat sich der Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) und seine Mitgliedsinstitute seit mehr als 40 Jahren mit der Verwertung organischer Abfälle im Landbau wissenschaftlich befasst (VDLUFA, 1996). Die Bundesregierung hat mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrW-/AbfG, 1994) den Willen zur

Nutzung geeigneter sekundärer Rohstoffe im Sinne einer Schonung der natürlichen Ressourcen bekräftigt und mit den untergesetzlichen Regelwerken Klärschlamm- (AbfKlärV, 1992) und Bioabfallverordnung (BioAbfV, 1998) Grundsätze einer schadlosen Verwertung im Sinne gesetzlicher Mindestanforderungen definiert. So wurden auf Grundlage wissenschaftlicher Felddauer- und Gefäßversuche (Eichversuche) Grenzwerte für Böden und Abfälle ermittelt, deren Einhaltung einen anwendungsbedingten Schadstofftransfer Boden/Pflanze vermeidet (SAUERBECK und STYPEREK, 1987; SAUERBECK, 1990). Die europäische Union (EU) wird mit ihren Klärschlamm- und Kompostrichtlinien (EU, 2000a; 2000b) mittelfristige Anforderungen an eine landbauliche Verwertung organischer Abfälle und ihrer Veredlungsprodukte für die nächsten Jahre definieren.

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der derzeit laufenden Diskussion über die Zukunft der landwirt-

---

\* Dr. Harald Schaaf, Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (HDLGN), LUFA Kassel, Am Versuchsfeld 13, 34128 Kassel



schaftlichen Urproduktion benötigt die Landwirtschaft zum nachhaltigen Schutz der Produktionsgrundlage Boden über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehend Sicherheit, Transparenz und einen hohen Qualitätsstandard in Herstellung, Aufbereitung und Verwertung. Damit ist im

Gleichklang zu den Forderungen der Richtlinienentwürfe der EU die Installierung und – wenn vorhanden – konsequente Umsetzung von Qualitätsmanagementsystemen eine unverzichtbare Vorbedingung für die Weiterführung der Verwertung von organischen Abfällen im Landbau.

## 2. Der wissenschaftliche Kenntnisstand – Langzeitversuche mit Klärschlamm

In den 70er und 80er Jahren wurden die deutschen Langzeitversuche mit Klärschlamm verschiedener Aufbereitung mit Mitteln des Umweltbundesamtes projektbezogen gefördert (SCHAAF, 1986; SAUERBECK und STYPEREK, 1987). Ende der 80er Jahre lief die Förderung aus, weil man den Kenntnisstand für ausreichend hielt. Dass durch die gleiche Behörde bzw. durch einige ihrer Fachabteilungen heute diese Ergebnisse geleugnet werden oder ohne neue wissenschaftlich fundierte Ergebnisse weitreichende Schlüsse gezogen werden, bewertet die Argumentation aus dem UBA von selbst. In jedem Fall ist die Weigerung des Umweltbundesamtes, diese Feldversuche mit geringen Fördermitteln über 1990 hinaus zu sichern als eine Fehlentscheidung zu bewerten. Glücklicherweise wurden einige wenige Versuche auch ohne weitere Fördermittel am Leben erhalten.

Folgende Versuchsansteller befassten sich seit den 50er Jahren mit der landbaulichen Verwertung von Klärschlämmen, Klärschlammkomposten und Komposten:

- Agrikulturchemisches Institut der Universität Bonn (seit 1959; insgesamt 4 Versuche)
- Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (seit 1972; insgesamt 2 Versuche)
- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Bremen (seit 1967; insgesamt 2 Versuche)
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der JL Universität Gießen (seit 1969; insgesamt 3 Versuche)
- Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer (seit 1959; insgesamt 4 Versuche)
- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (BLBP) München (seit 1976; insgesamt 2 Versuche)

Die in der deutschen Presse gemachten Ausführungen über den Stand der wissenschaftlichen Arbeiten an der Substratgruppe Klärschlamm (Die Zeit, Nr. 6, 2001; FAZ vom 27.02.2001) beschreiben zwar die Meinung der jeweiligen Redaktion. Die dort gemachten Ausführungen über den nicht vorliegenden wissenschaftlichen Kenntnisstand entbehren indes jeder fachlichen Grundlage sowohl was Düngungsaspekte als auch was Schadstoffaspekte im System Boden/Pflanze angeht.

In allen deutschen Langzeitversuchen wurden Anwendungsmengen organischer Abfälle geprüft, die z. T. deutlich, z.T. weit über der Anwendungsgrenze nach AbfKlärV (1992) lagen. Zwar gab es in diesem Versuchsmix auch einzelne Versuche, die mit maßvollen Anwendungen pflanzenbauliche und agrikulturchemische Anforderungen beachteten. Auf der anderen Seite wurde damals Klärschlamm mit Hyperdosen appliziert, um im Zeitraffereffekt Schadstoffwirkungen im System Boden/Pflanze zu modellieren. So wurde auf den bereits vor der KS-Anwendung hochbelasteten Flächen der ehemaligen Münchner Rieselfelder in einer Gabe ~ 2 000 t Kalk-KS/ha ausgebracht. Die nach AbfKlärV zulässige Menge beträgt max. 5 t KS-TS/ha alle 3 Jahre. In der Addition Altlasten plus Extremgabe konnten gerade für organische Schadstoffe Anreicherungsspotenziale im Experiment erfasst werden (s. Kapitel 2.2). Zum Teil in der Fachpresse, aber auch in den Medien, wurden diese Befunde bereits Ende der 80er Jahre undifferenziert bewertet und eo ipso der Substratgruppe Klärschlamm angelastet.

Wie Ergebnisse aus der eigenen Dissertation (SCHAAF, 1986) zeigen, wurden zudem in den 70er und 80er Jahren Klärschlämme verschiedener Aufbereitungsformen angewandt, die zwar in ihren Nährstoffgehalten den mittleren Gehalten heutiger Klärschlämme entsprechen, jedoch deutlich höher

mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen angereichert waren. So wurden in Klärschlämmen mittelhessischer Kläranlagen 1981–1983 Cadmiumgehalte von 10–30 mg Cd/kg KS-TM und Zinkgehalte von 1 400–2 500 mg Zn/kg KS-TM festgestellt. Damit waren die Klärschlämme, die in den deutschen Langzeitversuchen zur Anwendung gelangten, deutlich höher mit Schadstoffen belastet, als dies heute der Fall ist (s. Kap. 3).

## 2.1 Nährstoffwirkung und Bodenfruchtbarkeit

In den letzten Monaten wurde auch von Seiten des UBA intensiv nach Gründen gesucht, die ein Verbot der Klärschlammanwendung fachlich begründen kann. So wurde in der Podiumsdiskussion anlässlich des VDLUFA-Kongresses in Stuttgart-Hohenheim von Hahn (HAHN, 2000) die Frage der P-Verfügbarkeit und P-Ausnutzung aus Klärschlämmen, die mit Fe-/Al-Salzen zur P-Elimination behandelt wurden, in das wissenschaftliche Streitgespräch eingebracht. Hessische Gefäßversuche mit verschiedenen Böden zeigen indes, dass eine P-Ausnutzung durch landwirtschaftliche Kulturpflanzen nach Anwendung von Klärschlämmen erfolgt, die mit Fe-/Al-Salzen behandelt wurden. Die Ausnutzungsraten schwankten jedoch in Abhängigkeit von Bodentyp und Bewirtschaftung (HEYN & BERNHARD, 1998).

In Abb. 1 wird ergänzend gezeigt, dass pflanzenbaulich sinnvolle Anwendungsstufen von 2,5 (= niedrige Gabe) und 5 t KS-TM/ha (= hohe Gabe) sowohl bei jährlicher Anwendung als auch bei Anwendung im zweijährigen Wechsel in der Haupt- und in der Nachwirkung gegenüber einer ausschließlich mineralischen NPK-Düngung zu signifikanten Ertragssteigerungen führen. Die aus den 80er Jahren bekannten Ergebnisse wurden auch dem Umweltbundesamt in Forschungsberichten mitgeteilt. Damit ist seit längerer Zeit nachgewiesen, dass KS-Anwendungen für landwirtschaftliche Betriebe pflanzenbaulich nutzbringend sein können.

