

Kreislaufwirtschaft in der Praxis

Nr. 6

VERWERTUNG VON BAUSCHUTT: Position des BDE zu den LAGA-Technischen Regeln »Bauschutt«



In der Reihe „Kreislaufwirtschaft in der Praxis“ sind bislang folgende Hefte erschienen:

- Nr. 1 Elektrogeräte
- Nr. 2 Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung
- Nr. 3 Klärschlamm Entsorgung: Behandlung, Verwertung, Beseitigung
- Nr. 4 Baureststoffe
- Nr. 5 Thermische Behandlung/Energetische Nutzung

Impressum

Herausgeber: ENTSORGA gemeinnützige Gesellschaft mbH
zur Förderung der Abfallwirtschaft und der Städtereinigung,

Mitherausgeber: Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. (BDE)
Fach- und Arbeitgeberverband,
„Haus der Entsorgungswirtschaft“
Schönhauser Straße 3, 50968 Köln-Bayenthal
Telefon: (02 21) 93 47 00-0

Verantwortlich für den Inhalt:
Frank-Rainer Billigmann, Geschäftsführer der ENTSORGA gGmbH
unter fachlicher Mitarbeit des
BDE-Fachbereiches 9 „Bauabfallwirtschaft“
unter der Leitung von Peter Hoffmeyer (Bremen);
wissenschaftliche Begleitung: Firma HTP, Aachen
Redaktion: Dr. Jurek Golda und Hanskarl Willms

Gestaltung: Freund & Partner, Essen
Druck: Kobs, Düsseldorf

Kennziffer: 301197

Vertrieb: ENTSORGA gGmbH, Postfach 510545, 50941 Köln

Schutzgebühr: 5,00 D-Mark

Inhalt

VORWORT	3
1. EINFÜHRUNG	5
2. BDE-UNTERSUCHUNGEN ZUR PRAKTISCHEN UMSETZBARKEIT UND DEN AUS- WIRKUNGEN DER LAGA-TECHNISCHEN REGELN »ANFORDERUNGEN AN DIE STOFFLICHE VERWERTUNG VON MINERALISCHEN RESTSTOFFEN/ABFÄLLEN TEIL II 1.4 BAUSCHUTT«	7
2.1 Beschreibung des Untersuchungsprogramms	6
2.1.1 Zielsetzung, Methodik und Projektstruktur	6
2.1.2 Rahmenzeitplan und Arbeitsschritte	7
2.2 Beteiligte Anlagentypen	8
2.2.1 Baustellenabfallsortieranlagen	8
2.2.2 Bauschuttzubereitungsanlagen	9
2.3 Untersuchungsergebnisse	9
2.3.1 Baustellenabfallsortieranlagen	9
2.3.1.1 Ergebnisse der verdichteten Beprobung und Vollanalyse der Produkte	9
2.3.1.2 Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen	10
2.3.2 Bauschuttzubereitungsanlagen	11
2.3.2.1 Ergebnisse der verdichteten Beprobung und Vollanalyse der Produkte	11
2.3.2.2 Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen	12
2.4 Diskussion der Ergebnisse	13
2.4.1 Baustellenabfallsortieranlagen	13
2.4.2 Bauschuttzubereitungsanlagen	14
3. POSITION DES BDE ZU DEN LAGA-TECHNISCHEN REGELN »BAUSCHUTT«	15
Anhang I: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen; Technische Regeln; Teil II.4 Bauschutt; Stand: 5. September 1995	A1
Anhang II: Baustellenabfall-Sortieranlagen/Anlagenkonfigurationen mit Dederichs-Trommel	A15
Anhang III: Baustellenabfall-Sortieranlagen/Anlagenkonfigurationen ohne Dederichs-Trommel	A19
Anhang IV: Bauschuttzubereitungsanlagen/Blockfließbild einer typischen Anlagenkonfiguration	A23
Anhang V: Baustellenabfall-Sortieranlagen/Ergebnisse aller Einzelanalysen	A25
Anhang VI: Bauschuttzubereitungsanlagen/Ergebnisse aller Einzelanalysen	A37

Vorwort

Fast die Hälfte der Abfallgesamtmenge, die in der Bundesrepublik alljährlich anfällt, stammt aus dem Bereich Bauschutt, Baustellenabfälle, Straßenaufbruch und Erdaushub. Es sind insgesamt etwa 140 bis 150 Millionen Tonnen – also fast das Vier- bis Fünffache dessen, was an Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall registriert wird. Diese »Abfallsorte« verdient also unser aller ungeteilte Aufmerksamkeit.

Während im häuslichen Bereich die Politik seit Jahren intensiv auf das Vermeiden und das Verwerten drängt, hinken entsprechende Anstrengungen für den »Bau-Sektor« zeitlich etwas hinterher. Und das, obwohl sich angesichts der Mengen Bemühungen zur Reduzierung des Aufkommens und zur Rückschleusung verwertbaren Materials wirklich lohnen würden. Jedenfalls ließe sich der Landschaftsverbrauch für entsprechende Deponien spürbar minimieren, wenn es durchgreifendere Anstrengungen zum Recyceln dieser Abfallstoffe gäbe.

So begleiten die Unternehmen der klassischen Entsorgungswirtschaft die einschlägigen Initiativen nicht nur mit großer Aufmerksamkeit, sondern sie engagieren sich auch tatkräftig. Das gilt sowohl für die Erledigung der alltäglich anfallenden praktischen Arbeit wie für alle Ansätze, durch Versuche und Testläufe zu optimierten Verfahrenswegen zu gelangen.

Diese Broschüre, die in unserer Reihe »Kreislaufwirtschaft in der Praxis« erscheint, in der ja bereits zum Thema »Recycling von Baustoffen« ein Heft publiziert wurde, will dieses Mittun unserer Mitgliedsunternehmen dokumentieren. Wie so oft, steckt der Teufel im Detail. Und er läßt sich erst enttarnen, wenn man in der Praxis erprobt, was am »grünen Tisch« ausgedacht wurde. Nur so können Vorgaben verbindlichen Charakters entwickelt werden, die sich dann dank ihrer Überzeugungskraft problemloser in der Branche realisieren lassen. Mit theoretischen Modellen ist den Pragmatikern in der Entsorgungswirtschaft wenig gedient. Sie wollen klare Handlungskonzepte, die im Massengeschäft umgesetzt werden können und funktionieren.

Ganz wesentlich ist dabei die Frage: Gibt es Abnehmer für unsere Recyclate? Auch ein optimiertes Recycling läuft dann leer, wenn sich keine Käufer oder Anwender finden, oder wenn entsprechende rechtliche Regeln den Einsatz der Recyclate erschweren oder gar verhindern. Schließlich ist das Recyclen von Baureststoffen eine Betriebsparte, aus der Unternehmen eine Wertschöpfung erwarten. Es muß sich rechnen. Sollte die Sortierung und Aufbereitung nicht zu marktfähigen Produkten führen, für die man einen positiven Preis erzielen kann, dann wird ein Recyclen solcher Abfallstoffe nur schwer durchsetzbar sein.

Die entsprechenden Bemühungen dürfen also nicht nur auf die ökologische Sicht beschränkt bleiben. Sie müssen die wirtschaftliche Seite stets mit im Blickfeld behalten. Erst dann, wenn sich zwischen beiden Ansprüchen ein tragbarer Kompromiß abzeichnet, läßt sich im positiven Sinne etwas bewegen. Wir hegen die Hoffnung, zu dieser Kompromißfindung durch dieses Heft einen Beitrag zu leisten.

Wir danken allen, die an der Erstellung dieser Broschüre beteiligt waren für ihre Mühe. In den Dank einzuschließen sind aber auch all jene Damen und Herren, die in der Unternehmen bei der Beprobung und bei der Auswertung der Proben engagiert waren, bei den wissenschaftlichen Begleitern und den ehrenamtlich-tätigen Mitgliedern des BDE-Fachbereichs – ohne deren Mitwirken und Zuarbeiten die vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Köln, im Dezember 1997
Frank-Rainer Billigmann

1. Einführung

Um eine bundeseinheitliche Bewertungsgrundlage für die Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) zu schaffen, wurden von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) am 5. September 1995 Technische Regeln bezüglich der »Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen« (Anhang I) erarbeitet. Das Kapitel II.1.4 dieser Technischen Regeln betrifft den Bereich Bauschutt.

Mit diesen Technischen Regeln sollen Meßgrößen und Analyseverfahren für eine umwelttechnische Beurteilung von RC-Baustoffen standardisiert werden. Die einzelnen Verwendungsbereiche für RC-Baustoffe werden über Zuordnungswerte von Schadstoffkonzentrationen im Feststoff sowie im Eluat reglementiert.

Um die praktische Umsetzbarkeit dieser Technischen Regeln an bestehenden Anlagen zu erproben und die Auswirkungen der Regeln auf die Entsorgungspraxis von Baustellenabfällen und Bauschutt abzuschätzen, beauftragte der BDE im Mai 1996 die Firma HTP, Aachen, mit der Vorbereitung und Durchführung eines Untersuchungsprogramms. Die vorliegende Broschüre beinhaltet im Kapitel 2 die Ergebnisse dieses Untersuchungsprogrammes.

Basierend auf den Ergebnissen des Untersuchungsprogrammes hat der BDE die Position zu den Technischen Regeln definiert (s. Kapitel 3 dieser Broschüre) und den zuständigen LAGA-Ausschuß entsprechend informiert. Diesbezügliche Gespräche des BDE mit der LAGA sind zum Zeitpunkt des Druckes dieses Heftes noch nicht abgeschlossen.

2. BDE-Untersuchungen

zur praktischen Umsetzbarkeit und den Auswirkungen der LAGA-Technischen Regeln »Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen Teil II 1.4 Bauschutt«

Das Untersuchungsprogramm wurde in mehrere Phasen gegliedert. Die **Phase 1** umfaßte die Auswahl und Begehung der an den Untersuchungen teilnehmenden Anlagen. Die **Phase 2** umfaßte die Beprobung und Analyse ausgewählter Produktströme der Anlagen, wobei zunächst im Rahmen einer verdichteten Beprobung und Vollanalyse der Produkte die Datenbasis für weitere notwendige Untersuchungen mit eingeschränktem Umfang geschaffen werden sollte. Die **Phase 3** beinhaltete die zusammenfassende Auswertung und Diskussion der Ergebnisse.

Im folgenden werden die Ergebnisse des Untersuchungsprogramms dargestellt.

2.1 Beschreibung des Untersuchungsprogramms

2.1.1 Zielsetzung, Methodik und Projektstruktur

Die Zielsetzung des BDE-Untersuchungsprogramms lag in der

- Untersuchung der praktischen Umsetzbarkeit der LAGA-Technischen Regeln Bauschutt mit den besonderen Schwerpunkten bei der Art der Durchführung und Organisation von Eingangs- und Ausgangsanalytik (Stichwort: Qualitätssicherung)

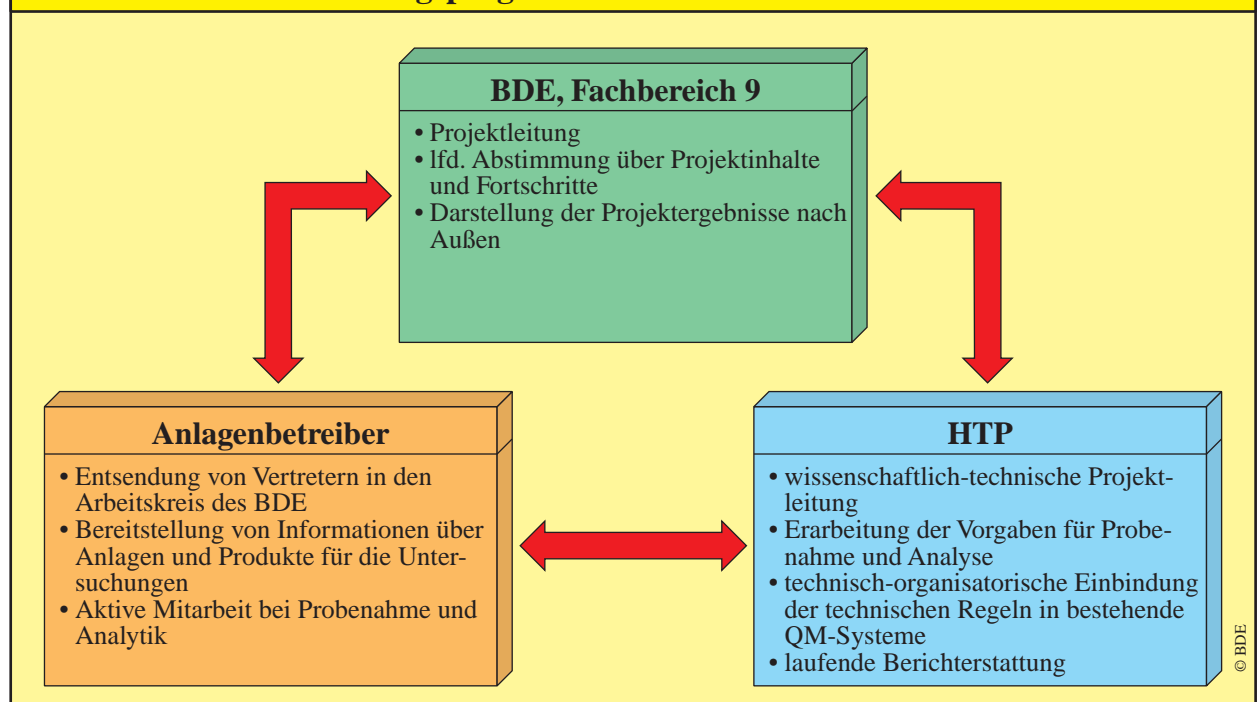
und der

- Bewertung der Umweltverträglichkeit besonders problematischer Anlagenprodukte (Vorsiebmaterial und RC-Körnungen aus Baustellenabfallsortieranlagen, Feinmaterial/RC-Sande aus Bauschuttzubereitungsanlagen) vor dem Hintergrund regional unterschiedlicher abfallwirtschaftlicher Systeme und verschiedener verfahrenstechnischer Konfigurationen der Anlagen.

Das methodische Vorgehen wurde an folgenden Prämissen ausgerichtet:

- Auswahl von Anlagen mit Standorten in verschiedenen Bundesländern
- Auswahl von Anlagen mit typischen verfahrenstechnischen Konfigurationen
- Beprobung und Analyse der Anlagenprodukte über einen Zeitraum von mehreren Monaten mit genauer Festlegung von:
 - Art der Probenahme, Häufigkeit der Entnahme von Einzelproben, Gewicht der Einzelproben und der Sammelprobe, Teilung (Verjüngung) der Sammelprobe bis zum Erhalt der Laboratoriumsprobe, Vorbereitung der Laboratoriumsprobe für den Versand zum Labor
 - Parameterkatalog für die chemischen Analysen

Abb. 1: Projektstruktur und Aufgabenverteilung der Beteiligten, BDE-Untersuchungsprogramm Bauschutt



- Bewertung der Umweltverträglichkeit der Produkte nach dem von der LAGA empfohlenen, leicht modifizierten deutschen Einheitsverfahren im Eluat (DEV S4) und im Feststoff

Zur Abstimmung über das methodische Vorgehen und Sicherstellung der Akzeptanz der Untersuchungsergebnisse wurde am 15. August 1996 ein Abstimmungsgespräch mit dem zuständigen Obmann der LAGA geführt. Die Empfehlungen der LAGA zur Art der Probenahme und Umfang der chemischen Analytik wurden in das Untersuchungsprogramm eingearbeitet. Damit sind die Ergebnisse der BDE-Untersuchungen in vollem Umfang mit den Ergebnissen der Untersuchungen vergleichbar, die bisher die Grundlage für die Technischen Regeln Bauschutt bilden.

An den BDE-Untersuchungen waren der BDE selbst, einzelne Mitgliedsunternehmen des BDE, i.w. die Mitgliedsunternehmen des Fachbereichs Bauabfallwirtschaft und die Fa. HTP beteiligt. In der **Abbildung 1** ist die Projektstruktur und Aufgabenverteilung der Beteiligten dargestellt.

Insgesamt beteiligten sich sieben Mitgliedsunternehmen des BDE mit zusammen neun verschiedenen Anlagen an den Untersuchungen.

