

# Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20

---

4., erweiterte Auflage

Länderarbeitsgemeinschaft  
Abfall (LAGA)  
Geschäftsstelle

Anforderungen an die stoffliche Verwertung von minerali-  
schen Reststoffen/Abfällen — Technische Regeln -

Stand: 6. November 1997

---

**ESV**

ERICH SCHMIDT VERLAG

---

**Abkürzungen:**

MuA HöselBilitewskilSchenkellSchnurer  
Müll- und Abfallbeseitigung (Müll-Handbuch)

TVAB HöselLindner  
Technische Vorschriften für die Abfallbeseitigung

**ISBN 3 503 05011 6**

---

Die "Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)" erscheinen von Fall zu Fall im Erich Schmidt Verlag, 10785 Berlin. Sie können sowohl einzeln als auch zur Fortsetzung bezogen werden. Die Mindestbestellmenge beträgt bei Einzelbezug DM 10,-. Preis der vorliegenden Mitteilung 20: DM 39,80/ÖS 291,-/sfr 37,-.

© Ench Schmidt Verlag GmbH & Co., 1998

Druck: Loibl Druck + Verarbeitung, D-86633 Neuburg

# Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen

## - Technische Regeln -

LAGA --- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

Stand: 6. November 1997

### Inhalt

I.	Allgemeiner Teil	1.2.3.2	Z 1 Eingeschränkter offener Einbau
1.	Auftrag	1.2.3.3	Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
2.	Vorbemerkung	1.2.4	Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation
3.	Problemstellung und Ziele	1.3	Straßenaufbruch
4.	Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen	1.3.1	Definition
4.1	Immissionsschutzrecht	1.3.2	Untersuchungskonzept
4.2	Abfallrecht	1.3.3	Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
4.3	Wasserrecht	1.3.4	Güteüberwachung und Dokumentation
4.4	Bodenschutzrecht	1.4	Bauschutt
4.5	Bergrecht	1.4.1	Definition
4.6	Schlußfolgerungen	1.4.2	Untersuchungskonzept
5.	Begriffe	1.4.3	Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
6.	Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen/Abfällen	1.4.4	Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation
6.1	Vorbemerkung	2.	Schlacken und Aschen aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen
6.2	Allgemeine Anforderungen	2.1	Allgemeines
6.3	Uneingeschränkter Einbau	2.1.1	Gellungsbereich
6.4	Eingeschränkter (nutzungsbezogener) Einbau	2.1.2	Herkunft
7.	Anforderungen an die Reststoff-/Abfalluntersuchung und -bewertung	2.1.3	Untersuchungskonzept und -anforderungen
8.	Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation	2.2	Schlacken und Aschen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (HMV)
II.	Technische Regeln für die Verwertung	2.2.1	Definition
1.	Mineralische Reststoffe und Abfälle aus dem Baubereich, Altlasten und Schadensfällen	2.2.2	Untersuchungskonzept
1.1	Allgemeines	2.2.3	Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
1.1.1	Gellungsbereich	2.2.3.1	Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
1.1.2	Herkunft	2.2.4	Qualitätskontrolle
1.1.3	Untersuchungskonzept und -anforderungen	2.2.5	Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation
1.2	Boden		
1.2.1	Definition		
1.2.2	Untersuchungskonzept		
1.2.3	Bewertung und Folgerungen für die Verwertung		
1.2.3.1	Z 0 Uneingeschränkter Einbau		

- 3. Mineralische Reststoffabfälle aus Gießereien
  - 3.1 Allgemeines
    - 3.1.1 Geltungsbereich
    - 3.1.2 Herkunft
    - 3.1.3 Untersuchungskonzept und -anforderungen
  - 3.2 Gießereisande
    - 3.2.1 Definition
    - 3.2.2 Untersuchungskonzept
    - 3.2.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
      - 3.2.3.1 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
    - 3.2.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation
  - 3.3 Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien
    - 3.3.1 Definition
      - 3.3.1.1 Kupolofenschlacke
      - 3.3.1.2 Elektroofenschlacke
    - 3.3.2 Untersuchungskonzept
    - 3.3.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
      - 3.3.3.1 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau
      - 3.3.3.2 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
    - 3.3.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation
- 4. Aschen und Schlacken aus steinkohlebefeuerten Kraftwerken, Heizkraftwerken und Hetzwerken
  - 4.1 Allgemeines
    - 4.1.1 Herkunft und Geltungsbereich
    - 4.1.2 Untersuchungskonzept und -anforderungen
  - 4.2 Definition
  - 4.3 Untersuchungskonzept
  - 4.4 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung
    - 4.4.1 Z 0 Uneingeschränkter Einbau
    - 4.4.2 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau
    - 4.4.3 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
      - 4.4.3.1 Folgerungen für die Verwertung von Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche (Z2)
      - 4.4.3.2 Folgerungen für die Verwertung von Flugaschen (Z2')
  - 4.5 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

### III.

#### Probenahme und Analytik

- 1. Allgemeine Grundsätze
  - 1.1 Probenahme
    - 1.1.1 Probenahmegeräte
    - 1.1.2 Probenahmeprotokoll
  - 1.2 Probenbehandlung
    - 1.2.1 Konservierung, Transport und Lagerung
    - 1.2.2 Gewinnung der Analysenprobe/Probenvorbereitung
    - 1.2.3 Bestimmung der Gesamtgehalte
      - 1.2.3.1 Arsen und Schwermetalle
      - 1.2.3.2 Organische Inhaltsstoffe
    - 1.2.4 Bestimmung des eluierbaren Anteils
  - 1.3 Analysenverfahren
- 2. Boden
  - 2.1 Allgemeines
  - 2.2 Beprobungspunkte
  - 2.3 Probenahmegeräte
  - 2.4 Entnahme von Bodenproben
  - 2.5 Probenmenge
  - 2.6 Auswahl der Bodenproben für analytische Untersuchungen
- 3. Bauwerke
  - 3.1 Straßen, Wege und sonstige Verkehrsflächen
    - 3.1.1 Allgemeines
    - 3.1.2 Beprobungspunkte
    - 3.1.3 Probenahmegeräte
    - 3.1.4 Entnahme von Proben
    - 3.1.5 Probenmenge
    - 3.1.6 Auswahl der Proben für analytische Untersuchungen.
    - 3.1.7 Auswahl des Analyseverfahrens.
  - 3.2 Gebäude
- 4. Reststoffabfälle
  - 4.1 Allgemeines
  - 4.2 Mineralische Reststoffabfälle aus dem Baubereich, Altlasten und Schadensfällen
    - 4.2.1 Bodenmaterial
    - 4.2.2 Straßenaufbruch
      - 4.2.2.1 Probenahme
      - 4.2.2.2 Analytische Untersuchungen an pechhaltigem Material
    - 4.2.3 Bauschutt
  - 4.3 H MV-Schlacken
  - 4.4 Mineralische Reststoffabfälle aus Gießereien
- 4.5 Aschen und Schlacken aus steinkohlenbefeuerten Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken

## I. Allgemeiner Teil

### 1. Auftrag

In den einzelnen Bundesländern gibt es zur Zeit sowohl von der Seite der zuständigen Behörden als auch von der betroffenen Wirtschaft eine Vielzahl von Aktivitäten mit dem Ziel, Reststoffe bzw. Abfälle in den Stoffkreislauf zurückzuführen und als Sekundärrohstoffe zu verwerten. Bei der Umsetzung dieser Ziele stehen die Beteiligten häufig vor dem Problem, daß es bundesweit keine einheitlichen Grundsätze zur Untersuchung und Bewertung dieser Stoffe aus ökologischer Sicht gibt bzw. die vorhandenen Ansätze präzisiert werden müßten.

Um sicherzustellen, daß es nicht zu einer unterschiedlichen Beurteilung und Behandlung von Verwertungsvorhaben kommt und die bereits vorhandenen Ansätze in den einzelnen Rechtsbereichen und Bundesländern aufeinander abgestimmt und vereinheitlicht werden, wurde auf Beschluß der

37. Umweltministerkonferenz am 21./22. 11. 1991 in Leipzig und der

57. LAGA-Vollversammlung am 27./28.11. 1991 in Magdeburg

eine Bund-/Länder-AG "Vereinheitlichung der Untersuchung und Bewertung von Reststoffen" eingerichtet. Diese Arbeitsgruppe soll die folgenden Aufgaben übernehmen:

- a) Auswahl von Materialien, z. B. MV-Aschen, Schlacken, aufbereiteter Bauschutt, Kompost, die im Sinne der vorgenannten Problematik mengenmäßig relevant sind und regelmäßig für eine Verwendung vorgesehen sind, beispielsweise als Baustoffe.
- b) Festlegung einheitlicher Untersuchungsmethoden und zu untersuchender Parameter.
- c) Festlegung von Güteanforderungen an die einzelnen Materialien unter Berücksichtigung der vorgesehenen Verwendungsmöglichkeiten und -orte.
- d) Erarbeitung von Vorschlägen zur Verbesserung der Aufbereitungstechniken; z. B. bei Schlacken: Temperatur, Zusammensetzung (Feinstanteile entfernen), Lagerdauer.
- e) Erarbeitung von Mindestanforderungen für den Vollzug (u. a. Kontrollen).
- f) Ausarbeitung eines Vorschlags, wie zukünftig die Umsetzung der EG-Bauproduktenrichtlinie bezüglich der o. g. Problematik vorgenommen werden sollte (organisatorische und inhaltliche Bewältigung).
- g) Vorbereitung des Übergangs dieser Aufgaben auf eine Institution, wie z. B. das Institut für Bautechnik, Berlin.

Nicht behandelt wird das Einbringen von Reststoffen/Abfällen

in Gewässer,

in untertägige Hohlräume (Versatz) sowie

das flächenhafte Ein- bzw. Ausbringen in den/auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Boden.

## 2. Vorbemerkung

Der vorgegebene Auftrag wird in drei verschiedenen Textteilen abgearbeitet:

I. Allgemeiner Teil

H. Technische Regeln für die Verwertung

III. Probenahme und Analytik

Der Allgemeine Teil beschreibt die übergreifenden Verwertungsgrundsätze und Rahmenbedingungen, die unabhängig vom jeweiligen Reststoff/Abfall zu beachten sind. Diese Grundsätze orientieren sich an der Forderung, daß durch die Verwertung von Reststoffen/Abfällen "keine unvermeidbaren Umweltbeeinträchtigungen" entstehen dürfen. Sie wurden auch bei der Erarbeitung der Technischen Regeln berücksichtigt.

In Anlehnung an den Abfallbegriff der EG behandelt die vorliegende Schrift Abfälle, die der Verwertung zugeführt werden sollen.

Die Technischen Regeln werden für einzelne Reststoffe/Abfälle bzw. Reststoff-/Abfallgruppen stoffspezifisch erarbeitet. Diese Systematik ermöglicht es, nach einer einheitlichen Gliederung je nach Bedarf die Reststoffe/Abfälle aufzunehmen, die einer Verwertung zugeführt werden sollen. Damit ist sowohl eine Fortschreibung als auch eine Aktualisierung der Technischen Regeln auf der Grundlage des UMK-Beschlusses möglich.

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. Diese gelten nicht für die spezifische Vorgehensweise im Altlastenbereich, z. B. Gefahrenbeurteilung, Ermittlung der Sanierungsnotwendigkeit, Umfang von Sanierungsmaßnahmen oder Festlegung der Sanierungsziele.

Voraussetzung für eine Vereinheitlichung der Untersuchung und Bewertung von Reststoffen/Abfällen ist auch die Festlegung von anerkannten Verfahren für die Probenahme, die Probenaufbereitung und die Analytik. Diese werden im Teil III beschrieben.

Ziel ist es, die Technischen Regeln für die einzelnen Reststoffe/Abfälle bzw. Reststoff-/Abfallgruppen in sich geschlossen darzustellen, so daß dem Benutzer alle für die Untersuchung und Bewertung erforderlichen Informationen zur Verfügung stehen. Die Notwendigkeit, auch die Kapitel für andere Reststoffe/Abfälle lesen zu müssen, entfällt weitgehend. Allerdings sind dadurch Wiederholungen von Aussagen, die für unterschiedliche Reststoffe/Abfälle gleichermaßen gelten, nicht zu vermeiden. [1]

## 3. Problemstellung und Ziele

Die stoffliche Verwertung von Reststoffen/Abfällen stellt ein sehr wichtiges abfallwirtschaftliches und volkswirtschaftliches Instrument dar. Durch die hiermit verbundenen Maßnahmen werden

die Abfallmengen reduziert und damit Deponien entlastet,

Primärrohstoffe und Energie eingespart und damit Natur und Landschaft geschont.

Für den gesamtwirtschaftlichen Erfolg ist es dabei unerheblich, nach welchen gesetzlichen Rahmenbedingungen die Verwertung durchgeführt wird.

Um diesen Erfolg nicht zu gefährden und um zu verhindern, daß Reststoffe!Abfälle bei ihrer Verwertung zu einer diffusen Umweltbelastung beitragen, müssen die Verwertung und die (möglicherweise) damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt anhand gleicher Maßstäbe beurteilt werden. Zu diesen Auswirkungen, die nicht in jedem Einzelfall als "Schaden" quantifizierbar zu sein brauchen, zählen auch die Erhöhung der Hintergrundwerte in den Medien Wasser und Boden sowie die Wirkungen auf die natürlichen Bodenfunktionen. Aus Gründen der Vorsorge werden daher an die stoffliche Verwertung Anforderungen gestellt, die auf eine Ausbringungsbeschränkung von Schadstoffen abzielen. In diesem Zusammenhang ist durch entsprechende und einheitliche Richtlinien für

- die Reststoff-!Abfallerzeuger,
- die Reststoff-!Abfallverwerter und
- die zuständigen Behörden

sicherzustellen, daß Schadstoffe nicht auf dem Wege der Verdünnung oder der unspezifischen Einbindung gezielt oder als Nebeneffekt einer Verwertung in den Naturhaushalt eingeschleust werden.

Wiederverwendbare bzw. aufzubereitende Stoffe sollten auf der höchstmöglichen nutzbringenden Ebene eingesetzt werden (Verwertungskaskade). Da jedoch häufig noch Anlagenkapazitäten fehlen, müssen Zwischenziele für die Verwertung in die Abwägung einbezogen und, wenn es im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit vertretbar ist, auch zugelassen werden.

Die ökonomischen und ökologischen Grenzen des Recyclings sind zu beachten. So ist ein Verwertungsvorhaben in der Regel nur dann ökologisch sinnvoll, wenn die Summe aller Umweltbelastungen nicht größer ist als beim primären Produktionsprozeß bzw. bei einer geordneten Beseitigung als Abfall. Die Auswirkungen auf die Medien "Wasser- Boden → Luft" sind verstärkt in derartige Betrachtungen einzubeziehen. Die ökonomischen Grenzen sind im Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu ermitteln (ökologische!ökonomische Gesamtbetrachtung!Risikobewertung).

Die Verwertung von Reststoffen!Abfällen ist nur dann sinnvoll, wenn sich für diese oder die daraus hergestellten Produkte dauerhaft ein Markt entwickeln kann. Dazu müssen Güteanforderungen im Sinne von Qualitätsmerkmalen entwickelt und festgeschrieben werden. Diese müssen die allgemein gültigen technischen Normen und die Anforderungen im Hinblick auf die Schadlosigkeit erfüllen.

## **4. Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen**

### **4.1 Immissionsschutzrecht**

Die wesentlichen Ziele des Bundesimmissionsschutzgesetzes werden in § 1 BImSchG programmatisch dargestellt. Sie fließen unmittelbar in die Grund-

---

<sup>11)</sup> Aktuelle Anlässe, aber auch die Fortschreibung der Technischen Regeln führen dazu, daß für jedes Kapitel ein anderer Bearbeitungsstand angegeben werden wird. Einen einheitlichen Stichtag für alle Kapitel wird es nicht geben.

pflichten ein, die die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen zu beachten haben und die in § 5 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 BImSchG aufgezählt werden. Für die Reststoffverwertung ist insbesondere § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG von Bedeutung:

"Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, daß ... Reststoffe vermieden werden, es sei denn, sie werden **ordnungsgemäß und schadlos** verwertet, oder ...".

Die Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Reststoffen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG wird durch eine Verwaltungsvorschrift konkretisiert. Der Länderausschuß für Immissionsschutz hat diese in seiner 70. Sitzung am 12. bis 14. 10. 1988 in Fulda verabschiedet und den Ländern empfohlen, sie ihren Regelungen für die Genehmigungs- und Überwachungsbehörden zugrunde zu legen.

Die Verwaltungsvorschrift enthält rechtliche Erläuterungen auch zur Untersuchung und Bewertung von Reststoffen. Es fehlen jedoch Kriterien und Zuordnungswerte, die eine für den Vollzug handhabbare Bewertung der Schadlosigkeit der vorgesehenen Verwertung ermöglichen.

Der Arbeitskreis "Reststoffvermeidung und -verwertung" nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG" das LAI erarbeitet daher für alle reststoffrelevanten genehmigungsbedürftigen Anlagen nach dem Anhang zur 4. BImSchV nach Dringlichkeit Musterverwaltungsvorschriften, die den Immissionsschutzbehörden zur Anwendung empfohlen werden.

Für mehrere Anlagentypen liegen inzwischen entsprechende Musterverwaltungsvorschriften vor.

#### 4.2 Abfallrecht

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.

Nach § 3 Abs. 2 Satz 4 AbfG sind Abfälle so einzusammeln, zu befördern, zu behandeln und zu lagern, daß die Möglichkeiten der Abfallverwertung genutzt werden können.

Die TA Abfall und die TA Siedlungsabfall konkretisieren die Vorgaben des AbfG durch allgemeine Grundsätze zur Verwertung und Behandlung.

### 4.3 Wasserrecht

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

Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit dem Einbau von Reststoffen/Abfällen ist der "Besorgungsgrundsatz," der folgendermaßen definiert ist:

§ 26 Abs. 2 WHG (oberirdische Gewässer):

"Stoffe dürfen an einem Gewässer nur so gelagert oder abgelagert werden, daß eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften ... nicht zu besorgen ist:'

§ 34 Abs. 2 WHG (Grundwasser):

"Stoffe dürfen nur so gelagert oder abgelagert werden, daß eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist:'

Eine Benutzung der Gewässer bedarf nach § 2 WHG der behördlichen Erlaubnis oder Bewilligung. Als Benutzungen gelten gemäß § 3 Abs. 2 WHG "Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß, schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen",

Um die derzeit bestehende und künftige öffentliche Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen, können - soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert - Wasserschutzgebiete festgesetzt werden (§ 19 Abs. 1 WHG). "In den Wasserschutzgebieten können ... bestimmte Handlungen verboten oder für nur beschränkt zulässig erklärt werden ..." (§ 19 Abs.2 WHG),

Sofern die Anforderungen dieser Technischen Regeln eingehalten werden, bedarf es keiner wasserrechtlichen Erlaubnis. In den von diesen Vorgaben abweichenden Fällen ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

### 4.4 Bodenschutzrecht

Die Grundsätze des Bodenschutzes, die u. a. in den Bodenschutzgesetzen verschiedener Länder verankert sind, sind zu beachten. 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 Boden- und Nutzungsfunktionen.

Eine Wichtige Säule des Bodenschutzes ist die Vorsorgepflicht. Durch diese 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 schadlose Verwertung von Reststoffen/Abfällen unter Beibehaltung der Leistungsfähigkeit des Bodens und Beachtung des Schutzes der Bodenfunktionen.

#### 4.5 Bergrecht

Nach § 1 Nr. 1 BBergG ist es u. a. der Zweck des Bundesberggesetzes, „zur Sicherung der Rohstoffversorgung das Aufsuchen, Gewinnen und Aufbereiten von Bodenschätzen unter Berücksichtigung ihrer Standortgebundenheit und des Lagerstättenschutzes bei sparsamem und schonendem Umgang mit Grund und Boden zu ordnen und zu fördern“.

Bei Errichtung, Führung und Einstellung z. B. eines Betriebes zur Gewinnung von Bodenschätzen ist gemäß § 55 Abs. 1 Satz 1 Nr. 7 BBergG die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche zu treffen. Im Rahmen dieser Wiedernutzbarmachung können auch bergbaufremde Reststoffe/Abfälle verwertet werden. Auch bergtechnische, grubensicherheitliche oder bergwirtschaftliche Ziele nach §§ 1 und 55 BBergG können den Einsatz von Reststoffen/Abfällen erforderlich machen.

Der Länderausschuß Bergbau hat ein Arbeitspapier zur Verwertung von bergbaufremden Reststoffen/Abfällen im Bergbau erarbeitet, nach dem die Bergbehörden als Zulassungs- und Aufsichtsbehörden vorgehen. In diesem Arbeitspapier wird festgelegt, daß Reststoffe/Abfälle, die verwertet werden sollen, als Wirtschaftsgut grundsätzlich nicht dem Abfallrecht unterliegen. Die Verwertung von Reststoffen/Abfällen im Bergbau über und unter Tage wird in dem Arbeitspapier anhand von Beispielen erläutert.

#### 4.6 Schlußfolgerungen

Die Bestandsaufnahme macht deutlich, daß in allen Rechtsbereichen, die durch die Wiederverwendung oder die Verwertung von Reststoffen/Abfällen betroffen sind bzw. berührt werden, die Forderung aufgestellt wird, daß dadurch (sinngemäß)

"keine unvermeidbaren Umweltbeeinträchtigungen entstehen dürfen."

Unabhängig von der stoffbezogenen Untersuchung und Bewertung sowie den schutzgutbezogenen Güteanforderungen sind selbstverständlich alle sonstigen gesetzlichen Vorgaben zu beachten. Diese sind nicht Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

### 5. Begriffe

Reststoff:

Stoff, der bei der Energieumwandlung oder bei der Herstellung, Bearbeitung oder Verarbeitung von Stoffen anfällt, ohne daß der Zweck des Anlagenbetriebes hierauf gerichtet ist.

(Del. gem. VwV zu § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG)

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.  
(*Dei.* germ. § 1 Abs. 1 AbfG)

Alle Stoffe oder Gegenstände, die unter die in Anhang I "Abfallgruppen" aufgeführten Gruppen fallen und deren sich **ihr** Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß.

(Def. germ. 911156/EWG - Richtlinie über Abfälle vom 18.3.1991)

Das EG-Recht unterscheidet nicht zwischen Abfällen und Wertstoffen, sondern zwischen "Abfällen zur Beseitigung" und "Abfällen zur Verwertung:"

Wiederverwendung:

Wiederholte Benutzung eines Stoffes/Produktes für den gleichen Verwendungszweck.

Verwertung:

Verwendung von durch Aufbereitung von Reststoffen/Abfällen entstandenen Stoffen.

Die Verwertung im Sinne des AbfG umfaßt die Wiederverwendung und die Verwertung. Nach EG-Recht ist Verwertung das 'Rückgewinnen von Stoffen:'

Aufbereitung:

Behandeln von Reststoffen/Abfällen zur weiteren Verwendung; dazu gehören insbesondere

physikalische Verfahren (z. B. Sortierung, Zerkleinerung, Klassierung)

chemische Verfahren

biologische Verfahren

thermische Verfahren

kombinierte Verfahren (z. B. Bodenwäsche).

Einbau:

Wiederverwendung bzw. Verwertung von Reststoffen/Abfällen bei Baumaßnahmen im weitesten Sinne, z. B. im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen. Die entsprechenden Reststoffe/Abfälle werden in den jeweiligen Technischen Regeln (Teil II) benannt. Nicht darunter fällt jedoch das Einbringen von Reststoffen/Abfällen in Gewässer und untertägige Hohlräume sowie das flächenhafte Ein- bzw. Ausbringen in den/auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Boden.

Versatz:

Einbringen von Reststoffen/Abfällen in untertägige Hohlräume für Maßnahmen der Bergsicherheit.

## **6. Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen/Abfällen**

### **6.1 Vorbemerkung**

Die nachfolgenden Anforderungen beziehen sich nicht auf Bodenbewegungen im Bereich von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten und nicht auf den Einsatz von Reststoffen/Abfällen in Anlagen. Letzteres wird vom BImSchG erfaßt.

Mineralische Reststoffe/Abfälle werden vorrangig als Massengüter (Rohstoffersatz) eingesetzt. Neben diesem Einbau können sie z. B. auch als Bauzu-

schlagstoffe oder bei der Herstellung und Verarbeitung von Bauprodukten verwertet werden.

## 6.2 Allgemeine Anforderungen

Bei der Wiederverwendung bzw. Verwertung von Reststoffen/Abfällen müssen unabhängig vom jeweiligen Verwertungsweg die folgenden Grundsätze beachtet werden:

Der für die Verwertung vorgesehene Reststoff/Abfall muß die Funktion des Primärrohstoffes übernehmen und die an ihn zu stellenden technischen Anforderungen möglichst weitgehend erfüllen können. Begründete Abweichungen sind zulässig. Die technischen Anforderungen sind durch die jeweiligen Anwender, z. B. durch die Straßenbauverwaltung oder die Bergbehörden, vorzugeben.

Zur Vereinheitlichung im Vollzug werden für den Einbau Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials eine umweltverträgliche Verwertung der jeweiligen Reststoffe/Abfälle ermöglichen. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden (Abb. 1.6-1), deren Einteilung auf Herkunft, Beschaffenheit und Anwendung nach Standortvoraussetzungen basiert.

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte. Abweichungen können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Der Einsatz von Reststoffen/Abfällen darf bei

- der Verwendung,
- der weiteren Verwertung oder
- der weiteren Behandlung und/oder Ablagerung

nicht zu unvermeidbaren Umweltbeeinträchtigungen führen, auch unter Berücksichtigung der regional vorhandenen Hintergrundwerte (geogen, pedogen, anthropogen).

Die für die schadlose Verwertung maßgeblichen Konzentrationen an Schadstoffen dürfen zum Zweck einer umweltverträglichen Verwertung weder durch die Zugabe von geringer belastetem Material gleicher Herkunft noch durch Vermischung mit anderen unbelasteten Stoffen eingestellt werden (**Verdünnungsverbot**).