Der Frage der Bodenfruchtbarkeit in ihrer komplexen Verflechtung von Nutzens- und Schadensaspekten wird in Tab. 1 sowie in Abb. 2 nachgegangen. BISCHOFF (1987) konnte mit Bodenuntersuchungen des Langzeitversuchs der LUFA Speyer nachweisen, dass durch eine 27jährige KS-Anwendung in Form von Klärschlammkompost die Kohlenstoff- (= Ct)

und Phosphorgehalte (= P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CAL-Extrakt) stärker angehoben wurden als durch Stallmist, Stroh, Kompost und Torf. Die Bodenreaktion (= pH-Wert) wurde ebenfalls verbessert. Allerdings wurden durch die applizierten Komposte die pH-Werte vergleichsweise stärker angehoben.

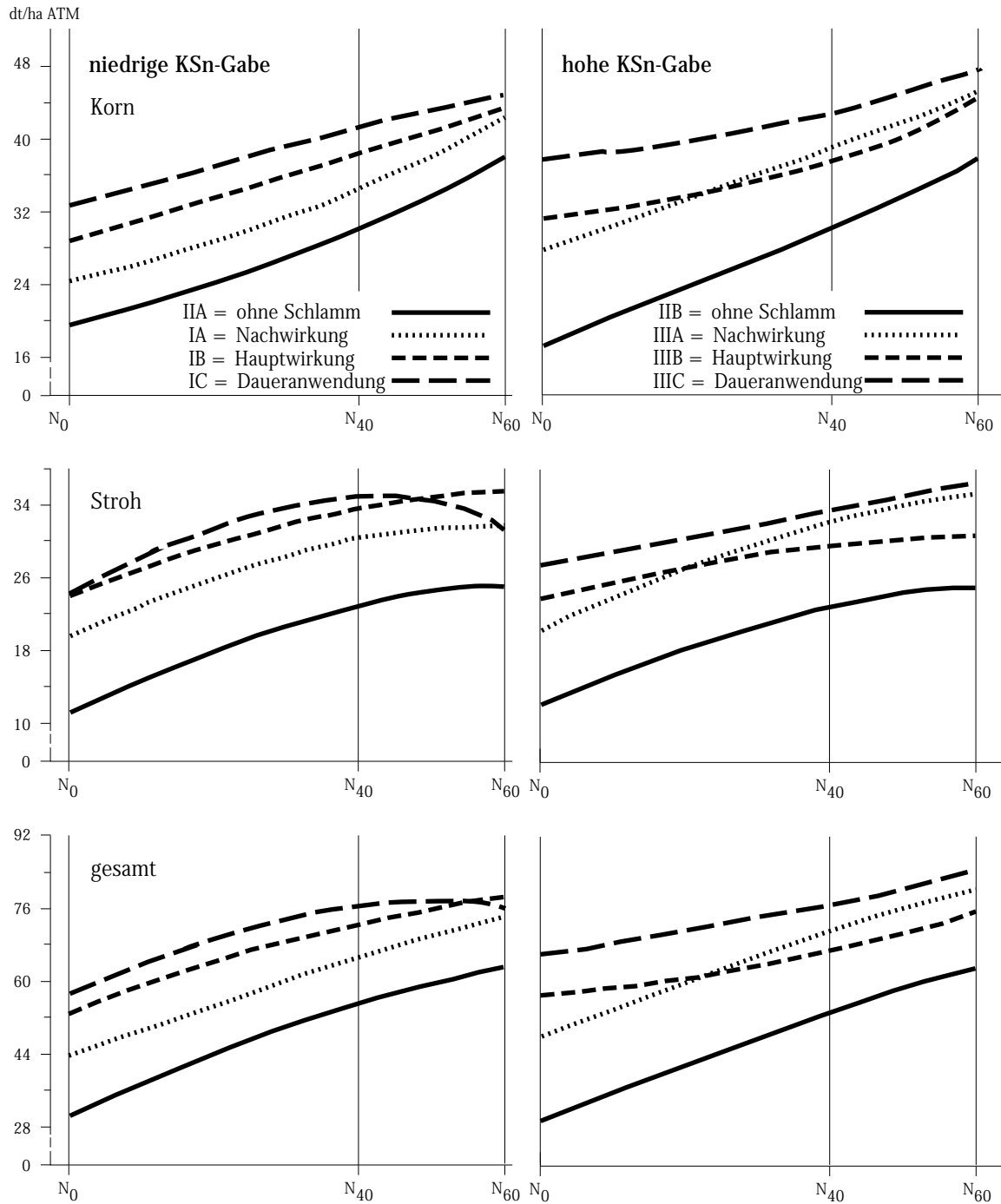
**Tab. 1.** Einfluss einer 27jährigen organischen Düngung auf die Bodenuntersuchungswerte (0–30 cm Bodentiefe) (nach BISCHOFF, 1987)

Variante	Ct	pH	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
Min. Kontrolle	0,74	5,8	15	11	5
Stallmist	1,03	6,1	23	22	7
Klärschlammkompost	1,35	6,6	54	17	7
Kompost	1,19	6,9	37	20	7
Stroh	0,77	5,7	19	20	6
Torf	1,18	5,3	19	18	7

Bedingt durch langjährige KS-Anwendungen, die das 1,5 bzw. 3fache der nach AbfklärV tolerablen Anwendungsobergrenze betragen, und in Verbindung mit hohen Cd-Gehalten im Schlamm konnte nach 15 Versuchsjahren im Vergleich zu einer ausschließlich mineralischen Düngung in der höchsten Anwendungsstufe eine Anreicherung von Cadmium im Oberboden unterhalb des tolerablen Grenzwertes festgestellt werden. Bei den niedrigeren Anwendungsstufen war die Anreicherung deutlich niedriger bzw. nicht signifikant nachweisbar (s. Abb. 2).

## 2.2 Organische Schadstoffe

KAMPE et al. (1986) haben im Auftrag des Umweltbundesamtes Böden und Pflanzen aus den deutschen Langzeitversuchen mit Klärschlamm auf ihre Gehalte mit Chlorpestiziden, Polychlorierten Biphenylen (PCB), Nonylphenolen, Phthalsäureestern und Polychlorierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/-F) untersucht. Die Untersuchungen ergaben, dass die persistenten organischen Schadstoffe gerade in den Versuchen deutlich im Boden angereichert waren, die mit Extremgaben von Klärschlamm behandelt wurden. So wurden – wie in Tab. 2 für Chlorpestizide beschrieben – regelmäßig die höchsten Anreicherungen im Material des Münchner Versuches festgestellt, der auf die ehemaligen Münchner Rieselfelder aufgesattelt worden war (vgl. Kapitel 2). Als persistent erwiesen sich aufgrund der dort festgestellten Anreicherungen im Boden DDT, PCB und PCDD/-F.