2.1.2 Rahmenzeitplan und Arbeitsschritte

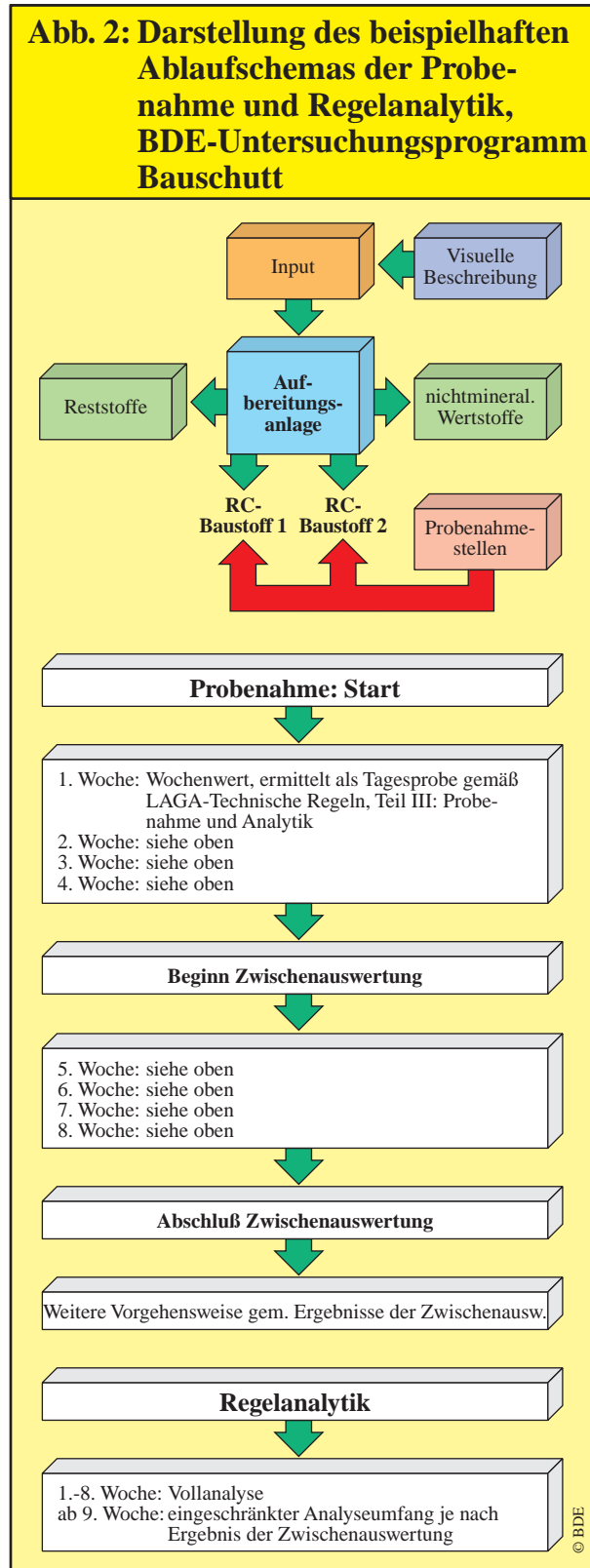
Die Untersuchungen gliederten sich wie bereits einleitend erwähnt in drei Phasen. Die Arbeitsschritte der drei Phasen waren im einzelnen:

- Phase 1:**
- Auswahl der beteiligten Anlagen (8-10 Anlagen)
 - Begehung der Anlagen und Absprache des Probenahme- und Analyseplans
 - Validierung bestehender QM-Systeme
 - **Gesamtdauer:** 3 Monate
 - **Arbeitsbeginn:** Juni 1996
- Phase 2:**
- Durchführung der Probenahme- und Regelanalysen
 - Berichterstattung über die Ergebnisse an den Auswerter (Monatserfassung)
 - Zwischenauswertung der Ergebnisse nach dem 4. und 6. Monat – individuelle Rückkopplung an den jeweiligen Anlagenbetreiber
 - Erarbeitung der Kongruenzkriterien zu bestehenden QM-Systemen
 - **Gesamtdauer:** 6 Monate
 - **Arbeitsbeginn:** September 1996
- Phase 3:**
- Auswertung der Ergebnisse
 - Zusammenfassung und Darstellung der Position des BDE aus wissenschaftlich-technischer Sicht
 - Konsequenzen für die Diskussion mit der LAGA
 - **Gesamtdauer:** 6 Monate
 - **Arbeitsbeginn:** April 1997

In der Phase 1 wurden die Anlagen hinsichtlich Anlagentyp und geographischem Standort ausgewählt. Die Anlagenstandorte wurden begangen. Anlässlich der Erstbegehung wurde den Anlagenbetreibern ein Ordner als Handausgabe übergeben, der die wichtigsten Informationen zum Untersuchungsprogramm in einem speziellen Teil und die wesentlichen, einschlägigen Richtlinien zur Güteüberwachung von Baustoffen und Probenahme in einem allgemeinen Teil enthielt.

Die Handausgabe sollte den Betrieben auch als Baustein für ein Qualitätsmanagement im Bereich Bauabfallaufbereitung dienen.

Bei der Erstbegehung wurde mit den Anlagenbetreibern ein Ablaufschema der Probenahme und Regelanalytik besprochen, das im Einklang mit den methodischen Vorgaben der LAGA-Technischen Regeln Bauschutt steht. **Die Abbildung 2** verdeutlicht beispielhaft den Ablauf.



In die Probenahme und Regelanalytik wurden grundsätzlich die Produkte (RC-Baustoffe) einbezogen, deren umwelttechnische Beurteilung besonders kontrovers ist. Dies betrifft vor allen Dingen die Feinanteile aus den Baustellenabfallsortieranlagen und Bauschuttzubereitungsanlagen und das Mineralgemisch aus den Baustellenabfallsortieranlagen.

Die Phase 2 begann zeitgleich für alle Anlagen in der 37. KW 1996, das war die Woche vom 9. - 14. September 96. Zu Beginn der Probenahme und Analysekampagne wurden nochmals Einzelheiten zur Probenahme, Art, Umfang und Darstellung der Analyseergebnisse (Probenahmeprotokoll) schriftlich fixiert und den beteiligten Anlagen als Richtlinie an die Hand gegeben. Über einen Zeitraum von acht Wochen wurden an jeweils einem Wochentag Proben der relevanten Produktströme entnommen und einer Vollanalyse unterzogen. Die Ergebnisse wurden im Dezember 1996 nach einer ersten Auswertung im Fachbereich Bauabfallwirtschaft des BDE diskutiert. Auf Basis der Diskussionsergebnisse wurde ein anschließendes, eingeschränktes Untersuchungsprogramm festgelegt. Dieses Untersuchungsprogramm zielte vor allem auf die Ursachenermittlung für erhöhte Einzelparameter ab, die für eine Rückstufung des Materials bzw. Nichtverwertbarkeit im Sinne der Technischen Regeln Bauschutt verantwortlich waren.

Die Phase 3 umfaßte die abschließende Auswertung und Diskussion der Ergebnisse aus den Phasen 1 und 2.

2.2 Beteiligte Anlagentypen

2.2.1 Baustellenabfallsortieranlagen

Es waren insgesamt sechs Anlagen zur Sortierung von Baustellenabfällen in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen (drei Anlagen), Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Bremen beteiligt.

Alle Anlagen verfügen vor der Aufgabe des Materials über eine Greifersortierung durch die Störstoffe oder bestimmte Wertstofffraktionen, bspw. Holz, Großfolien etc., abgetrennt werden können. Die auf die Greifersortierung folgenden Anlagenkonfigurationen können sehr grob in solche mit oder ohne Dederichs-Trommel als Hauptsortieraggregat unterschieden werden.

Die Dederichs-Trommel als Hauptsortieraggregat trennt leichte, flugfähige Bestandteile, Feinanteil < 16 mm und ein grobes Mineralgemisch voneinander (3-Produkttrennung). Die Aufgabe auf die Dederichs-Trommel sollte weitgehend frei von groben, nicht-mineralischen Anteilen, bspw. Metalle, Hartkunststoffe, nasses Papier, sein. Daher ist in allen Fällen der Dederichs-Trommel ein Sortierband vorgeschaltet, auf dem diese Stoffe als reine Fraktionen oder aber Störstoffe abgetrennt werden. Zur Entlastung der Dederichs-Trommel, die nur eine bestimmte Höchstmenge an Feinanteil im Feinprodukt austragen kann, sind vielfach Siebe vorgeschaltet. Die Anlagenkonfiguration mit Dederichs-Trommeln sind als einfaches Blockfließbild im Anhang II dargestellt.

Die Anlagenkonfigurationen ohne Dederichs-Trommel sehen eine zweistufige Absiebung der Baustellenabfälle vor. In der ersten Siebstufe, der Grobabsiebung, wird eine Mischfraktion bestehend aus Papier, Kunststoff, groben Steinen, ggf. Holz und diversen Restabfällen im Überlauf abgetrennt. Der Siebunterlauf wird auf eine zweite Siebstufe gefördert, die die Feinanteile

kleiner einer bestimmten Korngröße, i.d.R. < 5 - 20 mm, abtrennt. Die mittleren Korngrößen verbleiben im Siebüberlauf und werden einer Windsichterstufe aufgegeben. Der Windsichter trennt leichte, flugfähige Bestandteile, bspw. Papier, Kunststoff, z.T. Holz, von schweren Bestandteilen. Die schweren Bestandteile bestehen überwiegend aus mineralischen Baustoffen neben Verunreinigungen aus Metallen, Kunststoffen, Gummi oder Holz. Die Anlagenkonfigurationen sind im einzelnen als Blockfließbild im Anhang III dargestellt.

Die Produkte aus Baustellenabfallsortieranlagen, die innerhalb der BDE-Studie untersucht wurden, sind in der nachfolgenden **Tabelle 1** aufgelistet.

Tabelle 1: Auflistung der Produkte aus Baustellenabfallsortieranlagen, einbezogen in die BDE-Untersuchungen Bauschutt

Nr.	Bezeichnung	Herkunft
1	Feinanteile	Dederichs-Trommel, < 16 mm
2	Feinanteile	Dederichs-Trommel, < 16 mm
3	Feinanteile	Dederichs-Trommel, < 16 mm
4	Feinanteile	Flachsieb, < 5 mm
5	Feinanteile	Flachsieb, < 10 mm
6	Feinanteile	Rollenrost, < 20 mm
7	Mineralgemisch	Dederichs-Trommel, Überlauf
8	Mineralgemisch	Dederichs-Trommel, Überlauf
9	Mineralgemisch	Mittelgut aus zweistufiger Siebung, nach Windsichtung
10	Mineralgemisch	Mittelgut aus zweistufiger Siebung, nach Windsichtung

An dieser Stelle müssen einige Anmerkungen zu den Änderungen im Aufkommen und in der Zusammensetzung von Baustellenabfällen gemacht werden. In der Planungsphase des o.b. Untersuchungsprogramms bestanden Baustellenabfälle noch zu etwa einem bis zwei Dritteln der Gesamtmasse aus mineralischen Anteilen (vgl. BDE-Broschüre »Kreislaufwirtschaft in der Praxis Nr. 4: Erfassung und Verwertung von Baureststoffen«).

Zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Schlußberichts liegt der mineralische Anteil in Baustellenabfällen in den meisten Entsorgungsgebieten unter 10-20 Gew.-%. Dies ist durch eine Vielzahl paralleler, in der Art nicht vorhersehbarer abfallwirtschaftlicher Entwicklungen begründet, die hier nicht im einzelnen diskutiert werden sollen.

Die Konsequenzen aus der beschriebenen Entwicklung für den Inhalt dieser Studie sind, daß die Grundsätze des methodischen Vorgehens, die umwelttechnische Beurteilung der mineralischen Anteile aus Baustellenabfallsortieranlagen und die Stellungnahme zur praktischen Umsetzbarkeit der LAGA-Technischen Regeln Bauschutt unverändert Bestand haben.

Unter den augenblicklichen abfallwirtschaftlichen Randbedingungen tritt für eine große Zahl der Anlagenbetreiber allerdings die Thematik der Verwertung der mineralischen Anteile aus Baustellenabfallsortieranlagen in den Hintergrund.

2.2.2 Bauschutttaufbereitungsanlagen

Es waren insgesamt vier Anlagen zur Aufbereitung von Bauschutt in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern und Berlin beteiligt.

Die Anlagenkonfigurationen sind durchweg einfach. Der Bauschutt wird der Anlage über Dosiereinrichtungen aufgegeben.

Die erste Stufe besteht aus einer robusten Siebung, in der feine und mittlere Korngrößen unter etwa 45 mm zur Entlastung der Brechstation abgetrennt werden. Der Siebüberlauf wird gebrochen und nach dem Brechen mit dem Siebunterlauf zusammengeführt.

Magnetische Eisenbestandteile werden durch Überbandmagnetscheider nach der Sieb- und Brechstation entfernt. Zum Schutz des Brechers wird z.T. auch ergänzend eine Magnetscheidung vorab durchgeführt.

Die Produktpalette der Anlagen umfaßt nur die Lieferkörnung 0/45 mm. Im Anhang IV ist das Blockfließbild einer typischen Anlagenkonfiguration dargestellt. Bei einer der beteiligten Anlagen wird nach der Sieb- und Brechstation ein Teil des Sandes < 8 mm aus der Lieferkörnung 0/45 mm abgetrennt.

Die Produkte aus Bauschutttaufbereitungsanlagen, die innerhalb der BDE-Studie untersucht wurden, sind in der nachfolgenden **Tabelle 2** aufgeführt.

Tabelle 2: Auflistung der Produkte aus Bauschutttaufbereitungsanlagen		
Nr.	Bezeichnung	Herkunft
11	Feinanteile	Hochbauabbruch, Feingutabsiebung < 8 mm nach der Sieb- und Brechstation
12	Mineralgemisch	Hochbauabbruch, Lieferkörnung 0/45 mm
13	Mineralgemisch	Hochbauabbruch, Lieferkörnung 0/45 mm
14	Mineralgemisch	Hochbauabbruch, Lieferkörnung 0/45 mm
15	Mineralgemisch	Betonabbruch, Lieferkörnung 0/45 mm
16	Mineralgemisch	Hochbauabbruch, Lieferkörnung 0/45 mm

2.3 Untersuchungsergebnisse

2.3.1 Baustellenabfallsortieranlagen

2.3.1.1 Ergebnisse der verdichteten Beprobung und Vollanalyse der Produkte

Die Analyseprotokolle der Einzelproben wurden in der Art ausgewertet, daß für jede Einzelprobe die gemäß der LAGA-Technischen Regeln festgeschriebene Zuordnungsklasse bestimmt wurde. Bei 12 Parametern im Feststoff und 13 Parametern im Eluat ist der Parameter mit der höchsten Zuordnungsklasse für die Zuordnung der Gesamtprobe entscheidend.

Die Zuordnungswerte der Zuordnungsklassen Z 1.1 und Z 2 sind von besonderer Bedeutung.

Bei Überschreitung des Zuordnungswertes für die Klasse Z 1.1 unterliegt der Lieferant/Aufbereiter eines RC-Produktes der Dokumentationspflicht.

Die Dokumentation beinhaltet u.a. einen Gütenachweis mit Analyseprotokoll des Lieferanten/Aufbereiters. Bei Überschreitung des Zuordnungswertes für die Klasse Z 2 ist der Einbau von RC-Baustoffen auch unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen nicht möglich.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den **Tabellen 3 und 4** zusammengefaßt dargestellt. In der Kopfzeile »Produktbewertung« ist angegeben, welcher Anteil der untersuchten Einzelproben in Zuordnungsklassen > Z 2 oder > Z 1.1 lagen. In den nächstfolgenden Zeilen ist angegeben, welcher Parameter für die Zuordnung in die entsprechende Klasse ausschlaggebend war. Dabei wurden alle Einzelproben mit Zuordnung in die entsprechenden Klassen mit 100 % angesetzt (siehe auch Tabelle 4).

Beispiel: 41 % aller Einzelproben der Körnung (Mineralgemisch) aus Baustellenabfallsortieranlagen werden nach den LAGA-Technischen Regeln der Klasse > Z 2 zugeordnet. Bei diesen 41 % sind in 70 % der Fälle Überschreitungen des Parameters Sulfat, in 50 % der Fälle Überschreitungen des Parameters elektrische Leitfähigkeit usw. zu verzeichnen.

Die vollständigen Ergebnisse aller Einzelanalysen sind für die Produkte der Baustellenabfallsortierung in den Analyseblättern im Anhang V dargestellt.

Tabelle 3: Produktbewertung von Vorsiebmaterial aus Baustellenabfallsortieranlagen*		
Produktbewertung		Anteil a. d. Gesamtzahl
> Z 2		87 %
> Z 2 wg.	Sulfat	85 %
	elektr. Leitfähigkeit	6 %
	Chlorid	3 %
	SM im Eluat	26 %
	SM im Feststoff	29 %
	Phenolindex	29 %
	Kohlenwasserstoffe	9 %
	PAK	6 %
	PCB	11 %

* Nach den LAGA-Technischen Regeln, Bezugsbasis: 38 Produktanalysen aus 6 verschiedenen Anlagen

Die Bewertung der Produkte zeigt, daß Vorsiebmaterial aus Baustellenabfallsortieranlagen nach den LAGA-Technischen Regeln zu 87 % nicht für eine Verwertung geeignet ist. Dies liegt zu 85 % an der Überschreitung des Sulfat-Parameters für die Zuordnungsklasse Z 2.

