Arbeitsgemeinschaft
KREISLAUFWIRTSCHAFTSTRÄGER
BAU e.V.

Monitoring - Bericht
Bauabfälle

Berlin/ Düsseldorf/ Duisburg, 20. März 2000

Freiwillige Selbstverpflichtung

der am Bau beteiligten Wirtschaftszweige und Verbände

zur umweltgerechten Verwertung

von Bauabfällen

I. Beteiligte

Das Baugewerbe,

vertreten durch

- **Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.,**

und die am Bau beteiligten Wirtschaftszweige und Verbände,

vertreten durch

- **Bund Deutscher Architekten e.V.**
- **Bundesverband Baustoff-Aufbereiter e.V.**
- **Bundesverband der Deutschen Recycling-Baustoff-Industrie e.V.**
- **Bundesvereinigung-Recycling-Bau e.V.**
- **Deutscher Abbruchverband e.V.**
- **Gütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V.**
- **Verband Beratender Ingenieure e.V.**
- **Verband Deutscher Baustoff-Recycling-Unternehmen e.V.**

zusammengeschlossen in der Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau (KWTB),

unterstützen das Ziel der Bundesregierung, die Kreislaufwirtschaft zu fördern und dafür Sorge zu tragen, daß Bauabfälle weitgehend vermieden, nicht vermeidbare Bauabfälle ordnungsgemäß und schadlos verwertet und nicht verwertbare Bauabfälle umweltverträglich beseitigt werden.

Die Beteiligten geben gegenüber der Bundesregierung folgende Selbstverpflichtungserklärung ab:

II. Selbstverpflichtungserklärung

A. Präambel

Das Produkt "Bauwerk" ist im Vergleich zu vielen anderen Wirtschaftsprodukten durch seinen komplexen Entstehungsvorgang, seine Stoffvielfalt und seine lange Gebrauchsphase gekennzeichnet. Das Produkt "Bauwerk" kann daher nicht mit einer einzigen Verantwortlichkeit des "Inverkehrbringens" belegt werden. Die Verantwortlichkeiten für dieses

Produkt sind auf viele Schultern verteilt - Bauherren, Architekten und Fachplaner, Baustoffhersteller, Baustoffhandel, bauausführende Unternehmen. Dabei tragen Bauherren als Eigentümer eines Bauwerkes und Auftraggeber besondere Verantwortung.

B. Ziele und Maßnahmen

Eine ressourcenschonende, auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Kreislaufwirtschaft erfordert, daß

- der Entstehung von Bauabfällen entgegengewirkt wird, z. B. durch Erhaltung bestehender Bausubstanz und auf lange Nutzungsdauer ausgelegte Konstruktionen,

- entstehende Bauabfälle im Wirtschaftskreislauf gehalten werden, z. B. durch Gewinnung weitgehend homogener Stofffraktionen, eine die hochwertige Verwertung ermöglichende Aufbereitung und den bedarfsgerechten Einsatz verwertbarer Bauabfälle,

- die Beseitigung von Bauabfällen auf das unumgänglich notwendige Maß beschränkt wird, insbesondere die Beseitigung verwertbarer Bauabfälle unterbleibt.

C. Zusagen der Beteiligten

Im einzelnen verpflichten sich die in der Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau zusammengeschlossenen Verbände und Organisationen der planenden sowie der baustoffproduzierenden Wirtschaft, der bau- und rückbauausführenden Wirtschaft, der Recycling- und Entsorgungswirtschaft,

zur Reduzierung der Ablagerung von verwertbaren Bauabfällen bezogen auf das Bauvolumen gegenüber dem Stand von 1995 bis zum Jahre 2005 auf die Hälfte,

und dieses Ziel u. a. durch folgende Maßnahmen im Baubereich zu erreichen:

Beratung und Information

der bau- und rückbauausführenden Wirtschaft zu Problemen

- des sparsamen Umgangs mit Ressourcen,
- der Abfallvermeidung,
- der Abfalltrennung,
- der Abfallverwertung,
- des Einsatzes von Recyclingbaustoffen,

Förderung von Forschung und Entwicklung

von Maßnahmen zur

- Abfallvermeidung,
- Abfalltrennung und -sortierung,
- Abfallverwertung,
- Qualitätssicherung von Recycling-Baustoffen,
- Schaffung erweiterter Anwendungsbereiche von Recycling-Baustoffen,

Entwicklung und Angebot

von Ausbildungs- und Fortbildungsmaßnahmen zur Schulung von Mitarbeitern der bau- und rückbauausführenden sowie der Recyling- und Entsorgungswirtschaft im Sinne einer umweltverträglichen Kreislaufführung von Bauabfällen,

Auswahl und Übernahme

von Lehrinhalten in die bundeseinheitlichen Rahmenlehrpläne für Auszubildende und Meister in den Bauberufen sowie von Ausbildungsinhalten in den Ingenieurberufen,

Erarbeitung

von

- Anforderungen für Entsorgungsfachbetriebe,
- Anforderungen für Entsorgergemeinschaften,
- Muster-Entsorgungskonzepten,
- Ausschreibungshilfen,

Sicherung

der Anforderungen an die Qualität und Umweltverträglichkeit von Recyclingbaustoffen durch Eigen- und Fremdüberwachung,

Information und Öffentlichkeitsarbeit

über bestehende Entsorgungs- und Verwertungsmöglichkeiten,

Abstimmung und Zusammenarbeit

mit den entsorgungspflichtigen Körperschaften und kommunalen Spitzenverbänden.

D. Monitoring

Die Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau versteht sich weiterhin als

- Clearing- und Vermittlungssstelle,
- Sammel- und Verwertungsstelle für Daten (Datenpool),
- Sammel- und Verteilungsstelle für Informationen (Informationspool).

Die in der Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau (KWTB) vertretenen Verbände und Organisationen bilden einen **Beirat**, dem neben den Vertretern der Wirtschaft auch Vertreter von Politik und Wissenschaft angehören sollen.

Aufgaben des Beirates

- Überwachung der Umsetzung der zielführenden Verpflichtungen,
- Sammlung von Erfahrungen aus der Praxis und Aufzeigen der sich hieraus ergebenden notwendigen Konsequenzen,
- Lösung aufkommender Probleme,
- Wissenschaftliche Begleitung und Entwicklung der übernommenen Verpflichtungen,
- Dokumentation des Geleisteten,
- Berichterstattung.

Berichterstattung

Der Beirat erstattet dem Bundesumweltministerium nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres Bericht. Dieser Bericht enthält u. a. Angaben über:

- die angefallenen, verwerteten sowie beseitigten Mengen an Bauabfällen,
- die über Bauschutt- und Bodenbörsen umgeschlagenen Bauabfallmengen,
- die Entwicklung des Einsatzes von sekundären Rohstoffen in Bauprodukten sowie deren Einsatz in Baumaßnahmen,
- die Entwicklung recyclinggerechter Bauausführungen,
- die Entwicklung recyclinggerechter Rückbautechniken.

E. Offenheit und Verbindlichkeit

Der Selbstverpflichtung können weitere Wirtschaftszweige und Verbände beitreten.

Die Selbstverpflichtungserklärung wird mit dem Tag der Übergabe an die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit verbindlich.

Unterschriftsleistung der beteiligten Wirtschaftszweige und Verbände zur freiwilligen Selbstverpflichtung:

Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. .....
Unterschrift

Bund Deutscher Architekten e.V. .....
Unterschrift

Bundesverband Baustoff-Aufbereiter e.V. .....
Unterschrift

Bundesverband der Deutschen Recycling-Baustoff-Industrie e.V. .....
Unterschrift

Bundesvereinigung-Recycling-Bau e.V. .....
Unterschrift

Deutscher Abbruchverband e.V. .....
Unterschrift

Gütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V. .....
Unterschrift

Verband Beratender Ingenieure e.V. .....
Unterschrift

Verband Deutscher Baustoff-Recycling-Unternehmen e.V. .....
Unterschrift

Bonn, den 11. November 1996

1. Monitoring-Bericht des Kreislaufwirtschaftsträgers Bau (KWTB)

Gliederung:

0 **Kurzzusammenfassung/Summary/Brève récapitulation**

1 **Einleitung**

2 **Definitionen**

3 **Auftrag, Organisation und Vorgehen des KWTB**

4 **Die Selbstverpflichtung des KWTB**

5 **Marktentwicklung im Baustoffrecycling, Chancen und Hemmnisse des Marktes**
- 5.1 Planung und Ausführung von Abrucharbeiten
- 5.2 Bautechnische und ökologische Eigenschaften primärer und rezyklierter Baustoffe
- 5.3 Wasserwirtschaftliche Eigenschaften und abfallrechtliche Anforderungen
- 5.4 Abfallwirtschaftliche Hemmnisse

6 **Anwendungsgebiete für rezyklierte Baustoffe**

7 **Mengen und Qualität von Recyclingbaustoffen 1996**
- 7.1 Stoffflußbetrachtungen im Bauwesen
- 7.2 Bauabfallbegriff
- 7.3 Input- und Output-Ströme
  - 7.3.1 Aufkommen an Baureststoffen
  - 7.3.2 Output an Recycling-Baustoffen
- 7.4 Direktverwertung im Tiefbau
- 7.5 Exporte/Importe

8 **Mengen und Verwertungspotential von deponiertem Bauschutt und Straßenaufbruch 1996**

9 **Erfahrungen aus Nachbarländern**
- 9.1 Niederlande
- 9.2 Dänemark
- 9.3 Österreich

10 **Schlußfolgerungen**

11 **Zusammenfassung und Ausblick**

12 **Schrifttum**

0 Kurzzusammenfassung/Summary/Brève recapitulation

Kurzzusammenfassung:
In Deutschland werden jährlich 700 bis 800 Mio. t mineralische Baustoffe verbraucht, der Bestand mineralischer Baurohstoffe im Bauwerksbestand des Hoch- und Tiefbaus beträgt rund 50 Mrd. t und wird bis 2010 auf über 60 Mrd. t anwachsen. Aufgrund der Altersstruktur des Gebäude- und Infrastrukturbestandes wird die jährliche mineralische Abbauabfallmenge (ohne Bodenaushub) bis 2010 von derzeit rund 80 Mio. t auf ca. 100 bis 130 Mio. t ansteigen. Schon 1996 wurden bereits etwa 70 % der anfallenden mineralischen Baurestmassen recycelt.

Bei einer gleichbleibenden Recyclingquote ließe sich damit bis 2010 die Recycling-Baustoff-Produktion auf etwa 90 Mio. t/a steigern.

Voraussetzung für eine Steigerung der Baustoff-Recycling-Mengen ist allerdings, daß die Recycling-Baustoff-Industrie durch Eigen- und Fremdüberwachung qualitativ hochwertige Erzeugnisse herstellt und der Staat Rahmenbedingungen vorgibt, ohne durch überzogene Anforderungen die Verwertungsmöglichkeiten einzuschränken. Um den gegenwärtigen Stand zu erhalten und nicht zu gefährden, ist ein klares Bekenntnis der Politik zum Vorrang der Ressourcenschonung notwendig. Eine Anerkennung von Recycling-Baustoffen als Produkte ist für deren Akzeptanz im Markt unumgänglich.

Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau strebt eine weitere Minimierung des Anfalls von Baustellenabfällen durch vorgeschaltete Trennung auf den Baustellen in die Wertstofffraktionen an.

Darüber hinaus kommt es für die Abbruch-, Bau- und Recyclingwirtschaft darauf an, innovative Abbruch- und Aufbereitungstechniken zu entwickeln, die einen möglichst hohen Verwertungsgrad für einen möglichst gleichwertigen Einsatzzweck im Sinne einer nachhaltigen Bauwirtschaft sicherstellen.

Summary:
The volume of mineral raw materials used annually in construction in Germany ranges from 700 to 800 million tons. The inventory of mineral raw materials contained in existing structural and civil engineering constructions amounts to around 50 billion tons, and is expected to grow to over 60 billion tons in 2010. Due to the age pattern in the inventory of all existing structures the volume of mineral demolition waste generated annually (excluding excavated materials) is estimated to rise from the present level of 80 million tons to roughly 100 to 130 million tons in 2010. In 1996 already, around 70 % of all mineral demolition waste generated was being recycled.

Under the premise of a constant recycling quota, the production of recycled construction materials could rise to the volume of around 90 million tons per annum in 2010.

One of the preconditions for an increase in the volume of recycled construction materials is the turnout of high-quality products by the recycled construction materials industry, which can be attained by factory and external controls, and by the state

creating a conducive environment without impairing the chances of recycling by implementing excessive regulations. In order to maintain and not to endanger the present status, politicians must take up a clear position favouring the priority of resources preservation. A recognition of recycled construction materials as products is indispensable for their acceptance in the market.

Life-cycle management by the construction industry aims at further minimising the generation of construction-site waste by separation according to type of material on site.

To accomplish the aim of sustainability in the construction business it is of additional importance for the demolition, construction and recycling industries to develop innovative demolition and recycling techniques, which will ensure the highest recycling rate possible and enable recycled materials to be appreciated as products of equal value.

Brève récapitulation :
En Allemagne, la consommation annuelle en matériaux minéraux est de 700 à 800 Mio de tonnes, le stock de matières premières minérales pour la construction dans le cadre du stock pour le bâtiment et les travaux publics atteint environ 50 milliards de tonnes et dépassera, en l'an 2010, plus de 60 milliards de tonnes. Compte tenu de la structure d'âge du stock des bâtiments et de l'infrastructure, la quantité des déchets d'extraction (sans compter le déblaiement de la terre) passera de 80 Mio de tonnes actuellement, à environ 100 à 130 Mio de tonnes d'ici 2010. Déjà en 1996, environ 70 % des masses de restes de construction minéraux ont été recyclés.

Par un taux de recyclage invariable, la production de matériaux de construction de recyclage atteindrait ainsi environ 90 Mio de tonnes en l'an 2010.

Bien sûr, la condition essentielle pour une augmentation du volume de matériaux de construction de recyclage est également que l'industrie de matériaux de construction de recyclage fabrique des produits de haute qualité, par un contrôle propre ou étranger, et que l'Etat prescrive des conditions de base, sans restreindre par des exigences démesurées, les possibilités de récupération. Pour maintenir la position actuelle et ne pas la mettre en danger, il faut que la politique reconnaisse clairement la priorité des ménagements des ressources.
La reconnaissance des matériaux de construction de recyclage comme produits est indispensable pour leur acceptation sur le marché.

Le circuit de l'organisme économique „construction" aspire à une minimisation ultérieure de la production de déchets de chantiers de construction par un tri préinitié sur les chantiers de construction.

En outre, il est important pour l'économie de l'extraction, de la construction et du recyclage, de développer des techniques innovatives d'extraction et de traitement, lesquels assurent un grade de récupération autant que possible élevé pour un but d'utilisation autant que possible équivalent, dans le sens d'une économie de construction efficace.

1 Einleitung

Durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz ist den in der Bauwirtschaft tätigen Unternehmen das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung vorgegeben worden. In der ARGE Kreislaufwirtschaftsträger Bau haben sich die wesentlichen Entscheidungsträger der Bauwirtschaft und Baustoffwirtschaft zusammengeschlossen mit dem Ziel, unsere Bauwirtschaft in ein nachhaltig zukunftsverträgliches Bauwesen für das nächste Jahrtausend zu steuern. Dieser Monitoring-Bericht zeigt neben zahlreichen Irritationen, die das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) hervorgerufen hat, Perspektiven einer nachhaltig zukunftsverträglichen Bauwirtschaft in Deutschland auf. Wir wünschen uns, daß unser Bericht dazu beiträgt, die Diskussion über die Wiederverwendung von Baureststoffen zu befruchten.

Die wesentlichen Ziele des Recyclings von Baureststoffen sind die Einsparung von Deponieraum und die Schonung der Lagerstätten von primären mineralischen Baurohstoffen. Dabei sollen nach dem Gedanken des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) in erster Linie Abfälle vermieden werden und nicht vermeidbare Stoffrückstände in einem möglichst geschlossenen Stoffkreislauf verwertet werden und als Sekundärrohstoffe wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückfließen.

Die Verwendung rezyklierter Baustoffe hängt von ihrer

- technischen Verwendbarkeit (bautechnische Anforderungen),
- wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit (Markt) und
- Umweltverträglichkeit (wasserwirtschaftliche Anforderungen)

ab. Dabei sind die wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten nicht nur von betriebswirtschaftlichen, sondern auch von gesamtwirtschaftlichen Interessen geprägt. Wie der Bericht der Europäischen Kommission zu „Construction and demolition waste management practices and their economic impacts"[1] zeigt, sind in allen europäischen Ländern Baurestmassen bedeutende Stoffströme und die Verknappung von Deponievolumen bzw. Deponierungsverbote und die damit einhergehende Verteuerung der Verkippung sind wesentliche Triebfedern eines verstärkten Recyclings von Baurestmassen.

Der steigende Bedarf an mineralischen Rohstoffen kann grundsätzlich durch drei Quellen abgedeckt werden: [2]

- durch Senkung der spezifischen Verbräuche an Rohstoffen, d. h. durch Sparmaßnahmen,
- durch verstärktes Recycling und
- durch Inanspruchnahme oberflächennaher Gewinnungsstätten.

---

[1] Final Report, Febuary 1999, Report by Symonds in association with Argus, COWI and PRC Bouwcentrum

[2] Plenarvortrag „Zur Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit festen mineralischen Rohstoffen, Berg- und Hüttenmännischer Tag 1996, H. Gerhardt, N. Piatkowiak, D. Slaby, TU Bergakademie Freiberg.

Bislang sind die Möglichkeiten des Recyclings von mineralischen Rohstoffen (mit dem nur theoretisch erreichbaren Endziel, einen vollständigen Kreislauf der Stoffströme zu erreichen, der im übrigen einem rohstofflichen Perpetuum Mobile entspräche) in Abhängigkeit vom Rohstoff außerordentlich unterschiedlich entwickelt. Erst in den 80er Jahren entwickelte sich in Deutschland eine Recycling-Baustoff-Industrie, die aus zunächst kleinen Anfängen mit häufig mobilen Geräten zu einer inzwischen eigenständigen Branche mit fast 1.000 Unternehmen und über 1.700 Anlagen gewachsen ist und in Deutschland unter Einbeziehung der industriellen Nebenprodukte bereits über 10 % des Bedarfs an mineralischen Rohstoffen deckt.

