

**Abfallverwertung  
auf  
devastierten Flächen**

Bericht  
der  
LABO/LAGA-AG  
"Abfallverwertung auf devastierten Flächen"

Anforderungen an den Einsatz von Biokompost und  
Klärschlamm bei der Rekultivierung von  
langjährig devastierten Flächen  
in den neuen Bundesländern

an die 44. UMK

Anlage: Arbeitsergebnis

## 1. Zielsetzung

Die gemeinsame LABO/LAGA-Arbeitsgruppe wurde von der 40. UMK mit dem Auftrag eingerichtet, sich mit den Verwertungsmöglichkeiten von Biokompost und Klärschlamm bei der Rekultivierung devastierter Flächen zu beschäftigen und die Aktivitäten bereits vorhandener Arbeitsgruppen zu bündeln. Der Anlaß für die Einrichtung dieser Arbeitsgruppe bestand für die UMK in dem dringenden Handlungsbedarf für eine bundesweit abgestimmte Regelung und die Schaffung von Forschungsvorlauf für die Biokompost- und Klärschlammverwertung auf devastierten Flächen.

## 2. Abstimmungsbedarf und weiteres Vorgehen

Ein Zwischenbericht der AG wurde der 41. UMK vorgelegt.

Die Arbeitsgruppe hat unter Einbeziehung des Länderausschusses Bergbau das Arbeitsergebnis verabschiedet. Die LABO hat auf ihrer Sitzung Anfang September 1994 gefordert, vor einer Weiterleitung an ACK und UMK dem Bericht der Arbeitsgruppe zuzustimmen. Die 14. ACK hat LABO, LAGA und LAWA beauftragt, das Arbeitsergebnis abzustimmen.

Der Abschlußbericht wurde am 2.3.1995 zwischen LABO, LAGA, LAWA und BMU abgestimmt. Er wird der 44. UMK vorgelegt.

## 3. Arbeitsergebnis

Das Arbeitsergebnis in Form von technischen Anforderungen zeigt die Regelungen für einen umweltgerechten Einsatz von Biokompost und Klärschlamm auf den langjährig devastierten Flächen in den neuen Bundesländern auf. Es handelt sich dabei vor allem um die Festlegung von maximal zulässigen Schadstoffkonzentrationen und die Begrenzung von Nährstoff-Frachten.

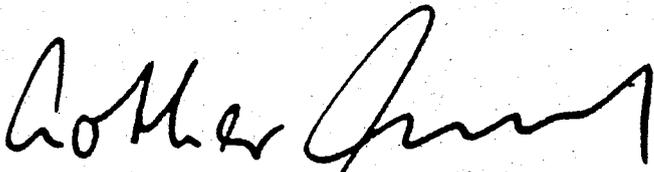
Mit der Zielsetzung, die Aktivitäten bereits vorhandener Bund/Länder-Arbeitsgruppen auf dem Gebiet der Verwertung von Abfällen bei Rekultivierungen in die Überlegungen einzubeziehen, sind bodenschützerische Aspekte der LAGA-Schrift "Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen-Technische Regeln" und das in Überarbeitung befindliche LAGA-Merkblatt M 10 "Qualitätskriterien und Anwendungsempfehlungen für Kompost" berücksichtigt und eingearbeitet worden.

Der Unterschied zu den LAGA-Papieren besteht darin, daß sich die von der LABO/LAGA-AG erarbeiteten Anforderungen speziell auf den Einsatz von Biokompost und Klärschlamm im Oberbodenbereich unter Berücksichtigung eines vorsorgenden Bodenschutzes beziehen.

Bei der Erarbeitung wurde deutlich, daß in der Praxis zunehmend die Tendenz besteht, auch andere Abfälle zur Verwertung bei Rekultivierungen zu verwenden. Mit dem Inkrafttreten des Kreislaufwirtschaftsgesetzes am 7.10.1996 werden diese Bestrebungen eher verstärkt.

#### 4. Weiterer Handlungsbedarf

Der weitere Handlungsbedarf sollte zwischen LABO, LAGA und LAWAG unter Berücksichtigung laufender Aktivitäten zur Erarbeitung von Regelungen zur bodenbezogenen Verwertung von Abfällen abgeklärt werden.



Lothar Gugel, Ltd.Min.Rat, Vorsitzender der LABO-LAGA-AG  
"Abfallverwertung auf devastierten Flächen"

44. Umweltministerkonferenz  
am 11./12. Mai 1995  
in Dessau

---

TOP 16: Abfallverwertung auf devastierten Flächen  
Teilbericht: Braunkohletagebaurestflächen

Berichterstatter: LABO

---

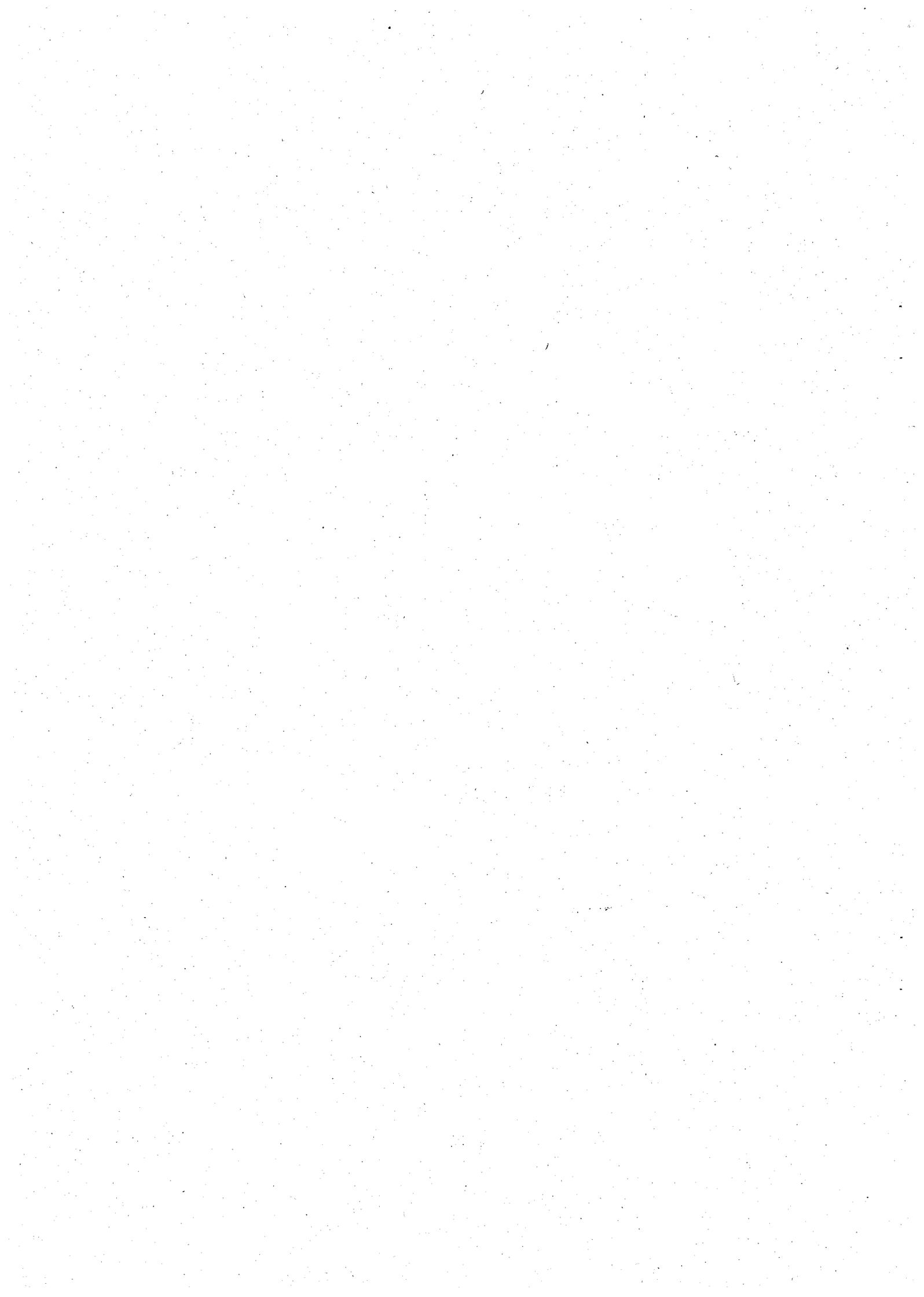
Beschluß:

Die Umweltministerkonferenz nimmt davon Kenntnis, daß die LABO/LAGA-AG "Abfallverwertung auf devastierten Flächen"

"Anforderungen an den Einsatz von Biokompost und Klärschlamm bei der Rekultivierung von langjährig devastierten Flächen in den neuen Bundesländern"

erstellt hat und diese mit einer dreijährigen Befristung in den betroffenen Ländern eingeführt werden sollen. Die Befristung soll spätestens am 31.12.1998 enden. Vor Ablauf der Dreijahresfrist soll der UMK ein Verfahrensvorschlag gemacht und ein Erfahrungsbericht vorgelegt werden, in dem insbesondere zu prüfen ist, ob die Bewertung der Schadstoffe hinsichtlich einer Verlagerung ins Grundwasser ausreichend ist.

Die Braunkohleländer Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen werden gebeten, sich im Steuerungs- und Budgetausschuß für die Braunkohlesanierung zu verständigen.