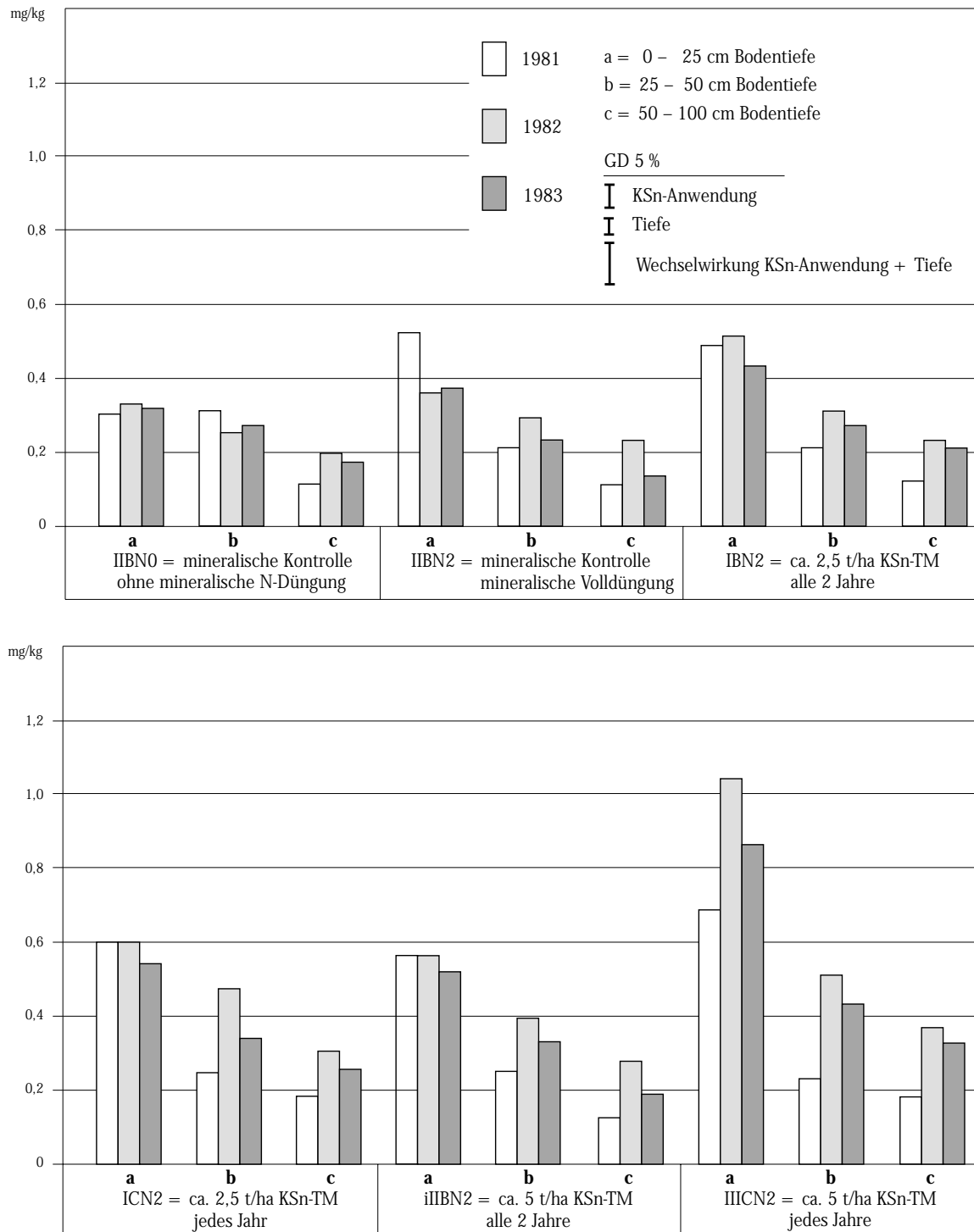


**Abb. 1.** Klärschlamm-Versuch auf Ackerland, JLU Gießen – Versuchsstation Rauschholzhausen – 15. Versuchsjahr 1983, Wintergerste, Ertrag in dt/ha ATM (nach SCHAAF, 1986).

In Tab. 3 werden ebenfalls beispielhaft die Befunde von Aufwuchsuntersuchungen auf Chlorpesitzide beschrieben. Aus der Pflanzenernährung ist bekannt, dass an den Durchlasszellen vornehmlich

Stoffe in ionogener Form aufgenommen werden. Aufgrund der Anlieferung der Stoffe mittels Massenfluss an die Wurzel und des physiologischen Aufnahmemechanismus, i.b. des aktiven Transportes

Landwirtschaftliche Anforderungen an die ein- und aufzubringenden Materialien



**Abb. 2.** Klärschlamm-Versuch auf Ackerland, JLU Gießen – Versuchsstation Rauischholzhausen – 13. bis 15. Versuchsjahr 1981–1983, Cd-Gehalte im lufttrockenen Boden in mg/kg Boden, Königswasserextrakt (nach SCHAAF, 1986).

mittels ATP in die Leitbahnen, ist eine intensitäts- bzw. konzentrationsabhängige Aufnahme großer und zudem unpolarer Moleküle nicht zu erwarten. Eine quantitativ begrenzte Aufnahme lipophiler

Substanzen ist über die Stomata der Pflanzen möglich. Insofern sind die Ergebnisse aus Tab. 3 nachvollziehbar, nach denen in generativen Pflanzenteilen sowohl in mineralisch gedüngten als auch in mit

**Tab. 2.** Gehalte an chlorierten Kohlenwasserstoffen in landbaulich genutzten Böden (0–30 cm) nach langjähriger Klärschlammbehandlung (KS). Angaben in mg/kg Boden-TM (nach KAMPE et al., 1986)

Variante	Dieldrin	DDT <sub>gesamt</sub>	HCB
<b>Kontrolle:</b>			
Maximum	0,033	0,092	0,041
Minimum	0,001	0,001	0,002
Mittelwert	0,009	0,032	0,010
<b>KS-Anwendung:</b>			
Maximum	0,030	0,182	0,052
Minimum	0,022	0,001	0,002
Mittelwert	0,011	0,058	0,013

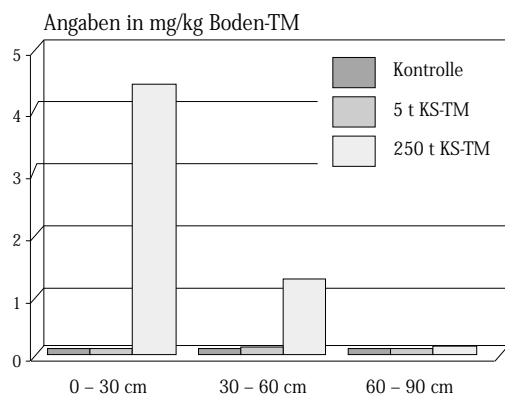
**Tab. 3.** Chlorkohlenwasserstoffe im Pflanzenaufwuchs nach Klärschlammbehandlung. Daten in ( ) = Kontrollbefunde. 49 Befunde aus 6 Standorten. Angaben in mg/kg FrM (nach KAMPE et al., 1986)

Kultur	HCB	a-HCH	g-HCH	DDT <sub>gesamt</sub>
Weizenkorn	n.n. (n.n.)	n.n. (n.n.)	0,001 (0,001)	n.n. (n.n.)
Weizenstroh	0,005 (0,002)	0,002 (0,002)	0,053 (0,024)	0,002 (0,002)
Zuckerrüben	< 0,001 (< 0,001)	n.n. (n.n.)	n.n. (n.n.)	n.n. (n.n.)
Möhren	0,001 (0,008)	n.n. (n.n.)	0,001 (0,001)	0,006 (0,012)

Klärschlamm behandelten Böden Chlorpestizide nur in Spuren nachgewiesen wurden. Im Weizenstroh wird eine Anreicherung von g-HCH (= Lindan) nach extremer Klärschlammbehandlung (Münchner Versuch) festgestellt.

Dagegen sind polarere Umweltchemikalien differenziert zu betrachten. ALDAG (1992) führte 1990–1992 einen Versuch durch, in dem er einen hoch mit organischen Schadstoffen belasteten Klärschlamm hinsichtlich seines Anreicherungsverhaltens im Boden und bezüglich des Transfers Boden/Pflanze prüfte. Bei der Stoffgruppe der Nonylphenole konnte zwar kein erhöhter Transfer Bo-

den/Pflanze festgestellt werden, jedoch ist – wie in Abbildung 3 gezeigt – eine Verlagerung im Bodenprofil und damit eine Auswaschung aus der Wurzelzone möglich. Auch aus diesem Grund haben sich Industrie und Kläranlagenbetreiber bereit erklärt, im Sinne einer Selbstordnungsmaßnahme der Wirtschaft, Nonylphenole nicht mehr zu verwenden, was in der Tat zu deutlich abnehmenden Gehalten an Nonylphenolen in den Klärschlämmen beigetragen hat. Mit Nonylphenolen angereicherte Klärschlämme sollten aus diesem Grund jedoch nicht einer Verwertung über den Boden zugeführt werden. Damit ergibt sich hier die Notwendigkeit von entsprechenden Kontrolluntersuchungen.