Die Datenbasis für den Anfall von Baurestmassen und das Recycling von Baurestmassen ist in Deutschland wie auch in anderen europäischen Ländern erstaunlich schwach. Schätzungen von Kohler[3] gingen von einem Baurestmassenvolumen von rund 285 Mio. t/a aus.

Für diesen Bericht hat der Kreislaufwirtschaftsträger Bau die Erkenntnisse der Totalerhebung nach § 3 und § 5 des Umweltstatistikgesetzes ausgewertet.

Ebenso wurden die gewonnenen Erzeugnisse aus den Einsatzstoffen Beton, Ziegel, Sand, Kies, Schotterpflaster und Gips im einzelnen erfaßt und auch die Abfälle zur Beseitigung, die aus dem Recyclingprozeß ausgeschleust wurden, erfaßt.

Daneben gab es 1996 eine Erhebung über naturbelassene Stoffe im Bergbau sowie eine Erhebung über die Verfüllung von Abfällen in übertägigen Abbaustätten von Rohstoffen und eine Erhebung über den Versatz bergbaufremder Stoffe im untertägigen Bergbau.

Damit liegen erstmals aussagekräftige Ergebnisse über den Anfall und die Verwertung von Baurestmassen in Deutschland vor. Ergänzend hat der Kreislaufwirtschaftsträger Bau andere Erkenntnisquellen zur Interpretation und zur Schließung von Kenntnislücken der amtlichen Statistik ausgewertet.

2 Definitionen

Mit dem Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) ist der Abfallbegriff entsprechend der EG-Abfallrahmenrichtlinie 81/156/EWG in deutsches Recht umgesetzt worden.

Danach sind Abfälle alle beweglichen Sachen, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß (§ 3 Absatz 1 Satz 1 KrW-/AbfG).

Weiter unterscheidet die EG-Terminologie zwischen „Abfällen zur Verwertung" und „Abfällen zur Beseitigung". Abfallentsorgung umfaßt somit sowohl die Verwertung als auch die Beseitigung von Abfällen[4].

---

[3] Kohler, G., Recyclingpraxis Baustoffe, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1. Auflage 1991

[4] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz nebst untergesetzlichem Regelwerk, erläuterte Textausgabe, Bonn 1996

Für den Baubereich wird in der TA Siedlungsabfall der Oberbegriff „Bauabfall" verwendet.

Unter Bauabfall werden im folgenden im einzelnen die Stoffe

- Bauschutt,
- Straßenaufbruch,
- Bodenaushub,
- Baustellenabfälle und
- Altholz

verstanden.

Diese Bauabfälle entstehen bei Neubaumaßnahmen, bei Renovierungsmaßnahmen, Modernisierungsmaßnahmen, Sanierungsmaßnahmen und Abbruchmaßnahmen.

Neben diesen Stoffen finden auch industrielle Nebenprodukte Eingang in das Bauwesen, so z. B. Hochofenschlacken, Flugaschen, Reagipse und weitere industrielle Nebenprodukte. Diese Produkte werden im folgenden jedoch nicht weiter behandelt.

Bezüglich der Hauptgruppen Bauschutt, Straßenaufbruch, Bodenaushub und Baustellenabfälle bezieht sich der Bericht auf die LAGA-Abfallschlüsselnummern.

Neben den nicht belastenden Bauabfällen definiert die „Verordnung zur Bestimmung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen" vom 10. September 1996 unter anderem Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik und Materialien auf Gipsbasis oder Asbestbasis mit schädlichen Verunreinigungen als besonders überwachungsbedürftige Abfälle (LAGA-Schlüsselnummer: 170199 D1). Auch Erde- und Hafenaushub, worunter Bodenaushub, Baggergut sowie Abfälle aus Bodenbehandlungsanlagen mit schädlichen Verunreinigungen verstanden werden (LAGA-Nr.: 170599 D1) werden als besonders überwachungsbedürftige Abfälle klassifiziert.

Unter die Nummer 170199 D1 fallen im einzelnen

- 31433 Glas- und Keramikabfälle mit schädlichen Verunreinigungen,
- 31441 Bauschutt und Erdaushub mit schädlichen Verunreinigungen,
- 31445 Gipsabfälle mit schädlichen Verunreinigungen,
- 31446 Kieselsäure- und Quarzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen, vorwiegend organisch und
- 31447 Kieselsäure- und Quarzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen, vorwiegend anorganisch.

Unter die LAGA-Nummer 170599 D1, Bodenaushub, fallen vor allem die Einzelabfälle

- 31424 sonstige Böden mit schädlichen Verunreinigungen,
- 31441 Bauschutt und Erdaushub mit schädlichen Verunreinigungen und
- 39909 sonstige feste Abfälle mineralischen Ursprungs mit schädlichen Verunreinigungen.

Zu den überwachungsbedürftigen Abfällen nach der „Verordnung zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung" vom 10. September 1996 gehören alle Bau- und Abbruchabfälle einschließlich Straßenaufbruch, im einzelnen

- 170101 Beton,
- 170102 Ziegel,
- 170103 Fliesen und Keramik,
- 170104 Baustoffe auf Gipsbasis,
- 170301 Asphalt, teerhaltig,
- 170303 Teer und teerhaltige Produkte,
- 170502 Hafenaushub und
- 170701 gemischte Bau- und Abbruchabfälle.

3 Auftrag, Organisation und Vorgehen des KWTB

In der ARGE Kreislaufwirtschaftsträger Bau haben sich im wesentlichen Verbände der Bauwirtschaft und der Baustoffwirtschaft wie der Recycling-Baustoff-Industrie zusammengefunden, um

- die Wiederverwendung von Bauteilen und
- die Verwertung von Bauabfällen

zu fördern und so

- die Ressourcen der natürlichen Umwelt

zu entlasten und zu schonen. Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau ist eine freiwillige Brancheninitiative, die organisatorische Lösungen zur Erfüllung der Anforderungen der Kreislaufwirtschaft unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten sucht. Er will Kostensteigerungen in der Abfallentsorgung vermeiden, um keine zusätzlichen Belastungen für die Investoren und die am Bau Beteiligten entstehen zu lassen. Seine wesentlichen Aufgaben sind die selbstverpflichtende Erfüllung der gesetzlich geforderten Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in der Bauwirtschaft. Hierzu sammelt der Kreislaufwirtschaftsträger Bau Datenmaterial über die verwerteten und entsorgten Bauabfälle, fördert die Qualität der Produkte und Dienstleistungen durch Überwachung und Gütesicherung, fördert die Bildung von Entsorgergemeinschaften, die

fachtechnische Berufsausbildung, Fortbildung und Umschulung der in der Bauwirtschaft und Recycling-Wirtschaft tätigen Mitarbeiter. Darüber hinaus erarbeitet er Leitlinien zur Planung und Ausführung notwendiger Maßnahmen für ein umweltverträglichen Umgang mit Bauabfällen und legt Grundsätze für die Kreislaufführung einzelner Materialgruppen und Fraktionen im Hinblick auf ihre Verwertung, Behandlung, Lagerung oder Ablagerung fest. Um die Kreislaufwirtschaft am Bau zu fördern, ist bereits in der Planungsphase ein Verwertungs- und Entsorgungskonzept notwendig. Dieses sollte künftig integrativer Bestandteil der Verträge zwischen Bauherren als Auftraggeber und den am Bau Beteiligten sein. Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau unterstützt eine marktwirtschaftliche Kreislaufwirtschaft. Hierzu fördert er anerkannte Entsorgungsfachbetriebe, die durch ihre Zertifizierung dokumentieren, daß sie für eine qualitäts- und umweltgerechte Abfallverwertung einstehen.[5]

4 Die Selbstverpflichtung des KWTB

Im November 1996 haben sich die im Kreislaufwirtschaftsträger Bau zusammengeschlossenen Verbände

- Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.,
- Bund Deutscher Architekten e. V.,
- Verband Beratender Ingenieure e. V.,
- Deutscher Abbruchverband e. V.,
- Bundesvereinigung Recycling-Bau e. V. (für BBA Köln, VBR Bonn),
- Bundesverband der Deutschen Recycling-Baustoff-Industrie e. V. und die
- Gütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e. V.

verpflichtet, die Ablagerung von verwertbaren Bauabfällen bezogen auf das Bauvolumen gegenüber dem Stand von 1995 bis zum Jahre 2005 auf die Hälfte zu reduzieren. Dieses Ziel soll unter anderem durch folgende Maßnahmen im Baubereich erreicht werden:

- Beratung und Information der bau- und rückbauausführenden Wirtschaft zu Problemen,
- des sparsamen Umgangs mit Ressourcen,
- der Abfallvermeidung,
- der Abfalltrennung,

[5] KWTB-Broschüre, Bonn 1998

- der Abfallverwertung,
- des Einsatzes von Recycling-Baustoffen,
- Förderung von Forschung und Entwicklung von Maßnahmen zu
  - Abfallvermeidung,
  - Abfalltrennung und Sortierung,
  - Abfallverwertung,
  - Qualitätssicherung von Recycling-Baustoffen,
  - Schaffung erweiterter Angebotsbereiche von Recycling-Baustoffen.

Darüber hinaus soll das Ausbildungs- und Fortbildungsangebot zur Schulung von Mitarbeitern der bau- und rückbauausführenden sowie der Recycling- und Entsorgungswirtschaft im Sinne einer umweltverträglichen Kreislaufführung von Bauabfällen erweitert werden. Ferner sollen Lehrinhalte zur umweltverträglichen Kreislaufführung von Bauabfällen in die bundeseinheitlichen Rahmenlehrpläne für Auszubildende und Meister in den Bauberufen sowie von Ausbildungsinhalten in Ingenieurberufen gefördert werden. Durch Erarbeitung von Anforderungen für Entsorgungsfachbetriebe und Entsorgergemeinschaften sowie Ausschreibungshilfen und die Sicherung der Anforderung an die Qualität und Umweltverträglichkeit von Recycling-Baustoffen durch Eigen- und Fremdüberwachung sowie durch Information und Öffentlichkeitsarbeit die Kreislaufführung von Bauabfällen gefördert werden. In einem Beirat soll dem Bundesumweltministerium nach Ablauf eines jeden Kalenderjahres ein Bericht über

- die angefallenen, verwerteten sowie beseitigten Mengen an Bauabfällen,
- die über Bauschutt- und Bodenbörsen umgeschlagenen Bauabfallmengen,
- die Entwicklung des Einsatzes von sekundären Rohstoffen in Bauprodukten sowie deren Einsatz in Baumaßnahmen,
- die Entwicklung recyclinggerechter Bauausführungen,
- die Entwicklung recyclinggerechter Bautechniken

berichtet werden (Monitoring).

Im Hinblick auf die Tatsache, daß das Produkt „Bauwerk" im Vergleich etwa zu Automobilen durch seinen komplexen Entstehungsvorgang, seine Stoffvielfalt und sein lange Gebrauchsphase nicht mit einer einzigen Verantwortlichkeit des „Inverkehrbringens" belegt werden kann, stellt die Selbstverpflichtung des Kreislaufwirtschaftsträgers Bau einen hohen Anspruch an alle am Bau Tätigen, vom Bauherr über den Architekten bis zum Bauausführenden und dem Baustofflieferanten dar.

5 Marktentwicklung im Baustoffrecycling, Chancen und Hemmnisse des Marktes

Die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED), die im Juni 1992 in Rio de Janeiro stattfand, erklärte eine nachhaltige zukunftsverträgliche Entwicklung zur zentralen Zukunftsaufgabe unserer Gesellschaften für das 21. Jahrhundert. Damit wurde ein Prozeß in Gang gesetzt, der darauf abzielt, von der internationalen Politik über die nationalen Regierungen bis hin zu den Kommunen eine gemeinsame Zukunft zu gestalten.

Mit dem von der Brundtland-Kommission für Umwelt und Entwicklung 1987 formulierten Prinzip der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung wurde eine zunächst abstrakte Formel gefunden, die von allen Beteiligten mitgetragen werden konnte. Danach bedeutet „Sustainable Development" eine Entwicklung, welche den Bedürfnissen der gegenwärtig lebenden Menschen entspricht, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse zu gefährden.[6]

Die wesentlichen Ziele des nachhaltigen Bauens sind Kreislaufwirtschaft und Energieeinsparung (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Energieeinsparungsgesetz) mit Auswirkungen

- ... auf Rohstoffe: vom Verbrauch endlicher Rohstoffe einschließlich Entsorgung über Verbrauchsminderung und Mehrfachnutzung hin zur weitest möglichen Kreislaufführung der Stoffe (Stoffstrommanagement).

Hierzu wurde ein Kaskadenmodell entwickelt, dem die These zugrunde liegt, daß „jedes Bauwerk ein Zwischendepot für künftige Bauabfälle" bildet. Verlängert man die Nutzungsphase von Bauwerken, können die Bauabfälle in etwa proportional zu den Zeitansätzen reduziert werden. Abfälle sind im Sinne des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zu vermeiden. Daraus läßt sich folgende Kaskade ableiten:

- Bedarfshinterfragung

  Ist zur Deckung des Baubedarfs ein Neubau erforderlich oder kann auf den Bestand zurückgegriffen werden (eine kleine Quasi-UVP)

- Lange Nutzungsdauer von Bauwerken

- Dauerhaftigkeit der Gebäude

- Vermeidung von Spezialgebäuden und Schaffung von Möglichkeiten zur mehrfachen Nutzung/ Umnutzung bei Wegfall einer bisherigen Nutzung zur Reduzierung der Zahl der Gebäude

---

[6] Konzept Nachhaltigkeit, Fundamente für die Gesellschaft von morgen, Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt" des 13. Deutschen Bundestages, Seite 22.

- Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Bauteilen

  Ziel ist eine Verlängerung der Lebensdauer der Gebäude und eine Reduzierung des Unterhaltungs- und Erneuerungsaufwandes.

- Einfache Bauteilgeometrie

  Eine einfache Bauteilgeometrie erlaubt eine größere Verwendungsbreite und eine bessere Weiter- und Wiederverwendung.

- Vermeidung von schwer trennbaren Verbundbaustoffen und –teilen

  Durch Vermeidung von schwer trennbaren Verbundbaustoffen und –teilen wird eine bessere Recyclingfähigkeit erzielt und die Aufarbeitung und Weiter- bzw. Wiederverwendung von gebrauchten Baustoffen und Bauteilen gefördert.

- Geringe Schadstoffbelastung der Baustoffe

  Eine geringe Schadstoffbelastung der Baustoffe erleichtert die Weiter- bzw. Wiederverwendung von Baustoffen bzw. ermöglicht die einfache Endlagerung nicht verwendbarer Reststoffe.

- Kontrollierter Rückbau bei Wegfall jeglicher Nutzungsmöglichkeit

  Durch einen kontrollierten Rückbau können die anfallenden Stoffe von Beginn an getrennt werden mit dem Ziel, eine weitestgehende hochwertige Weiter- und Wiederverwendung zu ermöglichen.[7]

5.1 Planung und Ausführung von Abbrucharbeiten

Konzentrationsprozesse in den Ballungsräumen, die Erfordernis zur Flächen- und Ressourcenschonung sowie die technische Überalterung führen zu der Notwendigkeit, bestehende bebaute Flächen und Bauwerke optimal zu nutzen. Dies bedeutet, daß veralterte bzw. nicht mehr erhaltenswerte Bauwerke neuen weichen müssen. Dies hat auf umweltverträgliche Weise zu geschehen.

Durch die Vorgaben der Kreislaufwirtschaft sind für die umweltgerechte und auch gesamtwirtschaftliche Lösung von Abbruchaufgaben geeignete Verfahren bzw. Verfahrenskombinationen auszuwählen, die insbesondere die Umweltaspekte wie Separierung, Sortenreinheit und Getrennthaltung der anfallenden Stoffe im Hinblick auf eine mögliche Kontaminierung mit Schadstoffen zu berücksichtigen. Gleichzeitig müssen vorhandene Verwertungs bzw. Beseitungsmöglichkeiten beachtet werden.

---

[7] Leitfaden zum nachhaltigen Bauen – Ökoleitfaden des Bundesministeriums für Verkehr, Bauen und Wohnungswesen, November 1998.

Eine konsequente Planung und Ausführung von Abbrucharbeiten setzt grundlegende Kenntnisse der abzubrechenden Strukturen, der anfallenden Baustoffe und der anwendbaren Abbruchverfahren gerade auch vor dem Hintergrund der Separierung voraus.

5.2 Bautechnische und ökologische Eigenschaften primärer und rezyklierter Baustoffe

Die wesentlichen Anforderungen an Baustoffe ergeben sich aus ihrem Zweck, mit wirtschaftlichem Aufwand standfeste, sichere und ausreichend dauerhafte Bauwerke zu bauen. Daraus resultieren die wesentlichen baustofftechnologischen Anforderungen, die an Baustoffe im Hoch- und Tiefbau gestellt werden. Dazu gehören unter anderem

- ein für die jeweilige Anwendung ausreichende, dauerhaft sichergestellte, statisch nutzbare Festigkeit und Tragfähigkeit,
- gegebenenfalls ein ausreichender Widerstand gegen Witterungsangriffe, wie z. B. gegen Feuchtigkeit, Frost und/oder Frost- und Tausalzangriff,
- gegebenenfalls ein ausreichender Feuerwiderstand.

Hinzu kommt, daß Baustoffe keine unzulässigen negativen Auswirkungen auf die Umwelt und/oder die Gesundheit der Bewohner haben dürfen.[8]

Grundlage eines Baustoff-Recycling ist, daß rezyklierte Baustoffe das gleiche Anforderungsniveau aufweisen wie primäre Baustoffe für den gleichen Anwendungsfall. Ihren speziellen Eigenschaften muß ggf. mit anwendungsspezifischen Anforderungen und Prüfungen Rechnung getragen werden.

Straßenbaustoffe

Am weitesten fortgeschritten ist der Einsatz aufbereiteter Recycling-Baustoffe im Straßenbau. Zu unterscheiden ist hier die Verwendung von Recycling-Baustoffen in den ungebundenen Tragschichten (z. B. Frostschutzschicht, Schottertragschicht) bzw. im Unterbau (z. B. Dammbau) sowie der Einbau in Tragschichten mit bituminösen Bindemitteln und die Verwendung in bituminösen Deck- und Binderschichten.[9]

Da nicht unerhebliche Teile der unter der Abfallart Straßenaufbruch erfaßten Bauabfälle beim Straßenbau direkt durch entsprechende Tiefbaumaschinen als Wirtschaftsgut wiederverwertet werden, sind die insoweit von den statistischen Ämtern ermittelten Zahlen zu niedrig. Der Deutsche Asphaltverband hat für 1997 eine Menge an Ausbauasphalt von rund 15 Mio. t aus einer Stichproben-Erhebung hochgerechnet, die zu 80 % gebunden und zu rund 20 % ungebunden verwertet wird. Es ist

---

[8] Technische, ökologische und wirtschaftliche Einflüsse auf die derzeitigen und zukünftigen Mengen an rezyklierten Baustoffen, Schmidtconsult, Frankfurt 1999, Seite 15.

