

**Zeitschrift:** IABSE proceedings = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen  
**Band:** 10 (1986)  
**Heft:** P-95: Recyclage of demolition materials

**Artikel:** Wiederverwertung von Abbruchmaterialien  
**Autor:** Kuhne, Volker  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-39604>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

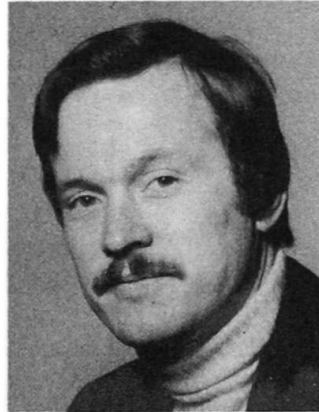
## Wiederverwertung von Abbruchmaterialien

### Recycling of demolition materials

### Recyclage des matériaux de démolition

#### **Volker KUHNE**

Prof. Dr.  
Universität Essen  
Essen, Bundesrep. Deutschland



Volker Kuhne, geboren 1940, diplomierte an der TU Karlsruhe 1977 und wurde 1972 an der TU Stuttgart zum Doktor promoviert. Seit 1976 ist er Professor für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der Gesamthochschule Essen.

#### **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Rohstoffvorräte der Erde stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung, sie nehmen vielmehr mit steigendem Verbrauch immer schneller ab. Im gesamten Baubereich kann daher Bauschutt-Recycling mithelfen, die noch vorhandenen Bodenschätze sparsamer als bisher zu bewirtschaften. In Abhängigkeit von der geforderten Qualität des Baustoffes sind unterschiedliche technische Lösungen für solche Wiederaufbereitungsanlagen möglich, wobei Fragen der Wirtschaftlichkeit die Auswahl eng begrenzen.

#### **SUMMARY**

The Earth's natural resources are not in unlimited supply and are being rapidly depleted as a result of our ever increasing demand for raw materials. Within the building industry as a whole, therefore, the recycling of waste building materials can help us exploit the existing resources more carefully than in the past. Depending on the required material quality various technical solutions for the recycling plants are available, whereby economic considerations narrow the choice considerably.

#### **RÉSUMÉ**

Les gisements de matières premières ne sont pas disponibles indéfiniment. Au contraire, ils diminuent de plus en plus rapidement étant donnée une consommation croissante. Dans le génie civil et la construction, le recyclage des matériaux de démolition peut contribuer actuellement à une économie des ressources minérales plus efficace que par le passé. En fonction de la qualité requise des matériaux de construction, il existe différentes solutions techniques pour les installations de recyclage; cependant, les questions de rentabilité limitent le choix.



## 1. VORRAT UND VERBRAUCH MINERALISCHER ROHSTOFFE

Wenn Rohstoffe, Energie oder andere Güter knapp und damit teuer werden, dann hat immer derjenige im Wettbewerb Vorteile, der im Rahmen seiner Produktion den Verbrauch der "teuren" Güter vermindert. Das kann z. B. durch eine Veränderung der Produktionsverfahren oder aber auch durch die Substitution der teuren Rohstoffe durch weniger teure geschehen.

Im gesamten Baubereich haben die mineralischen Rohstoffe eine überragende Bedeutung. Bis heute herrscht allerdings die Meinung vor, daß diese als nahezu unbeschränkt vorhandenes Naturgut angesehen werden können, und deshalb wird der Frage einer evtl. Substitution dieser Stoffe durch andere nur wenig Beachtung geschenkt. Führt man sich aber einmal vor Augen, welche Mengen dieses Materials jährlich verbraucht werden, dann wird schnell deutlich, daß auch deren Reserven einmal erschöpft sein müssen. In Bild 1 sind daher die Produktionsmengen der wichtigsten mineralischen Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1983 zusammengestellt. Da diese Zahlen des Statistischen Bundesamtes lediglich Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten (Abschneidegrenze) berücksichtigen, die Produkte der Steine- und Erdenindustrie aber überwiegend in Klein- und Mittelbetrieben gewonnen werden, wird hier im wesentlichen auf die Erhebungen der Verbände zurückgegriffen, die natürlich nicht den Charakter amtlicher Zahlen haben können.

Produkt	Menge in Mio t
Bausand, -kies und Kies für den Wegebau <sup>1</sup>	370
davon in Betrieben mit mehr als 10 Beschäftigten <sup>2</sup>	190,3
Natursteine für Wege-, Bahn- und Wasserbau ohne Kalksteine und Dolomit <sup>1</sup>	119,0
Kalksteine für die Zementherstellung <sup>1</sup>	41,0
Kalksteine und Dolomit außer zur Zement- und Branntkalkherstellung <sup>1</sup>	78,0
Hochofenstüchschlacke <sup>3</sup>	6,0
Hüttensand <sup>3</sup>	2,7

Quelle: <sup>1</sup>Industrieverband Steine und Erden e. V., Frankfurt  
<sup>2</sup>Statistisches Bundesamt, Wiesbaden  
<sup>3</sup>Fachverband Hochofenschlacke e. V., Düsseldorf

Bild 1 Produktionsmengen der wichtigsten mineralischen Rohstoffe im Jahr 1983 nach [1]

Weltweit gesehen steigt der Bedarf an Sand, Kies und Splitt nach einer Prognose des US-Bureau of Mines im letzten Quartal dieses Jahrhunderts um mehr als 150 % an (Bild 2).