Tabelle 4: Produktbewertung von Mineralgemischen aus Baustellenabfallsortieranlagen*

Produktbewertung		Anteil a. d. Gesamtzahl
> Z 2		41 %
> Z 1.1		100 %
> Z 2 wg.	Sulfat	70 %
	elektr. Leitfähigkeit	50 %
	Chlorid	17 %
	SM im Eluat	8 %
	SM im Feststoff	8 %
	Phenolindex	17 %
	Sonstige	8 %
> Z 1.1 wg.	Sulfat	89 %
	elektr. Leitfähigkeit	62 %
	Chlorid	17 %
	SM im Eluat	40 %
	SM im Feststoff	55 %
	Phenolindex	45 %
	Kohlenwasserstoffe	10 %
	PAK	14 %
	Sonstige	14 %

* Nach den LAGA-Technischen Regeln, Bezugsbasis: 31 Produktanalysen aus 5 verschiedenen Anlagen

Das Mineralgemisch aus Baustellenabfallsortieranlagen unterliegt auf Basis der Analyseergebnisse zu 100 % der Dokumentationspflicht (> Z 1.1), in 41 % der Fälle ist ein Zuordnungswert der Klasse Z 2 überschritten. Am häufigsten sind Überschreitungen des Sulfat-Parameters die Ursache, daneben ist der Parameter elektrische Leitfähigkeit limitierend.

Die weitere Diskussion der Ergebnisse wird im Kapitel 2.4 geführt.

2.3.1.2 Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen

Die umwelttechnische Beurteilung der Produkte aus Baustellenabfallsortieranlagen zeigt deutlich, daß die Höhe des eluierbaren Sulfatanteils die Verwertungsmöglichkeiten einschränkt. Zur Klärung der Frage durch welche Stoffgruppen die hohen eluierbaren Sulfatanteile verursacht werden und welchen Einfluß die Korngröße (spezifische Oberfläche) auf den eluierbaren Sulfatanteil hat, sind weitere Untersuchungen durchgeführt worden.

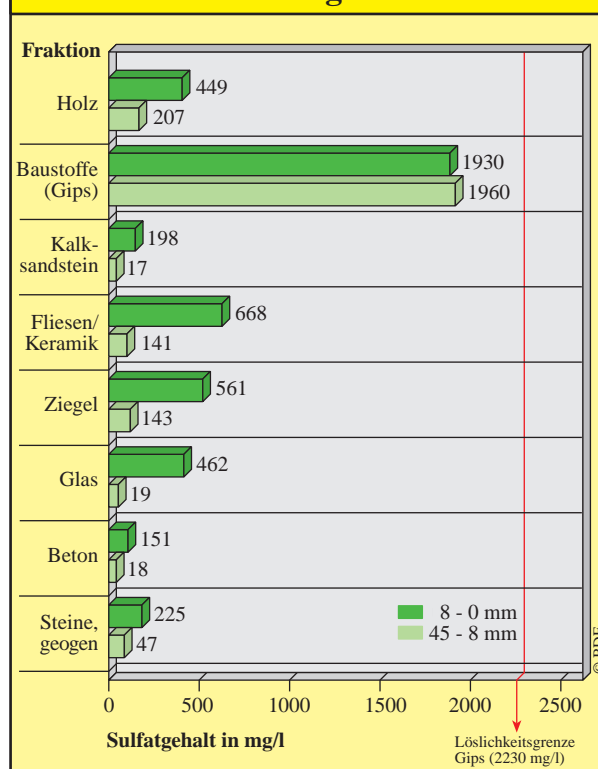
Hierzu wurde eine Probe des Mineralgemischs aus einer Baustellenabfallsortieranlage am Überlauf einer Dederichs-Trommel genommen. Die Probe wurde per Hand in die Stoffgruppen:

Massenanteil an der Gesamtprobe in Gew.-%

• Holz	1,6
• Gips	2,5
• Kalksandstein	20,1
• Fliesen/Keramik	18,2
• Ziegel	16,9
• Glas	16,1
• Beton	19,3
• Steine (geogener Ursprung)	5,3
	100,0

sortiert. Nach der Sortierung wurden die Stoffgruppen getrennt voneinander in einem Backenbrecher mit einer Spaltweite von etwa 40 mm ± 5 mm gebrochen und das Brechgut bei einem Trennschnitt von 8 mm gesiebt (Ausnahme: Stoffgruppe Holz). Die Feinanteile < 8 mm und der Siebrückstand (45 - 8 mm) wurden von jeder Stoffgruppe getrennt zur Analyse gegeben und die eluierbaren Sulfatanteile bestimmt. Die Ergebnisse sind in der **Abbildung 3** in graphischer Form dargestellt.

Abb. 3: Sulfatgehalte der Stoffgruppen eines typischen Mineralgemisches aus der Baumischabfallsortierung



Die Abbildung macht deutlich, daß die Grobanteile aller Stoffgruppen geringere lösliche Sulfatanteile haben als die Feinanteile. Die Ausnahme stellt nur Gips dar, bei dem unabhängig von der Korngröße gleich hohe lösliche Sulfatanteile zu beobachten sind. Es ist weiterhin festzustellen, daß auch die Feinanteile aller Stoffgruppen lösliche Sulfatanteile < 600 mg/l (=Zuordnungswert Z 2) haben. Hier ist nur in der Stoffgruppe Fliesen/Keramik eine geringfügige Überschreitung feststellbar.

Als Konsequenz dieser zusätzlichen Untersuchungen ist festzuhalten, daß allein die Stoffgruppe Gips für die Überschreitung des Zuordnungswerts Z 2 verantwortlich ist, und zwar unabhängig von der Kornfeinheit.

2.3.2 Bauschutttaufbereitungsanlagen

2.3.2.1 Ergebnisse der verdichteten Beprobung und Vollanalyse der Produkte

Die Analyseprotokolle wurden analog zu den Protokollen aus dem Bereich Baustellenabfallsortierung ausgewertet.

Die Untersuchungsergebnisse sind in der **Tabelle 5** zusammengefaßt dargestellt. Der Aufbau der Tabelle gleicht dem der Tabellen 3 und 4. Die hier gemachten Erläuterungen gelten analog.

Die vollständigen Ergebnisse aller Einzelanalysen sind in den Analyseblättern im Anhang VI dargestellt.

Die Produkte der Bauschutttaufbereitungsanlagen sind in der Regel verwertbar im Sinne der LAGA-Technischen Regeln, d.h., Überschreitungen des Zuordnungswertes für die Klasse Z 2 sind nur punktuell und nicht systematisch bei einzelnen Anlagen zu verzeichnen. Die Produkte unterliegen alle der Dokumentationspflicht, da der Zuordnungswert für die Klasse Z 1.1 in 100 % bzw. 78 % der Fälle überschritten wird. Auffällig sind die hohen Werte für die elektrische Leitfähigkeit bei RC-Materialien aus reinem Betonabbruch.

Aufgrund der geringen Bezugsbasis, besonders bei den Produkten Feinanteile und Mineralgemisch aus Hochbauabbruch, sind einzelne Werte der Tabelle 5 erläuterungsbedürftig.

Bei den Feinanteilen sind die z.T. hohen Gehalte von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) augenfällig. Die Bauschutttaufbereitungsanlage, der laufend Proben der Feinanteile entnommen wurden, bekommt teerhaltigen Straßenaufbruch angeliefert. Die hohen PAK-Gehalte korrelieren mit dem Anteil an teerhaltigem Straßenaufbruch in der Aufgabe. In einigen Proben wird der Parameter Phenolindex überschritten.

Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, daß der Zuordnungswert für die Klasse Z 1.1 genau auf die Empfindlichkeitsgrenze der Analysegeräte gelegt wurde. Der Zuordnungswert für die Klasse Z 1.1 beträgt 10 µg/l im DEV-S4 Eluat. Die Empfindlichkeitsgrenzen werden durch die beteiligten Laboratorien mit 5 µg/l - 10 µg/l angegeben. Überschreitungen des Phenolindex > Z 1.1 sind also nicht gleichzusetzen mit einer Phenolbelastung des RC-Baustoffs. Von einer Belastung ist zu sprechen, wenn der Zuordnungswert für die Klasse Z 2 überschritten wird, was aber bei keiner der untersuchten RC-Materialien aus Bauschutttaufbereitungsanlagen der Fall war.

Tabelle 5: Produktbewertung der Produkte aus Bauschutttaufbereitungsanlagen*

Produktbewertung		Feinanteile	Mineralgemisch/ Hochbauausbruch	Mineralgemisch/ Betonabbruch	
		> Z 2	25 %	21 %	–
		> Z 1.1	100 %	78 %	100 %
> Z 2 wg.	wg. Sulfat	–	–	–	
	elektr. Leitfähigkeit	–	–	–	
	Chlorid	–	–	–	
	SM im Eluat	50 % (1 x)	–	–	
	SM im Feststoff	–	–	–	
	Phenolindex	–	–	–	
	Kohlenwasserstoffe	–	100 %	–	
	PAK	50 % (1 x)	–	–	
	PCB	–	–	–	
> Z 1.1 wg.	wg. Sulfat	13 %	22 %	–	
	elektr. Leitfähigkeit	–	11 %	100 %	
	Chlorid	–	12 %	–	
	SM im Eluat	25 %	6 %	50 % (1 x)	
	SM im Feststoff	25 %	–	–	
	Phenolindex	–	61 %	100 %	
	Kohlenwasserstoffe	38 %	22 %	–	
	PAK	75 %	11 %	–	
	PCB	–	6 %	–	
	Sonstige	–	–	–	

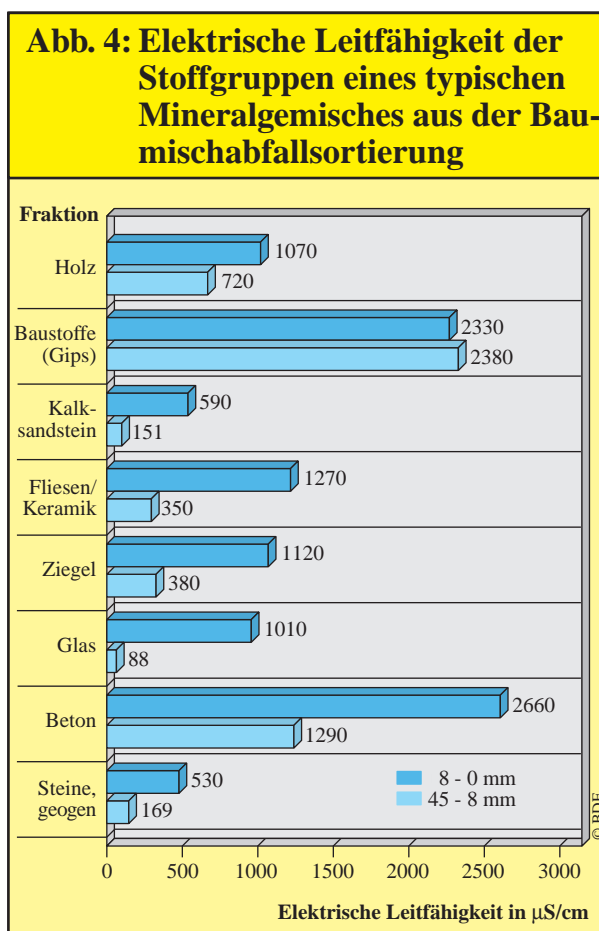
* Bezugsbasis Feinanteile : 8 Produktanalysen aus 1 Anlage,
Mineralgemisch aus Hochbauabbruch : 23 Produktanalysen aus 4 Anlagen,
Mineralgemisch aus Betonabbruch ... : 2 Analysen aus 1 Anlage

2.3.2.2 Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen

Abgesehen von der grundsätzlichen Einstufung der RC-Materialien aus Bauschuttzubereitungsanlagen sind die hohen Werte für die elektrische Leitfähigkeit beim RC-Produkt aus reinem Betonabbruch besonders augenfällig. Um hier einen Nachweis zu erbringen, daß erhöhte Werte der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat mit hohen Betonanteilen korrelieren, wurden stoffgruppen- und Korngrößenabhängige Untersuchungen analog zu den Untersuchungen im Kapitel 2.3.1.2 durchgeführt.

Von dem gesamten Stoffgruppenumfang wurden jeweils von den Feinanteilen (8 - 0 mm) und Grobanteilen (45 - 8 mm) Analysen der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat durchgeführt. Einige der Stoffgruppen sind in den Mineralgemischen der Bauschuttzubereitung zwar von geringerer Relevanz als in den Mineralgemischen aus Baustellenabfallsortieranlagen, bspw. Gips, Kalksandstein oder Fliesen/Keramik, aber als Mischungskomponente vorhanden.

Im übrigen führt die Änderung der Zusammensetzung von Baustellenabfällen mit dem immer weiter abnehmenden mineralischen Anteil zu einer Verschiebung der Inhaltsstoffe (Gips, Kalksandstein und Fliesen/Keramik) von den Baustellenabfällen zum Bauschutt. Bauschutt aus Hochbauabbruch wird bei weiter unveränderten abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zukünftig steigende Mengen an baustellenabfalltypischen Mineralkomponenten enthalten. Die **Abbildung 4** zeigt die Ergebnisse der Analysen in graphischer Form.



Die Verteilung der Leitfähigkeitswerte zeigt ein ähnliches Bild wie die Verteilung der Sulfat-Werte (Abb. 3). Die Feinanteile weisen höhere Leitfähigkeitswerte im

Eluat als die Grobanteile auf. Die Ausnahme stellt die Stoffgruppe Gips dar, bei der Feinanteile und Grobanteile etwa gleiche Leitfähigkeitswerte verursachen.

Die Stoffgruppen Gips und Beton sind für Überschreitungen des Zuordnungswertes Z 1.1 bei dem Parameter Leitfähigkeit verantwortlich. Die Leitfähigkeitswerte aller übrigen Stoffgruppen, sowohl der Grobanteile als auch der Feinanteile, liegen unter dem Zuordnungswert Z 1.1 von 1.500 µS/cm.

Der Leitfähigkeitswert ist ein Summenparameter, der in direktem Verhältnis zum Gehalt gelöster Ionen im wässrigen Eluat steht. Gips setzt bei der Elution Sulfat- und Calcium-Ionen frei, die im Fall von Gips für die Leitfähigkeit bestimmend sind. Bei der Stoffgruppe Beton kann auf Basis der hier durchgeführten Untersuchungen nicht abschließend geklärt werden, welche Ionen die hohen Leitfähigkeitswerte verursachen.

Bei der Erstarrung und Erhärtung von Beton kommt es zur Bildung einer Vielzahl wasserhaltiger Verbindungen bei der Reaktion von Zement mit Wasser.

Wichtige Verbindungen sind das

- Calciumsilikathydrat, $m\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Trisulfat o. a. Ettringit, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$
- Monocarbonat, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$
- oder Monochlorid, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Diese Verbindungen enthalten Sulfat-, Carbonat- und Chlorid-Anionen. Sulfate und Carbonate werden für die Betonherstellung dem Wasser oder Zement bewußt zugesetzt, um Geschwindigkeit und Reaktionsverlauf der Erstarrung und Erhärtung zu beeinflussen.

Werden innere Oberflächen von Betonteilen aus Straßen oder Gebäuden bei Bau- oder Abbruchmaßnahmen und bei der Bauschuttzubereitung in Brechstufen freigelegt, und werden diese neu geschaffenen inneren Oberflächen bei der DEV-S4 Elution mit Wasser in Kontakt gebracht, laufen Restreaktionen unter starkem Wasserüberschuß ab. Die Restreaktionen setzen wasserlösliche Ionen frei, die für die hohen Leitfähigkeitswerte verantwortlich sind.

Trifft die o. b. Annahme zu, so müßte bei Mehrfachelution eine Abnahme der Leitfähigkeit im Eluat zu verzeichnen sein. In der Literatur und in einschlägigen Forschungsberichten (u.a. Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen zum Thema Schadstoffbelastung in Beton, Drucksache 13/4268) liegen hierzu keine Untersuchungen vor.

Im Rahmen dieser Untersuchungen konnten Fremdüberwachungsprotokolle von Mineralgemischen aus Naßaufbereitungsanlagen ausgewertet werden, die zum Zeitpunkt der Fremdüberwachung reinen Betonabbruch verarbeitet haben. Es ist zu erwarten, daß nach einer Naßaufbereitungsstufe, in der die Kornoberflächen intensiv mit Wasser benetzt werden und nach der Aufbereitung mit einer gewissen Restfeuchte längere Zeit lagern, die Restreaktionen abgeschlossen sind. Die Leitfähigkeitswerte im DEV-S4 Eluat sollten für Produkte der Naßaufbereitung geringer gegenüber Produkten aus der Trockenaufbereitung sein.

Die mittlere Leitfähigkeit im Eluat liegt bei den Produkten der Naßaufbereitung bei 1057 µS/cm und bei den Produkten der Trockenaufbereitung bei 2362 µS/cm. Die Tendenz in den Werten untermauert die hier beschriebene Annahme von Restreaktionen im Beton als Ursache für die hohe Leitfähigkeit des DEV-S4 Eluats.