[9] Kohler, G., Recyclingpraxis Baustoffe, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 3. Auflage 1997, Seite 223 ff.

davon auszugehen, daß diese Mengen in den Mengen der im Straßenbau verwendeten RC-Baustoffe enthalten sind. Für die Verwendung mineralischer Baustoffe im Straßenbau und deren Qualitätssicherung besteht ein Vorschriftensystem, welches auf Bundes- wie Landesebene durch Sonderregelungen für RC-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte ergänzt wurde. Es sind dies im einzelnen

- die Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau (RG Min-Stb 93),
- die technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (TL Min-Stb 94)
- die technischen Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau (TP Min-Stb) sowie
- die zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau (ZTV-T Stb 95).[10]
- Technische Lieferbedingungen für Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel (TL RC-ToB 95)

Die wesentlichen Einsatzbereiche sind Frostschutz- und Schottertragschichten. Hierbei müssen die Recycling-Baustoffe Qualitätsanforderungen an Frostbeanspruchung, Raumbeständigkeit, Kornform, Bruchflächigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Schlag einhalten. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Verwendung hydraulisch erhärtender Recycling-Baustoffe für Verfestigungen, hydraulisch gebundene Tragschichten und Betontragschichten.

Die Wiederverwendung von Asphalt ist heute Stand der Technik. In der Praxis werden heute 45 bis 50 Massenprozent Asphaltgranulatzugabe in bituminösen Tragschichten und rund 10 bis 30 Massenprozent Asphaltgranulatzugabe in Deck- und Binderschichten erreicht. Die Wiederverwendung von Ausbauasphalt ist im einzelnen im Merkblatt für die Erhaltung von Asphaltstraßen sowie im Merkblatt für die Lieferung von Asphaltgranulat geregelt. Auch teerhaltige Massen lassen sich mit Hilfe kalter Aufbereitungsverfahren dem Straßenbau wieder zugänglich machen und somit erhebliche Kosten für anderweitige Entsorgungen/Aufbereitungen einsparen.

Zement und Beton

Seit der Erfindung des Portlandzementes im vorigen Jahrhundert und insbesondere seit der Entwicklung des Stahlbetons hat sich die Betonbauweise mehr und mehr durchgesetzt. Tafel A 2.2.1 gibt die Mengenentwicklung errechnet aus Zementdaten von 1880 bis 1997 wieder. Danach betrug die Summe des verbauten Betons in den vergangenen 120 Jahren etwa 4,2 Mrd. m³. Mehr als die Hälfte davon entfiel allein auf die Jahre 1970 bis 1997. Beton besteht zu etwa 80 % aus Zuschlagstoffen, überwiegend natürlichen Sanden und Kiesen sowie gebrochenen Naturgesteinen. Als Zusatzstoffe werden häufig inerte oder reaktive Sekundärprodukte aus anderen

[10] Kohler, G., a.a.O., Seite 225 f.

Produktionen, wie z. B. geeignete Flugaschen aus der Kohlefeuerung, eingesetzt, die so wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Die Herstellung von Beton erfolgt heute bereits weitgehend rückstandsfrei. Sogenannter „Rückbeton" und Prozeßwässer aus der Fahrzeug- und Anlagenreinigung werden im Beton- oder Transportbetonwerk in Frischbeton-Recyclinganlagen aufbereitet und wieder für die Herstellung von Frischbeton verwendet. Daneben darf rezyklierter Betonzuschlag, der aus der eigenen Produktion des Betonherstellers stammt, bis zu einer Menge von 5 Massenprozent bezogen auf die gesamte Zuschlagmenge, ohne weitere Einschränkungen wieder in der Produktion eingesetzt werden.

DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag"

Mit Ausgabedatum August 1998 ist die DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag" erschienen. Die Richtlinie sieht die Verwendung von Betonsplitt und Betonbrechsand (aufbereitet aus Betonabbruch) als Betonzuschlag für Beton nach DIN 1045 vor und zwar für Innenbauteile bis zur Festigkeitsklasse B 35. Bei der Verwendung für Außenbauteile sind Einschränkungen hinsichtlich des Frostwiderstandes und gegebenenfalls der Alkaliempfindlichkeit der Zuschläge zu beachten.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des DAfStb-Forschungsvorhabens „Materialkreislauf im Massivbau" ist bereits mit der Überarbeitung der Richtlinie begonnen worden. Diskutiert werden dabei Möglichkeiten der Erweiterung des Anwendungsbereiches sowie die Ausdehnung auch auf andere Materialien (Baustoffgemische).

Überwiegend sortenrein anfallender Beton aus Betonfahrbahnen des Straßenbaus wird heute bereits zum größten Teil und überwiegend im Straßenbau für Frostschutzschichten, ungebundene Tragschichten oder für hydraulisch gebundene Tragschichten nach den ZTV-T und als Zuschlag für den Bau neuer Betonfahrbahndecken wieder verwendet.[11]

Den spezifischen Eigenschaften wird zum Teil dadurch Rechnung getragen, daß im Brechsandanteil Natursand mitzuverwenden ist.

Weil die Verwendung von 100 % rezykliertem Betonzuschlag die Betoneigenschaften erheblich verändern, hat der Deutsche Ausschuß für Stahlbeton in seiner Richtlinie technische Regeln zum Verschneiden von Primärbaustoffen mit rezyklierten Betonzuschlägen entwickelt.

DIN 4226 „Zuschlag für Beton"

Die DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag" ergänzt die derzeit noch gültige DIN 4226 aus dem Jahre 1983 sowie die DIN 1045 mit Ausgabedatum 1988. In diesen Regelwerken waren rezyklierte Zuschläge bisher nicht berücksichtigt.

---

[11] Verein Deutscher Zementwerke e. V. – Forschungsinstitut der Zementindustrie – Tätigkeitsbericht 1993 bis 1996, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf 1997

Die Neuherausgabe der DIN 4226 in drei Teilen ist für das Jahr 2000 vorgesehen. DIN 4226 Teil 1 wird für alle Gesteinskörnungen unabhängig von ihrer Herkunft gelten. Der Teil für rezyklierte Körnungen wird dann nur noch ergänzende Anforderungen formulieren.

Die Aufnahme dieser Norm in die Bauregelliste wird ein entscheidender Baustein für die Produktnormung für rezyklierte Baustoffe sein. Sie wird so zu Muster für die Hereinnahme weiterer durch Normung definierter Produkte auf Basis rezyklierter Baustoffe.

Die neue DIN 4226 wird in einer Teilausgabe DIN 4226-100 verschiedene Liefertypen für rezyklierte Gesteinskörnungen definieren. Diese Liefertypen werden von reinem Betonsplitt über Granulate aus Mauerwerk bis hin zu reinem Ziegelsplitt reichen. Den Anwendungsnormen wie z.B. DIN 1045 oder der DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag" bleibt es dann überlassen, aus diesen Materialtypen für ihren Anwendungszweck geeignete Körnungen auszuwählen.

Neue Anwendungsfelder, die eine breitere Verwendung von rezyklierten Körnungen zulassen, sind immer dann möglich, wenn nicht alle Anforderungen nach DIN 1045 relevant sind – z. B. für nicht konstruktive Betone im Wege-, Garten- und Landschaftsbau sowie für Rückenstützbetone und Pflastererunterbau im Straßenbau und Sauberkeitsschichten.

Gips und Gipsprodukte

Gips und Anhydrit werden neben der Bauwirtschaft im wesentlichen zu folgenden Produkten weiterverarbeitet:

- Baugipse und Putzgipse nach DIN 1168,
- Gipsplatten nach DIN 18180 als Wand- und Deckenbekleidung, als Beblankung von Montagewände (Trockenausbau) sowie für die Herstellung vorgefertigter Bauteile. Hier besteht die Kartonummantelung bereits überwiegend aus Recyclingpapier.
- Gips-Wandbauplatten nach DIN 18163 für nichttragende Trennwände im Innenbau und z. B. für Stützummantelung auch zum Brandschutz.
- Anhydritestriche und Gipsestriche nach DIN 18560 für den Innenausbau von Gebäuden
- Modellgipse und Formgipse z. B. für Abgußformen in der keramischen oder metallurgischen Industrie,
- als Füllstoffe in Farben und Lacken,
- in der Medizin oder für pharmazeutische Produkte.

Etwa 17 % des Gips- bzw. Anhydritbedarfs entfallen auf den Einsatz als Abbinderegler für Zement.

1996 wurden in der Bundesrepublik Deutschland rund 9,3 Mio. t Gips und Anhydrit verbraucht. Davon wurden rund 7,7 Mio. t in der gipsverarbeitenden Industrie und rund 1,6 Mio. t als Erstarrungsregler für die Herstellung von Zement verwendet. Bereits annähernd 35 % des Gipsbedarfes werden durch Rea-Gips aus Steinkohle- und Braunkohlekraftwerken gedeckt. 1996 wurden so insgesamt rund 4,4 Mio. t Rea-Gips genutzt. 4,9 Mio. t Gips und Anhydrit wurden aus natürlichen Lagerstätten entnommen.

Von 1960 bis 1997 wurden in der Bundesrepublik rund 67 Mio. t Baugips, rund 11 Mio. t Gipsbauelemente und rund 2,5 Mrd. m² - entsprechend näherungsweise rund 25 Mio. t Gipsplatten produziert.

Durch die sortenreine Erfassung und Wiederverwertung von Gipsbaustoffen können die Voraussetzungen für eine stoffliche Wiederverwertung geschaffen werden. Die Gipsindustrie hat ihre Werke für Gipsplattenrückstände mit speziellen, dafür vorgesehenen Aufbereitungsanlagen ausgestattet, wobei sowohl Gips als auch Karton in der Produktion Verwendung finden. Das Recyclingverfahren enthält – je nach technischer Ausführung in gegebenenfalls unterschiedlicher Reihenfolge – die zweistufige Zerkleinerung (Grobzerkleinerung und Feinmahlung) und die Kalzinierung der gesamten Platte oder alternativ des weitgehend vom Karton befreiten Gipskernes. Bei letzterem Verfahren wird der Kartonanteil abgesiebt, aufgepülpt und gesondert dem Plattenkern zugeführt.[12]

Daneben kann auch außerhalb der Gipsindustrie gipsreicher Bauschutt z. B. als Rekultivierungsmaterial im Bergbau oder im Bergversatz eingesetzt werden.

Da Gipsabfälle überwiegend fest mit anderen Baustoffen verbunden anfallen, so z. B. als Innenputz auf Kalksandstein oder Ziegel, können die insgesamt anfallenden Mengen an Gipsbaustoffen nicht wirklichkeitsgetreu erfaßt werden. Nach Schätzungen besteht etwa 0,1 % der Bauschuttabfälle aus Gips. Bei der Verarbeitung von Gipsprodukten auf Baustellen fallen jährlich rund 100.000 t Gipsabfälle an. Darüber hinaus sind im Bauschutt schätzungsweise rund 45.000 t Gipsabfälle enthalten. Sie werden heute überwiegend in Recyclinganlagen zusammen mit anderen Baurestmassen aufbereitet, verwertet oder deponiert.

Im Sinne einer Ressourcenschonung kommen im Neubau bei Bauweisen mit sehr ebenen Putzgründen in jüngerer Zeit Dünnlagenputze zur Anwendung. Gegenüber einer Putzdicke von 1 cm werden Dünnlagenputze in einer Putzdicke von 3 bis 5 mm aufgetragen. D. h. durch die Verwendung von Dünnlagenputzen können bis zu 50 % derjenigen Gipsmengen, die zur Herstellung von Innenputzen verwendet werden, eingespart werden. Weitere Hinweise für den Planer sind dem Merkblatt „Dünnlagenputze im Innenbereich[13]“ zu entnehmen.

---

[12] Schmidtconsult, a.a.O.

[13] Deutscher Stuckgewerbebund im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (Hrsg.), Berlin 1999

Ziegel- und Ziegelmauerwerk

Die Wiederverwendung von Ziegel- und Ziegelmauerwerk ist in der Menschheitsentwicklung jahrtausendelang üblich gewesen. Backsteine wurden von Mörtelresten befreit und zum Bau neuer Gebäude regelmäßig wiederverwendet. Nach dem 2. Weltkrieg wurden die Mengen an Ziegelbauschutt im großen Umfang zu „Ziegelsplittbeton" verarbeitet. Je Tonne produzierter Ziegel sind im Mittel etwa 1,3 t feuchter Ton und gegebenenfalls in kleineren Mengen andere Rohstoffe erforderlich. 1997 wurden für die Ziegelproduktion etwa 22 Mio. t trockener Ton, d. h. etwa 26,5 Mio. t feuchter Ton abgebaut. Davon entfielen auf die rund 10,2 Mio. t Mauerziegel rechnerisch rund 13,3 Mio. t trockener und rund 16 Mio. t feuchter Ton.

Ungebrannte Rohmischungen, die während der Produktion als Rückstände anfallen, können unmittelbar wieder in den Prozeß zurückgeführt werden. Gebrannte, sortenreine Produktionsrückstände können entweder im Werk z. B. zum Bau von Werksstraßen verwendet werden oder zu Sonderprodukten, wie z. B. Granulat für Tennisplätze u. ä., verarbeitet werden. Die unmittelbare Verwertung sortenreiner oder nicht sortenreiner, gebrannter Ziegel aus der Produktion und/oder aus dem Recycling von Baureststoffen als Rohstoff für die Ziegelproduktion ist derzeit nicht möglich.

Abgebrochenes Ziegelmauerwerk wird heute in der Regel zu Recyclinganlagen geliefert und dort überwiegend im Gemisch mit anderen mineralischen Abbruchbestandteilen zu Recycling-Splitt – je nach Zusammensetzung als Mauerwerkssplitt oder als Betonsplitt mit Ziegel und anderen Mauerwerksstoffen als Nebenbestandteile aufbereitet. Bei den heute anfallenden Abbruchmengen stellt Mauerwerksabbruch aus Ziegeln einen hohen Bestandteil (ca. 60 %) der Masse. Während in Deutschland derzeit noch kein technisches Regelwerk für die Verwertung von ziegelreichem Mauerwerkssplitt besteht, haben die Niederlande eine (Vor-)Norm für die Verwendung von Ziegelsand und Ziegelsplitt als Betonzuschlag veröffentlicht.[14]

Einer höherwertigen Verwendung von nicht sortenreinem rezyklierten Ziegelmauerwerk stehen zum einen die Nebenbestandteile, wie z. B. anhaftende Putz- und Mörtelreste, zum anderen die nicht ausreichende Kornfestigkeit, die zum Teil hohe Wasseraufnahme und der für unmittelbare Bewitterung teilweise nicht ausreichend hohe Frostwiderstand von weichgebrannten oder porisierten Ziegelbestandteilen entgegen. Bei weitgehend sortenreiner Wiedergewinnung lassen sich auch qualitativ hochwertige Anwendungen mit entsprechend höherer ökologischer und wirtschaftlicher Wertschöpfung realisieren, so z. B. als

- Substrate für Dachbegrünung und Intensivkulturen,
- Körnung 0/32 mm für feuchteregulierende Tragschichten im Sportplatzbau nach DIN 18035,
- Ziegelsplitt für Beläge von Tennisplätzen und Laufbahnen auf Sportplätzen.

Die öffentliche Hand kann gerade in den letzten genannten Bereichen des Baus von Sportplätzen und Laufbahnen auf Sportplätzen durch entsprechende Ausschreibung

[14] Kohler, G., Recyclingpraxis Baustoffe, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 3. Auflage 1997.

die Förderung der Kreislaufwirtschaft wesentlich mitbeeinflussen. Bundesweit flächendeckend organisierte Erfassungs- und Aufbereitungssysteme für z. B. Tondachziegel und für Ziegelmauerwerk dienen ebenfalls einer höherwertigen Verwendung von Ziegelbruch.

Durch gezielte Forschungsvorhaben lassen sich für sortenreinen Ziegelsplitt weitere hochwertige Verwendungsmöglichkeiten, wie z. B. keramische Mauersteine, gefügedichter Leichtbeton als reaktiven Zumahlstoff bei der Zement-, Mörtel- und Betonherstellung entwickeln.

Kalksandstein und Kalksandstein-Mauerwerk

Kalksandsteine nach DIN 106 werden aus Kalk und kieselsäurehaltigen Zuschlägen hergestellt. Regional trägt die Herstellung von Kalksandsteinen zur vollständigen Ausnutzung von Kies- und Sandlagerstätten erheblich bei. Denn in weiten Teilen Norddeutschlands und Westdeutschlands beträgt das Verhältnis Körnung zu Sand nicht 60 : 40, wie für die Betonherstellung benötigt, sondern 40 : 60 bzw. 30 : 70. Für die Herstellung von 1.000 t Kalksandstein werden im Mittel 947,5 t Sand benötigt. 1997 wurden in der Bundesrepublik Deutschland rund 4,4 Mrd. Kalksandsteine im sogenannten Normalformat (NF) hergestellt und dafür rund 13 Mio. t Sand und rund 907.000 t Brandkalk verwendet.

Seit 1950 wurden in der Bundesrepublik Deutschland – bis 1990 ohne die ehemalige DDR – kumuliert insgesamt rund 176 Mrd. Volumen NF Kalksandsteine produziert. Nach den Schätzungen des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie beträgt unter Berücksichtigung der Abschneidegrenze der Amtlichen Statistik die Gesamtmenge an produziertem Kalksandstein seit 1950 sogar rund 190 Mrd. Volumen NF. Dies entspricht rund 372 Mio. m^3 oder etwa 600 Mio. t.

Kalksandstein-Mauerwerk besteht aus Kalksandstein und zu 5 bis 15 Gewichtsprozent aus kalk- und/oder zementgebundenem Mörtel. Bei den heute üblichen Abbruchtechniken werden mit dem Mauerwerk regelmäßig auch die außen oder – bei zweischaligem Mauerwerk – zwischen den Wandschalen eingebauten Wärmedämmstoffe entfernt. Zusätzlich können sich im abgebrochenen Kalksandstein-Mauerwerk Reste von Folien, Dachpappen und andere Fremdstoffe befinden, wie z. B. Holz. Angaben über die übliche, typische Zusammensetzung von abgebrochenem Kalksandstein-Mauerwerk sind in dem Bericht „Herstellung von Kalksandstein aus Bruchmaterial von Kalksandstein-Mauerwerk mit anhaftenden Resten von Dämmstoffen sowie weitere Baureststoffe" von Eden, W., Hannover 1997, erläutert.