Will man nun abschätzen, wie lange bei diesem steigenden Verbrauch die abbaufähigen Rohstoffe noch ausreichen, dann gibt darüber die semidynamische Lebensdauer Auskunft. Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sind diese Werte für einige der mineralischen Rohstoffe in Bild 3 zusammengestellt. Da diese Massengüter aber stets aufgrund der hohen Transportkosten regional verbraucht

Rohstoff	Weltbedarf in Mio t/a	
	1974	2000
Kalkstein	108	217
Sand und Kies	6295	15700
Splitt	4600	13400
Werkstein	34,5	44,4

Bild 2 Weltbedarf einiger mineralischer Rohstoffe bis zum Jahr 2000 nach [2]

Rohstoff	Semidynamische Lebensdauer in Jahren
Bausand und Kies	5 bis 200
Dolomit	ca. 30
Quarzit	ca. 30
Quarzsand	ca. 50
Zementkalk	100 bis 150

Bild 3 Semidynamische Lebensdauer einiger oberflächennaher mineralischer Rohstoffe, auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, Stand 1979 nach [2]

werden, schwankt der Wert der semidynamischen Lebensdauer regional ebenso stark. So kann man feststellen, daß die Lebensdauer für Sand und Kies im nord-westlichen Niedersachsen, in den Gebieten um Hamburg, Bremen und Frankfurt heute bereits bei weniger als 10 Jahren liegen.

## 2. DAS ABFALLAUFKOMMEN UND SEINE BESEITIGUNG

Das Statistische Bundesamt erhebt in Zusammenarbeit mit den Statistischen Landesämtern seit der Verabschiedung des Umweltstatistikgesetzes vom 15. August 1974 die anfallenden Mengen an Bauschutt, Bodenaushub und Straßenaufbruch. Die erste Erhebung erfolgte 1975; weitere folgten in den Jahren 1977, 1980 und 1982.

Im Jahre 1980 fielen im "Produzierenden Gewerbe und in anderen Bereichen" insgesamt 141,2 Mio t Bodenaushub-, Bauschutt- und Straßenaufbruchmaterial an. Da die differenzierte Angabe der jeweiligen Teilmengen nur für den Bereich des Baugewerbes in der Statistik ausgewiesen werden, werden die Werte für die Gesamtmenge hochgerechnet (Bild 4). Von dieser Gesamtmenge wurden etwa 2 % weiterverarbeitet, etwa 53 % in Deponien abgelagert und die restlichen 45 % auf sonstige Arten beseitigt (Dammschüttungen etc.).

Abfallart	Baugewerbe in Mio t <sup>1</sup>	Anteil in %	Produzierendes Gewerbe	
			in Mio t <sup>2</sup>	in t/E <sup>3</sup>
Bodenaushub B	99,3	78,8	111,3	1,81
Bauschutt Ba	14,4	11,4	16,1	0,26
Straßenaufbruch St	12,2	9,7	13,7	0,22
Mischgruppen B/Ba/St	0,1	0,1	0,1	-
Abfallhauptgruppe B/Ba/St	126,0	100,0	141,2	2,29

<sup>1</sup>Angaben des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden

<sup>2</sup>Hochgerechnete Verteilung der Abfallarten

<sup>3</sup>61,6 Mio Einwohner (1980)

Bild 4 Hauptabfallgruppe Bodenaushub/Bauschutt/  
Straßenaufbruch nach Abfallarten 1980 [1]



Vergleicht man die Zahlen der einzelnen Erhebungen (Bild 5), so wird deutlich, daß in den Jahren zwischen 1975 und 1980 eine Steigerung im Bereich der Abfallhauptgruppe um nahezu 100 % zu verzeichnen ist, während für 1982 ein Rückgang festzustellen ist.

Abfallgruppe	Menge in	1975	1977	1980	1982 <sup>1</sup>
		Bevölkerung in Mio. Einwohner			
		61,8	61,4	61,6	61,6
Produzierendes Gewerbe und andere Bereiche	Mio t	119,0	159,9	203,6	- <sup>2</sup>
	t/E	1,93	2,60	3,31	-
davon: Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch	Mio t	72,1	98,7	141,2	125,8
	t/E	1,17	1,61	2,29	2,04
davon <sup>3</sup> Bodenaushub	Mio t	- <sup>4</sup>	-	111,3	99,2
	t/E	-	-	1,81	1,61
Bauschutt	Mio t	-	-	16,1	14,3
	t/E	-	-	0,26	0,23
Straßenaufbruch	Mio t	-	-	13,7	12,2
	t/E	-	-	0,22	0,20

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

<sup>1</sup> vorläufige Ergebnisse

<sup>2</sup> z. Zt. nicht bekannt

<sup>3</sup> entsprechend Hochrechnung (Faktor 1980:1,12, Faktor 1982:1,11)

