

Diplomarbeit

Sammlung und Entsorgung von Baurestmassen im Straßenbau

ausgeführt am

**Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Wien**

unter Anleitung von

o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.techn. Georg Jodl

und

Univ.Ass.Dipl.Ing. Alexander Wersonig

durch

Nadir Hussein

Hoß Platz 11/10
A-1210 Wien

WIEN, IM JUNI 1998 _____

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	5
ABSTRACT	6
1 EINLEITUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2 RECHTLICHE GRUNDLAGEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.1 ALLGEMEINES	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.1.1 ZIELE DER ABFALLWIRTSCHAFT	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.1.2 PRINZIPIEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.1.2.1 Das Vorsorgeprinzip.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.2.2 Das Kooperationsprinzip.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.2.3 Das Effizienzprinzip.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.2.4 Das Verursacherprinzip.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.2.5 Das Gemeinlastprinzip	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2 GESETZE, VERORDNUNGEN, NORMEN, RICHTLINIEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.1 DAS ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ (AWG)	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.1.1 Begriffe im AWG.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.1.1 Abfall.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.1.2 Altstoffe.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.1.3 Gefährliche Abfälle	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.1.4 Nicht gefährliche Abfälle	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.1.5 Einteilung der Abfälle auf der Baustelle	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.2 ABFALLNACHWEISVERORDNUNG BGBL 65/1991	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.2.1 Begriffsbestimmungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.3 BAUSCHUTTTRENNVERORDNUNG (VERORDNUNG ÜBER TRENNUNG VON BEI BAUTÄTIGKEITEN ANFALLENDEN MATERIALIEN, BGBL 1991/259)	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.3.1 Ziele der Baurestmassentrennverordnung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.3.2 Geltungsbereich.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.4 ALTLASTENSANIERUNGSGESETZ (ALSAG) BGBL NR. 299/1989	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.4.1 Ziele des Altlastensanierungsgesetzes (ALSAG).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.4.2 Begriffsdefinitionen laut ALSAG	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.4.3 Altlastensanierungsbeitrag	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.4.4 Beitragshöhen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.5 VERPACKUNGSVERORDNUNG.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.6 BESCHLUSS DES MINISTERRATES	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.7 NORMEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.8 RICHTLINIEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.2.8.1 RVS	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.8.2 Richtlinien für Recycling-Baustoffe.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.3 VERANTWORTUNG, HAFTUNG, DOKUMENTATION	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.3.1 VERANTWORTUNG.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.3.2 HAFTUNG, STRAFBESTIMMUNGEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.3.3 DOKUMENTATION.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

3 TECHNISCHE GRUNDLAGEN FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

- 3.1 ASPHALTAUFBRUCH..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.1.1 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.1.2 ZUSAMMENSETZUNG VON BITUMEN **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.1.3 POLYMERMODIFIZIERTES BITUMEN (PMB) **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.1.4 EIGENSCHAFTEN UND UMWELTRELEVANZ **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.1.5 BEZEICHNUNG VON ASPHALTEN NACH RICHTLINIEN DER FORSCHUNGSGESELL-SCHAFT FÜR VERKEHRS- UND STRASSENWESEN (RVS)..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.2 BETONABBRUCH FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.2.1 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.2.2 ZUSAMMENSETZUNG **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.2.3 EIGENSCHAFTEN UND UMWELTRELEVANZ **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.3 AUFBEREITUNGSANLAGEN FÜR BAURESTMASSEN**
..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.3.1 EINTEILUNG DER ANLAGEN..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 3.3.1.1 Einteilung nach der Mobilität..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.1.1 Stationäre Anlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.1.2 Mobile Anlagen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.1.3 Semimobile Anlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.2 Einteilung nach der Verfahrenstechnik **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.2.1 Einstufige Anlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.2.2 Mehrstufige Anlagen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.3 Einteilung nach dem Aufgabegut..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.3.1 Universalanlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.3.2 Asphaltrecyclinganlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 3.3.1.3.3 Sonstige Anlagen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

4 BAURESTMASSEN FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

- 4.1 KLASSIFIKATION VON BAURESTMASSEN FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.1.1 ALLGEMEINE KLASSIFIKATION **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.1.1.1 Bodenaushub **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.1.2 Bauschutt..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.1.3 Straßenaufbruch..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.1.4 Baustellenabfälle **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2 PRAXISORIENTIERTE KLASSIFIKATION..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.1.2.1 Bodenaushub **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.2 Betonabbruch und Asphaltaufbruch, Kantenlänge max. 80cm
..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.3 Asphaltaufbruch und Betonabbruch, Kantenlänge über 80cm
..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.4 Bauschutt vorsortiert, Korngröße bis max. 25cm..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.5 Bauschutt vorsortiert, Korngröße größer als 25cm **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.6 Gemischte Baustellenabfälle mit Bauschuttanteil **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.7 Gemischte Baustellenabfälle ohne Bauschuttanteil..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.2.8 Gemischter Bauwerksabbruch unsortiert im Container..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.1.3 KLASSIFIKATION NACH DER TRENNUNGSVERORDNUNG
..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.2 MENGENANFALL VON BAURESTMASSEN FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.2.1 GESAMTÜBERSICHT **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.2.2 MENGENÜBERSICHT ÜBER DIE BAURESTMASSEN **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 4.2.2.1 Erhebungen der GUA **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 4.2.2.2 Schätzwerte nach Hofrat Dipl.-Ing. W. LANGER **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

5 BAURESTMASSEN IM STRASSENBAU FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

5.1 STRASSEN AUFBRUCH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.1 ALLGEMEINES.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.2 FUNKTION UND AUFBAU EINER STRASSENKONSTRUKTION	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.4 GEWINNUNG VON STRASSEN AUFBRUCH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.4.1 Schollenaufbruch.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.4.2 Fräsaufbruch.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.4.2.1 Kaltfräsen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.4.2.2 Warmfräsen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5 AUFBEREITUNG VON STRASSEN AUFBRUCH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.1.5.1 Recycling-in-Place.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.1.1 Regrip.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.1.2 Reshape.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.1.3 Repave.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.1.4 Remix.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.2 Recycling-in-Plant.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.2.1 Zentralmischverfahren.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.1.5.2.2 Direkteinbau.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

5.2 BETONABBRUCH..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

5.2.1 ALLGEMEINES.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.2.2 GEWINNUNG VON BETONABBRUCH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.2.3 AUFBEREITUNG VON BETONABBRUCH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

5.3 VERWERTUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR DIE BAUREST-MASSEN

.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.3.1 ALLGEMEINES.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.3.2 ANWENDUNGSBEREICHE FÜR RECYCLINGBAUSTOFFE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
5.3.2.1 Untergrundverbesserung; Bodenverfestigung; und Verfüllung von Leitungsgräben	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.2 Unterbau; Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.3 Wassergebundene Verkehrsflächen und Wegebau.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.4 Lärmschutzwälle.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.5 Ungebundene Tragschichten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.6 Hydraulisch gebundene Tragschichten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.7 Bituminös gebundene Tragschichten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.8 Bituminöse Deck- und Binderschichten.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.2.9 Betontragschichten und -decken.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.3 SITUATION IN ÖSTERREICH.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6 ENTSORGUNG VON BAURESTMASSEN FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6.1 ALLGEMEINES..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6.2 ZIELE UND GRUNDSÄTZE FÜR DIE ENTSORGUNG

.....**FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.3 MASSNAHMEN..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6.3.1 DURCHFÜHRUNG GESETZLICHER BESTIMMUNGEN..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.3.2 DURCHFÜHRUNG VON BAUPROJEKTEN..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.3.3 AUSSCHREIBUNG..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.4 ENTSORGUNGSKONZEPT..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6.5 WIEDERVERWERTUNG VON BAURESTMASSEN .FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

6.5.1 STRAßENAUFBRUCH..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.5.2 BETONABBRUCH..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

6.6 BAUSTOFF-RECYCLING	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.1 ZIELE.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.2 RAHMENBEDINGUNGEN FÜR RECYCLING AM BAU	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.3 VORTEILE UND HINDERNISSE FÜR BAUSTOFF-RECYCLING	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.4 ABSATZ DER RECYCLING-BAUSTOFFE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.5 ABSATZFÖRDERUNGSMAßNAHMEN FÜR RECYCLING-BAUSTOFFE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.6.5.1 Freiwillige Vereinbarung über die Heranziehung von Recycling-Material	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.6.5.2 Güterichtlinien für Recycling-Baustoffe	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.6.5.3 Anwendung/Einsatz von Recycling Baustoffen:	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.6.5.4 Recycling Börse Bau (RBB)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.7 DEPONIERUNG VON BAURESTMASSEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.7.1 ALLGEMEINES	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.7.2 DEPONIEARTEN.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.7.3 DEPONIEKLASSEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
6.7.4 BAURELEVANTE NEUERUNGEN IM UMWELTBEREICH	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
<u>7 KOSTEN</u>	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.1 ALLGEMEINES	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.2 ENTSORGUNGSKOSTEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.2.1 DEPONIERUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.2.2 AUFBEREITUNG.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.2.3 RESTENTSORGUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.3 BETONAUFBEREITUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.3.1 RENTABILITÄTSKRITERIEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.3.2 MOBILE ANLAGEN.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.3.3 SEMIMOBILE ANLAGEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.3.4 STATIONÄRE ANLAGEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.4 ASPHALTAUFBEREITUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.4.1 RECYCLING-IN-PLANT-VERFAHREN.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.4.2 RECYCLING-IN-PLACE-VERFAHREN.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.5 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN .	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.6 PREISLISTEN	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.6.1 ANNAHMEPREISE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
7.6.2 ABGABEPREISE	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
<u>8 ZUSAMMENFASSUNG</u>	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
<u>9 LITERATURVERZEICHNIS</u>	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
<u>10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

KURZFASSUNG

In der Diplomarbeit wird die rechtliche Situation, in Bezug auf die Neuorientierung der Abfallwirtschaft, untersucht. Im Rahmen der rechtlichen Grundlagen wird auf jene Gesetze, Verordnungen, ÖNORMEN und Richtlinien eingegangen, die im Rahmen der gesetzlichen Auflagen zu erfüllen oder einzuhalten sind. Weiters werden die technischen Grundlagen für die Sammlung und für die Entsorgung von Baurestmassen im Straßenbau untersucht, sowie auf die unterschiedliche Klassifikation von Baurestmassen eingegangen. Weiters wird ein Entsorgungskonzept an Hand einer Abbildung beschrieben. Ein Bereich dieser Diplomarbeit beschäftigt sich auch mit dem Baustoff Recycling.

Der Entsorgungspflichtige von Baurestmassen sollte wissen, dass die Abfallverwertung Vorrang vor der sonstigen Entsorgung hat, wenn sie technisch möglich ist. Die hierbei entstehenden Mehrkosten sind im Vergleich zu anderen Verfahren der Entsorgung nicht unzumutbar und für die gewonnenen Stoffe ist ein Markt vorhanden. Diese Voraussetzungen dürften erfüllt sein, wenn es um die Frage geht, ob die Baurestmassen sinnlos auf Deponien vergedet oder besser sinnvoll verwertet werden sollen.

- Baustoffrecycling ist technisch gelöst, die Aufbereitungstechnologie ist hoch entwickelt, lediglich Einzelverbesserungen der Aggregate etwa im Bereich der Verschleißminderung bei Brechern können den technischen Standard noch weiter anheben.
- Baustoffrecycling ist volkswirtschaftlich notwendig, um die immer knapper und kostspieliger werdenden Deponien zu entlasten, Rohstoffreserven zu schonen und Materialtransporte zu reduzieren.
- Baustoffrecycling ist betriebswirtschaftlich rentabel, wenn eine genaue Analyse vor Ort erfolgt über Art und Umfang des Materialaufkommens und Materialabsatzchancen.
- Baustoffrecycling leistet einen entscheidenden Beitrag zu ökonomisch und ökologisch intelligenten Materialkreislauf vor allem dort, wo Landesbehörden ihre politisch verantwortliche Rolle zur Unterstützung dieses Kreislaufprozesses wahrnehmen.

Auch wenn aufgrund der fehlenden Aufzeichnungen für Österreich im Überblick keine Daten zur Verwertung vorhanden sind und auch die Verwertungsquoten regional unterschiedlich sind, so kann angenommen werden, dass der „kalte Verwertungsweg“ von Straßenaufbruch gerade in den letzten Jahren eine überragende Bedeutung eingenommen hat. Die Verwertungsquote liegt zwischen 70 und 90%. Derzeit wird praktisch nur jener Anteil von Altasphalt deponiert, der aufgrund der besonderen örtlichen Gegebenheiten des Straßenaufbaues oder auch durch die Unzugänglichkeiten beim Aufbruch zwangsweise nicht sortenrein gewonnen werden kann.

ABSTRACT

This master thesis shows up the legal situation in Austria with regard to the new orientation in waste management. The focus is set to those laws, regulations, Austrian standards and guidelines which have to be fulfilled and observed. Instructions for collection and disposal of the residual waste in road construction are analysed and the different classifications described. A concept for waste disposal is explained on an illustration. The thesis also deals with the recycling of building material.

The responsible person for building material residues should be aware of the fact that waste recycling, provided it is technically feasible, has priority over any method of mere waste disposal. The additional costs for recycling in order to other forms of waste management are acceptable and there is a market for recycled products. There can be no doubt that it is better to recycle than to simply dump the waste into a landfill.

- Recycling of building materials has been solved from the technical point of view. The treatment technology has a high level of development. Further raise of the technical standard would be some minor improvements of the aggregates, such as minimising wear and tear in crushers.
- Recycling of building materials is economically necessary in order to relieve the landfills of which there is already a shortage and which become more and more expensive. Moreover, resources have to be handled sparingly and transportation has to be reduced.
- From the business management standpoint recycling of building materials is profitable, after an exact analysis about the type and volume of material which can be expected.
- Recycling of building materials makes an important economical and ecological contribution to an intelligent circulation of materials, particularly in those places where the local authorities support such endeavours as part of their political responsibility.

In Austria there are no overall records about the masses of waste material coming from road construction sites available and the recycling rate differs regionally. It can be assumed that the „Cold Recycling“ of rubble in road construction has gained considerable in the last few years. The recycling rate lies between 70 and 90 %. At present only the part of asphalt waste is put into landfills which cannot be separated and graded because of the local road conditions or some imperfections in the course of the demolition working process.

1 EINLEITUNG

Die österreichische Gesellschaft produziert im Jahr rund 39 Millionen Tonnen Abfall und mehr als die Hälfte, genau 56,2 %, entfallen auf Baurestmassen.

In den letzten Jahren haben die Schlagworte Umweltschutz, Recycling, Abfallwirtschaft, usw. eine immer wichtigere Bedeutung für unser Leben gewonnen. Dies sicherlich nicht, weil es sich um eine Modeerscheinung handelt, sondern vielmehr weil zur Sicherung unserer Lebensbedingungen und -qualität die Auseinandersetzung mit diesen und vielen anderen ähnlichen Themen nunmehr unabdingbar geworden ist.

Im letzten halben Jahrhundert bewirkte die steigende Technisierung, Hand in Hand mit einem hohen Lebensstandard, eine Zunahme an Abfallstoffen. Die unsachgemäße Abfallbeseitigung verursacht enorme Umweltbelastungen, die es notwendig machen, Mensch, Tier und Natur mit Hilfe von Gesetzen zu schützen. Die diesbezügliche Umweltgesetzgebung ist in ihrer Gesamtheit als Abfallwirtschaft zu bezeichnen.

Es ist von außerordentlicher Wichtigkeit für jeden einzelnen von uns, sich mit unserer Umwelt ernsthaft auseinanderzusetzen und allen Informationen und Maßnahmen zu deren Schutz offen gegenüberzustellen. Denn nur wenn jeder einzelne bereits in seinem Lebensbereich zur Sicherung einer fortwährenden Lebensqualität beiträgt, kann unsere Umwelt für die folgenden Generationen lebenswert gestaltet oder erhalten werden.

Die ökologischen Probleme, insbesondere der immer knapper werdende Deponieraum, zwingen uns zum Umdenken und zur Einführung einer umweltorientierten Abfallwirtschaft.

Die Voraussetzungen für einen schrittweisen Übergang zu Materialkreisläufen, anstelle der ökologisch und ökonomisch belastenden Entsorgung, ist die Schaffung der notwendigen Rahmenbedingungen durch die politischen Entscheidungsträger sowie die verwaltungsmäßige Umsetzung der recyclingfreundlichen Maßnahmen durch die Behörde unter Ausnutzung des bereits in Gang gekommenen Umdenkprozesses in der Bauwirtschaft.

Ein Vergleich zwischen Durchfluss- und Kreislaufwirtschaft lässt sich am Beispiel der Bauwirtschaft folgendermaßen darstellen:

Durchflusssystem:

- Abbau von Rohstoffen (Lehm, Kalk, usw.) aus natürlichen Vorkommen.
- Verarbeitung zu Baustoffen (Ziegel, Zement usw.).
- Verarbeitung der Baustoffe zu Bauwerken (Straßen, Gebäude usw.).
- Abbruch veralteter oder unbrauchbarer Bauwerke (Aufbruch, Abriss).
- Endlagerung der Abbruchmaterialien auf Deponien.

Wie zu erkennen ist, verläuft der Stofffluss von oben nach unten und kehrt nicht mehr an den Anfang zurück. Man kann hier berücksichtigen, dass die Baustoffe zwar gebraucht, im physikalischen Sinn aber nicht verbraucht sind.

Kreislaufsystem:

- Herstellen von Bauwerken mit besonderem Augenmerk auf die gute spätere Zerleg- und Sortierbarkeit und die Wiederverwertbarkeit der Einzelbaustoffe.
- Zerlegen abbruchreicher Bauwerke und Sortierung der Baumaterialien zur Wiederverwertung.
- Entsorgung der nicht verwertbaren Baurestmassen.
- Gewinnung von Baustoffen aus sortiertem Abbruchmaterial (Betonaufbruch, usw.).
- Verarbeitung zu Baustoffen unter Bedachtnahme auf spätere Wiederverwertbarkeit.

Hier bildet der wiederverwertbare Teil der Baurestmassen den Beginn eines neuen Stoffkreislaufes, in dem nur der nicht verwertbare Teil nach dem Durchfluss entsorgt werden muss. Als vorrangigstes Grundprinzip in jedem Wirtschaftssystem hat die Abfallvermeidung zu stehen. Erst wo diese nicht mehr realisierbar ist, muss die Verwertung der Abfallstoffe einsetzen.

Für manche Abfallstoffe gibt es nach derzeitigem Stand der Technik noch keine Verwertungsmöglichkeit, diese sollten daher zukünftig vermieden werden. Auch bei der Wiederverwertung fallen nicht verwertbare Reststoffe an. Die Entsorgung dieser Stoffe Entgiftung, Neutralisation, Deponierbarmachung und Ablagerung auf Monodeponien hat aber erst an letzter Stelle des Kreislaufes zu stehen.

Im Straßenbau ist eine getrennte Gewinnung der Baustoffe, bedingt durch den Lagenweisen Einbau der Materialien, durch entsprechenden Lagenweisen Ausbau relativ leicht möglich. Bei den als Straßenaufbruch anfallenden Materialie handelt es sich um Gemische aus

Mineralstoffen, die je nach Einsatzzweck entweder ungebunden oder hydraulisch (Beton) oder bituminös (Asphalt) gebunden vorliegen. Die Aufbruchmaterialien können sowohl im Primärrecycling als auch im Sekundärrecycling verwertet werden.

Die Wiederverwertung der Mineralstoffe aus dem Straßenaufbruch schont die entsprechenden natürlichen Mineralstoffvorkommen und vermindert gleichzeitig den Bedarf an Deponievolumen, übt also einen zweifach positiven Effekt auf das Ökosystem aus. Die Trennung der Baurestmassen kann als Umlegung der volkswirtschaftlichen Kosten der Entsorgung verstanden werden und zielt somit in Richtung Chancengleichheit für Sekundärbaustoffe.

Kurz- und mittelfristig hat die Einführung von allgemein gültigen Qualitätsstandards für Recycling-Baustoffe und die Schaffung der nötigen Infrastruktur von Recyclinganlagen Priorität.

Langfristig wird im Bauwesen ein Umdenken zum umweltgerechten Entwerfen und Konstruieren erforderlich sein, denn zukünftig muss man die Entsorgungskosten und die Nutzungsdauer des Bauwerkes bei der Erarbeitung einer optimierten Gesamtlösung berücksichtigen.

Baurestmassen weisen in der Regel eine heterogene Zusammensetzung auf. Sie enthalten neben eigentlichem Bauschutt in Form von Ziegel- und Betonabbrüchen auch Bodenaushub, Asphaltaufbruch, Holz-, Metall-, Kunststoff- und Baustellenabfälle. Baustellenabfälle können neben den Resten von Baumaterialien auch Bauhilfsstoffe und Bauzubehör, sowie im Zusammenhang mit Baumaßnahmen anfallendes Verpackungsmaterial enthalten.

Künftig soll durch die getrennte Erfassung und die Verwertungsverpflichtung folgendes erreicht werden:

- Verwertung von sortierten Baumaterialien als Sekundärbaustoff und/oder als Füllmaterial.
- Reduktion der abzulagernden Baumaterialien zur Schonung von Deponiekapazitäten.
- Minimierung der Kosten durch geringere Deponiemengen.
- Ordnungsgem. Ablagerung der Restmengen auf geeigneten Deponien mit Eingangskontrolle.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die Sammlung und Entsorgung von Baurestmassen im Straßenbau (Asphaltaufbruch und Betonabbruch) zu geben.

2 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

2.1 ALLGEMEINES

Wesentlichste Voraussetzung für die richtige Organisation der Entsorgung ist natürlich die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen. Wenn auch hier viel "trockene" Materie gelesen werden muss, so sind doch die Gesetze und ihre genaue Kenntnis die wesentliche Grundlage für eine sinnvolle Arbeit.

In Österreich begann am Anfang der 80-iger Jahre ein Umdenken von der Abfallbeseitigung zur Abfallbehandlung. Maßnahmen in Form eines staatlichen Eingriffes erscheinen in erster Sicht im Konflikt zur freien Marktwirtschaft. In einem Markt, in dem die derzeitigen Rahmenbedingungen keine Kostenwahrheit berücksichtigen, erscheinen Korrekturen und Verschiebungen in dieser Form durchaus gerechtfertigt.

Die Entwicklungen der rechtlichen Rahmenbedingungen ist derzeit noch im Fluss und in manchen Bereichen ist die zukünftige Entwicklung nur schwer abschätzbar. Kennzeichnend für die Situation ist die Neuregelung der Kompetenzverteilung zwischen Bund und Ländern für den Bereich Abfallwirtschaft.

Demnach liegt für die nichtgefährlichen Abfälle, und dazu zählen die Baurestmassen im allgemeinen, die Zuständigkeit schwerpunktmäßig bei den Ländern, überlagert allerdings von einer Bedarfskompetenz des Bundes, wo ein Bedürfnis nach einheitlicher Regelung besteht.

Im letzten halben Jahrhundert bewirkte die steigende Technisierung, mit einem hohen Lebensstandard, eine Zunahme von Abfallstoffen. Die unsachgemäße Abfallbeseitigung verursacht enorme Umweltbelastungen, die es notwendig machen, Mensch, Tier und Natur mit Hilfe von Gesetzen zu schützen. Die diesbezügliche Umweltgesetzgebung ist in ihrer Gesamtheit als Abfallwirtschaft zu bezeichnen.

Die Abfallwirtschaft hat sich Prioritäten gesetzt, die folgendermaßen zusammengefasst werden können:

2.1.1 Ziele der Abfallwirtschaft

- Verhinderung nachteiliger Beeinträchtigungen für Menschen, Tieren, Pflanzen und deren natürliche Umwelt.
- Schonung der Reserven an Rohstoffen und Energie.
- Möglichst geringer Verbrauch von Deponievolumen.
- Ablagerung nur solcher Abfallstoffe, die keine Gefährdung für nachfolgende Generation darstellen (Vorsorgeprinzip).

2.1.2 Prinzipien

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Jugend und Familie wurden 1988 die **Leitlinien zur Abfallwirtschaft** erarbeitet, welche als Entscheidungshilfe für die zukunftsorientierte Gestaltung der Abfallwirtschaft in Österreich dienen soll. In dieser wurden eine Reihe von Prinzipien erarbeitet, auf welcher die Umweltpolitik und das Umweltrecht basieren.

Um eine ökologisch orientierte Abfallwirtschaft verwirklichen zu können, verfolgt man bestimmte Prinzipien:

- Vorsorgeprinzip
- Kooperationsprinzip
- Effizienzprinzip
- Verursacherprinzip
- Gemeinlastprinzip

2.1.2.1 Das Vorsorgeprinzip

Das Ziel dieses Prinzips ist die Reinhaltung von Boden, Luft und Wasser sowie die Minimierung der Abfälle. Um dies verwirklichen zu können, sollen Abfälle umweltverträglich behandelt werden und Abfallbehandlungsanlagen dem letzten Stand der Technik entsprechen.

2.1.2.2 Das Kooperationsprinzip

In diesem Bereich wird die Kooperation der Gruppen angestrebt. Die Zusammenarbeit von staatlichen und gesellschaftlichen Kräften im Willensbildungs- und Entscheidungsprinzip begünstigt diesen Prozess.

Die Umsetzung dieser Ziele kann durch freiwillige Absprachen oder Abkommen oder auch durch Bewusstseinsbildung erreicht werden.

2.1.2.3 Das Effizienzprinzip

Die Effizienz ist gleichzusetzen mit einem volkswirtschaftlichen Optimum. Verpflichtungen für den Produzenten bzw. Verkäufer sind vorgesehen, um die durch den Markt nicht berücksichtigten umweltrelevanten Folgen einzudämmen, Verantwortung für den, er in der Verursacherkette weit vorne steht. Zusätzlich soll von Seiten der Gesetzgebung eine schnelle Genehmigung von Abfallbeseitigungsanlagen gewährleistet sein.