Bei Reststoff-z/Abfallgemischen dürfen die Einzelstoffe die festgelegten Zuordnungswerte nicht überschreiten. Dieses gilt unabhängig davon, ob der Reststoff/Abfall direkt oder im Zusammenhang mit der Herstellung eines Produktes verwertet werden soll.

Werden die für die Verwertung maßgeblichen Konzentrationen überschritten, können die für die Verwertung vorgesehenen Reststoffe/Abfälle unter Beachtung der Verwertungsgrundsätze so behandelt werden, daß die Schadstoffe

- abgetrennt und umweltverträglich entsorgt oder
- durch geeignete Verfahren und chemische Umsetzungen dauerhaft in stabile, schwer lösliche und damit unschädliche Verbindungen umgewandelt werden.

Ist dies nicht möglich oder zweckmäßig, kommt nur noch eine umweltverträgliche Ablagerung als Abfall in Frage.

### **6.3 Uneingeschränkter Einbau**

Ein uneingeschränkter Einbau ist zulässig, wenn die Schadstoffgehalte in den Reststoffen/Abfällen mit dem regional vorkommenden natürlichen Boden/Gestein vergleichbar sind. Bei Unterschreiten dieser Werte (Zuordnungswert Z 0) ist davon auszugehen, daß relevante Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden.

Zusätzliche Regelungen für bestimmte Anwendungsbereiche, z. B. die hygienischen Anforderungen an Kinderspielplätzen und Sportanlagen bleiben hiervon unberührt.

### **6.4 Eingeschränkter (nutzungsbezogener) Einbau**

In bestimmten Fällen ist es vertretbar, Reststoffe/Abfälle, die die Anforderungen der Ziffer 6.3 nicht erfüllen, unter Beachtung definierter Randbedingungen einzubauen. Dabei wird unterschieden zwischen

- eingeschränktem offenem Einbau (Zuordnungswerte Z 1) und
- eingeschränktem Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Zuordnungswerte Z 2).

Die Zuordnungswerte Z 1 stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser. Andere Schutzgüter sind jeweils nach der tatsächlichen bzw. beabsichtigten Nutzung berücksichtigt worden.

Bei regional erhöhten Hintergrundwerten und in hydrogeologisch günstigen Gebieten können für den eingeschränkten offenen Einbau besondere Bedingungen zugelassen werden, wenn das Verschlechterungsverbot eingehalten wird. Um entsprechende Abweichungen für den Vollzug zu ermöglichen, kann hier innerhalb der Zuordnung differenziert werden.

Die jeweiligen Zuordnungswerte Z 2 stellen grundsätzlich die Obergrenze für den Einbau von Reststoffen/Abfällen mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar, durch die der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden soll. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Die einzelnen Randbedingungen sind in den jeweiligen Technischen Regeln näher beschrieben.

Eine bautechnische Verwendung von Reststoffen/Abfällen im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich. In diesem Fall sind die für die Ablagerung in den entsprechenden Verwaltungsvorschriften nach § 4 Abs. 5 AbfG festgelegten Zuordnungswerte zugrunde zu legen.

## **1. Anforderungen an die Reststoff-/Abfalluntersuchung und -bewertung**

Vor einer Untersuchung und Bewertung eines Reststoffes/Abfalls ist eine aussagekräftige Beschreibung der Herkunft und des geplanten Verwertungs-

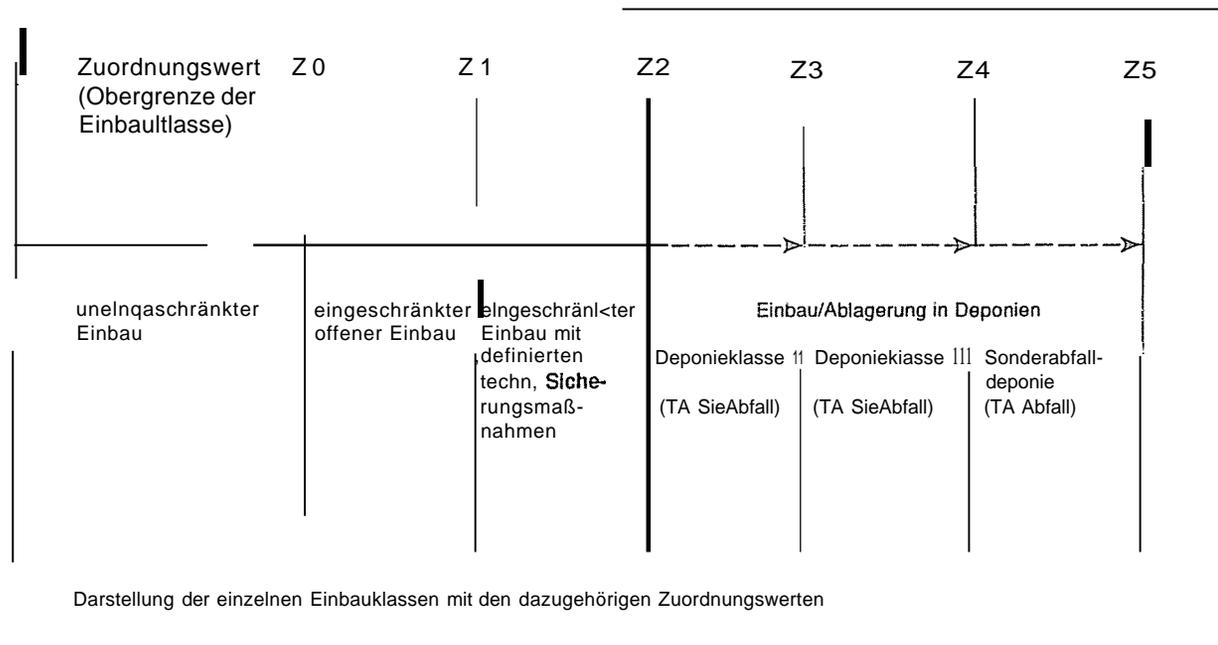


Abb.L 6-1: Darstellung der einzelnen Einbauklassen mit den dazugehörigen Zuordnungswerten

vorhebans 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. 1 BImSchG.

Bei der Untersuchung und Bewertung der zu verwertenden Reststoffe/Abfälle sind die folgenden Randbedingungen zu beachten:

Die Probenahme ist entsprechend der einschlägigen und im Teil III benannten allgemeinen Vorschriften und der dort ggf. festgelegten stoffbezogenen Regelungen durchzuführen.

Die Probenanzahl und die Probenmenge ergibt sich aus den einschlägigen und im Teil III benannten Vorschriften und ggf. aus den in den Technischen Regeln festgelegten stoffbezogenen Regelungen.

Die Probenaufbereitung ist nach den einschlägigen und im Teil III benannten Vorschriften und ggf. nach den in den Technischen Regeln festgelegten stoffbezogenen Regelungen durchzuführen.

Für die Analyse sind die einschlägigen und im Teil III benannten Verfahren anzuwenden. Zulässige Abweichungen werden im Rahmen der in den Technischen Regeln festgelegten stoffbezogenen Regelungen beschrieben.

Reststoffe/Abfälle, die verwertet werden sollen, sind getrennt zu halten. Sie dürfen grundsätzlich vor der Untersuchung und Beurteilung nicht vermischt werden, auch wenn sie den gleichen Reststoff-Abfallschlüssel aufweisen (Vermischungsverbot). Eine Vermischung nach der Bewertung ist zulässig, wenn dies in Verbindung mit dem Entsorgungs-/Verwertungsnachweis entsprechend der Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung und im Auftrag und nach Maßgabe des Betreibers der vorgesehenen Abfallentsorgungsanlage oder des Verwerters erfolgt.

Maßgebend für die Bewertung der Schadlosigkeit ist der zu verwertende Reststoff/Abfall und nicht das Produkt, das - ggf. nach Zusatz weiterer Stoffe -- aus dem Reststoff/Abfall hergestellt wird. Gleichwohl müssen bei der Festlegung konkreter Verwertungsmöglichkeiten auch die möglichen Auswirkungen des Produkts auf die relevanten Schutzgüter berücksichtigt werden.

Häufig genügt die Feststellung des Schadstoffgehaltes nicht, um Gefährdungen quantitativ und qualitativ zu erkennen. Entscheidend für die Bewertung des Gefährdungspotentials sind die Mobilisierbarkeit und der Transfer von Schadstoffen. Die Schadlosigkeit der Verwertung ist daher in der Regel anhand von Analysen der maßgebenden Parameter im Hinblick auf

o den verfügbaren (mobilen) Anteil der Schadstoffe (im Regelfall Eluatanalyse) und

o den Gesamtgehalt (im Regelfall Feststoffanalyse)

und ggf. unter Berücksichtigung der sonstigen Randbedingungen (siehe 6.4) zu bewerten. Die jeweiligen Untersuchungsparameter und die Konzentrationen der jeweiligen Inhaltsstoffe im Eluat und im Feststoff werden stoffspezifisch in den Technischen Regeln (Teil II) festgelegt.

## 8. Biogenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Reststoffen/Abfällen erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Der Einbau von Reststoffen/Abfällen mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen 1.2 und 2) ist zu dokumentieren. Dies sollte gemäß Tabelle 1.8-1 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen. Auf Verlangen ist den zuständigen Behörden Einsicht in die Unterlagen zu gewähren.

Tabelle 1.8-1: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
X	X	X	Ort des Einbaus ( <b>Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung</b> )
X	X	X	Art der Maßnahme
X	X	X	Art und Herkunft des Reststoffes/ Abfalls
X		X	Giitenachweis, Analysenergebnisse
X		X	Einbauklasse
X	X	X	Menge (ausgeliefert, transportiert eingebaut)
		X	hydrogeologische Verhältnisse (z.B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschichten)
		X	bei Einbauklasse 2 die Art der technischen Sicherungsmaßnahme
X	X		Träger der Baumaßnahme
	X	X	Aufbereiter
X		X	Transporteur
X	X	X	Einbaufirma

## H. Technische Regeln für die Verwertung

### 1. Mineralische Reststoffe und Abfälle aus dem Bauherelch. Altlasten und Schadensfällen

#### 1.1 Allgemeines

##### 1.1.1 Geltungsbereich?!

Diese Technischen Regeln gelten für die Verwendung und für die Verwertung folgender Abfall- und Reststoffarten

Abfall-Schlüssel	Reststoff-Schlüssel	Bezeichnung
31409		Bauschutt (nicht Baustellenabfälle nach 912 063 <sup>1)</sup> )
314 10		Straßenaufbruch
314 11		Bodenaushub
31423	31423	ölverunreinigter Boden
31424	31424	Boden mit sonstigen schädlichen Verunreinigungen
31441	31441	Bauschutt und Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen <sup>1)</sup> !

Ohne den nach BImSchG definierten Begriff "Reststoff" in Frage zu stellen, werden die entsprechenden Abfallarten dem Reststoffbegriff des Abfallrechts (§ 2 (3) AbfG) folgend zu Reststoffen, wenn sie der Verwendung/Verwertung zugeführt werden sollen.

##### 1.1.2 Herkunft

Bodenaushub, Boden, Straßenaufbruch und Bauschutt fallen an bzw. entstehen bei Baumaßnahmen, der Altlastensanierung sowie als Folge von Schadensfällen mit umweltgefährdenden Stoffen.

##### 1.1.3 Untersuchungskonzept und -anforderungen

Ist aufgrund eines begründeten Verdachts damit zu rechnen, daß Abweichungen von der für die beabsichtigte Verwertung zulässigen Beschaffenheit vorliegen, sind Untersuchungen für die Beurteilung der Belastung durchzuführen.

Vor der Verwertung der o. g. Materialien ist das Gefährdungspotential, bezogen auf die Schutzgüter nach § 2 Abs. 1 AbfG, insbesondere die Gesundheit des Menschen sowie Boden, Wasser und Luft, festzustellen.

Art und Umfang der Untersuchungen (z.B. Auswertung vorhandener Unterlagen, Analytik) sind abhängig von

— der Beschaffenheit des Materials,

<sup>1)</sup> Die Begriffe Bodenaushub und Boden orientieren sich am LAGA-Abfallartenkatalog, um bis zur begrifflichen Harmonisierung mit dem Bodenschutzrecht Mißverständnisse im Vollzug zu vermeiden.

<sup>1)</sup> Diese Abfälle werden zu einem späteren Zeitpunkt behandelt.

den Verdachtskriterien am Entstehungsort (homogene/heterogene Verteilung von Inhalts- und Schadstoffen sowie Erkenntnisse aus der Vorgeschichte am Standort).

dem beabsichtigten Verwendungszweck des Materials und den besonderen Gegebenheiten am Einbauort.

Aussagen über die weitere Differenzierung des Untersuchungsziels werden in den jeweiligen Abschnitten zum Untersuchungskonzept für die einzelnen Reststoffe/Abfälle sowie im Teil III "Probenahme und Analytik" beschrieben.

Zur Vereinheitlichung im Vollzug werden Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials einen umweltverträglichen Einbau der in Ziffer 1.1.1 genannten Materialien ermöglichen. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden (Tabelle II. 1.1-1), deren Einteilung auf Herkunft, Beschaffenheit und Anwendung nach Standortvoraussetzungen basiert.

Tabelle II. 1.1-1: **Darstellung der einzelnen Einbauklassen mit den dazugehörigen Zuordnungswerten**

Einbauklasse	Zuordnungswert (als Obergrenze der Einbauklasse)
uneingeschränkter Einbau	Zuordnungswert 0 (Z 0)
eingeschränkter offener Einbau	Zuordnungswert 1 (Z 1)
eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen	Zuordnungswert 2 (Z 2)
<b><u>Einbau/Ablagerung in Deponien</u></b>	
TA Siedlungsabfall Deponieklasse I	zuordnungswert 3 (Z 3)
TA Siedlungsabfall Deponieklasse II	Zuordnungswert 4 (Z 4)
TA Abfall, Sonderabfalldeponie	zuordnungswert 5 (Z 5)

Zu den Einbauklassen werden verschiedene Verwertungsmöglichkeiten genannt. Eine weitere Differenzierung kann nach hydrogeologischen Standortverhältnissen, den konkreten Einbaubedingungen und der Nutzung am Einbauort erfolgen.

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte. Abweichungen von diesen Technischen Regeln können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

## 1.2 Boden

### 1.2.1 Definition

Boden im Sinne dieser Technischen Regeln ist

- Bodenaushub (314 11)

Bodenaushub ist natürlich anstehendes und umgelagertes Locker- und Festgestein (DIN 18 196), das bei Baumaßnahmen ausgehoben oder abgetragen wird.

Nicht zum Bodenaushub gehört "Mutterboden" (humoser Oberboden). Für diesen gehen im Hinblick auf den Verwendungszweck besondere Schutzbestimmungen. Nach § 202 BauGB ist Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen.

Nicht dazu gehören auch Bankettschälgut und Bergematerial (z. B. Waschberge). Diese werden in gesonderten technischen Regeln behandelt.

'Olverunreinigter Boden (314 23)

Ulverunreinigter Boden ist Gestein und Boden, der *mit* Mineralölkohlenwasserstoffen (z. B. Dieseldieselkraftstoff) belastet ist. Er kann aus Schadensfällen (Leckagen, Heizöltanks, Unfällen bei Raffinerien) oder Altlasten stammen.

Boden mit sonstigen schädlichen Verunreinigungen (314 24)

Boden mit sonstigen schädlichen Verunreinigungen ist Gestein und Boden, der durch anthropogene Einflüsse (Schadensfälle, Altlasten, Emittenten) mit Schadstoffen verunreinigt ist.

Darüber hinaus wird als Boden im Sinne dieser Technischen Regeln betrachtet:

Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen (z. B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) bis zu 10 Vol.-%; Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% wird im Kapitel "Bauschutt" behandelt.

Boden, der in Bodenbehandlungsanlagen (z. B. Bodenwaschanlagen, Bio-beeten) gereinigt worden ist.

### 1.2.2 Untersuchungskonzept

Boden kann, bedingt durch seine Herkunft oder Vorgeschichte, mit sehr unterschiedlichen Stoffen belastet sein. Seine Verwertungsmöglichkeit hängt vom Schadstoffgehalt, der Mobilisierbarkeit der Schadstoffe, den Nutzungen und den Einbaubedingungen ab.

Bevor im Rahmen einer Baumaßnahme Boden ausgehoben wird, ist zunächst durch Inaugenscheinnahme des Materials und Auswertung vorhandener Unterlagen zu prüfen, ob mit einer Schadstoffbelastung gerechnet werden muß. Auf der Grundlage der sich aus dieser Vorerkundung ergebenden Erkenntnisse ist zu entscheiden, ob zusätzlich analytische Untersuchungen durchzuführen sind. Diese sind in der Regel nicht erforderlich, wenn

keine Hinweise auf anthropogene Veränderungen und geogene Stoffanreicherungen vorliegen, z. B. bei der Ausweisung von Baugebieten auf Flächen, die bisher weder gewerblich, industriell noch militärisch genutzt wurden;

Boden aus Gebieten mit anthropogen erhöhter Hintergrundbelastung in gleicher Tiefenlage eingebaut wird und die Verwertung am Ausbauort oder an vergleichbaren Standorten in der Region erfolgt. Dabei sind bestehende Nutzungseinschränkungen zu beachten. Diese Gebiete sind festzulegen;

geringe Mengen (bis 200 m-) an nicht spezifisch belastetem Boden mit geringem Anteil (bis 10Vol.-%) an mineralischen Fremdbestandteilen wie Bauschutt, Ziegelbruch oder Schlacken in gleicher Tiefenlage eingebaut wird und die Verwertung am Ausbauort oder an vergleichbaren Standorten in der Region erfolgt.

Ergibt sich aufgrund der Vorerkundung ein Verdacht auf Schadstoffbelastungen, sind chemische Untersuchungen erforderlich. Der Umfang dieser Untersuchungen richtet sich nach den Vorkenntnissen:

Bei spezifischem Verdacht ist die Analytik auf die Schadstoffbelastungen auszurichten, die mit der Nutzung verbunden gewesen sein können bzw. den Schaden verursacht haben.

Bei konkretem Verdacht sind die im Boden vermuteten Schadstoffe auch hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit und der für ihr Verhalten wesentlichen Bodenparameter (z. B. pH-Wert, Anteil organischen Materials, Tongehalt) zu untersuchen.

Tabelle H. 1.2-1: Mindestuntersuchungsprogramm für Boden bei unspezifischem Verdacht

Parameter	Boden ohne Fremdbestandteile --		Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen (bis 10 Vol. %)	
	Feststoff	Eluat <sup>2)</sup>	Feststoff	Eluat <sup>2)</sup>
Kohlenwasserstoffe	X		X	
EOX	X		X	
Arsen	X	x1)	X	X1)
Blei	X	X1)	X	X1)
Cadmium	X	X1)	X	X1)
Chrom (ges.)	X	X1)	X	X1)
Kupfer	X	X1)	X	X1)
Nickel	X	X1)	X	X1)
Quecksilber	X	X1)	X	X1)
Zink	X	x1)	X	X1)
Chlorid				X
Sulfat				X
pH-Wert	X	X1)	X	X1)
el. Leitfähigkeit		X		X
organoleptische Prüfung	X		X	
HCl-Test (10%)	X		X	

<sup>1)</sup> Wenn Feststoff > 5 oder pH-Wert im Feststoff < 5

<sup>2)</sup> In begründeten Einzelfällen (Belastungen aufgrund der Herkunft oder Nutzung unter atypischen Umgebungsbedingungen) kann es erforderlich sein, den verfügbaren (mobilen) Anteil mit bodenrelevanten Methoden zu untersuchen.

Für Boden aus Altlastenverdachtsflächen ist bei deren Untersuchung die fachspezifische Vorgehensweise aus dem Altlastenbereich anzuwenden.

Handelt es sich um einen allgemeinen, unspezifischen Verdacht, wie z. B. im Fall langandauernder, wechselnder gewerblicher Nutzung, und läßt sich das Stoffspektrum nicht eindeutig abgrenzen, ist zunächst das Mindestuntersuchungsprogramm nach Tabelle II. 1.2-1 durchzuführen.

Untersuchungsbedarf besteht grundsätzlich

bei Flächen, auf denen mit wasser- und bodengefährdenden Stoffen umgegangen worden ist (z. B. Industriegebiete);

bei Flächen, auf denen mit punktförmigen Bodenbelastungen gerechnet werden muß; hierzu gehören insbesondere:

- Leckagen in Bauwerken und Rohrleitungen,
- Schadensfälle, z. B. beim Transport wassergefährdender Stoffe,
- Misch- und Gewerbegebiete,
- geogene Sonderstandorte, z. B. Erzlagerstätten;

bei Flächen, auf denen mit flächenhaften Bodenbelastungen gerechnet werden muß und deren Boden außerhalb dieser Bereiche verwertet werden soll; hierzu gehören:

- Belastete Überschwemmungsgebiete, in denen belastete Flußsedimente abgelagert wurden;
- Flächen, auf denen Abwasser verrieselt wurde;
- Flächen, auf denen belastete Schlämme ausgebracht wurden;

bei Boden mit erkennbaren Verunreinigungen durch Fremdbestandteile (über 10 Vol.-% oder schadstoffverdächtige Materialien);

bei Boden mit sonstigem konkreten Verdacht.

Böden aus Bodenaufbereitungsanlagen ist auf die Stoffe zu untersuchen, die die Notwendigkeit der Behandlung begründet haben. Dabei kann sich durch die Aufbereitung die Verfügbarkeit für die Aufnahme in Pflanzen und die Auswaschung in den Untergrund ändern. Darüber hinaus sind die Vorgaben zu beachten, die sich aus der Zulassung der jeweiligen Behandlungslage ergeben. Die Untersuchungsergebnisse, die im Zusammenhang mit der Bodenbehandlung gewonnen werden, sind bei der Beurteilung der Verwertung zu berücksichtigen.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist unter Berücksichtigung der Zuordnungswerte zu entscheiden, ob der Boden nach den Anforderungen der Einbaulassen 0 bis 2 verwertet werden kann. Bei auffälligen organoleptischen Befunden und/oder Überschreitung der Z2-Werte einzelner Parameter bzw. Proben ist das weitere Vorgehen mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

### **1.2.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung**

Eine Wiederverwendung von Bodenaushub ist, soweit wie möglich anzustreben. Gegebenenfalls ist eine getrennte Gewinnung von Einzelbestandteilen, wie Sande und Kiese, vorzunehmen.

Der Einbau hat insbesondere unter Beachtung des Schutzes der natürlichen Bodenfunktionen zu erfolgen.

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten wird der zu verwertende Boden in Bauklassen zugeordnet. Die Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 stellen die Obergrenze der jeweiligen Bauklasse bei der Verwendung von Boden im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau (z. B. Abdeckungen) sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen dar.

#### 1.2.3.1 Z 0 Uneingeschränkter Einbau

Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürlichen Boden. Für Arsen und Schwermetalle decken sie den weit überwiegenden Teil des natürlichen Schwankungsbereiches ab (Hindl/Fleige, 1991). Da bei der zitierten Ermittlung dieser Werte anthropogen beeinflusste Horizonte ausgenommen wurden, spiegeln diese naturnahe Verhältnisse wider.

Für organische Schadstoffe sind die Werte angegeben, die im anthropogen wenig beeinflussten Boden vorkommen.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen H. 1.2-2 und H. 1.2-3 aufgeführten Z 0-Werte ist davon auszugehen, daß die in § 2 Abs. 1 AbfG genannten Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden. Zusätzliche Regelungen für bestimmte Anwendungsbereiche, z. B. bauphysikalische Anforderungen des Straßen- und Wasserbaus oder die hygienischen Anforderungen an Kinderspielplätzen und Sportanlagen bleiben hiervon unberührt.

Für die Bewertung sind in der Regel die Feststoffwerte (Tabelle I. 1.2-2) sowie die Parameter pH-Wert und Leitfähigkeit (Tabelle II. 1.2-3) ausreichend. Liegen weitere Eluatwerte vor, gelten die Zuordnungswerte Z 0 der Tabelle H. 1.2-3.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 0 ist im allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau von Boden möglich.

Auf den Einbau von Boden aus der Bodenbehandlung und der Altlastensanierung soll in der Regel auf besonders sensiblen Flächen aus Vorsorgegründen verzichtet werden. Besonders sensible Flächen sind:

- Kinderspielplätze,
- Bolzplätze,
- Sportanlagen,
- Schulhöfe (nicht versiegelt),
- Klein- und Hausgärten,
- gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie festgesetzte oder geplante Trinkwasserschutzgebiete oder Heilquellenschutzgebiete (Zone I und II),

In Gebieten, in denen die natürliche Hintergrundbelastung einschließlich der allgemein vorhandenen anthropogenen Zusatzbelastung über den Z 0-Werten liegt, ist in der Regel die Verwertung des dort anfallenden Bodens bis

zu diesen höheren Werten möglich. Diese Gebiete sollten von den zuständigen Behörden dargestellt werden. Bestehende Nutzungsbeschränkungen und Vorschriften (z.B. für Kinderspielplätze und Sportanlagen) sowie spezielle Anforderungen, die sich aus der angestrebten Nutzung ergeben, sind zu beachten.

#### 1.2.3.2 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau

Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und ggf. Z 1.2, Tabelle Ir. 1.2-2 und II. 1.2-3) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser.

Grundsätzlich gelten die Z Li-Werte. Bei Einhaltung dieser Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, daß keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten.

Darüber hinaus kann — sofern dieses landesspezifisch festgelegt ist — in hydrogeologisch günstigen Gebieten Boden mit Gehalten bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden. Dies gilt bei Bodenaustausch und -ersatz nur für Flächen, die bereits eine Vorbelastung des Bodens > Z 1.1 aufweisen (Verschlechterungsverbot).

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Sofern diese hydrogeologisch günstigen Gebiete durch die zuständigen Behörden nicht verbindlich festgelegt sind, müssen der genehmigenden Behörde die geforderten günstigen Standorteigenschaften durch ein Gutachten nachgewiesen werden.