<sup>4</sup> Differenzierung nach Abfallarten erst seit 1980

**Bild 5** Abfallmenge und spezifische Abfallvorkommen  
der Bundesrepublik 1

Untersuchungen über die zukünftige Mengenentwicklung der hier betrachteten Abfallgruppen kommen zu den unterschiedlichsten Ergebnissen. Während Osebold in [3] einen Wert zwischen 69 und 96 Mill t für die Zukunft prognostiziert und der Europäische Abbruchverband für die Bundesrepublik Deutschland 100 Mill t Betonschutt für das Jahr 2010 vorhersagt, scheint heute eine etwas nach unten korrigierte Voraussage aufgrund der allgemeinwirtschaftlichen Entwicklung angebracht. Zweifelsohne wird ein gewisser Zusammenhang zwischen dem künftigen Bauvolumen und dem Anfall an Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch nicht zu leugnen sein. Da die Prognose für die künftige Entwicklung auf dem Baumarkt aber nicht mehr von der Euphorie vorheriger Jahre getragen werden, müssen die für den Abbruch geschätzten Werte dieser neuen Sicht angepaßt werden.

Eine etwas andere Entwicklung zeichnet sich auf dem Gebiet des Recycling ab. Wie schon gezeigt wurde, sind 1980 etwa 53 % des anfallenden Materials in Deponien abgelagert worden. Entsprechend den Vorstellungen des Abfallwirtschaftsprogramms 75 der Bundesregierung, in dem die Reduzierung und Zentralisierung der Abfallbeseitigungsanlagen angestrebt wird, ist die Zahl dieser Anlagen von etwa 50.000 im Jahre 1970 auf nur noch 8720 im Jahre 1980 zurückgegangen. Diese Zentralisierung der Deponien und ihre Verlagerung in Bereiche außerhalb der Ballungsräume führt zu ständig steigenden Kosten für die Abfallbeseitigung. Somit rücken die Möglichkeiten des Recyclings und der Wiederverwertung des dabei gewonnenen Materials stärker in den Vordergrund und es steht zu erwarten, daß der Prozentsatz des aufbereiteten Materials in Zukunft überproportional ansteigen wird.

Im Rahmen der weiteren Betrachtungen soll die Frage des Recycling auf das Ausgangsmaterial "Bauschutt" eingeschränkt werden, da die dazu notwendigen Prozesse sich von den Verfahren der Wiederverwendung von bituminösen Straßenaufbruchmaterial grundlegend unterscheiden.

Bisherige Untersuchungen sind überwiegend davon ausgegangen, daß für die Wiederaufbereitung doch weitgehend homogenes Material, nämlich Beton, zur Verfügung steht [4], [5]. Die Ausgangssituation wird also, wenn es um höherwertige Weiterverwendung geht, meist so dargestellt, als ob mühelos reiner Betonschutt zur Aufbereitung herangezogen werden kann. Das mag seine Ursache in den ersten Versuchen in den USA haben, bei denen der Aufbruch von Betonstraßen als Ausgangsprodukt herangezogen wurde [6], [7]. Da in der Bundesrepublik Deutschland aber kaum vergleichbare Mengen von Abbruchmaterial anfallen werden, die ausschließlich aus Beton bestehen, ist dieser Ansatz für die hiesigen Verhältnisse sicher nicht brauchbar.

Das Ausgangsmaterial, das bei uns in größeren Mengen anfällt, wird also ein Bauschutt sein, der zu sehr unterschiedlichen Anteilen und in den unterschiedlichsten Zusammensetzungen aus den in Bild 6 genannten Bestandteilen besteht. Dieses äußerst inhomogene Material soll in einem möglichst einfachen technischen Prozeß so aufbereitet werden, daß die daraus gewonnenen Stoffe sinnvoll wieder verwendet und, soweit möglich, auch in höherwertige Produkte umgeformt werden können.

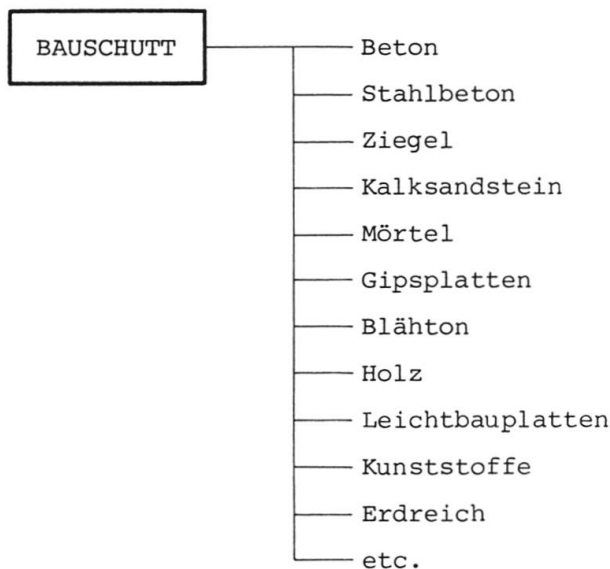


Bild 6 Bestandteile des Bauschutts

In Bild 7 ist dieser Recycling-Kreislauf schematisch dargestellt. Er zeigt auf, daß u. U. (wahrscheinlich relativ kleine) Teilmengen, ohne daß sie die Wiederaufbereitungsanlage durchlaufen müssen, direkt wiederverwendet werden können (z.B. bei Demontagen) und daß die Produkte aus der Wiederaufbereitungsanlage an unterschiedlichen Stellen der Wiederverwendung zugeführt werden können.