2.4 Diskussion der Ergebnisse

2.4.1 Baustellenabfallsortieranlagen

Die Ergebnisse zeigen, daß bei den Produkten der Baustellenabfallsortieranlagen in erster Linie die wasserlöslichen Sulfatanteile und die elektrische Leitfähigkeit (etwa äquivalent zur Menge aller im Wasser gelöster, anionischer bzw. kationischer Verbindungen) für die Zuordnung zur Verwertungsklasse bestimmend sind. Dies gilt gleichermaßen für alle an den Untersuchungen beteiligten Anlagen, unabhängig von der Verfahrenstechnik und der geographischen Lage.

Bei den Parametern Chlorid, Kohlenwasserstoffe und PAK sind nur punktuelle und keine systematischen Überschreitungen von Zuordnungswerten festgestellt worden.

Anders verhält es sich hingegen bei den Parametern Schwermetalle (sowohl im Feststoff als auch Eluat), Phenolindex und PCB. Hier kommt es in Abhängigkeit von der geographischen Lage der Sortieranlage zu systematischen Überschreitungen, die zwar nicht so bedeutend sind wie bei Sulfat und elektrischer Leitfähigkeit aber dennoch die Verwertbarkeit maßgeblich beeinflussen. Betroffene Anlagen haben Standorte in industriellen Ballungsräumen, deren Industrie- und Gewerbestruktur starken Veränderungen unterworfen ist und daher immer wieder Materialien mit relativ hohen Eingangsbelastungen den Anlagen angeliefert werden. Zu beachten ist, daß der Zuordnungswert für die Klasse Z1.1 beim Phenol und PCB genau auf die analytische Nachweisgrenze gelegt wurde. Hierzu wurden bereits im Kapitel 2.3.2.1 nähere Ausführungen gemacht.

Der Zusammenhang zwischen der Verfahrenstechnik der Vorabsiebung und den Werten für Sulfat und elektrische Leitfähigkeit ist von besonderem Interesse. In der **Tabelle 6** sind die Zusammenhänge dargestellt. Hierbei wurden alle Meßwerte einer Anlage über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelt.

Der Z2-Wert für Sulfat kann grundsätzlich nicht eingehalten werden. Es ist für Sulfat eine Tendenz zu erkennen, daß mit zunehmender Kornfeinheit der Wert steigt und daß ein gewisser Sichteffect (Dederichs-Trommel) zu einer Verringerung des Sulfat-Wertes beiträgt. Bei dem Wert für die elektrische Leitfähigkeit ist keine Tendenz erkennbar, allerdings wird der Z2-Wert in jedem Fall sicher unterschritten.

Bei dem Mineralgemisch aus der Baustellenabfallsortierung tritt ein signifikanter Unterschied bei den Werten für Sulfat und elektrische Leitfähigkeit zwischen

der Anlage mit Standort in den neuen Bundesländern und den Anlagen mit Standorten in den alten Bundesländern auf. Insgesamt ist das Mineralgemisch aus Baustellenabfällen in den neuen Bundesländern hinsichtlich der Zuordnungswerte eher mit reinem Bauschutt vergleichbar (Sulfat \varnothing 315 mg/l, elektrische Leitfähigkeit \varnothing 1.135 μ S/cm), während das Mineralgemisch aus Baustellenabfällen in den alten Bundesländern (Sulfat \varnothing 679 mg/l, elektrische Leitfähigkeit \varnothing 2.449 μ S/cm) eher vergleichbar mit dem Vorsiebmaterial ist. Einen direkten Vergleich von Vorsiebmaterial und Mineralgemisch aus Baustellenabfällen der alten Bundesländer hinsichtlich Sulfat und elektrische Leitfähigkeit zeigt die nachfolgende **Tabelle 7**:

Tab. 7: Vergleich der Parameter Sulfat und elektrische Leitfähigkeit in Vorsiebmaterial und Mineralgemisch (gesichtet) aus Baustellenabfallsortieranlagen

Parameter Produkt	Sulfat in mg/l	elektr. Leitfähigkeit in μ S/cm
Vorsiebmaterial	800 - 1.400	1.500 - 2.000
Mineralgemisch (gesichtet)	600 - 700	2.300 - 2.600

Die löslichen Sulfatanteile sind im Vorsiebmaterial etwas höher als im Mineralgemisch. Die elektrische Leitfähigkeit im Eluat ist in dem Vorsiebmaterial geringer als in dem Mineralgemisch. Offensichtlich zeigen beide Parameter hier eine gegensätzliche Tendenz. Während mit zunehmender Kornfeinheit, d.h. höherer spezifischer Oberfläche, die löslichen Sulfatanteile geringfügig steigen, sinkt mit zunehmender Kornfeinheit die elektrische Leitfähigkeit.

Mit den Erkenntnissen aus den ergänzenden Untersuchungen des Kapitels 2.3.1 und 2.3.2 sind die o.b. Ergebnisse erklärbar. Die löslichen Sulfatanteile stammen hauptsächlich aus Gipsbaustoffen. Weitgehend unabhängig von der Korngröße setzen Gipsbaustoffe gleiche Mengen Sulfate im wässrigen Eluat frei. Dadurch zeigt auch das Mineralgemisch hohe Sulfatwerte ($>$ Z2). Die elektrische Leitfähigkeit im Eluat wird hauptsächlich durch Betonbaustoffe, neben Gips, verursacht. Aufgrund der Härte treten Betonbaustoffe vorwiegend im groben Mineralgemisch und nicht im feinen Vorsiebmaterial auf. Dadurch zeigen sich höhere Werte der elektrischen Leitfähigkeit im Mineralgemisch gegenüber dem Vorsiebmaterial.

Tabelle 6: Zusammenhang zwischen Verfahrenstechnik der Vorabsiebung und den Parametern Sulfat und elektrische Leitfähigkeit

Verfahrenstechnik Parameter	Dederichs-Trommel Unterlauf	Siebung Unterlauf		
	< 16 mm	< 20 mm	< 10 mm	< 5 mm
Sulfat, mg/l	748	873	1.442	1.344
Orientierungswert Z2	600	600	600	600
elektr. Leitfähigkeit (μ S/cm)	1.704	1.829	2.108	1.448
Orientierungswert Z2	3.000	3.000	3.000	3.000

2.4.2 Bauschutttaufbereitungsanlagen

Die Produkte der Bauschutttaufbereitungsanlagen sind hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit anders zu bewerten als die Produkte der Baustellenabfallsortierung. Limitierende Parameter für die Feinanteile aus der Vorabsiebung und das Mineralgemisch aus reinem Hochbauabbruch sind organische Parameter wie PAK, Phenole und Kohlenwasserstoff sowie z.T. Schwermetalle in dem Feinmaterial, vorwiegend an Standorten in industriellen Ballungsräumen. Sulfat und Leitfähigkeit sind praktisch keine limitierenden Faktoren, mit der bemerkenswerten Ausnahme einer Körnung, die ausschließlich aus Betonabbruch erzeugt wurde. Bei der Körnung aus Betonabbruch wird der Zuordnungswert für die elektrische Leitfähigkeit der Klasse Z 1.1 in allen Fällen überschritten. Nähere Ausführungen zu dem Zusammenhang zwischen der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat und dem Anteil an Beton in der Probe wurden bereits an vorangegangener Stelle gemacht (siehe Kapitel 2.3.2 und 2.4.1).

Zur Darstellung der typischen Unterschiede zwischen Produkten der Bauschutttaufbereitung und Baustellenabfallsortierung hinsichtlich der Werte Sulfat und Leitfähigkeit ist in der **Tabelle 8** eine Gegenüberstellung vorgenommen worden.

Der Sulfatwert ist bei den Produkten der Bauschutttaufbereitung generell unkritisch mit Ausnahme der Anlage in den neuen Bundesländern. Hier wird der Zuordnungswert Z1.1 überschritten. Die Ursache liegt in dem hohen Anteil an Baustoffen auf Gipsbasis (CaSO_4).

Wie bereits an vorausgegangener Stelle ausgeführt, hat sich die Zusammensetzung von Baustellenabfällen innerhalb des letzten Jahres vor Abfassung des Schlußberichts zu dieser Studie stark verändert. Der mineralische Anteil ist so stark zurückgegangen, daß in vielen Entsorgungsgebieten Baustellenabfälle nicht mehr mit dem Ziel der Erzeugung eines mineralischen Produkts aufbereitet werden. Die mineralischen Anteile der Baustellenabfälle werden jetzt vielfach mit dem reinen Hochbauabbruch gemeinsam erfaßt. Diese Entwicklung führt zu einer Änderung der Zusammensetzung von Hochbauabbruch. Bauschutt aus Hochbauabbruch in den alten Bundesländern wird zukünftig steigende Anteile an Gips- und anderen Leichtbaustoffen enthalten. Damit wird sich zwangsläufig auch die Problematik erhöhter Sulfatgehalte ergeben.

Tabelle 8: Vergleich der RC-Produkte aus Bauschutttaufbereitungsanlagen und Baustellenabfallsortieranlagen hinsichtlich der Parameter Sulfat und Leitfähigkeit im Eluat.

Produkt Parameter	Vorsiebmaterial (Feinanteile)		Mineralgemische		
	Bauschutt- aufbereitung	Baustellen- abfallsortierung	Bauschutt- auf- bereitung, Hoch- bauabbruch, alte Bundesländer	Bauschutt- auf- bereitung, Hoch- bauabbruch, neue Bundesländer	Baustellen- abfallsortierung
Sulfat/(mg/l)	rd. 85	800 - 1.400	10 - 40	rd. 251	600 - 700
Z 1.1	150	150	150	150	150
Z 2	600	600	600	600	600
elektr. Leitfähig- keit/ ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	rd. 350	1.500 - 2.000	700 - 1.500	rd. 980	2.300 - 2.600
Z 1.1	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Z 2	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000

3. Position des BDE zu den LAGA-Technischen Regeln Bauschutt

Auf Basis der Ergebnisse der Studie formuliert der BDE seine Position zu den LAGA-Technischen Regeln »Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen; Teil II 1.4 Bauschutt« wie folgt:

Der BDE begrüßt grundsätzlich die Einführung einer bundesweit einheitlichen Regelung für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von RC-Baustoffen. Hinsichtlich der Erleichterung der praktischen Umsetzbarkeit und der Förderung der Kreislaufwirtschaft werden folgende Korrekturen für notwendig erachtet:

Der BDE strebt eine verwaltungstechnische Vereinfachung der Technischen Regeln an. Die zur Zeit vier Zuordnungsklassen (Z0, Z1.1, Z1.2 und Z2) sollen auf drei Zuordnungsklassen (Z0, Z1 und Z2) zurückgeführt werden.

Der BDE strebt weiterhin eine Korrektur der Zuordnungswerte für den Parameter Sulfat an. Der Zuordnungswert Sulfat sollte für die Klasse Z2 von 600 mg/l auf 1.000 mg/l angehoben werden. Dabei sollte auch eine proportionale Anhebung der Zuordnungswerte Sulfat für die übrigen Klassen vorgenommen werden. Der Vorschlag des BDE sind 100 mg/l für die Klasse Z0 und 250 mg/l für die Klasse Z1.

Bei Überschreitungen des Parameters elektrische Leitfähigkeit im Eluat für die Klasse Z2 sollte in den Technischen Regeln eine Ergänzung mit folgendem Wortlaut eingefügt werden:

»Bei Überschreitungen der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat ist der Gehalt an Betonabbruch im Material zu ermitteln. Liegt der Gehalt an Betonabbruch über 50 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse führt die Überschreitung des Zuordnungswertes Z2 nicht zum Verwertungsausschluß.«

Der BDE vertritt die Auffassung, daß Vorsiebmaterial aus Baustellenabfallsortieranlagen grundsätzlich für die Verwertung als Baumaterial geeignet ist. Schwankungen in der Zusammensetzung und in der umwelttechnischen Beurteilung ergeben sich durch regional unterschiedliche abfallwirtschaftliche Systeme und verschiedene Anlagenkonfigurationen. Der BDE hält daher einzelfallbezogene Entscheidungen für die Beurteilung der Verwertbarkeit von Vorsiebmaterial für sinnvoll.

Begründung

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, daß die Produkte aus den Anlagen zur Bauschuttaufbereitung überwiegend verwertbar im Sinne der Technischen Regeln sind, d.h. Zuordnungsklasse < Z2, und daß die Produkte aus den Anlagen zur Baustellenabfallsortierung überwiegend nicht verwertbar im Sinne der Technischen

Regeln sind, d.h. Zuordnungsklasse > Z2. Die Ergebnisse zeigen weiterhin eindeutig, daß für den Ausschluß mineralischer Produkte aus Baumischabfallsortieranlagen von der Verwertung Überschreitungen bei den Zuordnungswerten für Sulfat und elektrische Leitfähigkeit überwiegend die Ursache darstellen. Die elektrische Leitfähigkeit des Eluats und die wasserlöslichen Sulfatanteile müssen allerdings gegenüber den Schwermetallen und organischen Schadstoffen als die Parameter mit geringer ökologischer Relevanz bezeichnet werden.

Die Verwertung der mineralischen Produkte der Baumischabfallsortierung wird bei Einführung der LAGA-Technischen Regeln ursächlich durch die Festschreibung des löslichen Sulfatanteils praktisch verhindert. Die Konsequenz aus der Nichtverwertbarkeit im Sinne der LAGA-Technischen Regeln ist eine dem Kreislaufwirtschaftsgesetz widersprechende Steigerung der zu beseitigenden und deponierenden Mengen. Angesichts der mengenmäßigen Bedeutung des Baumischabfalls und der aus Sicht des vorbeugenden Grundwasserschutzes nicht weiter begründeten Ableitung des Sulfat-Zuordnungswertes ist ein De-facto-Verwertungsanschluß nicht zu rechtfertigen. Hier wird darauf verwiesen, daß die Verwertung vergleichbarer Baustoffe bereits bei Unterschreitung löslicher Sulfatanteile von 1.000 mg/l (Wasserwirtschaftliche Güteanforderungen für RC-Baustoffe aus Steinkohlenflugasche gemäß Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen Nr. 43 vom 4. Juli 1991) oder 1.400 mg/l (Richtwert 2 des Landes Bayern für RC-Baustoffe vom 17.11.1992) aus wasserwirtschaftlicher Sicht möglich ist. Desweiteren wird darauf verwiesen, daß der Einbau von RC-Baustoffen der Zuordnungsklasse Z2 nur unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen zugelassen ist. Solche technischen Sicherungsmaßnahmen sind mindestens ein Einbau unter wasserundurchlässigen Deckschichten bei nutzungsunempfindlichen Baumaßnahmen (Industrie- und Gewerbebau, Erdbaumaßnahme in hydrogeologisch günstigen Gebieten). Eine Gefahr für das Grundwasser durch Sulfat ist in diesen Fällen nach Auffassung des BDE nicht zu besorgen.

Die proportionale Anpassung der übrigen Zuordnungswerte für den Parameter Sulfat im Eluat wird deshalb gefordert, weil selbst bei den erhöhten Zuordnungswerten unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen nicht mit einer nachteiligen Auswirkung auf das Grundwasser zu rechnen ist. Hier wird darauf verwiesen, daß RC-Baustoffe der Zuordnungsklasse Z1 nur unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen und hydrogeologischen Voraussetzungen eingebaut werden dürfen. Die Nutzungseinschränkungen beziehen sich auf die Art der Baumaßnahme, bspw. sind zugelassen für

- Straßen- und Wegebau,
- Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen und
- Oberflächenabdichtungen von Deponien etc.

Dabei soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis (beinhaltet die RC-Baustoffe) und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Die Festsetzung der Zuordnungswerte für Sulfat ist nicht toxikologisch oder anderweitig wissenschaftlich abzuleiten. In der Trinkwasserverordnung, die für die Festsetzung der Zuordnungswerte für organische Schadstoffparameter oder Schwermetalle als Richtschnur dient, sind keine Grenzwerte für Sulfat festgeschrieben. Offensichtlich besteht bei dem Sulfat-Anion keine besorgniserregende toxikologische Relevanz.

Die Ergänzung der Technischen Regeln Bauschutt durch einen Hinweis auf die Prüfung des Gehalts an Betonabbruch für den Fall von Überschreitungen des Zuordnungswertes Z2 bei der Leitfähigkeit ist mit Verweis auf die Ergebnisse des Kapitels 2.3.2 unbedingt notwendig. Betonabbruch aus Recyclinganlagen wird nach dem Standardprüfverfahren DEV-S4 fehlbewertet. Restreaktionen an den frischen Betonoberflächen nach Brech- und Siebstufen führen zur temporären Eluierung von Ionen, die den Leitfähigkeitswert erhöhen. Die Restreaktionen sind zeitlich begrenzt und bei einem Einbau von RC-Baustoffen aus Betonabbruch sind keine dauerhaften Emissionen zu erwarten.