**Abb. 3.** Gehalte an Isomeren 4-Nonylphenolen im Boden nach Anwendung eines hochbelasteten Klärschlammes. Gehalte in mg/kg Boden-TM (nach ALDAG, 1992).

Die ebenfalls in der Diskussion befindlichen endokrin wirksamen Substanzen, Steroidhormone und zinnorganische Verbindungen, werden in Abhängigkeit von ihrer Polarität auch partikulär gebunden. Sie befinden sich aber auch quantitativ in der wässrigen Phase. Damit wird das Problem der endokrin wirksamen Substanzen nicht durch das Verbot von Klärschlamm gelöst. Vielmehr sind Industrie, Gewerbe und Verbraucher in der Pflicht, Materialien nicht mehr zu verwenden, die i. b. zu einer Belastung der Oberflächengewässer beitragen.

### 3. Aktuelle Ergebnisse über die Schadstoffbelastung von Klärschlämmen

Hessen ist entsprechend der föderalen Struktur Deutschlands zur Umsetzung der AbfKlärV (1992) verpflichtet. Diese Verpflichtung erstreckt sich auch auf die jährliche Abgabe eines Klärschlammberich-

tes an das Bundesministerium für Umwelt. In diesem Bericht ist nach einer statistischen Aufbereitung der Untersuchungsdaten mit Mitteln der deskriptiven Statistik die durchschnittliche Schadstoff-

belastung hessischer Klärschlämme zu beschreiben. In Tab. 4 und Abb. 4 werden aus den hessischen Klärschlammberichten der Berichtsjahre 1992 bis 1997 entsprechende statistische Daten genannt. Dabei zeigt sich, dass bei den Schwermetallen und den adsorptiv gebundenen organischen Halogenen (= AOX) – letztere werden in Tab. 4 nicht beschrieben – die gesetzlichen Grenzwerte ohne Ausnahme nur zu 50% und weniger ausgeschöpft werden. Der Statistik ist weiterhin eine Differenzierung nach inner- bzw. außerhessischen Klärschlämmen zu entnehmen. Die Prüfwerte sind nahezu deckungsgleich. Es fällt auf, dass die hessischen Schlämme im Vergleich zu den Importschlämmen etwas niedriger belastet sind.

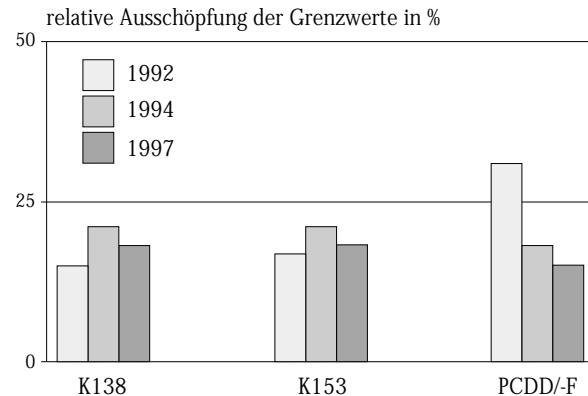
Die Grenzwerte für die persistenten chlororganischen Schadstoffe PCB und PCDD/F werden nur zu 30% und weniger ausgeschöpft. Zusätzlich werden in den Berichtsjahren 1992–1997 z.T. abnehmende durchschnittliche Schadstoffgehalte festgestellt. Mit den Schadstoffdaten aus den hessischen Klärschlammberichten wird deutlich, dass sich die Schadstoffbelastung in hessischen und außerhessischen Klärschlämmen und damit in der Umwelt insgesamt im Vergleich zu den 80er Jahren deutlich verbessert hat (s. Kap. 2). Dieser Befund unterstreicht die erfolgreichen Bemühungen der Abwasserverbände in der Durchführung der Indirekteinleiterkontrolle.

**Tab. 4.** Vergleich der Schwermetallgehalte im Klärschlamm aus Hessen und Importschlämmen, Berichtsjahr 1995, Medianwerte in mg/kg TM

Schwermetall	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
Importschlamm	120	1,90	80	272	54	1,29	929
Hess. Klärschlamm	99	1,55	71	268	38	1,02	866
AbfKlärV	900	10	900	800	200	8	2 500

### 3.1 Schwermetallbelastung von organischen Abfällen und Wirtschaftsdüngern

Von Seiten der Abfallwirtschaft wird des öfteren den nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Fachbehörden vorgeworfen, Klärschlämme, Komposte und andere organische Abfälle streng begrenzen zu wollen, die Schwermetallbelastung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft jedoch nicht zu beachten.



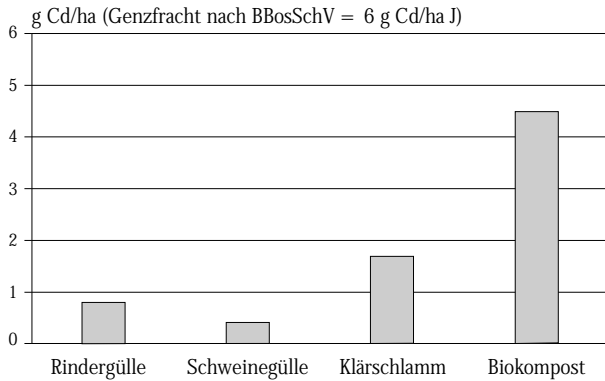
**Abb. 4.** PCB/PCDD/F-Gehalte hessischer Klärschlämme 1992–1997. Ausschöpfung der Grenzwerte in Prozent (hess. Klärschlammbericht).

In Tab. 5 werden die mittleren Schwermetallgehalte in Wirtschaftsdüngern, Klärschlämmen und Bioabfallkomposten aus den aktuellen Untersuchungsreihen der LUFA Kassel beschrieben. Dabei zeigt sich, dass die Rindergülle die vergleichsweise niedrigste Schwermetallbelastung aufweist. Die Abfallstoffe Bioabfallkompost und Klärschlamm sind durchweg höher mit Schwermetallen belastet als Wirtschaftsdünger. Lediglich die Cu- und Zn-Gehalte der Schweinegülle entsprechen den Gehalten in Klärschlämmen.

**Tab. 5.** Schwermetallgehalte in mg/kg TM. Vergleich der Medianwerte von Bioabfallkompost, Klärschlamm und Rinder-/Schweinegülle, Untersuchungsjahr 2000

Parameter	Rinder-gülle	Schweine-gülle	Klär-schlamm	Bioabfall-kompost
Cadmium	0,27	0,32	1,58	0,60
Chrom	3,66	5,07	71,0	30,0
Kupfer	29,3	174	262	55,0
Quecksilber	0,02	0,02	1,01	0,01
Nickel	4,45	7,87	38,0	25,0
Blei	2,64	3,09	99,0	65,0
Zink	10,1	670	862	210
Thallium	0,04	0,03	-	-

Bei einer für alle organischen Dünger gleich hohen und normierten Zufuhr von 25 kg P/ha\*a werden die in Abb. 5 beschriebenen Cd-Frachten errechnet. Schadstoffzufuhren über eine bedarfsorientierte Nährstoffmenge kommen den natürlichen Verhältnissen relativ nahe. Immerhin werden keine Gehalte oder gar Grenzwerte, sondern Mengen dem Boden



**Abb. 5.** Cadmiumfrachten (Cd) in g/ha durch Rinder-/Schweinegülle (n= 254), Klärschlamm (n= 232) und Bioabfallkompost (n= 182). Normiert auf eine P-Zufuhr von 25 kg P/ha \*a. Berechnungsgrundlage sind Medianwerte für Schwermetallgehalte in Wirtschaftsdüngern und organischen Abfällen.

zugeführt. Dabei zeigt sich, dass die mit Wirtschaftsdüngern dem Boden zugeführte Fracht jeweils < 1g Cd/ha beträgt. Der Abb. 5 ist weiterhin zu entnehmen, dass die Cd-Zufuhr mit Bioabfallkompost deutlich höher ist als mit Klärschlamm. Bei einer bedarfsgerechten Anwendung von Klärschlamm lassen sich die Cd-Zufuhren dann deutlich verringern, wenn die KS-Aufbringung strikt nach den Anforderungen für eine bedarfsgerechte P-Düngung erfolgt. Die in der BBodSchV (1999) genannte Grenzfracht von 6 g Cd/ha wird allerdings von keinem der geprüften organischen Dünger überschritten. Im Standpunkt des VDLUFA zur landbaulichen Abfallverwertung (1996) wird deshalb vor dem Hintergrund der mit einer Anwendung verbundenen Schwermetallfracht folgende, vorläufige ökologische Rangfolge organischer Abfälle festgelegt:

Bioabfallkompost < Klärschlamm < Grüngutkompost < Grünguthäcksel < Trester < Obst-/Gemüseabfälle < Filtrationskieselgur.