Dabei wird zwischen einem Primär- und einem Sekundärkreislauf unterschieden. Als Primärkreislauf ist hierbei die Wiederverwendung der Stoffe als Baumaterial im weitesten Sinne zu verstehen, während als Sekundär-Kreislauf die Verwendung in anderen Produktionszweigen bezeichnet werden soll. Die praktische Bedeutung dieser Unterscheidung liegt darin, daß es nicht ausreichend sein kann, die Frage der Möglichkeiten der Wiederverwendung von Bauschuttmaterial im Bereich des Bauens zu untersuchen, sondern es muß auch überlegt werden, ob ein Einsatz der

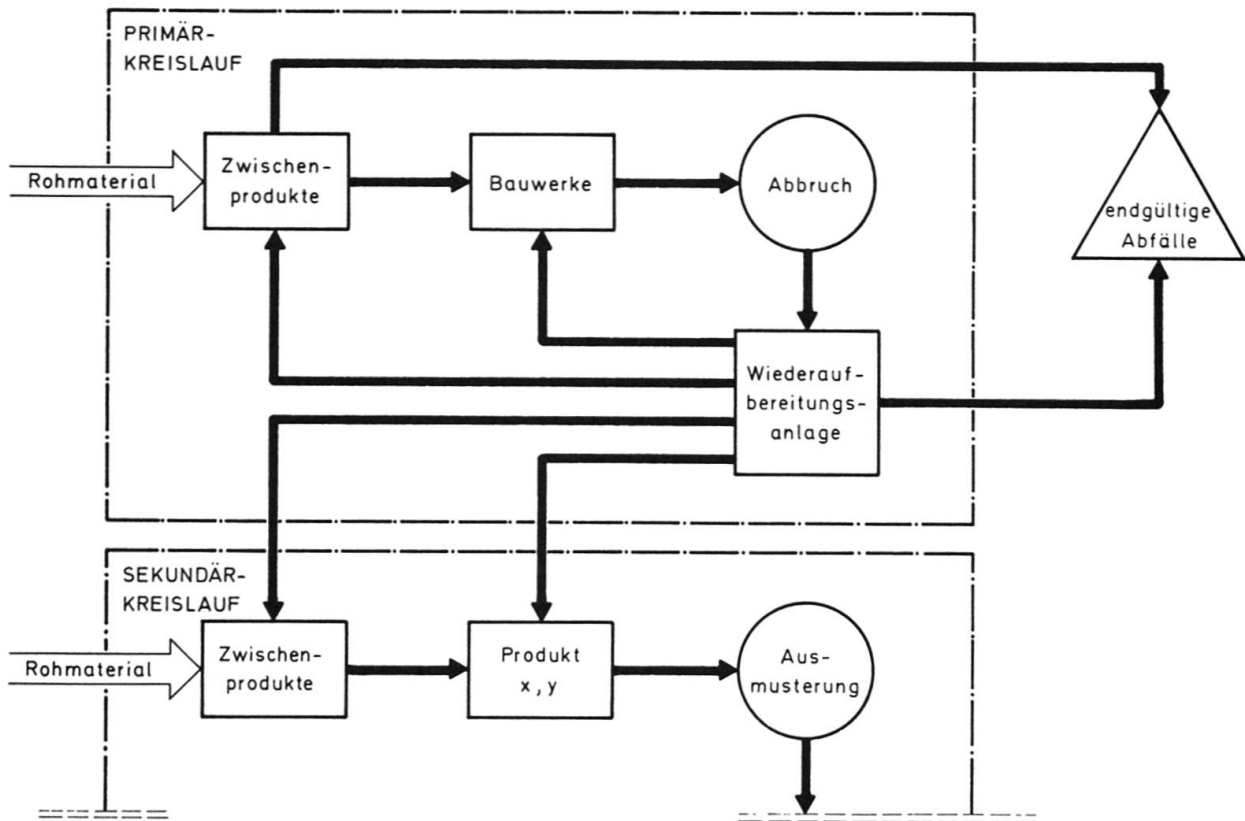


Bild 7 Schema eines Recycling-Kreislaufs für Bauschutt nach [8]

bei der Wiederaufbereitung gewonnenen Stoffe in anderen Sparten erfolgversprechend sein könnte.

### 3. AUFBAU UND ARBEITSWEISEN VON RECYCLING-ANLAGEN

Die Art und der Umfang der Wiederaufbereitungsanlagen werden im wesentlichen durch die Anforderungen bestimmt, die an das Endprodukt gestellt werden müssen [9]. Soll lediglich ein lediglich gut verdichtbares Füllmaterial gewonnen werden, dann liegt die Hauptaufgabe der Anlage im Zerkleinern der Ausgangsstoffe und im Abscheiden von Eisen und Stahlbestandteilen. Allerdings sind hier aus der Sicht des Grundwasserschutzes Einschränkungen üblich, da Sickerwasser aus solchem Material u. U. das Grund- und Oberflächenwasser belasten kann.