Anhang I*

**Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20,
Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen
Reststoffen/Abfällen; Technische Regeln; Teil II. 1.4 Bauschutt;
Stand: 5. September 1995**

** mit freundlicher Genehmigung des Erich-Schmidt-Verlages aus den »Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen; Technische Regeln; Teil II.1.4 Bauschutt; Stand: 5. September 1995«*

II. Technische Regeln für die Verwertung (Auszug)

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 nichtmineralischen 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 (912 06), 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 Bodenaushub (auch: Bauschutt und Bodenaushub mit schädlichen Verunreinigungen (314 41), der/die in Behandlungsanlagen (z. B. Bodenwaschanlagen) gereinigt worden 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 (s. 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. Galvanikbetriebe, 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 m³ 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 ≤ 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**, s. Seite A7) 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 Seite A11) 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** (s. Seite A7), 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** (s. Seite A7) 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.-% (Gemische)

Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% (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.1.4-1** (siehe Seite A7) 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 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** (s. Seite A8) 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** (s. Seite A9) 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. bau-

technische 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** s. Seite A9) 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 Trinkwasserschutzgebieten (Zone I-IIIa),
- 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 (Tab. II.1.4-5 und II.1.4-6, s. Seite A9) 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 definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- 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) als
 - Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und
 - gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten);
- bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als

- Lärmschutzwall 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 $k_f \leq 10^{-1}$ 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-IIIb),
- in festgesetzten, vorläufig sichergestellten oder fachbehördlich geplanten Heilquellenschutzgebieten (Zone 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,
- aus Vorsorgegründen auch auf Flächen mit sensibler Nutzung, wie Kinderspielplätzen, 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 verwerten.
- 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** (s. Seite A7).

Die **Eigenüberwachung** beginnt bei der Anlieferung von Bauschutt an eine Aufbereitungsanlage. Dabei ist aufgrund der Angaben im Lieferschein (Art, Herkunft, vorherige Anwendung, Ergebnisse bauseits durchgeführ-

ter Untersuchungen und Abfallschlüssel) und durch die Inaugenscheinnahme (organoleptische Prüfung) nach dem Abkippen 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 II.1.4-2 und II.1.4-3** (s. Seite A7).

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 II.1.4-3** (s. Seite A7). Außerdem ist die Eigenüberwachung zu kontrollieren.

Für den Eignungsnachweis, die Eigen- und Fremdüberwachung gelten die Zuordnungswerte der **Tabellen II.1.4-5 und II.1.4-6** (s. Seite A9).

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.

Art und Umfang der Qualitätssicherung bei der Verwertung von nicht aufbereitetem 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 II.1.4-7** (s. Seite A10) geschehen. Einzelheiten zum Verfahren sind durch die zuständigen Behörden festzulegen.

Tabellen zu den technischen Regeln für die Verwertung Bauschutt

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

Parameter	Feststoff	Eluat
Aussehen ¹	x	
Farbe, Färbung, ²	x	x
Trübung ²		x
Geruch ²	x	x
pH-Wert		x
elektr. Leitfähigkeit		x
Chlorid		x
Sulfat		x
Arsen ³	x	x
Blei	x	x
Cadmium	x	x
Chrom (gesamt)	x	x
Kupfer	x	x
Nickel	x	x
Quecksilber ³	x	x
Zink	x	x
Kohlenwasserstoffe	x	
PAK nach EPA	x	
EOX	x	
Phenolindex		x

¹ Verbale Beschreibung der Bestandteile.

² Ist anzugeben (verbale Beschreibung).

³ 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	Eignungsnachweis	Fremdüberwachung ¹	Eigenüberwachung ²
Aussehen	x	x	x
Farbe	x	x	x
Geruch	x	x	x
Blei ³	x	x	
Cadmium ³	x	x	
Chrom (gesamt) ³	x	x	
Kupfer ³	x	x	
Nickel ³	x	x	
Zink ³	x	x	
Kohlenwasserstoffe	x	x	
PAK nach EPA	x	x	
EOX	x	x	

¹ Die Fremdüberwachung ist mindestens ¹/₄ jährlich durchzuführen.

² Die Eigenüberwachung ist laufend durchzuführen.

³ 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 II. 1.4-3:
Umfang und Häufigkeit der durchzuführenden Untersuchungen im Eluat für Recyclingbaustoffe**

Parameter	Eignungsnachweis	Fremdüberwachung ¹	Eigenüberwachung ²
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	

¹ Die Fremdüberwachung ist mindestens ¹/₄ jährlich durchzuführen.

² Die Eigenüberwachung ist mindestens wöchentlich durchzuführen.

➔ **Hinweis:** Um die Eigenüberwachung zu verbessern, wird empfohlen, diese häufiger durchzuführen und ggf. auch den Parameterumfang zu erweitern (s. a. III.4.2.3).

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

Parameter	gemessen im Feststoff		gemessen im Eluat	
	Dimension	Orientierungswert	Dimension	Orientierungswert
pH-Wert	–	–	–	7 bis 12,5
elektr. Leitfähigkeit	–	–	µS/cm	3000
Chlorid	–	–	mg/l	150
Sulfat	–	–	mg/l	600
Arsen	mg/kg	50	µg/l	50
Blei	mg/kg	300	µg/l	100
Cadmium	mg/kg	3	µg/l	5
Chrom (gesamt)	mg/kg	200	µg/l	100
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) ¹⁾	–	–
EOX	mg/kg	10	–	–
PCB	mg/kg	1	–	–
Phenolindex	–	–	µg/l	100

¹⁾ Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.

**Tabelle II. 1.4-5:
Zuordnungswerte Feststoff für Recyclingbaustoffe/nicht-aufbereiteten Bauschutt**

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen ¹	mg/kg	20	–	–	–
Blei ²	mg/kg	100	–	–	–
Cadmium ²	mg/kg	0,6	–	–	–
Chrom (gesamt) ²	mg/kg	50	–	–	–
Kupfer ²	mg/kg	40	–	–	–
Nickel ²	mg/kg	40	–	–	–
Quecksilber	mg/kg	0,3	–	–	–
Zink ²	mg/kg	120	–	–	–
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	100	300 ¹	500 ¹	1000 ¹
PAK nach EPA	mg/kg	1	5 (20) ³	15 (50) ³	75 (100) ³
EOX	mg/kg	1	3	5	10
PCB	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1

¹⁾ Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlußkriterium dar.

²⁾ 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.

³⁾ Im Einzelfall kann bis zu dem in Klammern genannten Wert abgewichen werden.

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

Parameter	Dimension	Zuordnungswert			
		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert				7,0 - 12,5	
elektr. Leitfähigk.	µS/cm	500	1500	2500	3000
Chlorid	mg/l	10	20	40	150
Sulfat	mg/l	50	150	300	600
Arsen	µg/l	10	10	40	50
Blei	µg/l	20	40	100	100
Cadmium	µg/l	2	2	5	5
Chrom (gesamt)	µg/l	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	50	50	150	200
Nickel	µg/l	40	50	100	100
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	100	100	300	400
Phenolindex	µg/l	< 10	10	50	100

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

Parameter	Lieferant/Einbaufirma	Transporteur/Einbaufirma	Träger der Baumaßnahme
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 Analyseergebnisse sind vom Lieferanten/Aufbereiter zu dokumentieren)	x	–	x
Einbauklasse	x		x
Menge (ausgeliefert, transportiert, eingebaut)	x	x	x
Hydrogeologische Verhältnisse (z. B. Abstand zum höchsten Grundwasserstand, Ausbildung der Deckschicht)	–	–	x
Bei Einbauklasse 2 (die Art der technischen Sicherungsmaßnahme)	–	–	x
Träger der Baumaßnahme	x	x	
Aufbereiter		x	x
Transporteur	x	–	x
Einbaufirma	x	x	x

Anlieferungsschein für Bauschutt
im Sinne der »Technischen Regeln Bauschutt« der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

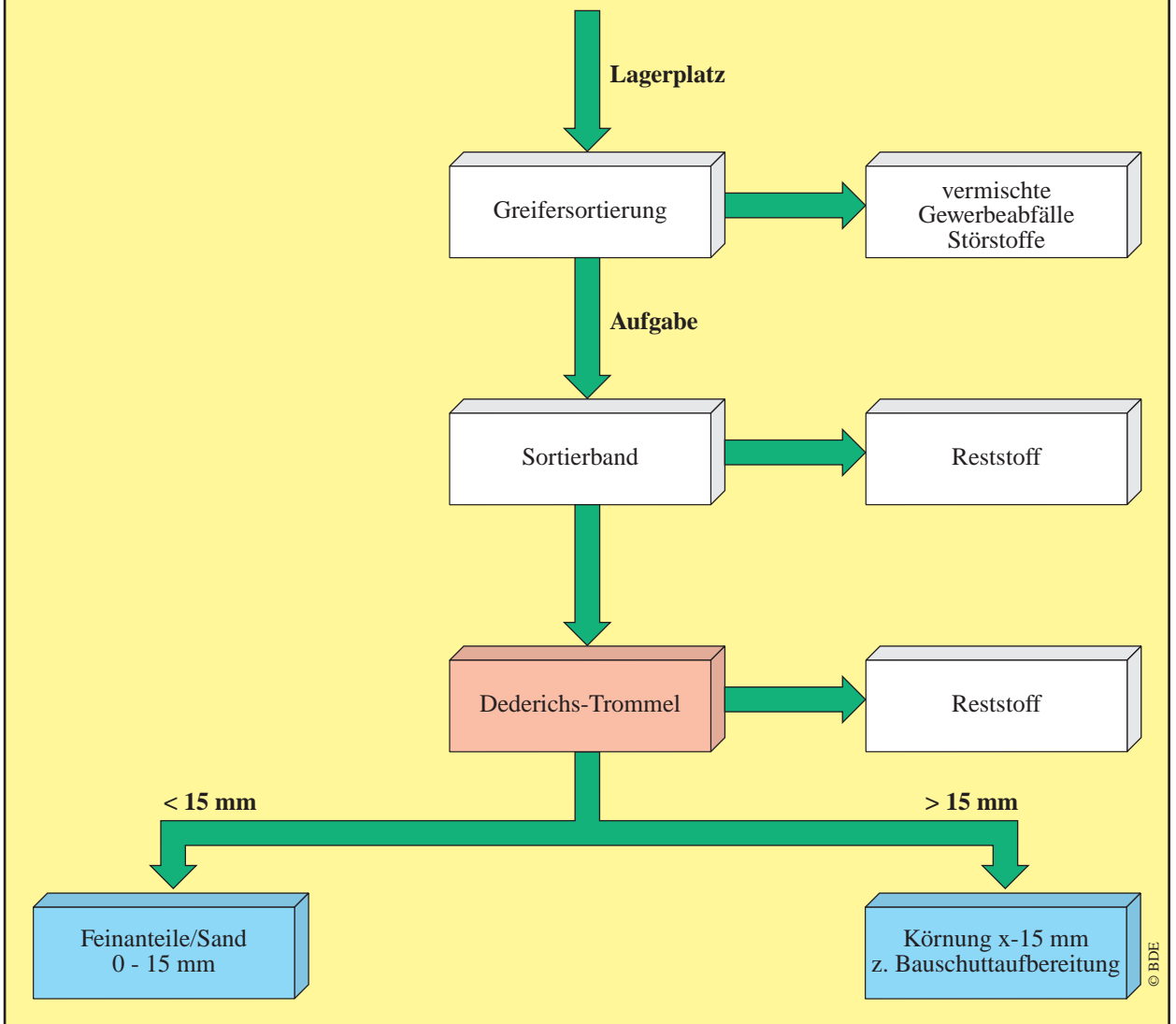


Herkunft des Materials	Anlieferschein-Nr.:	Datum:	
Baustelle/Abbruchprojekt			
Art der Baumaßnahme			
Bauherr/Abfallbesitzer			
Straße			
PLZ/Ort			
Bitte ankreuzen			
bitte ankreuzen	Bauabfallarten	Abfall-schlüssel	Menge in t
<input type="checkbox"/>	Bauschutt ohne mineralische und nicht mineralische Fremdbestandteile (< 5 Vol.-%)	314 09	
<input type="checkbox"/>	Bauschutt mit erheblichen nicht mineralischen Fremdbestandteilen (> 5 Vol.-%)	314 09	
<input type="checkbox"/>	Straßenaufbruch, insbesondere hydraulisch gebundener Straßenaufbruch	314 10	
<input type="checkbox"/>	Natur- und Betonwerksteine	314 10	
<input type="checkbox"/>	Mineralischer Anteil aus der Sortierung und Klassierung von Baustellenabfällen		
<input type="checkbox"/>	Bauschutt oder Gemische aus Bauschutt und Bodenmaterial der/die in Behandlungsanlagen gereinigt worden sind		
<input type="checkbox"/>	Fehlchargen und Bruch aus der Produktion von mineralischem Baumaterial		
<input type="checkbox"/>	Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.-% aus Bauschutt oder sonstigen mineralischen Reststoffen/Abfällen		
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
Das Material besteht überwiegend aus:			
<input type="checkbox"/>	Beton		
<input type="checkbox"/>	Mauerwerk (Materialart angeben):		
<input type="checkbox"/>	Bodenmaterial (Bodenart angeben).		
<input type="checkbox"/>			