Bereits 1998 (SCHAAF, 1998) wurden anhand von drei verschiedenen Verwertungsszenarien folgende, für Klärschlamm und Biokomposte gleichermaßen gültige Grundsätze formuliert:

- 1.) Mindestqualitäten werden jeweils mit gesetzlichen Höchstgaben ausgebracht; Folge: mittelfristig (in 50–100 Jahren) werden bei regelmäßiger Anwendung messbare Schadstoffanreicherungen im Boden festgestellt.
- 2.) Schadstoffarme Materialien (Ausschöpfung der gesetzlichen Grenzwerte < 50%) werden als Normqualität definiert. Selbst bei Anwendung der gesetzlichen Höchstgaben treten zwar in der Bilanz errechenbare, jedoch analytisch nur in Einzelfällen nachweisbare Schadstoffanreicherungen auf.
- 3.) Bedarfsgerechte Anwendung von Normqualitäten: Schwermetallanreicherungen sind auch mittelfristig (in 50–100 Jahren) analytisch nicht nachweisbar.

Damit ist nachvollziehbar, dass ausschließlich Variante 3 den ökologischen Anforderungen an eine nachhaltige Abfallverwertung entspricht und damit auch nur verantwortbar ist. Diese Aussage gilt umso mehr dann, wenn mit einer solchen Verwertungsstrategie höhere Entsorgungsgebühren verbunden sind.

#### 4. Flächenpotenzial

SCHAAF et al. (1996) haben Flächenpotenzialschätzungen durchgeführt, die prüfen sollten, ob für eine landbauliche Abfallverwertung genügend Fläche zur Verfügung steht. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind der Übersicht 1 zu entnehmen.

**Übersicht 1:** Flächenbedarf für eine Verwertung von Sekundärrohstoffdüngern im Pflanzenbau, Abfallentsorgungsplan für Hessen, Angaben gerundet in ha Ackerfläche (AF):

Für Klärschlamm und Kompost zur Verfügung stehende Ackerfläche ~ 120000 ha	
Klärschlammfall im Jahr 2000:	202700 t TM
Im Jahr 2000 landbaulich verwertet:	102000 t TM
Flächenbedarf:	~ 62000 ha
Kompostanfall im Jahr 2000:	372500 t TM
Flächenbedarf bei landbaulicher Verwertung:	~ 37000 ha
Flächenüberhang:	~ 21000 ha

Von insgesamt mehr als 500 000 ha Ackerfläche kommen wegen ökologischer Vorbehalte (Ökologi-

scher Landbau, Wasserschutzgebiete, Bodendenkmale, Viehhaltung, etc.) mehr als 300000 ha Ackerfläche (AF) nicht für eine landbauliche Abfallverwertung in Frage. Unter Berücksichtigung aller Verwertungshindernisse stehen nach dieser Berechnung insgesamt  $\pm 120000$  ha AF zur Verfügung. Im Abfallentsorgungsplan für das Jahr 2000 ging die hessische Landesregierung davon aus, dass 50% der hessischen Klärschlämme im Landbau einer stofflichen Verwertung zugeführt werden sollen. Im Anhalt an die jeweiligen Anwendungsobergrenzen für Klärschlamm und Kompost resultiert hieraus ein Flächenbedarf von insgesamt 100000 ha AF. Damit bleibt nur ein geringfügiger Flächenüberhang bestehen.

BRENK & WERNER (1995) zeigen außerdem auf der Grundlage kreisweiter Erhebungen in Nordrhein-Westfalen, dass in viehstarken Regionen (z.B. Münsterland) kaum Verwertungspotenziale bestehen. Das bedeutet aber nicht, dass auch in diesen Regionen Marktfruchtbetriebe angesiedelt sind, die in

ihrem Betrieb Verwertungspotenziale aufweisen. Dagegen liegen in Gebieten mit einem hohen Anteil an Marktfruchtbetrieben die Verwertungspotenziale z.T. über den regional anfallenden Sekundärrohstoffdüngermengen. Ein Transfer von Sekundärrohstoffdüngern zwischen Nachbarkreisen widerspricht jedoch nicht dem Prinzip der regionalen Verwertung.

Damit kann der Anteil der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung an der Gesamtentsorgung nicht weiter erhöht werden kann. Außerdem können künftig nur noch qualitativ hochwertige Klärschlämme mit einer niedrigen Schadstoffbelastung einer Verwertung über den Boden zugeführt werden. Eine solche Forderung ist dann leicht umsetzbar, wenn Klärschlämme und andere Sekundärrohstoffdünger ausschließlich regional (aus der Region - für die Region) verwertet werden und die Verwertung zudem mit einem Qualitätsmanagement-System fachlich neutral bewertet und begleitet wird.

## 5. Qualitätssicherung

Eine Abfallverwertung über den Boden ist nur dann verantwortbar, wenn Schadlosgkeit und Nachhaltigkeit der Verwertung sichergestellt sind. Eine für die Landwirtschaft nicht zu akzeptierende Verwertungsperspektive ist die Aufspaltung der Tätigkeitsmerkmale landwirtschaftlicher Betriebe in (a) solche, die Abfälle möglichst kostengünstig verwerten und Industriepflanzen anbauen und (b) solche, die hochwertige Nahrungsmittel – vorzugsweise aus ökologischem Landbau – produzieren. Damit will ich lediglich zum Ausdruck bringen, dass eine landbauliche Abfallverwertung mit der Entscheidung steht oder fällt, ob Nahrungsmittel im Nachgang zur Abfallverwertung produziert werden oder nicht.

Somit lautet eine **Definition der Nachhaltigkeit** in der Abfallverwertung über den Boden wie folgt:

Eine nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, welche die Bedürfnisse von Gegenwart und Zukunft nach Ressourcenschonung befriedigt, ohne billigend in Kauf zu nehmen, dass Böden nach mehrmaliger Anwendung von Sekundärrohstoffdüngern künftigen Generationen zur Produktion schadstoffarmer

Nahrungsmittel nicht mehr zur Verfügung stehen.

Die ökologisch begründete Vorstellung geschlossener Kreisläufe ist bereits für den Ökolandbau eine Fiktion, weil deren Betriebskreisläufe zur Seite des Verkaufs offen sind. Nahrungsmittel und andere organische Produkte aus den Entwicklungsländern und damit die Bedingungen der Bodenfruchtbarkeit aus diesen Ländern in den Industrienationen aufzuzehren sowie die Abfälle aus diesen Produkten dann zu verbrennen, widerspricht gleichermaßen dem Prinzip der Nachhaltigkeit.

### 5.1 Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung (QLA)

#### 5.1.1 System der einheitlichen und ganzheitlichen Bewertung

Eine Qualitätssicherung in der landbaulichen Abfallverwertung muss auf drei Säulen ruhen (s. Abb. 6):

- Ökologische Bewertung (Schadstoffaspekte)
- Pflanzenbauliche Bewertung (Wertstoffaspekte)
- Analyse, Bewertung, Nachweisverfahren



Mit der Qualitätssicherung werden Grundsätze einer umweltverträglichen Verwertung von sekundären Rohstoffen definiert. Das Qualitätssicherungssystem berücksichtigt und verknüpft alle pflanzenbaulichen Anforderungen und Belange des Umweltschutzes. Hierzu ist eine ganzheitliche Bewertung und Beurteilung unverzichtbar, die sowohl die zur landbaulichen Verwertung geeigneten Abfälle als auch die Böden, auf denen diese Abfälle verwertet werden sollen, umfasst (VDLUFA, 1996, SCHAAF, 1998).