2.1.2.4 Das Verursacherprinzip

Der Verursacher, der für die Entstehung einer Umweltbelastung verantwortlich ist, soll die Kosten der Vermeidung bzw. der Beseitigung tragen. Dieses Prinzip ist allerdings leider sehr oft nicht durchsetzbar, weil in vielen Fällen die Verursacher solcher externer Kosten nicht ermittelt werden können.

Aus diesem Grund muss oft auf das Gemeinlastprinzip zurückgegriffen werden, was bedeutet, dass die nicht zuzuordnenden Kosten von der Allgemeinheit getragen werden müssen.

2.1.2.5 Das Gemeinlastprinzip

Die momentanen Kosten für die Beseitigung der Umweltschäden sollen durch den Steuerzahler getragen werden. Diese Regelung gilt nur in Ausnahmefällen. Die Abfallwirtschaft sieht außerdem eine Festlegung geeigneter Standorte für Abfallbeseitigungsanlagen im Einklang mit der von Bund, Ländern und Gemeinden erstellten Raum- und Wasserwirtschaftsplanung vor.

2.2 GESETZE, VERORDNUNGEN, NORMEN, RICHTLINIEN

Greift man nun den Baubereich heraus, so zeigt sich, dass in Summe dort das größte Abfallvolumen zu erwarten ist. Um die daraus resultierende Umweltbelastung einzudämmen, versucht man den aufgetretenen Problemkreis durch eine Reihe von Gesetzen, Verordnungen und Normen in den Griff zu bekommen.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Klassifizierung, Handhabung und Entsorgung von Baurestmassen sind:

- **ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ (AWG):** BGBl. 1990/325; BGBl. 1992/417, 715; BGBl. 1993/185, 230, 257; BGBl. 1994/155.
- **ABFALLNACHWEISVERORDNUNG:** BGBl. 65/1991
- **BAUSCHUTTTRENNVERORDNUNG:** BGBl. 259/1991, gültig seit 1.1.1993
- **ATLASTENSANIERUNGSGESETZ:** BGBl. 1989/299; BGBl. 1990/325; BGBl. 1992/760; BGBl. 1993/185
- **VERPACKUNGSVERORDNUNG:** BGBl. 645/1992
- **BESCHLUSS DES MINISTERRATES**

2.2.1 Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG)

Das Abfallwirtschaftsgesetz BGBl. Nr. 325/1990 ist das Grundgesetz der Abfallwirtschaft. Es hat das Sonderabfallgesetz und das Altölgesetz abgelöst und darüber hinaus weitergehende Bestimmungen gebracht.

Für die Praxis der Bauwirtschaft ist es in seinem Teil der sich mit den gefährlichen Abfällen beschäftigt von Bedeutung. Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) wurde vom Nationalrat am 6.6.1990 verabschiedet und trat am 1.7.1990 in Kraft.

Um das Abfallproblem in Zukunft bewältigen zu können, wird im Mittelpunkt der künftigen Bemühungen vor allem die Wiederverwertung, die in allen ihren Möglichkeiten erfasst werden soll, sowie die Verringerung und Vermeidung von Abfällen stehen.

Dementsprechend verfolgt das Abfallwirtschaftsgesetz eine Zielhierarchie, an deren ersten Stelle die Abfallvermeidung, gefolgt von der Abfallverwertung und -Entsorgung steht.

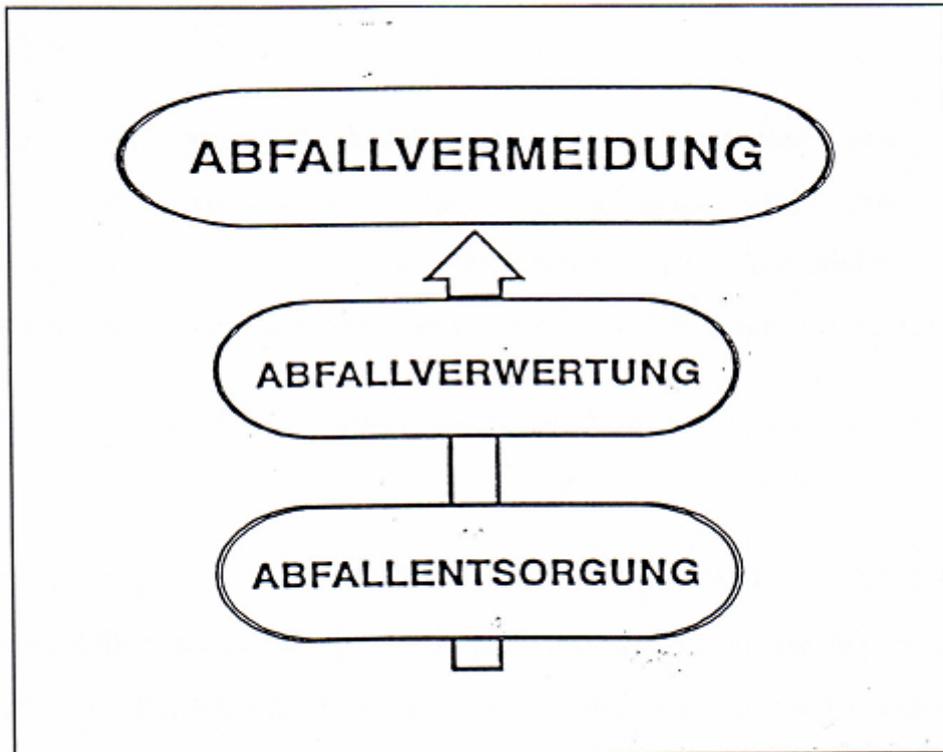


Abb. 1: Ziele der Abfallwirtschaft [67]

Mit Hilfe des Abfallwirtschaftsgesetzes wird versucht, Abfälle in ihrer Summe zu erfassen, ihre Sammlung und Verwertung sowie ihre Lagerung sicherzustellen.

Als **Abfallvermeidung bzw. -verminderung** bezeichnet man die Gesamtheit aller Maßnahmen, die dazu dienen, bei Produktions- und Konsumtionsprozessen keine, weniger oder nur solche Abfälle entstehen zu lassen, die problemlos behandelt werden können.

Dazu zählt auch die Wiederverwertung von Stoffen und Produkten. Sie umfasst die qualitative und die quantitative Vermeidung.

- Qualitative Vermeidung ist das Ersetzen umweltbelastender Stoffe durch weniger oder nicht umweltbelastende Stoffe.
- Quantitative Vermeidung ist die Verringerung des Abfallaufkommens.

Abfallverwertung und -behandlung:

Abfälle sind dann zu verwerten, wenn dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist, die entstehenden Mehrkosten vertretbar sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe vorhanden ist.

Abfallentsorgung:

Abfallentsorgung bedeutet, dass Abfälle, die nicht verwertbar sind, je nach ihrer Beschaffenheit durch entsprechende Verfahren zu behandeln sind. Feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und konditioniert geordnet abzulagern. Alle Maßnahmen des Bundes sowie der Länder sollen sich nach diesen genannten Prinzipien und Grundsätzen richten.

Im Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) zeigt sich folgende Kompetenzaufteilung zwischen Bund und Ländern:

Die **Bundeskompetenz**, d.h. der Geltungsbereich des AWG, beschränkt sich auf die **"gefährliche Abfälle und Altöle"**, **"nicht gefährliche Abfälle hingegen unterliegen der Landeskompetenz"**. „Altstoffe als Wirtschaftsgut" unterliegen auch der Bundeskompetenz.

Die Landeshauptmänner sind demnach für die Regelung der Sammel- und Kontrollaufgaben nicht gefährlicher Abfälle zuständig.

Das Abfallwirtschaftsgesetz ist als ein Ermächtigungsgesetz zu betrachten. Der Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie ist demnach zur Erreichung der im Gesetz festgelegten Ziele ermächtigt, die entsprechenden Maßnahmen- und Zielverordnungen zu erlassen.

ABFALLARTEN	ABFALLVERURSACHER	
	Haushalte, Landwirtschaft	Gewerbe, Industrie
ungefährlicher Abfall	Hausmüll	hausmüllähnlicher Gewerbemüll
	Sperrmüll	ungefährliche Sonderabfälle (produktionsspezifische Abfälle)
	Altstoffe aus Haushalten	Altstoffe als Wirtschaftsgut
gefährlicher Abfall	Problemstoffe	gefährliche Abfälle

Tabelle 1: Kompetenzverteilung im AWG [67]

2.2.1.1 Begriffe im AWG

2.2.1.1.1 Abfall

Der Abfallbegriff ist das Kernstück jedes Abfallgesetzes. Die österreichische Rechtsordnung verwendet unterschiedliche Abfallbegriffsdefinitionen. Der Abfallbegriff des Abfallwirtschaftsgesetzes unterscheidet sich von jenem des Altlastensanierungsgesetzes sowie dem einzelner Landesgesetze. Die AWG-Novelle 1994 hat eine Rechtsgrundlage geschaffen:

Wenn begründete Zweifel bestehen,

- ob eine Sache Abfall im Sinne des Bundes-AWG ist oder nicht,
- welcher Abfallart (Schlüsselnummer gemäß ÖNORM S 2100) die Sache zuzuordnen ist,
- ob die Sache gefährlicher oder nichtgefährlicher Abfall ist,

hat die Bezirksverwaltungsbehörde von Amtswegen oder auf Antrag des Verfügungsberechtigten dies mit Bescheid festzustellen. Eine Definition des Abfallbegriffes liegt im § 2 Abs. 1 AWG vor. Demnach wird folgendermaßen unterschieden:

„Subjektiver und objektiver Abfallbegriff:

Abfälle sind bewegliche Sachen,

1. deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat (**subjektiver Abfallbegriff**),
2. deren Erfassung und Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse (gem.§ 1 Abs.3 AWG)

geboten ist (**objektiver Abfallbegriff**)", d.h. wenn andernfalls

- die Gesundheit des Menschen gefährdet und unzumutbare Belästigungen bewirkt werden können,
- Gefahren für die natürlichen Lebensbedingungen von Tieren und Pflanzen verursacht werden können,
- die Umwelt über das unvermeidliche Ausmaß hinaus verunreinigt werden kann,
- Brand- oder Explosionsgefahren herbeigeführt werden können,
- Geräusche und Lärm im übermäßigen Ausmaß verursacht werden können,
- das Auftreten und die Vermehrung von schädlichen Tieren und Pflanzen sowie von Krankheitserregern begünstigt werden,
- die öffentliche Ordnung und Sicherheit gestört werden können,

- das Orts- und Landschaftsbild erheblich beeinträchtigt werden kann.

Sind Stoffe neu oder stehen sie in bestimmungsgemäßer Verwendung, so sind sie nicht als Abfälle zu bezeichnen. Das gilt ebenfalls für Sachen, die nach Ende ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung im unmittelbaren Bereich der Betriebsstätte auf zulässige Weise verwertet oder verwendet werden.

Die Abfallarten sind mit den jeweiligen Schlüsselnummern in der ÖNORM S 2100 angegeben. Zum Teil erfolgt auch eine Angabe der Beseitigungsmethoden wie biologische, thermische Behandlung oder Deponierung.

Es erfolgt zusätzlich eine Zuordnung des Abfalls zu einer Eluatklasse (Konzentration von -schädlichen Stoffen im Auslaugwasser), die das Verhalten des Abfalls auf einer Deponie widerspiegeln (Eluatklasse 1 bis IV). Dabei entspricht die Eluatklasse 1 einem günstigen Verhalten. Abfälle, die einer höheren Eluatklasse als Eluatklasse IIIb zugerechnet werden, sind gefährliche Abfälle wie z.B. flüssige und staubende Abfälle.

2.2.1.1.2 Altstoffe

§ 2 Abs. 3 Abfallwirtschaftsgesetz:

„Ist eine Sache Abfall und wird sodann einer Verwertung zugeführt (Altstoff), gilt sie so lange als Abfall, bis sie oder die aus ihr gewonnenen Stoffe einer zulässigen Verwendung oder Verwertung zugeführt werden. Auf Altstoffe sind die §§ 16 und § 28 nicht anzuwenden.“

Eine Sache, die als Altstoff wiederverwertet werden soll, gilt daher solange als Abfall, bis sie tatsächlich zulässig verwendet oder verwertet wurde. Auf Altstoffe sind im wesentlichen alle Bestimmungen, die auch für normale Abfälle gelten, anzuwenden.

2.2.1.1.3 Gefährliche Abfälle

Gefährliche Abfälle sind Abfälle, deren ordnungsgemäße Behandlung besondere Umsicht und besondere Vorkehrungen im Hinblick auf die öffentlichen Interessen erfordert und deren ordnungsgemäße Behandlung jedenfalls weitergehender Vorkehrungen oder einer größeren Umsicht bedarf, als dies für die Behandlung von Hausmüll erforderlich ist. Durch Verordnung können ÖNORMEN verbindlich erklärt werden (§ 2 Abs. 5 AWG).

Laut AWG ist für diese Verordnung im wesentlichen die ÖNORM S 2101, Katalog gefährlicher Abfälle, verbindlich. Die Verordnung legt exakt vor, welche Stoffe als gefährliche Abfälle gelten.

2.2.1.1.4 Nicht gefährliche Abfälle

Alle Abfälle, die keine gefährlichen Abfälle oder Sonderabfälle sind, zählen zu den nicht gefährlichen Abfälle.

2.2.1.1.5 Einteilung der Abfälle auf der Baustelle

Laut Abfallwirtschaftsgesetz ergibt sich für die Baustelle folgender Unterschied:

1. Nicht gefährliche Abfälle: Baurestmassen, Verpackungsabfälle, Biogene Abfälle.

Baurestmassen	Verpackung
Bodenaushub	Papier, Karton, Wellpappe
Betonabbruch	Papiersäcke
Asphaltaufbruch	Kunst- und Verbundstoffe
Holzabfälle	Holz
Metallabfälle	Metalle
Kunststoffabfälle	
Baustellenabfälle	
mineralischer Bauschutt	

Tabelle 2: Einteilung der nicht gefährlichen Abfällen auf der Baustelle [29]

2. Gefährliche Abfälle: Die Schlüsselnummern sind laut ÖNORM S 2101.

ABFALL	Schlüsselnr.	ABFALL	Schlüsselnr.
Altöle	54102	Lösemittelgemisch	55370
Asbest	31437	Nichteisenmetalle- ölverunr.	353xx
Blei- und Trockenbatterien	35322(5)	Nitroverdünnung	55359
Eisen u. Stahl -ölverunr.	35103	Ölbindemittel-gebraucht	55926
Frostschutzmittel	55370	Ölverunreinigte Böden	31423
Leuchtstoffröhrchen	35326	Öl-Wasser-Gemisch	54408
Gebinde mit Altl.u.Farben	55552	Putzlappen-ölverunreinigt	54927
Harzrückstände	55903	Schmier-u.Hydrauliköle	12601
Kaltreiniger-halogenhältig	55214	Sonstige verunr.Böden	31424
Kühlschränke	55205	Spraydosen-Druckgaspack.	5980x
Lacke und Farben	55502	Trichloräthen	55213

Tabelle 3: Einteilung der gefährlichen Abfällen auf der Baustelle [29]

2.2.2 Abfallnachweisverordnung BGBL 65/1991

Die Abfallnachweisverordnung wurde aufgrund der Verordnungsermächtigung des AWG erlassen. Sie stellt eine Regelung der Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflicht für Besitzer und Erzeuger von gefährlichen Abfällen und Altölen dar. Die Abfallnachweisverordnung trat am 15.02.1991 in Kraft und wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie herausgegeben. Diese Verordnung ersetzt die bisher gültige Sonderabfallnachweisverordnung.

ZIELE:

- Das Ziel dieser Verordnung ist eine Nachvollziehbarkeit des Weges vom Anfall bis zur schadlosen Behandlung des Abfalles.
- Durch die allgemeine Aufzeichnungspflicht ist weiters die Information über Herkunft, Menge, Art und Verbleib von Abfällen gewährleistet, wobei gefährliche Abfälle mit Hilfe von Begleitscheinen erfasst werden.

2.2.2.1 Begriffsbestimmungen

In den Begriffsbestimmungen (§ 2) werden als Abfallbesitzer natürliche Personen, juristische Personen, Personengesellschaften des Handelsrechts oder eingetragene Erwerbsgesellschaften, die als Erzeuger, Sammler oder Behandler von Abfällen tätig werden, definiert.

Abfallerzeuger: Abfallerzeuger ist, wer eine Tätigkeit ausübt, bei welcher Abfall entsteht.

Abfallsammler: Abfallsammler ist, wer Abfälle abholt oder entgegennimmt.

Abfallbehandler: Abfallbehandler ist, wer Abfälle verwertet, ablagert oder sonst behandelt.

Übergeber: Übergeber ist der Abfallbesitzer, der die gefährliche Abfälle an einen anderen Abfallbesitzer übergibt.

Übernehmer: Übernehmer ist der Abfallbesitzer, der gefährlichen Abfall von einem anderen Abfallbesitzer übernimmt.

2.2.3 Bauschuttrennverordnung (Verordnung über Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien, BGBl 1991/259)

Das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMfUJF) hat, basierend auf §§ 11 und §§ 17 des Abfallwirtschaftsgesetzes, eine Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien BGBl. Nr. 259/1991, erlassen, durch welche die Verwertung von Baurestmassen erleichtert werden soll.

Weiters ist vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ein Ministerratsbeschluss am 9.1.1992 über die Heranziehung von Recyclingmaterialien bei der Bautätigkeit von Bundesdienststellen

im Inland initiiert worden. Die Baurestmassentrennverordnung ist am 01.01.1993 in Kraft getreten.

2.2.3.1 Ziele der Baurestmassentrennverordnung

Die Verordnung soll folgendes sicherstellen:

- die Verwertung von sortierten Baumaterialien als Sekundärrohstoffe oder als Füllmaterial,
- die Reduktion der abzulagernden Baumaterialien zur Schonung von Deponiekapazitäten,
- die Minimierung der Kosten durch geringere Deponiemengen und
- die ordnungsgemäße Ablagerung der Restmengen auf geeigneten Deponien mit Eingangskontrolle.

2.2.3.2 Geltungsbereich

Die Bauschuttrennverordnung schreibt die getrennte Sammlung und die Verwertung der verwertbaren Baurestmassen vor. Ausnahmen gelten für kleine Mengen. Das bedeutet, dass ab dem Überschreiten nachfolgender Mengenschwellen die Baurestmassen in jeweils folgende Stoffgruppen zu trennen sind:

STOFFGRUPPEN	MENGENSCHWELLEN
Bodenaushub	20 t
Betonabbruch	20 t
Asphaltaufruch	5 t
Holzabfälle	5 t
Metallabfälle	2 t
Kunststoffabfälle	2 t
Baustellenabfälle	10 t
mineralischer Bauschutt	40 t

Tabelle 4: Mengenschwellen der Baurestmassen [8]

Die unter **MENGENSCHWELLEN** angegebenen Werte sind Richtwerte, die angeben, ab welchen Mengen zu trennen ist und beziehen sich jeweils auf einen Gesamtauftrag (Haupt-, Nachtrags- und Zusatzaufträge). In der Praxis werden obige Mengenschwellen schon bei den

relativ kleinen Bauvorhaben überschritten. Gefährliche Abfälle sind jedenfalls von nicht gefährlichen Abfällen getrennt zu erfassen und einer gesonderten Verwertung bzw. Entsorgung zuzuführen.

Die Mengenschwellen wurden zur Gänze aus der freiwilligen Vereinbarung übernommen und dienen als Kriterium der Wirtschaftlichkeit. Der Bauherr wird verpflichtet, für die Einhaltung der Trennungs- und Verwertungspflichten im Sinne der Bauschuttrennverordnung zu sorgen. Für die Einhaltung einer diesbezüglichen Baustellenkultur ist gleichfalls durch den Bauherrn bzw. mit dem Bauvorhaben-Beauftragten Vorsorge zu treffen.

2.2.4 Altlastensanierungsgesetz (ALSAG) BGBl Nr. 299/1989

Das Altlastensanierungsgesetz (ALSAG) wurde vom Nationalrat beschlossen und trat am 01.07.1989 in Kraft. Das Gesetz sieht dafür die Einhebung eines zweckgebundenen Altlastenbeitrag vor.

2.2.4.1 Ziele des Altlastensanierungsgesetzes (ALSAG)

- Sicherung und Sanierung von Altlasten durch finanzielle, organisatorische und rechtliche Voraussetzungen.
- Verminderung von Gesundheitsgefährdungen.
- Für Stoffe, die unter das ALSAG fallen, soll bei deren Deponierung, Zwischenlagerung und Ausfuhr der so genannte Altlastenbeitrag erhoben werden, wodurch sich die Deponiegebühr erhöht und dadurch ein Anreiz zum Baustoffrecycling gegeben wird.

2.2.4.2 Begriffsdefinitionen laut ALSAG

Altlasten: Altlasten sind Altablagerungen, Altstandorte sowie durch diese kontaminierte Böden und Grundwasserkörper, von denen erhebliche Gefahren für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgehen.

Verdachtsflächen: Verdachtsflächen im Sinne dieses Bundesgesetzes sind Bereiche von Altablagerungen und Altstandorten, von denen aufgrund früherer Nutzungsformen erhebliche Gefahren für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt ausgehen können.

Abfälle im Sinne des ALSAG:

Abfälle im Sinne des ALSAG sind bewegliche Sachen,

- derer sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat (subjektiver Abfallbegriff) oder
- deren Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse geboten ist (objektiver Abfallbegriff).

Ausdrücklich ausgenommen vom Abfallbegriff des ALSAG sind:

- Abfallstoffe, die als Sekundärrohstoffe einer Wiederverwertung oder stofflichen Verwendung zugeführt werden (Altstoffe).
- Erdaushub und Abraummateriale, sofern sie nicht mit umweltrelevanten Stoffen soweit verunreinigt wurden, dass eine besondere Behandlung erforderlich ist.
- Schlämme, flüssige Rückstände der Rohstoffgewinnung.
- Mist, Jauche, Gülle.
- Abfälle der Bauwirtschaft- Baurestmassen.

Das ALSAG - Novelle 1992 § 6 unterscheidet zwischen **mineralischen Baurestmassen** und **übrigen Abfällen**, wobei die erste Gruppe beitragsgünstiger kategorisiert wird.

Nicht getrennte Baurestmassen fallen unter die Kategorie „**übrige Abfälle**". **Mineralische Baurestmassen sind:**

- keramische Baustoffe (z.B. Ziegel, Klinker, Porzellan, Fliesen)
- Mörtel, Verputze, Kalkstein, Sandstein, Asbestzement, Kaminsteine (Schamotte)
- Natursteine (z.B. gebrochene, natürliche Materialien, Kies, Sand)
- Beton (inkl. Gasbeton, Ytong), Silikatbeton
- bituminös gebundener Asphalt (**teergebundener Asphalt gilt als übrige Abfälle**).

Halten Erdaushub und Abraummateriale mehr als 5% mineralische Baurestmassen, so ist der gesamte Abfall als mineralische Baurestmasse einzustufen. Weiters dürfen mineralische Baurestmassen Beimengungen von übrigen Abfällen bis zu 1 Massenprozent enthalten.

2.2.4.3 Altlastensanierungsbeitrag

Dem Altlastensanierungsbeitrag unterliegen:

- Deponieren von Abfall, Baurestmassen
- Zwischenlagerung von Abfall nach Ablauf eines Jahres
- Ausfuhr von Abfall
- Verfüllen von Entnahmestätten von Naturmaterialien wie z.B. Kies- und Schottergruben
- Verwendung als stabilisierende Zwischenschichten von Deponien
- Geländeverfüllungen, die nicht im Zusammenhang mit einer Baumaßnahme stehen und keine bautechnische Funktion erfüllen.
- Ablagerungen von mineralischen Baurestmassen selbst dann, wenn sie z.B. als Zwischenabdeckung für Deponien oder als Geländeverfüllungsmaterial verwendet werden.

Ausgenommen von der Beitragspflicht ist die Wiederverwendung von mineralischen Baurestmassen:

- als Baustoffe für DRAIN- und TRAGSCHICHTEN,
- für die Erzeugung von zement- und bituminösgebundenen Baustoffen,
- zur Herstellung von konkreten Bauwerken, die im Zusammenhang mit einer Baumaßnahme erforderlich sind, als Ersatz von Naturmaterialien (Dammschüttung, Künettenverfüllung),
- für Geländeanpassungen, die im Zuge von Baumaßnahmen notwendig werden und denen eine bautechnische Funktion zukommt (z.B. Straßenbau, Lärmschutzdämme),
- für Verfüllungen mit Erdaushub, der keiner besonderen Behandlung bedarf.

Der Beitrag ist eine ausschließliche Bundesabgabe und die Einhebung obliegt dem für die Umsatzsteuer des Abgabepflichtigen zuständigen Finanzamt. Abgabepflichtig ist entweder der Betreiber der Deponie oder des Zwischenlagers oder derjenige, welcher den Abfall ausführt. 90% der bezahlten Beiträge erhält der Umwelt- und Wasserwirtschaftsfond, die restlichen 10% gehen an das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.

Die Aufgaben beinhalten die Erfassung, Abschätzung und Bewertung von Altlasten zur Erstellung eines Verdachtsflächenkatasters, eines Altlastenatlas sowie einer Prioritätenklassifizierung. Weiters werden Sanierungen teilweise oder zur Gänze finanziert

und die Einrichtung, Erweiterung und Verbesserung von Abfallbehandlungsanlagen unterstützt.

Vermischung mit Baurestmassen:

Sollte der Bodenaushub mit mehr als 5% Baurestmassen vermischt sein, so ist bei Deponierung der für mineralische Baurestmassen geltende Beitrag zu entrichten. Auch die Ablagerung eines derartig vermischten Bodenaushubes auf betriebseigenen Deponien löst die Beitragspflicht nach dem Altlastensanierungsgesetz aus.