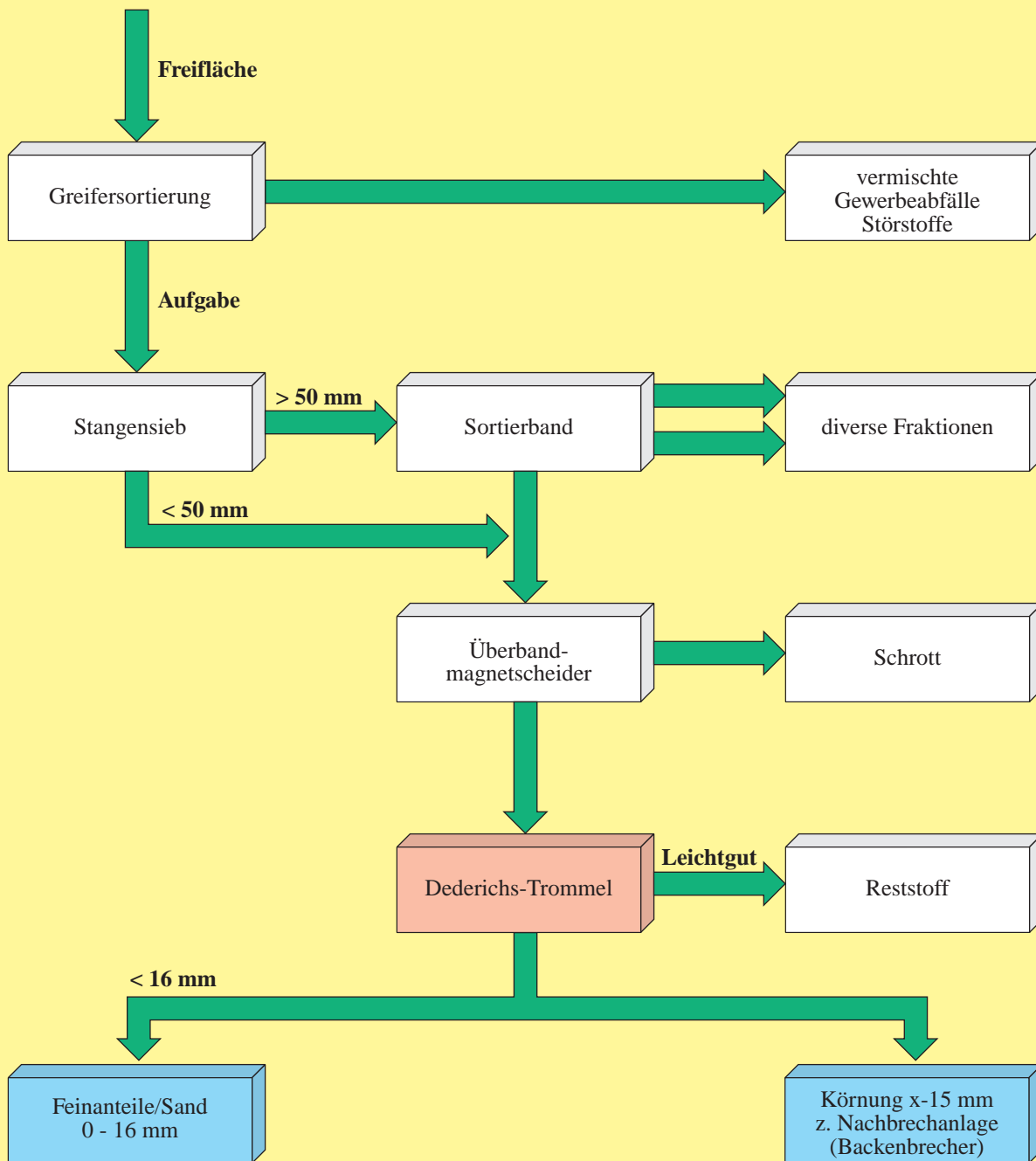
Anhang II

**Baustellenabfall-Sortieranlagen/Anlagenkonfigurationen
mit Dederichs-Trommel**

Anlagenkonfiguration 1: Dederichs-Trommel, ohne Vorabsiebung von Feinanteilen

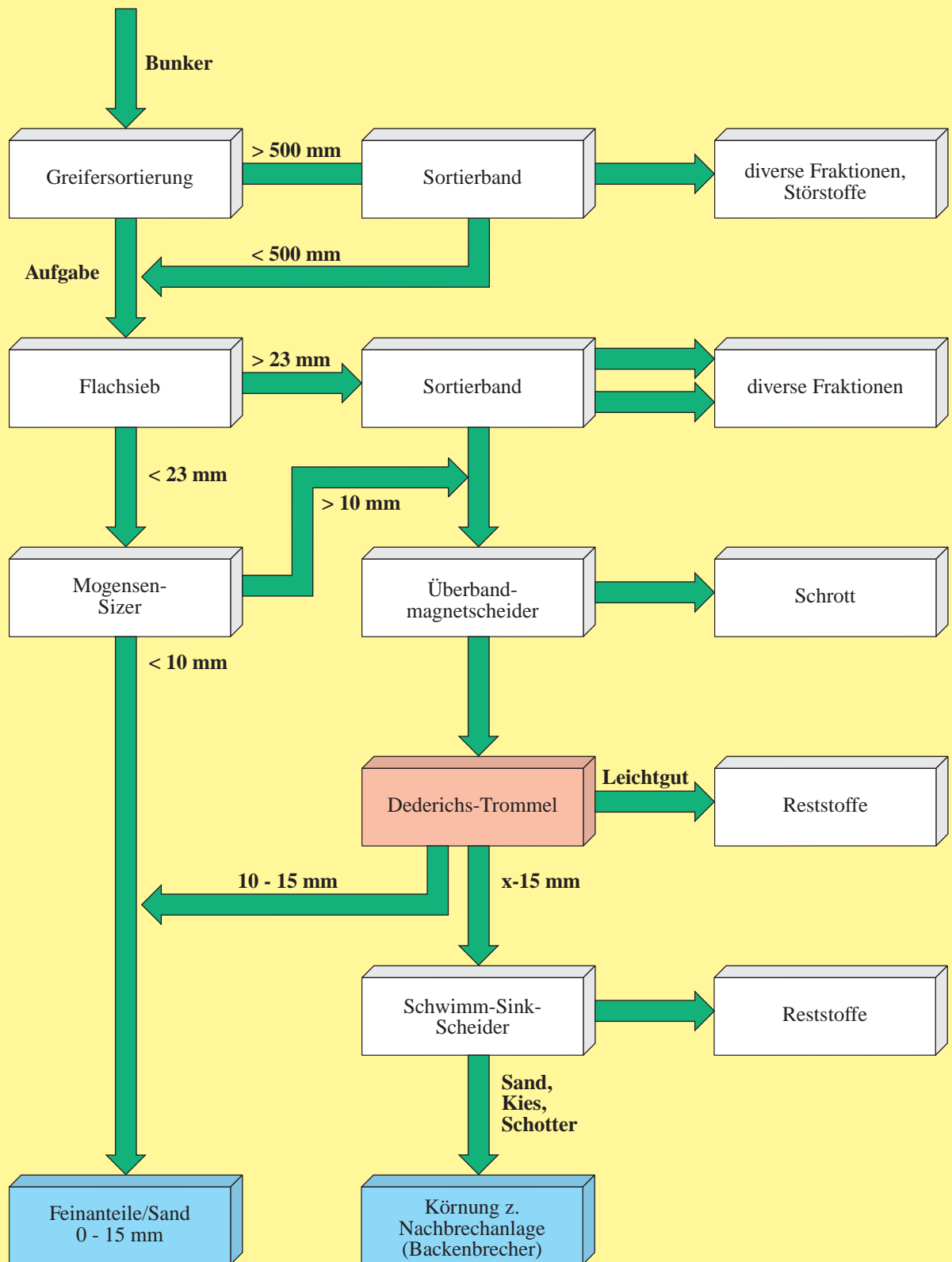


Anlagenkonfiguration 2: Dederichs-Trommel, ohne Vorabsiebung von Feianteilen



© BDE

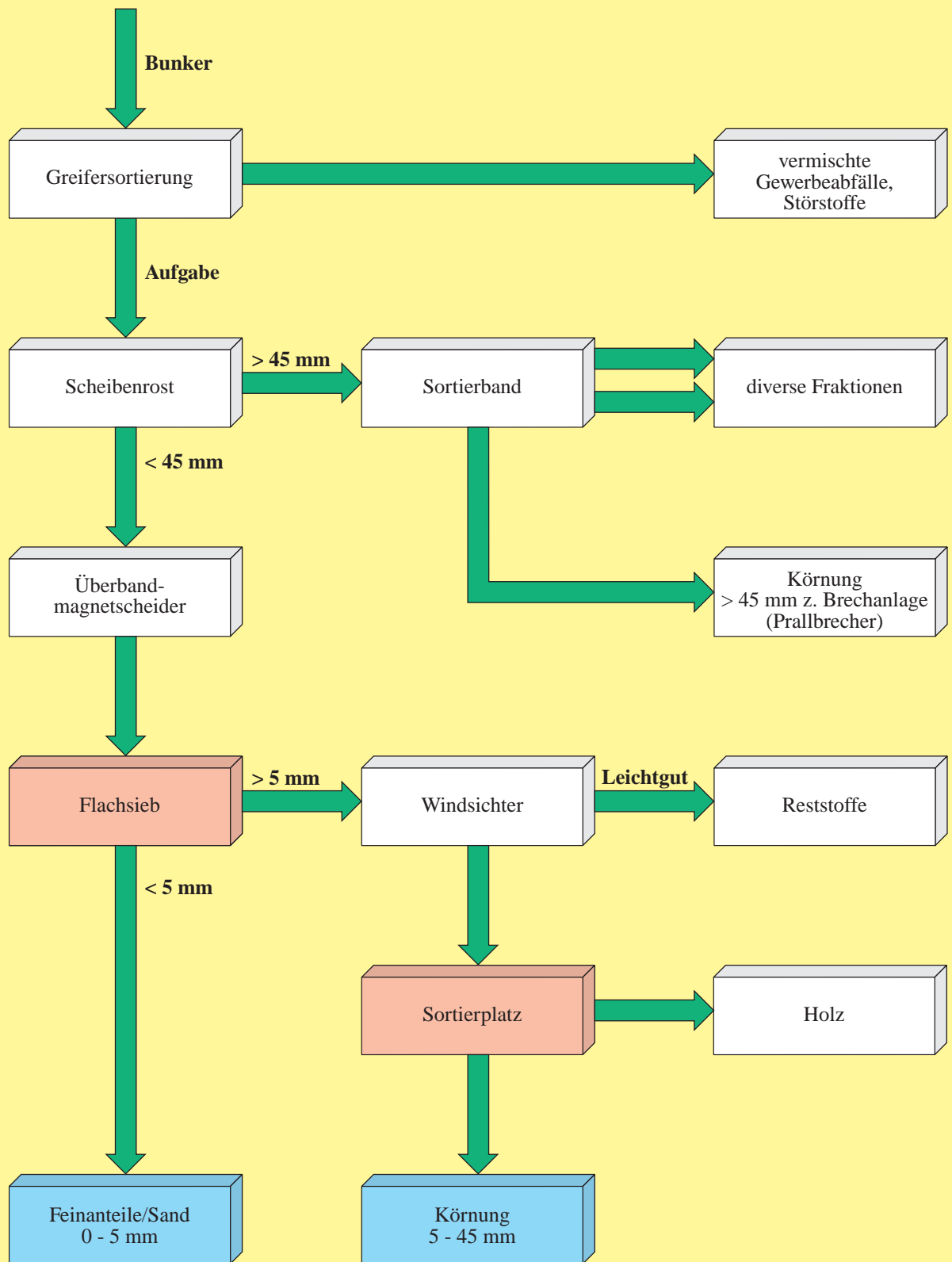
**Anlagenkonfiguration 3:
Dederichs-Trommel, zweistufige Vorabsiebung von Feinanteilen, Naßwäsche des mineralischen Produkts**



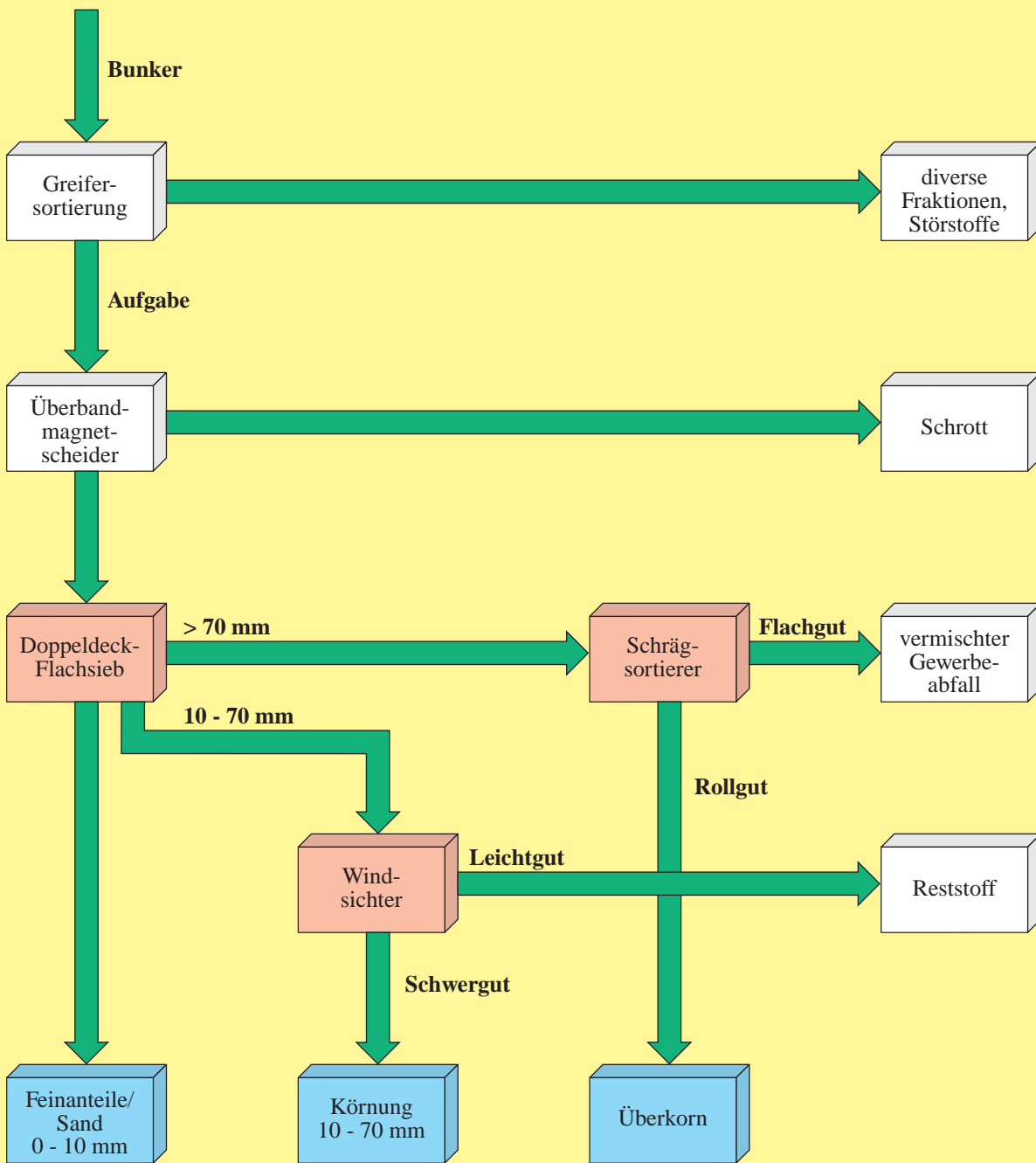
Anhang III

**Baustellenabfall-Sortieranlagen/Anlagenkonfigurationen
ohne Dederichs-Trommel**

**Anlagenkonfiguration 1:
2-stufige Absiebung, Feingut-Trennschnitt 5 mm, Windsichtung des Mittelguts**

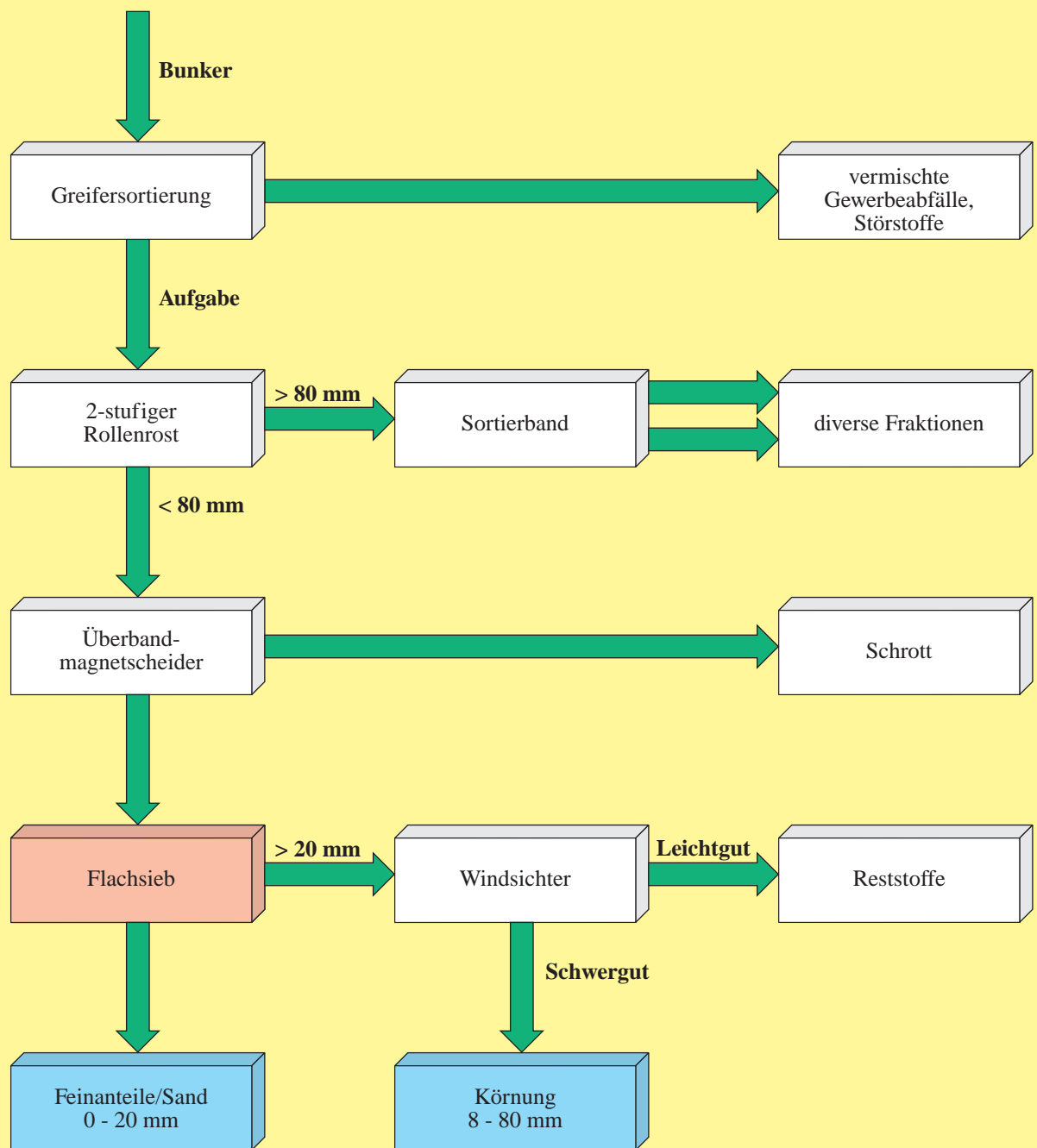


Anlagenkonfiguration 2:
2-stufige Absiebung, Feingut-Trennschnitt 10 mm, Windsichtung des Mittelguts