Verfolgt man aber den Gedanken, höherwertige Produkte herzustellen, dann müssen Aufbereitungsanlagen so konzipiert werden, daß ihre Endprodukte den Anforderungen der technischen Regelwerke für den jeweiligen Verwendungszweck entsprechen.

So erarbeitet z. B. momentan eine Arbeitsgruppe der Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen e. V. in Köln ein "Merkblatt über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau", dessen Teil "Wiederverwendung von Baustoffen" als Entwurf bereits vorliegt. Dieser Entwurf sieht für 7 verschiedene Stoffgruppen insgesamt 9 mögliche Verwendungsbereiche vor (Bild 8).



VERWENDBEREICHE STOFFGRUPPEN		A	B	C	D	E	F	G1	G2	H
		Lärmschutzwälle	Wassergeb. Verkehrsfläche und Wegebau nach TÜV-LW	Untergrundverbesserung. Leitungsgräben	Unterbau, Hinterfüllung und Über-schüttung	Trageschichten ohne Bindemittel	hydraulisch gebundene Trageschichten	Trageschichten mit bituminösen Bindemitteln	lit. Deck- und Binderschichten	Betontragschichten Betondecken
		OBERBAU								
1	Asphalt	●	●	●	●	①	②	siehe "Merkblatt über die Weiterverwendung v. Asphalt"		-
2	Beton, Betonwerksteine	●	●	●	●	●	●	○	-	●
3	sonst. hydr. geb. Materialien	●	●	●	●	●	●	○	-	●
4	Naturwerksteine, gebr. ungeb. Materialien, Gleisschotter	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	Kies, Sand	●	●	●	●	●	●	●	-	●
6	sonst. mineralische Massen (z. B. bindige und verwitterungsempfindliche Stoffe)	●	●	○	●	-	-	-	-	-
7	Ziegel, Mauerwerk, Steinzeug	●	●	●	●	Bis 15 Vol.-%* zu 2-5 in FSS		-	-	-

● Verwendung möglich

○ Verwendung bedingt möglich

① Bis zu 30 Gew.-% als Beimengungen zu den Stoffgruppen 2 - 5

② Als Beimengung zu Stoffgruppe 2 - 5 je nach Laboruntersuchung, oder aufgrund von Praxiserfahrungen

\*Hochfeste Ziegel und Klinker können je nach Ergebnis zusätzlicher Prüfungen ggf. in gr. Mengen zugegeben werden.

### Bild 8 Verwendungsmöglichkeiten von Baustoffen nach [10]

Die anwendungsbedingten Anforderungen, die an diese Baustoffe für den Straßenbau zu stellen sind, und die zugehörigen technischen Regelwerke sind in Bild 9 dargestellt. Hierbei wird im wesentlichen auf die Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Ausgabe 1983 (TL Min-StB 83) verwiesen, in denen die einzelnen Angaben zur Gewinnung, Aufbereitung, Verwitterungsbeständigkeit, Rohdichte, Würfeldruckfestigkeit, Kornform etc. detailliert beschrieben sind. Sollen die Recycling-Produkte als Betonzuschlag Verwendung finden, müssen sie der DIN 1045 und den allgemeinen Anforderungen der DIN 4226 entsprechen.

Wenn man nun bedenkt, welch inhomogenes Material in der Regel als Bauschutt angeliefert wird, dann wird deutlich, daß ein einfacher Bruch- und Siebmechanismus nicht ausreichend sein kann, um diese Anforderungen zu erfüllen. Natürlich ist das Brechen des Materials ein sehr wichtiger Vorgang und somit sollte die Auswahl des Brechers (bzw. der Brecher bei einem System des stufenweisen Zerkleinerns) mit besonderer Aufmerksamkeit getroffen werden - etliche andere Faktoren spielen aber ebenfalls eine wichtige Rolle. Dies soll an der Systemskizze einer Recyclinganlage mit zwei Brecherstufen (Bild 10) verdeutlicht werden.