Das Altlastensanierungsgesetz ist für jene Bauunternehmen von größerer wirtschaftlicher Bedeutung, die sich mit großräumigen Sanierungen auseinandersetzen. Für den üblichen Baustellenbetrieb könnte es an Bedeutung gewinnen, wenn man sich von Seiten des Gesetzgebers dazu entschließen sollte, auch für wenig kontaminierte Böden einen Beitrag einzuheben. Für Unternehmen, deren überwiegender Unternehmensgegenstand die Altlastensanierung und die Abfallbehandlung ist, ist das Altlastensanierungsgesetz zusammen mit dem Umweltförderungsgesetz für die Altlastensanierung und -sicherung auch im Hinblick auf Förderungen des Bundes von Interesse.

2.2.4.4 Beitragshöhen

Die Höhe des Beitrages richtet sich nach der Masse und Art des Abfalls. Die eingehobenen Gelder finden im wesentlichen zweckgebunden für die Erfassung, Abschätzung und Bewertung von Verdachtsflächen und für die Sicherung von Altlasten Verwendung. Der Beitrag ist unabhängig von der zusätzlich zu entrichtenden Deponiegebühr. Laut Altlastensanierungsgesetz ergeben sich zusammenfassend folgende Beitragshöhen:

Gültig ab	BAURESTMASSEN	ABFALL	ABFALL
	mineralisch sortenrein	nicht gefährlich	gefährlich
1.1.1993	40 ÖS/to	60 ÖS/to	400 ÖS/to
1.1.1995	50 ÖS/to	90 ÖS/to	700 ÖS/to
1.1.1997	60 ÖS/to	120 ÖS/to	1000 ÖS/to
1.1.1998	80 ÖS/to	150 ÖS/to	1300 ÖS/to

Tabelle 5: Höhe der Altlastensanierungsbeiträge [2]

Unter **gefährlichen Abfällen** gemäß Altlastensanierungsgesetz werden Abfälle verstanden, deren Behandlung besondere Umsicht und besondere Vorkehrungen im Hinblick auf die öffentlichen Interessen erfordern. Eine exakte Grenze zwischen gefährlichem und nicht gefährlichem Abfall wird nicht angegeben. In der Praxis wäre diese etwa bei der Eluatklasse II der ÖNORM S 2072 zu ziehen. Das Eluat der Eluatklasse II besitzt eine Qualität, welche ein Sickerwasser erwarten lässt, das nach einfacher Aufbereitung einem Vorfluter zugeführt werden kann.

2.2.5 Verpackungsverordnung

Verpackungen dienen als Schutz der Ware für Transport, Lagerung aber auch als Träger von Informationen und Werbemaßnahmen. Um den Gedanken der Kreislaufwirtschaft oder der Verantwortlichkeit des Produzenten und damit des Zurückdrängens unnötiger Verpackungsmaterialien auch gesetzlich umzusetzen, wurde eine Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten, kurz Verpackungsverordnung (BGB1. Nr. 645/1992), erlassen. Diese Verpackungsverordnung trat mit 1.10.1993 in Kraft.

Es sollen mit der Verpackungsverordnung die Kosten für die Verpackung direkt dem Produktpreis zugeordnet werden. Damit wird ein Produkt, das mit geringer Verpackung auskommt bzw. Mehrwegsysteme benutzt, einen Vorteil durch niederen Produktpreis haben. Die Verpackungen sind gegliedert in so genannte Transportverpackungen, Umverpackungen und Verkaufsverpackungen.

Transportverpackungen:

Transportverpackungen, wie z.B. Paletten, Kartonagen, Kisten und dergleichen dienen als Schutz der Ware vor Beschädigungen beim Transport oder bei der Lagerung. Wenn eine Verpackung sowohl für Transportzwecke als auch für Verkaufszwecke dient, so ist sie im Zweifelsfall als Verkaufsverpackung anzusehen.

Umverpackungen:

Umverpackungen sind umhüllende Verpackungen, die, wenn sie nicht die Definition der Transport- oder Verkaufsverpackung erfüllt, entweder eine oder mehrere

Verkaufsverpackungen umschließen und keinen bestimmten Zweck, wie etwa Anforderungen an die Haltbarkeit und dergleichen, erfüllen.

Wird die Umverpackung nicht sofort zurückgelassen, wird sie im Sinne der Verordnung zur Verkaufsverpackung, und es gelten alle Bestimmungen bezüglich Verkaufsverpackung in gleicher Weise. Diese Art der Verpackung wird bei Baustellen nur in seltenen Fällen vorkommen.

Verkaufsverpackungen:

Verkaufsverpackungen sind die Ware bis zum Verbrauch umhüllende Verpackungen, z.B. Zementsäcke, Silikonkartuschen, Dosen von PU-Schäumen, Farb- und Lackdosen. Die Verpackungen gehören zu den Baustellenabfällen.

VERPACKUNGEN	BEISPIELE
Papiersäcke	Zementsack, Kalksack, Putzmörtel
Papier, Karton, Wellpappe	Schachteln, Steigen, Versandhülsen
Kunststoffe m inkl. Verbundstoffe)	Dosen, Plastikflaschen, Tuben, Kübel, Schrumpffolien, Kunststoffsäcke, Kartuschen, Kunststoff-Aluminium-Verbunde
Metalle	Umreifungsbänder, Dosen, Kanister, Griffe und Bügel
Holz(unbehandelt)	Einweg-Paletten, Kisten
Glas	Flaschen getrennt nach Weiß-/Buntglas

Tabelle 6: Gruppen der Verpackungsabfälle [46]

2.2.6 Beschluss des Ministerrates

Das Ziel dieses Beschlusses ist die Reduzierung von Deponiemengen bei verwertbaren Stoffen, die Schonung wertvoller Rohstoffe und die Verringerung der Überschussmassen und Transportwege.

Nach gemeinsamem Bericht des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten und der Bundesministerin für Umwelt, Jugend und Familie betreff Heranziehung von Recyclingmaterialien bei der Bautätigkeit von Bundesdienststellen im Inland beschloss der Ministerrat, am 09.01.1992, folgendes:

„Es wird vorgeschrieben, dass geeignete ÖNORMEN oder einschlägige Richtlinien für die Planung und Ausschreibung Umweltgerechter Produkte oder Verfahren heranzuziehen sind. Weiters soll die Trennung und/oder Wiederverwendung von **Baurestmassen** bei Bauleistungen durch Bundesdienststellen schon bei der Planung und Ausschreibung sichergestellt werden.

Es wird den Ländern und Gemeinden empfohlen, als Auftraggeber in ihrem Wirkungsbereich gleichartig wie der Bund vorzugehen, Bauordnungen recyclinggerecht zu gestalten, Genehmigungsverfahren für die Abfallbehandlungsanlagen möglichst rasch zu vollziehen und bei der Standortfestlegung für diese Anlagen mitzuwirken."

2.2.7 Normen

Die ÖNORMEN der Reihe S (sonstige Normen), die für den Bereich der Bauwirtschaft wichtig sind, sind folgendermaßen angeführt:

- ÖNORM S 2000: Abfall, Benennungen und Definitionen (1992)
- ÖNORM S 2001: Abfallwirtschaft, Benennungen und Definitionen (01.07.85)
- ÖNORM S 2005: Deponien, Benennungen und Definitionen (1985)
- ÖNORM S 2006: Abfallverwertung, Benennungen, Definitionen und Verfahren (19983)
- ÖNORM S 2008: Altlasten, Benennungen und Definitionen (19985)
- ÖNORM S 2070: Deponien und Abfalllager auf Zeit, hydrologische und geotechnische Klassifizierung von Standorten (01.11.90)
- ÖNORM S 2071: Deponien und Abfalllager auf Zeit, Deponiebauklassen (01.11.90)
- ÖNORM S 2072: Eluatklassen von Abfällen (01.12.90)
- ÖNORM S 2073: Deponien und Abfalllager auf Zeit, Dichtungsbahnen aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen (01.11.90)
- ÖNORM S 2074/1: Geotechnik im Deponiebau, Standorterkundung (01.11.90)
- ÖNORM S 2074/2: Geotechnik im Deponiebau, Erdarbeiten (01.11.90)
- ÖNORM S 2075: Deponien und Abfalllager auf Zeit, Zuordnung von Abfällen (01.11.90)
- ÖNORM S 2100: Abfallkatalog (01.03.90)
- ÖNORM S 2101: Katalog gefährlicher Abfälle (01.06.93)
- ÖNORM S 2110: Analytische Beurteilung von Abfällen(01.10.91)
- ÖNORM S 2111: Probenahme von Abfällen (01.09.92)

Die S- Normengruppe kann als technischer sowie rechtlicher Grundstock speziell für die Behandlung und Deponierung von Abfällen gesehen werden. Die ÖNORM S 2000 gliedert den Abfall in Müll und Sonderabfall. Die ÖNORMEN S 2070 bis S 2075 legen verbindliche Werte für die Ausgestaltung von Deponien oder für die dort zu lagernden Abfallstoffe fest.

Die abzulagernden Stoffe werden in Eluatklassen eingeteilt, und diese bestimmen dann die Art der Deponiebauklasse. In der ÖNORM S 2100 Abfallkatalog werden für verschiedene Abfälle Schlüsselnummern festgelegt und Hinweise für die Behandlung aufgelistet. Diese Einteilung dient als Grundlage zur Abfallbestimmung und wird beim Baurestmassennachweisformular zur Stoffgruppendefinition herangezogen.

Der Straßenaufbruch wird unter entsprechender Schlüsselnummer den Abfällen mineralischen Ursprungs, Asphalt und Bitumen den Abfällen von Mineralölprodukten zugeordnet. Für die Entscheidung, welche Abfälle unter welchen Voraussetzungen wo deponiert werden dürfen, spielen bei der Normenserie drei Charakteristika eine entscheidende Rolle:

- Standortklassifizierung
- Deponiebauklasse
- Eluatklasse

Unter der Standortklassifizierung erfolgt die Beurteilung eines Deponiestandes hinsichtlich geologischer, hydrogeologischer und bodenmechanischer Gesichtspunkte. Es werden fünf Standortklassen unterschieden. Mit steigender Eignung eines Standortes zur Ablagerung von Abfällen nimmt die Standortklasse von Stufe 1 bis 5 zu.

Die Deponiebauklasse drückt die Klassifizierung der Mindestanforderungen an die Ausführung von Deponien aus. Es wird unter sechs Deponieklassen unterschieden.

Die Eluatklasse ist in der vorliegenden Normenserie maßgebliches Kriterium für die Beurteilung des Gefährdungspotentials von Abfällen. Darunter wird die Summe der Gesamthaltstoffe der mit Wasser mobilisierbaren Abfallanteile verstanden.

2.2.8 Richtlinien

2.2.8.1 RVS

Die grundlegenden Bestimmungen für den Straßenbau in Österreich sind die **Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS)**, herausgegeben von der österreichischen **Forschungsgesellschaft für Verkehrs- und Straßenwesen (FVS)**. Hier sind einige RVS, die für diese Arbeit relevant sind:

- RVS 8.01.11 Gesteinskörnungen für den Straßenbau
- RVS 8.01.60 Baustoffe, industrielle Nebenprodukte und wiederverwendbare Baustoffe für den Straßenbau
- RVS 8.115 Gesteinsmaterial für Böschungs-, Ufer- und Sohlsicherungen
- RVS 8.24 Erdarbeiten
- RVS 8.511 Ungebundene Tragschichten
- RVS 8.512 Mechanisch stabilisierte Tragschichten
- RVS 8.05.13 Zementstabilisierte Tragschichten
- RVS 8.05.14 Bituminöse Tragschichten im Heißmischverfahren
- RVS 8S.06.23 Splittmastrixasphalt (SMA)
- RVS 8.06.25 Dünnschichtdecken
- RVS 8.626 Wiederverwendung von Asphalt
- RVS 8.06.27 Walzasphalt
- RVS 8.06.28 Lärmindernde Drainasphalt
- RVS 8.629 Gußasphalt
- RVS 8.06.32 Betondecken, Deckenherstellung
- RVS 11.062 Grundlagen, Prüfverfahren, Steinmaterial

2.2.8.2 Richtlinien für Recycling-Baustoffe

Die Richtlinien entstanden unter Anhörung der betroffenen Fachgremien und Anwenderkreise unter der Leitung des **Österreichischen Güteschutzverbandes Recycling-Baustoffe (ÖGSV)** und werden von diesem vertrieben. Dieser Verband hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Güte von zur Wiederverwendung aufbereiteten Baurestmassen und

auch die Aufbereitungsverfahren zu sichern und Erzeugnisse, deren Güte gesichert ist und Betriebe, die gütegesicherte Produkte erzeugen, mit dem Gütezeichen auszuzeichnen.

Die Ziele dieser Richtlinien orientieren sich an den Grundsätzen des Abfallwirtschaftsgesetzes, wonach der Verwertung gegenüber der Entsorgung der Vorrang zu geben ist. Die Richtlinien wurden vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten per Erlass für den Bereich Tiefbau als verbindlich erklärt. Die Richtlinien und die darin enthaltenen Güte- und Prüfbestimmungen regeln die Art und den Umfang der Prüfungen an wiedergewonnenen Baustoffen. Sie sollen dazu dienen, dass bei der Herstellung eine gleichbleibende Vorgehensweise angewandt wird und die Voraussetzungen für eine einheitliche Bezeichnung und Beurteilung geschaffen wird.

Zielsetzung der Aufbereitung von Baustoffen ist es, den Qualitätsstandard zu erreichen, der für den späteren Verwendungszweck der wiederaufbereiteten Baustoffe erforderlich ist. Weiters gibt es folgende Richtlinien:

- Richtlinie für die Aufbereitung kontaminierter Böden und Bauteile
- Richtlinie für recycelte Baustoffe aus Hochbaurestmassen ; zementgebundene Massen
- Richtlinie für recycelte Baustoffe aus Hochbaurestmassen; ungebundene Schüttungen

2.3 VERANTWORTUNG, HAFTUNG, DOKUMENTATION

2.3.1 Verantwortung

Eine ständig während der Bautätigkeiten auf der Baustelle befindliche Person ist für den Bereich **Baurestmassen** verantwortlich zu machen und der örtlichen Bauaufsicht spätestens bei Baubeginn zu nennen. Dies kann z.B. der **Bauleiter** oder eine von ihm beauftragte Person sein. Die Bauaufsicht hat sich mit dieser Person in Kontakt zu setzen, über die bestehenden Vorschriften zu informieren und entsprechend zu beraten. Bei Großbaustellen wäre es besser eine Person dauernd bei der Sammelstelle zu belassen. Der genannten Person obliegt es auch Anfall und Verbleib der Baurestmassen in geeigneter Form zu dokumentieren (siehe Pkt. 2.3.3).

Eine entsprechende fachliche Eignung ist erforderlich, z.B. Kenntnis der rechtlichen Regelungen, grundsätzliche Kenntnisse über Eigenschaften und Gefährdung der einzelnen Stoffgruppen von Baurestmassen.

Die Verantwortlichkeit für die Sammlung der gefährlichen Abfälle liegt bei den einzelnen Abfallerzeugern (Professionisten). Das bedeutet, dass bei einem Großbauvorhaben die Entsorgung der nicht gefährlichen Abfälle zentral erfolgen kann und z.B. vom Generalunternehmer durchgeführt wird, für die Entsorgung der gefährlichen Abfälle aber die Einzelnen Subunternehmer eigenverantwortlich zuständig sind.

Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) bestimmt im neuen § 9 Abs. 6 und 7:

„(6) In Betrieben mit 100 oder mehr Arbeitnehmern ist ein fachlich qualifizierter Abfallbeauftragter schriftlich zu bestellen und der Behörde bekannt zu geben. Der Abfallbeauftragte hat die Einhaltung der Vorschriften dieses Bundesgesetzes oder beruhender Verwaltungsakte zu überwachen und auf eine sinnvolle Organisation der Umsetzung der den Betrieb betreffenden abfallrechtlichen Bestimmungen hinzuwirken. Er hat den Betriebsinhaber über seine Wahrnehmungen, insbesondere über festgestellte Mängel, unverzüglich zu informieren. Der Abfallbeauftragte muss im Betrieb dauernd beschäftigt und während der üblichen Geschäfts- oder Betriebsstunden anwesend oder zumindest leicht erreichbar sein. Für den Fall seiner Verhinderung ist ein Stellvertreter zu bestellen.

(7) Durch die Bestellung eines Abfallbeauftragten wird die Verantwortung des Betriebsinhabers für die Einhaltung der Vorschriften dieses Bundesgesetzes und darauf beruhender Verwaltungsakte nicht berührt.“

Diese Gesetzesstelle trat mit 1.10.1995 in Kraft. Bis dorthin waren Abfallbeauftragte vorgeschrieben, wenn der Betrieb mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigte und im Betrieb regelmäßig gefährliche Abfälle angefallen sind.

Abfallwirtschaftskonzept:

Das Abfallwirtschaftskonzept ist eine Beschreibung der beim Betrieb einer Anlage zu erwartenden Abfälle und der betrieblichen Vorkehrungen zu deren Vermeidung, Verwertung und Entsorgung. Jedem Antrag auf Genehmigung für die Errichtung, Änderung oder Inbetriebnahme einer Anlage (Bauhöfe mit allen angeschlossenen Einrichtungen wie Büros, Wohnheimen usw. sind Anlagen im Sinne des AWG) ist ein Abfallwirtschaftskonzept beizulegen.

Das Abfallwirtschaftskonzept muss laufend ergänzt und fortgeschrieben werden. Es ist der Behörde auf Verlangen vorzulegen. Speziell für die Bauwirtschaft hat der Fachverband der Bauindustrie ein Muster für ein Abfallwirtschaftskonzept ausgearbeitet, das auch für Bauhöfe anwendbar ist. Im allgemeinen sind für Baustellen, Zweigniederlassungen und Zentralen, die keiner gewerblichen Betriebsanlagengenehmigung bedürfen, keine Abfallwirtschaftskonzepte zu erstellen. Laut Baurestmassentrennverordnung ist derjenige zur Trennung der Abfälle verpflichtet, der die Ausführung einer Abbruchtätigkeit im Rahmen eines Bauvorhabens veranlasst. Darunter ist rechtlich der Auftraggeber zu verstehen, welcher im Regelfall seine Verpflichtung vertraglich an den Auftragnehmer übertragen hat.

Unter Berücksichtigung der Grundsätze, auf denen die Verordnung entwickelt wurde, sind die Mengenschwellen auf einen Auftrag inklusive Nachtrags- und Zusatzaufträge zu beziehen. Die Nachweispflicht trifft den Auftragnehmer, wobei hier die Aufzeichnungen laut Abfallnachweisverordnung herangezogen werden. Der Auftraggeber kann prüfen, ob der Auftragnehmer seiner Nachweispflicht überhaupt nachkommt und die Angaben überschlagsmäßig plausibel kontrollierbar sind (z.B. Bodenaushub in Relation zu Hinterfüllen plus Fernverführen).

Unter der Mengenschwelle wird zur Erfüllung der Nachweispflicht nur die Dokumentation der Unterschreitung genügen, wenn nicht aus Art und Umfang der Bautätigkeit dies zweifelsfrei erkennbar ist. Der Auftraggeber muss darauf vertrauen, dass der Auftragnehmer als ordentlicher Kaufmann die öffentlich rechtlichen Vorschriften, die den Auftraggeber betreffen, soweit sie vertraglich dem Auftragnehmer überbunden werden, einhält.

Für den Bauleiter bedeutet das, dass er mit periodischen Kontrollen des Bauherrn und mit entsprechenden Leistungspositionen im Rahmen von Ausschreibungen zu rechnen hat. Insbesondere deshalb, weil die Bauherrn durch Merkblätter auf diesen Umstand hingewiesen werden. Der Bauherr hat vorgefertigte Ausschreibungstexte (Der Auftragnehmer verpflichtet sich, bis zur Legung der Schlussrechnung die ausgefüllten Baurestmassennachweisformulare dem Auftraggeber firmenmäßig gefertigt zu übergeben).

Grundsätzlich besteht für den Abfallbeauftragten keine Verantwortlichkeit, da ihm das AWG kein Weisungsrecht zuweist. Es kann jedoch die verwaltungsstrafrechtliche Verantwortung von Mitarbeitern durch eine Bestellung zum verantwortlichen Beauftragten begründet werden.

Voraussetzungen:

- inländischer Wohnsitz der bestellten Person
- nachweisliche Zustimmung dieser Person zur Bestellung
- Zuweisung einer Anordnungsbefugnis für den ihrer Verantwortung unterliegenden Bereich
- klare Abgrenzung des Verantwortungsbereiches

Der Betriebsinhaber bleibt auch dann strafrechtlich verantwortlich, wenn er die Tat des Beauftragten vorsätzlich nicht verhindert hat.

Verpackungsabfälle:

Im Zuge der Umsetzung wird durch einen entsprechenden Verein die Rücknahme der Verpackung Österreichweit versucht zu organisieren. Diese gegründete Altstoff Recycling Austria (ARA) übernimmt vom Letztverbraucher für Produkte mit Lizenzverträgen Verpackungen zurück. Diese können mit dem „Punkt“ (runder Pfeil in einem Kreis) gekennzeichnet sein. Damit entfällt die Rücknahmepflicht des Lieferanten, die auf den „Dritten“, also der ARA, übergeht.

Die Übernahme der Verpackungsabfälle erfolgt durch die ARA-Partner-Organisationen. Die Verpackungsverordnung sieht folgendes vor, sollte der Lieferant/Vertreiber NICHT Altstoff Recycling Austria (ARA) -lizenzierte Verpackungen vertreiben:

Hersteller und Vertreiber von Verpackungen sind verpflichtet, die von ihnen in den Verkehr gebrachten und verwendeten Verpackungen nach Gebrauch unentgeltlich zurückzunehmen (100% ige Rücknahmeverpflichtung) bzw. dem nächsten Rücknahmeverpflichteten in der Verteilerkette zurückzugeben.

2.3.2 Haftung, Strafbestimmungen

Ein Verwaltungsstrafrechtliches Verhalten entgegen der Bauschuttrennverordnung entspricht einem Ungehorsamsdelikt gemäß § 5 VStG und wird im Sinne der Strafbestimmungen des AWG geahndet. Das Verschulden des Täters ist nicht von der Behörde nachzuweisen, sondern im Sinne der Judikatur ohne weiteres anzunehmen. Dem Täter steht es jedoch frei, diese Vermutung durch Glaubhaftmachung seiner Schuldlosigkeit zu widerlegen.

Der Bauherr müsste demnach der Behörde gegenüber nachweisen, dass ein schuldhaftes rechtswidriges Verhalten insbesondere deswegen nicht vorliegt, weil

- ein Bauunternehmen vertraglich mit der Durchführung der Baurestmassentrennung und - Verwertung beauftragt wurde,
- sich der Bauherr in zeitlichen Abständen vor Ort über die Trennung informiert hat (jeder Bauherr informiert sich regelmäßig über den Fortgang des eigentlichen Bauvorhabens),
- sich der Bauherr Aufzeichnungen über den Verbleib der Baurestmassen vorlegen hat lassen
- oder im Rahmen der Schlussrechnung über das Bauvorhaben die Kosten der Trennung und Verwertung geprüft und sachlich und rechnerisch richtig erkannt wurden.

Verstöße gegen die Regelungen des Abfallwirtschaftsgesetzes oder der Baurestmassentrennverordnung werden einerseits mit Geldstrafen, andererseits mit der Abschöpfung des unrechtmäßigen Gewinnes geahndet. Noch dazu kommen weiters die Verwaltungsstrafen.

Geldstrafen laut Abfallwirtschaftsgesetz § 39:

a) mit Geldstrafe bis zu 40000, - ÖS, wer

- gegen die Melde- und Nachweispflichten verstößt,
- gefährliche Abfälle bei der Übergabe nicht richtig deklariert oder nicht analysiert oder die Begleitscheine, Analysen und Proben nicht aufbewahrt oder nicht vorlegt,
- den Behörden Auskünfte nicht erteilt, Einblick in die Aufzeichnungen nicht gewährt oder Anordnungen nicht befolgt, die vom Gewerberecht, Wasserrecht usw. auferlegt werden.

b) mit Geldstrafen von 5000, - bis 100000, - ÖS:

- wer (Bauherr, Bauunternehmen) entgegen der Bauschuttrennverordnung nicht getrennt erfasst, sammelt, lagert und behandelt,
- wer (Bauherr, Bauunternehmen) beim Abbruch von Baulichkeiten gegen die Bauschuttrennverordnung verstößt oder unbehandelt deponiert,
- wer gefährliche Abfälle mehr als ein Jahr ohne Genehmigung zwischenlagert (z.B. Lagerung von Ölfässern auf einem Lagerplatz eines Bauunternehmens).

c) mit Geldstrafen von 50000, - bis 500000, - ÖS:

- Bauunternehmen, das die gefährliche Abfälle ohne Genehmigung nach § 15 AWG übernimmt oder behandelt,

- Bauunternehmen, das die gefährliche Abfälle und Altöle nicht getrennt erfasst, lagert und befördert,
- Bauunternehmen, das die gefährliche Abfälle und Altöle vermischt oder vermengt.

Abschöpfung des unrechtmäßigen Gewinns:

Das Abfallwirtschaftsgesetz § 39 Abs. 5 sieht vor, Bauherrn und Bauunternehmen, die durch einen Verstoß gegen die Trennungs- und Verwertungspflichten gemäß der Baurestmassentrennverordnung einen wirtschaftlichen Vorteil erlangen, zur Zahlung eines dem Ausmaß der Bereicherung entsprechenden Geldbetrages zu verpflichten.