Heute wird üblicherweise Kalksandstein-Abbruchmauerwerk an Baustoffrecyclinganlagen geliefert. Dort wird es vorsortiert, von den genannten Fremdstoffen befreit, gebrochen und gegebenenfalls nach Korngrößen klassiert. Putz- und Mörtelreste verbleiben entweder im aufbereiteten RC-Material oder werden nachfolgend als Brechsand abgesiebt. Eine sortenreine Aufbereitung mit vollständiger Abtrennung des Mörtels und des anhaftenden Putzes ist nach derzeitigem Stand der Technik nicht möglich. Verwendet werden kann gebrochenes und aufbereitetes Kalksandstein-Mauerwerk in der Regel allein oder im Gemisch z. B. mit rezykliertem Betonre-

cyclingschotter für ungebundene Tragschichten des klassifizierten Straßenbaus oder als Teil des RC-Zuschlages für Beton nach DIN 1045.

Forschungsvorhaben lassen es künftig als möglich erscheinen, daß bis zu rund 10 Massenprozent weitgehend sortenrein aufbereitetes Kalksandstein-Mauerwerk mit bis zu rund 1 Massenprozent Fremdstoffen als Ersatz für primären Sand bei der Produktion von Kalksandsteinen verwendet werden kann, ohne daß die wesentlichen Qualitätseigenschaften verschlechtert werden.

Porenbeton-Mauerwerk

Porenbeton ist ein Leichtbeton mit niedriger Rohdichte zwischen 0,35 und 1,0 kg/dm³, der überwiegend aus quarzhaltigem Sand, Branntkalk und/oder Zement, gegebenenfalls Gips oder Anhydrit, Wasser und feinem Aluminiumpulver als Treibmittel hergestellt wird. Bei einer Rohdichte von 500 kg/m³ besteht Porenbeton zu 330 kg aus quarzhaltigem Sand, ca. 35 kg Kalk, 90 kg Zement sowie Wasser und anderen Stoffen. Für die Jahresproduktion 1997 wurden als Ausgangsstoffe rund 1,5 bis 1,7 Mio. t Sand und rund 0,6 bis 0,8 Mio. t Bindemittel verbraucht. Unter Berücksichtigung der etwa 1,5fachen Rohstoffmengen für die Herstellung von 1 t Zement oder Kalk entspricht dies einer Rohstoffausgangsmenge von rund 2,7 Mio. t. 1997 wurden rund 3,92 Mio. m³ Porenbetonsteine und rund 0,53 Mio. m³ bewehrte Montagebauteile aus Porenbeton hergestellt. Dies entspricht etwa einer Masse von 2,23 Mio. t.

Seit 1956 wurden ca. 86 Mio. m³ Porenbeton-Wandbausteine und rund 24,1 Mio. m³ großformatige bewährte Montagebauteile hergestellt. Dies entspricht bei einer mittleren Rohdichte von 0,5 t/m³ insgesamt einer Menge von rund 55 Mio. t, die sich überwiegend noch im Bestand befinden.

Die beim Abbruch von Gebäuden anfallende Porenbetonmenge wird auf rund 100.000 m³/Jahr oder rund 50.000 t geschätzt. Dazu fallen bei der Bearbeitung von Porenbeton auf der Baustelle nochmals rund 11.000 t an.

Die im Bundesverband Porenbeton zusammengeschlossenen Unternehmen der Porenbetonindustrie haben sich zur Rücknahme von sortenreinem Porenbetonabfall und seiner Wiederverwertung in der Produktion verpflichtet. Zur Rückführung in die Werke wurde ein Entsorgungssystem installiert. Beides ist auch Bestandteil des Zertifizierungsprogramms der Porenbetonindustrie.[15]

Für eine qualitätsneutrale Wiederverwendung darf der Anteil an Fremdstoffen wie z. B. Putz- und Mörtelresten rund 10 Gewichtsprozent nicht überschreiten. Der entsprechend vorbereitete Porenbeton wird in das nächstgelegene Porenbetonwerk transportiert und dort in geeigneten Anlagen aufbereitet. Rein technisch können bis zu rund 15 Massenprozent der nach der Rezeptur vorgesehenen Rohstoffe durch rezyklierten Porenbeton ersetzt werden, ohne daß die Qualität darunter leidet. Bezogen auf die im Jahre 1997 verwendete Menge an Sand wäre dies z. B. rund

[15] DIN Zerto DIN plus Zertifizierungsprogramm Porenprodukte nach DIN 4165 und DIN 4166, Fassung 02.12.1998, Berlin 1998.

250.000 t. Darüber hinaus gehende Mengen können zu Sonderprodukten wie z. B. Tierstreu, Ölbinder, Substrate für Grünflächen usw. aufbereitet werden.

5.3 Wasserwirtschaftliche Eigenschaften und abfallrechtliche Anforderungen

Von besonderer Bedeutung für die Marktakzeptanz von Recycling-Baustoffen ist die Abgrenzung von Produkt zu Abfall sowie von Abfallverwertung und Abfallbeseitigung im Rahmen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau hat zum Entwurf eines Definitionspapiers der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Stellung genommen. Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau fordert, die Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes so zu gestalten, daß Stoffe nicht unnötigerweise und entgegen dem Geiste des Gesetzes aus dem Wirtschaftskreislauf herausfallen. Eine zu weite Auslegung des Entledigungstatbestandes und des Abfallbegriffes lehnt der KWTB demzufolge ab. Der im Entwurfspapier der Bund/Länder-Arbeitsgruppe erkennbare Absatz, Abfälle zur Verwertung solange wie möglich im Abfallregime zu belassen, ist mit dem Ziel der Kreislaufwirtschaft nicht vereinbar. Der Begriff der Verwertung ist nach deutschem und europäischem Recht so zu verstehen, daß die Abfalleigenschaft beendet ist, sobald durch Verwertungsschritte aus dem Abfall ein neuer (Sekundär-)Rohstoff, der den jeweiligen Anforderungen entspricht, entstanden ist und nicht erst dann, wenn dieser Rohstoff in ein neues Produkt eingegangen ist. Das Ziel der Kreislaufwirtschaft darf nicht dadurch zunichte gemacht werden, daß Recycling-Baustoffe unnötig lange im Abfallregime verbleiben, obwohl sie bereits wieder am Wirtschaftskreislauf teilnehmen können. Nach Auffassung der Bund/Länder-Arbeitsgruppe sollte in der Regel bei der stofflichen Verwertung der Bauabfälle die Abfalleigenschaft fortdauern, bis die gewonnenen Sekundärbaustoffe tatsächlich genutzt werden. Diese Betrachtungsweise führt nach Auffassung des Kreislaufwirtschaftsträger Bau zu einer diskriminierenden Behandlung der aus Bauabfällen gewonnenen Sekundärrohstoffe bzw. der daraus hergestellten Erzeugnisse. Aus Gründen der Gleichbehandlung dürfen demzufolge Sekundärbaustoffe, die aus Bauabfällen gewonnen wurden, im Vergleich mit Primärrohstoffen und daraus hergestellten Erzeugnissen ohne sachlich gerechtfertigten Grund nicht höheren Anforderungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit ausgesetzt sein. Insoweit ist das allgemeine Ordnungsrecht auch bei Sekundärbaustoffen hinsichtlich der Beherrschung stoffspezifische Eigenschaften ausreichend und alleine maßgeblich. Im Bereich des Baustoff-Recyclings erfolgt keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf, da die in der Diskussion stehenden Inhaltsstoffe bereits im Primärrohstoff enthalten sind und dort beim Einbau keinerlei Kriterien unterliegen. Die Vorhaltung dieser Sekundärrohstoffe beziehungsweise der daraus hergestellten Erzeugnisse und auch deren Nutzung selbst unterliegen demnach nicht dem Abfallregime, sondern dem allgemeinen Ordnungsrecht. Es kommt nicht darauf an, wann die daraus hergestellten Erzeugnisse genutzt werden, sondern lediglich auf die Tatsache, daß sie weiterverwendet werden können. Demzufolge endet die Abfalleigenschaft mit der Aufbereitung eines Bauschuttes zu einem Recycling-Baustoff. Der Entwurf des Bund-/Länder-Definitionspapiers zur Frage, ob ein Abfall zur Verwertung oder zur Beseitigung vorliegt, ist insgesamt widersprüchlich. So wird einerseits die wirtschaftliche Zumutbarkeit der Verwertung sehr weit ausgelegt, nicht zuletzt um eine hochwertige Verwertung auch dann einfordern zu können, wenn diese mit

hohen Kosten und einer geringen Wirtschaftlichkeit einhergeht. Andererseits wird aber die Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung über Betrachtungen zum Hauptzweck und zum Schadstoffgehalt restriktiv ausgelegt und damit den Behörden weitgehende Möglichkeiten eingeräumt, Abfälle von einer geplanten Verwertung in die Beseitigung umzuleiten bzw. eine dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz widersprechende Verwertungszuständigkeit der öffentlich-rechtlichen Entsorger zu begründen. Der KWTB steht auf dem Standpunkt, daß Verwertungsmaßnahmen am besten dadurch gefördert werden, daß sie nicht unnötig reglementiert werden. Auch die Umsetzung des Ziels der hochwertigen Verwertung muß weitgehend den Betreibern überlassen werden, da nur diese unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren eine nachhaltige Verwertungsform finden können. Die Abgrenzung zwischen Verwertung und Beseitigung ist so flexibel zu gestalten, daß Innovationen dadurch nicht behindert werden. Die Bestimmungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zur Wirtschaftlichkeit und Hauptzweck einer Maßnahme dürfen nicht so ausgelegt werden, daß Abfälle in die Beseitigung gezwungen bzw. Verwertungszuständigkeiten der öffentlich-rechtlichen Entsorger begründet werden, die im Gesetz nicht vorgesehen sind. Die wirtschaftliche Zumutbarkeit von Verwertungsmaßnahmen ist stärker an der branchenspezifischen und einzelbetrieblichen Situation zu orientieren und nicht an allgemeinen Zumutbarkeitskriterien, die der Entwicklung von wirtschaftlich sinnvollen Maßnahmen im Weg stehen können.

Neben der stofflichen Qualität des Recycling-Baustoffs spielt für die Anwendung von Recycling-Baustoffen die Forderung, daß Luft, Boden und Wasser durch lösliche oder ausgasende organische oder anorganische Bestandteile nicht unzumutbar belastet werden, eine große Rolle.

Wesentliche Vorschrift ist die länderübergreifende Regelung der technischen Regel Bauschutt mit Orientierungswerten für die Aufbereitung oder Ablagerung von Bauschutt sowie mit Zuordnungswerten für die Zuordnung von Recycling-Baustoffen zu bestimmten (ungebunden) Anwendungsgebieten. Wesentliche Vorschriften sind die von der Forschungsgesellschaft Straßen- und Verkehrswesen bzw. dem BMV eingeführten Regelungen wie die Technischen Lieferbedingungen für Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel (TL RC-ToB 95) und die Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (TL Min-Stb 94). In den in 2000 herausgegebenen STB 98 werden im Sinne der VoB DIN 18299 alle primären, sekundären und Recycling-Baustoffe gleichgestellt werden. Diese Vorschriften sind Bestandteil der Lieferverträge bei Bauvorhaben öffentlicher Auftraggeber und werden ebenfalls von privaten Auftraggebern, Architekten und Planern als Vertragsbestandteile zu Grunde gelegt.

Im Interesse einer geordneten Rückführung von Reststoffen bzw. Abfällen in den Stoffkreislauf sind bundesweit einheitliche Grundsätze zur Untersuchung und Bewertung dieser Stoffe förderlich. Dieser Vorstellung werden die Regelungen der Forschungsgesellschaft Straßen- und Verkehrswesen gerecht, so daß für weitere Regelungen weder seitens der LAGA noch der Bundesländer kein Bedarf besteht.

Die Unternehmen der Recycling-Baustoff-Industrie verfügen jedoch über jahrelange Erfahrungen mit der Herstellung von Recyclingbaustoffen. Die Auswertung von Daten aus der Eigen- und Fremdüberwachung von Recycling-Anlagen mit den vorgesehenen Zuordnungswerten der Technischen Regeln der LAGA zeigen Schwierig-

keiten bei der Umsetzung solcher LAGA-Regeln auf. Die Verwendbarkeit von Recyclingbaustoffen würde so stark eingeschränkt, daß sich aus dem KrW-/AbfG ergebende Vorgaben (Verwertungsgebot) nicht realisieren lassen.

Unbestritten ist, daß unter Beachtung des Schutzgutes „Grundwasser" eine sichere Verwertung von Bauschutt gewährleistet sein muß.

5.4 Abfallwirtschaftliche Hemmnisse

Als problematisch hat sich herausgestellt, daß der Gesetzgeber durch die TA Siedlungsabfall festgelegt hat, daß nicht behandelte Abfälle auf älteren Deponien noch bis zum Jahre 2005 abgelagert werden dürfen. Dies hat im Berichtszeitraum dazu geführt, daß Deponiebetreiber versuchen, durch besonders niedrige Annahmegebühren viele Baureststoffe auf sich zu ziehen, um ihre Deponie bis zum vorgesehenen Endtermin möglichst weitgehend zu füllen. Darüber hinaus hat es Übergangsprobleme bei der administrativen Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes gegeben.

Die den Kommunen überlassenen Abfallmengen sind seit Herbst 1996 drastisch zurückgegangen, und weil dies mancherorts zu einer deutlichen Erhöhung der Abfallgebühren führte, sind die Kommunen nunmehr daran interessiert, daß ihnen verstärkt Abfallmengen zugeführt werden. Diese Entwicklung ist der Grund dafür, daß die Kommunen heute eine Interpretation des Gesetzes durchsetzen möchten, die die weitgehende Privatisierung der Gewerbemüllentsorgung möglichst einschränkt bzw. rückgängig macht. Obwohl die kommunal zu entsorgenden Abfälle nicht einmal 10 % des gesamten Abfallaufkommens ausmachen, wird die bisherige Praxis der Kreislaufwirtschaft dominiert vom Kampf der Kommunen um den Abfall. Von der Bundesregierung ist die Haltung von Ländern und Kommunen inzwischen als gesetzwidrig kritisiert worden.[16,17]

Inzwischen sind Fälle bekannt, wo Kommunen Baumischabfälle durch Deklaration zu Abfällen zur Beseitigung komplett in ihr Abfallregime hineinziehen möchten. Damit Fehlentwicklungen bei der administrativen Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes nicht auf Dauer zu einer Fehlsteuerung der Kreislaufwirtschaft führen, muß die gesamte Bauwirtschaft den Gedanken der ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft zu ihrem eigenen Anliegen, zu ihrer eigenen Sache machen. Nur wenn die Bauwirtschaft selbst aktiv wird, wird die Abfallverwertungswirtschaft gemäß marktwirtschaftlichen Prinzipien dazu führen, daß Abfälle zu dem werden, was sie sind, nämlich „Rohstoffe am falschen Platz".

---

[16] BMWi, Dokumentation Kreislaufwirtschaft – ein Leitfaden zur Privatisierung der Abfallwirtschaft und zur Einbeziehung Privater in die kommunale Abfallentsorgung.

[17] Stellungnahme der Bundesregierung vom August 1997 zum Vollzug des neuen Abfallrechts in Deutschland, Bundestags-Drucksache 13/8406, 1997.

6 Anwendungsgebiete für rezyklierte Baustoffe

Hauptanwendungsgebiete für Recycling-Baustoffe sind neben dem Erdbau und der Verfüllung von Gräben der Bau von nicht klassifizierten Wegen und anderen Flächenbefestigungen, klassifizierte Straßen und Wege im öffentlichen Straßen- und Verkehrsbau z. B. nach RStO oder der ZTVLW mit festgelegten und überwachten Anforderungen an die technologischen und wasserwirtschaftlichen Eigenschaften der verwendeten Baustoffe sowie die Verwendung als Zuschlag für Beton nach DIN 1045 im Hoch-, Tief- und Industriebau.

Die wesentlichen Anwendungen für Recycling-Baustoffe sind

- Mineralstoffe für Frostschutzschichten nach ZTV-T- 95
- Mineralstoffe für ungebundene oder hydraulisch gebundene Tragschichten oder für Asphalt-Tragschichten
- Zuschlag für Beton von Betonfahrbahndecken nach ZTV Beton- oder für aufgebrochene oder abgefräste Asphaltschichten nach ZTV Asphalt- 94.

Für die Verwendung von rezyklierten Baustoffen gilt das „Fit for use"-Prinzip, d. h. die Recycling-Baustoffe müssen wie primäre Mineralstoffe so beschaffen sein, daß die Straße die auf sie einwirkenden dynamischen Verkehrsbelastungen und witterungsbedingten Beanspruchungen während der vorgesehenen Nutzungsdauer ohne substantielle Schäden ertragen kann.

Insbesondere müssen die Mineralstoffe folgende Eigenschaften aufweisen[18]:

- Die Kornfestigkeit muß besonders bei ungebundenen Schichten so ausreichend hoch sein, daß beim Verdichten mit schweren Walzen kein nennenswerter Abrieb entsteht und daß die Körner die dynamischen Verkehrsbelastungen übernehmen, ohne zerkleinert zu werden.
- Die Zuschläge müssen einen ausreichend hohen Frost- und gegebenenfalls Frost-Tausalz-Widerstand besitzen.
- Sie müssen raumbeständig sein.
- Die Kornform muß möglichst kubisch und dürfen nicht zu plattig sein, weil sonst die Verdichtung des Mineralstoffgemisches behindert wird.
- Die Kornzusammensetzung des Mineralstoffgemisches aus verschiedenen Körnungen muß so abgestuft sein, daß das Material gut verdichtet werden kann und anschließend hohlraumarm ist.
- Der Feinstkornanteil ist so zu begrenzen, daß die Schicht insgesamt nicht frostgefährdet ist.

---

[18] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Merkblatt für die Verhütung von Frostschäden an Straßen, Köln 1991.