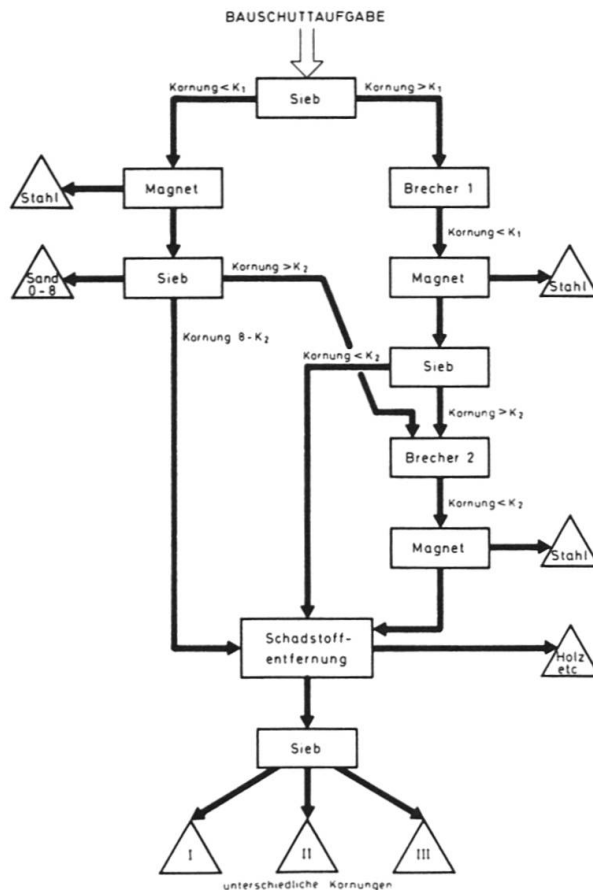




Verwendungsbereich	Anforderungen an Material u./o. Bauwerk
A: Schüttmaterial für Lärmschutzwälle	Hinweise in Bezug auf: - Stoffliche Zusammensetzung - Raumbeständigkeit - Korngrößenverteilung - Verformungsmodul - Zeit-Setzungen-Verhalten - Begrünbarkeit
B: Material für wasser-gebundene Verkehrsflächen und Wegebau	Anforderungen an: - Korngrößenverteilung entspr. TV-LW Hinweise in Bezug auf: - Stoffliche Zusammensetzung - Widerstand gegen Verwitterung und Frost (Raumbeständigkeit)
C: Untergrundverbesserung und Verfüllung von Leitungsgräben D: Unterbau, Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken	Hinweise in Bezug auf: - Stoffliche Zusammensetzung - Raumbeständigkeit - Wassergehalt - Zeit-Setzungsverhalten
E: Tragschicht ohne Bindemittel	Anforderungen an: - Kornform entspr. TL-Min - Kornfestigkeit (Widerstandsfähigkeit gegen Schlag) entsprechend TL-Min u. ZTVE - Stoffliche Zusammensetzung: Zugabe von max. 30 Gew.-% aufbereiteter Asphalt-Masse; in Frostschuttschichten sind Beimengungen an Ziegel, Mauerwerk und Steinzeug insgesamt bis zu max. 15 Vol-% zulässig. - Anteil an gebrochenen Körnungen größer 5 mm mind. 80 Gew. % (nur bei Schottertragschichten gefordert!) Hinweis auf - Zeit Setzungsverhalten
F: Hydraulisch gebundene Tragschichten	Anforderungen an: - Kornfestigkeit (Widerstandsfähigkeit gegen Schlag) entspr. TL-Min u. ZTVE - Stoffliche Zusammensetzung: Beimengungen an Ziegel, Mauerwerk und Steinzeug max. 15 Vol-% Hinweise auf: - Stoffliche Zusammensetzung in Bezug auf den zulässigen Anteil an Asphalt
G1: Tragschichten mit bestimmten Bindemitteln	Anforderungen an: - Widerstandsfähigkeit gegen Hitzebeanspruchung entspr. TL Min - Stoffliche Zusammensetzung für die Stoffgruppe 1 bis 3
G2: Bitumische Deck- und Bindschichten	Anforderungen an: - Stoffliche Zusammensetzung entspr. Merkblatt "Erhaltung von Asphalt- Straßen- Verwendung von ausgebautem Asphalt" - Widerstandsfähigkeit gegen Hitzebeanspruchung entspr. TL-Min
H: Betontragschichten	Anforderungen entspr. den Technischen Regelwerken festgelegt

**Bild 9** Anwendungsbedingte Anforderungen an wiederverwendete Baustoffe

Schon ganz am Anfang, bei der Aufgabe des Bauschutts, müssen erste Maßnahmen getroffen werden. Hier sollten bereits alle größeren Schadstoffteile (wie z. B. Holzbalken, Autoreifen bis hin zu Kühlschränken etc.) aussortiert werden, damit sie erst überhaupt nicht in den Kreislauf gelangen. Außerdem ist besonders darauf zu achten, daß nur Teile in die Aufgabe gelangen, die in ihren maximalen Kantenlängen nicht das Nennmaß des Brechers überschreiten. Ist der erste Brecher ein Prallbrecher, dann ist außerdem zu verhindern, daß zu lange Bewehrungsstähle aufgegeben werden. Beide Maßnahmen helfen deutlich, unnötige Unterbrechungen zu vermeiden.



**Bild 10** Schema einer Aufbereitungsanlage für Bauschutt mit zwei Brecherstufen nach [8]

Bei dem ersten Siebvorgang sollte alles Material abgeschieden werden, das kleiner ist als das Größtkorn nach dem Brechen, so daß der Brecher nur noch mit Material beschickt wird, das auch tatsächlich noch gebrochen werden muß. Diese Maßnahme erhöht die Leistungsfähigkeit des Brechers nicht unerheblich.

Aus dem vorabgesiebteten Material werden dann mit einem Magnetabscheider die Stahl- und Eisenteile entfernt und anschließend die Körnung 0 - 8 mm abgesiebt, die zu einem großen Teil aus Erdreich besteht und 15 - 20 % des gesamten Materialanteils ausmachen kann. Die Möglichkeiten der Weiterverwendung dieses Materials müssen in der nächsten Zeit noch erprobt werden. Es gibt Vorschläge, es mit Kompost zu vermischen und als Mutterbodenersatz einzusetzen (dann sollte aber ein Prüfung auf Sulfatbestandteile etc. vorhergegangen sein) oder aber nach einem weiteren Reinigungsprozeß die kiesigen und sandigen Bestandteile zurückzugewinnen.