Zur Abschöpfung kann veranlasst werden:

- der Bauherr, der entgegen der Baurestmassentrennverordnung die Trennung nicht veranlasst hat (**TÄTERHAFTUNG**),
- der Bauunternehmer, der entgegen dem Auftrag des Bauherrn die Trennung unterlassen hat und dadurch wirtschaftliche Vorteile erlangt hat (**HAFTUNG ALS DRITTER**).

2.3.3 Dokumentation

Beim Neubau von Bauwerken ist es erforderlich, über die beim Bauprozess eingesetzten Güter und Stoffe Buch zu führen. Dies ist im Hinblick auf eine spätere Entsorgung eines Bauwerkes notwendig. Für bereits bestehende Bauwerke kann eine solche Bilanz prinzipiell auch nachträglich erstellt werden, dies bedarf aber eines größeren Zeitaufwandes. Es ist daher erforderlich, Daten aus der Projektierung und Kalkulation für die Entsorgung bereitzuhalten. Laut Abfallwirtschaftsgesetz ist der Abfallbesitzer verpflichtet, über alle anfallenden Abfälle Aufzeichnungen zu führen. Diese Verpflichtungen sind in der Abfallnachweisverordnung des Umweltministers festgehalten. Nach § 3 Abs. 1 der Abfallnachweisverordnung haben die Abfallbesitzer für jedes Kalenderjahr fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib der nicht gefährlichen Abfälle, gefährlichen Abfällen und Altöle, die bei ihnen anfallen zu führen. Die Aufzeichnungen sind für jedes Kalenderjahr **getrennt** zu führen und **sieben Jahre** aufzubewahren.

Nachzuweisen sind:

- Abfallart durch Angabe der in der ÖNORM S 2100 verwendeten Bezeichnungen und Schlüsselnummern.
- Menge des Abfalls.

- fallerzeugende Produktions- oder Manipulationsprozesse, gemeint ist der Abfallübergeber (Angabe der Baustelle, von der die Abfälle stammen).
- Art der vorkommenden Behandlung, das heißt der Abfallübernehmer (z.B. Transporteur, Deponie, Aufbereitung, Wiedereinbau oder Zwischenlager).

Grundsätzlich ist dem Abfallbesitzer freigestellt, wie diese allgemeinen Aufzeichnungen im Betrieb vorgenommen werden. Sie kann in Form eines Vormerkbuches, einer Kartei, durch Sammlung von Kopien geeigneter Belege des Warenverkehrs (z.B. Frachtscheine, Rechnungen, Lieferscheine usw.) oder durch Sicherung externer Datenträger im Falle der elektronischen Datenverarbeitung durchgeführt werden. Besitzer von gefährlichen Abfällen müssen zusätzlich noch besondere Aufzeichnungen führen.

Fallen im Betrieb gefährliche Abfälle an, so sind für die Meldepflicht Mindestmengen zu beachten (20 kg gefährliche Abfallart pro Jahr). Erzeuger von gefährlichen Abfällen haben diesen Umstand binnen 3 Monaten nach Aufnahme der Tätigkeit dem Landeshauptmann jenes Bundeslandes, in dem die gefährlichen Abfälle anfallen, unter Verwendung eines eigenen Formblattes zu melden.

Wer gefährliche Abfälle einem Übernehmer übergibt, zu diesem befördert oder befördern lässt, hat Art, Menge, Herkunft und Verbleib der gefährlichen Abfällen in einem so genannten Begleitschein zu deklarieren. Mit der Übernahme des Begleitscheines durch den Übernehmer gehen die Verwertungs- und Behandlungsverpflichtungen auf diesen über.

Von großem Interesse für die Behörde wird es auch sein, wenn an einer Baustelle kontaminiertes Erdreich anfällt. Es ist dann eine Meldung an die Behörde abzugeben.

Für nicht gefährliche Abfälle hat die Bundesinnung der Baugewerbe in Zusammenarbeit mit dem Fachverband der Bauindustrie ein **Nachweisformular** (siehe Abbildung 2) erarbeitet, welches dem Anspruch der Abfallnachweisverordnung genügt.



BAURESTMASSENNACHWEIS FÜR NICHT GEFÄHRLICHE ABFÄLLE



vom Auftragnehmer auszufüllen

Auftraggeber:

Auftragnehmer:
(Firmenstempel)

Nr.:

Datum:

Anfallort:

(Gauzeln)

B	K	OÖ	NÖ	S	ST	T	V	W
---	---	----	----	---	----	---	---	---

Bitte Bundesland der Baustelle ankreuzen

KENNZAHL

(gem. Tabelle eintragen/ter eine Kennzahl möglich)

Verbleib der Baurestmassen	Masse in Tonnen	Eigene Anlage ¹⁾	Übernehmer (Firma) bzw. Standort der eigenen Anlage
Wiederverbau			
Recyclinganlage			
Sortieranlage			
Zwischenlager			
Deponie			
Erdbagger <small>(nicht, seiner Transporteur)</small>			
SUMME		¹⁾ Firma ankreuzen, bitte ankreuzen	

Kennzahl	Stoffgruppe	Schlüsselnummer
1	Betonbruch	31421 / 31424 / 31423
2	Betonstüber	31427
3	Alphalithbruch	34007
4	Holz	17202 / 17208 / 17209 / 17315
5	Metalle	35103 / 35303 / 35304 / 35310 / 35308 / 35315
6	Kunststoffabfälle	57100
7	Bauverbleibstoffe	81200 / 85203 / 85204 / 88718 / 81201 / 81201 / 81201 / 81104
8	Bauschutt	31400 / 31402

Ausgabe: 1. März 1998

Abb. 2: Baurestmassennachweisformular [30]

Erläuterungen zum Baurestmassennachweisformular:

1. Für jede Stoffgruppe ist ein eigenes Formular zu verwenden, was bedeutet, dass pro Formular nur eine Kennzahl eingetragen werden darf.
2. Auftragnehmer im Sinne dieses Nachweises ist jeder Bauausführende (auch jeder Subunternehmer), bei dessen Tätigkeit Baurestmassen anfallen.
3. Verbleib der Baurestmassen:
 - Die Gesamtmasse in Tonnen ist zu summieren und in der Spaltenspalte anzugeben.
 - Bei mehreren Behandlungsarten hat die mengenmäßige Aufteilung in die einzelnen Behandlungsarten zu erfolgen.
4. Zeitpunkt der Bearbeitung des Baurestmassennachweises:
 - Das Formular sollte spätestens bei Abrechnung einer Baustelle bearbeitet werden. Die Massenangabe entspricht dem bei Beendigung des Bauvorhabens oder am Stichtag der Aufnahme vorhandenen Wert.
 - In einem Nachweis ist eine Masse nur einmal zu erfassen (z.B. Zwischenlagerung, wenn die künftige Einbaustelle unbestimmt ist, oder als Wiedereinbau, wenn eine definitive Einbaustelle vorliegt).
5. Der Baurestmassennachweis ist mindestens sieben Jahre, vom Tag der letzten Eintragung gerechnet, aufzubewahren.
6. Das Baurestmassennachweisformular kann gegenüber dem Auftraggeber/Bauherrn als Nachweis der Erfüllung der Baurestmassentrennungsverordnung verwendet werden.

3 TECHNISCHE GRUNDLAGEN

3.1 ASPHALTAUFBRUCH

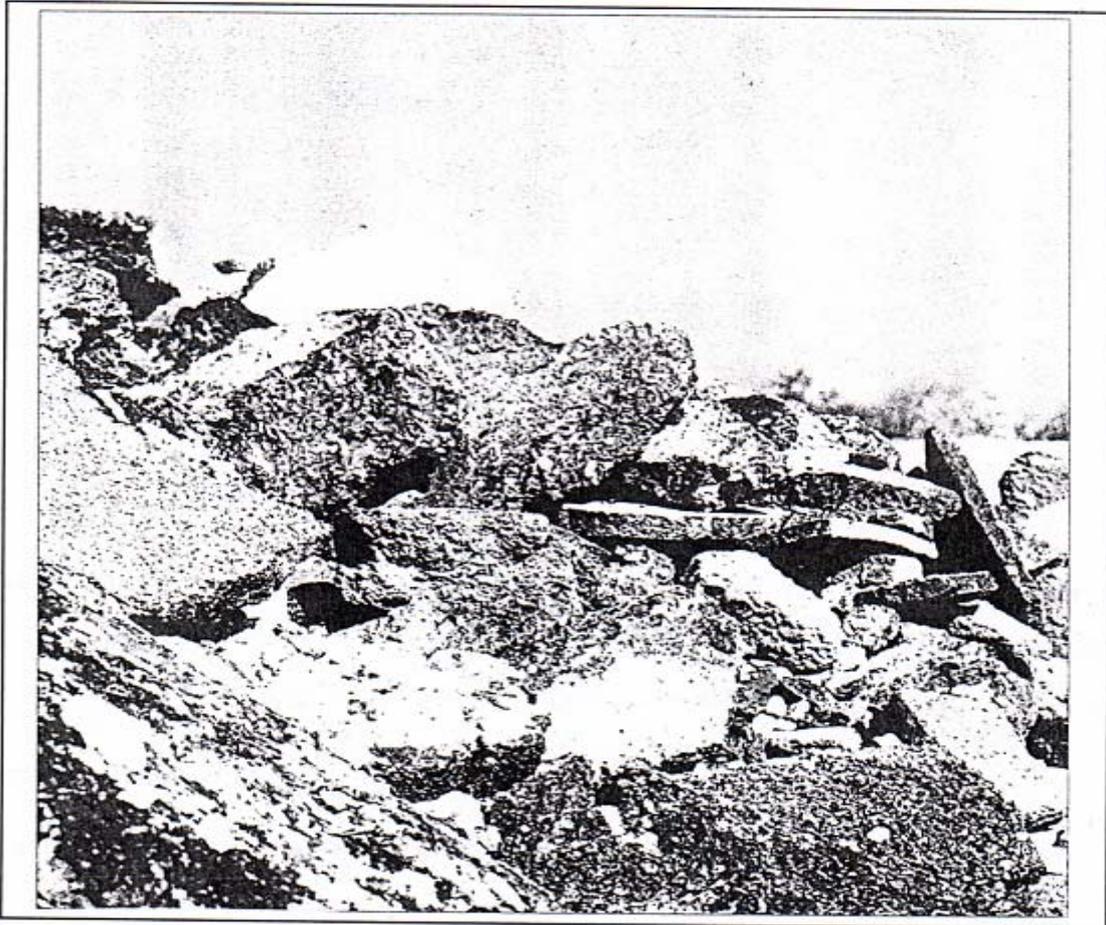


Abb. 3: Asphaltaufbruch [29]

3.1.1 Begriffsbestimmungen

Aus Gründen des Umwelt- und Dienstnehmerschutzes ist es erforderlich, Bitumen und Asphalt von Teer, Pech und Produkten aus diesen definitionsmäßig zu trennen. Dies deshalb, weil Teer und Pech sowie Zubereitungen daraus, als Folgeprodukte aus dem Kokereiprozess anerkanntermaßen krebserregend sind, während Bitumen als physiologisch unbedenklich eingestuft wird.

BITUMEN sind bei der Aufarbeitung geeigneter Erdöle gewonnene, schwerflüchtige, dunkelfarbige Gemische verschiedener organischer Substanzen, deren elastoviskoses

Verhalten sich mit der Temperatur ändert. Im Straßenbau werden vorwiegend die bei der gewöhnlichen Destillation von Erdöl gewonnenen, weichen bis mittelharten Bitumen-Sorten, die so genannten Destillationsbitumen eingesetzt. Hochvakuumbitumen, das durch die Destillation im Vakuum gewonnen wird, verwendet man für Gussasphalte in Innenräumen. Zu den Bitumen im weitesten Sinne sind auch die in geologischen Zeiträumen aus Erdölen gebildeten Bitumenanteile von Naturasphalten zu rechnen.

Im Straßenbau verwendet man folgende bituminöse Bindemittel:

- Straßenbaubitumen
- Verschnittbitumen
- Kaltbitumen
- Bitumenemulsionen
- Naturasphalte
- Teerbitumen
- Straßenteere

ASPHALTE sind Gemische von Bitumen und Mineralstoffen, sie werden vor allem im Straßenbau eingesetzt. Natürlich vorkommende Gemische von Bitumen und Mineralstoffen nennt man Naturasphalte. Das bekannteste Vorkommen gibt es auf der Insel Trinidad.

Asphaltmischgut besteht aus:

- natürlichen Mineralstoffgemischen wie Basalt, Diabas, Granit, usw.
- künstlichen Mineralstoffgemischen wie Hochofen- oder Hüttenschlacke, usw.
- Füllstoffen (Gesteinsmehlen)
- Edelsplittkörnungen
- bituminösen Bindemitteln (Bitumen)

Nach der Ausbaumethode unterscheidet man hauptsächlich zwischen Asphaltaufbruchmaterial (Aufbruchasphalt) und Fräsasphalt. Es wird wiederum zwischen Walz- und Gussasphalt unterschieden.

AUSBAUASPHALT: Der Aufbruchasphalt ist der durch lagenweises Fräsen kleinstückig oder durch Aufbrechen eines Schichtenpaketes in Schollen gewonnene Asphalt.

FRÄSASPHALT: Er ist der durch lagenweises Fräsen kleinstückig gewonnene Asphalt.

AUFBRUCHASPHALT: Er ist der durch Aufbrechen eines Schichtenpaketes in Schollen gewonnene Asphalt.

ASPHALTGRANULAT ist der ausgebaute Asphalt, der durch Fräsen oder durch Aufbrechen mit anschließender Zerkleinerung in Stücken gewonnen wurde.

KRC-Mischgut (Kaltes Recycling-Mischgut) ist ein Asphaltbrechgut, das durch Zerkleinern von Asphaltchollen in Brechern gewonnen wird und eine Stückgrößenverteilung aufweist, die seinen Einbau in ungebundenen Tragschichten gestatten.

ASPHALTBETON (Walzasphalt):

Der Asphaltbeton (AB) ist ein straßenbautechnischer Ausdruck für eine bestimmte Asphaltart, welche nach dem Betonprinzip aufgebaut ist. Er wird nicht unter Zugabe von Zement hergestellt, ist daher kein Beton im herkömmlichen Sinne. Asphaltbeton besteht aus einem korngestuftem Gesteinsgemisch, das in heißem Zustand mit Straßenbaubitumen gemischt, heiß eingebaut und verdichtet wird. Asphaltbeton wird wegen der Walzverdichtung auch als Walzasphalt bezeichnet.

GUSSASPHALT:

Dieser besteht aus einem abgestuften Gesteinsgemisch mit Straßenbaubitumen oder einem Gemisch aus Straßenbaubitumen und Naturasphalt. Gussasphalt ist nach dem Gießen dicht, bedarf somit keiner Nachverdichtung mittels Walzen und wird nur als Deckschicht eingebaut.

TEER, PECH, STEINKOHLENTEERPECH:

Bei Raumtemperatur plastische bis feste Rückstände der Destillation von Steinkohlenteeren; Steinkohlenteerpech findet als solches keine technische Anwendung. Teere werden aus organischen Naturstoffen (z.B. Steinkohle, Braunkohle, Holz) durch zersetzende thermische Behandlung bei etwa 1000° gewonnen. Es sind flüssige bis halbfeste Produkte, bei deren Destillation man Teeröl und Pech erhält. Straßenpech wird eingesetzt als:

- Tränkspritzung
- Reinbindemittel für Sand (Teersand)
- Carbobitumen (Gemisch aus Bitumen und Straßenpech)
- PVC-Teer (für heißgespritzte Oberflächenbehandlungen).

Ausmaß und Verteilung der Anteile aus Straßenpech in den bestehenden Straßenbauten und bei der späteren Straßenunterhaltung wurden noch nicht untersucht und sind daher nicht bekannt. Bei der Aufbereitung und Wiederverwertung von bituminösem Material ist der Nachweis von Bestandteilen aus Straßenpech aber umweltrelevant. Seit 35 Jahren wird in Österreich kein Teer mehr im Asphaltstraßenbau verwendet.

MISCHÖL:

Das Mischöl ist ein Zusatzmittel bei der Herstellung von Asphalt zur Erhöhung des Mineralölanteiles im Bindemittel.

BITUMENHALTIGE BINDEMITTEL: Man fasst Bitumenlösungen, Bitumenemulsionen und Polymermodifizierte Bitumen unter dem Begriff „Bitumenhaltige Bindemittel“ zusammen. Zu Bitumenlösungen gehören Bitumenanstrichmittel, Kaltbitumen und Fluxbitumen.

3.1.2 Zusammensetzung von Bitumen

Bitumen ist ein kompliziert aufgebautes Stoffgemisch organischer Natur, welches bei der destillativen Trennung von flüchtigen und nichtflüchtigen Bestandteilen von Erdöl anfällt. Aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung der Erdölsorten weisen auch die zugehörigen Bitumen unterschiedliche Eigenschaften auf.

Durch geeignete Trennmethode können im Labor im Bitumen 3 Stoffgruppen unterschieden werden:

1) das Dispersionsmittel: Ein Gemisch eher niedermolekularer, öliger Stoffe

2) die Erdölharze: Auch ein Gemisch, aber fester, schmelzbarer Stoffe

Dispersionsmittel und Erdölharze sind in apolaren Lösemitteln löslich und werden als Maltene bezeichnet.

3) die Asphaltene: Ein Gemisch hochmolekularer, unlöslicher Stoffe

Asphaltene und Erdölharze sind im Dispersionsmittel dispergiert; es liegt ein sogenanntes kolloidales System vor.

Diese Struktur der Bitumen ist für das Verständnis des physikalischen Verhaltens und für die Beurteilung von Auswaschtests von Bedeutung. Einigermaßen erschöpfende Analysen der im Bitumen enthaltenen einzelnen chemischen Verbindungen sind wegen der hohen Anzahl möglicher Isomere nicht durchführbar. Bisher wurde nur von wenigen Bestandteilen die chemische Struktur ermittelt.

Unter den von Natur aus in Bitumen enthaltenen löslichen Verbindungen nennt man Kaliumsalze der Naphthensäuren und der Carbonsäuren. Der lösliche Anteil ist jedoch gering.

3.1.3 Polymermodifiziertes Bitumen (PmB)

Die Zugabe polymerer Werkstoffe bewirkt einen Anstieg des Erweichungspunktes und eine Erweiterung der Plastizitätsspanne. Polymermodifizierte Bitumen sind weniger wärmeempfindlich. Die Gefahr der Spurrinnenbildung ist auch im Sommerhalbjahr bei durchschnittlich hoher Achslast der Fahrzeuge gering. Zu hohe Polymerdosierung erweist sich als ungünstig, weil dabei die Eigenschaften des Asphalttes bei tiefen Temperaturen nachteilig verändert werden. Der Brechpunkt wird angehoben; Rissbildung ist bei großer Kälte nicht auszuschließen.

Der Zugabe von Polymeren sind somit Grenzen gesetzt; auch wenn polymermodifiziertes Bitumen für Deckschichten zunehmend verwendet wird.

3.1.4 Eigenschaften und Umweltrelevanz

Asphalte für den Straßenbau werden derzeit in Österreich ausschließlich auf der Basis von Bitumen hergestellt und stellen daher keine unmittelbare Gefahr dar. Bei älterem Straßenaufbruch kann man dagegen nicht ausschließen, dass auch mit Steinkohlenteer, Gasteer oder Holzkohlenteer gebundene Schichten vorhanden sind. Diese damals auch im Straßenbau verwendeten Bindemittel sind umwelthygienisch anders einzustufen als Bitumen. Dabei ist in erster Linie darauf Bedacht zu nehmen, dass Teere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthalten, von denen einige als krebserregend eingestuft werden.

Die Löslichkeit der PAK in Wasser ist einerseits so gering, dass kontaminierter Erdaushub aus Altlasten (z.B. Gaswerksstandorten) und Straßenaufbruch auch noch nach vielen Jahren unverändert hohe Gehalte an PAK aufweisen. Andererseits geht von diesen Materialien wegen

des sehr geringen PAK- Schwellenwertes für Trinkwasser und wegen der Auslaugbarkeit der im Teer enthaltenen Phenole eine Gefahr für nutzbares Grundwasser aus.

3.1.5 Bezeichnung von Asphalten nach Richtlinien der Forschungsgesellschaft für Verkehrs- und Straßenwesen (RVS)

Bituminöse Tragschichten werden je nach den an ihre Qualität gestellten Anforderungen in vier Typen 1, II, III und BTD eingeteilt.

Bituminöse Tragschichten unterscheiden sich in der Zusammensetzung der Korngemische, im Bindemittelgehalt, in den Anforderungen an das Mischgut und in den beim Einbau zu erzielenden Grenzwerten. Das Größtkorn kann für die Typen 1, II und III, 16, 22 oder 32 mm betragen. Für BTD wird nur das Größtkorn 16 mm verwendet.

Bituminöse Tragschichten dienen der Befestigung von Straßen, Wegen und Verkehrsflächen aller Art und sind im Sinne einer Tragschicht anzuwenden. Die Wahl der Type und des Kornbereiches richtet sich nach dem Verkehrsaufkommen und dem Zeitraum, während dem die Tragschicht ohne Decke den Verkehr aufzunehmen hat.

Folgende Abkürzungen sind üblich:

BT = bituminöse Tragschicht

BTd = bituminöse Tragdeckschicht (nur für geringe Verkehrsbelastung)

AB = Asphaltbeton (bituminöse Decke=Belag)

BO = Binder offen (nur unter Gussasphalt vorgesehen)

BD = Binder dicht (nur unter Gussasphalt vorgesehen)

GA = Gussasphalt

3.2 BETONABBRUCH

Betonabbruch stammt aus Bauwerken, die überwiegend aus Beton bestehen oder fällt bei der Trennung von Beton und anderen Baurestmassen an. Große Mengen an Betonabbruch stammen aus Straßen und Autobahnen, die in den 50-er und 60-er Jahren in Betonbauweise errichtet wurden und jetzt oder in Zukunft saniert werden müssen.



Abb. 4: Betonabbruch [29]

3.2.1 Begriffsbestimmungen

BETON ist ein Gemenge aus Zement, Betonzuschlägen, Wasser und auch Betonzusätzen, das nach seiner Herstellung verformbar ist und nach einer bestimmten Zeit erhärtet. Aus dem Zement und dem Wasser bildet sich mit den feinsten Kornfraktionen der Betonzuschläge und -zusätze der so genannte Zementstein, der die groben Körner des Betonzuschlages umhüllt.

NORMALBETON:

Als Normalbeton wird nach ÖNORM B 4200 Teil 10 Beton mit geschlossenem Gefüge und einer Frischbetonrohichte von 2000 kg/m^3 bis 2800 kg/m^3 bezeichnet. Der Betonabbruch besteht hauptsächlich aus Normalbeton.

Die aufbereitete, verwertbare Baurestmassen können entweder aus sortenreinen Baurestmassen oder aus mineralischen, gemischten Baurestmassen gewonnen werden.

Die Richtlinie für Recycling-Baustoffe des Österreichischen Baustoffrecyclingverbandes unterscheidet zwischen recyceltem gebrochenem Betongranulat (RB), recyceltem gebrochenem Asphalt/Beton-Mischgranulat (RAB) und recyceltem gebrochenem Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürlichem Gestein (RM).

3.2.2 Zusammensetzung

Der Beton setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Zement (meistens Portlandzement, seltener Hochofenzement)
- Betonzuschlag (Sand, Kies und Recycling-Granulat)
- Anmachwasser (gut geeignet ist Trinkwasser)
- Betonzusatzmittel (z.B. Fließmittel, Frostschutzmittel, usw.)

Um die für konstruktive Zwecke erforderlichen Festigkeiten zu erreichen, müssen bei der Herstellung von Beton normierte oder geprüfte Rezepturen eingehalten werden. Besonders wichtig ist dabei die Einhaltung höchstzulässiger Wasser/Zement-Quotienten und ein ausreichender Zementgehalt.

Festigkeitsklassen laut ÖNORM B 4200:

BO, B80, B 120, B 160, B225, B300, B400, B500 und B600.

B 300 bedeutet, dass nach 28 Tagen eine Druckfestigkeit von mind. 30 N/mm² erreicht wird.

Die chemische und mineralogische Zusammensetzung der gewöhnlichen Betonsorten ergibt sich fast vollständig aus der Chemie und Mineralogie der Zuschlagstoffe und aus den bei der Zementhydratation gebildeten Mineralphasen.

3.2.3 Eigenschaften und Umweltrelevanz

Die für die Ablagerung und Verwertung relevanten Eigenschaften der Normalbetone lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Festigkeit (Druckfestigkeit)
- engporiges Gefüge
- alkalische Reaktion
- Eisenmetallgehalt bei nicht aufbereitetem Beton

Über das Verhalten von Betonen mit besonderen Eigenschaften im Falle der Verwertung und Ablagerung ist wenig bekannt. Es existieren Hinweise dafür, dass hohe Gehalte an Spritzhilfen bei Spritzbeton zu einer starken Auslaugung organischer Spritzhilfsmittel führen.

Besonders beachtenswert ist, dass die Löslichkeit von Zink und Cadmium bei Anwesenheit von Zement sehr gering ist im Vergleich zu wässrigen, alkalischen Medien ohne Zementzusatz.

Die Verwertung von Aschen aus Kohlekraftwerken und von Altreifen, die derzeit in Österreich üblich ist, hat damit keinen Einfluss auf die Verwertbarkeit oder Ablagerungsmöglichkeiten von Betonabbruch.

Bei dem Betonabbruch im Straßenbau sind zahlreiche Beispiele aus der Praxis bekannt, bei denen Betonabbruch, der aus dem alten Straßenaufbau stammt, vor Ort wieder beim Bau der neuen Straßenbefestigung verwendet wurde. Eine Beeinträchtigung ist sehr unwahrscheinlich, wenn tatsächlich nur das dem jeweiligen Straßenbaulos entstammende Material verwendet wird (Ausnahme:ehemalige Teerdecken). Die Deckschichten werden in der Regel bestimmte verkehrsbedingte Verunreinigungen (z.B. Schmierstoffe) enthalten, spielen aber im Vergleich zur Gesamtmasse pro Flächeneinheit nur eine kleine Rolle.