Aufgrund der im Vergleich zu den Zuordnungswerten Z 1.1 höheren Gehalte ist bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z 1.2 ein Erosionsschutz (z. B. geschlossene Vegetationsdecke) erforderlich.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und ggf. Z 1.2) ist ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Dies können sein

- bergbauliche Rekultivierungsgebiete,
- Straßenbau und begleitende Erdbaumaßnahmen,
- Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen,
- Parkanlagen, soweit diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben und
- "Ruderalflächen", soweit für diese nicht Gründe des Biotopschutzes dem entgegenstehen.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen hiervon sind:

festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Trinkwasserschutzgebiete (I-III A),

festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Heilquellenschutzgebiete (I-III),

Gebiete mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltehecken, eingedeichte Flächen),

Naturschutzgebiete,

Biosphärenreservate,

unter 1.2.3.1 genannte besonders sensible Flächen bzw. Nutzungen.

Darüber hinaus ist eine Verwertung bei Überschreitung der Z 1.1-Werte in Gebieten mit agrarischer Nutzung nicht zulässig.

#### 1.2.3.3 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von unter 1.2.1 genannten Boden unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- a) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als

Lärmschutzwall mit mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^{-8}$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht und

Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^{-8}$  m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht.

- b) ggf. auch im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als

Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und

gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten).

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Tabelle 11.1.2-2: Zuordnungswerte Feststoff für Boden

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1,2	Z 2
pH-Wert <sup>1)</sup>		5,5-8	5,5-8	5-9	
EOX	mg/kg	1	3	10	15
Kohlehydrat- stoffe	mg/kg	100	300	500	1000
Σ BTEX	mg/kg	<1	1	3	5
Σ LHKW	mg/kg	<1	1	3	5
Σ PAK n. EPA	mg/kg	1	5 2)	15 3)	20
Σ PCB (Congenere nach DIN 51521)	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1
<b>Arsen</b>	mg/kg	20	30	50	150
<b>Blei</b>	mg/kg	100	200	300	1000
Cadmium	mg/kg	0,6	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	0,3	1	3	10
Thallium	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink	mg/kg	120	300	500	1500
Cyanide (ges.)	mg/kg	1	10	30	100

1) Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.

2) Einzelwerte für Naphthalin und Benzo-jal-Pyren jeweils kleiner als 0,5.

3) Einzelwerte für Naphthalin und Benzo-jal-Pyren jeweils kleiner 1,0.

Tabelle H. 1.2-3: Zuordnungswerte Eluat für Boden

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-wert)		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
e1. Leitfähigkeit	$\mu\text{S/cm}$	500	500	1.000	1.500
Chlorid	$\text{mg/l}$	10	10	20	30
Sulfat	$\text{mg/l}$	50	50	100	150
Cyanid (ges.)	$\mu\text{g/l}$	< 10	10	50	100 <sup>3)</sup>
Phenolindex <sup>2)</sup>	$\mu\text{g/l}$	< 10	10	50	100
Arsen	$\mu\text{g/l}$	10	10	40	60
Blei	$\mu\text{g/l}$	20	40	100	200
cadmium	$\mu\text{g/l}$	2	2	5	10
Chrom (ges.)	$\mu\text{g/l}$	15	30	75	150
Kupfer	$\mu\text{g/l}$	50	50	1.50	300
Nickel	$\mu\text{g/l}$	40	50	150	200
Quecksilber	$\mu\text{g/l}$	0,2	0,2	1	2
Thallium	$\mu\text{g/l}$	< 1	1	3	5
zink	$\mu\text{g/l}$	100	100	300	600

<sup>1)</sup> Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlußkriterium dar. Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen.

<sup>2)</sup> Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

<sup>3)</sup> Verwertung für Z 2 > 100  $\mu\text{g/l}$  ist zulässig, wenn Z 2 Cyamid (leicht Iseisetzbar) < 50  $\mu\text{g/l}$ .

Der Einsatz bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter b) genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten. Darüber hinaus sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z. B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Bei anderen als den unter a) und b) genannten Bauweisen ist in der Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Eine bautechnische Verwendung von Boden im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (I-III B),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (I-IV),

in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,

Tabelle H. 1.2-4: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
x	x	x	Ort des Einbaus (Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung)
x	x	x	Art der Maßnahme
x	x	x	Art und Herkunft des Bodens
x		x	Gütenachweis, Analyseergebnisse
x		x	Einbauklasse
x	x	x	Menge (ausgeliefert, transportiert eingebaut)
		x	hydrogeologische Verhältnisse (z.B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht)
		x	bei Einbauklasse 2 die Art der technischen Sicherungsmaßnahme
x	x		Träger der Baumaßnahme
	x	x	Aufbereiter
x		x	Transporteur
x	x	x	Einbaufirma

in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),

in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund und

aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielflächen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Bodenmaterial dieser Einbauklasse darf nicht in Dränschichten verwendet werden.

#### 1.2.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Reststoffen/Abfällen erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Der Einbau von Boden mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen L2 und 2) ist zu dokumentieren. Dieses sollte gemäß Tabelle H. 1.2-4 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Länder festzulegen.

Beim Einbau von Mindermengen (< 200 m<sup>3</sup>) in der Einbauklasse 1.2 kann mit Ausnahme von gereinigtem Boden aus Bodenbehandlungsanlagen auf die Dokumentation verzichtet werden.

## 1.3 Straßenaufbruch

### 1.3.1 Definition

Straßenaufbruch (Abfallschlüssel 31410) im Sinne dieser Technischen Regeln sind Baustoffe aus Oberbauschichten und Bodenverfestigungen des Unterbaues (Abb. II. 1.3-1), die beim Rückbau, Umbau und Ausbau sowie bei der Instandsetzung von Straßen, Wegen und sonstigen Verkehrsflächen anfallen.

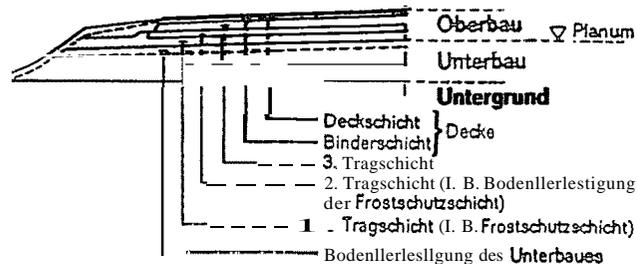


Abb. H. 1.3-1: Aufbau der Straße

Hierzu gehören:

#### Ungebundener Straßenaufbruch

Ungebundener Straßenaufbruch ist ein aus Oberbauschichten ohne Bindemittel (DIN 18315) stammendes Gemisch aus natürlichen Mineralstoffen oder/und mineralischen Rest- bzw. Recyclingbaustoffen.

#### Natur- und Betonwerksteine

Dieses sind z. B. Pflaster, Bordsteine, Platten aus Natursteinen bzw. unbelasteten natürlichen mineralischen Zuschlägen.

#### Sonstige Werksteine

Dieses sind Werksteine, die aus einem mineralischen Reststoff oder unter Verwendung mineralischer Reststoffe hergestellt werden, z. B. Schlackensteine,

#### Hydraulisch gebundener Straßenaufbruch

Hydraulisch gebundener Straßenaufbruch ist aus Oberbauschichten oder Bodenverfestigungen des Unterbaues mit hydraulischen Bindemitteln (DIN 18316) durch Aufbrechen kleinstückig oder in Schollen gewonnenes mineralisches Material, z. B. Betondeckenaufbruch.

#### Ausbauasphalt

Ausbauasphalt ist durch lagenweises Fräsen oder durch Aufbrechen eines Schichtenpaketes in Schollen gewonnener Asphalt. Asphalt ist ein natürlich vorkommendes oder technisch hergestelltes Gemisch aus Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln und Mineralstoffen sowie gegebenenfalls weiteren Zuschlägen und/oder Zusätzen (DIN 55946 Teil I).

#### Pechhaltiger Straßenaufbruch

Pechhaltiger Straßenaufbruch ist durch lagenweises Fräsen oder durch Aufbrechen einer Schicht oder eines Schichtenpaketes in Schollen

gewonnenes Material, das im Bindemittel Pech (früher als Teer bezeichnet) oder kohlestärnmige Öle enthält.

Pech- und kohlestärnmige Öle enthaltende Bindemittel sind Zubereitungen aus Straßenpechen, Steinkohlenteeren (TGL-Nr. 2839), Steinkohlenteerpechen, Steinkohlenteerölen (DIN 55946 Teil 2, TGL-Nr. 2838) oder Braunkohlenteerölen (TGL-Nr. 2840).

Stoffgemische mit pechhaltigen Beimengungen sind wie pechhaltiger Straßenaufbruch zu behandeln. Sonderregelungen, die im Bereich des Immissionsschutzes im Zusammenhang mit der Zulassung von Anlagen getroffen werden, oder diesbezügliche Einzelfallregelungen bleiben hiervon unberührt.

Nicht zum Straßenaufbruch gehört — mit Ausnahme der Bodenverfestigungen des Unterbaues — Material aus dem Straßenunterbau. Dieses ist entsprechend seiner Herkunft und Beschaffenheit nach den Technischen Regeln für Boden (ll. 1.2) oder für die jeweils ausgebauten mineralischen Reststoffe/Abfälle zu behandeln.

### 1.3.2 Untersuchungskonzept

Straßenaufbruch kann, bedingt durch seine Vorgeschichte (z. B. Zuschläge, Bauart), mit sehr unterschiedlichen Stoffen belastet sein. Seine Verwertungsmöglichkeit hängt vom Schadstoffgehalt, der Mobilisierbarkeit der Schadstoffe, den Nutzungen und den Einbaubedingungen ab.

Bevor im Rahmen einer Baumaßnahme Straßenaufbruch aufgenommen wird, ist zunächst durch die Auswertung vorhandener Unterlagen und ggf. durch organoleptische Prüfung von Materialproben festzustellen, ob mit einer Schadstoffbelastung gerechnet werden muß.<sup>4(\*)</sup> Auf der Grundlage der sich aus dieser Vorerkundung ergebenden Erkenntnisse ist zu entscheiden, ob zusätzlich analytische Untersuchungen durchzuführen sind.

Wenn keine Hinweise auf schädliche Verunreinigungen vorliegen, sind diese Untersuchungen nicht erforderlich bei

ungebundenem Straßenaufbruch aus natürlichen Mineralstoffen, z. B. Kies, Felsgestein:

Natur- und Betonwerksteinen;

Aufbruch hydraulisch gebundener Straßenschichten mit natürlichen Zuschlägen;

Ausbauasphalt, der unter Verwendung natürlicher Mineralstoffe hergestellt wurde.

Darüber hinaus kann auf Untersuchungen verzichtet werden bei

Straßenaufbruch, der eindeutig als pechhaltig eingestuft worden ist;

Ausbauasphalt aus Sonderbauweisen (z. B. offenporige Asphaltdeckschichten), sofern er in einer Asphaltenschicht verwertet wird;

---

<sup>4(\*)</sup> Zur eindeutigen Identifizierung von Asphalt ist eine organoleptische Prüfung bzw. eine Prüfung mit dem TSE-Gerät nicht ausreichend.

---

Straßenaufbruch, dessen Materialien bereits entsprechend Teil II. "Technische Regeln für die Verwertung" untersucht und deren Untersuchungsergebnisse dokumentiert worden sind;

sonstige Werksteine aus mineralischen Reststoffen, deren stoffliche Zusammensetzung bekannt ist (z.B. Kupferschlackensteine) und die in gleicher Weise und an vergleichbaren Standorten wiederverwendet werden.

In allen anderen Fällen, bei denen sich aufgrund der Vorerkundung ein Verdacht auf Schadstoffbelastungen ergibt, sind analytische Untersuchungen erforderlich. Zu untersuchen sind insbesondere

ungebundene und hydraulisch gebundene Schichten, die unter Verwendung von mineralischen Reststoffen/Abfällen hergestellt worden sind und die nicht

- entsprechend den Anforderungen in Teil II. "Technische Regeln für die Verwertung" untersucht und dokumentiert worden sind;
- in Teil II. "Technische Regeln für die Verwertung" behandelt werden.

Ausbauasphalt, der unter Verwendung von mineralischen Reststoffen/Abfällen hergestellt wurde und/oder aufgrund der Bauweise schädliche Verunreinigungen enthalten kann, soweit er nicht in Asphaltsschichten verwertet wird;

Straßenaufbruch, bei dem nicht eindeutig feststeht, ob es sich um Ausbauasphalt oder pechhaltigen Straßenaufbruch handelt;

ungebundene und gebundene Schichten, die durch Schadensfälle verunreinigt sein können.

Der Umfang der Untersuchungen richtet sich nach den Vorkenntnissen. Mineralische Reststoffe/Abfälle aus industriellen Prozessen weisen häufig erhöhte Salz- sowie Arsen- und Schwermetallgehalte auf. Ob diese im Eluat und/oder im Feststoff zu untersuchen sind, richtet sich nach der beabsichtigten Verwertung. Zur Unterscheidung des Ausbauasphaltes vom pechhaltigen Straßenaufbruch wird auf Abschnitt III.3.1.7 verwiesen.

Gemische von nicht sortenrein gewonnenem Straßenaufbruch sind ggf. materialspezifisch zu untersuchen. Der Untersuchungsumfang ist in Abhängigkeit von der stofflichen Zusammensetzung festzulegen.

### 1.3.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung

Für die Schichten des Straßenoberbaues (Abb. II. 1.3-1) und des Oberbaues von sonstigen Verkehrsflächen einschließlich der Bodenverfestigungen des Unterbaues werden in Abhängigkeit von der Art der einzelnen Schichten und den von diesen zu erfüllenden Anforderungen unterschiedliche Baustoffe verwendet. Um eine möglichst hochwertige Verwertung des bei Rück-, Um-, Ausbau- und Instandsetzungsmaßnahmen entstehenden Straßenaufbruchs zu gewährleisten, sollten die einzelnen Schichten — soweit technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar — **getrennt** erfaßt und im Rahmen von Straßenbaumaßnahmen wiederverwendet oder verwertet werden.

Kann der Straßenaufbruch nicht in der vorliegenden Form wiederverwendet oder nach Aufbereitung an der Baustelle direkt verwertet werden, ist er im allgemeinen Aufbereitungsanlagen zuzuführen.

Straßenaufbruch, der wiederverwendet bzw. verwertet werden soll, ist unabhängig von der Art und dem Ort der Aufbereitung nach den folgenden Kriterien (siehe auch Abb. II. 1.3-2) zu bewerten. Andere Regelungen (z. B. BImSchG, bautechnische Anforderungen) bleiben hiervon unberührt.

#### **Ungebundener Straßenaufbruch**

Ungebundener Straßenaufbruch aus natürlichen Mineralstoffen kann ohne Einschränkungen im Straßen-, Wege- und Verkehrsflächenbau wiederverwendet werden, sofern die Vorerkundung keine Hinweise auf schädliche Verunreinigungen ergeben hat.

Für ungebundenen Straßenaufbruch aus natürlichen Mineralstoffen, der außerhalb des Straßen-, Wege- und Verkehrsflächenbaus verwendet oder verwertet werden soll, gelten die Kriterien der Technischen Regeln für Boden.

Für ungebundenen Straßenaufbruch aus mineralischen Reststoffen/Abfällen und/oder Recyclingbaustoffen gelten die Kriterien, die in den Technischen Regeln für die jeweiligen mineralischen Reststoffe/Abfälle festgelegt sind.

#### **Natur- und Betonwerksteine**

Für Natur- und Betonwerksteine, die wiederverwendet werden, gelten keine Beschränkungen, sofern Hinweise auf schädliche Verunreinigungen nicht vorliegen.

Für Natur- und Betonwerksteine, die in Anlagen zu Recyclingbaustoffen aufbereitet werden, gelten die Technischen Regeln für die Verwertung von Bauschutt.

#### **Sonstige Werksteine**

Die Wiederverwendung sonstiger Werksteine ist nur außerhalb besonders sensibler Flächen zulässig. Besonders sensible Flächen sind:

- Kinderspielplätze.
- Bolzplätze.
- Sportanlagen,
- Schulhöfe,
- Klein- und Hausgärten,
- gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen,
- festgesetzte oder geplante Trinkwasserschutzgebiete (Zone I und II) sowie
- Heilquellenschutzgebiete (Zone I und II).

Aufgrund des in den sonstigen Werksteinen häufig enthaltenen Schadstoffpotentials kann eine getrennte Entsorgung erforderlich sein. Die gemeinsame Aufbereitung von sonstigen Werksteinen mit Straßenaufbruch oder anderen Baustoffen aus natürlichen Mineralstoffen in Bauschuttrecyclinganlagen ist nicht zulässig.

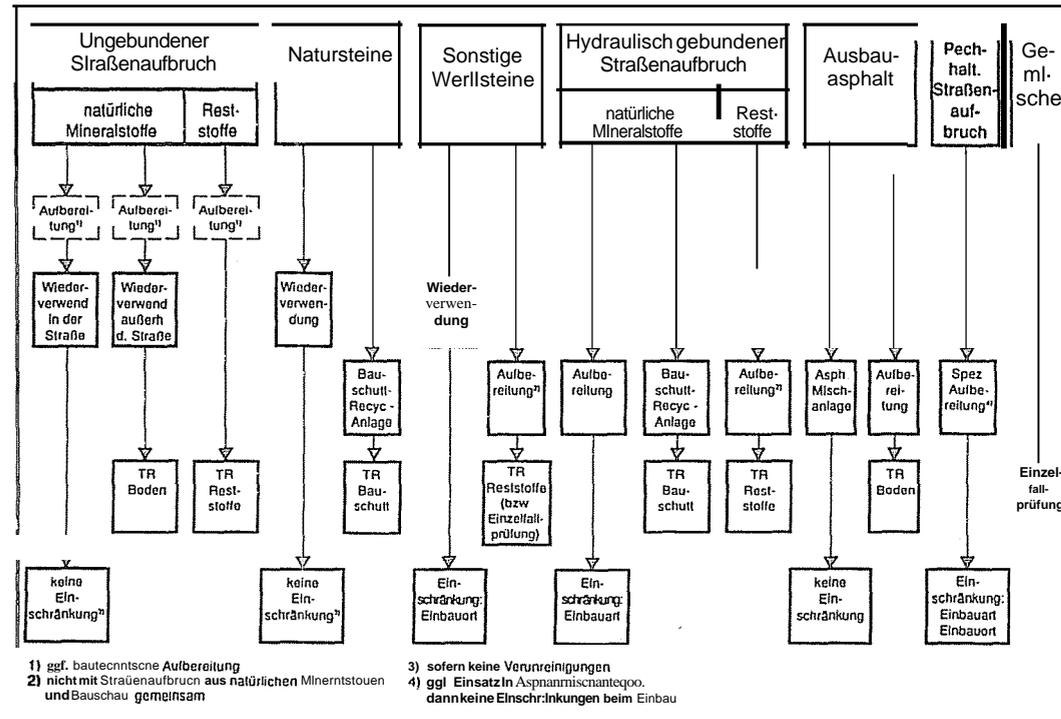


Abb. 11.1.3-2: Straßenaufbruch

Die Verwertung von aufbereiteten sonstigen Werksteinen richtet sich nach den Technischen Regeln für die jeweiligen mineralischen Reststoffe/Abfälle oder nach dem Ergebnis der Einzelfallprüfung.

#### **Hydraulisch gebundener Straßenaufbruch**

Die Verwertung von aufbereitetem hydraulisch gebundenem Straßenaufbruch aus natürlichen Mineralstoffen ist in gebundenen Schichten oder unterhalb wasserundurchlässiger Decken (Beton, Asphalt, Pflaster mit dichten Fugen) auch in ungebundenen Schichten ohne weitere Einschränkungen zulässig, unabhängig davon, ob das Material unmittelbar "vor Ort" oder im Rahmen anderer Straßenbaumaßnahmen verwertet wird. Bei anderen Bauweisen gelten die Technischen Regeln für Bauschutt.

Das gleiche gilt für hydraulisch gebundenen Straßenaufbruch aus natürlichen Mineralstoffen, der gemeinsam mit anderen Baustoffen aus natürlichen Mineralstoffen in Bauschuttrecyclinganlagen aufbereitet wird.

Für die Verwertung von aufbereiteten hydraulisch gebundenen Schichten aus mineralischen Reststoffen oder aus pechhaltigem Straßenaufbruch gelten die Technischen Regeln für die jeweiligen mineralischen Reststoffe/Abfälle bzw. die Kriterien für (pechhaltigen) Straßenaufbruch.

Die gemeinsame Aufbereitung von hydraulisch gebundenem Straßenaufbruch aus mineralischen Reststoffen mit anderen Baustoffen aus natürlichen Mineralstoffen in Bauschuttrecyclinganlagen ist vor dem Hintergrund des Vermischungsverbotes nach Möglichkeit zu vermeiden.

#### **Ausbauasphalt**

Ausbauasphalt ist grundsätzlich getrennt auszubauen, um diesen zielgerichtet möglichst hochwertig als Zugabematerial für Heißmischgut einzusetzen. Die diesbezüglichen Vorgaben richten sich nach bautechnischen Gesichtspunkten. Wird Ausbauasphalt als Zugabematerial für Heißmischgut eingesetzt, unterliegt der Einbau keinen Beschränkungen.

Der Einsatz in ungebundenen Schichten ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Soll Ausbauasphalt dennoch in Deckschichten ohne Bindemittel und/oder in Tragschichten ohne Bindemittel unter wasserdurchlässigen Deckschichten verwertet werden, ist aus Vorsorgegründen der Nachweis zu führen, daß keine schädlichen Verunreinigungen vorliegen. Zu untersuchen sind der PAK-Gehalt sowie bei Verdacht ggf. weitere Parameter. Für die Bewertung gelten die Kriterien und Zuordnungswerte für den eingeschränkten offenen Einbau von Boden (Absehn. II. 1.2.3). Abweichend hiervon wird für PAK nach EPA ein Zuordnungswert ZU von 10 mg/kg festgelegt.

Aus Vorsorgegründen ist die Verwertung von ungebundenem Ausbauasphalt nicht zulässig in

festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebieten (Zone I und II) und

Heilquellenschutzgebieten (Zone I und II).

---

### **Pechhaltiger Straßenaufbruch**

Der Ausbau pechhaltiger Schichten ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Ist der Ausbau unumgänglich, ist das Material im Straßenbau zu verwerten.

Ist eine Verwertung von pechhaltigem Straßenaufbruch aus Gründen des Immissions- oder Gesundheitsschutzes im Heißmischverfahren nicht möglich, ist das Material mit hydraulischen Bindemitteln und/oder bitumenhaltigen Bindemitteln (z. B. Bitumenemulsionen) in Kaltbauweise so wirksam und dauerhaft zu binden und zu verdichten, daß ein Austrag von Schadstoffen weitgehend verhindert wird. Folgende Zielvorgaben sind dabei zu erfüllen:

- dauerhafte, wirksame Bindung des pechhaltigen Straßenaufbruchs,
- Minimierung des Hohlraumgehaltes der eingebauten Schicht und
- Minimierung des Wasserzutritts zur eingebauten Schicht.

Bei der Kaltbauweise kann zur Verbesserung der bautechnischen Eigenschaften die Zugabe von Mineralstoffen erforderlich werden. Sie ist jedoch so gering wie möglich zu halten, um das Volumen der pechhaltigen Schicht nicht unnötig zu vergrößern. Die Vermischung von pechhaltigem Straßenaufbruch mit Ausbauasphalt ist unzulässig.

Aufbereiteter und im Kaltverfahren gebundener pechhaltiger Straßenaufbruch darf ausschließlich im eingeschränkten Einbau unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen verwendet werden:

Im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (z. B. Parkplätze, Lagerflächen) sowie bei sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als

- o Tragschicht unter wasserundurchlässiger Schicht oberhalb der Frostschuttschicht und
- o Teilersatz der oberen Frostschuttschicht unter wasserundurchlässiger Schicht.

Als wasserundurchlässige Schichten gelten

- o Asphaltdeckschichten,
- o dichte Asphaltbinder- oder Asphalttragschichten,
- o Betondecken sowie
- o Pflaster und Platten mit abgedichteten Fugen.

Die Seitenflächen bzw. seitlichen Abböschungen der pechhaltigen Schicht sind mit Bitumenemulsion zu versiegeln.

Der Abstand zwischen Unterkante der pechhaltigen Schicht und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Bei den o. g. Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten.

Die o. g. Zielvorgaben gelten als erfüllt, wenn der Einbau des pechhaltigen Materials gem. den Merkblättern der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswegen "Merkblatt für die Wiederverwendung pechhaltiger Ausbaustoffe im Straßenbau unter Verwendung von Bitumenemulsionen"

(FGSY-Nr. 755) und "Merkblatt für die Verwendung von Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch in Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln" (FGSY-Nr. 826) erfolgt.

Zur Erfahrungssammlung sind für einen Zeitraum von 2 Jahren nach Einführung dieser Technischen Regeln im Rahmen der bautechnischen Eignungsprüfung analytische Untersuchungen zum Gesamtgehalt an PAK nach EPA im Ausgangsmaterial sowie zur Eluierbarkeit von Phenolen und PAK nach EPA am verfestigten Probekörper im Trogversuch durchzuführen (siehe auch Abschnitt III. 3.3).

Bei anderen Einbinderverfahren ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Zusätzlich ist folgendes zu berücksichtigen:

Der Einsatz bei größeren Baumaßnahmen und bei Baumaßnahmen, bei denen pechhaltige Straßenbaustoffe ausgebaut wurden, ist zu bevorzugen.

Der Einbau in Verkehrsflächen, bei denen nicht mit häufigen Aufgrabungen zu rechnen ist, ist zu bevorzugen.