In VOB Teil C (DIN 18299) ist die Verwendung von rezyklierten Baustoffen berücksichtigt. Sie gelten dann als gleichwertig mit primären Baustoffen, wenn sie für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sind.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Anforderungen der TL Min-StB 94 und der TL RC-ToB 95 an Mineralstoffe im einzelnen dar.

Nr.		TL Min-StB 94	TL RC-ToB 95
1	Allgemeine Anforderungen		TL Min-StB, ZTVT-StB
2	Frostwiderstand	DIN 52103 ggf. FTW n. TP Min-StB	TL Min-StB 94 4.4.1, sonst Versuche an Korn > 0,063 mm, wenn Absplitt. ≥ 10 Gew.-%
3	Druckfestigkeit	DIN 52105 $2{,}4 \leq \sigma_D \leq 400 N/mm^2$ Tabelle 3	
4	Verdichtungsgrad	Schüttdichte n. DIN 4301 oder Tabelle 1	
5	Kornzusammensetzung	DIN 4226 und DIN 52098	Als Schottertrag.: Ant. ungebr. Korn ≥ 4 mm ≤ 20 Gew.-%
6	Kornform	DIN 52114 Anteil > 3 : 1 ≤ 50 Gew.-% von Korn ≥ 4 mm, Edelsplitt ≤ 20 Gew.-% von Korn > 5 mm	
7	Reinheit und schädliche Bestandteile	DIN 52099 Anteil ≤ 0,063 mm ≤ 1-3 Gew.-% abschlämmb. Bestandteile, bei fertigem Gem. ZTVT-StB	Stoff / Gew.-% Asphalt ≤ 30 Klinker, Z > 4 mm ≤ 25 KS, Putz > 4 mm ≤ 5 Bims, Gasbet. ≤ 1 Fremdstoffe ≤ 0,2
8	Verwitterungsbeständigkeit	DIN 52106 bzw. Wasseraufn. n. DIN 52103 ≤ 0,5 Gew.-% od. Tabelle 2: Absplitterung ≤ 1-3 bzw. ≤ 5 Gew.-%	
9	Raumbeständigkeit	muß geg. sein, ggf. TP Min-StB, RG Min-StB bei Basalt, Absplitterung ≤ 1 Gew.-%	muß ausreichend gegeben sein
10	Rohdichte / Wassergehalt	nach DIN 52102 best. und mit Tabelle 3 abgleichen $2{,}4 \leq \rho_R \leq 3{,}4$	
11	Widerstandsfähigkeit gegen Schlag	DIN 52115 $9 \leq SZ_{8/12} \leq 34$ Gew.-% und $7 \leq SD\ 10 \leq 33$ Gew.-% bei 34/45 s. Tabelle 3	Frostschutzmaterial: $SZ_{8/12} \leq 34$ Gew.-% Schottertragschicht: $SZ_{8/12} \leq 34$ Gew.-% SD 10 ≤ 33 Gew.-%, wenn 45/56 mm Größtkorn
12	Widerstandsfähigkeit gegen Polieren	TP Min-StB PSV an 8/10 $2 \leq n \leq 73$	
13	Widerstandsfähigkeit gegen Hitzebeanspruchung	TP Min-StB, im Zweifel Absplitt. Im Muffelofen ≤ 3 Gew.-% und $SZ_{8/12} \leq 3$ Gew.-% Zunahme	
14	Hohlraumgehalt nach Rigden	< 0,09 mm ≤ 45 Vol.-% mit max. ± 3 Vol.-%	
15	Wasserwirtschaftliche Merkmale / Verträglichkeit		Einteilung in RC-Baustoffe 1 und 2, Prüfung nach FGSV-AP28/1, Prüfung nach anderen Richtlinien der EU gestattet

Ob die Wiederverwertung gebrauchter Baustoffe künftig einen noch größeren Beitrag zur Rohstoffentlastung leisten kann, hängt von vielen Faktoren ab, unter anderem von

- ökonomischen Aspekten,
- Fragen der Akzeptanz und
- politische Prioritätensetzung.

7 Mengen und Qualität von Recyclingbaustoffen 1996

7.1 Stoffflußbetrachtungen im Bauwesen

In den vergangenen 100 Jahren sind im Hoch- und Tiefbau durch Errichtung von Bauwerken sehr große Material- und Stoffdepots errichtet worden. So hat beispielsweise Görg[19] für Berlin ein Stoffdepot im Hochbau von etwa 80 bis 85 t/Einwohner ermittelt. Fleckenstein, Hochstrate und Knoll[20] haben für die Erstellung eines Prognosemodells den Bestand des physischen Bauvolumens im Hoch- und Tiefbau zusammengestellt.

Auch Schmidt[21] hat sich intensiv mit dem Bestand an Baustoffen befaßt.

Der Bericht des Deutschen Bundestages[22] hat sich ebenfalls insbesondere mit dem Gebäudebestand in Deutschland nach Baujahr der Häuser befaßt.

Daraus ergeben sich insgesamt Baustoffmengen in der Bausubstanz von knapp 17 Mrd. t im Hochbau und rund 23 Mrd. t im Tiefbau, was Pro-Kopf-Werten von etwa 207 t/Einwohner im Hochbau und rund 280 t/Einwohner im Tiefbau entspricht.

Die beispielsweise 1996 demgegenüber in den Bestand eingegangenen mineralischen Baurohstoffe in Höhe von rund 750 Mio. t bedeuten nur einen Zuwachs des Depots um rund 1,5 %.

Gegenüber diesen Bestandmengen und den Input-Strömen ist die Datenbasis zum Bauabfallaufkommen vergleichsweise unsicher.

---

[19] Görg, H., Entwicklung eines Prognosemodells für Bauabfälle als Baustein von Stoffstrombetrachtungen zur Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Darmstadt 1997.

[20] Fleckenstein, K., Hochstrate, K., Knoll, A., Prognose der langfristigen Nachfrage nach mineralischen Baurohstoffen als Grundlage für ein Rohstoffsicherungskonzept, Bonn 1997.

[21] Schmidt, M., Technische, ökologische und wirtschaftliche Einflüsse auf die derzeitigen und zukünftigen Mengen an rezyklierten Baustoffen, Frankfurt 1999.

[22] Deutscher Bundestag (Hrsg.), Konzept Nachhaltigkeit: Fundamente für die Gesellschaft von morgen; Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung des 13. Deutschen Bundestages", 1997.

Die European Demolition Association (EDA) schätzte für 1992 den Gesamtanfall an Bauabfall durch Abbruch und Baumaßnahmen für Deutschland auf 74 Mio. t. Die statistischen Ämter ermittelten für 1993 nur Mengen von rund 33,6 Mio. t Bauschutt, 7,19 Mio. t Baustellenabfälle und 7,7 Mio. t Straßenaufbruch.

Durch das Umweltstatistikgesetz 1996 wurden erstmals Totalerhebungen möglich, und zwar nach § 5 des Umweltstatistikgesetzes für die Verwertung von Bauabfällen in stationären, semimobilen und mobilen Recyclinganlagen und nach § 3 des Umweltstatistikgesetzes 1996 für die Mengen deponierter Baurestmassen in öffentlichen und betrieblichen Deponien.[23]

Nach § 5 des Umweltstatistikgesetzes wird bei **allen** Betreibern von Anlagen zur Aufbereitung und Verwertung von Bauschutt, Baustellenabfällen, Bodenaushub und Straßenaufbruch eine Totalerhebung zum Einsatz und zur Aufbereitung von Baurestmassen durchgeführt. Dabei wurden sowohl stationäre Anlagen wie mobile und semimobile Anlagen erfaßt und die eingesezten Stoffe, Bauschutt, Straßenaufbruch, Bauschutt und Erdaushub, gemischt, Baustellenabfälle ohne getrennt eingesetztes Bau- und Abbruchholz sowie sowie Bau- und Abbruchholz, getrennt eingesetzt, erfaßt.

Mit insgesamt über 1.700 Anlagen hat die Erhebung nach den Erkenntnissen der ARGE KWTB den allergrößten Teil der mobilen, semimobilen und stationären Anlagen der Recycling-Baustoff-Industrie erfaßt. Ebenfalls wurden nach § 5 des Umweltstatistikgesetzes alle stationären, semimobilen und mobilen Asphaltmischanlagen erfaßt und dort insbesondere die Aufbereitung von Altasphalt als Heißmischgut für den Straßen- und Wegebau sowie für sonstige Bereiche erfaßt. Nicht erfaßt wurden in der Erhebung 1996 die Aufbereitung von Altasphalt im „Kaltverfahren".

Im Unterschied zu der letztmalig 1993 durchgeführten Statistik der Abfallbeseitigung im produzierenden Gewerbe und in Krankenhäusern, bei der nur Einheiten mit im allgemeinen 20 Beschäftigten und mehr herangezogen wurden, umfaßt die Erhebung nach § 5 des Umweltstatistikgesetzes alle bekannten Einheiten. Die beseitigten und anderweitig verwerteten Mengen an Baurestmassen wurden durch eine abfallstatistische Erhebung nach § 3 des Umweltstatistikgesetzes erfaßt. Hier wurden insbesondere Betriebe mit Deponien, Betriebe mit Abfallverbrennungsanlagen und Betriebe mit Behandlungsanlagen erfaßt. Im Bereich der öffentlichen und gewerblich betriebenen Abfallentsorgung wurden insbesondere alle Deponien, Kompostierungs- und Sortierungsanlagen befragt.

---

[23] Gesetz über Umweltstatistiken (Umweltstatistikgesetz – UStatG), Bundesgesetzblatt Teil I/1994, S. 2530 ff.

7.2 Bauabfallbegriff

Im Sinne des Gesetzgebers wurden folgende Gruppen erfaßt:

	Abfallschlüsselnummer
– Bauschutt	31409
– Bodenaushub	31411
– Boden und Bauschutt, gemischt	31400
– Straßenaufbruch	31410
– Baustellenabfälle	91206
– Bauschutt und Erdaushub mit schädlichen Verunreinigungen	31441

Im folgenden ist bei der Abfallschlüsselnummer 31400, Boden und Bauschutt, gemischt, davon ausgegangen worden, daß diese Kategorie zu 50 % aus Bauschutt und zu 50 % aus Bodenaushub besteht.

In der Realität dürften darüber hinaus sowohl unter Abfallschlüsselnummer 31409 auch Bodenaushub und in der Abfallschlüsselnummer 31411 Bodenaushub auch Bauschutt enthalten sein. Eine containerscharfe Definition dieser Restmassen ist auch bei größtem Erhebungsaufwand nicht zu erzielen.

7.3 Input- und Output-Ströme

Nach den Ergebnissen des Umweltstatistikgesetzes 1996 betrug der gesamte Input in stationäre und mobile Recycling-Baustoff-Anlagen (ohne Bodenaushub, Bauschutt und Bodenaushub, gemischt zu 50 %), rund 63 Mio. t. Davon war Bauschutt mit rd. 40 Mio. t der größte Anteil. Straßenaufbruch mit rund 13,9 Mio. t stellte den zweitgrößten Anteil, gefolgt von Baustellenabfällen mit 3,5 Mio. t. Gegenüber den 1995 vom KWTB geschätzten Mengen **wurde 1996 ein wesentlich größerer Anteil bereits verwertet**.

Erst Ende 1998 lagen die ersten Daten aus der Umweltstatistik-Erhebung 1996 vor, die erstmals eine Totalerhebung bei allen Anlagenbetreibern vornahm.

Daraus ergibt sich eine Recycling-Baustoff-Produktion, die in Deutschland je Kopf im Durchschnitt bei 0,66 t liegt, wobei zwischen einzelnen Ländern erhebliche Unterschiede bestehen.

Aufbereitet wurden die Recycling-Baustoffe in insgesamt 656 stationären Anlagen sowie 1.137 mobilen und semimobilen Anlagen.

7.3.1 Aufkommen an Baureststoffen

Nach den Ergebnissen des Umweltstatistikgesetzes 1996 betrug das gesamte Aufkommen an Baurestmassen in Deutschland 1996 220,0 Mio. t. Hiervon waren 136,8 entsprechend 62,9 % Bodenaushub, 58,1 Mio. t Bauschutt (26,7 %), 17,5 Mio. t Straßenaufbruch (8 %), 6,45 Mio. t Baustellenabfälle (1,8 %) und 0,99 Mio. t Bau- und Abbruchholz (0,6 %). (s. Anlagen 1 und 2)

Bauschutt stellte mit 58,1 Mio. t zwar nur die zweitgrößte Fraktion dar, allerdings ist Bauschutt die größte Quelle für das Recycling. Von den 58 Mio. t Bauschutt wurden 40,73 Mio. t recycelt, was einer Recycling-Quote von 70,2 % entspricht. Ferner wurden 6,57 Mio. t übertägig im Bergbau verwertet, 3,19 Mio. t (5,5 %) durch die öffentliche Hand direkt verwertet und nur noch **7,37 Mio. t entsprechend 12,71 %** deponiert. Vernachlässigbar gering ist die Verwertung von Bauschutt in Kompostierungs- und sonstigen Behandlungsanlagen (0,14 Mio. t entsprechend 0,24 %). (s. Anlage 3)

Um die Qualität und Tragweite der amtlichen Daten zu überprüfen, hat der KWTB eine Plausibilitätsüberprüfung des Bauschuttaufkommens vorgenommen. Dabei wurden aus der Literatur folgende Kennzahlen zum Bauschuttanfall für die Plausibilitätsberechnung übernommen:

- Gesamtanfall m^3 Bauschutt pro m^2 Wohn- und Nutzfläche = 1,17 m^3/m^2
- Rohdichte pro m^3 Bauschutt = 2,0 t/m^3.

Neben Bauschutt aus Abbruchmaßnahmen im Hochbau sind weitere Quellen des Bauschuttanfalles:

- Bauschutt aus Neubaumaßnahmen. Hier unterstellt der KWTB, daß 2 % der im Neubau eingesetzten Materialien schon während der Neubauphase zu Bauschutt werden.
- Bauschutt aus Renovierung/Modernisierung/Sanierung. Hier wurden aus der Literatur (vor allem Görg, Darmstadt 1997) entnommen, daß bei jeder Renovierung/Modernisierung eine Menge von 2 % der ursprünglichen mineralischen Menge als Bauschutt anfallen.

Die Kontrollrechnung für die Bauschuttmenge sieht dann für das Jahr 1996 wie folgt aus:

1. Abgang an Flächen im Wohn- und Nicht-Wohnbereich 1996 lt. StaBA 12,036 Mio. m^2 x spezifischer Bauschuttanfall 1,17 m^3/m^2 = 14,08 Mio. m^3 x Rohdichte x 2,0 t/m^3 = 28,16 Mio. t.
2. Verbrauch mineralischer Baustoffe für Neubau 1996 rund 700 Mio. t x 2 % = 14,0 Mio. t Bauschutt aus Neubautätigkeit
3. Bauschutt aus Renovierung und Modernisierung Gesamtbestand 17 Mrd. t : 35 (Renovierungs-/Modernisierungsintervall im Mittel 35 Jahre) x 2 % ≙ rund 9,7 Mio. t.

Daraus ergibt sich ein Bauschuttanfall von rund 51,9 Mio. t, im wesentlichen im Hochbau.

Unterstellen wir auch im infrastrukturellen Tiefbau (Brücken, Klärwerke usw.) entsprechende Reparaturintervalle von 40 Jahren, so ergibt sich nochmals eine Menge von Bauschutt aus Renovierungstätigkeit im Tiefbau von 23 Mrd. t : 40 x 2 % ≙ rd. 11,5 Mio. t. In der Summe ergibt sich aus dieser Plausibilitätsrechnung eine Menge von Bauschutt aus Hoch- und Tiefbau von rund 63,4 Mio. t. Für die statistische Erfassungsquote des Umweltstatistikgesetzes würde dies bedeuten, daß die amtliche Statistik 58 : 63,4, entsprechend rund 91 % der tatsächlich anfallenden Bauschuttmengen erfaßt.

Auch die Frage der Doppelerfassung der Mengen von mobilen Anlagen ist durch den KWTB stichprobenweise überprüft worden. Danach ist im Regelfall keine Doppelerfassung möglich, sondern der Entleiher meldet die von ihm rezyklierte Menge und der Verleiher der mobilen Anlage macht hier keine Angaben, da sie sich seiner Kenntnis entziehen.

Zweitgrößte Quelle für das Recycling war der Straßenaufbruch, der mit 13,88 Mio. t zu fast 80 % recycelt wurde. Eine relativ große Rolle spielt auch bei Straßenaufbruch die direkte Verwertung durch die öffentliche Hand (1,59 Mio. t) und die übertägige Verwertung im Bergbau (1,56 Mio. t), während nur 0,5 Mio. t Straßenaufbruch deponiert wurden. (s. Anlage 4)

Baustellenabfälle lagen mit ihrem Aufkommen von rund 6,45 Mio. t erheblich unter früher ermittelten Werten zwischen 10 und 14 Mio. t. Dies deckt sich mit der Erkenntnis, daß immer mehr eine Trennung zwischen Bauschutt und Baustellenabfällen schon an der Baustelle durch Gestellung stoffspezifischer Container, d. h. eine Vorsortierung an der Baustelle, vorgenommen wird. Über 54 % der Baustellenabfälle gingen in Anlagen zur Aufbereitung und Verwertung, in denen die Wertstoffe wie Metall, Kabel usw. aussortiert und die Reststoffe zur Ablagerung bzw. energetischen Verwertung weitergeleitet wurden. (s. Anlage 5)

Bodenaushub wurde in einer Menge von 136,8 Mio. t erfaßt. Erwartungsgemäß wurde der überwiegende Teil des Bodenaushubes übertägig im Bergbau verwertet (rund 60 Mio. t oder 43,9 %). Ein weiterer erheblicher Anteil entfällt auf die direkte Verwertung durch die öffentliche Hand (41,04 Mio. t entsprechend 30 %). Immerhin 21,86 Mio. t wurden deponiert (16 %) und nur 13,34 Mio. t recycelt, d. h. im wesentlichen das Aussortieren gröberer Steine und Felsen aus dem Bodenaushub (9,8 %). Unbedeutend auch hier die Kompostierung und die sonstigen Behandlungsanlagen mit 0,38 Mio. t. (s. Anlage 6)

7.3.2 Output an Recycling-Baustoffen

Die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes zu den Outputmengen an erzeugten Stoffen summieren sich auf rund 58 Mio. t. Dabei ist berücksichtigt, daß die recycelten Straßenaufbruchmengen vor allem zur Herstellung von Heißmischgut in Asphaltmischwerken weiterverwendet wird. Betonrezyklat stellt mit 30,5 Mio. t den größten Teil der Outputmengen an Recycling-Baustoffen, gefolgt von Ziegelrezyklat und Rezyklat aus Sand und Kies. Es ist davon auszugehen, daß die rund 13,9 Mio. t

Straßenaufbruch zuzüglich direkt an Asphaltanlagen angelieferte Altasphaltmengen zu rund 80 % im Asphalt gebunden und zu rund 20 % ungebunden im Straßenbau wiederverwendet werden. (s. Anlage 7)

Zu den insgesamt statistisch erfaßten 17,5 Mio. t Straßenaufbruch kommen noch diejenigen Mengen an Straßenaufbruch, die durch Straßenfräsen direkt abgefräst und in situ wiederverwendet werden.