**LABO/LAGA-AG**  
**"Abfallverwertung auf devastierten Flächen"**

**Anforderungen an den Einsatz von Biokompost  
und Klärschlamm bei der Rekultivierung von  
langjährig devastierten Flächen  
in den neuen Bundesländern**

März 1995

# INHALTSVERZEICHNIS

I.	ALLGEMEINER TEIL	
1.	Auftrag	1
2.	Geltungsbereich und Ziele	2
3.	Begriffsbestimmungen	3
4.	Rechtliche Rahmenbedingungen	4
4.1	Bergrecht	4
4.2	Abfallrecht	5
4.2.1	Abfallgesetz	5
4.2.2	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	7
4.3	Düngemittelrecht	8
4.3.1	Düngemittelgesetz	8
4.3.2	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und Düngemittelrecht	9
4.4	Naturschutzrecht	10
4.5	Wasserrecht	11
4.6	Bodenschutzrecht	11
5.	Allgemeine Anforderungen an die Verwertung	12
5.1	Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr	12
5.1.1	Stickstoff	13
5.1.2	Nährstoffe Phosphat und Kalium	14
5.2	Schadstoffe	15
6.	Untersuchungsumfang	16
7.	Qualitätssicherung, Kontrolle und Dokumentation	17

## II. TECHNISCHE REGELN FÜR DIE VERWERTUNG VON BIOKOMPOST UND KLÄRSCHLAMM BEI DER REKULTIVIERUNG

1.	Ziele der Rekultivierung und Anforderungen an die Ausbringung	18
2.	Anforderungen an die Abfälle zur Verwertung	19
2.1	Biokompost	19
2.1.1	Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr	20
2.1.2	Schadstoffe	20
2.2	Klärschlamm	21
2.2.1	Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr	21
2.2.2	Schadstoffe	22

## III. PROBENNAHME, PROBENBEHANDLUNG UND ANALYTIK

1	Probennahme	23
1.1	Böden und Substrate	23
1.2	Abfälle zur Verwertung	24
1.2.1	Biokompost	24
1.2.2	Klärschlamm	25
2	Probenbehandlung	25
2.1	Konservierung, Transport, Lagerung	25
2.2	Probenvorbereitung, Gewinnung der Analysenprobe	25
3	Analysenverfahren	27

## ANHANG

Anhang 1: Beispielrechnung

Anhang 2 a und 2 b: Hintergrundwerte für Oberböden ländlich geprägter

Braunkohlentagebau-Regionen in den neuen Bundesländern

Anhang 3: Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Anhang 4: Klärschlammfrachten begrenzt durch verfügbaren Stickstoff

Anhang 5: Klärschlammfrachten begrenzt durch Phosphat

Anhang 6: Klärschlammfrachten begrenzt durch Kalium

Anhang 7: Kompostfrachten begrenzt durch Stickstoff

Anhang 8: Kompostfrachten begrenzt durch Phosphat

Anhang 9: Kompostfrachten begrenzt durch Kalium

## I. ALLGEMEINER TEIL

### 1. Auftrag

In verschiedenen Bundesländern gibt es einerseits eine Vielzahl von Aktivitäten, devastierte Flächen zu rekultivieren oder zu renaturieren, das heißt aus der Sicht des Bodenschutzes, verlorengegangene Funktionen der Flächen, Böden oder Substrate wiederherzustellen bzw. zu verbessern. Andererseits wird von der Seite der Abfallwirtschaft und den hier betroffenen Behörden das Ziel verfolgt, Abfälle möglichst sinnvoll zu verwerten. Da es in dem Bereich der Verwertung von Abfällen zur Verwertung auf devastierten Flächen bundesweit bisher keine fachtechnischen Grundsätze zur Untersuchung und Bewertung gibt, hat die 40. UMK am 05./06.05.1993 in Luxemburg beschlossen, entsprechende bundesweite Regelungen für den Einsatz von Biokompost und Klärschlamm auf devastierten Flächen erarbeiten zu lassen.

Dazu richtete die 40. UMK die gemeinsame LABO/LAGA AG "Abfallverwertung auf devastierten Flächen" unter Federführung der LABO ein, die einheitliche Grundsätze für die Verwertung von Biokomposten und Klärschlämmen zur Rekultivierung devastierter Flächen erarbeiten soll. Es handelt sich dabei vor allem um folgende Aufgaben:

- 1) Erhebung des Umfangs devastierter Flächen in Deutschland
- 2) Nutzungsbezogene Festlegung von Kriterien und Güteanforderungen an eine Verwertung auf devastierten Flächen.

Dem Auftrag der UMK, bereits vorliegendes Wissen zu bündeln, wurde in soweit Rechnung getragen, als die Arbeitsergebnisse folgender Arbeitsgruppen berücksichtigt wurden:

- LAGA AG "Vereinheitlichung der Untersuchung und Bewertung von Reststoffen"
- LABO AK 4 Redaktionsgruppe "Böden"
- LAGA AG "Biokompost"
- LAI AG "Musterverwaltungsvorschrift nach BImSchG"
- LABRB AK "Bergbauliche Hohlräume und Abfallentsorgung"
- LAWA AG "Güteanforderungen".

Darüber hinaus fanden die Klärschlammverordnung und bereits bestehende Verwaltungsvorschriften, wie die "Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen" sowie die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/-Abfällen" bei der Erstellung dieser fachtechnischen Anforderungen Berücksichtigung.

Insbesondere die Übereinstimmung in Aufbau und Konzeption mit den "Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von mineralischen Reststoffen" und dem Entwurf der "Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Bodenmaterial" wurde angestrebt.

## 2. Geltungsbereich und Ziele

Diese technischen Regeln gelten für langjährig devastierte Flächen der Braunkohlentagebaue in den neuen Bundesländern. Der Geltungsbereich beschränkt sich auf den Einsatz von Klärschlamm und Biokompost und damit hergestellten Bodengemischen. Die Vorgaben sind auf andere organische Stoffe nur unter Berücksichtigung von deren speziellen Eigenschaften analog zu übertragen.

Vorrangiges Ziel der Rekultivierung ist der Aufbau einer begrünungsfähigen, d.h. künftig pflanzentragenden Bodenschicht in nach Maßgabe der geplanten Folgenutzung ausreichender Qualität und Mächtigkeit. Generell ist hierzu der Einsatz von Oberbodenmaterial am besten geeignet. Die Anforderungen an die unterschiedlichen Folgenutzungen der oben genannten Bereiche sind sehr verschieden und bei der Rekultivierung zu berücksichtigen.

Die bisherigen umfangreichen Erfahrungen bei der Rekultivierung zum Beispiel im Bereich der Braunkohlentagebaue Deutschlands haben gezeigt, daß im allgemeinen die dort für Rekultivierungszwecke zur Verfügung stehenden Substrate sowie die für die einzelnen Gebiete erarbeiteten Verfahren geeignet sind, die vorgesehenen Folgenutzungen der Flächen zu ermöglichen, ohne Klärschlamm und Biokompost zu verwerten. Der sachgerechte Einsatz von organischen Reststoffen kann jedoch die Rekultivierung unterstützen. Bei der Rekultivierung sind zunächst Maßnahmen wie Düngung, Kalkung oder spezielle landbauliche Verfahren zu ergreifen, um zu einer Wiederherstellung der Bodenfunktionen zu gelangen. Dazu gehört insbesondere die Anreicherung organischer Substanz im Bereich des Oberbodens. Dies kann durch den Einsatz von Biokompost und Klärschlamm unterstützt werden.

Die fachlichen Anforderungen an Klärschlamm und Biokompost zur Verwertung haben das Ziel, den für die Rekultivierung von Flächen zuständigen Behörden Entscheidungshilfen in die Hand zu geben, um die Umweltverträglichkeit einer Maßnahme unter vereinheitlichten Bewertungsmaßstäben besser beurteilen zu können. Damit wird die Wahrung des Wohls der Allgemeinheit gewährleistet.

### 3. Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser fachlichen Anleitung sind

#### Abfall

Bewegliche Sache, derer sich der Besitzer entledigen will oder deren geordnete Entsorgung zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere des Schutzes der Umwelt, geboten ist (Def. gem. § 1 Abs. 1 AbfG).

Nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz wird unterschieden in "Abfälle zur Verwertung" und "Abfälle zur Beseitigung".

#### Boden

Die obere Schicht der Erdkruste, zusammengesetzt aus Mineralteilchen, organischer Substanz, Bodenwasser, Bodenluft und Lebewesen.

#### Bodenfunktion

Bodenfunktionen beschreiben die Aufgaben, die Böden für den Menschen und die Umwelt erfüllen. Wichtige Bodenfunktionen sind:

- Lebensraum für Bodenorganismen
- Standort für die natürliche Vegetation und Standort für Kulturpflanzen
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf
- Filter und Puffer für Nähr- und Schadstoffe
- landschaftsgeschichtliche Urkunde.

#### Bodenmaterial

Aus dem Boden entnommenes Material.

#### Bodenverbesserung

Durch Zufuhr von Stoffen oder sonstigen technischen Maßnahmen erzielte Verbesserung von Bodenfunktionen.

#### Devastierte Fläche

Fläche, die durch Nutzung in einen Zustand ohne belebte, begrünungsfähige also künftig pflanzentragende Boden- oder Substratschicht versetzt worden ist.

### Nützlichkeit

Nachhaltig positive Wirkung einer Abfallverwertung durch nachweisliche Verbesserung physikalischer, chemischer und biologischer Eigenschaften von Bodenmaterial oder Böden.

### Rekultivierung

Die Wiederherstellung von Bodenfunktionen insbesondere die Wiederherstellung einer belebten, begrünungsfähigen, künftig pflanzentragenden Bodenschicht.

### Schadlosigkeit

Ein Einsatz von Abfällen zur Verwertung ist dann schadlos, wenn

- Bodenfunktionen und
- andere Umweltkompartimente (Fauna und Flora, Grund- und Oberflächengewässer, Atmosphäre) nicht beeinträchtigt werden.

### Verwertung

Die nutzenbringende Verwendung von gegebenenfalls durch Aufbereitung von Abfällen entstandenen Stoffen. Die Verwertung im Sinne des AbfG umfaßt die Wiederverwendung und die Verwertung.

### Wiedernutzbarmachung

Die ordnungsgemäße Gestaltung der vom Bergbau in Anspruch genommenen Oberfläche unter Beachtung des öffentlichen Interesses. Unter ordnungsgemäßer Gestaltung der Oberfläche ist das Herrichten der Fläche als Voraussetzung für eine künftige anderweitige Nutzung zu verstehen. Die Rekultivierung ist ein Teil Wiedernutzbarmachung.

## **4. Rechtliche Rahmenbedingungen**

### **4.1 Bergrecht**

Der sachliche Geltungsbereich des Bundesberggesetzes (BBergG) erstreckt sich gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 2 BBergG auch auf die Wiedernutzbarmachung der Oberfläche während und nach der Aufsuchung, Gewinnung und Aufbereitung von bergfreien, und grundeigenen Bodenschätzen. Dementsprechend haben die für die Errichtung, Führung und Einstellung des Bergbaubetriebes vorzulegenden bergrechtlichen Betriebspläne gemäß § 55 Abs. 1 Nr. 7 BBergG auch die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche in dem nach den Umständen gebotenen Ausmaß zu enthalten. Im Rahmen der Wiedernutzbarmachung können auch bergbaufremde Abfälle zur Verwertung, wie z.B. Biokompost und Klärschlamm, verwertet werden.