© BDE

**Anlagenkonfiguration 3:
2-stufige Absiebung, Feingut-Trennschnitt 20 mm, Windsichtung des Mittelguts**

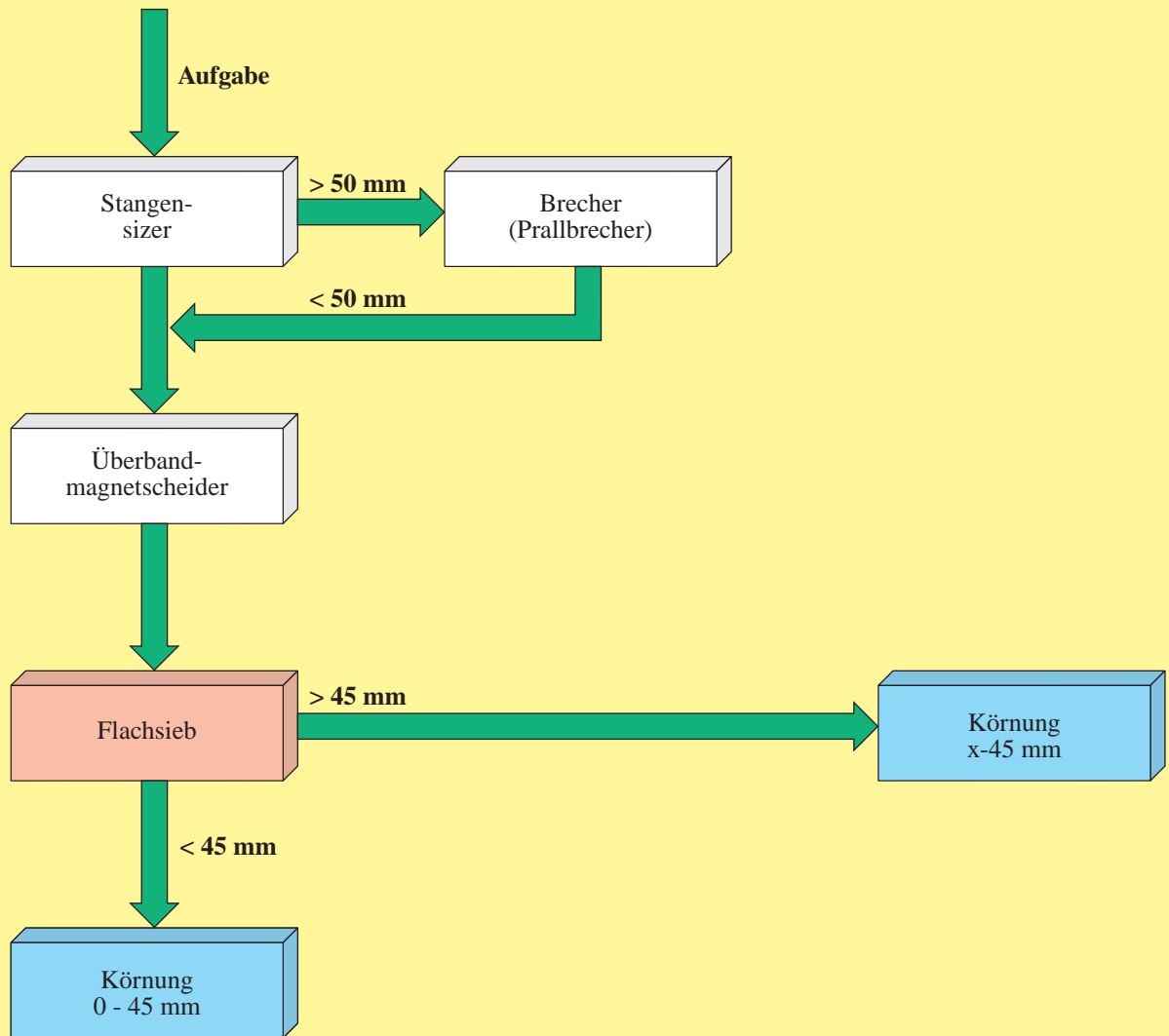


© BDE

Anhang IV

**Bauschuttzubereitungsanlagen/
Blockfließbild einer typischen Anlagenkonfiguration**

Bauschutttaufbereitung: Eine typische Anlagenkonfiguration



Anhang V

**Baustellenabfall-Sortieranlagen/
Ergebnisse aller Einzelanalysen**

Baumischabfallsortieranlage **Analyseblatt 1**
Produktbezeichnung: Feinanteile
Herkunft: Dederichs-Trommel, < 16 mm,
ohne Vorabsiebung von Feinanteilen

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	8,8	9,03	10,4	9,62	9,76	11,94	12,34	–
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1400	1070	2300	1890	1220	2020	4920	–
Chlorid (mg/l)	25	20	14	15	13	16	170	–
Sulfat (mg/l)	1100	620	1400	1000	520	300	270	–
As Eluat (µg/l)	2,8	2	1,5	6,4	3	0,76	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	10	11	7,8	7,1	6,1	8,3	11	–
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	–
Feststoff (mg/kg TS)	390	460	130	890	73	450	110	–
Cd Eluat (µg/l)	0,68	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	2,4	2,2	0,68	4,3	1,5	1,9	1,1	–
Cr Eluat (µg/l)	< 5	< 5	260	5,6	8,7	31	63	–
Feststoff (mg/kg TS)	76	83	57	25	48	57	89	–
Cu Eluat (µg/l)	180	8,2	36	31	81	120	74	–
Feststoff (mg/kg TS)	100	190	36	75	60	78	60	–
Ni Eluat (µg/l)	< 5	< 5	7,1	< 5	5,3	18	23	–
Feststoff (mg/kg TS)	39	44	28	17	2,6	31	55	–
Hg Eluat (µg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	0,64	1,4	0,37	0,34	0,19	0,43	0,35	–
Zn Eluat (µg/l)	15	< 10	< 10	13	10	< 10	< 10	–
Feststoff (mg/kg TS)	1000	1100	188	3400	250	460	330	–
Phenolindex (µg/l)	25	19	690	110	7,4	< 5	25	–
KW (mg/kg TS)	59	320	2,6	120	520	1700	290	–
PAK nach EPA (mg/kg TS)	31	30	24	38	10	16	16	–
EOX (mg/kg TS)	1,4	2,8	5,5	< 1,0	12	< 0,5	1,6	–
PCB (mg/kg TS)	n.b.	0,67	1,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Baumischabfallsortieranlage**Analyseblatt 2****Produktbezeichnung: Feinanteile****Herkunft: Dederichs-Trommel, < 16 mm,
ohne Vorabsiebung von Feinanteilen**

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	93,9	96,6	96,8	92,1	91,9	91,6	87,2	86,8
ph-Wert	11,7	11,5	9,7	10,6	11,5	11,4	11	9,9
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1510	1820	1090	1620	2050	1840	2540	1600
Chlorid (mg/l)	11	13	24	19	30	21	18	14
Sulfat (mg/l)	314	644	452	863	690	715	1470	866
As Eluat (µg/l)	< 1	< 1	1,9	1,1	1	1,2	< 1	1,6
Feststoff (mg/kg TS)	21	2,2	9,4	5	8,7	9,1	9,5	7,4
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	140	27	190	420	34	34	28	38
Cd Eluat (µg/l)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Feststoff (mg/kg TS)	1,2	0,21	0,19	0,33	0,1	0,14	0,17	0,22
Cr Eluat (µg/l)	47	41	10	34	28	30	63	15
Feststoff (mg/kg TS)	30	18	33	20	22	15	59	31
Cu Eluat (µg/l)	23	39	17	25	31	120	37	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	200	18	20	9,3	8,6	20	33	21
Ni Eluat (µg/l)	< 5	6	< 5	< 5	< 5	10	17	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	11	12	18	7,6	7	11	13	10
Hg Eluat (µg/l)	0,35	0,4	< 0,2	0,56	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	0,12	2,1	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	0,18	< 0,1
Zn Eluat (µg/l)	< 10	48	32	27	22	13	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	420	310	180	280	150	170	280	310
Phenolindex	11	10	43	210	30	22	80	< 10
KW (mg/kg TS)	30	85	47	80	45	45	65	48
PAK nach EPA (mg/kg TS)	182	8,4	11	49	45	18	130	31
EOX (mg/kg TS)	1	2,2	0,5	0,7	0,8	1,9	1,1	1,7
PCB (mg/kg TS)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,078	< 0,03
AOX (mg/l)	30	22	59	44	35	38	25	20

Baumischabfallsortieranlage**Analyseblatt 3****Produktbezeichnung: Feinanteile****Herkunft:****Dederichs-Trommel, < 16 mm,
mit Vorabsiebung von Feinanteilen**

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	9. KW	26. KW	36. KW	44. KW	–	–	–	–
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	11,2	7,9	10,2	10,8	–	–	–	–
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	2400	2500	2450	2360	–	–	–	–
Chlorid (mg/l)	70	< 10	40	< 10	–	–	–	–
Sulfat (mg/l)	1480	1570	1920	1460	–	–	–	–
As Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb Eluat (µg/l)	< 40	< 40	< 40	< 40	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<1,0	117	60	303	–	–	–	–
Cd Eluat (µg/l)	< 10	< 10	< 10	< 10	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	–	–	–	–
Cr Eluat (µg/l)	50	< 10	20	40	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<1,0	31	23	204	–	–	–	–
Cu Eluat (µg/l)	210	40	240	140	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<1,0	120	32	82	–	–	–	–
Ni Eluat (µg/l)	20	< 10	< 10	10	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<2,0	6,4	<5	13	–	–	–	–
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn Eluat (µg/l)	10	50	20	< 10	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	1,7	288	296	1570	–	–	–	–
Phenolindex (µg/l)	1100	200	900	500	–	–	–	–
KW (mg/kg TS)	340	780	970	–	–	–	–	–
PAK nach EPA (mg/kg TS)	8		27,72	–	–	–	–	–
EOX (mg/kg TS)	<0,01	<0,01	<0,01	–	–	–	–	–
PCB (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Baumischabfallsortieranlage

Analyseblatt 4

Produktbezeichnung: Feinanteile
Herkunft: Flachsieb < 5 mm

Parameter	Kalenderwoche 1996								
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW	45. KW
Trockenrückstand (%)	86,9	–	–	–	89,43	–	–	–	85,1
ph-Wert	10,43	–	–	–	12	–	–	–	11,8
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1450	–	–	–	1448	–	–	–	1447
Chlorid (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sulfat (mg/l)	1362	–	–	–	1300	–	–	–	1370
As Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<50	–	–	–	<50	–	–	–	<50
Pb Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	92,8	–	–	–	78,9	–	–	–	58,9
Cd Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<65	–	–	–	<65	–	–	–	<65
Cu Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<55	–	–	–	<55	–	–	–	<55
Ni Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	<25	–	–	–	<25	–	–	–	<25
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	301	–	–	–	221,8	–	–	–	122
Phenolindex	–	–	–	–	–	–	–	–	–
KW (mg/kg TS)	127	–	–	–	156,8	–	–	–	109,8
PAK nach EPA (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
EOX (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
PCB (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Baumischabfallsortieranlage
Analyseblatt 5
Produktbezeichnung: Feinanteile
Herkunft: Flachsieb < 10 mm

Parameter	Kalenderwoche 1996								
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW	45. KW
Trockenrückstand (%)	–	89,6	89,3	89,7	86,9	91,6	90,4	96,4	87
ph-Wert	–	9,4	7,2	8,9	8,7	11,6	11,9	9,3	7,8
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	–	2520	2700	174	2460	2700	3500	2670	141
Chlorid (mg/l)	–	81	94	1	80	77	108	40	19
Sulfat (mg/l)	–	-	1380	67	1380	1150	1860	1440	-
As Eluat (µg/l)	–	< 2	16	< 2	6	8	5	< 2	5
Feststoff (mg/kg TS)	–	17	36	6	238	84	25	3	7
Pb Eluat (µg/l)	–	< 2	< 2	3	26	< 2	3	< 2	< 2
Feststoff (mg/kg TS)	–	60	84	20	2240	294	78	31	57
Cd Eluat (µg/l)	–	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,7	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	–	0,2	0,7	0,7	16	14	23	0,5	0,4
Cr Eluat (µg/l)	–	30	< 2	6	4	17	41	12	< 2
Feststoff (mg/kg TS)	–	22	53	22	308	129	107	16	38
Cu Eluat (µg/l)	–	31	12	< 10	22	210	206	62	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	31	35	22	762	357	74	24	20
Ni Eluat (µg/l)	–	13	10	< 2	< 2	56	42	18	< 2
Feststoff (mg/kg TS)	–	17	236	14	187	121	84	17	80
Hg Eluat (µg/l)	–	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5
Feststoff (mg/kg TS)	–	2,1	1	< 0,2	2,9	0,7	0,3	< 0,2	< 0,2
Zn Eluat (µg/l)	–	< 20	< 20	< 20	44	22	20	< 20	< 20
Feststoff (mg/kg TS)	–	483	284	457	7710	2390	513	264	65
Phenolindex (µg/l)	–	204	18	< 10	< 10	246	68	115	< 10
KW (mg/kg TS)	–	423	219	610	3790	1750	997	49	16
PAK nach EPA (mg/kg TS)	–	n.b.	12,31	3,74	n.b.	44,97	34,17	11,71	n.b.
EOX (mg/kg TS)	–	< 1	3,5	< 1	4,3	5,7	5,8	1,5	< 1
PCB (mg/kg TS)	–	1,078	2,1137	0,0139	0,081	0,0424	0,3188	0,091	n.b.
AOX (mg/l)	–	0,032	0,045	< 0,010	0,062	0,031	0,027	0,05	< 0,010

Baumischabfallsortieranlage

Analyseblatt 6

Produktbezeichnung: Feinanteile
Herkunft: Rollenrost < 20 mm

Parameter	Kalenderwoche 1996								
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW	45. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	8,71	11,2	10,1	11,2	11,6	9,94	10,4	–	11,1
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	2440	2250	1160	1820	1940	1560	1300	–	2160
Chlorid (mg/l)	62	42	8,3	30	18	32	11	–	14
Sulfat (mg/l)	1300	1000	560	790	740	760	630	–	1200
As Eluat (µg/l)	2,9	2,3	2	1,1	1,1	1,8	1,8	–	3,7
Feststoff (mg/kg TS)	5,1	6,1	3,3	5,6	4,2	9,2	7,6	–	58
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	–	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	69	120	29	110	230	78	64	–	130
Cd Eluat (µg/l)	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,60	0,83	1,5	–	< 0,50
Feststoff (mg/kg TS)	0,73	0,41	0,39	0,62	0,83	0,46	0,24	–	0,35
Cr Eluat (µg/l)	< 5	14	6,3	9,6	23	< 5	9	–	18
Feststoff (mg/kg TS)	75	18	15	29	22	34	20	–	160
Cu Eluat (µg/l)	51	110	23	66	640	120	42	–	250
Feststoff (mg/kg TS)	100	38	16	45	200	61	29	–	140
Ni Eluat (µg/l)	< 5	14	< 5	11	11	8,4	< 5	–	< 6
Feststoff (mg/kg TS)	22	13	12	21	18	29	18	–	23
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	0,12	0,16	0,12	0,13	0,077	0,1	0,23	–	0,19
Zn Eluat (µg/l)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	220	250	100	570	450	420	87	–	290
Phenolindex (µg/l)	17	130	19	73	120	55	27	–	60
KW (mg/kg TS)	390	170	190	600	49	1000	140	–	27
PAK nach EPA (mg/kg TS)	15	41	19	17	15	13	49	–	26
EOX (mg/kg TS)	3,1	2,9	< 0,50	0,71	0,99	2,9	2,1	–	2,4
PCB (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,37	n.b.	n.b.	–	n.b.
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Produktbezeichnung: Mineralgemisch

Herkunft: Dederichs-Trommel, Überlauf

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	11,4	11,6	10,7	10,2	11,6	12,06	11,89	–
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1420	1200	2400	750	1760	3620	3140	–
Chlorid (mg/l)	14	5,6	14	5,7	6,1	10	360	–
Sulfat (mg/l)	890	150	1500	310	520	1500	290	–
As Eluat (µg/l)	1,4	< 0,5	1	3,2	1	< 0,5	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	4,1	3,8	2,9	4,8	4,1	3	17	–
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	–
Feststoff (mg/kg TS)	46	42	120	38	30	27	35	–
Cd Eluat (µg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	0,79	< 0,10	0,26	0,37	0,85	0,36	0,29	–
Cr Eluat (µg/l)	24	38	31	25	11	31	75	–
Feststoff (mg/kg TS)	42	31	20	24	30	25	140	–
Cu Eluat (µg/l)	45	6,7	7,8	8,4	21	24	15	–
Feststoff (mg/kg TS)	23	7,6	10	11	10	15	19	–
Ni Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	–
Feststoff (mg/kg TS)	42	37	8,1	25	15	18	78	–
Hg Eluat (µg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	–
Feststoff (mg/kg TS)	0,083	0,052	0,083	< 0,05	< 0,05	0,24	0,25	–
Zn Eluat (µg/l)	< 10	< 10	< 10	11	10	< 10	< 10	–
Feststoff (mg/kg TS)	120	69	118	54	58	66	84	–
Phenolindex (µg/l)	260	24	32	18	260	< 5	14	–
KW (mg/kg TS)	330	1	170	6,9	240	240	5,8	–
PAK nach EPA (mg/kg TS)	6,6	2,4	30	2	27	3,2	2,5	–
EOX (mg/kg TS)	< 0,50	< 0,50	< 0,5	< 0,5	< 1	< 0,5	< 0,5	–
PCB (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Produktbezeichnung: Mineralgemisch