Ausgeschlossen ist der Einbau von pechhaltigen Straßenaufbruch bei Baumaßnahmen

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (I-III B),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (I-IV),

in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,

in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeckte Flächen),

in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern, sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund und

aus Yorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung wie Kinderspielflächen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Ausgeschlossen ist auch der Einbau in Privatwege außerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten, Wirtschaftswege sowie in Lärmschutzwälle. Dies gilt auch für den Einbau in Geh- und Radwegen, sofern sie nicht in direktem Zusammenhang mit dem Straßenkörper stehen.

Pechhaltiger Straßenaufbruch kann bis zu einem PAK-Gehalt nach EPA von 100 mg/kg unter Einhaltung der Anforderungen der Einbauklasse 2 auch ungebunden mit folgenden zusätzlichen Einschränkungen verwertet werden:

Einsatz nur bei Großbaumaßnahmen und vollflächige Überbauung durch eine wasserundurchlässige Schicht.

Eine bautechnische Verwendung von pechhaltigem Straßenaufbruch im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung in anorganischen Teilbereichen, ist ebenfalls möglich.

#### Gemische

Maßgebend für die Festlegung des Verwertungsweges und der Einbauklasse von Gemischen aus unterschiedlichen Straßenaufbruchmaterialien sind die Komponenten, deren Gefährdungspotential am höchsten einzustufen ist.

#### 1.3.4 Güteüberwachung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Straßenaufbruch erfordern eine Güteüberwachung. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Der Einbau von Straßenaufbruch im eingeschränkten offenen Einbau (> Z 1.1) und eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen ist zu dokumentieren. Die Anforderungen an die Dokumentation richten sich nach den Technischen Regeln für die jeweiligen mineralischen Reststoffe/Abfälle.

Die Dokumentation des Einbaus von pechhaltigem Straßenaufbruch ist durch den Träger der Baumaßnahme vorzunehmen und sollte folgende Angaben beinhalten:

- Ort des Einbaus (Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung),
- Art der Maßnahme;
- Herkunft des Straßenaufbruchs;
- Gütenachweis, Analyseergebnisse;
- Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut);
- hydrogeologische Verhältnisse (z.B. Abstand zum Grundwasser, Ausbildung der Deckschicht);
- Art der technischen Sicherungsmaßnahme;
- Träger der Baumaßnahme;
- Aufbereiter;
- Transporteur und
- Einbaufirma.

Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

### 1.4 Bauschutt

#### 1.4.1 Definition

Bauschutt im Sinne dieser Technischen Regeln ist mineralisches Material, das bei Neubau, Umbau, Sanierung, Renovierung und Abbruch von Gebäuden (z. B. Wohn-, Bürogebäude, Fabrik-, Lager- und Ausstellungshallen, Werkstätten, Kaufhäuser) und anderen Bauwerken (z. B. Brücken, Tunnels, Kanalisationsschächten) anfällt.

In diesen Technischen Regeln werden folgende Reststoff- und Abfallarten behandelt:

**Bauschutt (314 09)**

Mineralische Stoffe aus Bautätigkeiten, auch mit geringfügigen Fremdbestandteilen; dies ist in der Regel dann gegeben, wenn der Anteil der nicht-mineralischen Stoffe 5 Vol.-% nicht überschreitet **und** eine weitergehende Eliminierung dieser Stoffe aufgrund ihrer geringen Größe unzumutbar ist.

**Hinweis:**

Bauschutt mit einem Anteil von nichtmineralischen Stoffen über 5 Vol.-%, der z. B. als Gemisch von mineralischen und nichtmineralischen Bestandteilen anfällt, wenn Bauwerke nicht kontrolliert zurückgebaut werden, darf in dieser Zusammensetzung nicht verwendet werden. Sofern dieses Material dennoch verwertet werden soll, sind die nichtmineralischen Fremdbestandteile im Rahmen der Aufbereitung auszusortieren.

Darüber hinaus gelten als Bauschutt im Sinne dieser Technischen Regeln:

Straßenaufbruch (314 10), insbesondere hydraulisch gebundener Straßenaufbruch, sowie Natur- und Betonwerksteine, der /die gemeinsam mit Bauschutt in Bauschuttrecyclinganlagen aufbereitet wird/werden (siehe II.1.3.1)

mineralischer Anteil aus der Sortierung und Klassierung von Baustellenabfällen (91206), regional auch Baumischabfälle genannt.

**Hinweis:**

Das bei der Sortierung und Klassierung von Baustellenabfällen anfallende, überwiegend mineralische Absiebmaterial mit einem Korndurchmesser < 5 mm ist aufgrund seiner heterogenen Zusammensetzung und nicht eindeutig bestimmbarer Herkunft nicht verwertbar im Sinne dieser Technischen Regeln.

Bauschutt oder Gemische aus Bauschutt und Bodenmaterial (auch: Bauschutt und Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen (31441), der/die in Behandlungsanlagen (z. B. Bodenwaschanlagen) gereinigt werden ist/sind und

Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mineralischem Baumaterial (z. B. Ziegel, Kalksandstein, Beton).

Diese Technischen Regeln gelten auch für:

Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% aus Bauschutt oder sonstigen mineralischen Reststoffen/Abfällen, z. B. Schlacken und Aschen (siehe II.1.2.1).

Diese Technischen Regeln gelten nicht für:

Asbesthaltige Abfälle (314 12, 314 36, 314 37); z. B. Asbestzementplatten, -rohre, Spritzasbest (siehe LAGA-Merkblatt "Entsorgung asbesthaltiger Abfälle").

Mineralische Dämmstoffe, Mineralfaserabfälle (314 16); diese sollten im Hinblick auf die Verwertbarkeit möglichst vor dem Abbruch eines Gebäudes ausgebaut und getrennt entsorgt werden.

---

Gleisschotter; dieser wird in einem gesonderten Kapitel behandelt.

Mineralische Stoffe aus dem Rückbau von Deponien; hierfür sind Einzelfallregelungen zu treffen.

Im Hinblick auf die Verwertung wird **im** folgenden unterschieden zwischen Recyclingbaustoff,

d. h. Bauschutt **im** Sinne dieser Technischen Regeln, der in mobilen und stationär betriebenen Anlagen für den späteren Verwendungszweck ohne weitere Vermischung mit anderen Stoffen aufbereitet worden ist, nicht aufbereitetem Bauschutt,

d. h. Bauschutt sowie Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mineralischem Baumaterial, die ohne weitere Aufbereitung verwendet werden, und

Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-%.

#### 1.4.2 Untersuchungskonzept

##### 1.4.2.1 Untersuchung von Bauschutt

Bauschutt kann, bedingt durch die Ausgangsmaterialien und/oder die Nutzung des Bauwerkes, mit unterschiedlichen Stoffen belastet sein. Bei den durchzuführenden Untersuchungen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

Untersuchung des Bauwerkes im Hinblick auf die Verwertung, Behandlung oder sonstige Entsorgung von Bauteilen;

Untersuchung von nichtaufbereitetem Bauschutt;

Untersuchung von Bauschutt vor der Aufbereitung in einer Anlage und Untersuchung von Recyclingbaustoffen im Hinblick auf die Verwertung.

##### 1.4.2.1.1 Untersuchung des Bauwerkes

Vor Umbau, Sanierung oder Abbruch eines Bauwerkes ist zunächst durch Inaugenscheinnahme und Auswertung vorhandener Unterlagen festzustellen, ob mit einer Schadstoffbelastung des dabei anfallenden Bauschutts gerechnet werden muß. Hierbei sind insbesondere die verwendeten Baumaterialien sowie die Nutzung des Bauwerkes zu berücksichtigen. Auf der Grundlage der sich aus dieser Vorerkundung ergebenden Erkenntnisse ist zu entscheiden, ob zusätzlich analytische Untersuchungen erforderlich sind. Der Untersuchungsumfang richtet sich nach den Ergebnissen der Vorerkundung.

Zu untersuchen sind insbesondere

Gebäude, die unter Verwendung von Baustoffen errichtet wurden, die als gesundheitsgefährdend einzustufen sind (z. B. Asbest, PCB-haltige Materialien) und die geeignet sind, den Bauschutt zu verunreinigen;

Gebäude, in denen mit Stoffen umgegangen wurde, die geeignet sind, den Bauschutt zu verunreinigen (z. B. Galvanilcbetriebe, Gaswerke, Produktionsanlagen der chemischen Industrie);

Innenwandungen von Industrieschornsteinen;

Bauteile mit Isolierungen und Anstrichen auf Pechbasis und

Brandschutt.

#### 1.4.2.1.2 Untersuchung von nichtaufbereitetem Bauschutt

Der Umfang der notwendigen Untersuchungen richtet sich nach der beabsichtigten Verwendung.

Auf analytische Untersuchungen kann verzichtet werden, wenn ein Einbau in der Einbauklasse 2 (siehe II.1.4.3.1.3) beabsichtigt ist oder Kleinmengen < 20 m<sup>3</sup> auf dem eigenen Grundstück verwertet werden, und wenn

das Material durch kontrollierten Rückbau gewonnen wird und dabei schadstoffhaltige Baumaterialien (z. B. PCB-haltige Dichtungsmassen, asbesthaltige Verkleidungen) vollständig abgetrennt werden,

kein Verdacht auf nutzungsbedingte oder sonstige Schadstoffbelastungen besteht,

nichtmineralische Baustoffe soweit abgetrennt werden, daß nur noch geringfügige Fremdbestandteile  $\leq 5$  Vol.-% enthalten sind.

Ist eine Verwendung in der Einbauklasse 1 (siehe II.1.4.3.1.2) vorgesehen, ist eine analytische Untersuchung erforderlich, die in ihrem Parameterumfang der Analytik des Eignungsnachweises von Recyclingbaustoffen (Tabellen II.1.4-2 und II.1.4-3) entspricht.

Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mineralischen Baustoffen, die nicht in Bauschuttrecyclinganlagen aufbereitet werden sollen, sind wie nichtaufbereiteter Bauschutt zu untersuchen.

#### 1.4.2.1.3 Untersuchung von Bauschutt vor der Aufbereitung in einer Anlage

Bei der Anlieferung von Bauschutt an eine Bauschuttrecyclinganlage ist ein Lieferschein (siehe Anlage) vorzulegen, der mindestens folgende Angaben enthält:

Art, Bezeichnung gem. II.1.4.1,

Abfallschlüssel,

Herkunft,

vorherige Verwendung,

Ergebnisse bauseits durchgeführter Untersuchungen.

Nach dem Abkippen des Materials ist durch organoleptische Prüfung festzustellen, ob die Zusammensetzung des angelieferten Materials den Angaben im Lieferschein entspricht.

Ergibt sich dabei der Verdacht, daß das angelieferte Material nicht mit dem deklarierten übereinstimmt, sind zur Annahme analytische Untersuchungen gem. Tabelle II.1.4-1, ggfs. ergänzt um weitere Parameter, durchzuführen.

#### 1.4.2.1.4 Untersuchung von Recyclingbaustoffen

Vor der Aufnahme regelmäßiger Lieferungen der in einer Bauschuttrecyclinganlage hergestellten Recyclingbaustoffe sind die einzelnen Lieferkörnungen (einschließlich Vorabsiebmaterial) auf ihre Eignung für die Verwertung gemäß Tabellen II.1.4-2 und II.1.4-3 zu untersuchen (Eignungsnachweis).

Recyclingbaustoffe unterliegen darüber hinaus zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Güteüberwachung, die im Abschnitt II.1.4.4 beschrieben wird.

---

#### 1.4.2.2 Untersuchung von Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-Ofo (Gemische)

Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-Ofo (Gemische) kann, bedingt durch die Ausgangsmaterialien und/oder die Nutzung des Bauwerkes, mit unterschiedlichen Stoffen belastet sein und ist deshalb auf die Eignung zur Verwertung zu untersuchen. Die mineralischen Fremdbestandteile in diesen Gemischen können unterschiedlicher Herkunft sein, z. B.

- Bauschutt (z. B. Ziegelbruch),
- Verbrennungsrückstände (z. B. Aschen und Schlacken) oder
- Reststoffe/Abfälle aus industrieller Produktion.

Das Untersuchungskonzept und der Umfang der durchzuführenden Untersuchungen sind abhängig

- davon, ob das Material als Gemisch oder getrennt in Fremdbestandteile und Bodenmaterial verwendet oder verwertet werden soll,
- von der Art der mineralischen Fremdbestandteile und
- von möglichen Bodenverunreinigungen.

Wenn das Material getrennt wird, sind die einzelnen Materialkomponenten entsprechend den jeweiligen Technischen Regeln zu untersuchen.

Verbleiben Stoffgemische oder wird nicht getrennt, ist das in Tabelle II.1A-1 vorgegebene Mindestuntersuchungsprogramm durchzuführen, ggf. um weitere Untersuchungsparameter ergänzt, die für die jeweiligen Fremdbestandteile bzw. die bekannten Kontaminationen typisch sind (vgl. II.1.2.2).

#### 1.4.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung

##### 1.4.3.1 Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt

Die Verwertung von Bauschutt ist so weit und so hochwertig wie möglich anzustreben. Um dies zu ermöglichen, darf dieser keine Verunreinigungen und/oder Fremdbestandteile enthalten, die in § 2 Abs. 1 AbfG genannten Schutzgüter oder die bautechnische Eignung beeinträchtigen und die nicht entfernt werden können. Die Erfüllung dieser Forderung sowie die Einhaltung einer gleichbleibenden Qualität des Endproduktes setzen daher eine möglichst nach Stoffgruppen getrennte Gewinnung der für die Verwertung geeigneten Stoffe sowie deren Aufbereitung zu Recyclingbaustoffen voraus.

Im Einzelfall kann auch nicht aufbereiteter Bauschutt nach diesen Technischen Regeln verwendet werden. Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt sollten vorrangig bei Baumaßnahmen im Hoch-, Erd-, Straßen- und Deponiebau verwendet werden. Im Rahmen der bergbaulichen oder sonstigen Rekultivierung sowie des Landschaftsbaus sollten diese Materialien nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten werden die Recyclingbaustoffe und ggfs. nicht aufbereiteter Bauschutt Einbauklassen zugeordnet. Die Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung dieser Materialien dar.

Wird bei der Untersuchung von Gebäuden, Bauteilen oder Bauschutt vor der Aufbereitung eine Schadstoffbelastung festgestellt, die über den Werten der Tabelle II.1.4-4 liegt, darf dieses Material nicht direkt Bauschuttrecyclinganlagen zugeführt werden, sondern ist entweder mit dem Ziel der Schadstoffreduzierung zu behandeln oder abzulagern. Werden die Werte der Tabelle II.1.4-4 unterschritten, kann das Material entsprechend der sich daraus ergebenden Einbauklasse aufbereitet und verwendet werden. Bei entsprechendem Nachweis ist auch der Einbau in einer höherwertigen Einbauklasse zulässig.

#### 1.4.3.1.1 Z 0 Uneingeschränkter Einbau

Für diese Einbauklasse werden nur Recyclingbaustoffe sowie Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von Baustoffen zugelassen.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6 aufgeführten Z O-Werte ist davon auszugehen, daß die in § 2 Abs. 1 AbfG genannten Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden. Zusätzliche Regelungen für bestimmte Anwendungsbereiche, z. B. bautechnische Anforderungen des Straßenbaus oder hygienische Anforderungen an Kinderspielplätze und Sportanlagen, bleiben hiervon unberührt.

#### Folgerungen für die Verwertung

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 0 ist im allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau möglich.

Aus Vorsorgegründen soll auf den Einbau in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten (Zonen I und II) verzichtet werden.

#### 1.4.3.1.2 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau

Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und ggfs. Z 1.2, Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser.

Grundsätzlich gelten die Z 1.1-Werte. Bei Einhaltung dieser Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, daß keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten.

Darüber hinaus können – sofern dieses landesspezifisch festgelegt ist – in hydrogeologisch günstigen Gebieten Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt mit Gehalten bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden. Dies gilt bei Bodenaustausch und -ersatz nur für Flächen, die bereits eine Vorbelastung des Bodens > Z 1.1 aufweisen (Verschlechterungsverbot).

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Sofern diese hydrogeologisch günstigen Gebiete durch die zuständigen Behörden nicht verbindlich festgelegt sind, müssen der genehmigenden

---

Behörde die geforderten günstigen Standorteigenschaften durch ein Gutachten nachgewiesen werden.

Aufgrund der im Vergleich zu den Zuordnungswerten Z 1.1 höheren Gehalte ist bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z 1.2 ein Erosionsschutz (z. B. geschlossene Vegetationsschicht) erforderlich.

#### **Folgerungen für die Verwertung**

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 ist ein offener Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt in Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Dies können sein

Straßen- und Wegebau sowie begleitende Erdbaumaßnahmen,

Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen,

Grünanlagen, soweit diese eine geschlossene dauerhafte Vegetationsschicht haben, sowie

Oberflächenabdichtungen von Deponien (z. B. Kapillarsperre) und

in Ausnahmefällen auch bergbauliche Rekultivierungsmaßnahmen und sonstige Abgrabungen, soweit das Material mit einer ausreichend mächtigen Schicht aus Bodenmaterial/kulturfähigem Bodensubstrat überdeckt wird.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen ist die Verwertung in

festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinlewasserschutzgebieten (Zone I-liLA),

festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I-III),

Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen) und

besonders sensiblen Flächen bzw. Nutzungen (z. B. Kinderspielplätze, Bolzplätze, nicht versiegelte Schulhöfe, Klein- und Hausgärten, gärtnerisch und landwirtschaftlich genutzte Flächen).

#### **1.4.3.1.3 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen**

Die Zuordnungswerte Z 2 (Tabellen 11.1.4-5 und II.1.4-6) stellen die Obergrenze für den Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

#### **Folgerungen für die Verwertung**

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt unter den nachstehend defi-

nierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- a) im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie' und Gewerbegebieten (z.B. Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z.B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als

Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und

gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten);

- b) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als

Lärmschutzwand mit mineralischer Oberflächenabdichtung  $d \geq 0,5$  m und  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht und

Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d \geq 0,5$  und  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht.

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Der Einbau bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter a) genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten. Darüber hinaus sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z. B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Bei anderen als den unter a) und b) genannten Bauweisen ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Eine bautechnische Verwendung von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (Zone I-III B),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I-N),

in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,

in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),

in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern, sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund,

- 
- aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielflächen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Recyclingbaustoffe und nicht aufbereiteter Bauschutt dieser Einbauklasse dürfen nicht in Dränschichten oder zur Verfüllung von Leitungsgräben ohne technische Sicherungsmaßnahmen verwendet werden.

#### 1.4.3.2 Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (Gemische)

Die Herstellung von Gemischen aus Bodenmaterial und anderen mineralischen Reststoffen/Abfällen mit dem Ziel, die Technischen Regeln Boden (II.1.2) zu umgehen, ist unzulässig.

Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (Gemische) wird in Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten Einbauklassen zugeordnet. Es werden folgende Fälle unterschieden:

- a) Wird das Gemisch getrennt, sind die einzelnen Materialkomponenten entsprechend den jeweiligen Technischen Regeln zu bewerten und zu bewerten.
- b) Verbleiben Gemische oder soll das Gemisch ohne Abtrennung der Fremdbestandteile eingebaut werden, ist wie folgt zu verfahren:

Maßgebend für die Festlegung des Verwertungsweges und der Einbauklasse sind die Materialkomponenten, deren Gefährdungspotential am höchsten einzustufen ist.

Aus Vorsorgegründen ist ein Einbau dieser Gemische nicht in der Einbauklasse 0 zulässig.

#### 1.4.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt sowie Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (Gemische) erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Recyclingbaustoffe unterliegen zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Güteüberwachung entsprechend dem Verfahren der "Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau" (RGMin-StB), die aus der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung besteht. Vor Aufnahme der Güteüberwachung ist ein Eignungsnachweis, der aus Erstprüfung und einer Betriebsbeurteilung (Erstinspektion) besteht, durch Vorlage eines Prüfungszeugnisses zu erbringen. Der Umfang der durchzuführenden Untersuchungen ergibt sich aus den Tabellen II.1.4-2 und II.1.4-3.

Die **Eigenüberwachung** beginnt bei der Anlieferung von Bauschutt an eine Aufbereitungsanlage. Dabei ist aufgrund der Angaben im Lieferschein (Art, Herkunft, vorherige Anwendung, Ergebnisse bauseits durchgeführter Untersuchungen und Abfallschlüssel) und durch die Inaugenscheinnahme (organoleptische Prüfung) nach dem Abprüfen des Materials festzustellen, ob die Zusammensetzung des angelieferten Materials den Angaben im Lieferschein

entspricht. Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Untersuchungen ergeben sich aus den Tabellen 11.1.4.-2 und 11.1.4.-3.

Die Fremdüberwachung ist durch eine dafür qualifizierte, unabhängige — und nach Möglichkeit nach Landesrecht anerkannten — Untersuchungsstelle vierteljährlich durchzuführen. Dabei sind für die Feststellung der Eignung des aufbereiteten Materials alle hergestellten Lieferkörnungen zu untersuchen. Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Untersuchungen ergeben sich aus den Tabellen II.1.4-2 und 11.1.4.3. Außerdem ist die Eigenüberwachung zu kontrollieren.

Für den Eignungsnachweis, die Eigen- und Fremdüberwachung gelten die Zuordnungswerte der Tabellen 11.1.4-5 und n.1.4-6.

Unabhängig davon gilt, daß Überschreitungen der Zuordnungswerte nur im Rahmen der Meßungenauigkeiten tolerierbar sind. Sie dürfen nicht systematisch sein.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der zulässige Wert eines Parameters bei zwei aufeinanderfolgenden Dberwachungen um mehr als die Meßungenauigkeit überschritten wird.

Art und Umfang der Qualitätssicherung bei der Verwertung von nichtaufbereitetem Bauschutt und Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% sind einzelfallbezogen festzulegen.

Systematische Überschreitungen der in den Tabellen genannten Werte sind der zuständigen Behörde anzuzeigen, die dann über die Zulässigkeit der weiteren Verwertung entscheidet.

Der Einbau von Recyclingbaustoffen und nicht aufbereitetem Bauschutt sowie Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (Gemische) mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen 1.2 und 2) ist zu dokumentieren. Dieses sollte gemäß Tabelle 11.1.4-7 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

Tabelle II.1.4-1: Mindestuntersuchungsprogramm für Bauschutt vor der Aufbereitung bei unspezifischem Verdacht

Parameter	Feststoff	Eluat
Aussehen.'	X	
Farbe, Färbung?	X	X
Trübung"		X
Geruch?	X	X
pl-i-Wert		X
elektrische Leitfähigkeit		X
Chiarid		X
Sulfat		X
Arsen"	X	X
Blei	X	X
Cadmium	X	X

Parameter	Feststoff	Eluat
Chrom (gesamt)	X	X
Kupfer	X	X
Nickel	X	X
Quecksilber'	X	X
Zinlc	X	X
Kohlenwasserstoffe	X	
PAKnachEPA	X	
BOX	X	
Phenolindex		X

<sup>1</sup> Verbale Beschreibung der Bestandteile.

<sup>2</sup> Ist anzugeben (verbale Beschreibung).

<sup>3</sup> Gilt nur für Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-%

Tabelle II.1.4-2: **Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Untersuchungen im Feststoff für Recyclingbaustoffe**

Parameter	Eignungs- nachweis	Fremdüber- wachung <sup>1</sup>	Eigenüber- wachung <sup>2</sup>
Aussehen	X	X	X
Farbe	X	X	X
Geruch	X	X	X
Blei'	X	X	
Cadmium'	X	X	
Chrom (gesamt)''	X	X	
Kupfer'	X	X	
Nickel''	X	X	
Zink'	X	X	
Kohlenwasserstoffe	X	X	
PAK nach EPA	X	X	
EOX	X	X	

<sup>1</sup> Die Fremdüberwachung ist mindestens 'j. jährlich durchzuführen.

<sup>2</sup> Die Eigenüberwachung ist laufend durchzuführen.

<sup>3</sup> Aufgrund der vorliegenden Analysendaten liegen die Schwermetallgehalte von Recyclingbaustoffen im Bereich nichtspezifisch belasteter Böden und Gesteine. Auf ihre Untersuchung kann daher im Regelfall verzichtet werden. Eine Untersuchung ist dann erforderlich, wenn ein Einbau in der Einbauklasse 0 beabsichtigt ist.

Tabelle 11.1.4-3: **Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Untersuchungen im Eluat für Recyclingbaustoffe**

Parameter	Eignungs- nachweis	Fremdüber- wachung <sup>1</sup>	Eigenüber- wachung <sup>2</sup>
Färbung	X	X	X
Trübung	X	X	X
Geruch	X	X	X
pH-Wert	X	X	X
el. Leitfähigkeit	X	X	X
Chlorid	X	X	
Sulfat	X	X	
Blei	X	X	
Cadmium	X	X	
Chrom (gesamt)	X	X	
Kupfer	X	X	
Nickel	X	X	
Zink	X	X	
Phenolindex	X	X	

<sup>1</sup> Die Fremdüberwachung ist mindestens 1/jährlich durchzuführen.

<sup>2</sup> Die Eigenüberwachung ist mindestens wöchentlich durchzuführen.

**Hinweis:**

Um die Eigenüberwachung zu verbessern, wird empfohlen, diese häufiger durchzuführen und ggf. auch den Parameterumfang zu erweitern (siehe auch III.4.2.3).

Tabelle II.1.4-4: **Orientierungswerte für die Bewertung von schadstoffbelasteten Gebäuden. Bauteilen oder Bauschutt vor der Aufbereitung**

Parameter	<u>gemessen im Feststoff</u>		<u>gemessen im Eluat</u>	
	Dimension	Orientie- wert	Dimension	Orientie- wert
pH-Wert				7 bis 12.5
elektrische Leitfähigkeit			$\mu\text{S}/\text{cm}$	3000
Chlorid			$\text{mg}/\text{l}$	150
Sulfat			$\text{mg}/\text{l}$	600
Arsen	$\text{mg}/\text{kg}$	50	$\mu\text{g}/\text{l}$	50
Blei	$\text{mg}/\text{kg}$	300	$\mu\text{g}/\text{l}$	100
Cadmium	$\text{mg}/\text{kg}$	3	$\mu\text{g}/\text{l}$	5
Chrom (gesamt)	$\text{mg}/\text{kg}$	200	$\mu\text{g}/\text{l}$	100

Parameter	gemessen im Feststoff		gemessen im Eluat	
	Dimension	Orientierungswert	Dimension	Orientierungswert
Kupfer	mg/kg	200	µg/l	200
Nickel	mg/kg	200	µg/l	100
Quecksilber	mg/kg	3	µg/l	2
Zink	mg/kg	500	µg/l	400
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	1000		
PAK nach EPA	mg/kg	75 (100) <sup>1</sup>		
EOX	mg/kg	10		
PCB	mg/kg	1		
Phenolindex			µg/l	100

, Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.