Aus dem gebrochenem Material werden ebenfalls mittels Magnetabscheider die Eisen- und Stahlbestandteile aussortiert und anschließend die Anteile ausgesiebt, deren Korngröße unterhalb der Größtkorngränze des zweiten Brechers liegen. Hinzugegeben werden müssen die aus der ersten Vorabsiebung erhaltenen Bestandteile, deren Korngröße über den Grenzwert des zweiten Brechers liegen.



Nach dem zweiten Brechvorgang werden nochmals die restlichen Eisen- und Stahlteile magnetisch aussortiert, so daß dann ein Stoffgemisch mit einer definierten Kornobergrenze und im wesentlichen frei von Eisen- und Stahlbestandteilen vorliegt. Es enthält aber immer noch Anteile von Holz, Kunststoffen, Nichtmetallen etc., die einer Wiederverwendung des Materials für höherwertige Produkte entgegenstehen.

Um diese Schadstoffe zu entfernen, bieten sich zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren an, die z. Z. in der Erprobung sind

- die Naßsichtung und
- die Luftsichtung.

Bei der Naßsichtung wird das Material durch eine Art Waschanlage geschleust mit dem Ziel, die spezifisch leichteren Stoffe vom Sand und Kies zu trennen. Da das Waschwasser hierbei stark verunreinigt werden kann, ist es in der Regel nicht möglich, es unbehandelt einem Vorfluter oder der Kanalisation zuzuführen. Es muß daher gereinigt werden und der hohe Wasserbedarf führt dazu, daß es nach der Reinigung wieder dem Kreislauf zugeführt wird.

Bei der Luftsichtung macht man es sich zunutze, daß in einem Luftstrom von bestimmter Geschwindigkeit Teile ab einem gewichtsmäßig festzulegenden Grenzwert von diesem Luftstrom mitgenommen und somit aussortiert werden. Da hierbei das absolute Gewicht eines Teiles maßgebend ist, ist es unerläßlich, die Fraktionen vor der Sichtung zu trennen, damit relativ eng abgegrenzte Gewichtsklassen entstehen. Zu beachten ist hierbei, daß das zu sichtende Material

1. eine möglichst geringe Eigenfeuchte besitzt  
(u. U. ist eine vorherige Trocknung notwendig) und
2. die Eigenfeuchte des Materials möglichst konstant bleibt.

Aus dieser Anforderung resultieren zwangsläufig einige Maßnahmen bei der Konzeption der Anlagen, d. h. die Förderbänder sollten z. B. überdacht sein und vor den Sichtungsgeschichten sind Trockner zu installieren.

Da Nichteisenmetalle bei der Windsichtung außerdem nicht aussortiert werden können, müssen hierzu gesonderte Prozesse mittels geeigneter Dedektoren etc. entwickelt werden.

Es wird, wenn man sich also intensiv mit der Frage des Recyclings von Bauschutt befaßt, deutlich, daß eine große Zahl von Detailproblemen noch der Klärung bedarf. Schon die Fragen der Siebtechnik sind bis heute bei der Wiederaufbereitung von Bauschutt nicht umfassend abgeklärt. Für die Hersteller von Siebanlagen sind die Abnehmer aus dem Kreis der Aufbereiter nur ein ganz kleiner und relativ unbedeutender Kundenstamm, so daß von dieser Seite bisher kaum Anstrengungen bekannt geworden sind, die optimale Auslegung der Siebe sowohl bezüglich der Bewegungsart und -richtung als auch der Siebeläge zu ermitteln. Da diese Probleme weniger durch Nachdenken als vielmehr durch praktische Erprobungen gelöst werden müßten, wären Serien von Versuchen notwendig, um zu aussagefähigen Ergebnissen zu kommen.

Ganz ähnlich gelagert ist die Problematik beim Sichten. Auch hier müssen in der nächsten Zeit Versuche zu vielen Details durchgeführt werden, bevor man exakte Aussagen zu den einzelnen Sichtsichtungsverfahren machen kann.

#### 4. WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN

Die im o. g. aufgezeigte Fülle von bisher ungelösten Problemen bei der Optimierung von Recyclinganlagen zur Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte könnte dazu führen, daß manchen der Mut verläßt und daß somit bereits bestehende Pläne für die Aufnahme einer Produktion wieder in der Schublade verschwinden.

Dem ist entgegenzuhalten, daß solche spezialisierten Anlagen nur als stationäre Anlagen konzipiert werden können, die möglichst kontinuierlich beliefert werden müssen, d. h. diese Anlagen können nur schwerpunktmäßig in einem Gebiet mit laufend hohem Bauschutt aufkommen installiert werden. Dadurch wird deren Zahl zwangsläufig begrenzt sein.