In der politischen Diskussion zur Rohstoffsicherung wird die Frage aufgeworfen, inwieweit Recycling-Baustoffe natürliche Baustoffe wie Kies, Sand und gebrochene Natursteine als Baumaterial ersetzen können. Schmidt[24] hat aufgrund von Untersuchungen und selbst durchgeführten Befragungen eine Abschätzung vorgenommen, wie sich eine mehr oder weniger aufwendige Aufbereitung auf den Stoffstrom in der Anlage selbst und auf die Qualität der entstehenden RC-Baustoffe auswirken kann.

Dabei hat er zum einen eine mobile Anlage mit einem Brecher und Vorabsiebung, aber ohne weitere Klassierung und zum anderen eine stationäre Anlage mit zusätzlicher Klassiereinrichtung untersucht. In der mobilen Anlage ohne Klassierung werden danach von 100% 30 bis 50 % Vorsiebmaterial 0/25 bis 0/60 ausgeschieden. Dieser Anteil wird bei Abbruchmaterial aus dem Hochbau in erster Linie als Erdersatz für Verfüllungen und ähnliche Anwendungen verwendet. Wenn dieser Anteil zu hohe Mengen an löslichen Spurenelementen und Salzen enthält, muß er aber unter Umständen auch deponiert werden. 50 bis 70 % der aufgegebenen Menge, die im Brecher zerkleinert wird, enthält bei Bauschutt aus dem Hochbau ohne weitere Klassierung den gesamten feinen Anteil an zerkleinerten Wandbaustoffen, Putz und Mörtel. Er erfüllt überwiegend die bautechnischen Anforderungen der einschlägigen Regelwerke für die Verwendung von RC-Baustoffen im klassifizierten Straßenbau oder für Betonzuschlag nicht. Er wird daher zumeist für Planumauffüllungen, Grabenverfüllungen, Lärmschutzwälle und z. B. für die Befestigung von Wegen und Flächen im nicht klassifizierten Straßenbau verwendet.

Eine schematische Darstellung des Stoffstroms in der mobilen Anlage ohne Klassierung ist als Anlage 9 beigefügt.

In der Anlage mit Klassierung können dagegen rund 30 bis 60 % der aufgegebenen Mengen Feinstkorn – sandfrei und auch weitestgehend frei von nichtfesten Bestandteilen aufbereitet werden. Dadurch verbessert sich zum einen die Zuordnung nach LAGA, zum anderen werden mit größerer Wahrscheinlichkeit die einschlägigen baustofftechnischen Güteanforderungen erfüllt, die für qualifizierte Anwendungen vorgegeben sind. Etwa 20 bis 40 % der aufgegebenen Mengen fallen in Anlagen mit Klassierung als Brechsand 0/5 mm an. Dieser wird häufig als Pflastersand und anteilig auch in hochwertigen, güteüberwachten RC-Baustoffen für den Straßenbau verwertet. Ein teilweiser Ersatz des Natursandes durch geeigneten rezyklierten Brechsand ist auch bei Betonzuschlag zulässig. Ein entsprechendes Schema für den Stoffluß in eine Anlage mit Klassierung ist als weitere Anlage beigefügt.

---

[24] Schmidt, M., Technische, ökologische und wirtschaftliche Einflüsse auf die derzeitigen und zukünftigen Mengen an rezyklierten Baustoffen, Frankfurt 1999.

Im Einzelfall können je nach Ausgangsmaterial, Aufbereitungstechnik und nach abfallrechtlichen Gesichtspunkten durchaus auch andere qualitative Zuordnungen angemessen sein.

Schmidt kommt aufgrund seiner qualitativen Untersuchung zu dem Ergebnis, daß von der gesamten produzierten Menge an RC-Baustoffen aus qualitativen Gründen derzeit nur zwischen rund 64 und rund 78 % als Ersatz für produzierte primäre Rohstoffe wie Kies, Sand und gebrochene Natursteine in Frage kommen.

Seine qualitativen Abschätzungen stimmen bemerkenswert gut mit den aus der Umweltstatistik hergeleiteten Daten zur Verwendung von RC-Baustoffen überein.

7.4 Direktverwertung im Tiefbau

Wie die oben genannten Zahlen zeigen, spielt die direkte Verwertung durch die öffentliche Hand im Tiefbau insbesondere bei Bodenaushub und Straßenaufbruch eine erhebliche Rolle.

7.5 Exporte/Importe

Aufgrund der Transportkostenempfindlichkeit von Bauabfällen spielen die Exporte/ Importe sowohl von Bauabfällen als auch von Recycling-Baustoffen eine vernachlässigbare Rolle. Sie sind lediglich im Bereich Nordrhein-Westfalen/Niederlande und im Salzburger Raum zwischen Österreich und Bayern bekannt.

8 Mengen und Verwertungspotential von deponiertem Bauschutt und Straßenaufbruch in 1996

Die Deponierung von Bauschutt, Straßenaufbruch und Bodenaushub betrug 1996 beim Bauschutt rund 7,4 Mio. t, beim Straßenaufbruch 0,5 Mio. t, bei Baustellenabfällen 2,91 Mio. t und beim Bodenaushub 21,9 Mio. t.

Insgesamt stellt die derzeit deponierte Menge noch ein erhebliches Potential zur Steigerung des Baustoff-Recyclings dar. Ebenfalls bedeutsam ist die übertägige Verwertung im Bergbau und die direkte Verwertung durch die öffentliche Hand, die allein beim Bauschutt nochmals über 6 Mio. t beträgt.

Zur Abschätzung der Erfassungsquote an deponierten Baurestmassen haben wir verschiedene Abfallbilanzen von Kreisen untersucht und die Ergebnisse mit den Werten der amtlichen Statistik verglichen.

Während sich für Deutschland ein Wert von ca. 0,14 t/Einwohner (mit Ausnahme von Bodenaushub) ergibt, liegen in einzelnen Kreisen erheblich unterschiedliche Zahlen vor. So weist beispielsweise der Kreis Mettmann für das Jahr 1996 eine Deponie-

menge je Einwohner von 0,28 t auf, der Kreis Neuss von 0,22 t, der Kreis Kleve von 0,05 t und der Kreis Wesel 0,08 t je Einwohner. Auch bei diesen Zahlen ist die Deponierung von Bodenaushub nicht berücksichtigt.

Nach diesen Stichproben schwanken die Pro-Kopf-deponierten Mengen an Bauschutt, Baustellenabfällen und Straßenaufbruch regional sehr stark zwischen 0,05 und 0,28 t je Einwohner.

Eine weitere interessante Relation ist der Vergleich der Zahl der abgerissenen Wohnungen im Verhältnis zu den neu erstellten Wohnungen. Während die Zahl der abgängigen Wohnungen 1996 bei insgesamt 18.129 Wohnungen lag, lag die Zahl der fertiggestellten Wohnung in Deutschland bei 590.322. Der Anteil der abgerissenen Wohnungen an den neu erstellten lag damit nur bei 3,07 %.

Diese Zahlen machen deutlich, daß nach wie vor der mineralische Zufluß in den Baubestand um fast das 10fache größer ist als der Abfluß durch Abbruch aus dem Hoch- und Tiefbau.

9 Erfahrungen aus Nachbarländern

9.1 Niederlande

Die Niederlande dürften nach Erkenntnissen der EU[25] 1998 rund 10 Mio. t Recycling-Baustoffe hergestellt haben. Im Verhältnis zur Gesamtzahl der verwendeten mineralischen Baurohstoffe von rund 59 Mio. t liegt damit das Recycling in den Niederlanden auf einem vergleichsweise hohem Niveau von knapp 15 %. Ausschlaggebend war dafür die Einfuhr eines Schüttverbotes im Jahre 1997. Dies hat dazu geführt, daß das Sortieren von gemischten Containern in den Niederlanden deutlich an Bedeutung gewonnen hat. Ungefähr 3 Mio. t an gemischten Bauschutt wird jährlich auf niederländischen Baustellen frei. Die Recyclingbetriebe in den Niederlanden haben sich auch auf das Sortieren von Betriebsabfallstoffen spezialisiert. Sowohl vom gemischten Bauschutt als auch vom Baustellenabfall gehen ca. 20 % als Schüttrückstand zur Müllkippe und 5 % zu den Abfallverbrennungsanlagen. Der aussortierte Bauschutt wird direkt zu den Schuttbrechern gefahren, welche diesen zu sekundären Baustoffen für den Straßenbau und die Betonindustrie verarbeiten.

Seit 1997 besteht in den Niederlanden eine Abgabe hinsichtlich des Schüttens von Bauabfällen. Diese betrug 1997 30 holländische Gulden pro Tonne, 1998 65 Gulden pro Tonne und wird im Jahre 2000 auf 165 Gulden pro Tonne erhöht.

Damit die Auftraggeber und Abnehmer die Garantie haben, daß auf eine hochwertige Art und Weise mit der Absicht der möglichst häufigen Wiederverwendung recycelt wird, vergibt der holländische Branchenverband das Prozeßzertifikat „Certiva" und das Produktzertifikat KOMO-keur.

---

[25] Final Report, Febuary 1999, Report by Symonds in association with Argus, COWI and PRC Bouwcentrum

Darüber hinaus betreibt der Branchenverband Öffentlichkeitsarbeit dafür, die Behörden davon zu überzeugen, daß Recycling-Baustoffe einen vollwertigen Produktstatus verdienen. Für die Zukunft erwarten die niederländischen Baustoffrecycler zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten als Zuschlagstoff für Beton. Die Behörden streben eine Anwendung von 20 % Recycling-Granulat in Beton an. Planungen des Verkehrsministeriums, in den nächsten zehn Jahren etwa 40 Mio. t Beton- und Mauersand durch Recycling-Baustoffe zu ersetzen, stellen neue interessante Herausforderungen, Siebsand aus Sortieranlagen und Schuttbrechern auf dem Markt anzubieten. Die niederländische Recycling-Baustoff-Wirtschaft ist sich sicher, durch das weitere Professionalisieren zu zertifizierten Produkten aus Zeitströmen und zu zertifizierten sekundären Rohstoffen Schritt mit der Entwicklung zu halten.

9.2 Dänemark

Nach den Erkenntnissen der Europäischen Kommission[26] wurden in Dänemark 1996 nur 10 % der Baurestmassen deponiert. Aufgrund des dänischen Umweltschutzgesetzes wird zur Deponierung von Bauschutt eine Lizenz der zuständigen Behörden benötigt. Darüber hinaus hat Dänemark eine Steuer auf Deponien bereits seit 1987 eingeführt. Seit Januar 1997 beträgt die Steuer auf Deponien zwischen 28 und 45 ECU/t. Dies hat in Verbindung mit anderen legislativen und planerischen Maßnahmen zu einer Reduzierung der Deponierung von Baurestmassen auf ein Minimum geführt.

Die Recyclingquote für Baurestmassen, die 1993 auf 60 % festgesetzt wurde, ist 1996 auf 85 % angehoben worden. Dieses Ziel wurde noch im selben Jahr erreicht. Darüber hinaus setzen lokale Behörden in ihren eigenen Abfallplänen eigene Ziele, die im wesentlichen den nationalen Zielen folgen.

1996 wurde zwischen dem Verband der Abbruchunternehmer und dem Umweltministerium Dänemarks eine freiwillige Vereinbarung zum selektiven Rückbau unterzeichnet.

Darüber hinaus bieten die technischen Universitäten und Ingenieurschulen Kurse zum Abfall-Management einschließlich des Sammelns und Behandelns von Baurestmassen an. Das Dänische Zentrum für Abfallreduzierung und Recycling veröffentlicht jährlich einen Status-Report zum Stand des Recyclings von Baurestmassen.

Daneben besteht in Dänemark ein Markt für den Austausch von Baurestmassen. Häufig werden nutzbare Abbruchmaterialien von Steinbrüchen oder anderen privaten Nutzern angekauft und hochwertig verwertet.

Ferner hat die Dänische Gesellschaft der Tiefbauingenieure eine Norm für die Anwendung von Betonsplitt und Mauerwerk als Zuschlagmaterial in neuem Beton erstellt. Außerdem bestehen Vorschriften zur Nutzung von Betonsplitt, Asphalt und Mauerwerk im Straßenbau.

---

[26] Final Report, Febuary 1999, Report by Symonds in association with Argus, COWI and PRC Bouwcentrum

Zudem schreibt die dänische Baugesetzgebung eine Erlaubnis der örtlichen Behörde vor, bevor irgendein Gebäude abgebrochen werden darf. Insgesamt haben die dänischen Maßnahmen aus Gesetzgebung, Besteuerung, nationaler und örtlicher Planung erfolgreich zu einer Reduzierung der deponierten Baurestmassen auf ein Minimum beigetragen.

9.3 Österreich

Nach den Erkenntnissen des österreichischen Baustoff-Recycling-Verbandes fielen in Österreich 1998 6,4 Mio. t Baurestmassen an, von denen ca. 3,2 Mio. t recycelt wurden. Dies entspricht einer Recyclingquote von 50 %. Engpaß bei den Betrieben ist das begrenzte Aufkommen an Restmassen. Die ca. 160 in Österreich bestehenden Baustoff-Recycling-Anlagen haben eine Kapazität von ca. 5,5 Mio. t. Dies bedeutet, daß rund 85 % der gesamten anfallenden Restmassen rezykliert werden könnten.

Mitte 1998 wurde in Zusammenarbeit mit der Bundeshauptstadt Wien sowie mehreren Landesregierungen eine „Recycling-Börse-Bau" im Internet eingeführt, die unter

„http://www.recycling.or.at"

die Möglichkeit bietet,

- Recycling-Baustoffe,
- mineralischen Bauschutt,
- Bodenaushub,
- Humus und Kompost

mit Angaben zur Bezugsquelle und Hinweisen zum Material binnen weniger Minuten allen Interessierten zur Verfügung zu stellen. Durch verschiedene Suchalgorithmen lassen sich auf einfache Weise regionale Gesichtspunkte abklären. Damit kann der wichtige logistische Aspekt möglichst geringer Transportentfernungen sehr gut berücksichtigt werden.

Gefördert wird der Recycling-Gedanke auch durch das „Altlastensanierungsbeitragsgesetz" und die „Deponieverordnung" sowie die am 1. Juli 1999 in Kraft getretene „Festsetzungsverordnung". Letztere regelt, unter welchen Voraussetzungen Restmassen aus ihrer Verdachtskategorie unterstuft werden können.

10 Schlußfolgerungen

In seiner Selbstverpflichtung hat sich die ARGE KWTB verpflichtet, die noch deponierte Menge an verwertbaren Baurestmassen bis 2005 auf die Hälfte zu reduzieren. Ausgegangen war das Bundesumweltministerium für das Jahr 1995 von einer Menge von 31 Mio. t verwerteten Baurestmassen und 54 Mio. t deponierten Baurestmassen, Konkret gesagt hätte unter diesen Annahmen die Verpflichtung bis 2005 gelautet, die deponierten Massen von 54 auf 27 Mio. t zu reduzieren und die verwerteten

Baurestmassen von 31 auf 58 Mio. t zu steigern. Mit 58,5 Mio. t recyclierten Baumassen 1996 kann die ARGE KWTB somit feststellen, daß das Ziel der Selbstverpflichtung schon 1996 erreicht worden ist. Deutschland gehört damit der Spitzengruppe der europäischen Länder bei der Wiederverwertung von Baureststoffen an. Damit diese Recyclingquote künftig nicht womöglich rückläufig oder die hochgesteckten, aber möglichen Ziele gar nicht erst erreicht werden können, bedarf es einer Reihe von Voraussetzungen. Unabdingbar notwendig ist, daß Recyclingbaustoffe als Produkte anerkannt werden. Dies führt zu einem Vorrang von Ressourcenschonung. Die öffentliche Hand, insbesondere für den Vollzug auf Länder- und kommunaler Ebene, und die Politik muß Recycling fördern und nicht behindern.

Dabei ist nicht dienlich eine Beschlußfassung der Konferenz der Umweltminister im Oktober 1999. Zitat: „Die Umweltministerinnen und –minister, –senatorinnen und –senatoren bitten darüber hinaus den BMU, zu prüfen, ob den Kommunen als öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern auch dadurch mehr Planungssicherheit gegeben werden kann, dass die von diesen zu übernehmenden Aufgaben konkreter gefasst werden.
Hierzu könnte es sich anbieten, die Aufgabenbeschreibung von der Abgrenzung Verwertung / Beseitigung abzukoppeln und ihnen statt dessen die Entsorgung aller Abfälle aus Haushaltungen sowie Gemische aus Beseitigungs- und Verwertungsabfällen aus dem Gewerbe zu übertragen." Dies läuft dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft zuwider.

11 Zusammenfassung und Ausblick

In Deutschland werden jährlich 700 bis 800 Mio. t mineralische Baustoffe verbraucht, der Bestand mineralischer Baurohstoffe im Bauwerksbestand des Hoch- und Tiefbaus beträgt rund 50 Mrd. t und wird bis 2010 auf über 60 Mrd. t anwachsen. Aufgrund der Altersstruktur des Gebäude- und Infrastrukturbestandes wird die jährliche mineralische Bauabfallmenge (ohne Bodenaushub) bis 2010 von derzeitig rund 80 Mio. t auf ca. 100 bis 130 Mio. ansteigen. Schon 1996 wurden bereits entgegen bisherigen Schätzungen etwa **70** % der anfallenden mineralischen Baurestmassen recycelt.