Bei der Verwertung von Verwertungsbaustoffen im Straßenbau, welche nicht dem betreffenden Baulos entstammen, wird schon für eine Garantie der erforderlichen bautechnischen Eigenschaften eine sorgfältigere Qualitätskontrolle erforderlich sein. Auch im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit der Baustoffe ist ein Qualitätssicherungssystem zu errichten.

Baurestmassen aus dem Bereich der Start- und Landebahnen von Flughäfen können aufgrund der Notwendigkeit des Einsatzes von Auftaumitteln mit Salzen, Stickstoffverbindungen und Glykol belastet sein.

3.3 AUFBEREITUNGSANLAGEN FÜR BAURESTMASSEN

Ziel der Aufbereitung von Baurestmassen ist die Einsparung wertvoller Ressourcen oder die Gewinnung von Sekundärrohstoffen und die Einsparung von Deponieraum. Es soll ein hochwertiges und qualitativ definiertes Produkt gewonnen werden. Die Voraussetzung für eine Wiederverwertung von Baurestmassen ist eine Aufbereitung.

3.3.1 Einteilung der Anlagen

Die Anlagen zur Aufbereitung der Baurestmassen lassen sich grundsätzlich nach folgenden drei Kriterien unterscheiden:

- nach der Mobilität
- nach der Verfahrenstechnik
- nach dem Aufgabebereich und nach der Aussortierung von Fremdstoffen

3.3.1.1 Einteilung nach der Mobilität

Je nach Grad der Mobilität werden

- stationäre,
- mobile und
- semimobile

Anlagen unterschieden.

3.3.1.1.1 Stationäre Anlagen

Damit werden Anlagen bezeichnet, die ortsfest gebunden sind. Einzelne Aggregate sind mit entsprechenden Fundamenten ausgerüstet. Stationäre Anlagen zeichnen sich durch hohe Durchsatzleistungen und hohe Produktqualitäten aus. Der Einsatz von Vor- und Nachbrechern reduziert den Verschleiß an den Zerkleinerungsaggregaten erzeugt ein exaktes Kornspektrum.

Durch den Einbau mehrerer Lesestationen und zusätzlicher Sortieraggregate kann eine Qualitätssteigerung durch Aussortieren von Fremdstoffen wie Holz, Kunststoffe etc. bewirkt werden. Aus wirtschaftlichen Überlegungen ist der Betrieb nur in größeren Ballungszentren sinnvoll.

Vorteile für den Betreiber:

- Das Anlagenkonzept und die Baugröße sind frei wählbar.
- Durch die höhere Verfügbarkeit und durch die bessere Ausnutzung der Anlage sinken die Betriebskosten.
- Die Lagerkapazität für angelieferte Baurestmassen und fertige Produkte ist meist vorhanden.

- Die Infrastruktur (Wasser, Strom) muss nur einmal erstellt werden.
- Frei wählbare Erweiterungen sind möglich.
- Keine Transport- und Auslösekosten für das Betriebspersonal.

Nachteile für den Betreiber:

- Gewerbe-, Bau-, und Wasserrechtsgenehmigungsverfahren sind umfangreich und können daher zu einer Verzögerung des Betriebsbeginns führen.
- Der Betrieb stationärer Anlagen mit hoher Kapazität ist von einem großen Materialeinzugs- und Absatzgebiet und damit verbundenem Transportaufwand abhängig.
- Der stationäre Standort ermöglicht keine Weiterverarbeitung direkt an der Baustelle.
- Höhere Investitionskosten.
- Transportkosten von der Baustelle zur Recyclinganlage.

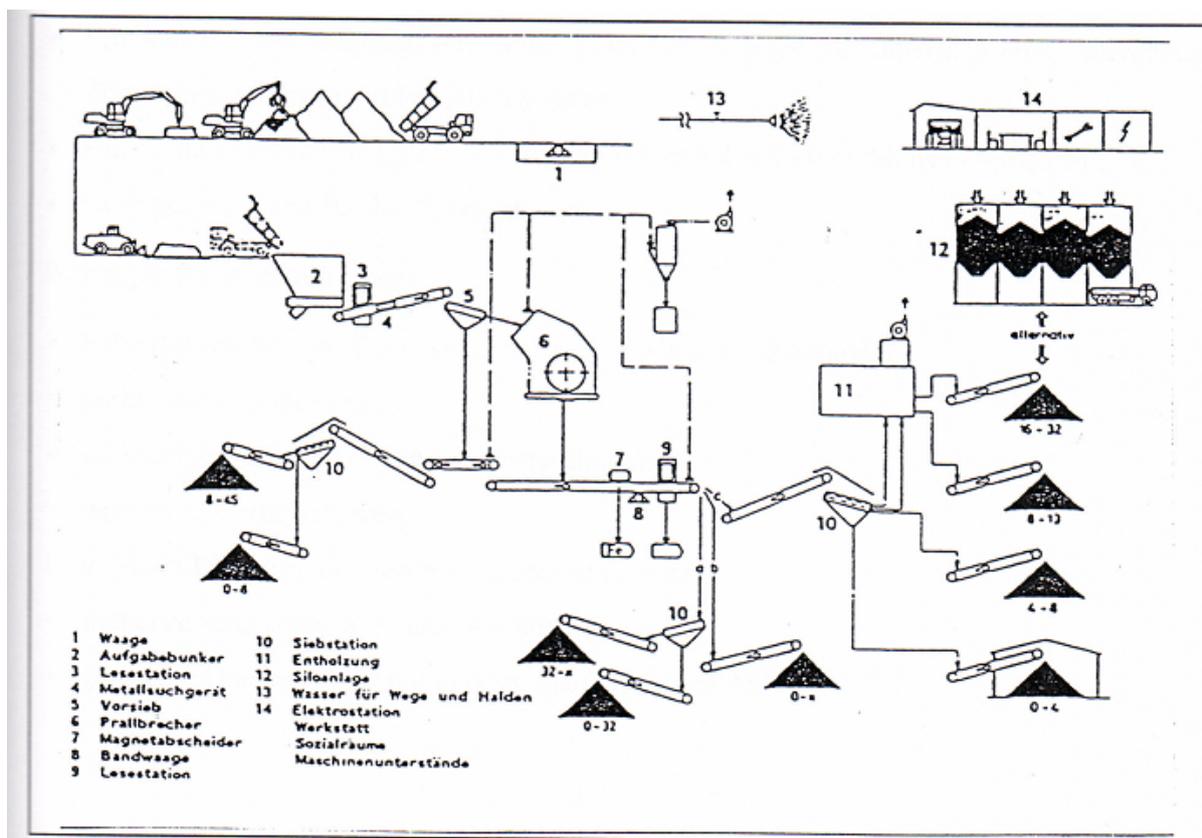


Abb. 5: Anlagenteile einer stationären Anlage [54]

3.3.1.1.2 Mobile Anlagen

Mobile Anlagen zur Aufbereitung von Altbaustoffen sind derart konstruiert, dass die einzelnen Komponenten direkt auf Fahrgeräten (Anhängern, Sattelauflegern) montiert sind. Ein rascher

und problemloser Transport der Anlage ist durch die kompakte Bauweise gewährleistet. Zur Entlastung der Fahrgestelle und zur Erhöhung der Standsicherheit werden die Anlagen in der Betriebsphase auf integrierte Stützen gestellt. Der Auf- und Abbau dauert etwa 1 bis 2 Tage.

Mobile Anlagen eignen sich vorwiegend für den direkten Einsatz auf der Baustelle (z.B. Autobahnbau, Industriebauabbruch) und für Einzugsgebiete mit geringem Bauschuttanfkommen.

Vorteile für den Betreiber:

- Ein Einsatz direkt am Ort des Anfalls der Baurestmassen wird möglich.
- Die Transportkosten zur Anlage entfallen, wenn das wiederaufbereitete Material direkt am Entstehungsort (Straßenbau) wieder eingesetzt wird, kann der Transportweg praktisch auf Null reduziert werden.
- Einfacheres Genehmigungsverfahren, da mobile Anlagen nur innerhalb eines begrenzten Zeitraumes an einem Ort betrieben werden.
- Durch die kleineren Baugrößen ist der Einsatz auch bei kleinen Mengen wirtschaftlich.
- Geringer Aufwand für die Platzvorbereitung.

Nachteile für den Betreiber:

- hohe Betriebskosten (Transport, Montage, Auslöse des Personals)
- beschränkte Produktpalette
- schwierige Kontrolle des angelieferten Bauschutts
- begrenztes Anlagenkonzept
- größerer Planungsaufwand bei laufendem Einsatz
- Sicherstellung einer optimalen Ausnutzung
- geringere Durchsatzleistung in Bezug auf stationäre Anlagen.

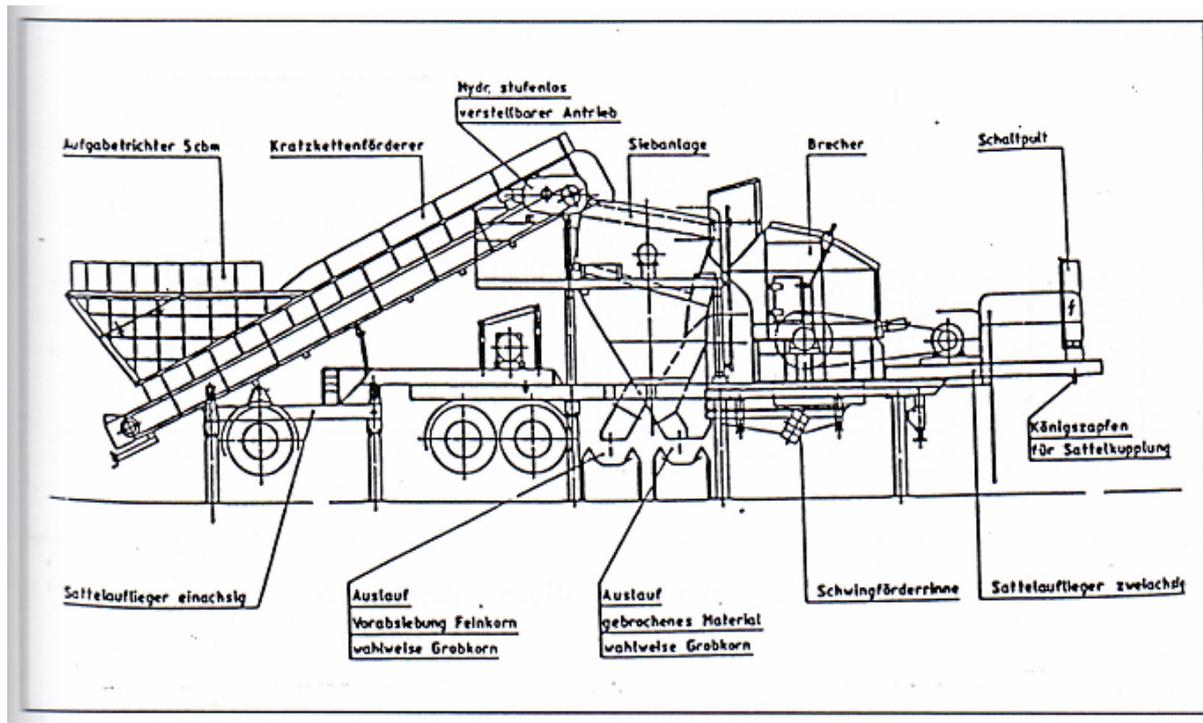


Abb. 6: Mobile Aufbereitungsanlage [55]

3.3.1.1.3 Semimobile Anlagen

Eine Mischform aus stationären und mobile Anlagen stellt die semimobile Anlage dar. Die Anlage besteht aus mehreren transportfähigen Einheiten. Die wichtigsten Komponenten wie Vorabscheider und Brecher sind auf Stahlgerüsten mit Kufen montiert. Für den Transport werden die Einzelteile demontiert und mittels Kränen auf Tieflader verladen.

Das Anwendungsgebiet dieser Anlagen liegt dort, wo zwar ein mobiler Einsatz geplant wird, die Einsatzzeiten an einem Standort aber länger sind und somit die Vorteile einer mobilen Anlage noch nicht überwiegen.

Um die Standsicherheit während des Betriebes zu erhöhen, sollten semimobile Anlagen, genauso wie mobile Anlagen, auf Fundamenten abgestützt werden. In der Praxis wird dieser Anlagentyp wie eine stationäre Anlage eingesetzt. Semimobile Anlagen besitzen gegenüber den mobilen Anlagen vermehrte Möglichkeiten der zusätzlichen Installation von Anlagenteilen, wie z.B. Handlesebänder, Siebanlagen etc.

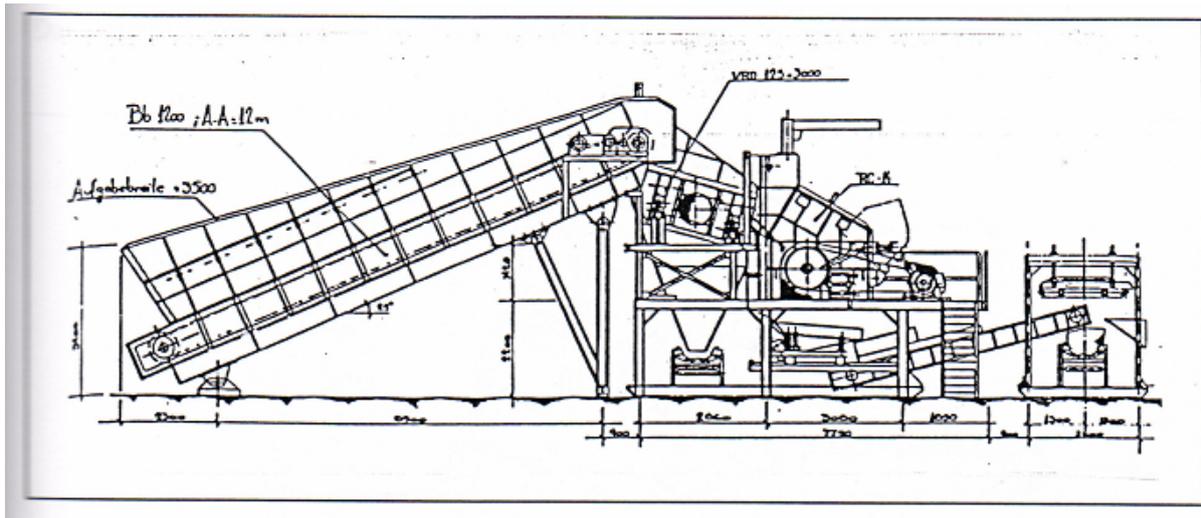


Abb. 7: Semimobile Aufbereitungsanlage [55]

3.3.1.2 Einteilung nach der Verfahrenstechnik

Die Unterscheidung der Verfahrenstechnik von Bauschutt-aufbereitungsanlagen erfolgt nach der Anzahl der Zerkleinerungseinheiten, den Brechern, die den Hauptteil der Anlage bilden.

- Backenbrecher
- Schlagwalzenbrecher
- Prallbrecher

Backenbrecher

Backenbrecher werden zumeist in stationären Anlagen mit zwei Zerkleinerungsstufen eingesetzt, wobei der Backenbrecher als erstes Aggregat für die Vorzerkleinerung dient. Gebräuchlich sind Pendelschwingen-, Schlagbacken- und Einschwingungen Backenbrecher.

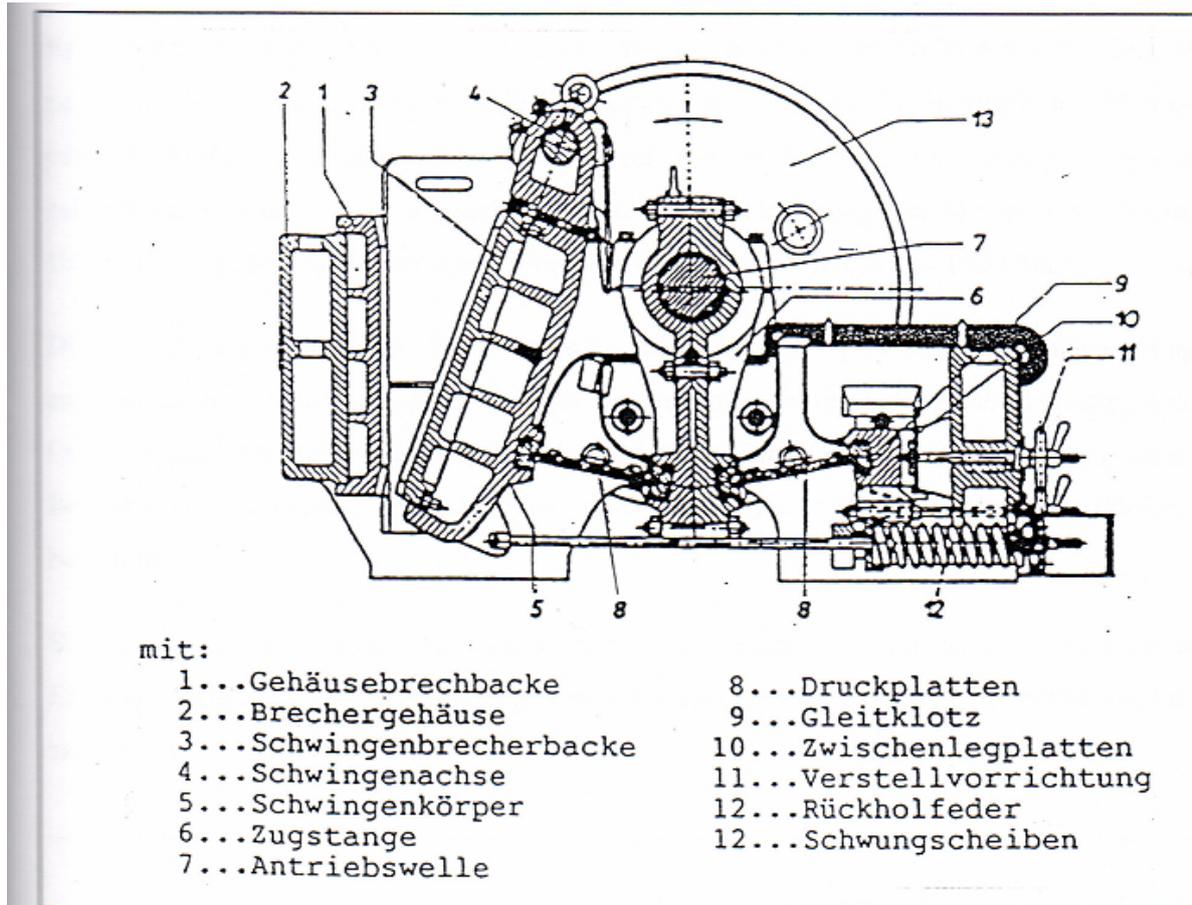


Abb. 8: Pendelschwingenbrecher (Doppelkniehebelbrecher) [59]

Die Zerkleinerung des Brechgutes erfolgt durch Druckbeanspruchung zwischen der festen (1) und der beweglichen Brechbacke (3). Die bewegliche Brechbacke ist um die Achse (4) frei beweglich aufgehängt und wird über die Druckplatte (8) in Schwingung versetzt. Das Brechgut rutscht im keilförmigen Brechspalt zwischen fester und beweglicher Brechbacke von oben nach unten, das zerkleinerte Material verlässt den Brecher durch einen Austragsspalt. Die Austragsspaltweite kann mit einer Verstellvorrichtung (11) verändert werden, was die Limitierung der maximalen Korngröße des gebrochenen Materials bewirkt.

Einsatz findet der Brecher bei der Zerkleinerung von hartem und mittelhartem Gestein. Der Durchsatz von Backenbrechern wird im wesentlichen von der Maulweite der Backen und der Austragsweite bestimmt. Die Einschwingen-Backenbrecher eignen sich auch für fahrbare Brechanlagen.

Schlagwalzenbrecher

Die Hauptkomponenten der Schlagwalzenbrecher sind Kratzkettenförderer und Schlagwalze. Es handelt sich dabei um einen Brecher, der das Material im horizontalen Förderfluss zerkleinert. Der horizontal angeordnete Kratzkettenförderer nimmt das Brechgut auf, führt es dem Arbeitsraum zwischen Schlagwalze und Bandförderer zu und transportiert das gebrochene Material aus dem Brecher heraus. Die Zerkleinerung des Materials erfolgt im Brechspalt zwischen Schlagwalze und Förderer vorwiegend durch Schlag und Druck.

Die Druckbeanspruchung ist durch den schmalen Brechspalt gegeben, die Schlagwirkung entsteht durch spezielle Schlagelemente, die am Außenmantel der Schlagwalze befestigt sind. Die Drehzahl der Schlagwalze liegt bei 500 U/min. Die Endkörnungen liegen in einem Bereich von 0-250 mm, die Korngröße wird durch den Abstand Schlagwalze-Förderer bestimmt.

Schlagwalzenbrecher werden hauptsächlich für die Vorzerkleinerung eingesetzt, besondere Eignung besitzt er zur Zerkleinerung von armiertem Beton. Ebenso kann damit Asphalt zerkleinert werden.

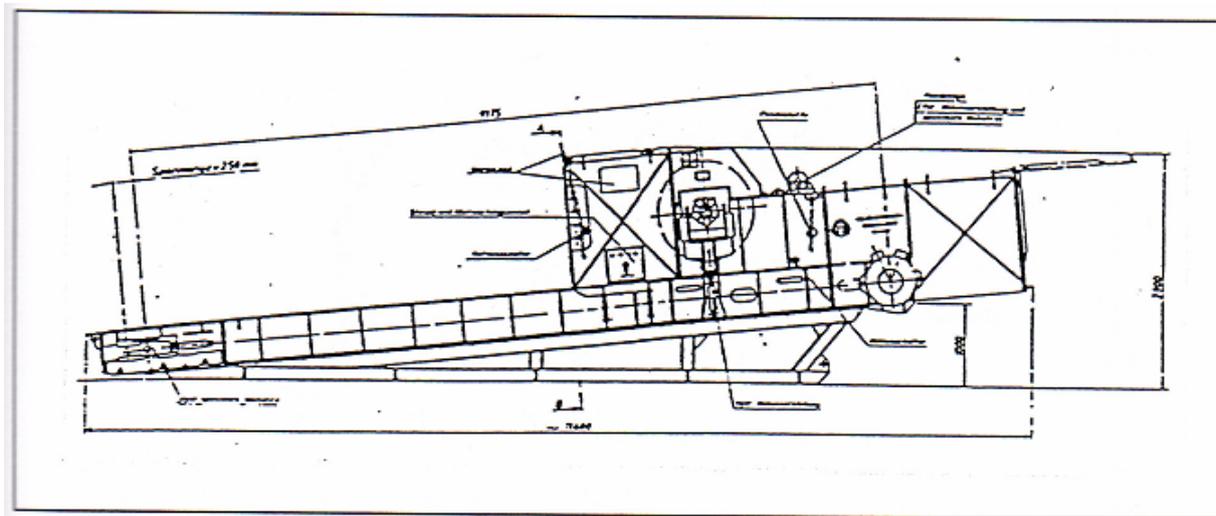


Abb. 9: Beispiel eines Schlagwalzenbrechers der Firma Klökner Becorit [54]

Prallbrecher

Bei Prallbrechern wird das über eine Rutsche aufgegebene Material beim Auftreffen auf die Schlagleisten eines mit 500-1000 U/min drehenden Rotors gegen Prallwerke geschleudert. Diese sind so gestaltet und befestigt, dass das Brechgut wieder in den Schlagkreis

zurückgelenkt wird. Nach mehrmaliger Wiederholung des Vorganges ist das Material genügend zerkleinert und kann den Spalt zwischen Rotor und Prallwerk passieren.

Die Korngrößenzusammensetzung wird in erster Linie durch folgende Faktoren bestimmt:

- Materialeigenschaften (z.B. Härte, Struktur; Festigkeit usw.)
- Spaltweite zwischen Schlag- und Prallelemente
- Rostspaltweite
- Rotordrehzahl

Prallbrecher eignen sich zur Zerkleinerung von Baurestmassen einschließlich Asphalt. Sie weisen bei gleicher Durchsatzleistung und Aufgabekorngröße geringere Anschaffungskosten im Vergleich zu Backen- oder Schlagwalzenbrechern auf.

Die Bauschutttaufbereitungsanlagen werden sowohl mit einer als auch mit zwei Brecherstufen angeboten. Bei einstufigen Brechern werden hauptsächlich Prallbrecher eingesetzt. Denn bei zweistufigen Anlagen kommen in der ersten Brechstufe Backen- oder Schlagwalzenbrecher und in der zweiten Brechstufe Prallbrecher zum Einsatz.