Ökologische Bewertung	Pflanzenbauliche Bewertung
<p><b>Gefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadstoffe</li> <li>• Nährstoffe (Überschuss)</li> <li>• Hygiene/Phytohygiene</li> <li>• Fremdstoffe</li> </ul>	<p><b>Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nährstoffe</li> <li>• Organische Substanz</li> <li>• Erosionsschutz</li> <li>• Bodenverbesserung</li> </ul>
<p>Qualitätssicherung der landwirtschaftlichen Abfallverwertung</p>	
<p><b>Kontrolle</b></p>	
<p>Analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle</li> <li>• Böden</li> </ul>	<p>Nachweisverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferschein</li> <li>• Flächenkataster</li> </ul>

Abb. 6. System der einheitlichen und ganzheitlichen Bewertung.

### 5.1.2 Grundlagen

Im Ergebnis des 108. VDLUFA-Kongresses 1996 in Trier wurde unter der Federführung des Arbeitskreises Rest- und Abfallstoffe der Fachgruppe X „Bodenfruchtbarkeit und Agrarökologie“ das Qualitätssicherungssystem Landbauliche Abfallverwertung (QLA) zur Verwertung als Sekundärrohstoffdünger, Bodenhilfsstoffe und Kultursubstrate entwickelt. Dort werden naturwissenschaftlich ohne Berücksichtigung des jeweiligen öffentlichen Ansehens von bestimmten Abfällen Komposte aus der Getrenntsammlung, Gärrückstände, Klärschlämme/-komposte, unbehandelte und mineralische Abfälle auf der Grundlage chemischer, physikalischer und biologischer Prüfverfahren bewertet und zertifiziert. Darüberhinaus soll mit der Einbeziehung der Verwertung auf der Fläche das Verwertungssystem selbst einer Zertifizierung zugeführt werden.

Mit QLA verbinden sich die folgenden **Nutzaspekte**:

Qualitativ hochwertigen Abfällen soll ideell und materiell am Markt ein strategischer Vorteil eingeräumt werden. Allein über hohe Qualitätsstandards und durch Transparenz in der Verwertungskette kann gesellschaftliche Akzeptanz erzielt werden. Es besteht mit QLA die operative Voraussetzung, in ein Stoffstrommanagement und damit die Lenkung der Stoffströme in die Teilbereiche GALABAU, integrierter Pflanzenbau und Gemüse- bzw. Ökolandbau einzusteigen.

Mit QLA verbinden sich weiterhin die folgenden **Vorsorgeaspekte**:

Über die strikte Einhaltung der Regeln der guten fachlichen Praxis kann über die ausschließliche Verwertung von Qualitätsware vorsorgender Umwelt- und Bodenschutz betrieben werden und damit die Nachhaltigkeit der Verwertung sichergestellt werden.

### 5.1.3 Vorgehensweise

Im Unterschied zu endproduktbezogenen Gütesicherungen gliedert sich QLA in drei verschiedene Kategorien, die z.T. separat nachgefragt werden können, z.T. miteinander verknüpft sind. Für alle drei Kategorien werden Qualitätszeichen vergeben.

#### **Kategorie 1:** Ausgangsstoffe, Inputmaterialien

Hier soll im Sinne einer Vorauswahl schadstoffarmer und nährstoffreicher Ausgangsmaterialien sichergestellt werden, dass im Ergebnis der Mischung bzw. Aufbereitung letztendlich Abfälle zur Verwertung und nicht Abfälle zur Beseitigung vorliegen. Das schafft für Abfallverwerter Planungssicherheit (s. Abbildung 7).

#### **Kategorie 2:** Endprodukte

Es wird auf die Erfahrungen bestehender endproduktbezogener Gütesicherungen zurückgegriffen. Traditionelle Gütesicherungssysteme, namentlich die der Bundesgütegemeinschaft Kompost, zertifizieren die Einhaltung gesetzlicher Mindestanforderungen. Die Umsetzung materiellen Rechts kann jedoch nicht Gegenstand von Gütesicherungen sein, die ihrerseits zu Nachlässen bei ordnungsrechtlichen Auflagen führen (vgl. § 11,3 BioAbfV). Qua-

lität dokumentiert sich erst an einer Produktqualität oberhalb gesetzlicher Mindestanforderungen. Deshalb werden in ihren Qualitätsanforderungen aufgleitend drei verschiedene Qualitätszeichen „Bronze–Silber–Gold“ verliehen. Bronzequalität dokumentiert die Einhaltung gesetzlicher Mindestanforderungen, Silber- und Goldqualität liegt über den gesetzlichen Mindestanforderungen. Die Einstufung in diese Qualitätsstufen erfolgt auf der Grundlage der Gehalte an organischen und anorganischen Schadstoffen, an Störstoffen, der Gleichförmigkeit der Nährstoffgehalte (Gesamtoleranzen nach Düngemittelverordnung), der Einhaltung der Hygieneanforderungen sowie der Pflanzenverträglichkeit.

Qualitätszeichen der Kategorien 1 und 2 können auch einzeln verliehen werden. Bescheinigungen der QLA-Geschäftsführung über die Teilnahme an Gütesicherungsverfahren (n. § 11,3 BioAbfV) werden auf der Grundlage ausschließlich endproduktbezogener Zertifizierungen lediglich für Qualitätswaren der Qualitätsstufen Silber und Gold ausgestellt. Inverkehrbringer von Produkten der Qualitätsstufe Bronze erhalten diese Bescheinigung erst in Verbindung mit einem Qualitätszeichen der Kategorie 3 (Anwendungskonzeption).

**Kategorie 3:** Einzelbetriebliche Anwendungskonzeption

Kategorie 3 beinhaltet eine georeferenzierte Erfassung von Verwertungsflächen mittels GIS/GPS, die Ermittlung der Verwertungskapazitäten von Landwirtschaftsbetrieben mit Hoftorbilanz (Düngerverordnung). Weiterhin wird schlagspezifisch auf der Grundlage der Bodenuntersuchung ein Düngerverteilplan erstellt. Kategorie 3 beinhaltet schließlich die Bewertung der Schadstoffbelastung der Böden

auf der Grundlage des 90. Perzentiles standorttypischer Hintergrundwerte für Schwermetalle und Aussagen über den Ausschluss ungeeigneter Flächen (z.B. infolge von Hangneigung).

Damit besitzt erst QLA alle operativen Steuerungselemente, die den aktuellen gesellschaftlichen Anforderungen an Zertifizierungssysteme gerecht werden und die geforderte gesellschaftliche Transparenz sicherstellen. Gerade im Nachgang zu den aktuellen Tierseuchen BSE und MKS erweist sich Transparenz im Sinne von „Öffentlichkeit herstellen“ als unverzichtbar.



Abb. 7. Aufbau des QLA-Systems.

6. Zusammenfassung

- Mitgliedsinstitute des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) verfügen über langjährige Erfahrungen zur landbaulichen Abfallverwertung. Diese Erfahrungen wurden in Felddaueruntersuchungen gewonnen, die z.T. bereits Ende der 50er Jahre angelegt wurden.
- Bei Anwendung von Klärschlamm und Kompost besteht hinsichtlich des Handlings von Schwer-

- metallen und Chlorpestiziden kein Restrisiko. Bei endokrin wirksamen Substanzen und zinnorganischen Verbindungen sind jedoch weitere Prüffreihen einzufordern. Insbesondere Nonylphenole müssen in Klärschlämmen erfasst werden.
- Eine Aufnahme großer organischer Moleküle über die Pflanzenwurzel konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Damit besteht unmittelbar keine Gefahr für den Verbraucher. Die Schad-