Tabelle 11.1.4.5: Zuordnungswerte Feststoff für Recyclingbaustoffe/nicht-aufbereiteten Bauschutt

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		ZO	ZU	Z1.2	Z2
Arsen <sup>1</sup>	mg/kg	20			
Blei <sup>2</sup>	mg/kg	100			
Cadmium <sup>1</sup>	mg/kg	0,6			
Chrom (gesamt) <sup>1</sup>	mg/kg	50			
Kupfer <sup>1</sup>	mg/kg	40			
Nickel <sup>2</sup>	mg/kg	40			
Quecksilber	mg/kg	0,3			
Zink <sup>1</sup>	mg/kg	120			
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	100	300 <sup>1</sup>	500 <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>
PAKnachEPA	mg/kg	1	5 (20) <sup>3</sup>	15 (50) <sup>3</sup>	75 (100) <sup>3</sup>
EOX	mg/kg	1	3	5	10
PCB	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1

<sup>1</sup> Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

<sup>2</sup> Sollen Recyclingbaustoffe, z. B. Vorabsiebmaterial, und nicht aufbereiteter Bauschutt als Bodenmaterial für Rekultivierungszwecke und Geländeauffüllungen in der Einbauklasse 1 verwendet werden, ist die Untersuchung von Arsen und Schwermetallen erforderlich. Es gelten dann die Kriterien und Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) der Technischen Regeln Boden.

<sup>3</sup> Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.

Tabelle II.1.4-6: **Zuordnungswerte Eluat für Recyclingbaustoffe/nichtaufbereiteten Bauschutt**

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		ZO	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert			7,0-12,5		
elektro Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	500	1500	2500	3000
Chlorid	$\text{mg}/\text{l}$	10	20	40	150
Sulfat	$\text{mg}/\text{l}$	50	150	300	600
Arsen	$\mu\text{g}/\text{l}$	10	10	40	50
Blei	$\mu\text{g}/\text{l}$	20	40	100	100
Cadmium	$\mu\text{g}/\text{l}$	2	2	5	5
Chrom (gesamt)	$\mu\text{g}/\text{l}$	15	30	75	100
Kupfer	$\mu\text{g}/\text{l}$	50	50	150	200
Nickel	$\mu\text{g}/\text{l}$	40	50	100	100
Quecksilber	$\mu\text{g}/\text{l}$	0,2	0,2	1	2
Zink	$\mu\text{g}/\text{l}$	100	100	300	400
Phenolindex	$\mu\text{g}/\text{l}$	< 10	10	50	100

Tabelle II.1.4-7: **Vorgaben für den Umfang der Dokumentation für den Einbau von Recyclingbaustoffen und nichtaufbereitetem Bauschutt sowie Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (Gemische)**

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
X	X	X	Ort des Einbaus (Lage, Ort, Straße, Flurbezeichnung)
X	X	X	Art der Maßnahme
X	x	X	Art des Materials
X	X	X	Herkunft des Materials
X		X	Gütenachweis (die Analysenergebnisse sind vom Lieferanten/Aufbereiter zu dokumentieren)
X		X	Einbauklasse
X	X	X	Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut)
		X	hydrogeologische Verhältnisse (z.B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht)
		X	bei Einbauklasse 2 die Art der technischen Sicherungsmaßnahme
X	X		Träger der Baumaßnahme
	X	X	Aufbereiter
X		X	Transporteur
X	X	X	Einbaufirma

**Anlieferungsschein für Bauschutt  
im Sinne der "Technischen Regeln Bauschutt"  
der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall**

Herkunft des Materials		Anliefererschein-Nr.:	IDatum:
Baustelle/Abbruchprojekt			
Art der Baumaßnahme			
Bauherr/Abfallbesitzer			
Straße			
Piz und Ort			
<small>bille ankreuzen</small>	<b>Bau a bfa 11 arte n</b>	AbfallschlOssei	Menge m l
0	Bauschutt ohne mineralische und nichtmmeralische Fremdbetand- leile (< 5 Vol-%)	31409	
0	Bauschutt mit erheblichen ruchtmineralschen Fremdbestandteilen (> 5 VoL-%)	31409	
0	Straßenaufbruch, insbesondere hydraulisch gebundener strasen- aufbruch	31410	
0	Natur- und Betenwerksteine	31410	
0	Mineralischer Anteil aus der Sortierung und Klassierung von Baustellenabfällen		
0	Bauschutt oder Gemlsche aus Bauschutt und Bodenmaterial der/die m Behandlungsanlagen gereinigt wanden smd		
0	Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mmerallschem Baumaterial		
0	Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol-% aus Bauschutt oder sonstigen mmeralischen Reststoffen/Abtällen		
0			
0			
Das Material besteht überwiegend aus:			
0	Beton		
0	Mauerwerk (Materialart angeben)		
0	Bodenmaterial (Bodenart angeben)		
0			

**Angaben über durchgeführte Untersuchungen:**

(Die Analysergebnisse sind beizufügen bzw. liegen der Annahmestelle vor)


**Transporte:**

<b>Transportunternehmen</b>	<b>Fahrzeug-</b>	<b>Name des Fahrers</b>
<b>Firmenbezeichnung</b> : Anschrift und Telefon-Nr.	<b>Kennzeichen</b>	<b>in Druckschrift</b>

**Erläuterung:**

Der Anliefernde versichert, daß er nur die oben angekreuzten Abfälle angeliefert hat und diese im Sinne der Technischen Regeln Bauschutt verwertet werden können. Der Anlieferer erkennt an, daß er für den Fall, daß sich diese Versicherung als unzutreffend erweisen sollte, alle Kosten übernimmt, die im Zusammenhang mit der notwendigen Entsorgung anfallen. Er erklärt ferner, daß ihm die Benutzungsbedingungen bekannt sind und diese von ihm anerkannt werden.

Ort, Datum

.. den... ..19...

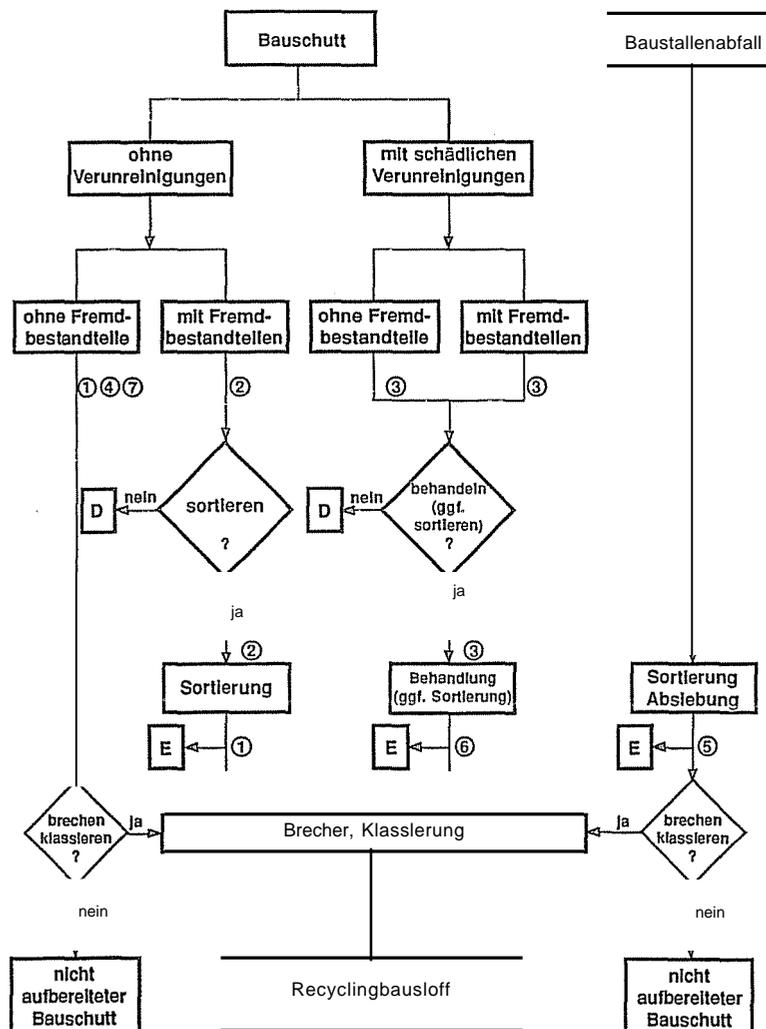
Unterschrift des Anlieferers

Lieferung angenommen

Ort, Datum

den. ...19...

Unterschrift des Annahmenden



- **D** Ablagerung von Bauschutt mit Fremdbestandteilen und/oder schädlichen Verunreinigungen nach TASI oder TA Abfall
- **E** Entsorgung der Sorterreste und Behandlungstilstände sowie des mineralischen Abseibmaterials aus der Baustellenabfallsortierung

---

**„Bauschutt“ im Sinne der Technischen Regeln Bauschutt**

Bauschutt ohne mineralische und nichtmineralische Fremdbestandteile (31409)

2

Bauschutt mit erheblichen nichtmineralischen Fremdbestandteilen (>5 Vol.-%) (31409)

3

Bauschutt und Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen (31441)

Straßenaufbruch (314 10), insbesondere hydraulisch gebundener Straßenaufbruch, sowie Natur- und Betonwerksteine, der/die gemeinsam mit Bauschutt in Bauschuttrecyclinganlagen aufbereitet werden

5

Mineralischer Anteil aus der Sortierung und Klassierung von Baustellenabfällen

Bauschutt oder Gemische aus Bauschutt und Bodenmaterial, der/die in Behandlungsanlagen gereinigt worden sind

7

Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mineralischem Baumaterial

Zuordnung der einzelnen Fraktionen zu den Pfaden im Ablaufdiagramm

## **2. Schlacken und Aschen aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen <sup>5(\*)</sup>**

### **2.1 Allgemeines**

Für die Verwertung von Schlacken und Aschen aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen sind im allgemeinen Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich. Diese werden in einer LAI-Musterverwaltungsvorschrift zur Vermeidung und Verwertung von Reststoffen nach § 5 Abs. 1 Nr.3 BImSchG sowie in einem LAGA-Merkblatt "Entsorgung von Rückständen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle" eingehend behandelt. Letzteres enthält auch Vorgaben für Feststoffgehalte.

#### **2.1.1 Geltungsbereich**

Diese Technischen Regeln gelten für die Verwendung und für die Verwertung folgender Abfall- und Reststoffarten

Abfallschlüssel	Bezeichnung
313 08	Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen

#### **2.1.2 Herkunft**

Die vorgenannten Abfallarten entstehen bei der thermischen Behandlung von Abfällen.

#### **2.1.3 Untersuchungskonzept und -anforderungen**

Vor der Verwertung der o.g. Materialien ist das Gefährdungspotential, bezogen auf die Schutzgüter nach § 2 Abs. 1 AbfG, insbesondere die Gesundheit des Menschen sowie Wasser, Boden und Luft festzustellen. Zur Vereinheitlichung im Vollzug werden Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials eine umweltverträgliche Verwertung der in 2.1.1 genannten Materialien gewährleisten. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden, deren Einteilung auf Herkunft, Beschaffenheit und Anwendung nach Standortvoraussetzungen basiert.

Die Definitionen der Zuordnungswerte sind identisch mit denen der Technischen Regeln für die Verwertung von mineralischen Abfällen und Reststoffen aus dem Baubereich, Altlasten und Schadensfällen.

Zu den Einbauklassen werden verschiedene Verwertungsmöglichkeiten genannt. Eine weitere Differenzierung kann nach hydrogeologischen Standortverhältnissen, den konkreten Einbaubedingungen und der Nutzung am Einbauort erfolgen.

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte. Abweichungen von diesen Technischen Regeln können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

---

<sup>5(\*)</sup> Wird durch weitere Reststoffe/Abfälle ergänzt.

---

## **2.2 Schlacken und Aschen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (HMV)**

### **2.2.1 Definition**

Bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen entstehen feste Rückstände, die am Ende des Verbrennungsrostes in den Naßentschlacker oder in ein anderes Austragssystem abgeworfen werden (Rostabwurf) bzw., die durch die Spalten des Verbrennungsrostes in den darunterliegenden Luftkasten fallen (Rostdurchfall).

HMV-Rohschlacken, bestehend aus Rostabwurf und Rostdurchfall, sind Gemenge aus gesinterten Verbrennungsprodukten (Schlacken), Eisenschrott und anderen Metallen, Glas und Keramikscherben, anderen mineralischen Bestandteilen sowie unverbrannten Resten.

Nicht dazu gehören Kesselstäube, Filterstäube und andere Rückstände aus der Abgasreinigung (vgl. u. a. 17. BImSchV), die getrennt von anderen festen Rückständen zu erfassen sind.

Um dem Ziel einer möglichst schwermetallarmen Schlacke für die Verwertung näherzukommen, ist es vorteilhaft, den Rostdurchfall separat auszutragen und ggf. aufgrund des hohen organischen Anteils wieder der Verbrennung zuzuführen.

Vor der Verwertung muß die HMV-Rohschlacke aufbereitet und abgelagert werden. Die aufbereitete und abgelagerte Rohschlacke wird im folgenden als HMV-Schlacke bezeichnet.

Je nach Zusammensetzung des verbrannten Abfalls, der Verbrennungsbedingungen und der erforderlichen Aufbereitung der Rückstände kann sich die chemische Zusammensetzung und das Elutionsverhalten stark verändern. Die Qualität von herkömmlichen HMV-Schlacken kann durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen, gezielte Schadstoffentfrachtung und durch weitergehende Behandlung erhöht werden.

### **2.2.2 Untersuchungskonzept**

Zur Zusammensetzung und zum Elutionsverhalten herkömmlicher HMV-Schlacke liegt umfangreiches Zahlenmaterial vor. Aufgrund ihrer Herkunft kann sie insbesondere hohe Gehalte an Schwermetallen sowie leichtlösliche Salze enthalten. Vor dem ersten Einsatz einer HMV-Schlacke ist daher deren Eignung für die Verwertung nachzuweisen. Dafür sind analytische Untersuchungen gemäß den Tabellen II. 2.2-1 und II. 2.2-2 durchzuführen. Die Probenahme ist in Teil III geregelt.

HMV-Schlacken, die zur Verwertung vorgesehen sind, unterliegen darüber hinaus zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Qualitätskontrolle, die sich aus einer Eigenkontrolle durch den Aufbereiter sowie weiteren Untersuchungen gemäß Tabellen II. 2.2-1 und II. 2.2-2 im Rahmen einer viertel- bzw. halbjährlichen Fremdüberwachung -- nach Möglichkeit durch ein nach Landesrecht anerkanntes Prüflabor -- zusammensetzt.

### **2.2.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung**

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten wird die zu wertende HMV-Schlacke in Einbauklassen zugeordnet. Für aufbereitete HMV-Schlacken kommt gegenwärtig lediglich die Einbauklasse 2 in Frage.

Tabelle H.2.2-1: Zuordnungswerte **und** Untersuchungen im Feststoff für HMV-Schlacken

Parameter	Dimension	Zuordnungswert	Eignungs- feststellung	Fremdüber- wachung	Eigen- kontrolle
Aussehen	"	" 1)	+	+	+
Farbe	-	- 1)	+	+	+
Geruch	-	- 1)	+	+	+
Trocken- rückstand	Masse-%	- 1)	+	+	+
Glühverlust	Masse-%	- 1)	+	+	+
TOC	Masse-%	1 2)	+	+	
BOX	mg/kg	3	+	+	

<sup>1)</sup> Ist anzugeben

<sup>2)</sup> für Altanlagen gilt 3 Masse-%

Tabelle H.2.2-2: Zuordnungswerte **und** Untersuchungen im Eluat für HMV-Schlacken

Parameter	Dimension	Zuordnungswert	Eignungs- feststellung	Fremdüber- wachung	Eigen- kontrolle
Färbung		- 1)	+	+	+
Trübung		- 1)	+	+	+
Geruch		- 1)	+	+	+
pH-Wert		7 - 13	+	+	+
el. Leit- fähigkeit	µS/cm	6000	+	+	+
DOC	µg/l	" 2)	+		
Arsen	µg/l	" 2)	+		
Blei	µg/l	50	+	+	
Cadmium	µg/l	5	+	+	
Chrom ges.	µg/l	200	+	+	
Kupfer	µg/l	300	+	+	
Nickel	µg/l	40	+	+	
Quecksilber	µg/l	1	+	+	
Zink	µg/l	300	+	+	
Chlorid	mg/l	250	+	+	
Sulfat	mg/l	600	+	+	
Cyanid (1-fr.)	mg/l	<b>0,02</b>	+		

<sup>1)</sup> Ist anzugeben

<sup>2)</sup> ist zur Erfahrungssammlung zu bestimmen

---

Sofern der Anteil an leichtlöslichen Bestandteilen reduziert worden ist, kann die Verwertung gegenüber herkömmlicher HMV-Schlacke ausgeweitet werden.

#### 2.2.3.1 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Die in den Tabellen H. 2.2-2 und II. 2.2-3 genannten Werte (Zuordnungswerte Z 2) stellen die Obergrenze für den Einbau von HMV-Schlacke mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau der unter 2.2.1 genannten HMV-Schlacken unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- a) im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafenbereiche, Güterverkehrszentren) als

Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und

gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten);

- b) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als

Lärmschutzwahl mit mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^8$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht und Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^8$  m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht.

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Der Einsatz bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter a) genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten. Darüber hinaus sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z. B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Tabelle 11. 2.2-3: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
X	X	X	ort des Einbaus (Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung)
X	X	X	Art der Maßnahme
X	X	X	Art und Herkunft der <b>HMV-Schlacke</b>
X		X	Gütenachweis, Analysenergebnisse
X		X	Einbauklasse
X	X	X	Menge (ausgeliefert, transportiert eingebaut)
		X	hydrogeologische Verhältnisse (z.B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht)
		X	bei Einbauklasse 2 die Art der technischen Sicherungsmaßnahme
X	X		Träger der Baumaßnahme
	X	X	Aufbereiter
X		X	Transporteur
X	X	X	Einbaufirma

Bei anderen als den unter a) und b) genannten Bauweisen ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Eine bautechnische Verwendung von HMV-Schlacken dieser Einbauklasse im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

#### Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen

- in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (I-III B),
- in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (I-IV),
- in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,
- in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),
- in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund und
- aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung wie Kinder- und Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

---

HMV-Schlacken dieser Einbauklasse dürfen nicht in Dränschichten verwendet werden.

Beim Einbau von HMV-Schlacken ist zu beachten, daß Sulfatkorrosionen an Ver- und Entsorgungsleitungen auftreten können.

Die Verwertung innerhalb wasserwirtschaftlich bedeutender und empfindlicher sowie hydrogeologisch sensibler Gebiete unterliegt der Einzelfallprüfung durch die zuständigen Behörden, sofern keine spezifischen, landeseinheitlichen Regelungen vorliegen.

#### 2.2.4 Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle setzt sich aus der Eigenkontrolle durch den Aufbereiter und der Fremdüberwachung zusammen.

Im Rahmen der Eigenkontrolle durch den Aufbereiter ist die fraktionierte, klassierte und abgelagerte Schlacke wöchentlich auf die in den Tabellen II. 2.2-1 und II. 2.2-2 genannten Parameter zu untersuchen.

Um die Kontrolle der 3-monatigen Lagerzeit vor der Verwertung zu erleichtern, sollte die HMV-Schlacke nicht fortlaufend aufgehaldet, sondern mietenförmig gelagert werden. Je nach Platzverhältnissen und Betriebsablauf sind auch andere Lagerungsformen bzw. geeignete Maßnahmen zulässig, die eine eindeutige Zuordnung ermöglichen.

Die zur Verwertung anstehende HMV-Schlacke ist im Rahmen der Qualitätskontrolle halbjährlich auf die in Tabelle H. 2.2-1 genannten Parameter, das Eluat vierteljährlich auf die in Tabelle II. 2.2-2 genannten Parameter zu untersuchen.

#### 2.2.5 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von HMV-Schlacken erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Unabhängig davon gilt, daß Überschreitungen der Zuordnungswerte nur im Rahmen der Meßungenauigkeiten tolerierbar sind. Sie dürfen nicht systematisch sein.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der zulässige Wert eines Parameters bei zwei aufeinanderfolgenden Überwachungen um mehr als die Meßungenauigkeit überschritten wird.

Systematische Überschreitungen der in den Tabellen genannten Werte sind der zuständigen Behörde anzuzeigen, die dann über die Zulässigkeit der weiteren Verwertung entscheidet.

Der Einbau von HMV-Schlacken ist zu dokumentieren. Dieses sollte gemäß Tabelle H. 2.2-3 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

### 3. Mineralische Reststoffe/Abfälle aus Gießereien

#### 3.1 Allgemeines

Bei der Verminderung von Reststoffen/Abfällen aus Gießereien sind innerbetriebliche Maßnahmen zur Reststoff- bzw. Abfallvermeidung und -verwertung sowie externe Sandregenerierung von großer Bedeutung, da sie ein erhebliches Reststoff-/Abfallvermeidungspotential enthalten; sie sind bevorzugt anzuwenden. Sie werden in den entsprechenden LAI-Musterverwaltungsvorschriften zur Vermeidung und Verwertung von Reststoffen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG eingehend behandelt und sind daher nicht Gegenstand dieser Technischen Regeln.

##### 3.1.1 Geltungsbereich

Diese Technischen Regeln gelten für die Verwendung und für die Verwertung folgender Reststoff- und Abfallarten im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau (z. B. Abdeckungen) sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen:

Abfall-Schlüssel	Reststoff-Schlüssel	Bezeichnung
31401		Gießereisande
31425		Formsande
31426	31426	Kernsande
31202		Kupolofenschlacke
312 18		Elektroofenschlacke (aus Gießereien)

Ohne den nach BImSchG definierten Begriff "Reststoff" in Frage zu stellen, werden alle vorstehenden Abfallarten dem Reststoffbegriff des Abfallrechts (§ 2 [3] AbfG) folgend zu Reststoffen, wenn sie der Verwendung/Verwertung zugeführt werden sollen.

##### 3.1.2 Herkunft

Die vorgenannten Abfallarten entstehen beim Schmelzen von Gußeisen, bei der Formstoffaufbereitung und bei der Herstellung von Kernen für den Guß von Eisen- und Nichteisenmetallen sowie nach dem Abguß und Entleeren der Formen.

##### 3.1.3 Untersuchungskonzept und -anforderungen

Diese Technischen Regeln beinhalten lediglich die Anforderungen an die in Frage kommenden Reststoffe/Abfälle aus der Sicht der Wasserwirtschaft und des Bodenschutzes. Die jeweiligen bauphysikalischen Anforderungen werden hier nicht behandelt und bleiben davon unberührt.

Vor der Verwertung der o. g. Materialien ist das Gefährdungspotential, bezogen auf die Schutzgüter nach § 2 Abs. 1 AbfG, insbesondere die Gesundheit des Menschen sowie Wasser, Boden und Luft, festzustellen.

Art und Umfang der Untersuchungen (z. B. Auswertung vorhandener Unterlagen, Analytik) sind abhängig von

der Beschaffenheit des Materials,  
den Verdachtskriterien am Entstehungsort (homogene/heterogene Verteilung von Inhalts- und Schadstoffen sowie Erkenntnisse aus der Vorgeschichte am Standort),  
dem beabsichtigten Verwendungszweck des Materials und  
den besonderen Gegebenheiten am Einbauort.

Aussagen über die weitere Differenzierung des Untersuchungsumfangs werden in den jeweiligen Abschnitten zum Untersuchungskonzept für die einzelnen Reststoffe/Abfälle sowie im Teil III „Probenehme und Analytik“ beschrieben.

Zur Vereinheitlichung im Vollzug werden Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials einen umweltverträglichen Einbau der in Ziffer 3.1.1 genannten Materialien ermöglichen. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden (Tabelle H.3.1-1), deren Einteilung auf Herkunft, Beschaffenheit und Anwendung nach Standortvoraussetzungen basiert.

Tabelle H.3.1-1: Darstellung der einzelnen Einbauklassen mit den dazugehörigen Zuordnungswerten

Einbauklasse	Zuordnungswerte (als Obergrenze der Einbauklasse)
<u>eingeschränkter offener Einbau</u>	<u>Zuordnungswert 1 (Z 1)</u>
eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen	<u>Zuordnungswert 2 (Z 2)</u>

Zu den Einbauklassen werden verschiedene Verwertungsmöglichkeiten genannt. Eine weitere Differenzierung kann nach hydrogeologischen Standortverhältnissen, den konkreten Einbaubedingungen und der Nutzung am Einbauort erfolgen.

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte. Abweichungen von diesen Technischen Regeln können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

### 3.2 Gießereisande

#### 3.2.1 Definition

Gießereisande im Sinne dieser Technischen Regeln sind mineralische Reststoffe/Abfälle, die in Eisen-, Stahl- und Tempergießereien sowie Nichteisenmetallgießereien bei der Formstoffaufbereitung, bei der Herstellung von Kernen sowie nach dem Abguß und Entleeren der Formen entstehen.

In diesen Technischen Regeln werden folgende Reststoff-/Abfallarten<sup>61)</sup> behandelt:

**Gießereialsand (31401)**

Gießereialsand ist abgegossener Form- oder Kernsand oder deren Gemisch.