Abfälle sind ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten. Dabei sind die formellen und materiellen Rechtsvorschriften (z.B. BImSchG, WHG) zu erfüllen. Als schadlos kann eine Verwertung nicht nur dann angesehen werden, wenn sie keinerlei nachteilige Folgen für die Umwelt haben kann.

Die Prüfkriterien für den Betriebsplan ergeben sich aus § 55 und § 48 BBergG. Hierbei sind, wenn aufgrund § 48 Abs. 2 BBergG bergrechtsexterne Belange (z.B. des Immissionsschutzes, §§ 22 ff. BImSchG) einzubeziehen sind oder wenn nach § 1 UVP-V Bergbau ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen ist, auch Belange des Umweltschutzes im Rahmen des Betriebsplanverfahrens zu berücksichtigen. Im übrigen sind ökologische Gesichtspunkte in besonderen umweltrechtlichen (z.B. wasserrechtlichen) Verfahren zu prüfen. Die Prüfung des Betriebsplanes hat auch die Langzeitsicherheit im Zusammenhang mit den Prüfkriterien eines späteren Abschlußbetriebsplanes nach § 55 Abs. 2 BBergG zu erfassen, wobei eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit in der Nachbetriebsphase ausgeschlossen werden muß. Ziel ist eine überwachungsfreie Nachbetriebsphase und damit die Erfüllung der Kriterien nach § 69 Abs. 2 BBergG - Ende der Bergaufsicht.

Die bergrechtlichen Betriebspläne, und hier insbesondere die Abschlußbetriebspläne (Wiedernutzbarmachung), sind mit den im Braunkohlensanierungsplan formulierten Zielen der Raumordnung und Landesplanung in Einklang zu bringen.

## 4.2 Abfallrecht

Ab dem 6.10.1996 wird das Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz-AbfG) vom 27.8.1986 durch das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) ersetzt.

### 4.2.1 Abfallgesetz

Nach der Grundsatzforderung des Abfallgesetzes (§ 2 Abs. 1 AbfG) sind Abfälle so zu entsorgen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, insbesondere nicht dadurch, daß

1. die Gesundheit der Menschen gefährdet und ihr Wohlbefinden beeinträchtigt,
2. Nutztiere, Vögel, Fische und Wild gefährdet,
3. Gewässer, Boden und Nutzpflanzen schädlich beeinflusst werden.

Diese Grundaussage gilt - unter Zuhilfenahme des Entsorgungsbegriffes (§ 1 Abs. 2 AbfG) - auch für das Verwertungsgebot gemäß § 3 Abs. 2 Satz 3 AbfG, in dem darüber hinaus festgelegt wird, daß die Verwertung Vorrang vor der sonstigen Entsorgung hat, wenn sie

- technisch möglich ist,
- die hierbei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Entsorgung nicht unzumutbar sind und
- für die gewonnenen Stoffe oder Energie ein Markt vorhanden ist oder insbesondere durch die Beauftragung Dritter geschaffen werden kann.

§ 15 AbfG behandelt das Aufbringen von Abwasser und ähnlichen Stoffen auf landwirtschaftlich forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Böden. Zu diesen Stoffen gehören Abwasser, Klärschlamm, Fäkalien oder ähnliche Stoffe (z.B. Kompost) sowie ggf. auch Jauche, Stallmist und Gülle.

Auf Grundlage des § 15 regelt die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) die Aufbringung von Klärschlämmen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden.

Nach § 3 Abs. 1 Satz 1 AbfKlärV hat die Aufbringung von Klärschlamm so zu erfolgen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Die Aufbringung ist nach Art, Menge und Zeit auf den Nährstoffbedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung der im Boden verfügbaren Nährstoffe und der organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen auszurichten.

Der § 4 der AbfKlärV sieht aus Schadstoff- und Hygienegründen eine Reihe von Restriktionen (Verbote oder Auflagen) vor:

- Wasserschutzgebiet (Zone I und II)
- Gemüse- und Obstanbauflächen
- Feldfutterflächen, Flächen mit besonderen Auflagen (tiefwendende Einarbeitung)
- Flächen des Zuckerrübenbaus mit Blattnutzung für Verfütterung
- Dauergrünland
- forstlich genutzte Böden
- Flächen in Naturschutzgebieten, Naturdenkmälern, Nationalparks, geschützten Landschaftsbestandteilen und Flächen nach § 20 c Bundesnaturschutzgesetz
- Randbereiche von Gewässern (10 m)
- Flächen die bestimmte höchstzulässige Schadstoffgehalte im Boden aufweisen
- Flächen mit Ziel-pH-Werten < 5.

Die Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASI) konkretisiert die Vorgaben des AbfG durch allgemeine Grundsätze zur Verwertung und Behandlung in Nr. 5. Nach Nr. 5.2.7 sollen -sofern die zuständige

Behörde eine Verwertung von Klärschlamm in Bereichen zuläßt, die nicht der Klärschlammverordnung unterliegen (Rekultivierung, Landschaftsbau)-, die Anforderungen der Klärschlammverordnung eingehalten werden. Nach der Aufbringung sollen im Anwendungsbereich die Bodenwerte der AbfKlärV nicht überschritten werden. Aufbringungsmengen werden nicht geregelt, da eine Ermächtigung dazu nicht vorliegt..

In 5.4.12 wird für die Verwertung von Komposten vorgeschrieben, daß die Anforderungen des LAGA-Merkblattes M 10 (in der jeweils gültigen Fassung) zu erfüllen sind.

#### 4.2.2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Gemäß § 3 Abs. 1 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) sind Abfälle bewegliche Sachen, die unter eine in Anhang I des Gesetzes aufgeführten Gruppen fallen, deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß. Dabei wird unterschieden in Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung. Gemäß Abs. 1 umfaßt die Abfallentsorgung die Verwertung und Beseitigung.

In Anhang II B werden entsprechende Verwertungsverfahren aufgeführt, die in der Praxis angewandt werden. Im Zusammenhang mit den biologischen Verfahren sind unter R 10 und R 11 folgende Verfahren aufgeführt:

R 10 heißt "Aufbringung auf den Boden zur Nutzung der Landwirtschaft oder der Ökologie, einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren ..."

R 11 heißt "Verwendung von Rückständen, die bei einem der unter R 1 bis R 10 aufgezählten Verfahren gewonnen werden."

In § 4 Abs. 1 wird ausgeführt, daß nach Ausschöpfung der Vermeidungspotentiale Abfälle zu verwerten sind, wobei die stoffliche Verwertung der energetischen Verwertung gleichzusetzen ist. Vorrang hat dabei nach § 6 Abs. 1 die besser umweltverträgliche Verwertungsart. Nach § 4 Abs. 3 liegt eine stoffliche Verwertung dann vor, wenn nach einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise unter Berücksichtigung der im einzelnen Abfall bestehenden Verunreinigungen, der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotentials liegt.

Gemäß § 5 Abs. 3 erfolgt die Verwertung ordnungsgemäß, wenn sie in Einklang mit den Vorschriften des Gesetzes und anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. Sie erfolgt schadlos, wenn ... Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt.

Auf Grundlage von § 7 Abs. 2 wird die Bundesregierung ermächtigt, Rechtsverordnungen zu erlassen, in denen stoffliche Anforderungen an Kraftwerksabfälle, REA-Gipse oder sonstige Abfälle zur Verwertung gestellt werden, wenn diese in der Bergaufsicht unterstehenden Betrieben aus bergtechnischen, bergsicherheitlichen Gründen oder zur Wiedernutzbarmachung eingesetzt werden. Diese Ermächtigung umfaßt auch die Verwertung von Klärschlamm und Biokompost.

### **4.3 Düngemittelrecht**

#### **4.3.1 Düngemittelgesetz**

Nach § 1 Abs. 1 Düngemittelgesetz (DüMG) werden unterschieden:

- Düngemittel
- Wirtschaftsdünger
- Bodenhilfsstoffe
- Kultursubstrate
- Pflanzenhilfsmittel.

Abwasser, Klärschlamm und ähnliche Stoffe im Sinne des § 15 AbfG sind, soweit ihnen keine Stoffe zum Zweck der Anreicherung mit Nährstoffen zugesetzt werden, derzeit noch von den Zulassungs- und Kennzeichnungs-Vorschriften des DüMG ausgeschlossen (§ 1 Abs. 2).

Komposte und Klärschlämme sowie unter Verwendung hiervon hergestellte Gemische unterliegen dem derzeit noch gültigen Düngemittelrecht dann, wenn sie nach § 2 Abs. 1 DüMG als Düngemittel (organisch mineralische Mischdünger) zugelassen und entsprechend der Düngemittel-VO in den Verkehr gebracht werden. Damit kommt die Klärschlamm-VO nicht unmittelbar zur Anwendung.

Zum Teil wird bei den Vorgaben der Düngemittel-VO jedoch vorausgesetzt, daß der dem organisch-mineralischen Mischdünger zugesetzte Klärschlamm wesentliche Vorgaben der Klärschlamm-VO einhält.

Daneben enthält auch die Düngemittel-VO Vorgaben für zulässige Schwermetallhöchstgehalte, die sich auf z. Zt. das hergestellte Gemisch beziehen.

Die Umsetzung der EG Nitratrichtlinie durch die Düngeverordnung wird eine Begrenzung der jährlichen Nährstoffmengen aus Wirtschaftsdüngern an Stickstoff auf 170 kg N/ha/a auf Ackerland und 210 kg N/ha/a auf Grünland zur Folge haben.

#### 4.3.2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und Düngemittelrecht

§ 8 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) regelt die Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft im Bereich der landwirtschaftlichen Düngung.

Nach Abs. 1 wird das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Bundesministerium für Gesundheit im Bereich der Landwirtschaft durch Rechtsverordnungen Anforderungen zur Sicherung der ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung festzulegen.

In diesen Rechtsverordnungen können nach § 8 Abs. 2 für die Abgabe und Aufbringung in bezug auf Schadstoffe insbesondere bestimmt werden

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

Dies gilt für Wirtschaftsdünger insoweit, als das Maß der guten fachlichen Praxis im Sinne des § 1a des Düngemittelgesetzes überschritten wird. Dieses Maß kann in Zukunft gemäß Artikel 4 Nr. 3b KrW-/AbfG in einer Rechtsverordnung auf der Grundlage des Düngemittelgesetzes näher bestimmt werden.