Bei einer gleichbleibenden Recyclingquote ließe sich damit bis 2010 die Recycling-Baustoff-Produktion auf etwa 90 Mio. t steigern. Eine Erhöhung der Recyclingquote über 70 % erscheint unwahrscheinlich, weil in den kommenden zehn Jahren auch Baubestände abgebrochen werden, die in den Kriegs- und Nachkriegsjahren mit minderwertigen Materialien oder problematischen Einsatzstoffen(z. B. Asbestzement) gebaut worden sind. Auch werden Gebäude mit Leichtbaustoffen(z. B. Porenbeton, porosierte Ziegel) und Gebäude mit Verbundbaustoffen(z.B. Wärmedämm-Verbundsystemen) im nächsten Jahrzehnt abgerissen werden, deren Verwertbarkeit schwieriger als die der massiven Gebäude ist.
Voraussetzung für eine Steigerung der Baustoff-Recycling-Mengen ist allerdings auch, daß die Recycling-Baustoff-Industrie durch Eigen- und Fremdüberwachung qualitativ hochwertige Erzeugnisse herstellt und daß der Staat Rahmenbedingungen vorgibt, ohne durch überzogene Anforderungen die Verwertungsmöglichkeiten einzuschränken.

Der Kreislaufwirtschaftsträger Bau strebt zusätzliche Gespräche auch mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen an. Um den gegenwärtigen Stand zu erhalten und nicht zu gefährden, ist ein klares Bekenntnis der Politik zum Vorrang der Ressourcenschonung notwendig. Die öffentliche Hand übt bei ihren Bauvorhaben eine Vorbildfunktion für die private Wirtschaft aus. Eine Anerkennung von Recyclingbaustoffen als Produkte ist für deren Akzeptanz im Markt unumgänglich. Die Schadlosigkeit der Verwertung muß einsatzbezogen definiert werden. Der KWTB wird sich darum bemühen, auch die Bauindustrie und die Baustoffindustrie in eine neue Rahmenvereinbarung einzubeziehen.
Angesichts der großen und zukünftig wachsenden Anteile von Betonsplitt in den mineralischen Baurestmassen lassen sich darüber hinaus bisher als untergeordnet eingesetzte Massen zukünftig höherwertiger aufbereiten. Auch lassen sich für Bauschuttrestmassen höherwertige Einsatzbereich zum Beispiel als Tragschichten für Sportplätze, Bodensubstrate, Zuschlag für Betonsteine und Pflasterbettungsmaterial erschließen. Die auf nur noch rund 6 Mio. t abgesunkene Menge von Baustellenabfällen läßt sich durch eine konsequente Sortierung der Stoffe weitestgehend wiederverwenden bzw. als Ersatzbrennstoff einsetzen.
Dennoch ist vorrangiges Ziel eine Minimierung des Anfalls von Baustellenabfällen durch vorgeschaltete Trennung auf den Baustellen in die Wertstofffraktionen.

Für die Abbruch-, Bau- und Recycling-Wirtschaft wird es darauf ankommen, innovative Abbruch- und Aufbereitungstechniken zu entwickeln, die einen möglichst hohen Verwertungsgrad für einen möglichst gleichwertigen Einsatzzweck im Sinne einer nachhaltigen Bauwirtschaft sicherstellt.

Prof. Frenz aus Aachen hat in einem Beitrag zu "Gemeinschaftsrechtliche Vorgaben für die Abgrenzung von Abfallverwertung und -beseitigung"[27] treffend festgestellt, das deutsche Abfallrecht steht an der Wegscheide, ob es durch eine entsprechend weite Konzeption in der Beseitigung ggf. gepaart mit einer zusätzlichen Aufwertung der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsverantwortung den Verantwortungsbereich der Wirtschaft für eine umweltverträgliche Entsorgung zurückschneidet oder diesen im Sinn einer eigenverantwortlichen Fortentwicklung und damit einhergehenden Innovationsoffenheit und Gestaltungsinitiative erhält. Die Vorgaben des gemeinschaftlichen Abfallrechts weisen in Übereinstimmung mit den primärrechtlichen Aussagen den 2. Weg.

12 Schrifttum

BMWi: Dokumentation Kreislaufwirtschaft – ein Leitfaden zur Privatisierung der Abfallwirtschaft und zur Einbeziehung Privater in die kommunale Abfallentsorgung

Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Wohnungswesen: Leitfaden zum nachhaltigen Bauen, November 1998

Bundestags-Drucksache 13/8406, 1997, Stellungnahme der Bundesregierung vom August 1997 zum Vollzug des neuen Abfallrechts in Deutschland

[27] Frenz, W., Gemeinschaftsrechtliche Vorgaben für die Abgrenzung von Abfallverwertung und -beseitigung in Natur und Recht, Heft 6/1999

Deutscher Bundestag (Hrsg.): Konzept Nachhaltigkeit: Fundamente für die Gesellschaft von morgen; Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltigen zukunftsverträglichen Entwicklung des 13. Deutschen Bundestages", 1997

Deutscher Stuckgewerbebund im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (Hrsg.): Merkblatt „Dünnlagenputze im Innenbereich", Berlin 1999

DIN Zerto DIN plus Zertifizierungsprogramm Porenprodukte nach DIN 4165 und DIN 4166, Fassung 02.12.1998, Berlin 1998

DIW: Langfristige Entwicklung des Verbrauchs wichtiger Steine-und-Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin, Mai 1999

Final Report, Febuary 1999, Report by Symonds in association with Argus, COWI and PRC Bouwcentrum

Fleckenstein, K., Hochstrate, K., Knoll, A.: Prognose der langfristigen nachfrage nach mineralischen Baurohstoffen als Grundlage für ein Rohstoffsicherungskonzept, Bonn 1997

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Verhütung von Frostschäden an Straßen, Köln 1991

Frenz, W.: Gemeinschaftsrechtliche Vorgaben für die Abgrenzung von Abfallverwertung und -beseitigung in Natur und Recht, Heft 6/1999

Gerhardt, H., Piatkowiak, N., Slaby, D., TU Bergakademie Freiberg: Plenarvortrag „Zur Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit festen mineralischen Rohstoffen, Berg- und Hüttenmannischer Tag 1996

Gesetz über Umweltstatistiken (Umweltstatistikgesetz – UStatG) vom 21. September 1994, Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1994, Teil I, Seite 2530 ff.

Görg, H.: Entwicklung eines Prognosemodells für Bauabfälle als Baustein von Stoffstrombetrachtungen zur Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Darmstadt 1997

Kohler, G.: Recyclingpraxis Baustoffe, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1. Auflage 1991 und 3. Auflage 1997

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz nebst untergesetzlichem Regelwerk, erläuterte Textausgabe, Bonn 1996

KWTB-Broschüre, Bonn 1998

Schmidtconsult: Technische, ökologische und Wirtschaftliche Einflüsse auf die derzeitigen und zukünftigen Mengen an rezyklierten Baustoffen, Frankfurt 1999

Steinbruch und Sandgrube, Heft 1, Voraussichtliche Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen bis zum Jahre 2040

Tatzl, R.: Situation und Zukunftsaspekte des Baustoff-Recyclings in Österreich, Beitrag anläßlich des Internationalen Baustoff-Recycling-Kongresses 1999 in Mayrhofen

Verein Deutscher Zementwerke e. V. – Forschungsinstitut der Zementindustrie: Tätigkeitsbericht 1993 bis 1996, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf 1997

World Watch Institute Report, Zur Lage der Welt 1999, Daten für das Überleben unseres Planeten

Zur Situation der Baustoff-Recycling-Branche in Österreich, Baustoff-Recycling BR Heft 11/1999, Seite 43

Prof. Dr. K. Robl
Vorsitzender des
Zentralverbandes des
Deutschen
Baugewerbes e. V.

H. Pfeffer
Vorsitzender des
Bundes Deutscher
Architekten e. V.

M. Assmann
Präsident des
Verbands Beratender
Ingenieure e. V.

H. Roller
Vorsitzender des
Deutschen
Abbruchverbands
e. V.

E. Klatt
Vorsitzender der
Bundesvereinigung
Recycling-Bau e. V.

Dr. G. Kohler
Vorsitzender des
Bundesverbandes der
Deutschen Recycling-
Baustoff-Industrie e. V.

R. Höcker
Vorsitzender der
Gütegemeinschaft
Recycling-Baustoffe
e. V.

Verfasserbeirat:

Dr. Olaf Aßbrock
Dr. Guntram Kohler
Gerhard Pahl
Ingo Schulz
Dr. Detlef Tommerdich

Berlin/Düsseldorf/Duisburg, den 20. März 2000

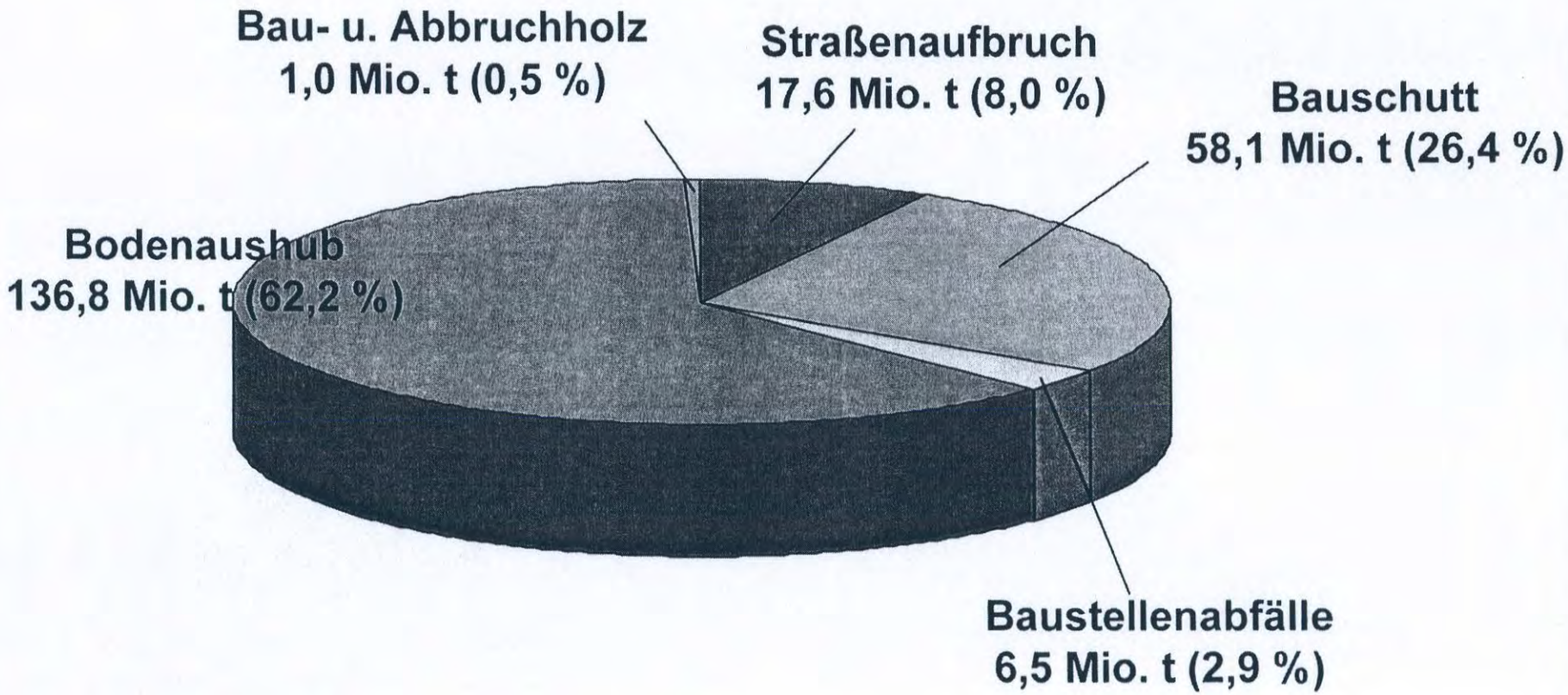
Statistisch erfasste Anfallmengen von Baurestmassen 1996

Baureststoffe 220,0 Mio. t (100%)				
Straßenaufbruch **17,6 Mio. t** **8,0%**	**Bauschutt** **58,1 Mio. t** **26,4%**	**Baustellenabfälle** **6,5 Mio. t** **2,9%**	**Bodenaushub** **136,8 Mio. t** **62,2%**	**Bau- und Abbruchholz** **1,0 Mio. t** **0,5%**
• Bituminöse oder hydraulisch gebundene Stoffe • teerhaltige oder teerbehaftete Substanzen • Pflaster und Randsteine • Sand, Kies, Schotter	• Erdreich • Beton • Fliesen • Ziegel • Kalksandsteine, Mörtel, Gips • Blähton • Steinwolle	• Kunststoff • Papier, Pappe • Metall • Kabel • Farben, Lacke • Kleister	• Mutterboden • Sand, Kies • Lehm, Ton • Steine, Fels	• Holz

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

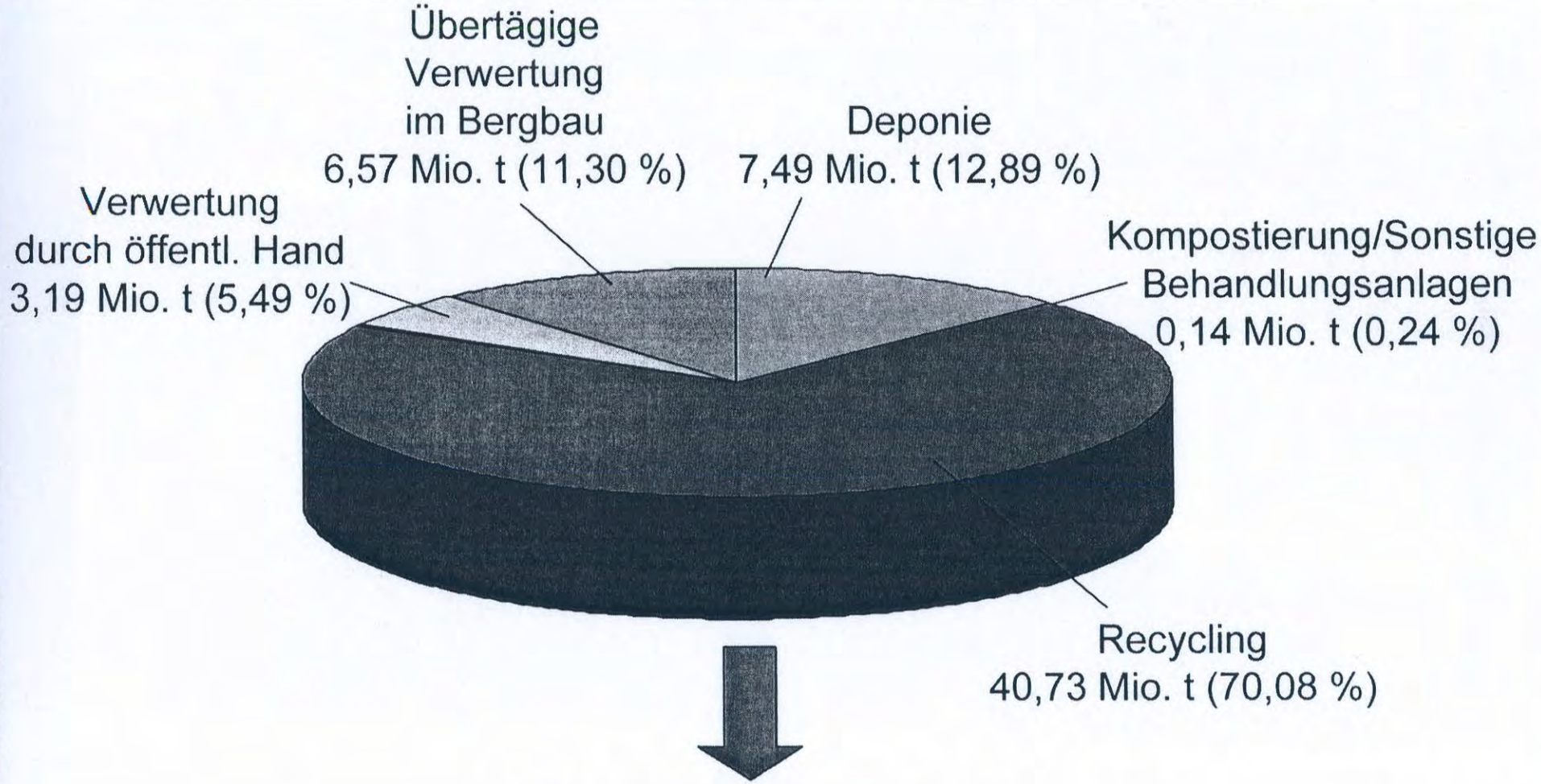
Anlage 1

Statistisch erfasste Mengen von Baurestmassen 1996
220,0 Mio. t (100%)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

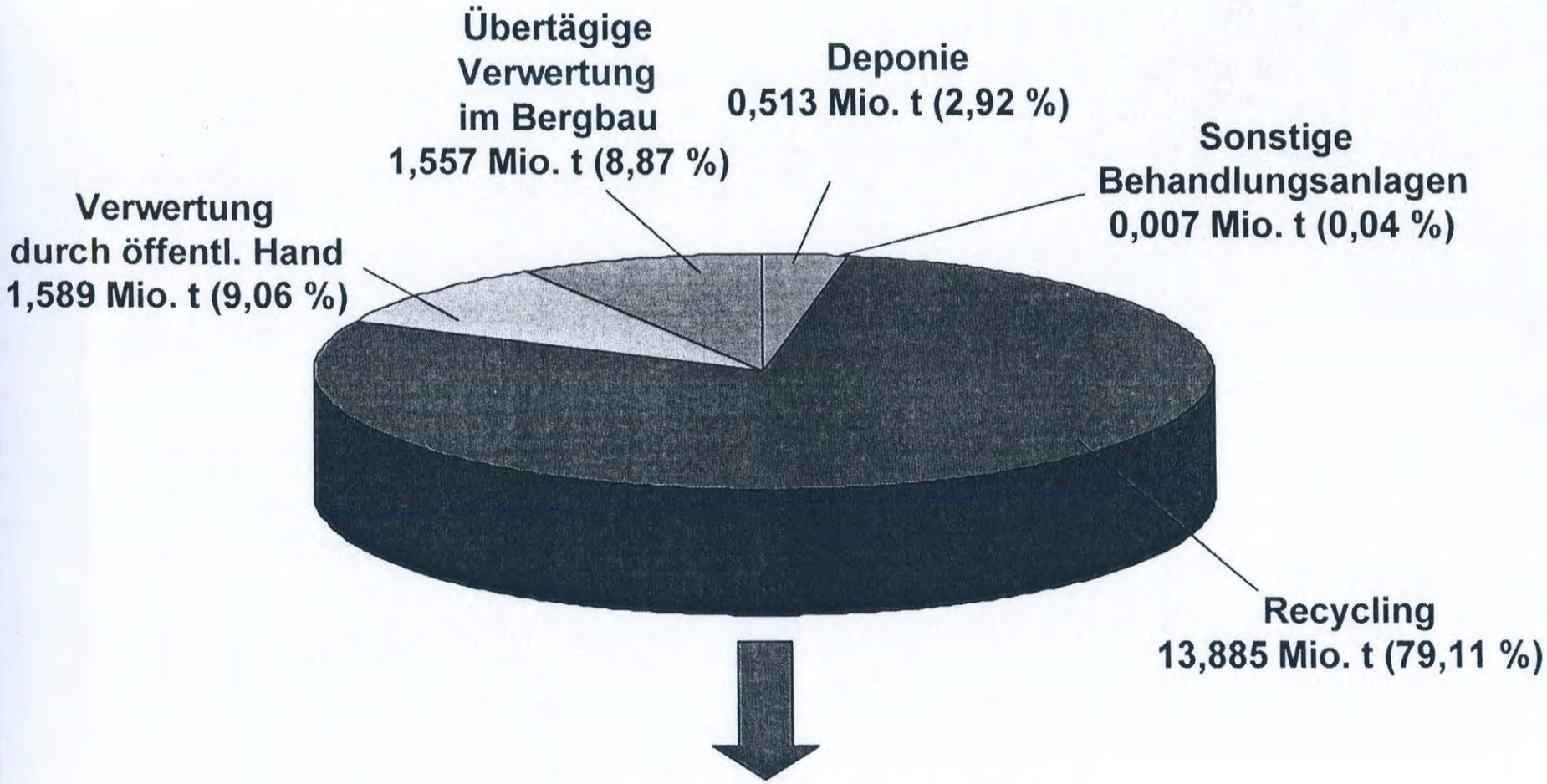
Verwertung und Beseitigung von Bauschutt 1996
58,12 Mio. t (100%)