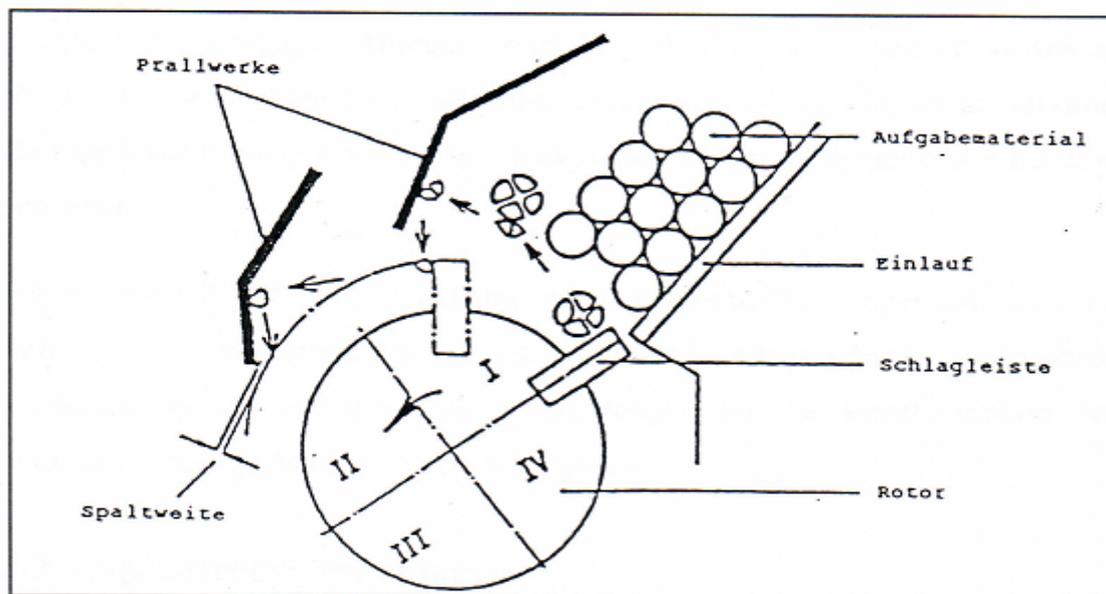


Abb. 10: Schema eines Prallbrechers [60]

3.3.1.2.1 Einstufige Anlagen

Die einstufigen Anlagen bestehen aus einer Zerkleinerungseinheit, die eine vollständige Brechung des Materials gewährleisten muss. Ungenügend gebrochenes Gut kann aber auch

über eine Rückführung ein zweites Mal zum Brecher geführt werden. Aufgrund der geringen Abmessungen des Zerkleinerungsaggregates wird diese Verfahrenstechnik bei den mobilen Ausführungstechniken bevorzugt.

3.3.1.2.2 Mehrstufige Anlagen

Die mehrstufigen Anlagen arbeiten mit mehr als einer Brecheinheit. Dadurch werden eine Optimierung des Zerkleinerungsprozesses und eine höhere Qualität des Endproduktes erreicht. Während bei einstufiger Zerkleinerung der Brecher sowohl den Anforderungen des Aufgabengutes als auch denen des Endproduktes gerecht werden soll, kann eine mehrstufige Anlage leichter auf die jeweiligen Anforderungen eingestellt werden. Durch ihren gesteigerten Platzbedarf und ihr höheres Gewicht sind mehrstufige Anlagen meist nur für die stationäre Anwendung geeignet.

3.3.1.3 Einteilung nachdem Aufgabegut

3.3.1.3.1 Universalanlagen

Der Einsatzbereich derartiger Anlagen erstreckt sich über eine Vielzahl verschiedenartiger Materialien. Für die Aufbereitung sollte die Zusammensetzung des wiederaufzubereitenden Materials möglichst homogen sein. Dies wird nur durch eine artengetrennte Beschickung der Anlage erreicht.

Daher ist es notwendig, für die Schaffung eines ausreichenden Lagerplatzes zu sorgen, auf dem einerseits die angelieferten Materialien und andererseits das fertige Endprodukt gelagert werden können. Durch entsprechende Einstellungen an der Brecheinheit können die Anlagen an das jeweilige Material angepasst werden.

3.3.1.3.2 Asphaltrecyclinganlagen

Die Aufbereitungstechnik im Straßenbau wird im Kapitel 5 behandelt.

3.3.1.3.3 Sonstige Anlagen

Ziegmöhlen: Die Funktionsweise entspricht einer Baustoffrecyclinganlage, wobei Ziegelbruch zerkleinert oder zermalen und dann z.B. zu zementgebundenen Mauersteinen oder Tennissand weiterverarbeitet wird.

Steinbrechtechnik: Diese Methode dient z.B. zur Verringerung des Volumenbedarfs der für Deponierung vorgesehenen Stoffe.

4 BAURESTMASSEN

4.1 KLASSIFIKATION VON BAURESTMASSEN

4.1.1 Allgemeine Klassifikation

In der Fachliteratur wird die Gesamtheit der Abfälle aus dem Baugewerbe als **Baurestmasse**, **Baureststoff** oder **Bauabfall** bezeichnet. In Anlehnung an die Literatur können Baurestmassen in vier Abfallarten zusammengefasst werden:

1. Bodenaushub
2. Bauschutt
3. Straßenaufbruch
4. Baustellenabfälle

4.1.1.1 Bodenaushub

Unter dem Begriff Bodenaushub versteht man sämtliche bei Aushubtätigkeiten anfallende Restmassen, die weder eine hydraulische noch eine bituminöse Bindung aufweisen.

Mit diesem Begriff wird auch Mutterboden oder Humus erfasst, der üblicherweise auf Baustellen gesondert behandelt wird. Wobei als Mutterboden die von Luft, Wasser, Humus durchsetzte, von Klein- und Kleinstlebewesen belebte, meist dunkel gefärbte Oberschicht des Bodens anzusehen ist. Mit ca. 70% bildet der Bodenaushub den größten Anteil an den Baurestmassen.

Das Material aus Frostschutzschichten und ungebundenen Tragschichten des Straßenbaues fällt auch in diese Kategorie. Je nach Reinheitsgrad und Zusammensetzung kann das Aushubmaterial direkt für das Straßenplanum, Deponieabdeckungen, Dammschüttungen, Lärmschutzwälle und für den Gartenbau verwendet werden.

4.1.1.2 Bauschutt

Unter Bauschutt (Abbruchschutt) versteht man Baurestmassen, die bei völligem oder teilweise Ausbau, Rückbau und Abbruch von Bauwerken anfallen. In der Regel handelt es

sich bei Bauschutt um mineralische Abfälle, wie Beton, Ziegelmauerwerk, Natursteine oder Kunststeine, die mit diversen Stoffen verunreinigt sein können.

Bituminös oder hydraulisch gebundene sowie ungebundene mineralische Baurestmassen aus dem Straßenbau werden als Straßenaufbruch bezeichnet, obwohl sie fallweise in ihrer Beschaffenheit dem Bauschutt entsprechen können. Der Anteil vom Bauschutt an dem Gesamtbaurestmassenaufkommen beträgt ca. 6%.

4.1.1.3 Straßenaufbruch

Man bezeichnet mit Straßenaufbruch jene Baurestmassen, die bei Bautätigkeiten an Fahrbahn-, Geh-, und Abstellflächen, aber auch bei Rohr- und Verkabelungsarbeiten anfallen.

In Abhängigkeit vom verwendeten Baumaterial setzt sich der Straßenaufbruch aus

- ungebundenen Stoffen (Erdmaterial, Schotter, Kies, Randsteinen),
- bituminös gebundenen Stoffen (Asphalt, Bitumen) und
- teerbehalteten Stoffen (z.B. Teersande) zusammen.

Der Straßenaufbruch trägt ca. 10 Gewichtsprozent zum Gesamtbaurestmassenaufkommen bei.

4.1.1.4 Baustellenabfälle

Unter dem Begriff Baustellenabfälle versteht man sonstige Abfälle, die bei Bautätigkeiten anfallen und überwiegend nichtmineralische Bestandteile enthalten. Systematisch sind diese Abfälle nicht den mineralischen Baurestmassen, sondern der Abfallgruppe hausmüllähnliche Gewerbeabfälle zugeordnet. Die Baustellenabfälle sind eigentlich in der Gesamtmenge der Baurestmassen nur mit wenigen Volumsprozenten vertreten, jedoch bringt die Art und die Zusammensetzung dieser Abfälle große Probleme mit sich.

4.1.2 Praxisorientierte Klassifikation

Dieses Konzept unterscheidet grundsätzlich nach der Herkunft der Baurestmassen in Materialien aus Neu- und Umbauarbeiten und Materialien von Abbruchbaustellen. Diese Klassifizierung wurde von der Berufsgruppe der Entsorgungswirtschaft, der Landesinnung der Baugewerbe und der Fachvertretung der Bauindustrie erarbeitet.

4.1.2.1 Bodenaushub

Definition: Unter Bodenaushub versteht man natürliche, in ihrer stofflichen Zusammensetzung nicht nachteilig beeinflusste Locker- und Festböden, die beim Hoch-, Tief oder Erdbau ausgehoben oder abgetragen werden. Im Aushub nicht enthalten sein dürfen: Asphalt, Beton, Restmüll, Ziegel und gefährliche Abfälle.

Man unterscheidet zwei Anteile des Bodenaushubs:

1. **Verwertbarer Anteil:** Jedenfalls bis einschließlich Eluatklasse Ha, z.B. reinsortiger Schotter, Sand, Felsabbruch, Humus, Erdaushub.

2. **Nicht verwertbarer Anteil:**

- Bei Überschreitung der Eluatklasse Ha, z.B. belastete Böden in Ballungsgebieten und an Industriestandorten.
- Bei Überschreitung der Eluatklasse IIIb ist der Bodenaushub als gefährlicher Abfall zu behandeln, z.B. ölverunreinigte Böden, schwermetallhaltige Böden.

Anwendbare Schlüsselnummer: 31411 (31424 sonstiger verunreinigter Boden).

4.1.2.2 Betonabbruch und Asphaltaufbruch, Kantenlänge max. 80cm

Definition: Darunter versteht man nicht kontaminierte, hydraulisch und bituminös gebundene, feste mineralische Stoffe, die bei Abbrucharbeiten im Hoch-, Tief-, Wege- und Straßenbau anfallen. Die Asphaltaufbrüche ab der Eluatklasse IH und die teerhaltige Materialien fallen nicht in diese Gruppe.

Beispiele:

Verwertbar: Jedenfalls bis einschließlich Eluatklasse IIa z.B. Beton- und Stahlbetonabbruch, Fertigteile, Betondecken, Betonfundamente, bituminös gebundene Fahrbahndecken und bituminös gebundene Hallenbeläge.

Nicht verwertbar:

- Bei Überschreitung der Eluatklasse Ha, z.B. verunreinigte Betonabbrüche aus dem Industriebereich.
- Teergebundene Materialien in jeglicher Verwendung, ölverunreinigte Asphalte z.B. im Tankstellenbereich.

Anwendbare Schlüsselnummer: 31427

4.1.2.3 Asphaltaufbruch und Betonabbruch, Kantenlänge über 80cm

Definition: wie im Punkt 4.1.2.2

Anwendbare Schlüsselnummer: 31427 und 54912 für reinen Asphalt (Bitumen).

4.1.2.4 Bauschutt vorsortiert, Korngröße bis max. 25cm

Definition: Unter Bauschutt versteht man Materialien von Bauwerksabbrüchen und Restmaterialien von Neubauten, die überwiegend mineralische Bestandteile (z.B. Ziegel, Beton, Mörtel, Naturstein, Sande, keramische Baustoffe, Betonsteine), haben und einen Feinsandanteil aufweisen. Der max. Verunreinigungsgrad, nach dem Gewicht oder Volumen beträgt 25%.

4.1.2.5 Bauschutt vorsortiert, Korngröße größer als 25cm

Definition: wie im Punkt 4.1.2.4

4.1.2.6 Gemischte Baustellenabfälle mit Bauschuttanteil

Definition: Darunter versteht man sperrigen Gewerbeabfall (z.B. Holz, Papier, Kunststoffe, Kartonage) vermischt mit dem Bauschutt, jedoch ohne gefährliche Abfälle (z.B. Farben, Lacke, Klebstoffe).

4.1.2.7 Gemischte Baustellenabfälle ohne Bauschuttanteil

Definition: wie im Punkt 4.1.2.6, nur ohne Bauschutt.

4.1.2.8 Gemischter Bauwerksabbruch unsortiert im Container

Definition: Darunter versteht man ein Gemisch von Holz, Stahl-, Eisen- und Blechteilen, Kunststoffe, Mauerabbruch, Stahlbetonabbruch, Beschüttungsmaterial, Glas, Keramik, ohne gefährliche Abfälle (SNr: 17202, 17208, 17209, 35103, 35302, 35304, 571xx, usw.)

4.1.3 Klassifikation nach der Trennungsverordnung

Für eine genaue Definition der am Bau anfallenden Restmassen ist die allgemeine Klassifikation der Baurestmassen nicht befriedigend. Im Rahmen der Verordnung zur Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien wurden, auf Grundlage des Abfallkatalogs (ÖNORM S 2100), acht Klassen festgelegt, denen wiederum Schlüsselnummern zugeordnet wurden.

Stoffgruppe	Schlüsselnr.	Bezeichnung
Bodenaushub	31411	Bodenaushub
	31424	sonstiger verunreinigter Boden
Betonabbruch	31427	Betonabbruch
Asphaltaufbruch	54912	Bitumen, Asphalt
Holzabfälle	17202	Bau- und Abbruchholz
	17208	Holz salzprägniert
	17209	Holz ölprägniert
Metallabfälle	35103	Eisen- und Stahlabfälle verunreinigt
	35302	Blei
	35304	Aluminium, Aluminiumfolie
Kunststoffabfälle	571 xx	Ausgehärtete Kunststoffabfälle
Baustellenabfälle	91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)
	55513	Altlacke, ausgehärtete Altfarben
	55906	ausgehärtete Leim- und Klebmittelabfälle
	18720	Papier, Pappe unbeschichtet
Bauschutt	31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)

Tabelle 7: Stoffgruppeneinteilung [23]

4.2 MENGENANFALL VON BAURESTMASSEN

4.2.1 Gesamtübersicht

Der Österreichische Baustoff-Recycling Verband zieht Bilanz:

Die im Bundesabfallwirtschaftsplan 1992 geforderten 100 Recycling-Anlagen konnten, wie der unlängst vorgestellte Bundesabfallwirtschaftsplan 1995 bestätigt, nunmehr erreicht werden. 108 Anlagen Österreichweit verarbeiten die Baurestmassen zu Recycling-Baustoffe.

Die Recycling-Wirtschaft arbeitet damit an einem bedeutenden Problem:

Neueste Untersuchungen des Umweltbundesamtes ergaben, dass 22 Mio. Tonnen jährlich an Baurestmassen einschließlich Baustellenabfällen anfallen. Das sind ca. 2,9 Tonnen pro Einwohner. Mehr als die Hälfte (56,2%) aller in Österreich anfallenden Abfälle (rund 39 Mio. t/a), die deponiert werden, stammen vom Bauwesen und werden noch immer in mehr als 400 Baurestmassendeponien abgelagert. Wenngleich davon 15,4 Mio. Tonnen, Bodenaushub ist, der auch für Wiederverfüllungsaufträge Verwendung finden kann, so sind dennoch 4, 5 Mio. Tonnen mineralische Baurestmassen (2, 7 Mio. Tonnen Bauschutt oder 1, 8 Mio. Tonnen Straßenaufbruch) wertvoller Rohstoff, der, statt kostbaren Deponieraum zu beanspruchen, sinnvoll einer Qualitätsaufbereitung durch Recyclingunternehmer zugeführt werden sollte.

Alleine die vorhandenen Baustoff-Recycling-Anlagen könnten 5 Mio. Tonnen jährlich verarbeiten, fahren jedoch auf Sparflamme. Nur 2,5 Mio. Tonnen werden jährlich den Aufbereitungsanlagen zugeführt, die Anlagenauslastung ist damit nur bei 52%. Auch die 2 Mio. Tonnen Baustellenabfälle könnten über Sortieranlagen einer gesetzlich vorgeschriebenen Sortierung zugeführt werden.

Da jedoch diese Materialien noch immer einer Deponierung zugeführt werden, sind diese Sortieranlagen aus wirtschaftlicher Zwangssituation zum Sortieren von Verpackungsabfällen etc. eingesetzt und damit dem Bau verlorengegangen.

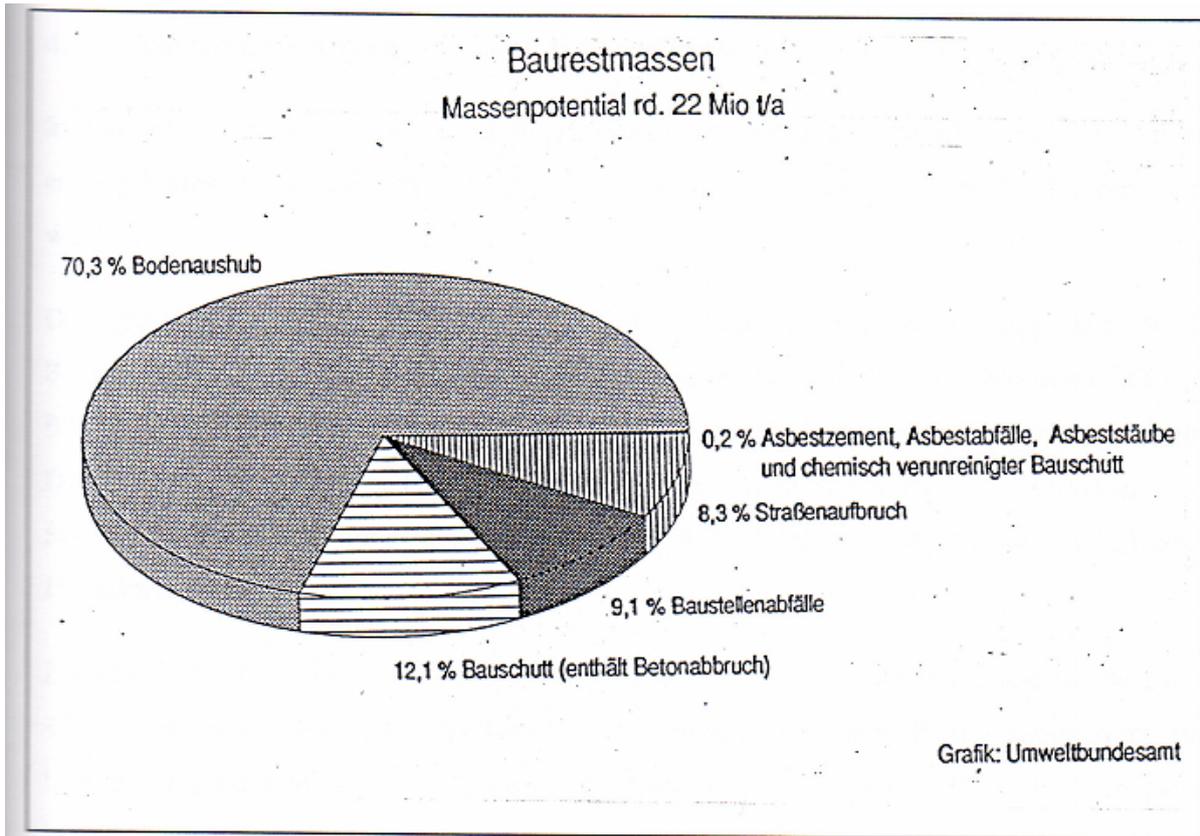


Abb. 11: Massenpotential von Baurestmassen [42]

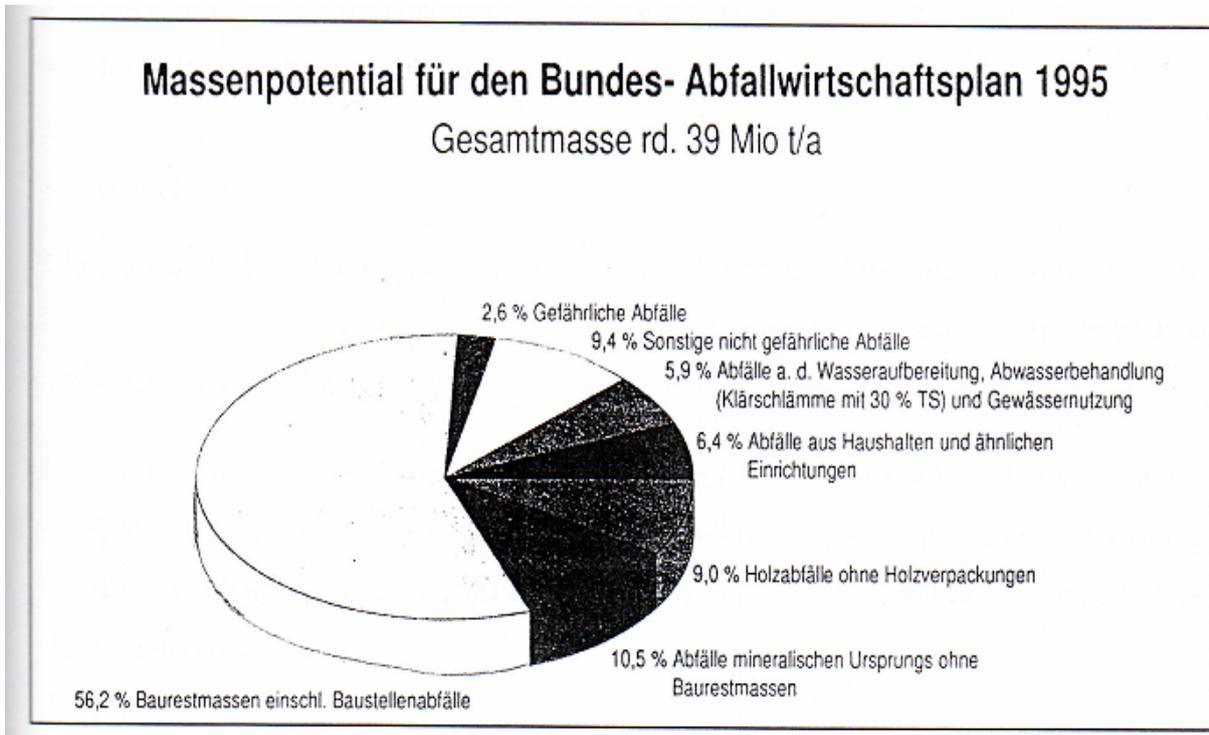


Abb. 12: Gesamtpotential für Bundesabfallwirtschaftsplan 1995 [42]

4.2.2 Mengenübersicht über die Baurestmassen

In Österreich liegen derzeit weder detaillierte Angaben über anfallende, wiederverwertete oder entsorgte Mengen an Baurestmassen vor, noch können eindeutige Aussagen darüber getroffen werden.

Das „Österreichische Statistische Zentralamt“ ermittelt zwar regelmäßig den durch Bautätigkeit erzielten Produktionswert, führt aber keine Statistik über den Mengenanfall von Baurestmassen. Besonders in der Baubranche ist es schwierig, zu ausreichend genauem Datenmaterial zu gelangen. Die häufigsten Probleme bereiten die mangelnde betriebsinterne Statistiken, unübersichtliche Marktverhältnisse und Auskunftsunwilligkeit oder absichtliche Datenverfälschung.

Zur Erhebung der anfallenden Mengen und zum Nachweis der Massenströme wurde Ende 1990 vom Fachverband der Bauindustrie, gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie das Formular „Baurestmassennachweis für nicht gefährliche Abfälle“ entworfen.

Vom Auftraggeber des Bauvorhabens werden Informationen zu folgenden Punkten verlangt:

- Anfallort des Abfalls
- Stoffgruppe des Abfalls (Bauschutt, Asphaltaufbruch, usw.)
- Masse der jeweiligen Stoffgruppe
- Entsorgungsart
- Übernehmerfirma

Die gemäß des Formulars erforderlichen Angaben entsprechen inhaltlich den Anforderungen der vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie zu erlassenden Abfallnachweisverordnung.

Neben der Erhebung der Ströme von Baurestmassen bilden, nach Auskunft von Dipl.-Ing. STEINMAURER von der Bundesinnung für Baugewerbe, die erhobenen Daten die Grundlage für die Ermittlung des Recyclingmaterials der jeweiligen Stoffgruppen und zur Abschätzung der erforderlichen Deponieräume.

4.2.2.1 Erhebungen der GUA

Die im Auftrag der Gemeinde Wien erstellte Studie der **Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung (GUA)** stellt eine wichtige Datengrundlage für die Ermittlung in überwiegend dicht verbautem Gebiet dar.

Diese Studie wurde für das Bezugsjahr 1988 erstellt und hat folgende Aufgabenstellung zur Grundlage:

- Erhebung des Anfalls an Baurestmassen und bestimmten anderen, überwiegend mineralischen Reststoffen aus dem Gemeindegebiet der Stadt Wien.
- Abgrenzung und Einteilung der einbezogenen Materialien und Mengen in Kategorien, die sich sowohl für die Beschreibung des Ist-Zustandes als auch für die Untersuchung neuer Entsorgungsmodelle eignen.

Für Unsicherheiten bei der Erhebung wurden folgende Erhöhungsfaktoren eingeführt:

- 5% für Ablagerungen auf genehmigten, aber nicht erfassten Deponien.
- 5% für Ablagerungen auf nicht genehmigten Deponien und wildes deponieren.
- 10% für absichtlich zu niedrig gegriffene Angaben der Deponiebetreiber.

Somit wäre ein Aufschlag von insgesamt 20% zu berücksichtigen. Daraus ergeben sich folgende Mengen:

Stoffgruppen	t / a	%
Bodenaushub	4.900.000	75
Bauschutt	660.000	10
Straßenaufbruch	340.000	6
Baustellenabfälle	385.000	9

Tabelle 8: Mengenübersicht von Baurestmassen [66]

Das heißt, für die Stadt Wien wurde eine jährliche Menge an Straßenaufbruch von 340.000 t/a ermittelt und davon sind 64.000 t/a hydraulisch gebunden und 276.000 t/a bituminös gebunden.

Die Studie geht davon aus, dass nicht gebundener Straßenaufbruch sowie Rand- und Pflastersteine vor Ort verwendet werden bzw. dass nicht gebundenes Material dem Bodenaushub zuzuordnen sei. Von den rund 40% in Wien aufbereiteten bituminösen Restmassen gehen ca. 60% als Kaltrecyclingmaterial in den niederösterreichischen Straßenbau und etwa 40% in Heißmischanlagen. Damit ergibt sich für die Stadt Wien folgendes Bild der Entsorgung von bituminös gebundenem Straßenaufbruch:

	m ³ fest/a	t/a
Gesamtmasse bituminös gebunden	114.000	276.000
Davon deponiert	68.000	166.000
Davon wiederverwertet	46.000	110.000
Kalte Wiederverwertung	28.000	66.000
In Mischanlagen zugesetzt	18.000	44.000

Tabelle 9: Wiederverwertete und deponierte bituminöse Restmassen [66]

Bezieht man den hydraulisch gebundenen Anteil mit ein, stehen einem Gesamtanfall an Straßenaufbruch von 340.000 t/a eine Deponiemenge von 230.000 t/a und eine wiederverwertete Menge von 110.000 t/a gegenüber.