Auf der anderen Seite ist aber der Markt für kleinere (und möglichst mobile) Anlagen mit Sicherheit wachsend. Da der Bauschutt abnehmer in der Regel zumindest einen Teil der sonst anfallenden Deponiegebühren geltend machen kann, ist die untere Grenze der Wirtschaftlichkeit bei steigenden Deponiegebühren relativ schnell erreicht. Für mobile Anlagen wird dabei ein weiterer Faktor, die Transportkosten, schnell wirksam. In Bild 11 ist der Zusammenhang zwischen dem Materialpreis und der Transportentfernung aufgetragen. Bezeichnet man diesen Materialpreis als Kostendifferenz zwischen zwei konkurrierenden Produkten, dann läßt sich automatisch der Vorteil geringerer Transportentfernungen ablesen.

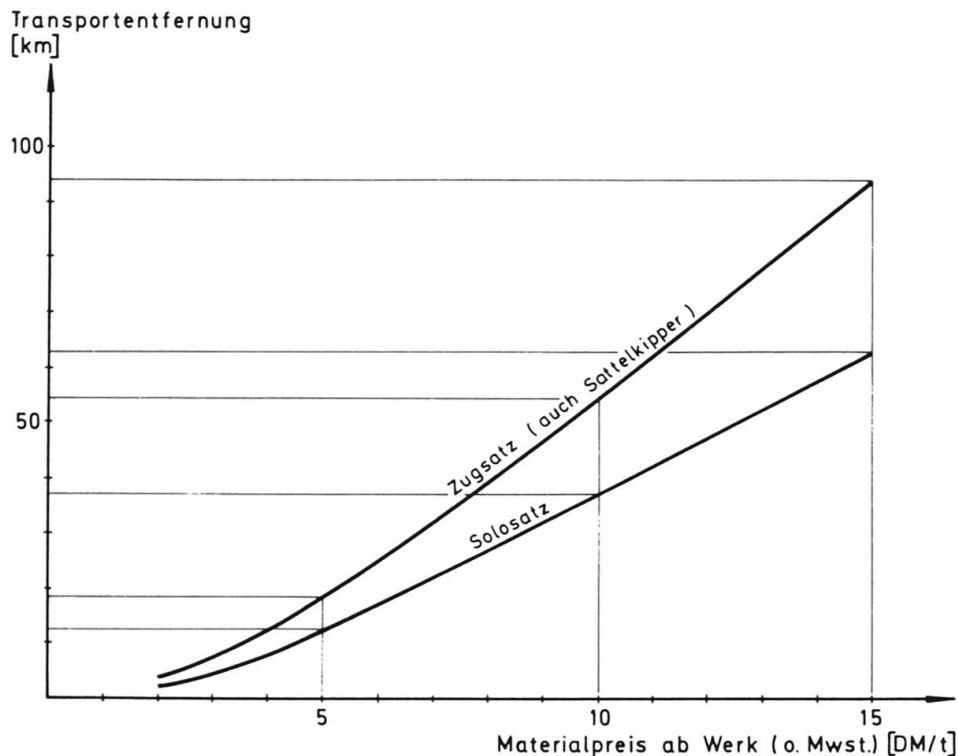


Bild 11 Relation zwischen Transportentfernung und Materialpreis

Ganz besondere Bedeutung kommt aber heute immer noch dem Bemühen der Anlagenbetreiber bei potentiellen Abnehmern dieses Materials zu, diese auch tatsächlich als Kunden zu gewinnen. Nur finanzielle Vorteile beim Einsatz von Recyclingmaterial reichen oft nicht aus, die Bereitschaft zur Abnahme dieses Materials zu fördern. Es gehören einerseits eine große Portion Überzeugungskraft und andererseits natürlich auch ein belegbarer Nachweis über die Güte der Stoffe dazu, noch bestehende Barrieren abzubauen. Unter diesen genannten Aspekten ist aber ein Wachsen dieses Marktgebietes ziemlich eindeutig zu prognostizieren.



## LITERATURVERZEICHNIS

1. SCHÖNDORFER, G.: Die ökonomischen Grenzen möglicher Recyclingmaßnahmen von Bauschutt, Diplom-Arbeit, Universität Essen 1984.
2. LÜTTIG, G.: Zur Lage der Versorgung der Deutschen Volkswirtschaft mit den mineralischen Rohstoffen Sand und Kies, Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, 1979.
3. OSEBOLD, R.: Abbruch von Massivbauwerken, R. Müller Verlag, Köln 1981.
4. SCHULZ, R.-R.: Recycling von Beton, Betonwerk + Fertigteiltechnik 9/1978.
5. WESCHE, K. und SCHULZ, R.-R.: Beton aus aufbereitetem Altbeton - Technologie und Eigenschaften, Betontechnische Berichte 2/82 und 3/82.
6. Old pavement recycled into new subbase Concrete Construction October 1975.
7. Concrete pavement recycled Highway and heavy Construction 119/1976.
8. KUHNE, V.: Recycling von Bauschutt, BMT 8/1984.
9. KIRCHHOFF, B.: Anlagen für die Aufbereitung von Altbaustoffen, BMT 5, Mai 1982.
10. Merkblatt-Entwurf über die Verwendung industrieller Nebenprodukte im Straßenbau, Teil: Wiederverwendung von Baustoffen, Forschungsgesellschaft für den Straßenbau- und Verkehrswesen e.V., Köln 1984.