RC-Quote 70,1 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

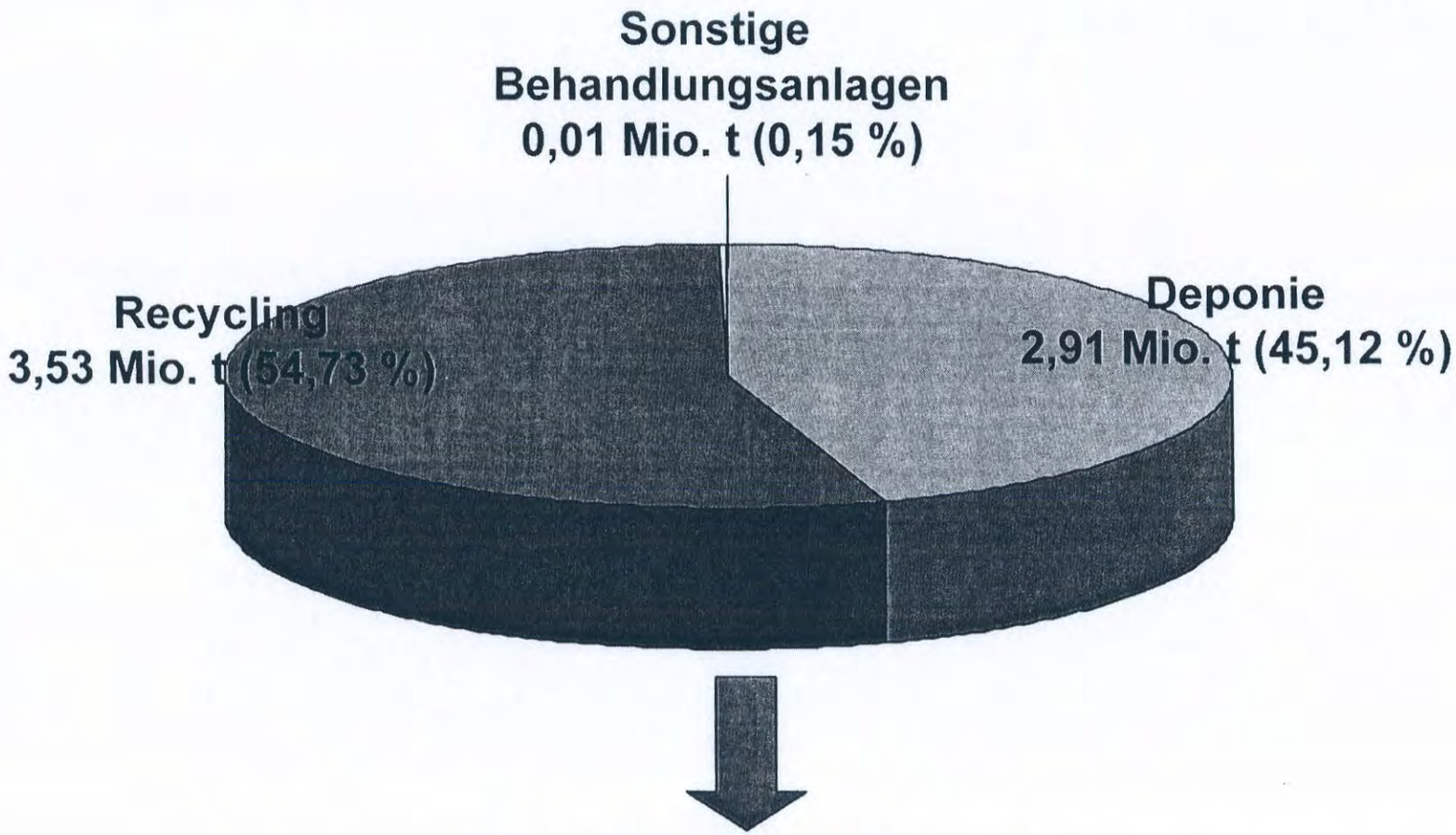
Verwertung und Beseitigung von Straßenaufbruch 1996
17,551 Mio. t (100%)



RC-Quote 79,1 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

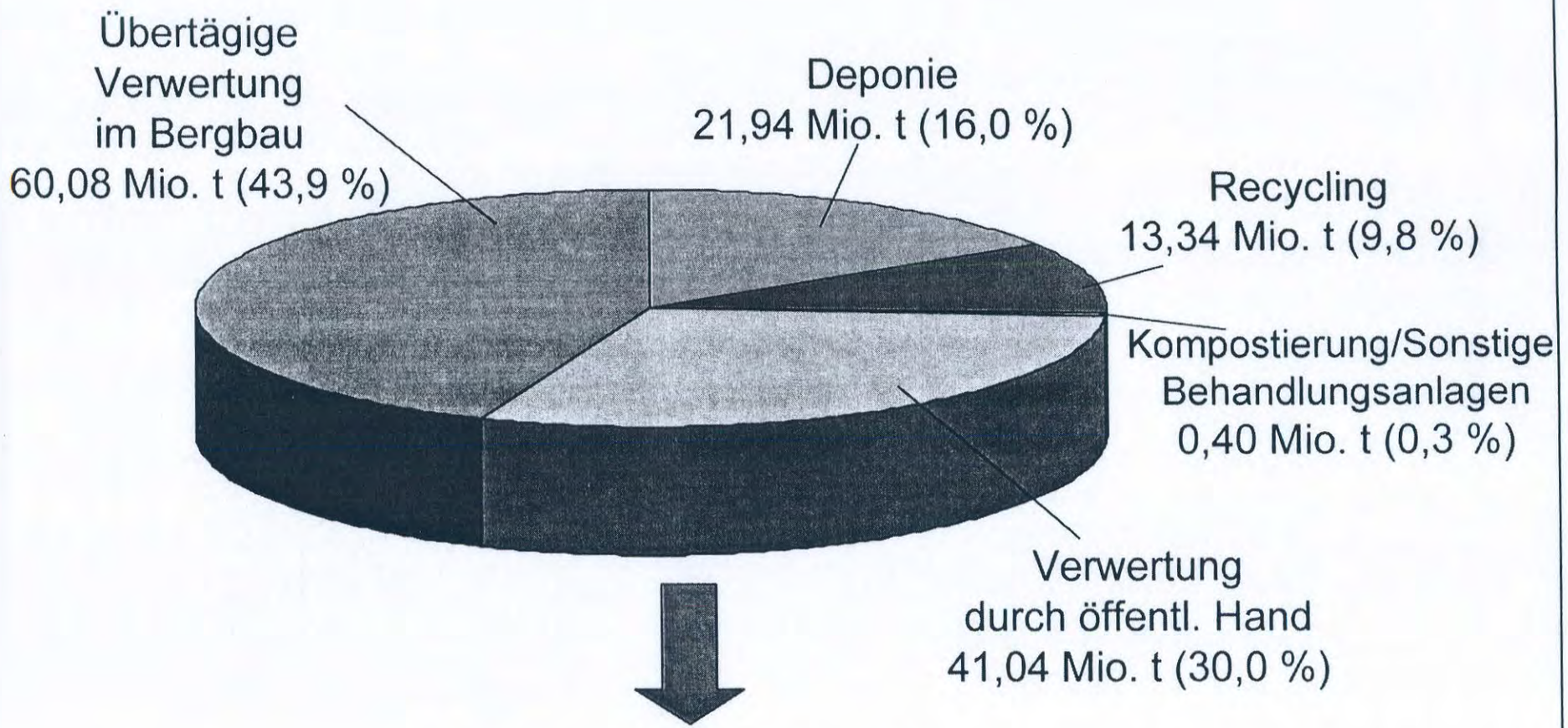
Verwertung und Beseitigung von Baustellenabfällen 1996
6,45 Mio. t (100%)



RC-Quote 54,7 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Verwertung und Beseitigung von Bodenaushub 1996
136,8 Mio. t (100%)

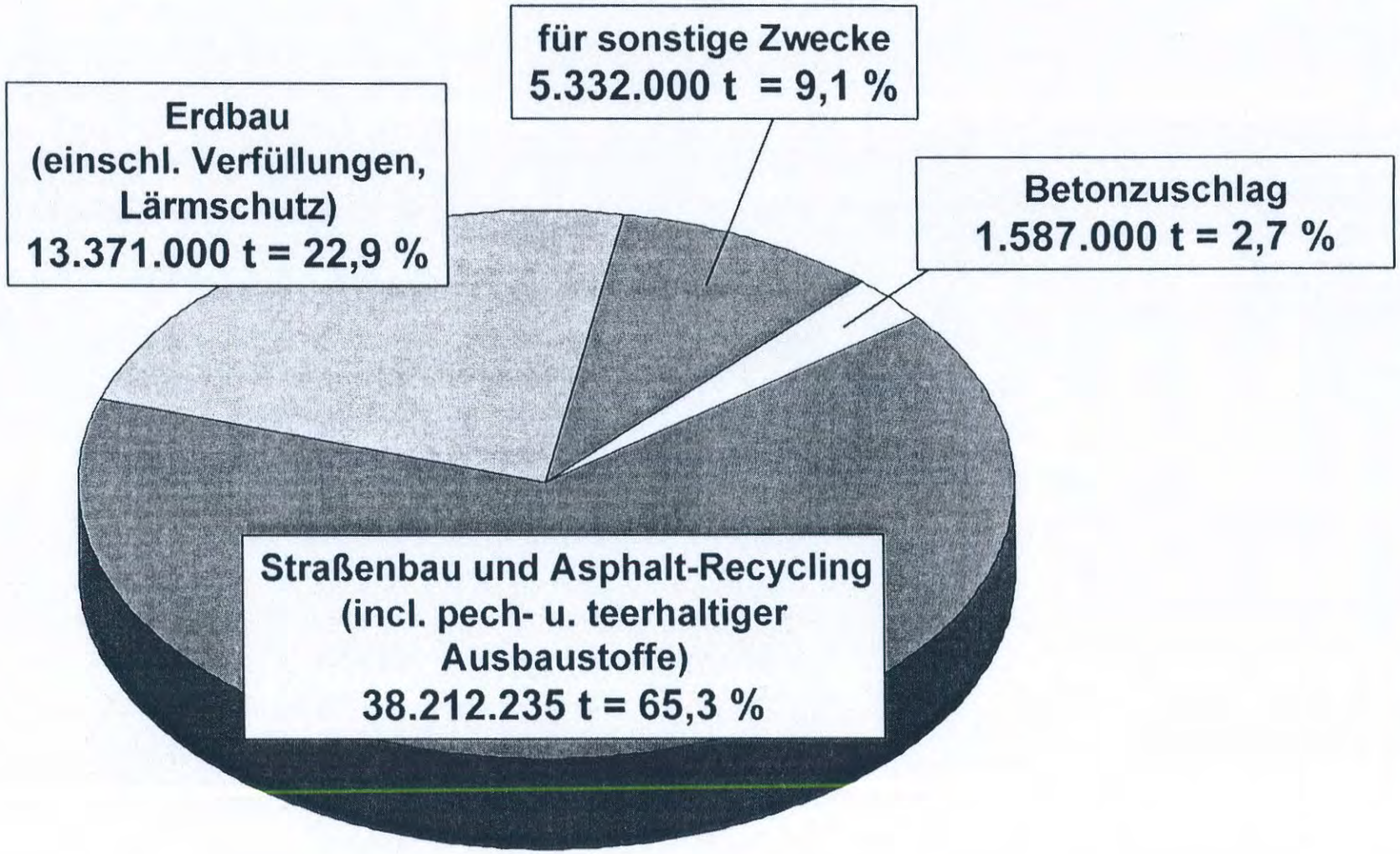


RC-Quote 9,8 %

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

RC-Baustoff-Verwendung 1996 Deutschland (ohne Bodenaushub)

gesamt: 58,5 Mio. t



Liefertypen

Entsprechend der stofflichen Zusammensetzung rezyklierter Gesteinskörnungen nach Tabelle 1 werden vier Liefertypen unterschieden:

Typ 1:
Betonsplitt/Betonbrechsand.

Typ 2:
Bauwerksplitt/Bauwerkbrechsand

Typ 3:
Mauerwerksplitt/Mauerwerkbrechsand

Typ 4:
Mischsplitt/Mischbrechsand

Tabelle: Stoffliche Zusammensetzung der Liefertypen

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Bestandteile</th><th colspan="4">Zusammensetzung [M.-%]</th></tr>
<tr><th>Typ 1</th><th>Typ 2</th><th>Typ 3</th><th>Typ 4</th></tr>
<tr><td colspan="2">Beton, Gesteinskörnungen nach DIN 4226-1</td><td>≥ 90</td><td>≥ 70</td><td>≤ 20</td><td rowspan="3">≥ 80</td></tr>
<tr><td colspan="2">Klinker, nicht porosierter Ziegel</td><td rowspan="2">≤ 10</td><td rowspan="2">≤ 30</td><td>≥ 80</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kalksandstein</td><td>≤ 5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Andere mineralische Bestandteile[1)]</td><td>≤ 2</td><td>≤ 3</td><td>≤ 5</td><td rowspan="3">≤ 20</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fremd-bestandteile</td><td>Asphalt</td><td>≤ 1</td><td>≤ 1</td><td>≤ 1</td></tr>
<tr><td>Mineralisch[2)]</td><td>≤ 2</td><td>≤ 2</td><td>≤ 2</td></tr>
<tr><td>Nicht mineralisch[3)]</td><td>≤ 0,5</td><td>≤ 0,5</td><td>≤ 0,5</td><td>≤ 1</td></tr>
</table>

[1)] Andere mineralische Bestandteile sind zum Beispiel:
Porosierter Ziegel, Leichtbeton, Porenbeton, haufwerkporiger Beton, Putz, Mörtel, poröse Schlacke, Bimsstein.
[2)] Mineralische Fremdbestandteile sind zum Beispiel:
Glas, Keramik, NE-Metallschlacke, Stückgips.
[3)] Nicht mineralische Fremdbestandteile sind zum Beispiel:
Gummi, Kunststoff, Metall, Holz, Pflanzenreste, Papier, sonstige Stoffe
Der Hersteller muß einen Plan mit den Prüfhäufigkeiten, unter Berücksichtigung der Mindestanforderungen in Tabellen A.1 und A.2 aufstellen.

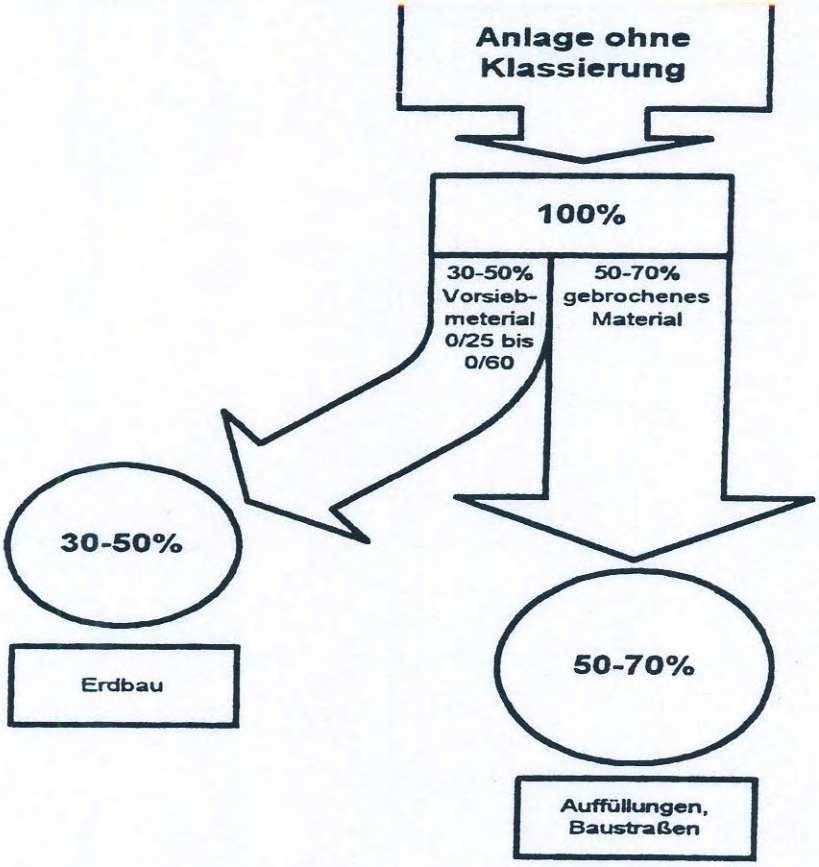


Bild: Stoffstrom in einer RC-Aufbereitungsanlage mit Vorabsiebung und Brecher, aber ohne Klassierung