Der Abfallschlüssel 31401 "Gießereialsande" umfaßt auch die Stäube, die bei der innerbetrieblichen Sandaufbereitung sowie mechanischen oder thermischen Regenerierung von Sanden anfallen, da für diese Reststoffe/Abfälle im Abfallartenkatalog bisher kein eigener Abfallschlüssel vorgesehen ist. Diese sollten möglichst getrennt entsorgt werden.

**Formsand (31425)**

Formsand ist nicht abgegossener Neusand und wieder eingesetzter Altsand zur Herstellung von Formen mit den zugesetzten Bindemitteln und Zusatzstoffen.

**Kernsand (31426)**

Kernsand ist nicht abgegossener Neusand und wieder eingesetzter Altsand zur Herstellung von Kernen mit den zugesetzten Bindemitteln und Zusatzstoffen.

### 3.2.2 Untersuchungskonzept

Zur Zusammensetzung und zum Elutionsverhalten von Gießereisanden liegt umfangreiches Zahlenmaterial vor. Gießereisande enthalten je nach Herkunft Rückstände anorganischer Bindemittel und/oder unterschiedliche organische Bindemittel sowie deren pyrolytische Abbauprodukte. Darüber hinaus befinden sich in Gießereisanden Rückstände zahlreicher Gießereihilfsstoffe wie Schlichten und Glanzkohlenstoffbildner sowie Spuren der abgegossenen Metalle. Vor dem Einsatz von Gießereisanden ist daher deren Eignung für die Verwertung nachzuweisen. Dafür sind analytische Untersuchungen gemäß Tabellen H.3.2-1 und II.3.2-2 durchzuführen. Die Probenahme und Analytik ist in Teil III geregelt.

Gießereisande, die zur Verwertung vorgesehen sind, unterliegen darüber hinaus zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Güteüberwachung, die sich aus einer Eigenüberwachung durch den Abfallerzeuger sowie weiteren Untersuchungen gemäß Tabellen I. 3.2-1 und II. 3.2-2 im Rahmen einer vierteljährlichen Fremdüberwachung durch ein - nach Möglichkeit nach Landesrecht anerkanntes -- Prüflabor zusammensetzt.

Bei Folgeuntersuchungen ist im Ermessen der zuständigen Behörde eine Einschränkung des Untersuchungsumfangs möglich, wenn dies die Herkunft der Reststoffe/Abfälle nach Art des hergestellten Gußwerkstoffs bzw. der eingesetzten Bindemittel und Hilfsstoffe zuläßt:

der Umfang der zu untersuchenden Parameter kann eingeschränkt werden, wenn die eingesetzten Bindemittel und Hilfsstoffe in ihrer stofflichen Zusammensetzung bekannt sind und sich im Untersuchungsintervall nicht ändern.

---

<sup>61)</sup> Zur Beschreibung der jeweiligen Reststoffe/Abfälle werden die Definitionen der Musterverwaltungsvorschrift des LAI zur Vermeidung von Reststoffen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG übernommen.

---

Die o. a. Zeitintervalle für die Untersuchungen können vergrößert werden, wenn durch die Produktionsbedingungen im betreffenden Gießereibetrieb eine gleichbleibende Zusammensetzung der Reststoffe/Abfälle über einen längeren Zeitraum gegeben ist. Dies kann z. B. bei der Herstellung von Großserien der Fall sein. Die Untersuchung hat jedoch mindestens einmal jährlich zu erfolgen.

### 3.2.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten werden die zu verwertenden Gießereisande Einbauklassen zugeordnet. Vorliegende Analysen von Gießereisanden unterschiedlicher Herkunft lassen jedoch erwarten, daß aufgrund der enthaltenen Schadstoffe eine Verwertung in den Einbauklassen 1 und 2 nicht möglich ist. Die Verwertung wird daher nur in der Einbauklasse 2 zugelassen.

#### 3.2.3.1 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Die in den Tabellen II. 3.2-1<sup>7(c)</sup> und II. 3.2-2 genannten Werte (Zuordnungswerte Z 2) stellen die Obergrenze für den Einbau von Gießereisanden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

#### Folgerungen für die Verwertung

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von unter 3.2.1 genannten Gießereisanden unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- a) im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als
  - Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und
  - gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten);
- b) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als
  - Lärmschutzwand mit mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^{-8}$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht und
  - Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d > 0,5$  m und  $k_f < 10^{-8}$  m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht.

---

<sup>7(c)</sup> Die in Tabelle H.3.2-[ aufgeführten und mit dem Index! gekennzeichneten Orientierungswerte für Schwermetalle stellen allem kein Ausschlusskriterium für die Verwertung dar, wenn die Anforderungen gemäß Tabelle H.3.2-2 eingehalten werden.

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchstem zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Der Einsatz bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter al genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) zu beachten. Darüber hinaus sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z.B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Tabelle Ir.3.2-1: Zuordnungswerte FeststoH für Gießereisande

Parameter	Dimension	Zuordnungswert Z2
EOX	mg/kg	3
Mineralölkohlenwasserstoffe (H 18)	mg/kg	150
PAK (Summe nach EPAI)	mg/leg	20
Cadmium'	mg/leg	5
Chrom (ges.)'	mg/leg	600
Kupfer'	mg/kg	300
Nickel'	mg/kg	300
Zink'	mg/leg	500
Blei'	mg/kg	100

, Die Werle sind gemäß Unlersuchungskonzept (II.3.2.2) zu erheben und zu dokumentieren. Sie stellen allein kein Ausschlußkriterium dar (dies gilt z. B. für erhöhte Chromgehalte bei Chromilsanden). Bei Überschreilung ist die Ursache zu prüfen.

Tabelle Ir.3.2-2: Zuordnungswerte Eluat für Gießereisande

Parameter	Dimension	Zuordnungswert Z 2
pH-Wert		5,5-12
Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1 000
Fluorid	$\mu\text{g}/\text{l}$	1 000
DOC	$\mu\text{g}/\text{l}$	20 000
Ammonium-Stickstoff	$\mu\text{g}/\text{l}$	1 000
Phenolindex	$\mu\text{g}/\text{l}$	100
Arsen	$\mu\text{g}/\text{l}$	60
Blei	$\mu\text{g}/\text{l}$	200
Cadmium	$\mu\text{g}/\text{l}$	10

---

Chrom (ges.)	$\mu\text{g}/\text{l}$	150
Kupfer	$\mu\text{g}/\text{l}$	300
Nickel	$\mu\text{g}/\text{l}$	150
Zink	$\mu\text{g}/\text{l}$	600

Bei anderen als den unter a) und b) genannten Bauweisen ist in der Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Darüber hinaus können ~ sofern dieses landesspezifisch festgelegt ist ~ Gießereisande unter Einhaltung der Anforderungen der Einbauklasse 2 und beschränkt auf den Einsatz in Asphalttragschichten unter wasserundurchlässiger Deckschicht im Straßenbau mit folgenden Abweichungen von der Tabelle Nr. 3.2-2 verwertet werden:

DOC	<	250000 $\mu\text{g}/\text{l}$
NH <sub>4</sub> -N	<	8000 $\mu\text{g}/\text{l}$
Phenolindex	<	1000 $\mu\text{g}/\text{l}$

Außerdem kann in diesem Fall die Untersuchung auf Arsen und Schwermetalle entfallen. Diese Regelung ist bis zum 31. 12. 1997 befristet.

Eine bautechnische Verwendung von Gießereisanden im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (I-III B),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (I-IV),

in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,

in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),

in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebieten, die im Karst entwässern sowie in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund und

aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielflächen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Gießereisande dieser Einbauklasse dürfen nicht in Dränschichten verwendet werden.

### 3.2.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Gießereisanden erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Unabhängig davon gilt, daß tÜberschreitungen der Zuordnungswerte nur im Rahmen der Meßgenauigkeiten tolerierbar sind. Sie dürfen nicht systematisch sein.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der zulässige Wert eines Parameters bei zwei aufeinanderfolgenden Überwachungen um mehr als die Meßgenauigkeit überschritten wird.

Systematische Überschreitungen der in den Tabellen genannten Werte sind der zuständigen Behörde anzuzeigen, die dann über die Zulässigkeit der weiteren Verwertung entscheidet.

Der Einbau von Gießereisanden ist zu dokumentieren. Dieses sollte gemäß Tabelle II. 3.2-3 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

Tabelle II. 3.2-3: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation

Lieferant! Aufbereiter	Transporteur/Bin- baufirma	Träger der Baumaßnahme	
X	X	X	Ort des Einbaus (Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung)
X	X	X	Art der Maßnahme
X	X	X	Art und Herkunft der Geißereisande
X		X	Gütenachweis, Analysenergebnisse
X		X	Einbauklasse
X	X	X	Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut)
		X	hydrogeologische Verhältnisse (z. B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht(en))
		X	Art der technischen Sicherungsmaßnahme
X	X		Träger der Baumaßnahme
	X	X	Aufbereiter
X		X	Transporteur
X	X	X	Einbaufirma

---

### 3.3 Schlacken aus Btzen-, Stahl- und Tempergießereien

#### 3.3.1 Definition

##### 3.3.1.1 Kupolofenschlacke

In Kupolöfen fallen größere Mengen Schlacke (31202), bezogen auf den metallischen Einsatz, an. Die Schlacke wird dabei vorwiegend aus den oxidischen Stoffen gebildet, die sich nicht im flüssigen Metall lösen. Sie entsteht aus Anhaftungen an den Einsatzstoffen wie Sandanhaftungen oder aus Zuschlagstoffen zum Metalleinsatz wie Kalkstein.

Kupolofenstückschlacke wird als flüssige Gesteinsschmelze in Schlackenpfannen gegossen und erstarrt dort zu einem kristallinen wenig porigen Gestein. Aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften ist sie vergleichbar mit einer Hochofenstückschlacke gemäß DIN 4301.

Schlackengranulat entsteht beim Granulieren der flüssigen Schlacke in einem Wasserstrahl. Das Granulat weist ein gleichmäßigeres Korngrößenspektrum sowie eine geringere Dichte als Kupolofenstückschlacke auf.

##### 3.3.1.2 Elektroofenschlacke

In Elektroöfen werden nur geringe Anteile an Zuschlagstoffen und anderen zur Schlackenbildung führenden Beimengungen für den Schmelzprozeß benötigt. Die Schlacke (312 18) kann von der Oberfläche des flüssigen Metalls mittels Kratzern abgezogen werden.

Elektroofenschlacke weist im allgemeinen ein sehr ungleichmäßiges Korngrößenspektrum von staubförmigen bis stückigen Bestandteilen auf.

#### 3.3.2 Untersuchungskonzept.

Vor dem ersten Einsatz von Schlacken ist deren Eignung für die Verwertung nachzuweisen. Dafür sind analytische Untersuchungen gemäß der Tabelle II. 3.3-1 durchzuführen. Die Probenahme und Analytik ist in Teil III geregelt.

Schlacken, die zur Verwertung vorgesehen sind, unterliegen darüber hinaus zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Güteüberwachung, die sich aus einer Eigenüberwachung durch den Abfallerzeuger sowie weiteren Untersuchungen gemäß der Tabelle II. 3.3-1 im Rahmen einer halbjährlichen Fremdüberwachung durch ein --- nach Möglichkeit nach Landesrecht anerkanntes - Prüflabor zusammensetzt.

Bei Folgeuntersuchungen ist im Ermessen der zuständigen Behörde eine Ausweitung der o. a. Untersuchungsintervalle möglich, wenn durch die Produktionsbedingungen im betreffenden Gießereibetrieb eine gleichbleibende Zusammensetzung der Reststoffe/Abfälle über einen längeren Zeitraum gegeben ist. Dies kann z. B. bei der Herstellung von Großserien mit gleichbleibenden Legierungen der Fall sein. Die Untersuchung hat jedoch mindestens einmal jährlich zu erfolgen.

#### 3.3.3 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten werden die zu verwertenden Schlacken Einbauklassen zugeordnet.

Vorliegende Analysen von Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien lassen jedoch erwarten, daß aufgrund der enthaltenen Schadstoffe eine Verwertung in der Einbauklasse 0 nicht möglich ist. Die Verwertung wird daher nur in den Einbaulassen 1 und 2 zugelassen.

#### 3.3.3.1 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau

Die in der Tabelle 11.3.3-1 genannten Werte (Zuordnungswerte Z 1) stellen die Obergrenze für den Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

##### **Folgerungen für die Verwertung:**

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 ist ein Einbau von Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien mit einer definierten Abdeckung bei Baumaßnahmen auf Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Folgende Einsatzbereiche sind möglich:

- a) im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als Tragschicht unter einer Deckschicht;
- b) bei Erdbaumaßnahmen als Lärmschutzwand und Straßendamm (Unterbau) mit Oberflächenabdeckung und Erosionsschutz (z. B. geschlossene Vegetationsdecke).

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen hiervon sind

festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Trinkwasserschutzgebiete (I-III A),

festgesetzte, vorläufig sichergestellte oder fachbehördlich geplante Heilquellenschutzgebiete (I-III),

Gebiete mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),

Naturschutzgebiete,

Biosphärenreservate,

Flächen mit besonders sensibler Nutzung, wie Kinderspielplätze, Sportanlagen, Bolzplätze und Schulhöfe.

#### 3.3.3.2 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Die Verwertung von Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien ist auch unter den Anforderungen für die Einbauklasse 2 möglich, die im Abschnitt 3.2.3.1 beschrieben werden.

Eine bautechnische Verwendung von Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien im Deponiekörper, z. B. als Ausgleichsschicht zwischen Abfallkörper und Oberflächenabdichtung, ist ebenfalls möglich.

Tabelle II. 3.3-1: Zuordnungswerte Eluat für Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien

Parameter	Dimension	Zuordnungswert Z 1 und Z 2
		5–12
Leitfähigkeit	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1 000
Chrom (ges.)		20
Nickel		20

### 3.3.4 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung von Schlacken aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Unabhängig davon gilt, daß Überschreitungen der Zuordnungswerte nur im Rahmen der Meßgenauigkeiten tolerierbar sind. Sie dürfen nicht systematisch sein.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der zulässige Wert eines Parameters bei zwei aufeinanderfolgenden Überwachungen um mehr als die Meßgenauigkeit überschritten wird.

Systematische Überschreitungen der in den Tabellen genannten Werte sind der zuständigen Behörde anzuzeigen, die dann über die Zulässigkeit der weiteren Verwertung entscheidet.

Der Einbau von Schlacken ist unabhängig von der Einbauklasse zu dokumentieren. Dies sollte gemäß Tabelle II. 3.3-2 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

Tabelle II. 3.3-2: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
X	X	X	Ort des Einbaus (Lage, Koordinaten, Flurbezeichnung)
X	X	X	Art der Maßnahme
X	X	X	Art und Herkunft der Schlacke aus Eisen-, Stahl- und Tempergießereien
X		X	Gütenachweis, Analyseergebnisse
X		X	Einbauklasse
X	X	X	Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut)

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/Ein- baufirma	Träger der Baumaßnahme	
		X	hydrogeologische Verhältnisse (z. B. Abstand zum höchsten Grund- wasserstand, Ausbildung der Deck- schichten)
		X	die Art der (technischen) Sicherungsmaßnahme
X	X		Träger der Baumaßnahme
	X	X	Aufbereiter
X		X	Transporteur
X	X	X	Einbaufirma

#### 4. Aschen und Schlacken aus steinkohlebefeuerten Kraftwerken, Heizluftwerken und Heizwerken'

##### 4.1 Allgemeines

##### 4.1.1 Herkunft und Geltungsbereich

Diese Technischen Regeln gelten für die Verwendung und Verwertung folgender Abfälle im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau:

Abfallschlüssel (EAK)	Bezeichnung	Abfallschlüssel (LAGA)	Bezeichnung
100 101	Rost- und Kesselasche	31307	Schlacken und Aschen aus Dampferzeugern bei Steinkohlekraft- werken
100 102	Flugasche aus der Kohlefeuerung	31301	Filterstäube

Die vorgenannten Abfälle entstehen bei der kontinuierlichen oder periodischen Verbrennung von Steinkohlen in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken mit üblichen Feuerungsarten.

Die in diesen Technischen Regeln behandelten Abfälle werden außer in den o. g. Einsatzgebieten noch in anderen Bereichen, z. B. als Zusatzstoff für

\ Abfälle aus der Verbrennung von Braunkohlen (hier: Braunkohlenaschen 31305) werden in diesen Technischen Regeln nicht behandelt, da diese im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau z. ZL nicht verwertet werden. Die bautechnische Eignung im Straßenoberbau ist noch weitgehend unbekannt, und die vorliegenden Analysendaten zu den verschiedenen Abfallarten sind für eine Bewertung der Verwertung unzureichend.

---

Bergbaumörtel, in der Zementindustrie oder als Zuschlag für Bausteine, verwendet. Die einzelnen Einsatzbereiche sowie die daraus resultierenden Anforderungen sind in der Musterverwaltungsvorschrift zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG bei Anlagen nach Nr. 1.1 des Anhangs zur 4. BImSchV (Kraftwerke, Heizkraftwerke und Heizwerke) des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI 9/95) aufgeführt. Darüber hinaus gelten für die Verwertung im Bergbau die "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von Abfällen im Bergbau" des Länderausschusses Bergbau.

#### **4.1.2 Untersuchungskonzept und -anforderungen**

Vor der Verwertung der o. g. Abfälle ist das Gefährdungspotential bezogen auf die Schutzgüter nach § 10 Abs. 4 KrW-/AbfG - die über § 5 Abs. 3 Satz 3 KrW-/AbfG ("Wohl der Allgemeinheit") auch für die Verwertung gelten -, insbesondere die Gesundheit des Menschen sowie Wasser, Boden und Luft, festzustellen.

Art und Umfang der Untersuchungen sind abhängig von

- der Beschaffenheit des Abfalls,
- den Verdachtskriterien am Entstehungsort (homogene/heterogene Verteilung von Inhalts- und Schadstoffen),
- dem beabsichtigten Verwendungszweck der Abfälle und
- den besonderen Gegebenheiten am Einbauort.

Aussagen zur Untersuchung sind in den Abschnitten II.4.3 und II.4.5 sowie in den Tabellen 11.4-1 und 11.4-2 enthalten. Im Teil III werden Hinweise zur Probenahme und Analytik gegeben.

Zur Vereinheitlichung im Vollzug werden Zuordnungswerte festgelegt, die unter Berücksichtigung des Gefährdungspotentials eine umweltverträgliche Verwertung der unter II.4.1.1 genannten Abfälle ermöglichen. Dabei werden mehrere Einbauklassen unterschieden, deren Einteilung auf Herkunft, Beschaffenheit und Anwendung nach Standortvoraussetzungen basiert (vgl. Abb. 1.6-1).

Zu den Einbauklassen werden verschiedene Verwertungsmöglichkeiten genannt. Eine weitere Differenzierung kann nach hydrogeologischen Standortverhältnissen, den konkreten Einbaubedingungen und der Nutzung am Einbauort erfolgen.

Die Zuordnungswerte sind Orientierungswerte. Abweichungen von diesen Technischen Regeln können zugelassen werden, wenn im Einzelfall der Nachweis erbracht wird, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

#### **4.2 Definition**

Diese Technischen Regeln behandeln nur die Verwertung von Aschen und Schlacken aus der Verbrennung von Steinkohlen. Nicht behandelt werden Aschen und Schlacken, die sich durch die Mitverbrennung von z. B. Abfällen stofflich verändert haben können.

Die Verwertung folgender Aschen und Schlacken aus der Steinkohleverbrennung wird geregelt:

**Rost- und Kesselaschen (100101 nach EAK) bzw. Schlacken und Aschen aus Dampferzeugern bei Steinkohlekraftwerken (31307 nach LAGA)**

Unter diesen Aschen werden Abfälle aus der Trocken-, Schmelz- und Wirbelschichtfeuerung von Steinkohle, die als gröberkörniger Verbrennungsrückstand anfallen, verstanden.

**Schmelzkammergranulat**

entsteht in Schmelzkammerfeuerungen bei Verbrennungstemperaturen von 1400 bis 1700 °C, wo der größte Teil der Steinkohlen-Verbrennungsrückstände im Feuerungsraum verflüssigt wird, und die Schmelze in einem Wasserbad zu einem glasigen Granulat erstarrt.

**Steinkohlen-Grobasche**

(= Kesselasche oder Kesselsand) bildet sich bei Verbrennungstemperaturen von 1100 bis 1300 °C in Trockenfeuerungen mit staubfein gemahlener Kohle als gesinterte kleinere und größere Ascheteilchen, die über ein Wasserbecken abgezogen werden.

**Steinkohlen-Rostasche**

ist der grobkörnige oder stückige Rückstand, der nach der Verbrennung von stückigen Steinkohlen bei Temperaturen um 1100 °C in Feuerungen mit festen oder bewegten Rosten als Rostdurchfall oder Rostabwurf-Schlacke entsteht.

Steinkohlenbettasche aus der Wirbelschichtfeuerung (siehe 100102 bzw. 31301) ist der überwiegend feinkörnige kristalline Rückstand mit hohen Anteilen von Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) und wechselnden Gehalten an freiem Calciumoxid ( $\text{CaO}$ ), der nach Zugabe von gemahlenem Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ) bei Temperaturen von 850 bis 950 °C in stationären oder zirkulierenden Wirbelschichtfeuerungen bei der Rauchgasentschwefelung in untergeordneten Mengen als sogenannte Bettasche entsteht und von der Filterasche getrennt gehalten wird.

**Flugasche aus der Kohlefeuerung (100102 nach EAK) bzw. Filterstäube (31301 nach LAGA)**

Unter Filterstäuben werden Abfälle aus der Trocken-, Schmelz- und Wirbelschichtfeuerung von Steinkohle verstanden, die bei der Rauchgasentstaubung in den Filtern abgeschieden werden.

**Steinkohlen-Flugasche aus der Trockenfeuerung**

ist der überwiegend feinkörnige glasig-kugelige Rückstand, der nach der Verbrennung von Steinkohlen bei Temperaturen von 1100 bis 1300 °C in Trockenfeuerungen mit staubfein gemahlener Kohle bei der Rauchgasentstaubung in den Filtern abgeschieden wird.

**Steinkohlen-Flugasche aus der Schmelzkammerfeuerung**

ist der überwiegend feinkörnige glasig-kugelige Rückstand, der nach der Verbrennung von Steinkohlen bei Temperaturen von 1400 bis 1700 °C in Schmelzkammerfeuerungen bei der Rauchgasentstaubung in den Filtern abgeschieden wird.

---

Steinkohlen-Flugasche aus der Wirbelschichtfeuerung ist der überwiegend feinkörnige kristalline Rückstand mit hohen Anteilen von Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) und wechselnden Gehalten an freiem Calciumoxid ( $\text{CaO}$ ), der nach Zugabe von gemahlenem Kalkstein ( $\text{CaCO}_3$ ) bei Temperaturen von 850 bis 950°C in stationären oder zirkulierenden Wirbelschichtfeuerungen bei der Rauchgasentschwefelung in den Filtern abgetrennt wird. Häufig werden Flug- und Bettasche (siehe 100101 bzw. 31307) gemeinsam als Gemisch abgezogen. In diesem Fall erfolgt die Einordnung unter dem Abfallschlüssel 100102 bzw. 31301.

#### 4.3 Untersuchungskonzept

Zur Zusammensetzung und zum Elutionsverhalten von Aschen und Schlacken aus Kraftwerken, Heizluftwerken und Heizwerken (Kraftwerksabfälle) liegt bundesweit je nach Abfallart ausreichendes Zahlenmaterial vor. Die im Rahmen der verwertungsbezogenen Qualitätssicherung zu prüfenden Untersuchungsparameter wurden auf der Basis der vorhandenen Daten ausgewählt.

In Abhängigkeit von der Kohlenart, der Herkunft der Kohlen, der Feuerungsart und der Anfallstelle im Kraftwerk unterscheiden sich die Kraftwerksabfälle hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung und Eluierbarkeit sowohl untereinander als auch z. T. innerhalb derselben Abfallart.

Im Vergleich zu vielen anderen industriellen Abfällen sind die Gesamtgehalte von Schwermetallen und Arsen eher niedrig. Sie liegen in der Regel im Bereich der Z I-Werte von Boden (s. II.L.2). Die Gehalte von Arsen, Cadmium und Chrom im wässrigen Eluat liegen bei allen Flugaschen dagegen in der Regel über den Z I-Werten von Boden (s. Tab. II. 4-1). Flugaschen aus der Schmelzfeuerung weisen zusätzlich noch erhöhte eluierbare Quecksilbergehalte auf. Die Eluate von Grobaschen/Kesselaschen und Rostaschen zeichnen sich bei den Elementen nur durch erhöhte Arsen- und Quecksilbergehalte aus. Sie schwanken bei Grobaschen/Kesselaschen um das Z 1.2-Niveau von Boden, wohingegen dieses bei Rostaschen in der Regel unterschritten wird. In Eluaten von Schmelzkammergranulaten sind in der Regel keine Arsen- und Schwermetallgehalte nachweisbar; die Z O-Werte von Boden werden generell unterschritten.

Neben den eluierbaren Anteilen der genannten Elemente sind — ausgenommen das Schmelzkammergranulat — für die Bewertung der Verwertung leichtlösliche Sulfate und Chloride entscheidend. Insbesondere die Flugaschen, und hier die aus der Wirbelschichtfeuerung und der Trockenfeuerung, weisen prozeßbedingt sehr hohe Sulfatgehalte im Eluat auf. Die Werte übersteigen hier deutlich die Z 2-Werte (150 mg/l) des in der Regel sulfatarmen Bodens. Aus Grobaschen/Kesselaschen und Rostaschen sind verglichen mit den Flugaschen geringere Salzgehalte eluierbar.

Wie auch bei den Elementgehalten werden aus Schmelzkammergranulaten nur sehr geringe Sulfat- und Chloridgehalte ausgelaugt.