Der Artikel 4 beinhaltet die Änderung des Düngemittelgesetzes. Danach unterscheidet das Düngemittelgesetz zwischen Wirtschaftsdünger und Sekundärrohstoffdünger mit folgenden Inhalten:

Wirtschaftsdünger sind tierische Ausscheidungen, Gülle, Jauche, Stallmist, Stroh sowie ähnliche Nebenerzeugnisse aus der landwirtschaftlichen Produktion, auch weiterbehandelt

Sekundärrohstoffdünger sind Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen, jeweils auch weiterbehandelt und in Mischungen untereinander ...

Außerdem wird das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ermächtigt im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, neben den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis auch flächenbezogene Obergrenzen für die Aufbringung von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft näher zu bestimmen.

#### 4.4 Naturschutzrecht

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) schützt den Boden mittelbar als Teil von Natur und Landschaft (§ 1 BNatSchG).

In den Grundsätzen des Naturschutzes und der Landschaftspflege (§ 2 BNatSchG) wird der Boden durch den Erhalt der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts (§ 2 Abs. 1 Nr. 1), den Erhalt von un bebauten Bereichen (§ 2 Abs. 1 Nr. 2) und den Erhalt seiner natürlichen Fruchtbarkeit (§ 2 Abs. 1 Nr. 4) in seiner Funktion als Grundlage für das Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen geschützt.

§ 2 Abs. 1 Nr. 5 fordert den Erhalt von wichtigen Landschaftsteilen oder Landschaftsbestandteilen beim Abbau von Bodenschätzen. "Unvermeidbare Beeinträchtigungen von Natur- und Landschaft durch die Aufsuchung und Gewinnung von Bodenschätzen und durch Aufschüttung sind durch Rekultivierung oder naturnahe Gestaltung auszugleichen."

In seinen Funktionen als Archiv der Naturgeschichte und als archäologisches Archiv wird der Boden in § 2 Abs. 1 Nr. 13 angesprochen.

Bei Rekultivierungsmaßnahmen ist im Rahmen des landespflegerischen Nachweises im Benehmen mit der Landespflegebehörde, bei der für die Flächen zuständigen Behörde im Rahmen eines Planverfahrens, zunächst zu entscheiden, ob eine Maßnahme zur Initiierung einer standorttypischen Sukzession oder die Rekultivierung oder Renaturierung vorzusehen ist. In der Genehmigung soll unter Beachtung des jeweiligen Fachrechtes diejenige Möglichkeit angestrebt werden, die dem Ziel der Minimierung oder Kompensation von Beeinträchtigungen am ehesten gerecht wird.

Grundsätzlich ist aus der Sicht der Naturschutzbehörde davon auszugehen, daß Maßnahmen zur Initiierung einer standorttypischen Sukzession -falls notwendig incl. einer Initialpflanzung- möglichst nach entsprechender Vorplanung die dauerhafte Sicherung extremer Standortverhältnisse ermöglichen und damit ökologischen Zielen besser Rechnung tragen als eine spätere landwirtschaftliche oder forstliche Nutzung.

#### 4.5 Wasserrecht

Durch den Grundsatz im § 1a Abs. 2 (WHG) des Wasserhaushaltsgesetzes wird jedermann "verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung oder sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten".

Die Herstellung oder die Aufbringung einer neuen oberen Bodenschicht ist zulässig, wenn dadurch Grund- und Oberflächenwasser nicht verunreinigt oder sonstig nachteilig verändert wird. Im Bezug auf das Grundwasser ist davon auszugehen, wenn das in dieser neuen Bodenschicht entstehende Sickerwasser allenfalls geringfügig verunreinigt wird. Die hier beschriebenen Anforderungen stellen dies sicher.

#### 4.6 Bodenschutzrecht

Zur Zeit gibt es kein bundeseinheitliches Bodenschutzrecht. Auf Länderebene bestehen bislang in Baden-Württemberg und Sachsen Landesbodenschutzgesetze. Die darin verankerten Grundsätze sollen allgemein eingehalten werden.

Danach ist es das Ziel, den Boden vor schädlichen Veränderungen zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen. Im Mittelpunkt steht hierbei der Erhalt der Leistungsfähigkeit des Bodens durch den Schutz der natürlichen Bodenfunktionen.

Eine wichtige Säule des Bodenschutzes ist die Vorsorgepflicht. Durch sie soll der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück verpflichtet werden, Vorsorge gegen zukünftige schädliche Bodenveränderungen zu treffen, die durch sie auf dem Grundstück oder im nachbarschaftlichen Einwirkungsbereich hervorgerufen werden können. Der Schutz der natürlichen Bodenfunktionen steht hierbei im Vordergrund.

Die Ziele des Bodenschutzes gebieten somit im Rahmen der Vorsorgepflicht auch eine unschädliche Verwertung von Abfällen unter Beibehaltung der Leistungsfähigkeit des Bodens und Beachtung des Schutzes der Bodenfunktionen.

## 5. Allgemeine Anforderungen an die Verwertung

Der Einsatz von Klärschlamm und Biokompost bei der Rekultivierung devastierter Flächen setzt voraus, daß er für eine positive und nachhaltige Bodenentwicklung nützlich ist. Andere Umweltschutzgüter dürfen dadurch nicht beeinträchtigt werden.

Dabei ist hervorzuheben, daß die Unschädlichkeit/Schädlichkeit einer Abfallverwertung sowohl von Qualität und Quantität der Inhaltsstoffe des Abfalles (Nährstoffe, anorganische/organische Schadstoffe) als auch von der ausgebrachten Menge und der sich somit ergebenden Fracht abhängt. Ebenso stellen die Folgenutzung sowie die hydrologischen Verhältnisse des Standortes weitere wichtige Beurteilungskriterien dar.

Bei devastierten Flächen handelt es sich in der Regel um Standorte, die in ihren Funktionen gestört sind. So fehlt in der Regel ein ausreichendes Maß an organischer Substanz. Diese ist für die Pufferkapazität, das Rückhaltevermögen von organischen Schadstoffen und als Lebensgrundlage für Bodenorganismen eine der wichtigsten Einflußgrößen. Die anfänglich geringe Dichte und Aktivität von Bodenorganismen verhindert die in gewachsenen Böden typischen Ab- und Umbauprozesse. Der Umsatz von Nährstoffen und der Abbau organischer Schadstoffe ist gestört.

Aufgrund der in der Regel gestörten Bodenstruktur und der damit verbundenen bodenphysikalischen Defekte können diese Flächen in ihrem Abfluß (lateral, vertikal) extrem reagieren (durch Unterbodenverdichtungen bedingter Interflow, erhöhter Makroporenfluß, verstärkter Oberflächenabfluß durch Verschlammung).

Diese Merkmale ergeben im Vergleich zu gewachsenen und vollständig erhaltenen Böden eine deutlich geringere Belastbarkeit gegenüber verschiedenen Einwirkungen.

Im einzelnen sind grundsätzlich folgende Anforderungen zu stellen:

### 5.1 Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr

Aus Gründen des Gewässerschutzes dürfen insbesondere mit der Verwertung von Biokompost und Klärschlamm bestimmte Frachten an Pflanzennährstoffen nicht überschritten werden.

Die Höhe der Frachten hat sich dabei an der Nutzung, der Mobilisierbarkeit/Verfügbarkeit der Nährstoffe und den hydrogeologischen Verhältnissen, sowie dem Relief zu orientieren. Folgende Nutzungsklassen sind zu unterscheiden:

- I. Intensiv geführte Ackerkulturen, intensive Grünlandnutzung (Mehrschnitt-Wiesennutzung)
- II. Intensive Grünlandnutzung (Weide), Flächen mit Einsaat von Gründüngungspflanzen
- III. Extensive Grünlandnutzung, Grünflächen, Gehölzflächen mit Untersaaten
- IV. Aufforstungen, Gehölzflächen ohne Untersaaten, Grünbrachen mit Einsaaten
- V. Grünbrachen ohne Einsaat

Bei der weiteren Anwendung der o.g. Nutzungskategorien ist zu berücksichtigen, daß für die Bemessung der zulässigen Nährstofffrachten von Stickstoff über die Abfallverwertung bei der Rekultivierung nicht die mittelfristig angestrebte Nutzung der rekultivierten Fläche, sondern die tatsächliche Nutzung in den ersten Jahren nach der Anwendung entscheidend ist. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß auf Rekultivierungsflächen in den ersten Jahren eine intensive Grünland- oder Ackernutzung in der Regel nicht realisierbar ist. Insofern dürfte die Nutzungskategorie I im allgemeinen nicht anwendbar sein.

Die zulässigen Nährstofffrachten sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt. Die Werte gelten bis zu einer Überschreitung von 20 % als eingehalten. Beispielrechnungen finden sich im Anhang 1.

#### 5.1.1 Stickstoff

Hinsichtlich einer möglichen Grundwasserbelastung ist Stickstoff von besonderer Relevanz. Für die Bewertung der Standortverhältnisse im Hinblick auf den Nitrataustrag in das Grundwassers eignet sich die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bei Feldkapazität im effektiven Wurzelraum. Diese Größe beschreibt, wie häufig im Verlauf eines Jahres die Bodenlösung in der effektiven Wurzelzone im Zuge der Sickerwasserverlagerung ausgetauscht wird.

Für eine Bewertung des standortlichen Verlagerungsrisikos sind folgende Unterscheidungen zu treffen:

A. Empfindliche Standorte:	Austauschhäufigkeit	> 200 %
B. Mäßig empfindliche Standort:	Austauschhäufigkeit	100 - 200 %
C. Unempfindliche Standorte:	Austauschhäufigkeit	< 100 %

Als Grundlage für die Begrenzung der Stickstofffracht sind vorrangig die Vorschriften des Düngemittelrechts zu beachten. Voraussetzung für eine Verwertung ist, daß die in Tab. 1 genannten Frachten eingehalten werden.