Die Verwertungsrate konnte inzwischen erhöht werden; neuere Erhebungen über Mengen und Verbleib sind jedoch nicht bekannt. Auch für das gesamte Bundesgebiet ist keine entsprechende Erhebung über Straßenaufbruch bekannt.

In einem Gespräch mit dem Leiter der Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung (GUA), Dipl.-Ing. Herbert HUTTERER, wurde mitgeteilt, dass seit 1988 keine neue Studie über den Anfall an Baurestmassen durchgeführt wurde.

4.2.2.2 Schätzwerte nach Hofrat Dipl.-Ing. W. LANGER

Herr LANGER von der NÖ Straßenbauabteilung Waidhofen an der Thaya schätzt die in Österreich anfallende Asphaltaufbruch-Mengen (1989) mit mindestens ca. 2.000.000 t/a ab. Seit 1987 wird Altasphalt praktisch nicht mehr auf Deponien endgelagert, sondern nur mehr in Zwischenlagern vorgehalten.

Nach allen zur Verfügung stehenden Informationen wird das Gesamtaufkommen an Straßenaufbruch in Österreich zu 2 - 2,5 Mio. t/a geschätzt. Der Anteil an Altasphalt beträgt dabei 70-80%. Teergebundene Straßenbaustoffe sind nur mehr in verschwindend kleinem Ausmaß vorhanden bzw. werden oft bei der Sanierung der Straßen nicht tangiert.

Nach GREGORI (1991) beträgt die jährliche Altasphalt-Menge in Österreich etwa 1,5 Mio. t/a eine steigende Tendenz lässt demnächst Mengen über 2 Mio. t/a erwarten. In Österreich wird von regionalen Überangeboten in Ballungsräumen berichtet.

In den betroffenen Ballungsräumen besteht ein Altasphalt- Überschuss, so das die Lagerhalden ständig wachsen. Bis zum Jahr 2000 ist noch mit einem weiteren Anstieg der Altasphaltmassen zu rechnen.

5 BAURESTMASSEN IM STRASSENBAU

5.1 STRASSENAUFBRUCH

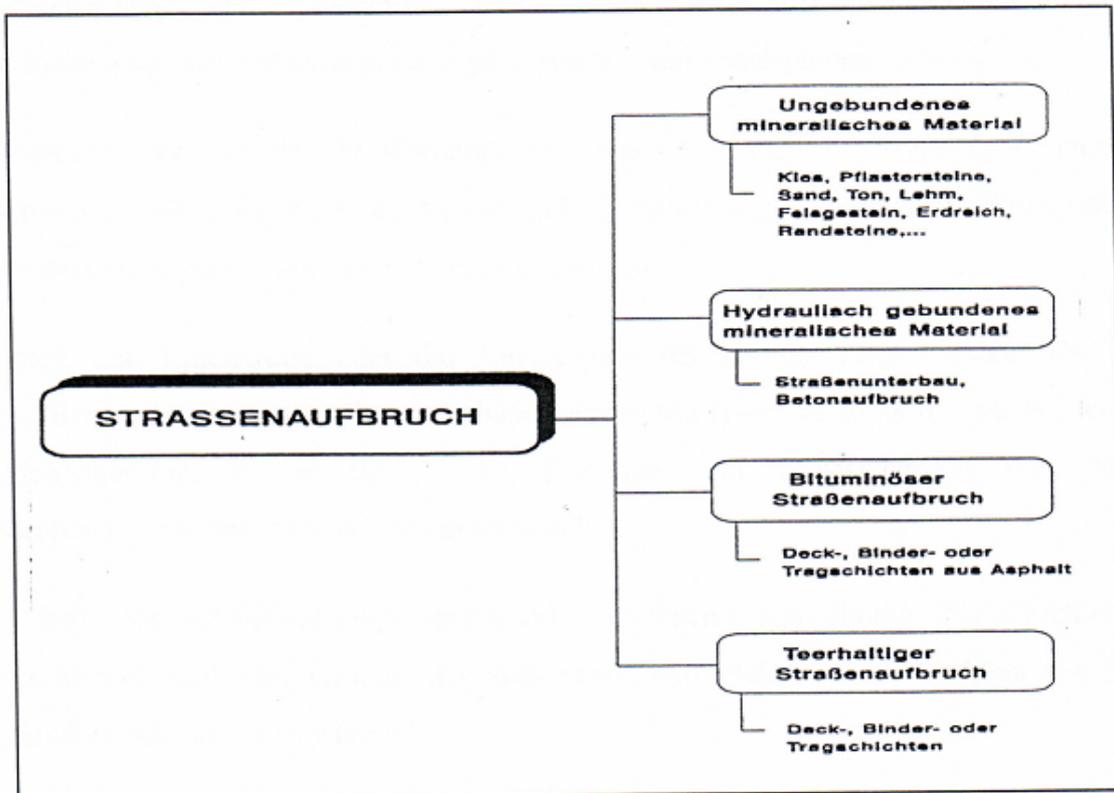


Abb. 13: Unterteilung von Strassenaufbruch [67]

5.1.1 Allgemeines

Das starke Verkehrsaufkommen im Transit- und Urlaubsland Österreich führt immer zu Verschleißerscheinungen und Fahrbahnschäden, die Erhaltungsmaßnahmen (z.B. Reparaturen an Deck- oder Tragschichten) nach sich ziehen. Es entstehen Risse, Spurrillen, Setzungen, Verformungen und andere Unebenheiten, mangelnde Griffigkeit oder sonstige Schäden. Die in der Folge notwendige bauliche Straßenerhaltung kann sich auf kleinräumige Reparaturen beschränken oder auch das komplette Entfernen der vorhandenen Straßenbefestigung beinhalten.

Man unterscheidet zwischen Unterhaltung, Instandsetzung und Erneuerung der Straße.

Unterhaltung: Maßnahmen kleineren Umfangs und bauliche Sofortmaßnahmen zur Substanzerhaltung von Straßenbefestigungen. Sie erfassen nur kleinere Flächen oder Bauteile

und werden in der Regel mit geringem maschinellen Aufwand sofort nach dem Eintreten des Schadens ausgeführt.

Instandsetzung: Maßnahmen, die deutlich über das Ausmaß einer Unterhaltungsmaßnahme hinausgehen und keine Erneuerung von Straßenbefestigungen darstellen, wie z.B. Oberflächenbehandlung, Erneuerung der Deckschichten in voller Fahrbahnbreite mit oder ohne Fräsen, Spurrinnenbeseitigung in größeren zusammenhängenden Längen.

Erneuerung: Vollständige Wiederherstellung einer vorhandenen Straßenbefestigung oder Teilen davon, sofern mehr als nur die Deckschicht betroffen ist, durch Verstärkung oder nach Beseitigung entsprechender Teile ohne Grunderwerb.

Beispiel: Die Erneuerung oder die Verstärkung der oberen Tragschichten. Die untere Tragschichten (ungebundene Tragschichten) werden nur selten vollständig erneuert, wenn das Tragschichtenmaterial hinsichtlich der Sieblinie und Frostsicherheit den heutigen straßenbautechnischen Anforderungen entspricht.

Das heißt der Straßenaufbruch entstammt vorwiegend den oberen Tragschichten oder Deckschichten. Gelegentlich kann der Straßenaufbruch auch aus dem Rückbau von Straßen entstammen oder aus dem Abbruch.

Im Gegensatz dazu trägt der Leitungsbau im städtischen oder dicht verbautem Gebiet relativ viel zur Gesamtmasse des zu entsorgenden Straßenaufbruchs bei.

5.1.2 Funktion und Aufbau einer Straßenkonstruktion

Die Straße dient im allgemeinen dazu,

- dem Verkehr für eine möglichst lange Zeit sicher befahrbare Oberfläche zu bieten,
- das Befahren als komfortabel empfinden zu lassen und
- diese Aufgaben wirtschaftlich zu erfüllen.

Baustoffe und Konstruktionsdicken werden daher so gewählt, dass weder im Asphalt noch in den ungebundenen Schichten oder im Untergrund unzulässige Spannungen und Verformungen auftreten. Diese Forderung gilt nicht nur für das fertige Produkt Straße, sondern auch für deren Bauzustand.

Folgende Anforderungen müssen an eine Straßenkonstruktion gestellt werden:

- **Hohe Verkehrssicherheit:**
Sie ist abhängig von der Ebenheit und Griffigkeit der Straßenoberfläche.
- **Hoher Befahrbarkeitskomfort:**
Er ist abhängig von Linienführung, Griffigkeit und Ebenheit.
- **Lange Lebensdauer:**
Sie ist abhängig von den Eigenschaften der verwendeten Asphaltmischgutsorten, der Einbauqualität und von der Bemessung der Konstruktion.
- **Wirtschaftlichkeit:**
Sie wird erzielt durch die Aufteilung der Gesamtkonstruktion in Einzelschichten unter Anpassung der Baustoffeigenschaften dieser Schichten an die jeweiligen Anforderungen im Hinblick auf Untergrund, Frostsicherheit, Verkehrsbeanspruchung, Klima.

Durch einen Schichtweisen Aufbau der Straßenkonstruktion wird nicht nur deren Wirtschaftlichkeit erreicht, sondern werden auch die anderen angeführten Anforderungen erfüllt. Durch die Verklebung der einzelnen Asphaltmischgutschichten miteinander wirkt das gesamte Asphaltpaket statisch als Platte.

Der Schichtenweise Aufbau der gesamten Straßenkonstruktion hat den wirtschaftlichen Vorteil, dass nur die am stärksten beanspruchte bituminöse Deckschicht aus besonders hochwertigen Materialien hergestellt werden muss, während die Qualität der Baustoffe nach unten zu von Schicht zu Schicht entsprechend deren Aufgabe angepasst werden kann.

Es ist nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern auch aus technischen Gründen sinnvoll, die Asphaltkonstruktion mit darunter befindlichen ungebundenen Tragschichten zu kombinieren.

Aufgaben der einzelnen Schichten der Straßenkonstruktion:

Untergrund und Unterbau:

Durch ihre ausreichende Tragfähigkeit Übernahme der von den darüber befindlichen Schichten abgeleiteten Lasten.

Ungebundene Tragschichten:

Verteilung der einwirkenden Lasten oder Kräfte, Frostsicherheit.

Bitumengebundene Tragschichten:

Verteilung der Lasten oder Kräfte aus der Deckschicht, Aufnahme der Schubspannungen, Verformungsbeständigkeit.

Bitumengebundene Deckschichten:

Schutz der ganzen Straßenkonstruktion, Verformungsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit, sichere und komfortable Befahrbarkeit.

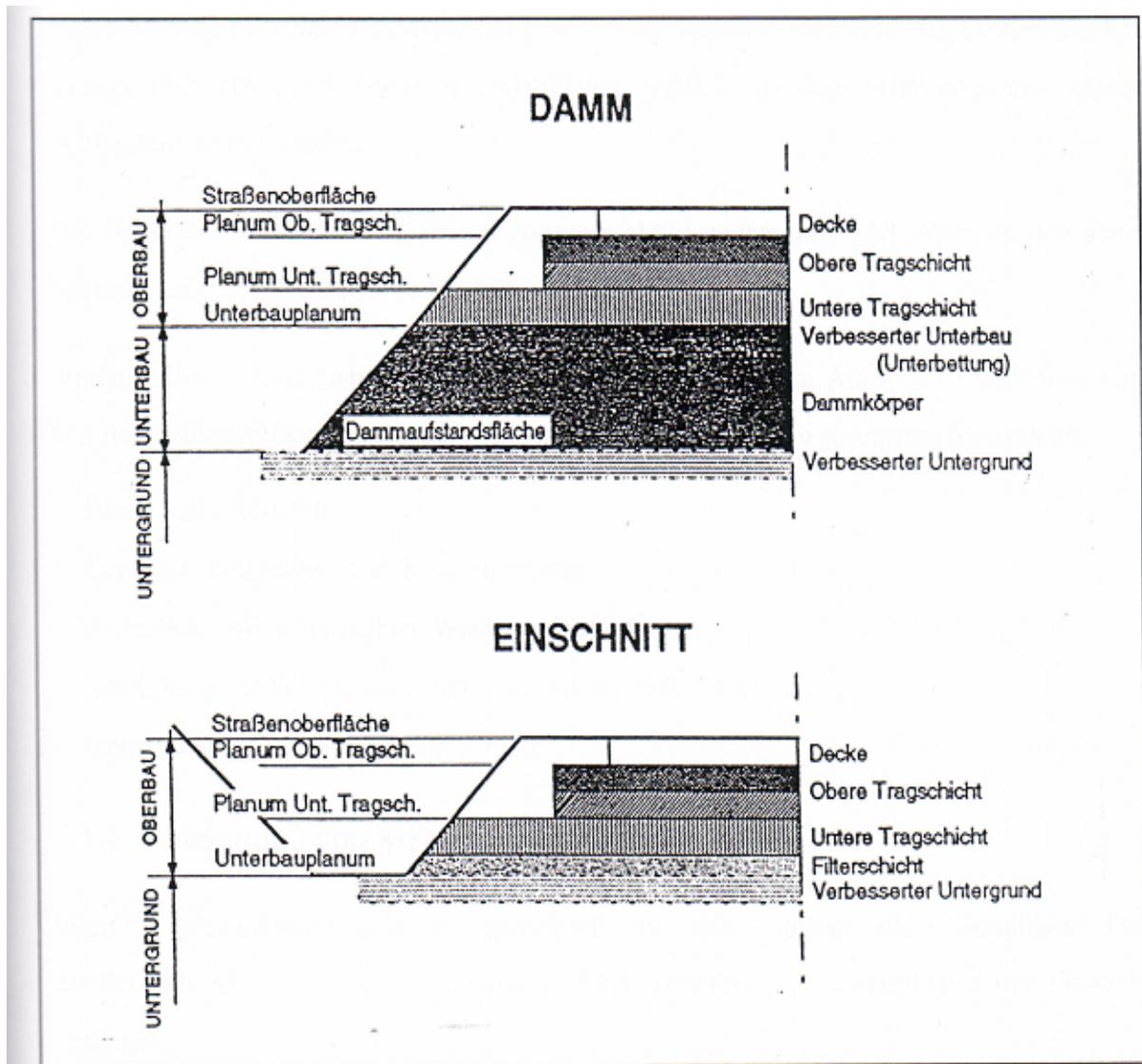


Abb. 14: Straßenaufbau (Systemskizze) [33]

5.1.3 Begriffsbestimmungen

Als Straßenaufbruch werden Baurestmassen aus der baulichen Erhaltung, dem Leitungsbau (z.B. Rohr- und Verkabelungsarbeiten), dem Rückbau und dem Abbruch von Verkehrsflächen (Fahrbahn-, Gehsteig-, und Abstellflächen) bezeichnet. Dabei handelt es sich vor allem um mineralische Baustoffe, die ungebunden (wie Pflastersteine, Ton, Lehm, Felsgestein, Randsteine, Erdmaterial, Schotter, Kies, Sand), hydraulisch gebunden (Straßenunterbau, Betonaufbruch) oder bituminös gebunden (Asphalt, Bitumen) sein können.

Für den Unterbau (Dammkörper) und auch den verbesserten Untergrund von Straßenkörper wurde in vielen Fällen natürlich gewachsenes Erd- und Gesteinsmaterial verwendet.

Das ungebundene Material soll beim Aushub der Schlüssel-Nummer 31441 (Bodenaushub, Erdaushub) oder der Schlüssel-Nummer 31409 (mineralischer Bauschutt) zugeordnet werden, solange nicht für ungebundene oder stabilisierte Abfälle aus dem Straßenbau eine eigene Schlüssel-Nummer existiert.

Der Betonabbruch wird der Schlüssel-Nummer 31427 zugeordnet, auch wenn es sich dabei um Betonteile des Straßenbaues handelt.

Straßenaufbruch setzt sich in erster Linie aus den Bestandteilen Altasphalt (Ausbauasphalt) und Betonabbruch (aus Straßenbau) zusammen. Weiters fallen in geringeren Mengen an:

- Rand- und Pflastersteine
- Leitungen und Rohre (z.B. Kunststoffrohre)
- Altmetalle (z.B. Leitplanken, Wassereinlaufgitter)
- Sand, Kies und Schotter aus Unterbau und Tragschichten
- teergebundene Straßenbaustoffe.

5.1.4 Gewinnung von Strassenaufbruch

Beim Straßenaufbruch geht es prinzipiell um den Ausbau des Altasphalts. Der Straßenaufbruch muss, um eine sinnvolle Wiederverwertung zu ermöglichen, als Granulat vorliegen.

Das Aufbrechen von Altasphalt ist maschinentechnisch gelöst und erfolgt analog der Aufbereitung von Gesteinsmaterialien. Es muss jedoch festgestellt werden, dass in den

heißen Sommermonaten, durch hohe Temperaturen, der Asphalt zäh werden kann und das Aufbrechen dadurch schwieriger ist. In der kalten Jahreszeit kann durch die niedrigen Temperaturen wirtschaftlicher gearbeitet werden.

Der Altasphalt kann in Schollen ausgebaut werden (Schollenaufbruch) oder durch lagenweises Fräsen gewonnen werden (Fräsasphalt).

5.1.4.1 Schollenaufbruch

Aus der Asphaltdecke werden ca. 1 m² große Schollen mittels Hydraulikbagger, Aufreißzahn oder Aufbruchmeißel aufgebrochen, auf LKWs (von einem Bagger oder Radlader) verladen und zu einem Zwischenlager verfrachtet.

Einzelne Schichten können bei diesem Verfahren nicht getrennt ausgebaut werden, weil an den Unterseiten der Schollen ungebundenes Material haften bleibt.

Die Schollen sind in allgemeinen Fällen für eine Verwertung nicht geeignet und müssen in Brechanlagen zerkleinert werden. Dafür werden Prallbrecher verwendet, welche Asphaltgranulat erzeugen. Eine hohe Durchfeuchtung des Altasphalts erfordert beim Trocknungsprozess große Wärmemengen. Es ist daher zweckmäßig, aufgebrochenen Altasphalt vor Nässe zu schützen.

Vorteile des Verfahrens bestehen darin, dass keine Spezialgeräte eingesetzt werden müssen.

Nachteile des Verfahrens ergeben sich aus der Art der Gewinnung, weil einzelne Schichten miteinander verklebt sind und somit ein auf hohe Qualität ausgerichteter Abbau nicht möglich ist. Außerdem bedarf die nachfolgende Aufbereitung eines hohen Aggregateinsatzes.

5.1.4.2 Fräsaufbruch

Unter Fräsen bezeichnet man einen lagenweisen Abbau des Straßendeckenmaterials durch die spanabhebende Wirkung einer rotierenden, mit Spezialstiften bestückten Fräswalze. Diese dreht sich gegenläufig zur Fahrtrichtung, und der Fräsvorgang kann bei variabler Fräsbreite sowohl parallel zur Fahrtrichtung als auch unter verschiedenen Winkeln erfolgen. Die Einzelnen Belagschichten können getrennt erfasst werden.

Das Verfahren (Fräsaufbruch) hat einen entscheidenden Einfluss auf den Recyclingprozess. Da Bitumen bei hohen Temperaturen nicht verarbeitbar ist, kann bei der Altasphaltaufbereitung nur ein bestimmter Prozentsatz an Material zugegeben werden. Schichten mit einem höheren Bindemittelanteil können beim Schollenaufbruch, im Gegensatz zum Fräsverfahren, nicht erfasst werden. Im allgemeinen wird zwischen Kalt- und Warmfräsen unterschieden.

Insgesamt ist bei längeren, zusammenhängenden Bauabschnitten, bei denen die Asphaltdecke oder die Tragschichte gleichmäßig zusammengesetzt sind das Fräsen zu bevorzugen, da ein lagenweiser Abbau möglich ist und die Steuerungen in der Zusammensetzung des Altasphaltes verringert werden. Bei getrennter Lagerung der einzelnen, ausgebauten Schichten stellt Fräsasphalt einen wertvollen Sekundärrohstoff dar.

5.1.4.2.1 Kaltfräsen

In sehr vielen Fällen wird der anstehende, zu regenerierende Asphalt kalt gefräst. Sind an Verdrückungen überfettete bituminöse Tragschichten schuld, so müssen diese bei einer Generalsanierung miterfasst werden. Zu diesem Zweck ist es notwendig, ca. 20 cm tief zu fräsen. Dazu werden Großfräsen eingesetzt, die diese Schichtdicken in 2 oder 3 Arbeitsgängen hintereinander bewältigen.

Beim Kaltfräsen der Fahrbahndecken wird das Material auf vorgegebene Tiefe abgetragen, ohne dass dabei die Oberfläche aufgeheizt wird. Das Fräsgut liegt als Asphalt- oder Betongranulat vor und wird direkt auf LKW's verladen oder von einem zusätzlichen Ladegerät aufgenommen. Das Granulat kann nach eventueller Nachsiebung einer weiteren Aufbereitung zugeführt werden.

Der Fräsvorgang führt durch die mechanische Beanspruchung des Materials zur Veränderung der physikalischen Eigenschaften, wobei die Kornverteilung des Materialstoffgemisches vom jeweiligen Fräsverfahren beeinflusst wird. Daher sind in Abhängigkeit von den Fräsbedingungen wie Vortriebsgeschwindigkeit, Art des Materials oder Gesteinsqualität große Unterschiede in der Kornverteilung zu berücksichtigen.

Die Leistung von Kaltfräsen beim Asphalt liegt bei ca. 150-200 to/h, dh. 70-90 m³/h, bei Frästiefen bis zu 20 cm. Beim Beton ist die Leistung viel niedriger als beim Asphalt.

Vorteile:

- Nach dem Fräsen ist die Verkehrsfreigabe möglich.
- Kein Energieverbrauch zum Aufheizen des Belags.
- Keine Verhärtung des Bindemittels durch die Erwärmung.
- Hohe witterungsunabhängige Fräsleistung.
- Relativ einfach und umweltschonend.
- Es entstehen keine Abgase und die Staubentwicklung kann durch Annässen relativ gering gehalten werden.

Nachteile:

- Hohe Antriebsleistung, hohes Maschinengewicht und hoher Treibstoffbedarf.
- Das verwendete Gestein wird zerkleinert.
- Das Fräsgut nimmt bei der Lagerung die Feuchtigkeit auf (10%).
- Erschwerte Fräsarbeiten bei Fahrbahneinbauten (wie z.B. Entwässerungsschächte).

5.1.4.2.2 Warmfräsen

Das Warmfräsverfahren wird für die Instandsetzungsarbeiten an bituminösen Fahrbahndecken eingesetzt. Dieses Fräsverfahren findet auch als integrierter Bestandteil in Baustellenverfahren (Heißrecycling-in-Place) Verwendung.

Beim Warmfräsen wird die abzuarbeitende Schicht mittels propangasbetriebener Infrarotheizgeräte vorsichtig erwärmt. Unter Ausnützung der thermoplastischen Eigenschaften bituminöser Materialien werden die kohäsiven und adhäsiven Kräfte bei Oberflächentemperaturen von 100-280°C herabgesetzt und dadurch günstigere Voraussetzungen für den eigentlichen Fräsvorgang geschaffen. Die Fräsleistung liegt bei 50-80 to/h (20-35 m³/h), maximale Frästiefe beträgt ca. 40 mm.

Vorteile:

- Die Antriebsleistung und das Gerätegewicht sind gering.
- Beim Fräsen entsteht keine Lärm- und Staubentwicklung.
- Fräsgut kann auf untergeordnete Verkehrsflächen ohne weitere Aufbereitung wieder eingebaut werden.
- Im Gegensatz zum Kaltfräsen erfolgt eine geringere Kornzertrümmerung.

- Materialschonender Abbau bei geringem Werkzeugverschleiß.

Nachteile:

- Das Verfahren ist stark witterungsabhängig.
- Schädigung des Bindemittels bei zu hoher Verarbeitungstemperatur.
- Die abgefräste Fahrbahn kann erst nach dem Auskühlen wieder befahren werden.

5.1.5 Aufbereitung von Straßenaufbruch

Österreich weist ein Straßennetz von etwa 200.000 km Länge auf, wovon mehr als 95% asphaltiert sind. Es werden jährlich etwa 8 Mio. Tonnen Asphaltmischgut verbaut, die von rund 150 Asphaltmischanlagen hergestellt werden. Der größte Teil davon wird für die Straßenerhaltung benötigt.

Statistisch gesehen setzen sich Österreichs Straßen aus 5% Bitumen und 95% Gesteinstoffen zusammen. Es gibt wohl keine Verkehrsfläche, die so gründlich regeneriert werden kann wie eine Asphaltstraße durch Recycling. Prinzipiell unterscheidet man bei der Wiederverwertung von Altasphalt zwischen den Baustellenverfahren (Recycling-in-Place) und der getrennten Rückführung in den Herstellungsprozess (Recycling-in-Plant).