Kraftwerksabfälle können verfahrensbedingt höhere Anteile an unverbranntem Kohlenstoff (Kohlenstaub) enthalten, wie insbesondere Steinkohlen-Flugasche aus der Wirbelschichtfeuerung bzw. aus der Trockenfeuerung.

Dieser Kohlenstoff ist jedoch chemisch inert und nicht bioverfügbar. Im Rahmen des Eignungsnachweises bzw. der Güteüberwachung kann daher die Prüfung dieses Parameters entfallen.

Vor dem Einsatz der Kraftwerksabfälle ist deren Eignung für die Verwertung nachzuweisen. Dafür sind analytische Untersuchungen je nach Anwendungsfall gemäß den Tabellen II.4-1 und II.4-2 durchzuführen. Probenahme und Analytik sind in Teil III geregelt.

Folgende Kraftwerksabfälle, die zur Verwertung vorgesehen sind, unterliegen darüber hinaus zur Sicherung der Eigenschaften als Bauprodukt einer regelmäßigen Güteüberwachung nach RG-Min StB (s. II. 4.5):

Steinkohlen-Flugasche aus der Trocken- und Schmelzfeuerung (Merkblatt über die Verfestigung von Steinkohlenflugasche mit hydraulischen Bindemitteln. — Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, Ausgabe 1988; Merkblatt über die Verwendung von Steinkohlenflugaschen im Straßenbau. — Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1993; Technische Lieferbedingungen für Steinkohlenflugasche im Straßenbau TL SFA-StB 93. — Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1993),

Schmelzkammergranulat (Merkblatt über die Verwendung von Schmelzkammergranulat im Straßenbau. — Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1993; Technische Lieferbedingungen für Schmelzkammergranulat im Straßenbau. — Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1993) und

Steinkohlen,Grobasche/Kesselsand (Merkblatt über die Verwendung von Kesselasche im Straßenbau. — Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1994).

#### **4.4 Bewertung und Folgerungen für die Verwertung**

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten werden die Kraftwerksabfälle Einbauklassen zugeordnet. Die Zuordnungswerte Z 0 — Z 2 stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung dieser Abfälle dar.

Kraftwerksabfälle sollten — die bautechnische Eignung vorausgesetzt — vorrangig für Baumaßnahmen im Verkehrsbereich (z. B. Erd- und Straßenbau) verwendet werden.

In den Tabellen II.4-1 und II.4-2 sind die für die einzelnen Kraftwerksabfälle festgelegten Zuordnungswerte zusammengestellt. Werden diese Werte unterschritten, können diese Abfälle entsprechend der sich daraus ergebenden Einbauklasse verwendet werden.

In der Regel liegen die Eluatgehalte von Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen zwischen den Z 1.1- und Z 2-Werten, die der Steinkohlen-Rostaschen zwischen den Z 1.1- und Z 1.2-Werten. Aufgrund der bei diesen Abfällen auftretenden Schwankungen der Eluatgehalte können die tatsächlichen Eluatgehalte jedoch auch deutlich niedriger liegen. Sofern z. B. durch die Feuerungs- und schwermetallarmer Kohlen oder durch Optimierung der Feuerungsbedingungen sichergestellt werden kann, daß regelmäßig bessere Aschen-

---

qualitäten geliefert werden können, ist auch der Einbau in den höherwertigen Einbauklassen Z 1.1 oder Z 0 möglich. Je nach Anwendungsfall und Einbauklasse sind dabei neben den Eluatkriterien auch Feststoffkriterien zu berücksichtigen (Tab. II.4-Z).

#### **4.4.1 Z 0 Uneingeschränkter Einbau**

Nach den heutigen Erkenntnissen erfüllen in der Regel nur Schmelzkammergranulate die Anforderungen dieser Einbauklasse. Gegebenenfalls können aber auch besonders schadstoffarme Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen und Steinkohlen-Rostaschen für diese Einbauklasse in Betracht kommen.

Bei Unterschreiten der in den Tabellen 11.4-1 und II.4-Z für Schmelzkammergranulat und schadstoffarme Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen und -Rostaschen aufgeführten Z O-Werte ist davon auszugehen, daß die in § 10 Abs.4 KrW-(AbfG genannten Schutzgüter nicht beeinträchtigt werden. Zusätzliche Regelungen für bestimmte Anwendungsbereiche, z. B. bautechnische Anforderungen des Straßenbaus oder hygienische Anforderungen an Kinderspielplätze und Sportanlagen bleiben hiervon unberührt.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreiten der Zuordnungswerte Z 0 (Tabellen 11.4-1 und 11.4-Z) ist im allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten [z. B. Parkplätze, Lagerflächen sowie sonstigen Verkehrsflächen (z. B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) möglich. Dieses gilt auch für den Einbau in Erdbaumaßnahmen, die diese Baumaßnahmen begleiten. Die vorgenannten Einsatzbereiche gelten auch für Schmelzkammergranulat, das gegenüber Tabelle II.4-2 erhöhte Z O-Gehalte an Schwermetallen und Arsen im Feststoff aufweisen kann. Darüber hinaus können Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen und Steinkohlen-Rostaschen auch für bergbauliche Rekultivierungsmaßnahmen und sonstige Abgrabungen, soweit die Abfälle mit einer ausreichend mächtigen Schicht aus Oberbodenmaterial/kulturfähigem Bodenmaterial überdeckt werden, eingesetzt werden.

Aus Vorsorgegründen soll auf den Einbau in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten (Zonen I und II) verzichtet werden.

#### **4.4.2 Z 1 Eingeschränkter offener Einbau**

Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2, Tabellen II.4-1 und II.4-2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser.

Zur Zeit ist nicht bekannt, ob Feuerungsanlagen Aschen erzeugen, die die Anforderungen der Einbauklasse 1.1 regelmäßig einhalten können. Gegebenenfalls anfallende schadstoffarme Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen und -Rostaschen können in der Einbauklasse 1.1 eingesetzt werden, sofern die in der Tabelle 11.4-1 aufgeführten Zuordnungswerte Z 1.1 unterschritten werden. Beim Einsatz in bergbaulichen Rekultivierungsmaßnahmen sowie in Auffüllungen sind Untersuchungen von Arsen und Schwermetallen im Fest-

stoff erforderlich. In diesen Fällen sind die in Tabelle IIA-2 tabellierten Zuordnungswerte Z 1.1 einzuhalten.

Für die Verwertung von Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche kommt in der Regel nur die Einbauklasse 1.2 bzw. 2 (s. u) in Betracht.

Die vorgenannten Abfälle können — sofern dies landesspezifisch festgelegt ist — in hydrogeologisch günstigen Gebieten bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden.

Hydrogeologisch günstig sind u. a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Dieses Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben.

Sofern diese hydrogeologisch günstigen Gebiete durch die zuständigen Behörden nicht verbindlich festgelegt sind, müssen der genehmigenden Behörde die geforderten günstigen Standorteigenschaften durch ein Gutachten nachgewiesen werden.

Aus Sicht des Bodenschutzes oder der Umwelthygiene ergeben sich keine weitergehenden Anforderungen an den Einbau der o. g. Abfälle, da deren Schwermetallgehalte im Feststoff im Bereich der Z Q- bzw. Z 1.1-Werte für Boden liegen.

Folgerungen für die Verwertung:

Bei Unterschreiten der Zuordnungswerte Z 1.2 ist ein offener Einbau von Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche auf hydrogeologisch günstigen Standorten in Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzusehen sind.

Folgende Einsatzbereiche sind möglich:

Straßen- und Wegebau sowie begleitende Erdbaumaßnahmen

Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen,

bergbauliche Rekultivierungsmaßnahmen und sonstige Abgrabungen, soweit der Abfall mit einer ausreichend mächtigen Schicht aus Oberbodenmaterial/kulturfähigem Bodenmaterial überdeckt wird.

Unterschreiten Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche die Zuordnungswerte Z 1.1 ist eine Verwendung/Verwertung in den o. g. Einsatzbereichen möglich, ohne daß am Ort der Baumaßnahme hydrogeologisch günstige Bedingungen vorliegen müssen.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ausgenommen ist die Verwertung

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschutzgebieten (Zone I-liIA),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I—III),

---

in Wasservorranggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,  
in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z.B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),  
aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

#### **4.4.3 Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen**

Die Zuordnungswerte Z 2/Z 2\* (Tabelle H.4-1) stellen die Obergrenze für den Einbau von:

- Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche (Z 2),
- Steinkohlen-Rostasche (Z 2),
- Steinkohlen-Flugasche aus der Trockenfeuerung (Z 2\*),
- Steinkohlen-Flugasche aus der Wirbelschichtfeuerung, einschließlich Steinkohlenbettasche aus der Wirbelschichtfeuerung (Z 2\*) und
- Steinkohlen-Flugasche aus der Schmelzfeuerung (Z 2\*)

mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

##### **4.4.3.1 Folgerungen für die Verwertung von Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche (Z 2)**

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche und Steinkohlen-Rostasche unter den nachfolgend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- a) Im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (z.B. Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z.B. Flugplätze, Hafengebiete, Güterverkehrszentren) als
  - ungebundene Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster),
  - gebundene Tragschicht unter wenig wasserdurchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten) und
  - gebundene Deckschicht
- b) bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierte Baumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten (s. H.4.4.4) als
  - Lärmschutzwahl mit mineralischer Oberflächenabdeckung  $d \geq 0,5$  m und  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht und Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdeckung  $d \geq 0,5$  m und  $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$  m/s im Böschungsbereich mit darüberliegender Rekultivierungsschicht (durchwurzelbare Bodenschicht).

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll mindestens 1 m betragen.

Der Einbau bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Bei den unter a) genannten Maßnahmen sind die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweisen) zu beachten.

Bei anderen als unter a) und b) genannten Bauweisen ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

Für die Verwertung sollten solche Flächen ausgewählt werden, bei denen nicht mit häufigen Aufbrüchen (z. B. Reparaturarbeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen) zu rechnen ist.

Ausgeschlossen sind Baumaßnahmen:

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Trinkwasserschut.zgebieten (Zone I-III B),

in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fach behördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone I-IV),

in Wasservorra'nggebieten, die im Interesse der Sicherung der künftigen Wasserversorgung raumordnerisch ausgewiesen sind,

in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (z. B. Hochwasserrückhaltebecken, eingedeichte Flächen),

in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten und Randgebiete, die im Karst entwässern, sowie in Gebieten mit stark ldüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund,

aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielplätzen, Sportanlagen, Bolzplätzen und Schulhöfen.

Kraftwerksabfälle dieser Einbauklasse dürfen nicht in Dränschichten oder zur Verfüllung von Leitungsgräben ohne technische Sicherungsmaßnahmen verwendet werden.

#### 4.4.3.2 Folgerungen für die Verwertung von Flugaschen (Z 2\*)

Nach den vorliegenden Analysendaten liegen die Arsen-, Cadmium- und Chromgehalte im Eluat von Steinkohlenbetsasche aus der Wirbelschichtfeuerung niedriger als die der Steinkohlenflugasche aus der Wirbelschichtfeuerung (Flugasche). Da jedoch das Sulfat in vergleichbar hohen Eluatkonzentrationen vorkommt, ergeben sich keine besseren Verwertungsmöglichkeiten. Aus diesem Grund wird in der Tabelle HA-1 sowie bei den Folgerungen für die Verwertung nicht zwischen diesen beiden Abfallarten unterschieden.

Aufgrund der in Laborversuchen festgestellten besonders hohen Auslaugbarkeit sind Flugaschen gegenüber Grobaschen/Kesselaschen und Rostaschen nur sehr eingeschränkt verwertbar. Die Tatsache, daß bei einem Einbau, bei dem die bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) beachtet werden, Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von  $k_f \leq 10^{-7}$  *ml/s* erreicht werden, können Flugaschen — sofern dieses landesspezifisch festgelegt ist - unter Einhaltung

der Anforderungen der Einbauklasse 2 und

— der in Tabelle HA-1 genannten Zuordnungswerte und

---

bei den im folgenden genannten Baumaßnahmen verwendet bzw. eingebaut werden:

a) Verwendung als

Füller in Asphalttraq- und -deckschichten,  
Betonzusatzstoff in hydraulisch gebundenen Trag- und Deckschichten;

b) Einbau als ungebundene oder hydraulisch gebundene Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt) im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (z.B. Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen [z.B. Flugplätze, Hafenbereiche, Güterverkehrszentren) unter Berücksichtigung folgender Bedingungen:

Mindesteinbaumenge 5000 m<sup>3</sup>

Einhaltung der bautechnischen Anforderungen des Straßenbaus (Regelbauweise) und

Einbau nur bei plangenehmigten/planfestgestellten Baumaßnahmen;

c) Einbau im Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d \geq 0,5$  und  $k \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$  und darüberliegender Rekultivierungsschicht (durchwurzelbare Rekultivierungsschicht) unter Berücksichtigung folgender Bedingungen:

Mindesteinbaumenge 5000 m<sup>3</sup>

Nachweis des Durchlässigkeitsbeiwerts von  $k \leq 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  für die eingebauten Flugaschen

Einbau nur bei plangenehmigten/planfestgestellten Baumaßnahmen;

Eine Verwertung von Flugaschen aus der Wirbelschichtfeuerung ist für diese Baumaßnahmen (c) aufgrund der hohen Leitfähigkeit und des hohen Sulfatgehaltes nicht zulässig.

Bei anderen als den unter b) und c) genannten Bauweisen ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden deren Gleichwertigkeit nachzuweisen.

#### 4.5 Eigenkontrolle, Qualitätssicherung und Dokumentation

Die Vorgaben für die Untersuchung, Bewertung, den Einbau und die sonstige Verwertung der Kraftwerksabfälle erfordern eine Qualitätssicherung und Kontrolle. Das entsprechende Verfahren und die zuständigen Stellen sind landeseinheitlich festzulegen.

Schmelzkammergranulat, Steinwhlen-Flugasche aus der Trockenfeuerung und Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche unterliegen zur Sicherung der Produkteigenschaften einer Güteüberwachung nach dem Verfahren der "Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau" (RG Min-StB '93), die aus der Eigenüberwachung und der Fremdüberwachung besteht. Vor Aufnahme der Güteüberwachung ist ein Eignungsnachweis, der aus Erstprüfung und einer Betriebsbeurteilung (Erstinspektion) besteht, durch Vorlage eines Prüfungszeugnisses zu erbringen.

Im Rahmen der *Eigenüberwachung* werden folgende Prüfungen durchgeführt:

- Originalsubstanz: Aussehen, Färbung, Geruch (laufend)
- Eluat: Färbung, Trübung, Geruch, pH-Wert, Leitfähigkeit (wöchentlich)

Die einzuhaltenden Zuordnungswerte für den pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit ergeben sich aus den Tabellen HA-1 und 11.4-2.

Die *Fremdüberwachung* ist durch ein anerkanntes Prillabor entweder halbjährlich (Schmelzkammergranulat) oder vierteljährlich (Steinkohlen-Grobasche/-Kesselasche, Steinkohlen-Flugasche aus der Trockenfeuerung) durchzuführen. Dabei sind für die Feststellung der Eignung des aufbereiteten Abfalls alle hergestellten Lieferkörnungen zu untersuchen. Der Umfang der durchzuführenden Untersuchungen und die einzuhaltenden Zuordnungswerte ergeben sich aus den Tabellen 11.4-1 und 11.4-2. Außerdem ist die Eigenüberwachung zu kontrollieren.

Überschreitungen der Zuordnungswerte sind im Rahmen der Meßungenauigkeiten zu tolerieren. Sie dürfen nicht systematisch sein.

Eine systematische Überschreitung liegt vor, wenn der zulässige Wert eines Parameters bei zwei aufeinanderfolgenden Überwachungen um mehr als eine Meßungenauigkeit überschritten wird. Systematische Überschreitungen sind der zuständigen Behörde anzuzeigen, die dann über die Zulässigkeit der weiteren Verwertung entscheidet.

Der Einbau von Kraftwerksabfällen mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen 1.2 und 2) ist zu dokumentieren. Dieses sollte gemäß Tabelle 11.4-3 geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

Tabelle II.4-1: Zuordnungswerte Eluat von Kraftwerksreststoffen

Steinkohlen												
Parameter	Dimension	t.z»	2*	Z2*	0	Z1.1	Z1.2	Z	Z0	Z1.1	Z1.2/ Z2	Z0
		Färbung	-	i.a.	i.s.	Ln.	Ln.	i.n.	i.n.	i.a.	i.a.	i.a.
Trübune	-	i.a.	i.s.	i.s.	i.a.	i.a.	r.n.	i.a.	r.a.	Lu.	i.u.	i.a.
Geruch:	-	i.s.	La.	i.n.	i.a.	i.a.	i.H.	r.e.	tu.	i.s.	i.n.	i.a.
pH-Wert	-	8-13	10-13	10-13	10-12	10-12	10-12	10-12	7-12	7-12	7-12	6-9
elektr. Leitf.	µS/cm	5000	10000	5000	500	1000	1000	1000	500	1000	1000	200
Arsen	µg/l	100	40	100	10	10	40	100	10	10	40	
Blei	µg/l				20	40			20	40		
Cadmium	µg/l	10	10	10	2	2			2	2		
Chromnes	µg/l	350	300	350	15	30			15	30		
Kunfer	µg/l				50	50			50	50		
Nichel	µg/l				40	50			40	50		
uecksilber	µg/l			2	0,2	0,2	1	2	0,2	0,2	1	
Zinlt-	µg/l				100	100			100	100		
Chlörüd	mg/l	50	100	50	10	20	50	50	10	20	20	
Sulfat-	mg/l	1000	2000	1000	50	75	200	200	50	75	200	

i.a. = ist anzugeben

i Die Arsen- und Schwermetallgehalte können deutlich über den tabellierten Werten liegen  
Die Unterschreitung der Werte ist durch geeignete Prozeßführung möglich.

Tabelle II.4-2: Zuordnungswerte Feststoff für schadstoffarme Steinkohlen-Grobaschen/-Kesselaschen und -Rostaschen

		Grobaschel Kesselasche Rostasche	
Aussehen	-	i.a.	i.a.
Färbung	-	i.a.	i.a.
Geruch	-	La.	i.a.
Arsen	mg/kg	20	30
Blei	mg/kg	100	200
Cadmium	mg/kg	0,6	1
Chromges.	mg/kg	50	100
Kupfer	mg/kg	40	100
Nickel	mg/kg	40	100
Quecksilber	mg/leg	0,3	1
Zink	mg/leg	120	300

i.a. = ist anzugeben

Tabelle II.4-3: Vorgaben für den Umfang der Dokumentation für den Einbau von Kraftwerksreststoffen mit Gehalten > Z 1.1 (Einbauklassen 1.2 und 2)

Lieferant/ Aufbereiter	Transporteur/ Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme	
x	x	x	Ort des Einbaus (Lage, Ort, Straße, Flurbezeichnung)
x	x	x	Art der Maßnahme
x	x	x	Art des Materials
	x	x	Herkunft des Materials
x		x	Gütenachweis (die Analyseergebnisse sind vom Lieferanten/Aufbereiter zu dokumentieren)
x		x	Einbauklasse
x	x	x	Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut)
		x	hydrogeologische Verhältnisse (z. B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht)
		x	bei Einbauklasse 2 die Art der technischen Sicherungsmaßnahme
x	x		Träger der Baumaßnahme
	x	x	Aufbereiter
x		x	Transporteur
x	x	x	Einbaufirma

---

## **m. Probenahme und Analytik**

### **1. Allgemeine Grundsätze**

Die Anleitung gibt Vorgaben, wie bei der Probenahme, der Probenbehandlung, der Analytik und bei der Beurteilung der Analyseergebnisse im einzelnen verfahren werden soll.

Dabei sind zwei verschiedene Ebenen zu unterscheiden:

Probenahme des zu verwertenden Materials am Entstehungsort (Industrie-, Aufbereitungsanlage, Boden!Altbaustoffe vor dem Ausbau),

Probenahme im Zusammenhang mit der Kontrolle des angelieferten oder eingebauten Materials am Ort der Verwertung.

Bei den durchzuführenden Untersuchungen sind die einschlägigen DIN-Normen sowie die im folgenden festgelegten Anforderungen an die Probenahme, Probenvorbereitung und Analytik zu beachten. Ihre Einhaltung ist die Grundlage für den Vergleich gemessener Stoffkonzentrationen mit den in den Technischen Regeln festgesetzten Zuordnungswerten.

#### **1.1 Probenahme**

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

##### **1.1.1 Probenahmegeräte**

Bei der Auswahl des Probenahmegerätes ist darauf zu achten, daß die zu entnehmende Probe nicht durch Materialien der Geräte mit später zu untersuchenden Substanzen kontaminiert wird. Ebenso sollte das Material des Probenahmegerätes gegenüber den im zu untersuchenden Material befindlichen Substanzen und Stoffen inert sein.

##### **1.1.2 Probenahmeprotokoll**

Verfahrensweisen und Ergebnisse der Probenahme sind in geeigneter Weise zu dokumentieren. Dazu ist ein Probenahmeprotokoll anzufertigen, das mindestens die in Abb. III. 3-1 vorgegebenen Angaben enthält.

### **1.2 Probenbehandlung**

#### **1.2.1 Konservierung, Transport und Lagerung**

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

Für Transport und Lagerung sind geeignete, dicht schließende Gefäße erforderlich. Sie sind vor dem Einsatz sorgfältig zu reinigen. Die Behälter müssen so beschaffen sein, daß Beeinflussungen der Probe durch Bestand-

Protokoll über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe					
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/schlacke/gem. Teil Ir) _____					
5. Entnahmegesetz _____					
G. Art der Probenahme Einzelprobe 0					
Mischprobe 0					
Ga) bei Mischproben: Zahl der Einzelproben _____					
7. Entnahmedaten:					
Probenbezeichnung/ -nummer					
Entnahmetiefe					
Farbe					
Geruch					
Probenmenge					
Probenbehälter					
Probenkonservierung					
B. Bemerkungen/Begleitinformationen _____					
Fortsetzung siehe Rückseite					
_____ Ort			_____ Probenehmer/Fahrer		

Abb.: III. 3-1: **Protokoll** über die Entnahme einer Reststoff-/Abfallprobe



teile des Behältermaterials ausgeschlossen sind. In der Regel stellen Glasgefäße die geeignetsten Probenbehälter dar. Soll sich die Analyse lediglich auf anorganische Inhaltsstoffe erstrecken, so können auch Behälter aus Kunststoff verwendet werden.

Für die Bestimmung leichtflüchtiger Komponenten sind die Einzelproben vor Ort bereits entsprechend der jeweiligen Analysenmethoden zu behandeln.

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

Die Proben sind im Labor umgehend zur Analyse vorzubereiten und auch zu untersuchen, da viele Inhaltsstoffe Umwandlungsprozessen unterworfen sind. Sofern eine sofortige Untersuchung nicht möglich ist, ist in Abhängigkeit von den zu untersuchenden Stoffen eine geeignete Aufbewahrungsform für die aufbereitete Probe zu wählen.

#### **1.2.2 Gewinnung der Analysenproben**

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

Verfahren der Probenvorbereitung in Abhängigkeit von der Beschaffenheit (Korngröße) des zu untersuchenden Materials sind in der LAGA-Richtlinie PN 2/78 zusammengestellt. Spezielle Anforderungen an die Aufbereitung der Proben enthalten auch die folgenden Ausführungen.

Für die von den Technischen Regeln erfaßten Reststoffe/Abfälle gilt grundsätzlich, daß das Material in der Kornverteilung zu untersuchen ist, in der es verwertet werden soll.

Eine Ausnahme von der vorstehend genannten Regelung stellt Bodenmaterial dar, das bei Untersuchungen vor dem Aushub gewonnen wurde, um mögliche Belastungen des auszuhebenden Bodens zu erkennen. Bei natürlichem Boden wird lediglich die Kornfraktion unter 2 mm der Analyse zugeführt. Dazu ist die Probe in der Regel nach Lufttrocknung zu sieben und der Anteil an größerem Material nach Bestimmung seines Massenanteils zu verwerfen, sofern dieser nur aus festem, nicht porösem Gesteinsmaterial besteht. Bei Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen (Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) ist in Abhängigkeit von der vorgesehenen Verwertung das vorliegende Korngrößengemisch oder nach Kornfraktionen zu untersuchen.

#### **1.2.3 Bestimmung der Gesamtgehalte**

Aufbereitung der Probe durch Vierteln, Brechen und Mahlen um homogen von 5 bis 50 kg auf 50 g zu kommen.

##### **1.2.3.1 Arsen und Schwermetalle**

Nach DIN 38 414, Teil 7 ist zunächst ein Teil der zu untersuchenden Probe (siehe 1.2.2) zu trocknen und analysenfein zu mahlen (mindestens 50 g Trockenmasse < 0,2 mm).

Die Bestimmung des säurelöslichen Anteils an Arsen und Schwermetallen erfolgt in Lösung nach Durchführung eines Königswasseraufschlusses gemäß DIN 38 414-S7.

#### 1.2.3.2 Organische Inhaltsstoffe

Zur Bestimmung der in den Technischen Regeln genannten organischen Stoffe wird in der Regel von der Originalprobe ausgegangen. Die weitere Behandlung der Proben ist in den einschlägigen, in den Tabellen III. 3.2-1 und III. 3.2-2 genannten Vorschriften für die einzelnen Stoffe und Beschaffenheitsmerkmale aufgeführt.

#### 1.2.4 Bestimmung des eluierbaren Anteils

Die Herstellung des Eluats erfolgt nach DIN 38 414, Teil 4 (DEVS4) mit den folgenden Abweichungen:

Bei den Untersuchungen zur Auslaugbarkeit der zu prüfenden Inhaltsstoffe ist in der Regel das Material in dem Zustand zu eluieren, in dem es verwertet werden soll. Eine Zerkleinerung darf im Einzelfall nur insoweit vorgenommen werden, wie es für die Durchführung der Untersuchungen unbedingt notwendig ist. Der Wassergehalt und die Korngrößenverteilung der zur Auslaugung vorgesehenen Probe sind an einer Parallelprobe nach Trocknung bei 105 °C entsprechend DIN 38 414, Teil 2 zu ermitteln.