**Tabelle 1: Maximal zulässige Stickstofffrachten (verfügbarer Anteil) für  
Rekultivierungsmaßnahmen (kg N/ha; einmalige Anwendung)\***

Nutzungskategorie	hydrogeologische Standortverhältnisse		
	A	B	C
I	70	120	170
II	50	70	120
III	35	50	70
IV	20	35	50
V	0	20	35

\* Im ersten Jahr verfügbarer Stickstoff (verfügbar sind 20 % des organisch gebundenen Stickstoffs bei Klärschlamm und 15% bei Biokompost)

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Stickstofffrachten beziehen sich auf den "verfügbaren und von den Pflanzen im ersten Aufwuchsjahr aufnehmbaren Stickstoff". Er umfaßt neben Nitrat-Stickstoff und Ammonium-Stickstoff je nach Abfall auch unterschiedliche Anteile des organischen Stickstoffes. Die Abschätzung des verfügbaren Stickstoffes erfolgt nach Faustzahlen (vgl. Abschnitt II).

#### 5.1.2 Nährstoffe Phosphat und Kalium

In bezug auf die Gefährdung anderer Schutzgüter ist vor allem Phosphat von Relevanz für eine Belastung von Oberflächengewässern durch Erosionsvorgänge. Auf erosionsgefährdeten Standorten sind daher geeignete Maßnahmen zur Verhinderung eines Boden-/Abfallabtrages zu treffen oder die Verwertung ist zu unterlassen.

Vorraussetzung für eine Verwertung ist, daß die in Tab. 2 genannten Frachten eingehalten werden.

**Tabelle 2: Maximal zulässige Frachten an Phosphat und Kalium für  
Rekultivierungsmaßnahmen (kg/ha; einmalige Anwendung)**

<b>Nutzungskategorie</b>	<b>Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*</b>	<b>Kalium (K<sub>2</sub>O)</b>
I	100	200
II	80	150
III	60	120
IV	40	80
V	20	40

\* Zusammenfassung der zulässigen Frachten von 3 Jahren möglich

Die in Tabelle 2 genannten Nährstofffrachten gelten für die Standorte, die aufgrund einer Bodenuntersuchung (vgl. Abschn. III) in die Nährstoffversorgungsstufe "C" nach VDLUFA - Düngungsempfehlungen einzuordnen sind. Für Böden der Versorgungsstufe "A" sind die 2fachen, für solche der Versorgungsstufe "B" die 1,5fachen und für Böden der Versorgungsstufe "D" die 0,5fachen Nährstofffrachten zulässig. Ergibt die Bodenuntersuchung eine Einordnung in Versorgungsstufe "E" ist eine Biokompost- und Klärschlammasbringung nicht zulässig.

Die im Klärschlamm und Biokompost zur Verwertung enthaltenen Gesamtgehalte an Phosphat und Kalium sind auf die zulässigen Frachten voll anzurechnen. Bei der einmaligen Ausbringung dürfen die Phosphatfrachten für maximal 3 Jahre zusammengefaßt werden.

## 5.2 Schadstoffe

Wesentlich für die Beurteilung einer Abfallverwertung bei Maßnahmen der Rekultivierung ist der mit ihr verbundene Eintrag an Schadstoffen.

Die vorliegenden technischen Anforderungen sind eine Beurteilungsgrundlage für eine herzustellende Bodenschicht, deren Bodenfunktionen für eine künftige Nutzung nicht beeinträchtigt sein dürfen. Es wird deshalb das hergestellte Bodensubstrat/Abfallgemisch bewertet. Dabei ist es unerheblich, ob dieses Gemisch in situ oder in einer Anlage hergestellt wird. Bei der Herstellung eines Gemisches in situ wird die übliche Einarbeitungstiefe auf 30 cm festgelegt, um anaerobe Prozesse zu unterbinden. Diese Tiefe wird als Berechnungsgrundlage angenommen.

Die Anforderungen an die Schadstoffgehalte der Biokomposte und Klärschlämme sind in Abschnitt II dargestellt.

Bei der Rekultivierung von Flächen ist unter dem Schadstoffaspekt ein Einsatz von Klärschlamm und Biokompost zulässig, wenn der Schadstoffgehalt im Bodensubstrat/Abfallgemisch die Gehalte der vor dem Abbau vorhandenen Böden nicht überschreitet. Hierzu können hilfsweise das 50er bzw. 90er Perzentil der regional vorkommenden Hintergrundwerte von gewachsenen landwirtschaftlich genutzten Böden herangezogen werden. Weiterhin darf der Bodengrenzwert der Klärschlammverordnung nicht überschritten werden.

Die Hintergrundwerte für Böden des ländlichen Raumes können gebietstypisch von den Ländern festgelegt werden. Beispielhaft für die Flächen des Braunkohlenbergbaus sind für das Mitteldeutsche und das Lausitzer Revier die entsprechenden Bodenwerte im Anhang 2 dargestellt. Weitere Hinweise zu Hintergrundwerten sind dem LABO-Bericht "Hintergrund- und Referenzwerte von Böden" zu entnehmen.

Es ist sicherzustellen, daß das Sickerwasser nicht mehr als geringfügig belastet ist. Zur Beurteilung sind die Prüfwerte aus den "Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden" der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) heranzuziehen. Diese Prüfwerte werden in der Regel bei denen nach diesen Anforderungen auf den Boden gelangenden Schadstofffrachten nach dem jetzigen Kenntnisstand nicht überschritten.

Bei regional erhöhten Hintergrundwerten können für den Einbau besondere Bodenwerte zugelassen werden, wenn das Verschlechterungsverbot eingehalten wird. Dies bedeutet, daß durch die Verwertung der Abfälle keine Erhöhung der Schadstoffgehalte im Boden erfolgen darf. Das Vorgehen ist mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

## 6. Untersuchungsumfang

Die Verwertung von Biokompost und Klärschlamm auf devastierten Flächen erfordert sowohl die Anforderungen an den Verwertungsort als auch die Qualität des zu verwertenden Abfalles durch Untersuchungen zu charakterisieren. Die Untersuchungen erfolgen nach den Vorschriften in Abschnitt III.

Vor einer Untersuchung und Bewertung eines Abfalles ist eine aussagekräftige Beschreibung seiner Herkunft und des geplanten Verwertungsvorhabens vorzulegen (Deklarationspflicht), z.B. in Anlehnung

an Nr. II.2 "Anforderungen an die Unterlagen" der Verwaltungsvorschrift zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Reststoffen nach § 5 Abs. 3 Nr. 11 BImSchG.

Abfälle, die verwertet werden sollen, sind getrennt zu halten. Sie dürfen generell vor der Untersuchung und Beurteilung nicht mit anderen Abfällen vermischt werden, auch wenn sie gleiche Abfallschlüssel aufweisen (Vermischungsverbot). Eine Vermischung mit Bodenmaterial zur Herstellung eines begrünungsfähigen Substrates ist erst nach der Analyse auf Schad- und Nährstoffe zulässig.

Die Abfallverwertung ist durch Bestimmung der maßgebenden Parameter im Hinblick auf

- die pflanzenverfügbaren Nährstoffe und
- den Gesamtgehalt von Nähr- und Schadstoffen

zu bewerten. Die jeweiligen Untersuchungsparameter und die Konzentrationen der jeweiligen Inhaltsstoffe werden abfallspezifisch in den Technischen Regeln Abschnitt II festgelegt.

## **7. Qualitätssicherung, Kontrolle und Dokumentation**

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Abfällen erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen. Dies ist für die Wiedernutzbarmachung von Flächen, die vom Bergbau in Anspruch genommen waren, die Bergbehörde.

Als Dokumentationsstandard kann folgende Tabelle verwendet werden.

**Tab. 3: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation**

Lieferant	Transporteur Einbaufirma	Träger der Maßnahme	
x	x	x	Ort der Verwertung,(Lage, Koordinaten)
x	x	x	Art der Maßnahme
x	x	x	Art und Herkunft des Abfalles z. V.
x		x	Gütenachweis,Analyseergebnisse
x	x	x	Menge
		x	Hydrogeologische Verhältnisse
x	x		Träger der Maßnahme
	x	x	Lieferant
x		x	Transporteur
x	x	x	Verwertungsfirma

## II. TECHNISCHE REGELN FÜR DIE VERWERTUNG VON BIOKOMPOST UND KLÄRSCHLAMM BEI DER REKULTIVIERUNG

### 1. Ziele der Rekultivierung und Anforderungen an die Ausbringung

Die Rekultivierung hat nach den Geboten von Nachhaltigkeit und Nützlichkeit zu erfolgen.

Ziel der Rekultivierung devastierter Fläche in diesem Sinne ist:

- den Anteil der organischen Substanz im Oberboden zu erhöhen,
- pflanzenverfügbare Nährstoffe zuzuführen,
- den pH-Wert zu regulieren,
- das Bodenleben anzuregen,
- den Wasserhaushalt des Standortes zu verbessern.

Zu vermeiden sind hierbei Verschlechterungen der Bodenfunktionen durch:

- Schadstoffeintrag, der die geringe Belastbarkeit der Bodensubstrate übersteigt,
- nicht bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr,
- Verdichtungen.

Der Erfolg einer Rekultivierung wird insbesondere an den physikalischen Eigenschaften der neu hergestellten Böden deutlich. Durch wohlüberlegte Auswahl geeigneten Bodenmaterials und den schonenden Umgang mit demselben wird der wesentlichste Beitrag zum Gelingen der Maßnahme geleistet.

Als flächenhafte Folgenutzungen können sowohl landwirtschaftliche, forstliche, gartenbauliche Nutzung oder Naturschutzflächen vorgesehen sein. In Abhängigkeit der Nutzungsintensität und Nutzungsart sind an die Wiedernutzbarmachung unterschiedliche Anforderungen zu stellen.

Für die Rekultivierung ist geeignetes Bodenmaterial zu verwenden.

**Gut geeignet sind:**

quartäre bindige Böden/Bodenmaterial

**Geeignet sind:**

quartäre, weniger bindige bis sandige Böden/Bodenmaterial

**Weniger geeignet sind:**

kiesige, skeletthaltige oder stark bindige Böden/Bodenmaterial

**Im Einzelfall geeignet sind:**

alle anderen Substrate

Bei der Anwendung von organischen Abfällen zur Verwertung bei der Rekultivierung sind die Grundsätze der guten "fachlichen Praxis" (§1a DMG) zu beachten, die in Grundzügen auch in § 3 der Klärschlammverordnung dargelegt sind.