- stoffgehalte sind weiterhin in den letzten Jahren rückläufig.
- Klärschlamm trägt zur Ertragssteigerung bei Anwendung im Getreidebau bei. Sekundärrohstoffdünger erhöhen die Bodenfruchtbarkeit.
  - Wirtschaftsdünger weisen wesentlich geringere Schwermetallgehalte auf als Kompost und Klärschlamm. Die Cu- und Zn-Gehalte von Schweinegülle entsprechen denen von Klärschlamm. Bei nährstoffnormierten Zufuhren ist die mit Bioabfallkompost dem Boden zugeführte Cd-Fracht am höchsten. Bei Anwendung mittlerer Qualitäten kann die tolerable Cd-Zufuhr nach Bodenschutzverordnung eingehalten werden.
  - Die Kontrolle der landbaulichen Klärschlammverwertung muss sich vorzüglich an den P-Zufuhren orientieren, um in einem Mitnahmeeffekt die Schadstoffzufuhren insgesamt zu begrenzen.
  - Auf Grundlage des zur Verfügung stehenden Flächenpotenzials wird festgestellt, dass die derzeit gepflegte Intensität der landbaulichen Abfallverwertung nicht weiter erhöht werden kann.
  - Um ausschließlich qualitativ hochwertige Abfallstoffe und Veredlungsprodukte zu verwerten, ist die Installation eines Qualitätssicherungssystems (QS) unverzichtbar. Ein solches QS-System hat der VDLUFA mit der Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung (QLA) entwickelt.
- QLA besteht aus drei verschiedenen Kategorien (Inputmaterialien, Endprodukte, Anwendungskonzeption) und verleiht in diesen Kategorien unterschiedliche Qualitätszeichen, die z.T. getrennt erworben werden können, z.T. miteinander verknüpft sind. In der Kategorie Endprodukte werden 3 verschiedene Qualitätszeichen (Bronze–Silber–Gold) verliehen. Silber und Gold entsprechen Prüfergebnissen oberhalb der gesetzlichen Mindestanforderungen. Bei Einhaltung gesetzlicher Mindestanforderungen (Bronze) muss der Bewerber um ein Qualitätszeichen zusätzlich eine betriebliche Anwendungskonzeption durchführen, um eine Bescheinigung nach § 11,3 BioAbfV zu erhalten. Dort ist die Bodenuntersuchung auf Nähr- und Schadstoffe ein unverzichtbares Steuerungsinstrument, womit Defizite der BioAbfV (1998) aufgefangen werden.
  - Erst in der Verknüpfung der Kategorien Endprodukte und Anwendungskonzeption ( besser noch: Inputmaterialien+ Endprodukte+ Anwendungskonzeption) kann die im Nachgang zu den Tierseuchen geforderte Transparenz des Verwertungssystems sichergestellt werden. Die Verwertung muss aus diesem Grund ausschließlich regional (aus der Region – für die Region) erfolgen.

## 7. Literatur

- ALDAG, R. (1992): mündliche Mitteilung
- BISCHOFF, R. (1987): Auswirkungen langjähriger differenzierter organischer Düngung auf Ertrag und Bodenparameter. VDLUFA-Schriftenreihe H. 23, Kongreßband 1987, S. 451–466
- BRENK, C. & WERNER, W. (1995): Entwicklung eines integrierten Nährstoffversorgungskonzeptes auf Basis eines umweltverträglichen Recyclings kommunaler Abfälle in Nordrhein-Westfalen. VDLUFA-Schriftenreihe H. 40; S. 333-336
- BMU (1992): Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992. Bundesgesetzblatt Jg. 1992, Teil I, S. 912–934
- BMU (1994): Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) vom 27.09.1994. Bundesgesetzblatt 1994, Teil I, S. 2705ff.
- BMU (1999): BBodSchV vom 12. Juli 1999. Bundesgesetzblatt Jg. 1999 Teil I, Nr. 36
- EU-Commission (2000): Working document. Biological treatment of biodegradable waste. 1. Draft. Brüssel, den 20.10.2000
- EU-Commission (2000): Working document on sludge. 3. Draft. Brüssel, den 27.04.2000
- HAHN, J. (2000): Podiumsdiskussion auf dem 110. VDLUFA-Kongress in Hohenheim über die Zukunft der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung. Diskussionsbeitrag.
- HEYN, J. & BERNHARD, C. (1998): Ergebnisse eines dreijährigen Gefäßversuches zur P-Wirkung von Klärschlamm. In: Jahresbericht der HLVA Kassel 1998, S. 18–35
- KAMPE, W., ZÜRCHER, C. & JOBST, H. (1986): Schadstoffe im Boden, insbesondere Schwermetalle und organische Schadstoffe aus langjähriger Anwendung von Siedlungsabfällen. Forschungsauftrag UBA – Nr. 10701003.
- KÜFFNER, G. (2001): Bald kein Klärschlamm mehr auf den Feldern. FAZ vom 27.02.2001
- SAUERBECK, D. & STYPEREK, P. (1987): Schadstoffe im Boden, insbesondere Schwermetalle und organische Schadstoffe aus langjähriger Anwendung von Klärschlamm – Teilbericht Schwermetalle. UBA-Forschungsbericht 87 – 10701003
- SAUERBECK, D. & LÜBBEN, S. (1990): BMFT-Verbundvorhaben „Auswirkungen von Siedlungsabfällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen“ FKZ 0339059. In: Auswirkungen von Siedlungsabfällen auf Böden, Bodenorganismen und Pflanzen. Forschungszentrum Jülich GmbH 1990
- SCHAAF, H. (1986): Untersuchungen über Akkumulation, Aufnahme und Verlagerung von Schwermetallen bei langjähriger Anwendung von Klärschlamm verschiedener Aufbereitung im Landbau. Dissertation Gießen. Verlag P. Fleck. Niederkleen.
- SCHAAF, H., KERSCHBERGER, M., SCHENKEL, H. & BAUMGÄRTEL, G. K. (1996): Sekundärrohstoffdünger – Angebot und Verwertungsmöglichkeit in verschiedenen Regionen. VDLUFA-Schriftenreihe H. 44, S. 61–68
- SCHAAF, H. (1998): Landbauliche Verwertung von organischen Abfällen als Sekundärrohstoffdünger und Bodenhilfsstoffe. Schriftenreihe der HLVA Kassel H. 6
- VORHOLZ, F. (2001): Frisch und giftig auf den Tisch. Die nächste Agrarkrise bahnt sich an: hoch belasteter Klärschlamm dient vielen Landwirten als Dünger – trotz unkalkulierbarer Gefahren. Die Zeit, Nr. 6
- VDLUFA (1996): Standpunkt: Landbauliche Verwertung von geeigneten Abfällen als Sekundärrohstoffdünger, Bodenhilfsstoffe und Kultursubstrate. VDLUFA-Schriftenreihe H. 44, S. 13–19



# Positionen des Garten- und Landschaftsbauwesens zur bodenbezogenen Abfallverwertung und praktische Erfahrungen

GUNTRAM LÖFFLER\*

## Inhalt

Fall 1: Hausgartenbereich .....	53
Fall 2: Gartenanlage .....	54
Fall 3: Sportplatz .....	54

Landschaftsgärtner sind die Berufsgruppe, die sehr häufig, um nicht zu sagen immer, mit dem Boden arbeiten, zumindest aber ständigen Kontakt haben.

Von einfachen Hausgärten, in denen Bäume, Sträucher und Stauden gepflanzt werden, bis zur Begrünung von Extremstandorten an Hängen und Böschungen mittels „Anspritzbegrünungen“ kommt der Landschaftsgärtner praktisch ständig mit Boden und seinen Zuschlagstoffen in Verbindung.

In aller Regel gibt es keine Probleme, da die Substrate, die eingebaut werden, auch vom gleichen Grundstück stammen und unbelastet sind. Auch waren bis vor rund 25 bis 30 Jahren Begriffe wie „Mutterboden“ auch eine Art Qualitätsbegriff ohne Mängel.

Die Zeiten haben sich aber geändert. Aus Mutterboden wurde, Oberboden, und da Oberboden teilweise knapp oder nicht zur Verfügung steht, hat man

Substrate aus sterilem Unterboden mit Kompost oder verrottetem Stallmist hergestellt und als Oberbodenersatz in die Grünanlagen eingebaut. Weitere Zuschlagstoffe wie Klärschlamm, Sand oder Recyclingstoffe und auch Torfe und Rindenkomposte wurden und werden ebenfalls verwandt.