In Abhängigkeit vom Größtkorn der zu untersuchenden Originalprobe ist die Probenmenge für die Elution wie folgt zu wählen:

Größtkornanteil	mehr als 5%		
	< 2 mm	rd.	100 g
	> 2 mm	≤ 11,2mm	rd. 200 g
	> 11,2mm	≤ <b>22,4</b> mm	rd. 1000 g
	> 22,4 mm		rd. 2500 g

Das Verhältnis Wasser/Feststoff beträgt in jedem Fall 10:1.

Die Eluierung mehrerer Teilproben ist zulässig; vor der Weiterbearbeitung sind dann die Teileluate zu vereinigen. Zur Elution ist das Wasser-v-Feststoff-Gemisch 24 Stunden zu schütteln. Dies kann z. B. durch einen Schwingtisch erfolgen. Dabei muß sichergestellt sein, daß die gesamte Probenmenge ständig bewegt wird und Kornverfeinerungen möglichst vermieden werden (empfohlen wird eine Frequenz zwischen 10 und 100 Schwingungen pro Minute).

Andere Elutionsverfahren wie das Perkulationsverfahren oder Lysimeterversuche sind im Rahmen der Untersuchungen für die durch die Technischen Regeln erfaßten Reststoffe/Abfälle nicht zu verwenden.

Zur Eluatherstellung und -weiterbehandlung sind grundsätzlich Geräte aus Glas zu verwenden. Als Elutionsflüssigkeit ist demineralisiertes Wasser zu verwenden. Die Wahl anderer Elutionsmittel für Untersuchungen im Geltungsbereich der Technischen Regeln ist im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse sowie die in den Technischen Regeln genannten Zuordnungswerte nicht zulässig.

Tabelle III. 3.2-1: Analytische Verfahren- Feststoffe

Parameter	Analysenverfahren
Farbe	verbale Beschreibung
Geruch	verbale Beschreibung
pH-Wert	DIN 19684 - S 1
Trockenrückstand	DIN 38414 - S 2
Glühverlust	DIN 38414 - S 3
Gesamter organisch-gebundener Kohlenstoff (TOe)	Austreiben des CO <sub>2</sub> (TIC) mittels Mineralsäure und Erhitzen/ Verbrennung bzw. NaOxidation und Bestimmung des CO <sub>2</sub>
Cyanid, gesamt	LAGA-Richtlinie CN 2/79
Cyanid, leicht freisetzbar	LAGA-Richtlinie CN 2/79
Arsen Cadmium Chrom Kupfer Quecksilber Nickel Blei Thallium Zink	{ } } Aufschluß mit Königswasser { (DIN 38414 -Teil 7) zur nachfolgenden Bestimmung des säurelöslichen { Anteils von Metallen nach den in { Tabelle III 3.2-2 angegebenen Bestimmungsverfahren }
Kohlenwasserstoffe	LAGA-Richtlinie KW/85(Stand:Mrz.1990)
HCl-Test	Bodenkundliche Kartieranleitung Hrsg. AG Bodenkunde, 3. Aufl.1982
Extrahierbare organisch-gebundene Halogene (EOX)	DIN 38414 - S 17
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe	nach VDI-Richtlinie 3865 Blatt 5
Benzol und Derivate (BTEX)	analog VDI-Richtlinie 3865 Blatt 5
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 PAK nach EPA)	Soxhletextraktion 3 h mit Cyclohexan, Analyse des Extraktes analog U.5. EPA 610
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN 38414 - S 20 (Entwurf)
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	analog Klärschlammverordnung

---

Die Trennung von Feststoff und Eluat muß unmittelbar nach Beendigung der Elution erfolgen. Sollen organisch-chemische Parameter bestimmt werden, ist diese Trennung nicht durch Filtration, sondern durch Zentrifugieren bei 2000 g (Beschleunigung) zu bewerkstelligen.

Kann die weitere Aufarbeitung und Analytik des Eluats nicht unmittelbar im Anschluß an die Elution erfolgen, ist eine Lagerung des Eluats möglich, sofern die in den DIN-Verfahren zur Bestimmung der einzelnen Inhaltsstoffe genannten Konservierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

### 1.3 Analysenverfahren

Die anzuwendenden Verfahren sind in den Tabellen III. 3.2-1 und III. 3.2-2 aufgeführt.

## 2. Boden

### 2.1 Allgemeines

Das Ziel der im Rahmen der Technischen Regeln durchzuführenden Bodenuntersuchungen ist die Ermittlung der räumlichen Verbreitung der zu bewertenden Stoffe sowie der Belastungsschwerpunkte. Sie bezieht sich hier auf den im Teil Ir. 1.2.1 genannten Unterboden.

Bodenmaterial fällt im Rahmen von Bauvorhaben aller Art an. Zur Beurteilung des Aufbaus und der Eigenschaft des Baugrunds werden im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme Erkundungen sowie geotechnische Untersuchungen nach DIN 4020 durchgeführt.

Der Probenahme geht die unter Teil Ir. 1.2.2 aufgeführte Voruntersuchung voraus, die erste Hinweise auf die Belastungssituation des Untersuchungsgebietes ergibt.

Bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen können die ehemisch-physikalischen, auf die Verwertung ausgerichteten Untersuchungen in der Regel mit den geotechnischen Untersuchungen kombiniert werden. Vorteilhaft ist dabei die Verwendung von Probenmaterial aus denselben Aufschlüssen (Bohrungen, Schürfe).

Da zwischen den Untersuchungen und dem Aushub von Bodenmaterial zum Teil erhebliche Zeiträume verstreichen können, ist zu entscheiden, ob sich die festgestellte Stoffverteilung durch die zwischenzeitliche Nutzung des Geländes wesentlich verändert haben kann. Gegebenenfalls müssen zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden.

### 2.2 Beprobungspunkte

Die Grundlage für die Auswahl der Beprobungspunkte ist die DIN 4020, soweit nicht in begründeten Fällen hiervon abgewichen werden muß (z. B. bei gezielten Hinweisen auf Kontaminationen). Sofern eine Beprobung nach bodenkundlichen Vorgaben vorgenommen wird, wird insbesondere auf die ISO-CD 10381-1.3 Teil 4 (bzw. deutsche Übersetzung beim DIN e.V.) verwiesen.

Tabelle III. 3.2-2: Analytische Verfahren — Eluate

Parameter	Analysenverfahren	Ausgabedatwn	Untere Anwen- dungsgrenze
Färbung	DIN 38404-C1-2	Juni 1992	
Trübung	DIN 38404-C2	Oktober 1990	
pH-Wert	DIN 38404-C5	Januar 1984	
Elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888	November 1993	
Gelöser organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)	DIN 38409-H3-1	Juni 1983	0,1 rng/l
Chlorid	DIN 38405-D1-2/-D1-3 DIN 38405-D20	Dezember 1985 September 1991	7rng/L,10 rng/l 0,1 rng/l
Sulfat	DIN 38405-D5-1 DIN 38405 D20	Januar 1985 September 1991	20 rng/l 0,1 rng/l
Fluorid	OIN 38405-D4-1	Juli 1985	0,2 mg/l
cyenrd, gesamt <sup>11</sup>	DIN 38405-D13-1-3 DIN 38405-05-014-1	Februar 1981 Dezember 1988	2,5µg CN absolut keine Angabe
Cyanid, leicht freisetzbar <sup>11</sup>	DIN 38405-D13-2-3 DIN 38405-D14-2	Februar 1981 Dezember 1988	keine Angabe keine Angabe
Ammonium	DIN 38406-E5-1 DIN 38406-E5-2	Oktober 1983 Oktober 1983	0,03 rng/l 0,5 rng/l
Arsen	DIN 38405-D18	September 1985	1 µg/l
Cadmium	DIN V38406-E19-2	Vornorm Juli 1993	0,3 µg/l
Chror.:	DIN 38406-E10-2 DIN 38406-E22	Juni 1985 März 1988	5 µg/l 10 µg/l
Chrom-VI	DIN 38405-024	Mai 1987	50 µg/l
Kupfer	DIN.38406-E7-2 DIN 38406-E22	September 1991 März 1983	2 µg/l 10 µg/l
Quecksilber	OEV E12-3	Vorschlag für DEV 24. Lfg.' 91	0,01 µg/l
Nickel	38406-E11-2	September 1981	5 µg/l
Blei	38406-E6-3	Mai 1981	5 µg/l
Thallium	OIN 38406-E16	März 1990	
Zink	38406-E8-1 38406-E22	Oktober 1980 März 1988	50 µg/l 10 µg/l
Phenol-Index	38409-H16		
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOXI)	38409-H14 Abschn. 8.2.2 Säulenmethode	März 1985	10 µg/l

<sup>11</sup> Nur für genng belastetes Trink-, Grund- und Oberflächenwasser

Zur Ermittlung der Stoffkonzentrationen sind die Probenahmepunkte grundsätzlich nach einem regelmäßigen geometrischen Raster anzusetzen. Werden stark heterogene Untersuchungsflächen erwartet, so ist zu prüfen, ob eine Abgrenzung von Belastungsschwerpunkten und unbelasteten Bereichen durch Modifikation dieser Probenahmestrategie möglich ist.

Die Auswahl der Beprobungspunkte hängt von der Art und Größe des Bauwerks ab. Als Richtwerte für Rasterabstände gelten bei

- Flächenbauwerken 20-40 m,
- Linienbauwerken 50-200 m.

Mit den Beprobungspunkten sollen auch die Inhomogenitäten der Stoffverteilung nach Möglichkeit repräsentativ erfasst werden. Dazu kann eine lokale Verdichtung der Beprobungspunkte auf Abstände < 20 m zweckmäßig sein. Bei kleinflächigen Bauwerken (100-400 m<sup>2</sup>) sind mindestens 4 Beprobungspunkte auszuwählen. Bei Linienbauwerken, deren Breite 10 m überschreitet, können Beprobungen außerhalb der projektierten Mittelachse sinnvoll sein.

### 2.3 Probenahmegeräte

Die Gewinnung der Bodenproben erfolgt durch dieselben Aufschlüsse, die bei geotechnischen Untersuchungen nach DIN 4021 und für bodenkundliche Zwecke nach DIN 19671 und 19672 erstellt werden, z. B. durch Schürfe oder Rammkernsondierungen.

Das Bohrverfahren und die Art der zu gewinnenden Probe sind in Abhängigkeit von den zu beantwortenden Fragestellungen und den örtlichen Gegebenheiten zu wählen. Grundsätzlich sind Bohrverfahren vorzuziehen, bei denen das Bohrgut ungestört gewonnen wird (Trockenbohrverfahren).

### 2.4 Entnahme von Bodenproben

Beprobung wird von der Geländeoberfläche bis zur Aushubsohle.<sup>1)</sup> Die Probenahme erfolgt bis zum Ausgangsgestein (C-Horizont) schichtweise nach der festgestellten Horizontierung. Bei Horizonten mit einer Mächtigkeit von > 50 cm sind diese zu unterteilen.

Liegt ein spezifischer Verdacht vor oder liegen Ablagerungen mit sensorisch auffälligen Schichten vor, so kann es notwendig werden, auch gering mächtigere Schichten zu beproben.

Beim anstehenden Ausgangsgestein ist zwischen Lockergesteinen (Boden) und Festgesteinen (Fels) zu unterscheiden. In Lockergesteinen werden 100 cm lange Abschnitte in der Regel (bei homogenem Aufbau) zu einer Mischprobe vereint. Von Festgesteinen werden in Abständen von etwa 100 cm repräsentative Einzelproben entnommen. Bei einem Wechsel von Locker- und Festgesteinen sind Misch- und Einzelproben zweckmäßig.

Für die Erstellung flächenbezogener Mischproben sind je 20 Einzelproben zu vereinen. Um Verschleppungen zu vermeiden, sollten die Randbereiche (mindestens 10% des Durchmessers) von Bohrkernen bei Lockergesteinen verworfen werden.

<sup>1)</sup> Für die Beprobung des Oberbodens gelten die einschlägigen Richtlinien.

## 2.5 Probenmenge

Bei großen Probemengen wird auf einer Stahlplatte durch Aufkegeln und Vierteln das Bodenmaterial homogenisiert und die Menge soweit reduziert, daß die entstehende Laborprobe etwa 2000 g umfaßt. Können bestimmte Untersuchungen von vornherein ausgeschlossen werden, z. B. bei spezifischem Verdacht, kann auf 500 g reduziert werden. Bei einem Material mit einem hohen Grobkornanteil sollte die Entnahmemenge 5000 g umfassen, um die Anteile > 2 mm (z. B. Ziegelsteine oder andere mineralische Fremdbestandteile) mit genügender Genauigkeit bestimmen zu können.

## 2.6 Auswahl der Bodenproben für analytische Untersuchungen

Bei der Untersuchung von Boden vor seinem Aushub wird nach dem im Teil III 2.4 vorgestellten Konzept eine relativ große Anzahl von Proben gewonnen. Aus der Gesamtzahl der sichergestellten Proben sind entsprechend dem Kenntnisstand über die zu untersuchende Fläche und der Fragestellung gezielt Proben für die Analytik auszuwählen. Die übrigen Proben sind bis zum Abschluß der Untersuchung zurückzustellen.

# 3. Bauwerke

## 3.1 Straßen, Wege und sonstige Verkehrsflächen

### 3.1.1 Allgemeines

Bei Unterhaltungs-, Instandsetzungs-, Erneuerungs- und Ausbaumaßnahmen an Straßenbau fallen die in Abschnitt Ir. 1.3 aufgeführten Materialien als gebrauchte Baustoffe an.

Sind Untersuchungen an diesen Materialien erforderlich, gelten neben den allgemeinen Grundsätzen die speziellen Regelungen in den Abschnitten III. 4.1 und III. 4.2.2.

Die folgenden Ausführungen betreffen die im Rahmen der Technischen Regeln vor einem Ausbau an Straßen, Wegen und sonstigen Verkehrsflächen durchzuführenden Untersuchungen. Sie dienen der Feststellung, welchem Verwertungsweg die auszubauenden Schichten zuzuordnen sind.

### 3.1.2 Beprobungspunkte

Die Probenahme aus dem Bauwerk Straße und anderen - mit einem Bindemittel gebundenen - Verkehrsflächen erfolgt aus gleichmäßig über die Verkehrsfläche verteilten Probenahmestellen. Die Anzahl der Probenahmestellen hängt von der Art, Größe und Gleichmäßigkeit des Bauwerkes ab.

Als Richtwerte für Rasterabstände gelten bei

Straßen und Wegen	50-200 m
- sonstige Verkehrsflächen	20- 40 m.

Die Probenahme aus ungebundenen Schichten einer Verkehrsflächenbefestigung hat, nach TP Min-Stß, Teil 2.2 112, Abschnitt 8, zu erfolgen.

Eine Vergrößerung der Rasterabstände ist bei großflächigem, einheitlichem Aufbau möglich. Bei nicht einheitlichem Aufbau kann dagegen eine Verdichtung der Beprobungspunkte erforderlich werden.

### 3.1.3 Probenahmegeräte

Die Gewinnung von Proben aus gebundenen Schichten einer Verkehrsflächenbefestigung sollte vorzugsweise durch Kernbohrung (Kernbohrgerät  $\varnothing > 15$  cm) im Trockenbohrverfahren oder in Form von Ausbaustücken (mittels Trennschneidverfahren, oder — wenn möglich — manuell mit der Spitzhacke) erfolgen.

Als Probenahmegerät bei ungebundenen Schichten können Schaufel und Eimer verwendet werden. Auf eine ausreichende Gleichmäßigkeit der Teilproben ist zu achten. Die Anwendung eines sogenannten Probenahmekastens kann von Vorteil sein (vgl. TP Min-StB, Teil 2.2 1/2).

### 3.1.4 Entnahme von Proben

Beprobt werden die auszubauenden Schichten. Bohrkern oder Ausbaustücke werden als Ganzes dem Labor zur weiteren Untersuchung übergeben. Die Entnahme von Proben aus ungebundenen Schichten erfolgt entsprechend dem angetroffenen Profil.

### 3.1.5 Probenmenge

Für die Untersuchung von gebundenen Schichten einer Verkehrsflächenbefestigung ergibt sich die Probenmindestmenge durch den Bohrkern. Aufgrund der Homogenität des Materials sind die Mengen, die durch den Bohrkern (Minstdurchmesser = 15 cm) vorgegeben sind, ausreichend; Gleiches gilt für ein Ausbaustück. Das Analyseergebnis ist dann der dem Bohrkern bzw. Aushackstück zugehörigen Fläche zuzuordnen.

Die Probenmengen für das Material aus ungebundenen Schichten ergeben sich aus den reststoffspezifischen und allgemeinen Vorgaben für die Probeaufnahme.

### 3.1.6 Auswahl der Proben für analytische Untersuchungen

Aus der Gesamtzahl der sichergestellten Proben sind entsprechend dem Kenntnisstand über die zu untersuchenden Flächen und der Fragestellung gezielt Proben für die Analytik auszuwählen. Die übrigen Proben sind bis zum Abschluß der Untersuchung zurückzustellen.

### 3.1.7 Auswahl des Analysenverfahrens

Die Auswahl des Analysenverfahrens ist abhängig von folgenden Fragestellungen:

Unterscheidung zwischen Asphalt und pechhaltigem Material

- Geruch<sup>9(c)</sup>, ggfs. nach Erwärmung;
- Teerschnellerkennungs-Prüfgerät (TSE-Gerät)<sup>9(1)</sup>;

---

<sup>9(c)</sup> Zur eindeutigen Identifizierung von Asphalt ist eine organoleptische Prüfung bzw. eine Prüfung *mit* dem TSE-Gerät nicht ausreichend.

- Dünnschichtchromatographie:
  - UV-Lampe (TSE-Lampe);
  - Bestimmung der PAK nach EPA im Feststoff gemäß Tabelle III.3.2-1
- Möglichkeit des ungebundenen Einbaus von pechhaltigem Material (PAK nach EPA > 10 mg/kg und < 100 mg/kg)
- Bestimmung der PAK im Feststoff gemäß Tabelle III.3.2-1

### **3.2 Gebäude**

Das Ziel der am Bauwerk durchzuführenden Untersuchungen ist die Ermittlung der räumlichen und flächenhaften Verbreitung der zu bewertenden Stoffe unter Berücksichtigung der bisherigen Nutzung und sich daraus ergebender Kontaminationen.

Der Probenahme geht die im Abschnitt II 1.4.2.1 aufgeführte Voruntersuchung voraus, die erste Hinweise auf die Belastungssituation des Bauwerkes gibt. Im Rahmen dieser Voruntersuchung sind gesundheitsgefährdende Baustoffe (z. B. Asbest, PCB-haltige Dichtungsstoffe) zu erfassen. Die durchzuführenden analytischen Untersuchungen sollen Grundlagen für die Bewertung liefern, ob der bei der Baumaßnahme anfallende Bauschutt einer Verwertung zugeführt werden kann. Sie beziehen sich daher nicht auf die genannten Schadstoffe selbst, sondern in der Regel auf die Imprägnationen von oder Anhaftungen von Schadstoffen auf mineralischen Bauteilen wie Decken, Wänden oder Fußboden.

Die Probenahme ist auf diese Arten möglicher Kontaminationen abzustimmen. Anzahl und Dichte der Beprobungspunkte richten sich nach Bauteilart (Decke, Wand u. a.) und der Ansprache der einzelnen Flächen nach möglichen Belastungen und sind im Einzelfall festzulegen. Für eine gesicherte Aussage hinsichtlich der Kontamination sind mindestens drei Einzelproben zu entnehmen.

Das Probenahmeverfahren und die Art der zu gewinnenden Probe sind in Abhängigkeit von den zu beantwortenden Fragestellungen und den örtlichen Gegebenheiten zu wählen. In der Regel sind Kernbohrungen durchzuführen, bei denen das Bohrgut ungestört gewonnen wird (Trockenbohrverfahren). Sofern durch Abschlagen eine repräsentative Probe gewonnen werden kann, ist auch dieses Probengewinnungsverfahren möglich. Bei Bohrkernentnahme sollte eine Entnahmetiefe von 10 cm vorgesehen werden. Dieser Wert kann in Abhängigkeit vom Migrationsvermögen des Schadstoffs und der Möglichkeit des Baustoffs, den Schadstoff aufzunehmen, verändert werden. Bei mehrschichtigem Aufbau sind dann die einzelnen Schichten (z. B. Putz/Wandkonstruktion, Schornsteininnenwandung, Fußbodenestriche/Unterslagen) getrennt zu untersuchen.

## **4. Reststoffe/Abfälle**

### **4.1 Allgemeines**

Bei den in diesen Technischen Regeln, Teil II, behandelten Materialien handelt es sich um mineralische Reststoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften natürliche Rohstoffe ersetzen können.

---

Die Probenahme von Naturstein und Gesteinskörnungen erfolgt nach DIN 52101. Diese Probenahmenvorschrift ist deshalb auch Grundlage für die Probenahme der zur Verwertung vorgesehenen Reststoff/Abfälle.

Für den Bereich des Straßenbaus ist diese Probenahme nach den technischen Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau (TPMinStB 1992) verbindlich vorgegeben.

In den übrigen Fällen wird auf die LAGA-Richtlinien PN 2/78 und PN 2/78 K verwiesen.

#### 4.2 Mineralische Reststoffe/Abfälle aus dem Baubereich. Altlasten und Schadensfälle

Im Abschnitt III.4.2 wird lediglich die Probenahme und Untersuchung des bereits angefallenen Materials behandelt. Für Boden vor dem Aushub und Bauwerke (z.B. Gebäude und Straßen) gelten die Abschnitte III.2 bzw. III.3.

##### 4.2.1 Bodenmaterial

Für die Untersuchung von Bodenmaterial gelten die unter III.4.1 genannten allgemeinen Grundsätze.

##### 4.2.2 Straßenaufbruch

###### 4.2.2.1 Probenahme

Die Probenahme an ausgebautem Material einer Verkehrsflächenbefestigung wird nach TP Min-StB, Teil 2.2 1/2, Abschnitt 7 und 8 durchgeführt. Je angefangene 10 m<sup>2</sup> ausgebauten Material ist eine Einzelprobe zu entnehmen. Maximal sind jedoch von einer Halde 10 Proben zu einer Sammelprobe zu vereinen und nach DIN 52101 eine Laboratoriumsprobe herzustellen.

###### 4.2.2.2 Analytische Untersuchungen an pechhaltigem Material

Im Rahmen der bautechnischen Eignungsprüfung von kaltgebundenem pechhaltigen Material sind analytische Untersuchungen zum Gesamtgehalt an PAK nach EPA im Ausgangsmaterial sowie der Eluierbarkeit von Phenolen und PAK nach EPA am verfestigten Probekörper durchzuführen. Die Bestimmung des PAK-Gesamtgehaltes erfolgt nach den in Tabelle III.3.2-1 genannten Verfahren.

Zur Bestimmung der Eluierbarkeit wird abweichend von dem in III.1.2.4 genanntem modifiziertem Elutionsverfahren nach DIN 38414-54 zur Bestimmung der Auslaugbarkeit das Trogverfahren verwendet. Einzelheiten zum Trogverfahren sind dem Arbeitspapier der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Nr. 28/1 - Entwurf 2/1994 zu entnehmen.

##### 4.2.3 Bauschutt

Für die Beprobung von nicht aufbereitetem Bauschutt, Bauschutt vor der Aufbereitung in einer Anlage und Recyclingbaustoffen gelten die unter III.4.1 genannten allgemeinen Grundsätze.

Zur Bestimmung der Eluierbarkeit sollte bei einem Anteil > 10% von Körnungen > 11,2 mm zusätzlich zu dem in III.1.2.4 genannten modifizierten Elutionsverfahren nach DIN 38 414 — 54 zur Erfahrungssammlung auch das

Trogverfahren angewendet werden. Einzelheiten zum Trogverfahren sind dem Arbeitspapier der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) Nr. 28/1 (Entwurf 2/1994) zu entnehmen.

Um die Eigenüberwachung des aufbereiteten Bauschutts häufiger durchführen und den Parameterumfang erweitern zu können, kann abweichend von dem in Abschnitt III.1.2.4 beschriebenen, modifizierten Elutionsverfahren nach DIN 38414 - S4 eine Schnellelution durchgeführt werden. Dazu werden 100 g Bauschutt in einem großen Becherglas mit 1000 ml deionisiertem Wasser versetzt und in einem Ultraschallbad über einen Zeitraum von einer Stunde unter Einsatz eines Rührgeräts eluiert. Bei der anschließenden Trennung von Feststoff und Eluat sind die Ausführungen unter III.1.2.4 zu beachten.

#### 4.3 HMV-Schlacken

Die Probenahme für den Einsatz von HMV-Schlacken bei den unter 2.2.3.1 beschriebenen Baumaßnahmen erfolgt grundsätzlich nach den technischen Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau (TPMinStB) Teil 2.2.1/2 - DIN 52101 --. Die Proben sind dabei in der Regel von der Halde nach mindestens dreimonatiger Ablagerung zu entnehmen. Je angefangene 10 m<sup>3</sup> ist eine Einzelprobe, max. jedoch insgesamt 10 Proben von einer Halde zu nehmen, zu einer Sammelprobe zu vereinen und nach DIN 52101 daraus eine Laborprobe zu gewinnen. Die Einzelprobe sollte mindestens 2000 g betragen.

#### 4.4 Mineralische Reststoffe/Abfälle aus Gießereien

Für die Untersuchung von mineralischen Reststoffen/Abfällen aus Gießereien gelten die unter III.4.1 genannten allgemeinen Grundsätze.

#### 4.5 Aschen **und** Schlacken aus steinkohlebefeuernden Kraftwerken, Heizkraftwerken **und** Heizwerken

Für die Untersuchung von Aschen und Schlacken aus steinkohlebefeuernden Kraftwerken, Heizkraftwerken und Heizwerken gelten die unter III.4.1 genannten Grundsätze.