Eine Ausbringung ist zu unterlassen, wenn

- die zur Anwendung vorgesehene Fläche nicht ordnungsgemäß für die Rekultivierung vorbereitet ist (z.B. Standsicherheit),
- das Bodensubstrat < 5 % Tongehalt hat,
- der pH-Wert der Grundmelioration nicht dauerhaft pH 5 überschreitet,
- das zu rekultivierende Gebiet innerhalb Wasserschutzzone I - II liegt,
- innerhalb von 10 m des Aufbringungsbereiches Oberflächengewässer liegen.

Die Abfälle zur Verwertung sind nach Möglichkeit in einem Arbeitsgang ohne Zwischenbefahrung aufzutragen. Die Einarbeitung hat sofort im Anschluß an die Ausbringung zu erfolgen.

Nach der Abfallausbringung sind die Flächen frühestmöglich zu begrünen. Dabei sollten länderspezifische Bewirtschaftungsempfehlungen beachtet werden.

## 2. Anforderungen an die Abfälle zur Verwertung

### 2.1 Biokompost

Biokompost im Sinne dieser technischen Regeln ist organisches Material aus biogenen Abfällen zur Verwertung, die unter aeroben Bedingungen einem Ab- bzw. Umbau unterlegen waren.

Diese technischen Regeln gelten für die Verwertung von Komposten aus

- Bioabfällen (biogene Haushaltsabfälle), Parkabfällen und biogene "Rückstände" aus Maßnahmen der Landespflege
- Rindenkomposte
- Grüngutkomposte.

Komposte die im Rahmen der Rekultivierung eingesetzt werden, haben mindestens die Qualitätsanforderungen des LAGA Merkblatt M 10 in der jeweils gültigen Fassung zu erfüllen, wobei derzeit der Entwurf des Merkblattes M 10 vom Mai 1994 zugrunde zu legen ist.

### 2.1.1 Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr

Generell dürfen mit einer einmaligen Kompostanwendung im Rahmen von Rekultivierungsmaßnahmen keine höheren Nährstofffrachten pro ha ausgebracht werden, als die in Abschnitt I, Kap. 5.1.2 genannten.

**15 % des organischen gebundenen Stickstoffes sind für das 1. Jahr anzurechnen.**

### 2.1.2 Schadstoffe

In Tabelle 4 sind die im Entwurf des LAGA Merkblattes M 10 (Stand Anfang 1995) vorgesehenen Gehalte der anorganischen Schadstoffe dargestellt, die in verwertbaren Komposten eingehalten werden müssen (vgl. Abschnitt I, Kap. 5.1.3).

**Tabelle 4: Maximal zulässige Konzentrationen an Schwermetallen in Biokomposten für Rekultivierungsmaßnahmen in mg/kg Trockensubstanz (normiert auf 30 % organische Trockensubstanz im Kompost)**

Blei	150
Cadmium	1,5
Chrom	100
Kupfer	100
Nickel	50
Quecksilber	1
Zink	400

Den Ländern bleibt es überlassen, abweichend von den in Tabelle 4 genannten zulässigen Gehalten, strengere Obergrenzen der Verwertbarkeit festzulegen (Bsp. Komposterlaß Baden-Württemberg).

Durch das ubiquitäre Vorkommen chlororganischer Chemikalien ist eine Grundbelastung von Chlorbenzolen/Chlorphenolen sowie Dioxinen/Furanen in allen Abfällen und Reststoffen unvermeidbar.

Zahlreiche Untersuchungen von Biokompost ergaben Hinweise auf eine derzeit unvermeidbare Grundbelastung

Bisher bekannte Meßwerte bei Biokompost liegen für

- PCDD/F bei Werten von 2 bis 40 ng I-TEq/kg TS
- PCB bei Werten von ca 0,01 bis 0,1 mg/kg TS je Einzelkongener (28, 52, 101, 138, 153, 180).

Aus Vorsorgegründen haben Betreiber von Kompostierungsanlagen mindestens einmal jährlich Untersuchungen über die Gehalte an organischen Schadstoffen wie PCB und PCDD/F der zuständigen Behörde vorzulegen.

Liegt eine Erhöhung von Meßwerten über den o.g. Bereich dieser Schadstoffe oder der Verdacht auf erhöhte Kontamination mit weiteren organischen Schadstoffen durch die Verwendung von Kompostrohstoffen aus belasteten Gebieten vor, entscheidet die zuständige Behörde über Art und Umfang weitergehender Untersuchungen und evtl. zusätzliche Maßnahmen.

Auf die Festlegung von Grenzwerten für organische Schadstoffe im Biokompost wurde verzichtet, weil durch die nach diesen Anforderungen ausgebrachten Frachten nur zu einer geringfügigen Schadstoffanreicherung im Boden führen.

## 2.2 Klärschlamm

**Klärschlämme** im Sinne dieser technischen Regeln sind solche entsprechend der Klärschlammverordnung.

**Klärschlammkomposte** im Sinne dieser technischen Regeln sind das durch das gemeinsame Verrotten von entwässertem Klärschlamm und Strukturmaterial entstandene Produkt.

Die zu verwertenden Klärschlämme müssen mindestens 25 % Trockenmasse aufweisen.

### 2.2.1 Bedarfsgerechte Nährstoffzufuhr

Generell dürfen mit einer einmaligen Klärschlammabgabe im Rahmen von Rekultivierungsmaßnahmen keine höheren Nährstofffrachten pro ha ausgebracht werden, als die in Abschnitt I, Kap. 5.1.2 genannten.

In Erweiterung zu den Vorschriften der Klärschlammverordnung ist der  $\text{NO}_3\text{-N}$  Gehalt zu bestimmen.

20 % des organisch gebundenen Stickstoffs sind im ersten Jahr auf die Nährstofffracht anzurechnen.

### 2.2.2 Schadstoffe

In Tabelle 5 und 6 sind die in der Abfallklärverordnung festgelegten Gehalte an Schadstoffen dargestellt, die in verwertbaren Klärschlämmen bei der Rekultivierung devastierter Flächen nicht überschritten werden dürfen (vgl. Abschnitt I, Kap 5.2).

**Tabelle 5: Maximal zulässige Konzentrationen an Schwermetallen in Klärschlämmen für Rekultivierungsmaßnahmen (in mg/kg Trockensubstanz)**

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

Die einzuhaltenden Werte für organische Schadstoffe sind in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 6: Maximal zulässige Konzentrationen an organischen Schadstoffen in Klärschlämmen für Rekultivierungsmaßnahmen (Bezug Trockensubstanz (TS))**

PCB (6) mg/kg TS	0,2 pro Kongener
PCDD/F ng I-TEq/kg TS	100

### **III. PROBENNAHME, PROBENBEHANDLUNG UND ANALYTIK**

Die Anleitung gibt vor, wie bei der Probennahme, Probenaufbereitung und Analyse von

- Böden und Substraten sowie
- Abfall zur Verwertung

im einzelnen vorzugehen ist.

Grundlage für die nach diesen technischen Anforderungen erforderlichen Untersuchungen sind darüber hinaus die einschlägigen DIN-Normen in der jeweils gültigen Fassung.

Die Anleitung gibt vor, wie bei der Probennahme, der Probenbehandlung und der Analytik im einzelnen verfahren werden soll.

#### **1. Probennahme**

Die Probennahme ist so durchzuführen, daß das zu beurteilende Material repräsentativ erfaßt wird. Die verschiedenen Untersuchungsebenen erfordern ein differenziertes Vorgehen bei der Probennahme. Dies betrifft insbesondere die Anzahl der zu entnehmenden Proben und die Wahl des geeigneten Probenahmeverfahrens.

##### **1.1 Böden und Substrate**

Ziel ist, mit der Untersuchung den Ist-Zustand der zu rekultivierenden Fläche zu erfassen.

Zur Ermittlung der Substratkennwerte sind homogene Böden und Substrate nach einem regelmäßigen geometrischen Raster zu beproben. Heterogene Untersuchungsflächen sind zu unterteilen.

Die Probennahme sowie die Auswertung der Untersuchungsergebnisse sind von erfahrenem Personal mit bodenkundlicher Fachausbildung durchzuführen.

Die Grenzen einer Probennahmefläche hängen von der Art und Größe des Rekultivierungsgebietes ab. Die Größe einer Probennahmefläche darf max. 1 ha betragen.

Die Mindestanzahl der Probennahmepunkte beträgt auf Flächen  $< 1.000 \text{ m}^2$  15, auf Flächen zwischen  $1.000$  und  $10.000 \text{ m}^2$  25.

An den Probennahmepunkten ist die jeweils gleiche Menge an Bodenmaterial (massenproportional) zu entnehmen und zu einer Mischprobe zu vereinigen.

Beprobt wird von der Geländeoberfläche bis zu der tiefsten Schicht, die von der Rekultivierung betroffen ist, mindestens jedoch 30 cm. Die Probennahme erfolgt schichtweise. Die Schichten sollten eine Mächtigkeit von 30 cm nicht überschreiten. Schichten größerer Mächtigkeiten sind zu unterteilen. Für die Probennahme sind handelsübliche Bohrer aus gehärtetem Stahl zu verwenden, um Kontaminations- und Adsorptionseffekte zu vermeiden.

Insbesondere sind zylindrische Bohrer geeignet. Bei Verwendung eines Spatens, einer Schaufel oder ähnlichem Gerät ist darauf zu achten, daß das entnommene Bodenstück über die gesamte Beprobungstiefe eine konstante Dichte hat (repräsentativer Anteil). Die Verschleppung von Probenahmematerial verschiedener Probenahmepunkte, -flächen, -horizonte oder -lagen ist auszuschließen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß das Probenmaterial vollständig in das entsprechende Transportgerät überführt wird. Das Probennahmegerät ist vor jeder Benutzung durch Entfernen anhaftender Bodenpartikel zu reinigen.

Die Bodenmischprobe wird auf einer Stahlplatte durch Aufkegeln und Vierteln homogenisiert und verkleinert, so daß die entstehende Laborprobe etwa 1000 g umfaßt.

Die Laborproben werden in geeignete Probengefäße überführt. Auch hier ist auf das verwendete Gefäßmaterial zu achten.

Verfahrensweisen und Ergebnisse der Probennahme sind in geeigneter Weise zu dokumentieren. Dazu ist ein Probennahmeprotokoll anzufertigen (Formblatt "Probenahme siehe Anhang).