Für den Verbraucher ist der Oberboden trotz der Zuschlagstoffe dadurch nicht wesentlich teurer geworden, da man zumindest bisher ohne Bodenprobe ausgekommen ist.

Die Bodenschutzverordnung erschwert hier den Landschaftsgärtnern die Arbeit aber sehr.

An Hand von drei Beispielen wird aufgezeigt, welche Probleme im Landschaftsbau auftreten, für die der Anwender und Verbraucher oftmals kein Verständnis hat.

## Fall 1: Hausgartenbereich

Eine GaLa-Bau-Firma bietet für einen Hausgartenbereich als Ersatz für Oberboden, der zum damaligen Zeitpunkt knapp war, ein Substrat an, das mit einem Klärschlammprodukt der Fa. Orgabo verbessert war. Dieses Produkt entsprach der Klärschlammverordnung und war auch für die Bodenverbesserung im Landschaftsbau empfohlen.

Pech für den Unternehmer war, dass er in seinem Angebot nicht ausdrücklich darauf hingewiesen hat, dass es sich bei dem Bodenverbesserungsstoff um ein Klärschlammprodukt handelt. Erstellte wurde ein Ziergarten, ohne jegliche Nutzgartenfunktion.

Der Kunde hat nach der Fertigstellung des Gartens den „Ausbau“ des Substrates verlangt und auch

---

\* Guntram Löffler, Fachverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau, Hessen-Thüringen, Max Planck-Ring 39, 65205 Wiesbaden

rechtlich durchgesetzt, weil – wie das Gericht ausführte – nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Kunde zu einem späteren Zeitpunkt möglicherweise doch Teile des Gartens als Nutzgarten in Anspruch nimmt. Dann sei eine Beeinträchtigung durch schädliche Stoffe nicht auszuschließen.

Der Gartenbauer musste 16.000,- DM Materialkosten selbst tragen. Der Kunde genießt noch immer problemlos seinen Ziergarten. Der Boden wurde nicht ausgebaut!

## Fall 2: Gartenanlage

Ein Kunde hat an seinem Wohnhaus eine neue Außenanlage erstellen lassen. Es ist eine aufwendige Anlage mit hochwertigen Gehölzen und Natursteinprodukten. Der vorhandene Oberboden sollte mit zusätzlichem Oberboden in einigen Bereichen des Gartens überdeckt werden und eine Modellierung erhalten.

Der Oberboden wurde von einer Ackerfläche abgetragen, die für Straßenbau bzw. eine andere Baumaßnahme benötigt wurde. Auf dem Feld wurden früher Getreide und Hackfrüchte angebaut, eine Chemiefabrik oder ähnliches war weit und breit nicht sichtbar.

Nach der überwiegenden Fertigstellung der Gartenanlage zeigten sich bei den Natursteinen auf den Wegen und auch an Stellkanten blaue Verfärbun-

gen. Nach Einschaltung eines Sachverständigen wurden die Verfärbungen als Cyan-Verbindungen analysiert, die aus dem Oberboden stammen. Wie diese Verbindungen in den Boden gekommen sind, ist auch nach Kontrolluntersuchungen von anderen Partien der gleichen Oberbodenherkunft nicht festzustellen. Wesentlich geringere Cyan-Belastungen konnten aber auch dort festgestellt werden.

Der Streitwert lag weit über 100.000,- DM und hat mehrere Anwälte, Richter und Sachverständige beschäftigt.

Der Unternehmer und der Bauherr haben sich aber nach gut 3 Jahren Rechtsstreit außergerichtlich auf einen Preisnachlass geeinigt, zumal die Konzentration der Cyan-Verbindungen kontinuierlich zurückgegangen ist.

## Fall 3: Sportplatz

Ein Sportplatz soll gebaut werden. Der Auftraggeber, eine Gemeinde, ist umweltbewusst und verlangt deshalb den Einbau von Recycling-Material als Drän-Schicht und auch als Beimischung in die Tragschichten, um die Wiederverwendung von Baustoffen zu praktizieren.

Die Substrate werden an Ort und Stelle auf dem Sportplatz gemischt und eingebaut. Der Lieferant des Recycling-Materials gilt als zuverlässiger Unternehmer, der seine Produkte auch kontrolliert.

Das zerkleinerte bzw. gemahlene Abbruchmaterial ist jedoch aus verschiedenen Herkunftten und ist teilweise belastet, so dass der Sportplatz letztendlich zwei mal gebaut wurde. Als Substratverbess-

erung wurde beim zweiten Mal auf die Recycling-Baustoffe verzichtet.

In diesem Fall hat der Auftraggeber die Mehrkosten zu tragen, da der Sportplatzbauer Bedenken gegen das Recycling-Material geltend gemacht hat.

Diese Beispiele ließen sich noch beliebig fortsetzen.

Man braucht sich eigentlich an dieser Stelle keine Gedanken darüber zu machen, ob in Deutschland alles und jedes reglementiert sein muss. Offensichtlich ist es aber so oder die politisch Verantwortlichen sind dieser Auffassung.

Ob es aber sinnvoll ist und auch die Verhältnismäßigkeit der Mittel gewahrt sind, ist eher fraglich.

Wie soll einem Kunden eigentlich klar gemacht werden, dass der Oberboden aus dem Fall 2 möglicherweise mit Schadstoffen belastet ist und sich deshalb der Einheitspreis von 25,- DM auf 50,- DM/cbm erhöht. Die Kosten für die Bodenuntersuchung müssen wohl oder übel auf den Kunden umgelegt werden. Die Kosten für die Bodenuntersuchung sind hierbei auf 100 cbm umgelegt worden. Bei kleineren Flächen, z.B. bei einem Reihenhausgarten mit sehr kleinen Ausmaßen, kann da der Oberboden sehr schnell auch über 100,- DM/m<sup>3</sup> kosten.

Das ist für Otto Normalverbraucher nicht mehr nachvollziehbar.

Empfohlen wird deshalb grundsätzlich, auf Bodenverbesserungsstoffe aus Recycling-Material zu verzichten. Auch Klärschlämme, und mögen sie noch so gut deklariert und bewertet sein, sollten im Hausgarten- und öffentlichen Grünanlagenbereich nicht eingesetzt werden, da möglicherweise später eine Nutzungsänderung vorgenommen wird und dann dem GaLa-Bauer vorgeworfen wird, er hätte auf das Material und mögliche Probleme hinweisen müssen. Anders sieht es in der freien Landschaft aus. Als Beispiel sei nur das Straßenbegleitgrün genannt.

Was brauchen Landschaftsgärtner aber für den Umgang mit Boden und seinen Verbesserungstoffen?

Um es einfach zu sagen: eine praktische Lösung !

Es kann doch wohl nicht sein, dass der Landschaftsgärtner im innerstädtischen Bereich Baumgruben herstellt und das überschüssige Aushubmaterial erst nach einer aufwendigen Bodenanalyse wegtransportieren kann. In der Innenstadt von Frankfurt, die durch Krieg stark zerstört war, können sich bedenkliche chemische Stoffe im Boden am Straßenrand befinden, deren Herkunft möglicherweise in den verheerenden Bränden der Bombennächte liegt.

Patentrezepte gibt es nicht und die Bevölkerung und die Verbraucher haben ein Recht darauf, bedenkenlose Produkte in ihren Grünanlagen zu haben. Andererseits gibt es eine 100 %ige Sicherheit auf keinem Gebiet. Bereits mit der ersten Zellteilung bei der Entstehung neuen Lebens ist ein unbestimmtes Risiko schon enthalten. Das kann mit noch so guten Gesetzen und Verordnungen nicht restlos beseitigt werden.



In der Reihe **Umwelt und Geologie**  
**Böden und Bodenschutz in Hessen** sind bisher erschienen:

**Heft 1:**     **Beiträge zum Bodenschutz in Hessen**  
Bodenschutz im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie  
ISSN 1617-4038  
ISBN 3-89026-603-2

**Heft 2:**     **Bodenschutz in der Bauleitplanung**  
ISSN 1617-4038  
ISBN 3-89531-604-0