Herkunft: Dederichs-Trommel, Überlauf

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	94,6	91,8	96,4	93,3	93,2	91,3	89,3	90,1
ph-Wert	11,9	9,1	11,5	10,7	11	11,3	10,3	10,7
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1980	808	1310	1180	1030	917	1180	678
Chlorid (mg/l)	13	5,7	15	13	19	12	7,8	15
Sulfat (mg/l)	140	362	212	539	309	167	593	197
As Eluat (µg/l)	< 1	< 1	< 1	1	2,1	1	< 1	1,8
Feststoff (mg/kg TS)	16	3,2	8	5,4	11	17	14	20
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	5	38	5	170	60	8,5	110	43
Cd Eluat (µg/l)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,5	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Feststoff (mg/kg TS)	0,36	0,1	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
Cr Eluat (µg/l)	17	160	< 10	11	15	18	< 10	24
Feststoff (mg/kg TS)	23	100	110	19	22	22	30	30
Cu Eluat (µg/l)	< 5	8	< 10	< 10	16	12	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	6,9	8,3	21	6,8	12	9,8	17	13
Ni Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	12	20	23	5,7	7,7	9,9	12	16
Hg Eluat (µg/l)	< 0,1	< 0,1	< 0,2	0,35	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	0,12	0,76	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	0,03
Zn Eluat (µg/l)	< 10	56	27	< 10	11	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	34	100	98	190	46	49	140	80
Phenolindex (µg/l)	< 10	< 10	< 10	34	< 10	11	< 10	< 10
KW (mg/kg TS)	14	37	110	110	32	25	< 10	13
PAK nach EPA (mg/kg TS)	0,41	13	0,38	24	2,5	0,53	16	2,9
EOX (mg/kg TS)	0,3	0,5	3,1	0,7	0,3	0,4	0,5	0,2
PCB (mg/kg TS)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
AOX (mg/l)	12	17	13	30	26	14	11	11

Baumischabfallsortieranlage **Analyseblatt 9**
Produktbezeichnung: Mineralgemisch
Herkunft: Mittelgut aus zweistufiger Siebung, Schwergut nach Windsichtung

Parameter	Kalenderwoche 1996								
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW	45. KW
Trockenrückstand (%)	–	95,1	92,3	91,2	94,1	95,3	96,1	95,4	92,2
ph-Wert	–	11,4	11	10,8	12	12	12,1	11,8	11,8
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	–	2220	2840	910	2210	3400	2070	3200	1460
Chlorid (mg/l)	–	71	378	4,8	12	8,6	15	11	44
Sulfat (mg/l)	–	–	976	638	875	431	63	930	–
As Eluat (µg/l)	–	< 2	10	< 2	< 2	< 2	3	< 2	9
Feststoff (mg/kg TS)	–	10	89	8	12	11	8	4	7
Pb Eluat (µg/l)	–	< 2	< 2	< 2	3	< 2	< 2	< 2	< 2
Feststoff (mg/kg TS)	–	87	714	32	115	25	11	57	20
Cd Eluat (µg/l)	–	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	–	1	0,5	0,4	1,5	0,9	1,1	0,4	0,4
Cr Eluat (µg/l)	–	30	10	9	19	35	39	37	4
Feststoff (mg/kg TS)	–	41	27	28	39	48	75	33	31
Cu Eluat (µg/l)	–	12	20	< 10	20	14	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	22	20	16	114	33	17	12	8
Ni Eluat (µg/l)	–	< 2	5	< 2	< 2	< 2	< 2	3	< 2
Feststoff (mg/kg TS)	–	62	49	42	81	132	53	88	61
Hg Eluat (µg/l)	–	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Feststoff (mg/kg TS)	–	1,6	0,5	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zn Eluat (µg/l)	–	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	34	< 20	< 20
Feststoff (mg/kg TS)	–	104	584	92	514	117	101	55	50
Phenolindex (µg/l)	–	38	73	< 10	28	31	93	17	< 10
KW (mg/kg TS)	–	100	31	30	27	17	10	23	57
PAK nach EPA (mg/kg TS)	–	n.b.	4,72	2,35	0,89	16,03	n.b.	3,24	6,16
EOX (mg/kg TS)	–	< 1	3,6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
PCB (mg/kg TS)	–	0,138	0,0596	0,0077	n.b.	0,0138	0,0571	n.b.	n.b.
AOX (mg/l)	–	< 0,010	0,049	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,012	0,022

Baumischabfallsortieranlage**Analyseblatt 10****Produktbezeichnung: Mineralgemisch****Herkunft: Mittelgut aus zweistufiger Siebung,
Schwergut nach Windsichtung**

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	12,1	12,1	12,1	12,1	11,7	11,3	12,1	11,8
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	3110	2610	2790	2130	2240	1440	3720	2830
Chlorid (mg/l)	28	12	12	18	18	76	19	9,2
Sulfat (mg/l)	610	480	490	230	860	470	1300	1200
As Eluat (µg/l)	1,2	1,1	0,62	0,72	0,98	1,5	0,69	0,73
Feststoff (mg/kg TS)	3,8	2,3	2,4	2,6	2,2	2,2	3,3	4,3
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 8	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	100	950	41	71	140	150	220	1100
Cd Eluat (µg/l)	1,1	4,9	3,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Feststoff (mg/kg TS)	0,29	3,4	0,48	0,31	< 0,20	0,33	0,3	0,68
Cr Eluat (µg/l)	47	26	28	25	28	31	78	36
Feststoff (mg/kg TS)	21	33	11	14	10	18	17	22
Cu Eluat (µg/l)	16	21	20	37	22	8	73	18
Feststoff (mg/kg TS)	17	72	8,2	11	11	20	9,2	36
Ni Eluat (µg/l)	< 6	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	15	28	9,5	9,6	20	14	10	14
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	< 0,050	0,06	0,06	< 0,050	0,098	0,11	0,063	0,074
Zn Eluat (µg/l)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	140	320	82	88	140	120	110	420
Phenolindex (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	8,6	8,9	7,2	17
KW (mg/kg TS)	330	200	88	250	180	620	51	6,6
PAK nach EPA (mg/kg TS)	1,8	27	1,3	8,9	10	3	12	7,3
EOX (mg/kg TS)	0,77	< 0,50	< 0,50	0,67	< 0,50	< 0,50	6,2	1,2
PCB (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3,5	n.b.
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Anhang VI

**Bauschuttzubereitungsanlagen/
Ergebnisse aller Einzelanalysen**

Bauschutttaufbereitungsanlage **Analyseblatt 1**
Produktbezeichnung: Feinanteile
Herkunft: Hochbauabbruch, Feingutabsiebung < 8 mm, nach der Sieb- und Brechstation

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	11	9,42	11,2	10,9	11	10,7	10,6	10,3
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	320	210	420	230	290	230	940	200
Chlorid (mg/l)	5,2	6,1	3,9	2,8	5,4	5,4	5,3	3,1
Sulfat (mg/l)	60	44	56	21	27	35	400	38
As Eluat (µg/l)	6,9	2	4,6	4,3	4,9	1,1	2	4,3
Feststoff (mg/kg TS)	6,3	6,8	7,2	3,8	5,1	14	4,6	6,3
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	96	50	58	23	43	250	72	82
Cd Eluat (µg/l)	< 0,5	0,63	< 0,5	< 0,5	1,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Feststoff (mg/kg TS)	0,45	0,4	0,34	0,28	0,37	0,66	0,25	1,2
Cr Eluat (µg/l)	< 5	< 5	7,2	< 5	< 5	< 5	9,3	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	28	25	18	15	18	30	15	27
Cu Eluat (µg/l)	11	8,3	15	15	13	14	340	12
Feststoff (mg/kg TS)	32	29	22	21	21	44	13	39
Ni Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 8	< 9	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	22	25	20	16	13	33	16	29
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	0,14	0,11	0,12	0,061	0,09	0,22	0,063	0,2
Zn Eluat (µg/l)	< 10	14	< 10	< 10	< 10	< 10	20	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	150	100	100	77	100	240	99	180
Phenolindex (µg/l)	6,5	6,2	8,2	9,1	6,9	8,2	8,8	9,6
KW (mg/kg TS)	270	94	220	380	190	110	490	320
PAK nach EPA (mg/kg TS)	29	23	21	120	21	58	11	16
EOX (mg/kg TS)	< 1,0	< 0,60	< 1,0	< 1,0	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Bauschutttaufbereitungsanlage
Analyseblatt 2
Produktbezeichnung: Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm
Herkunft: Hochbauabbruch

Parameter	Monat/Jahr							
	12/92	9/93	8/94	12/94	6/95	12/95	3/96	–
Trockenrückstand (%)	91,1	93,5	94,3	–	–	–	–	–
ph-Wert	11,2	11,6	11,88	11,3	11,3	11,7	11	–
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	647	1363	1330	480	686	151	890	–
Chlorid (mg/l)	19	4	7,7	2,8	5,2	6,4	5,9	–
Sulfat (mg/l)	62	51	15	20	23	17	20	–
As Eluat (µg/l)	1,6	<0,5	<0,5	3,7	1	0,5	1,9	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb Eluat (µg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cd Eluat (µg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,59	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr Eluat (µg/l)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu Eluat (µg/l)	36	14	6,9	<5	7	9,7	1,4	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni Eluat (µg/l)	<5	<10	<5	<5	<5	<5	<5	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Hg Eluat (µg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn Eluat (µg/l)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Phenolindex (µg/l)	8,1	11	17	8,7	18	17	18	–
KW (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
PAK nach EPA (mg/kg TS)	5,6	18	-	4,9	2,4	4,9	4,1	–
EOX (mg/kg TS)	<1,0	0,5	0,54	<0,5	7,9	<0,5	<1,0	–
PCB (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Bauschutttaufbereitungsanlage**Analyseblatt 3****Produktbezeichnung: Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm****Herkunft: Hochbauabbruch**

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	–	–	10,72	11,09	–	10,83	11,29	11,99
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	–	–	464	745	–	542	1087	731
Chlorid (mg/l)	–	–	3,2	6,46	–	3,65	5,29	6,93
Sulfat (mg/l)	–	–	56,8	34	–	36,2	10,7	63,9
As Eluat (µg/l)	–	–	< 10	< 10	–	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	3,4	4	–	2,3	2,8	2,5
Pb Eluat (µg/l)	–	–	< 10	< 10	–	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	13,2	14	–	11,1	9	10,7
Cd Eluat (µg/l)	–	–	< 5	< 5	–	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	0,17	0,17	–	0,13	0,17	0,16
Cr Eluat (µg/l)	–	–	< 20	< 20	–	< 20	< 20	< 20
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	10,6	15,4	–	13,2	12,3	10,9
Cu Eluat (µg/l)	–	–	< 10	< 10	–	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	21	14,9	–	14,3	10,4	13
Ni Eluat (µg/l)	–	–	< 10	10	–	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	-8,4	13,5	–	16,2	12,7	10,1
Hg Eluat (µg/l)	–	–	< 0,2	< 0,2	–	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	< 0,1	< 0,1	–	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zn Eluat (µg/l)	–	–	< 10	< 10	–	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	35,5	37,1	–	51,5	30,8	39,1
Phenolindex (µg/l)	–	–	30	40	–	20	30	30
KW (mg/kg TS)	–	–	2950	3470	–	2120	2600	2670
PAK nach EPA (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
EOX (mg/kg TS)	–	–	0,5	0,3	–	< 0,1	0,1	0,4
PCB (mg/kg TS)	–	–	0,059	0,005	–	0,006	0,005	0,15
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Bauschutttaufbereitungsanlage
Analyseblatt 4
Produktbezeichnung: Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm
Herkunft: Hochbauabbruch

Parameter	Kalenderwoch 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	94,4	98,1	97,9	92,5	96,6	94,8	88,2	91,2
ph-Wert	11,4	11,7	11	11,4	10,1	10,2	10,3	11,4
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	1290	1300	1080	1000	557	317	989	1330
Chlorid (mg/l)	25	7	11	14	18	2,7	6,1	21
Sulfat (mg/l)	351	87	374	146	155	52	467	379
As Eluat (µg/l)	< 1	< 1	< 1	< 0,1	2,5	5,4	< 1	< 1
Feststoff (mg/kg TS)	10	3,1	8,6	9,4	9,5	5,3	13	13
Pb Eluat (µg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	12	< 5	6,7	8,8	13	5	50	11
Cd Eluat (µg/l)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Feststoff (mg/kg TS)	0,33	< 0,1	< 0,1	0,12	0,12	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cr Eluat (µg/l)	12	15	< 10	12	< 10	< 10	17	66
Feststoff (mg/kg TS)	44	22	41	25	23	< 5	27	23
Cu Eluat (µg/l)	13	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	11	15	19	7,2	5,5	< 5	9,3	11
Ni Eluat (µg/l)	11	< 5	38	< 5	< 5	< 5	18	27
Feststoff (mg/kg TS)	14	9,4	24	11	14	< 5	24	15
Hg Eluat (µg/l)	<0,1	0,3	0,2	0,45	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	0,18	0,56	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,14	0,16
Zn Eluat (µg/l)	20	38	53	21	51	20	37	55
Feststoff (mg/kg TS)	84	110	94	34	65	6,7	170	110
Phenolindex (µg/l)	< 10	< 10	25	18	< 10	< 10	< 10	< 10
KW (mg/kg TS)	43	48	10	84	13	21	17	53
PAK nach EPA (mg/kg TS)	16,4	0,16	0,48	22	0,2	< 0,2	18	3,5
EOX (mg/kg TS)	0,3	0,2	0,2	0,2	< 0,1	0,2	0,5	0,3
PCB (mg/kg TS)	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
AOX (mg/l)	13	20	41	12	20	11	12	14

Bauschutttaufbereitungsanlage**Analyseblatt 5****Produktbezeichnung: Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm****Herkunft: Betonabbruch**

Parameter	Kalenderwoche 1996							
	37. KW	38. KW	39. KW	40. KW	41. KW	42. KW	43. KW	44. KW
Trockenrückstand (%)	–	–	–	–	–	–	–	–
ph-Wert	–	–	11,87	–	–	–	–	11,59
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	–	–	2910	–	–	–	–	1815
Chlorid (mg/l)	–	–	1,56	–	–	–	–	3,56
Sulfat (mg/l)	–	–	6,42	–	–	–	–	6,94
As Eluat (µg/l)	–	–	220	–	–	–	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	5,25	–	–	–	–	4,75
Pb Eluat (µg/l)	–	–	< 10	–	–	–	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	8,8	–	–	–	–	6,2
Cd Eluat (µg/l)	–	–	< 5	–	–	–	–	< 5
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	0,44	–	–	–	–	0,32
Cr Eluat (µg/l)	–	–	20	–	–	–	–	< 20
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	14,2	–	–	–	–	18,2
Cu Eluat (µg/l)	–	–	10	–	–	–	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	9,5	–	–	–	–	7,6
Ni Eluat (µg/l)	–	–	10	–	–	–	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	1,9	–	–	–	–	8,1
Hg Eluat (µg/l)	–	–	< 0,2	–	–	–	–	< 0,2
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	< 0,1	–	–	–	–	< 0,1
Zn Eluat (µg/l)	–	–	60	–	–	–	–	< 10
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	34,2	–	–	–	–	23,3
Phenolindex (µg/l)	–	–	30	40	–	20	30	30
KW (mg/kg TS)	–	–	169	–	–	–	–	117
PAK nach EPA (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
EOX (mg/kg TS)	–	–	0,6	–	–	–	–	0,4
PCB (mg/kg TS)	–	–	n.b.	–	–	–	–	n.b.
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–

Bauschutttaufbereitungsanlage
Analyseblatt 6
Produktbezeichnung: Mineralgemisch, Körnung 0/45 mm
Herkunft: Hochbauabbruch

Parameter	Monat/Jahr							
	12/95	6/96	9/96	–	–	–	–	–
Trockenrückstand (%)	95,4	95,2	94,7	–	–	–	–	–
ph-Wert	12	11,6	11,7	–	–	–	–	–
elektr. Leitfähigk. (µS/cm)	2290	514	1876	–	–	–	–	–
Chlorid (mg/l)	1	2,3	2,3	–	–	–	–	–
Sulfat (mg/l)	5,1	8,8	7,3	–	–	–	–	–
As Eluat (µg/l)	<4	<4	<4	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb Eluat (µg/l)	<5	<20	<20	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cd Eluat (µg/l)	<5	<0,5	<0,5	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cr Eluat (µg/l)	<5	<20	<15	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu Eluat (µg/l)	<5	<10	<10	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni Eluat (µg/l)	<20	<20	<20	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Hg Eluat (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,2	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Zn Eluat (µg/l)	<5	<9	<10	–	–	–	–	–
Feststoff (mg/kg TS)	–	–	–	–	–	–	–	–
Phenolindex (µg/l)	<5	7	<5	–	–	–	–	–
KW (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	–	–	–	–	–	–
PAK nach EPA (mg/kg TS)	6,49	0,938	7,42	–	–	–	–	–
EOX (mg/kg TS)	0,42	<0,1	<0,1	–	–	–	–	–
PCB (mg/kg TS)	n.b.	n.b.	n.b.	–	–	–	–	–
AOX (mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–