Die Ansprache des Substrates wird nach der Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA 4 i.V.) durchgeführt.

Das Probennahmeprotokoll wird dem Dokumentationsteil der Bodenuntersuchung beigelegt.

## 1.2 Abfälle zur Verwertung

### 1.2.1 Biokompost

Die Probennahme, Probenvorbereitung und Untersuchung von Komposten hat nach den einschlägigen Probenahmeverordnungen, z.B. der Bundesgütegemeinschaft Kompost bzw. der LAGA - AG "M 10" zu erfolgen.

### 1.2.2 Klärschlamm

Die Probennahme, Probenvorbereitung und Untersuchung von Klärschlämmen hat nach den einschlägigen Probennahmenvorschriften der Klärschlammverordnung zu erfolgen.

## 2. Probenbehandlung

### 2.1 Konservierung, Transport und Lagerung

Aufbewahrung von Proben vor Ort, während des Transportes und im Labor sind Teilschritte der Untersuchung und daher bis ins Detail zu planen, mit großer Sorgfalt durchzuführen und zu dokumentieren.

Für den Transport und Lagerung sind geeignete, dicht schließende Gefäße erforderlich. Sie sind vor dem Einsatz sehr gründlich zu reinigen. Die Behälter müssen so beschaffen sein, daß Beeinflussungen der Probe durch Bestandteile des Behältermaterials ausgeschlossen sind. In der Regel stellen Glasbehälter die geeignetsten Probebehälter dar.

Die Veränderung lichtempfindlicher Parameter ist durch Aufbewahrung in dunklen Gefäßen zu minimieren. Das Probenmaterial ist nach der Entnahme sofort in die dafür vorgesehenen Gefäße zu überführen. Der Transport ins Labor soll schnell, gekühlt und dunkel erfolgen.

Die Proben sind im Labor umgehend zur Analyse vorzubereiten und auch zu analysieren oder so aufzubewahren, daß keine Veränderungen im Material auftreten, die das spätere Untersuchungsergebnis beeinflussen (einfrieren, gefriertrocknen, chemisch konservieren).

### 2.2 Probenvorbereitung, Gewinnung der Analysenprobe

Zur Probenvorbereitung gehören die Vorgänge des Trocknens, des Mischens, des Zerkleinerns und Mahlens der Proben. Wie bei der Lagerung der Proben ist auch hier darauf zu achten, daß diese nicht durch äußere Einflüsse in ihrer Beschaffenheit verändert werden.

### 3. Analysenverfahren

Zur Ermittlung der Gesamtgehalte der anorganischen Schadstoffe sowohl bei Böden und Abfällen zur Verwertung erfolgt der Aufschluß mit Königswasser gemäß DIN 38414 -T.7. Die nachfolgende Bestimmung des säurelöslichen Anteils von Metallen erfolgt nach den in den Tabellen angegebenen Methoden.

Die im weiteren anzuwendenden Verfahren sind in den Tabellen dargestellt.

**Tabelle 7: Untersuchung der Schadstoffgesamtgehalte Böden**

<b>Parameter</b>	<b>Analysenverfahren</b>
Blei	DIN 38 406 - E 6-3
Cadmium	DIN 38 406 - E 19-2
Chrom	DIN 38 406 - E 10-2/E 22
Kupfer	DIN 38 406 - E 7-2/E 22
Nickel	DIN 38 406 - E 11-2
Quecksilber	DIN 38 406 - E 12-3
Zink	DIN 38 406 - E 8-1/E 22
PCB (Su. 6)	DIN 38 414 - S 20 (Entwurf)
PCDD/F	analog Klärschlammverordnung

**Tabelle 8: Untersuchung der Schadstoffgesamtgehalte Kompost**

Parameter	Analysenverfahren
Blei	DIN 38 406 - E 6-3
Cadmium	DIN 38 406 - E 19-2
Chrom	DIN 38 406 - E 10-2/E 22
Kupfer	DIN 38 406 - E 7-2/E 22
Nickel	DIN 38 406 - E 11-2
Quecksilber	DIN 38 406 - E 12-3
Zink	DIN 38 406 - E 8-1/E 22
PCB (Su. 6)	DIN 38 414 - S 20 (Entwurf)
PCDD/F	analog Klärschlammverordnung

**Tabelle 9: Untersuchung der Schadstoffgesamtgehalte Klärschlamm**

Parameter	Analysenverfahren
Blei	analog Klärschlammverordnung
Cadmium	analog Klärschlammverordnung
Chrom	analog Klärschlammverordnung
Kupfer	analog Klärschlammverordnung
Nickel	analog Klärschlammverordnung
Quecksilber	analog Klärschlammverordnung
Zink	analog Klärschlammverordnung
PCB (Su. 6)	analog Klärschlammverordnung
PCDD/F	analog Klärschlammverordnung

**Tabelle 10: Sonstige Bodenuntersuchungen**

Parameter	Analysenverfahren
Wassergehalt	DIN 38 414, Teil 2 (Ausgabe November 1985) (Trockenrückstand)
CAL-Phosphat CAL-Kalium CaCl <sub>2</sub> Magnesium	VDLUFA (Hrsg.): Methodenhandbuch I VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1991
pH-Wert CaCl <sub>2</sub> Körnung	DIN 38 414, Teil 5 (Ausgabe September 1981) DIN 19683, Teil 2 (April 1973)
Austauschhäufigkeit	Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft (Hrsg.): Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grund- wassers mit Nitrat, S. 17, Oldenburg 1992

Tabelle 11: Sonstige Kompostuntersuchungen

Parameter	Analysenverfahren
Wassergehalt	DIN 38 414, Teil 2 (Ausgabe November 1985) (Trockenrückstand)
Gesamt-Stickstoff	DIN 19 684, Teil 4 (Ausgabe Februar 1977) (Destillationsverfahren)
Nitrat-Stickstoff	DIN 38 409, Teil 9 (Ausgabe Mai 1979), Methoden zur Untersuchung von Kompost nach Bundesgütegemeinschaft Kompost
Ammonium-Stickstoff	DIN 38 406, Teil 5 (Ausgabe Oktober 1983)
Kohlenstoff	DIN 38 414, Teil (Ausgabe November 1985), Methoden zur Untersuchung von Kompost nach (Glühverlust)
Phosphat	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988), Methoden zur Untersuchung von Kompost nach Bundesgütegemeinschaft Kompost
Kalium	DEV Verfahren E 13 (5. Lieferung 1968), DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
Basisch wirksame Stoffe	Anhang I AbfklärV vom 15. April 1992, BGBl. I S. 917-918
Magnesium	DIN 38 406, Teil 3 (Ausgabe September 1982)
Mangan	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
Bor	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
pH-Wert CaCl <sub>2</sub>	DIN 38 414, Teil 5 (Ausgabe September 1981)
Rottegrad	LAGA-Merkblatt M 10
Pflanzenvertr.	Methoden zur Untersuchung von Kompost nach Bundesgütegemeinschaft Kompost
Körnung	LAGA-Merkblatt M 10

**Tabelle 12: Sonstige Klärschlammuntersuchungen**

Parameter	Analyseverfahren
Wassergehalt	DIN 38 414, Teil 2 (Ausgabe November 1985) (Trockenrückstand)
Gesamt-Stickstoff	DIN 19 684, Teil 4 (Ausgabe Februar 1977) (Destillationsverfahren)
Nitrat-Stickstoff	DIN 38 409, Teil 9 (Ausgabe Mai 1979),
Ammonium-Stickstoff	DIN 38 406, Teil 5 (Ausgabe Oktober 1983)
Kohlenstoff	DIN 38 414, Teil (Ausgabe November 1985),
Phosphat	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988),
Kalium	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
Basisch wirksame Stoffe	Anhang 1 AbfklärV vom 15. April 1992, BGBI. I S. 917-918
Magnesium	DIN 38 406, Teil 3 (Ausgabe September 1982)
Mangan	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
Bor	DIN 38 406, Teil 22 (Ausgabe März 1988)
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	DIN 38 414, Teil 5 (Ausgabe September 1981)

## Anhang 1: Beispielrechnung

	Parameter	Werte
<b>Kompost:</b>	Wassergehalt	40 Gew. %
	Volumengewicht	700 g/l
	Stickstoff (N-gesamt)	0,8 % TS
	Stickstoff (N-min)	100 mg/l FM
	Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ges)	1 % TS
	Kalium (K-gesamt)	0,7 % TS
<b>Standort:</b>	Nutzungskategorie	II
	hydrogeologische Standortverhältnisse	C
	Versorgungsstufe	A
<b>Frachten:</b>	Stickstoff	85 kg
	Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	160 kg
	Kalium (K <sub>2</sub> O)	300 kg

In einer t Kompost TM sind enthalten:

- 1)  $N_{ges} = 8 \text{ kg}$  (0,8 % Ges.N \* 1000 kg)  
 $N_{min} = 0,24 \text{ kg}$  (100 mg Nmin/l FM und 700 g FM/l entspricht dies bei 40 % Wasser  
420 g TS/l oder 100 mg Nmin/420 g TS  
bei 1.000 g TS ergeben 240 mg Nmin  
bei 1.000 kg sind somit 240 g Nmin vorhanden)

$$N_{org.} = 8 \text{ kg} - 0,24 \text{ kg} = 7,76 \text{ kg}$$

$$\text{Verfügbare Stickstoff} = 0,24 \text{ kg} + [7,76 \text{ kg} \times 0,15 \text{ (vgl. 5.1.2)}] = 1,4 \text{ kg}$$

$$\text{Auszubringende Kompost-Menge nach N} = 85 \text{ kg} : 1,4 \text{ kg} = \quad \quad \quad \mathbf{61 \text{ t Kompost TM}}$$

- 2)  $(P_2O_5) = 1000 \text{ kg} * 1\% = 10 \text{ kg}$

$$\text{Auszubringende Kompostmenge nach P} = 160 \text{ kg} : 10 \text{ kg} = \mathbf{16 \text{ t Kompost TM}}$$

Bei einer erlaubten Zusammenfassung von 3 Jahresgaben ergeben sich

$$16 \text{ t} * 3 = \mathbf{48 \text{ t Kompost TM}}$$

- 3)  $(K_2O) = 1000 \text{ kg} * 0,7\% = 7 \text{ kg}$

$$\text{Auszubringende Kompostmenge nach K} = 300 \text{ kg} : 7 \text{ kg} = \quad \quad \quad \mathbf{42 \text{ t Kompost TM}}$$

**Kalium** stellt in diesem **BEISPIEL** den limitierenden Faktor dar. Bei anderer Nährstoffzusammensetzung können auch Stickstoff oder Phosphat den limitierenden Faktor für die aufzubringende Kompostfracht darstellen.

**Anhang 2 a : Hintergrundwerte für Oberböden ländlich geprägter  
Braunkohlentagebau-Regionen in den neuen Bundesländern  
(50iger Perzentil) in mg/kg Bodentrockensubstanz)**

Lausitz (Brandenburg/ Nordsachsen)	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck- silber	Zink
Sand	12	0,2	6	4,5	4	0,04	19
Lehm	14	0,2	15	6,6	9	*	27
Sand-Lehm	14	0,2	*	4	*	*	17
Niedermoor	24	0,01	1	8	4	*	26

\* liegen z. Z. noch nicht vor

Mitteldeutschland (Sachsen)	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck- silber	Zink
Sand	22	0,1	12	8	5	0,08	32
Löß	30	0,2	20	14	12	0,1	60
Gneis	75	0,5	28	21	15	0,1	131
Tonschiefer/ Phyllit	50	0,3	27	28	27	0,2	125

**Anhang 2 b: Hintergrundwerte für Oberböden ländlich geprägter Braunkohlentagebau-Regionen in den neuen Bundesländern (( 90 - iger Perzentil) in mg/kg Bodentrockensubstanz)**

Lausitz (Brandenburg/ Nordsachsen)	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck- silber	Zink
Sand	24	0,3	11	9	6	0,08	41
Lehm	23	0,3	20	11	12	0,08	46
Sand-Lehm	*	*	*	*	*	0,08	*
Niedermoor	31	0,2	15	15	7	0,08	45

\* liegen z. Z. noch nicht vor

Mitteldeutschland (Sachsen)	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Queck- silber	Zink
Sand	33	0,3	40	16	12	0,13	66
Löß	46	0,5	30	23	18	0,17	92
Gneis	184	1,2	46	35	23	0,2	215
Tonschiefer/ Phyllit	78	0,6	55	46	58	0,29	175

### Anhang 3: Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

#### Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Entnehmende Stelle

Zweck der Probenahme

1. Probenahmestelle: \_\_\_\_\_  
(Bezeichnung, Nr. im Lageplan)
2. Lage: TK \_\_\_\_\_ Rechts \_/ \_/ \_/ \_/ \_/ Hoch \_/ \_/ \_/ \_/ \_/
3. Zeitpunkt der Probenahme Datum/Uhrzeit: \_\_\_\_\_
4. Art der Probe (Boden/Kompost, etc.) \_\_\_\_\_
5. Entnahmegesetz \_\_\_\_\_
6. Art der Probennahme Einzelprobe [  ]  
Mischprobe [  ]

6a. bei Mischproben: Zahl der Einzelproben \_\_\_\_\_

7. Entahmedaten:

Probenbezeichnung/

-nummer

Entnahmetiefe

Farbe

Geruch

Probenmenge

Probenbehälter

Probenkonservierung

8. Bemerkungen/Begleitinformationen \_\_\_\_\_

[  ] Fortsetzung siehe Rückseite

Ort

Probenehmer/Fahrer

Anhang 4

**Klärschlammfrachten (in t TM) begrenzt durch verfügbaren Stickstoff**

N-Gesamtgehalte 0,5 - 4, bei standardisierten NH<sub>4</sub>-Gehalten

Ges.-Gehalt	Hydrogeol. Stand.		A					B					C				
	Nutzungskategorie	kg verfügbares N	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
0,5	0,22		32	23	16	9	0	55	32	23	16	9	77	55	32	23	16
1	0,44		16	11	8	5	0	27	16	11	8	5	39	27	16	11	8
1,5	0,66		11	8	5	3	0	18	11	8	5	3	26	18	11	8	5
2	0,88		8	6	4	2	0	14	8	6	4	2	19	14	8	6	4
2,5	1,1		6	5	3	2	0	11	6	5	3	2	15	11	6	5	3
3	1,32		5	4	3	2	0	9	5	4	3	2	13	9	5	4	3
3,5	1,54		5	3	2	1	0	8	5	3	2	1	11	8	5	3	2
4	1,76		4	3	2	1	0	7	4	3	2	1	10	7	4	3	2

Anhang 5

**Klärschlammfrachten (in t TM) begrenzt durch Phosphat**  
 Zusammenfassung von drei Jahresgaben möglich

Versorgungsstufe Nutzungskategorie kg Phosphat	A					B					C					D				
	I 200	II 160	III 120	IV 80	V 40	I 150	II 120	III 90	IV 60	V 30	I 100	II 80	III 60	IV 40	V 20	I 50	II 40	III 30	IV 20	V 10
Gehalt in %	20	16	12	8	4	15	12	9	6	3	10	8	6	4	2	5	4	3	2	1
1	7	5	4	3	1	5	4	3	2	1	3	3	2	1	1	2	2	1	1	0
2	4	3	2	1	1	4	3	2	2	1	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1
3	4	3	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0
4	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0
5	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0
6	3	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
7	3	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
8	2	2	1	1	0	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	2	2	1	1	0	2	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	2	2	1	1	0	2	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 6

Klärschlammfrachten (in t TM) begrenzt durch Kalium

Versorgungsstufe Nutzungskategorie kg Kalium (K <sub>2</sub> O) Gehalt in %	A					B					C					D				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
400	300	240	160	80	300	225	180	120	60	200	150	120	80	40	100	75	60	40	20	100
0,1	400	300	240	160	80	300	225	180	120	60	200	150	120	80	40	100	75	60	40	20
0,2	200	150	120	80	40	150	113	90	60	30	100	75	60	40	20	50	38	30	20	10
0,3	133	100	80	53	27	100	75	60	40	20	67	50	40	27	13	33	25	20	13	7
0,4	100	75	60	40	20	75	56	45	30	15	50	38	30	20	10	25	19	15	10	5
0,5	80	60	48	32	16	60	45	36	24	12	40	30	24	16	8	20	15	12	8	4
0,6	67	50	40	27	13	50	38	30	20	10	33	25	20	13	7	17	13	10	7	3
0,7	57	43	34	23	11	43	32	26	17	9	29	21	17	11	6	14	11	9	6	3
0,8	50	38	30	30	10	38	28	23	15	8	25	19	15	10	0	0	0	0	0	0
0,9	44	33	27	18	9	33	25	20	13	7	22	17	13	9	4	11	8	7	4	2
1	40	30	24	16	8	30	23	18	12	6	20	15	12	4	2	5	4	3	2	1

Anhang 7

Kompostfrachten (in t TM) begrenzt durch Stickstoff

N-Gesamtgehalte 0,8 - 1,5 %, bei mittlerem N min -Anteil

Ges.-Gehalt	Hydrogeol. Stand. Nutzungskategorie kg verfügbares N	A					B					C				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
0,8	0,14125	50	35	25	14	0	85	50	35	25	14	120	85	50	35	25
0,9	0,15625	45	32	22	13	0	77	45	32	22	13	109	77	45	32	22
1	0,17125	41	29	20	12	0	70	41	29	20	12	99	70	41	29	20
1,1	0,18625	38	27	19	11	0	64	38	27	19	11	91	64	38	27	19
1,2	0,20125	35	25	17	10	0	60	35	25	17	10	84	60	35	25	17
1,3	0,21625	32	23	16	9	0	55	32	23	16	9	79	55	32	23	16
1,4	0,23125	30	22	15	9	0	52	30	22	15	9	74	52	30	22	15
1,5	0,24625	28	20	14	8	0	49	28	20	14	8	69	49	28	20	14

Anhang 8

**Kompostfrachten (in t TM) begrenzt durch Phosphat**

Zusammenfassung von drei Jahressgaben möglich

Versorgungsstufe Nutzungskategorie kg Phosphat	A					B					C					D				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Gehalt in %	200	160	120	80	40	150	120	90	60	30	100	80	60	40	20	50	40	30	20	10
0,4	50	40	30	20	10	38	30	23	15	8	25	20	15	10	5	13	10	8	5	3
0,5	40	32	24	16	8	30	24	18	12	6	20	16	12	8	4	10	8	6	4	2
0,6	33	27	20	13	7	25	20	15	10	5	17	13	10	7	3	8	7	5	3	2
0,7	29	23	17	11	6	21	17	13	9	4	14	11	9	6	3	7	6	4	3	1
0,8	25	20	15	10	5	19	15	11	8	4	13	10	8	5	3	6	5	4	3	1
0,9	22	18	13	9	4	17	13	10	7	3	11	9	7	4	2	6	4	3	2	1
1	20	16	12	8	4	15	12	9	6	3	10	8	6	4	2	5	4	3	2	1

Anhang 9

Kompostfrachten (in t TM) begrenzt durch Kalium

Versorgungsstufe Nutzungskategorie kg Kalium (K <sub>2</sub> O)	A					B					C					D				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Gehalt in %	400	300	240	160	80	300	225	180	120	60	200	150	120	80	40	100	75	60	40	20
0,6	67	50	40	27	13	50	38	30	20	10	33	25	20	13	7	17	13	10	7	3
0,7	57	43	34	23	11	43	32	26	17	9	29	21	17	11	6	14	11	9	6	3
0,8	50	38	30	20	10	38	28	23	15	8	25	19	15	10	5	13	9	8	5	3
0,9	44	33	27	18	9	33	25	20	13	7	22	17	13	9	4	11	8	7	4	2
1	40	30	24	16	8	30	23	18	12	6	20	15	12	8	4	10	8	6	4	2
1,1	36	27	22	15	7	27	20	16	11	5	18	14	11	7	4	9	7	5	4	2
1,2	33	25	20	13	7	25	19	15	10	5	17	13	10	7	3	8	6	5	3	2
1,3	31	23	18	12	6	23	17	14	9	5	15	12	9	6	0	0	0	0	0	0
1,4	29	21	17	11	6	21	16	13	9	4	14	11	9	6	0	1	1	1	0	0
1,5	27	20	16	11	5	20	15	12	8	4	13	10	8	1	0	1	1	1	0	0