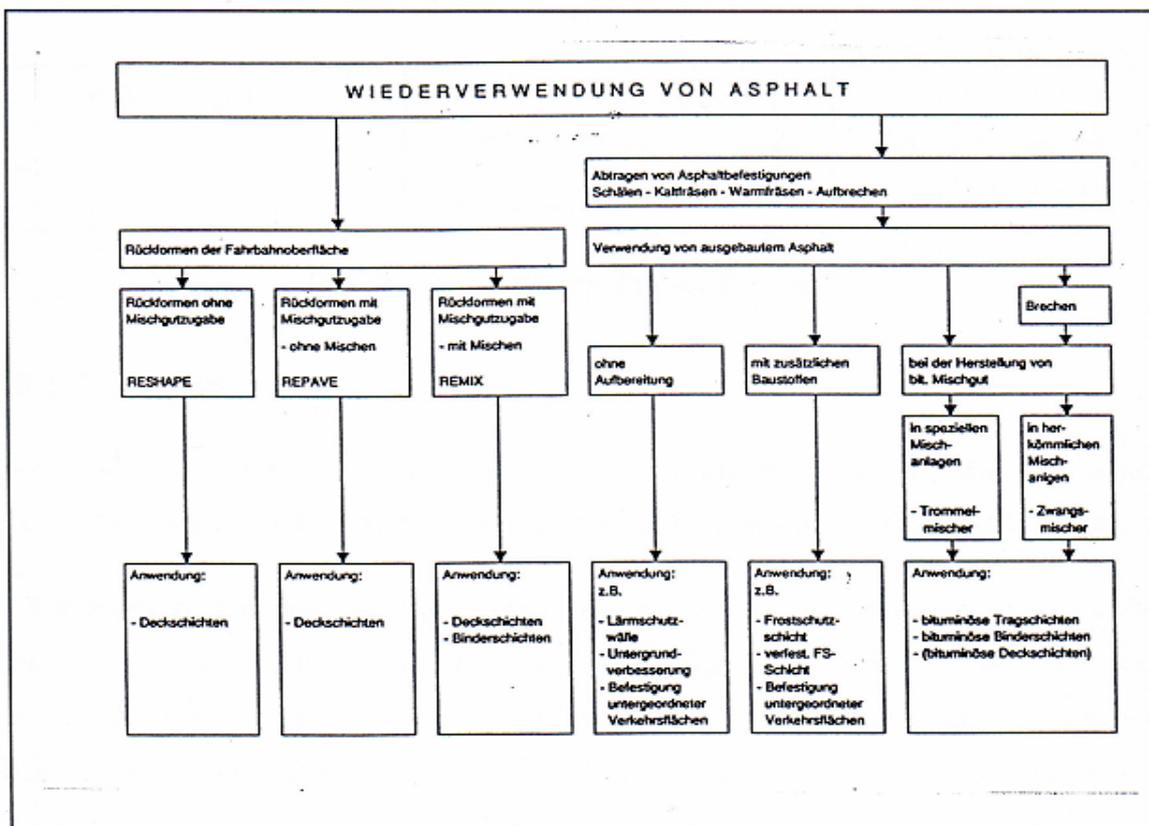


Abb. 15: Aufbereitung und Verwendung von Ausbausphalt [70]

5.1.5.1 Recycling-in-Place

Beim „Recycling-in-Place“ erfolgt die Wiederaufbereitung in einer Mobil- oder Semimobilanlage direkt an der Baustelle. Diese Verfahren sind grundsätzlich nur anzuwenden, wenn die Analyse der Schadensursache und des wiederzuverwendeten Asphalts eine korrigierbare und gleichmäßige Zusammensetzung des einzubauenden Materials ergibt. Es lassen sich vier verschiedene Heißverfahren unterscheiden: Regrip, Reshape, Repave und Remix.

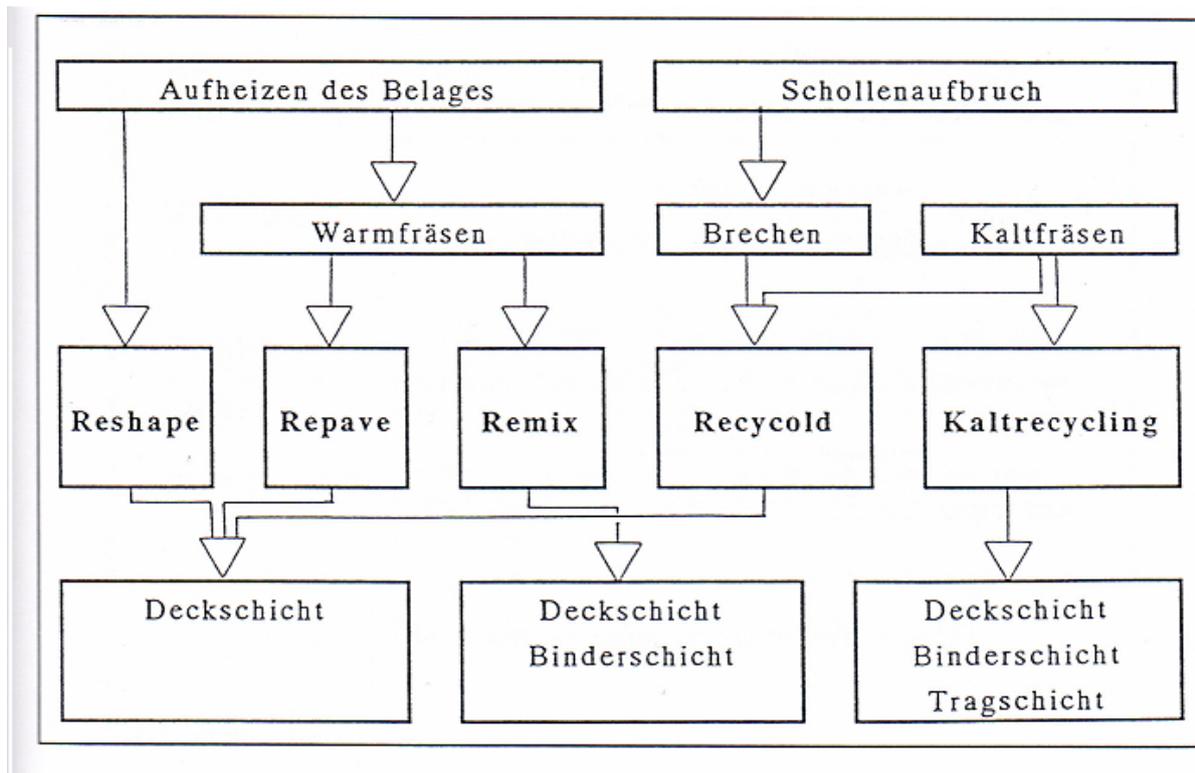


Abb. 16: Asphaltrecycling-in-Place [61]

5.1.5.1.1 Regrip

Beim Regrip-Verfahren werden nur die Griffigkeitsmängel in der vorliegenden Verkehrsfläche behoben. Dies setzt voraus, dass die Bitumenmenge und -qualität entspricht.

Das Verfahren besteht aus den Arbeitsgängen Absplitten und Verdichten, wobei sich das Absplitten aus den Arbeitsphasen Aufheizen und Splittstreuen aufbaut. Das Aufheizen der Asphaltoberfläche erfolgt mit Infrarotstrahlern. Die Splittzugabe soll mit geeigneten Splittstreugeräten vorgenommen werden, wobei Splitt in ausreichender Menge einzusetzen ist.

Der Abstreusplitt ist mit Bitumen vorzuummüllen. Das Verdichten dient dem Zweck des Einpressens des Abstreusplittes und erfolgt mittels geeigneter Walzen.

Das Regrip- Verfahren wird nur selten angewandt, da die Voraussetzungen an die Deckschicht selten erfüllt werden (Dicke, Standfestigkeit, Ebenheit, usw.).

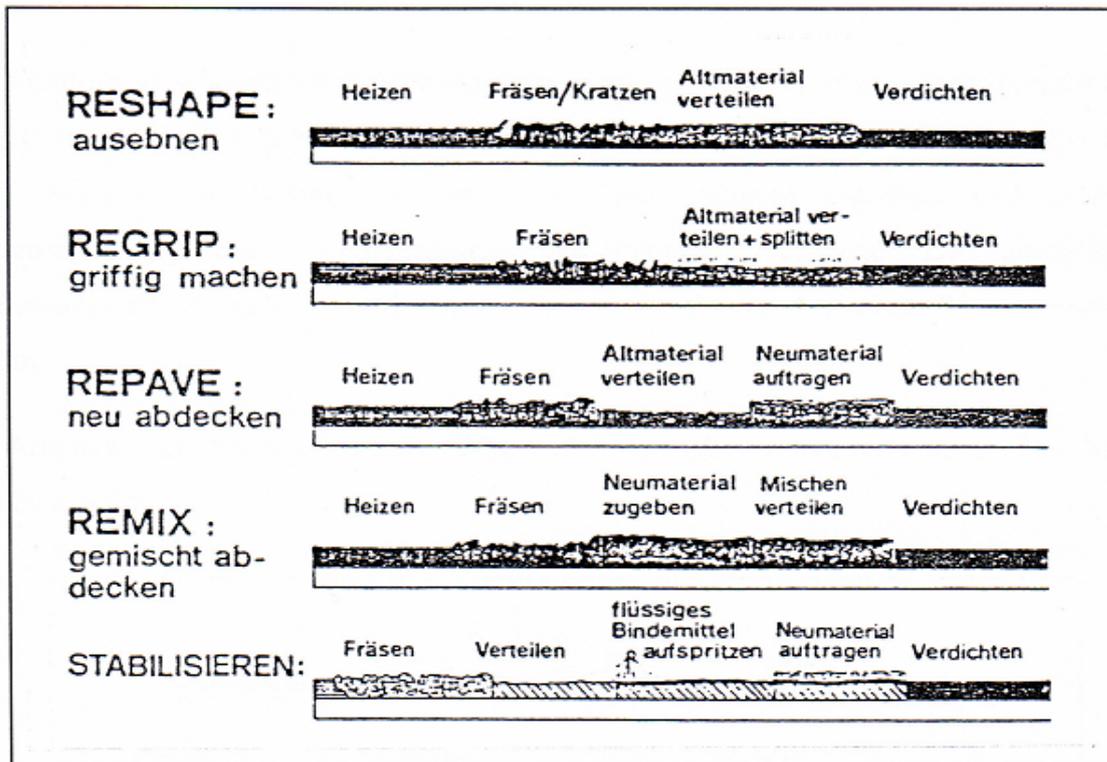


Abb. 17: Schema der Recycling-in-Place-Verfahren [58]

5.1.5.1.2 Reshape

Das Reshape-Verfahren dient ausschließlich der Behebung von Ebenheitsmängeln der vorliegenden Asphaltoberfläche und setzt voraus, daß eine ausreichende Menge Bitumen entsprechender Qualität enthalten ist. Die Asphaltoberfläche wird mit Infrarotstrahlern erhitzt und ohne Zusatz von Neumaterial verdichtet.

Beim Verfahren selbst unterscheidet man die Arbeitsschritte EINEBNEN und VERDICHTEN. Das Einebnen setzt sich wiederum aus den Arbeitsvorgängen Aufheizen, Auflockern, Verteilen, Glätten und Vorverdichten zusammen.

Dem Aufheizen kommt eine große Bedeutung zu, da bei diesem Arbeitsgang das Bitumen thermisch nicht geschädigt werden darf. Die Wärmezufuhr ist in Abhängigkeit vom

enthaltenen Bitumen so zu steuern, dass eine Mischguttemperatur nicht unter 100°C, im Regelfall zwischen 110°C und 150°C, fallweise auch bis 170°C erreicht wird.

Unmittelbar nach dem Aufheizen wird die erwärmte Fläche mittels geeigneter Einrichtungen bis zu einer Tiefe von 5 cm, unter Vermeidung einer qualitätsmindernden Kornzertrümmerung, aufgelockert.

Das Verteilen des aufgelockerten Mischgutes wird quer zur Einbaurichtung vorgenommen und dient dem Massenausgleich vor der Einbaubohle. Das Glätten und Vorverdichten erfolgt durch entsprechende Geräte, die herkömmlichen Fertigmern gleichen, und dient der Wiederherstellung einer profilgerechten und ebenen Oberfläche. Die anschließende Verdichtung erfolgt mittels geeigneter Walzen, wie sie im Asphaltstraßenbau verwendet werden.

Die Arbeitsbreiten betragen bis zu 4,50 m, die Vortriebsgeschwindigkeit im Durchschnitt ca. 3,50 m/min.

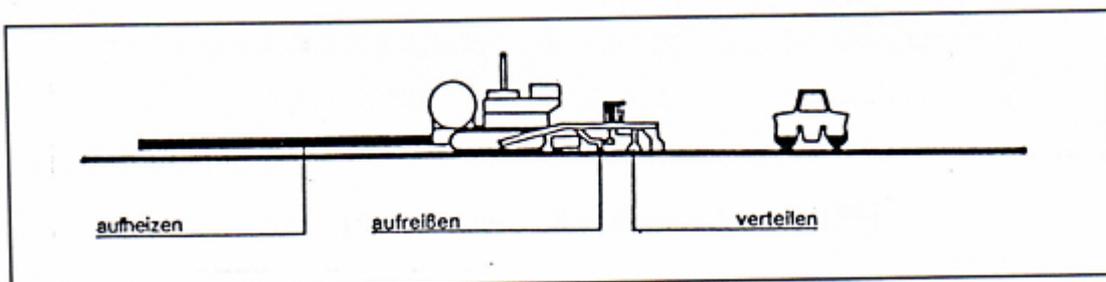


Abb. 18: Schema eines Einbauzuges für Reshape-Verfahren [70]

5.1.5.1.3 Repave

Das Repave-Verfahren bezeichnet das Profilieren der Fahrbahndecke unter Zugabe von Heißmischgut. Bei Anwendung dieses Verfahrens ist die Kenntnis über eine ausreichende Tragfähigkeit und einen hinlänglichen Verformungswiderstand der Straßenkonstruktion eine wesentliche Voraussetzung.

Das Verfahren besteht aus den Arbeitsschritten EINEBNEN, EINBAUEN und VERDICHTEN. Das Einebnen setzt sich wiederum aus den Arbeitsphasen Aufheizen (mit Infrarotstrahlern), Auflockern, Verteilen sowie Glätten und Vorverdichten zusammen. Das Aufheizen, Auflockern und Verdichten erfolgt wie beim vorhin erwähnten Verfahren.

Das Glätten und Vorverdichten erfolgt durch Einrichtungen, die der Bohle herkömmlicher Fertiger gleichen und dient der Herstellung einer profilgerechten und für die weiteren Arbeitsschritte geeigneten Unterlage.

Das Einbauen setzt sich aus den Arbeitsphasen Verteilen und Vorverdichten des Frischmischgutes zusammen und wird mit Einrichtungen vorgenommen, die denen eines herkömmlichen Asphaltfertigers gleichen.

Das Einbauen von Frischmischgut dient der Wiederherstellung einer profilgerechten, ebenen und griffigen Oberfläche. Es wird gleichsam eine zweite Fahrbahndecke aus Frischmischgut über die alte, aufgeheizte, eingeebnete Verkehrsfläche aufgebracht und gemeinsam mit entsprechenden Walzen verdichtet.

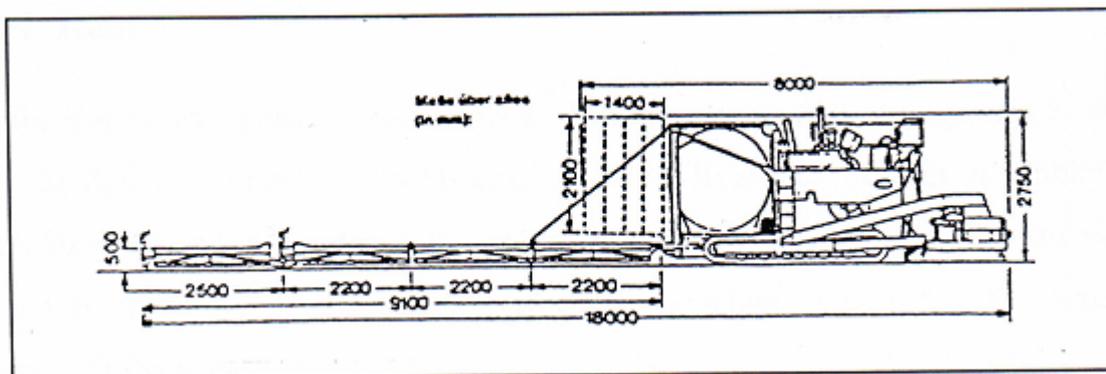


Abb. 19: Reformer der Firma Vögele [55]

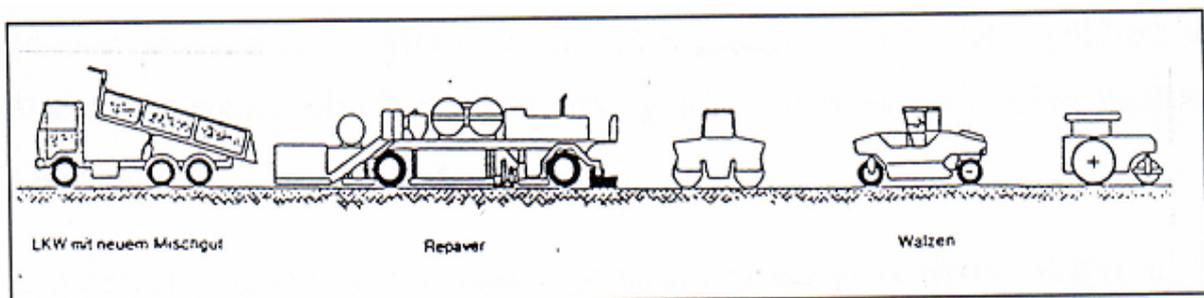


Abb. 20: Geräteeinsatz beim Repave-Verfahren [54]

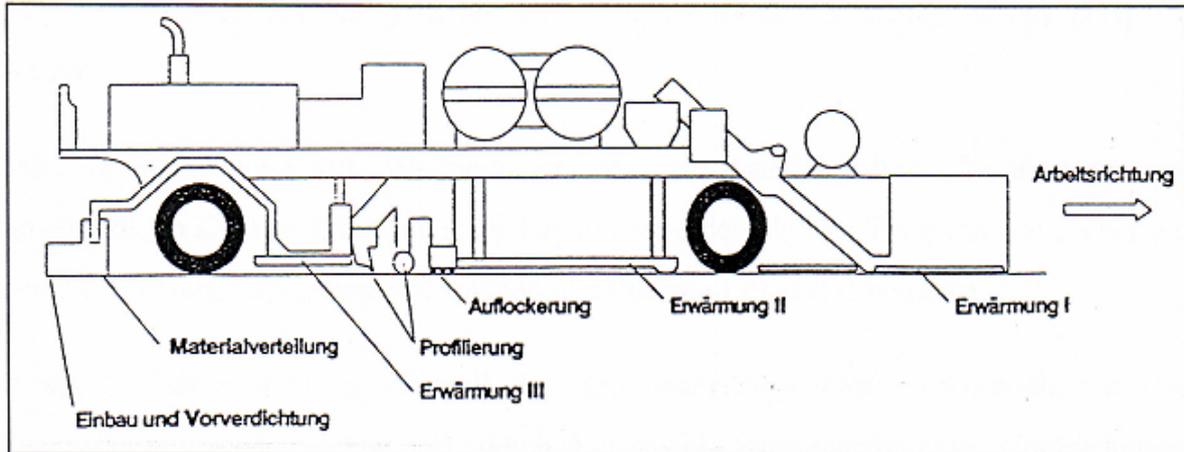


Abb. 21: Kompaktrepave [54]

5.1.5.1.4 Remix

Das Remix-Verfahren ist anwendbar, wenn die Mischgutmasse der vorliegenden Schicht nicht und/ oder die Zusammensetzung des Mischgutes der vorliegenden Schicht in Hinblick auf die Beanspruchung verändert werden soll, um die Ebenheit oder die Griffigkeit zu verbessern oder zur Instandsetzung rissiger oder verformter Schichten, sowie zur Erreichung einer angestrebten Einbaudicke.

Das Verfahren setzt sich aus den Arbeitsschritten Aufnehmen, Mischen, Einbauen und Verdichten zusammen. Das Aufnehmen gliedert sich in die Arbeitsphasen Aufheizen und Auflockern der vorliegenden Deckschicht, sowie gegebenenfalls Fördern und Zwischenlagern des Altasphaltes.

Das Aufheizen und Auflockern erfolgt wie in den vorher geschilderten Verfahren. Die maximale aufgeheizte und aufgelockerte Tiefe beträgt etwa 10 cm (Regelfall 5 cm). Größere Tiefen sind unwirtschaftlich oder sind mit der großen Gefahr einer starken thermischen Schädigung des Bindemittels verbunden.

Das Mischen setzt sich aus den Arbeitsphasen Dosieren und Mischen zusammen. Beim Dosieren werden Altasphalt und Neumischgut sowie im Bedarfsfall Bitumen oder ein sonst geeignetes und notwendiges Fluxöl zugemessen. Das Einbauen erfolgt durch Einrichtungen, die denen eines herkömmlichen Asphaltfertigers gleichen und dient der Herstellung einer

profilgerechten, ebenen und griffigen Decke. Die Verdichtung erfolgt mittels geeigneter Walzen.

Beim Remixing sind zur Mischung mit dem Neumaterial höhere Temperaturen des aufgelockerten Deckmaterials als beim Repaven erforderlich. Die Temperatur des über eine Dosiereinrichtung zugegebenen Neumaterials muss etwa 170-180°C betragen.

Dieses Verfahren wird also überall dort angewendet, wo Asphaltverkehrsflächen einer Regenerierung bedürfen, wie z.B. durch Verschleiß, Spurrinnenbildung, Verdrückungen, bedingt durch die Kanalisierung des Verkehrs, Überfettung in der Asphaltzusammenstellung, Rissebildung in der Verkehrsdecke durch zu spröde oder gealtete Bindemittel, mangelnde Griffigkeit etc.

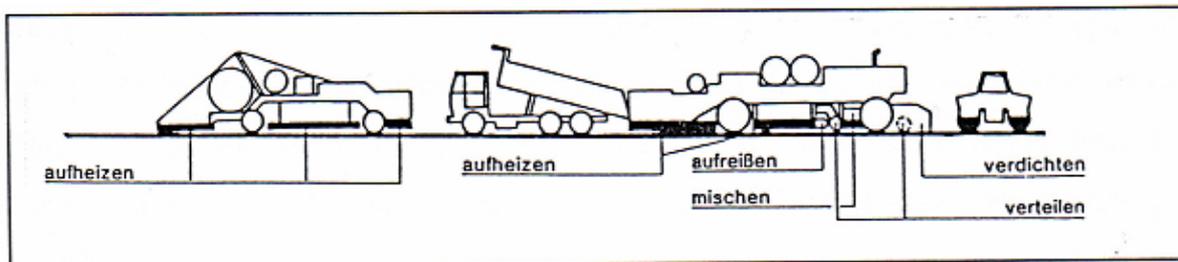


Abb. 22: Mehrteiliges Remix-Verfahren [70]

5.1.5.2 Recycling-in-Plant

Beim „Recycling-in-Plant“ erfolgt die Wiederaufbereitung in stationären Anlagen, die speziell für Straßenaufbruch ausgelegt sind oder in Universalanlagen. Man versteht auch darunter die Weiterverarbeitung von Aufbruchasphalt in Heißmischanlagen.

Wenn die Asphaltbefestigungen nicht mehr den bautechnischen Erfordernissen entsprechen und ein Recycling an Ort und Stelle technisch nicht möglich oder unwirtschaftlich ist, dann wird die Asphaltdecke in Schollen (max. Seitenlänge 80 cm) aufgebrochen oder warm bzw. kalt abgefräst. Dieser Ausbaumasphalt wird dann in einer stationären Mischanlage einer Wiederverwendung zugeführt.

Der grobe Bagger- und Schollenaufbruch wird wie beim Betonaufbruch in einer Bauschuttzubereitungsanlage zu Asphaltgranulat aufbereitet. Der Asphaltaufbruch wird mit einem Radlader dem Aufgabetrichter aufgegeben, durch zwei oszillierend arbeitende Hydraulikstampfer auf eine rotierende Fräswelle gedrückt und mit verschleißfesten

Fräszähnen zerkleinert. Das Größtkorn wird durch einen verstellbaren Kornbegrenzungsrost reguliert.

Der Altasphalt wird ohne nennenswerte Kornzertrümmerung unter Beibehaltung der im Aufbruchmaterial enthaltenen Körnungen auf die gewünschte Korngröße zerkleinert. Beim Verladen auf der Baustelle ist darauf zu achten, dass das Aufbrechgut von groben Verunreinigungen frei gehalten werden.

Eine je nach Ausbauart (Kalt-, Warmfräsgut oder Schollenaufbruch) getrennte Lagerung gestattet bei der Rezeptierung des Recyclingmischgutes die Berücksichtigung der Korngrößenverteilung und des Bindemittelgehaltes. Kaltfräsgut weist von der Technologie des Fräsvorganges her eine Kornzertrümmerung auf.

Warmfräsgut weist bei sachgemäßer Ausführung des Fräsvorganges weitgehend die ursprüngliche Kornzusammensetzung auf. Es soll daher darauf geachtet werden, dass durch hinlängliche Wärmezufuhr vor dem Fräsprozess keine wesentliche Kornzertrümmerung eintreten kann und andererseits keine wesentliche Veränderung der Bindemittelqualität verursacht wird.

Um eine Verklebung des durch Warmfräsen gewonnenen Altasphalts beim Zwischenlagern zu verhindern, empfiehlt es sich, geeignete Maßnahmen zu ergreifen (wie z.B. geringe Wasserberieselung beim Warmfräsprozess).

Bei der Aufbereitung von Altasphalt sind hauptsächlich zwei Punkte für die Mischgutqualität sowie die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens entscheidend:

1. Die Homogenität des Ausbauasphalts kann durch zweckmäßige Beschickung des Brechers und durch geeignete Zwischenlagerung verbessert werden.
2. Die Feuchtigkeit des aufbereiteten Asphaltgranulats ist möglichst niedrig zu halten, weil bei 20 Gew.-% Feuchtigkeitsgehalt jedes zusätzliche Gew.-% Wasser eine Temperaturerhöhung des Neumaterials um 8°C erforderlich macht.

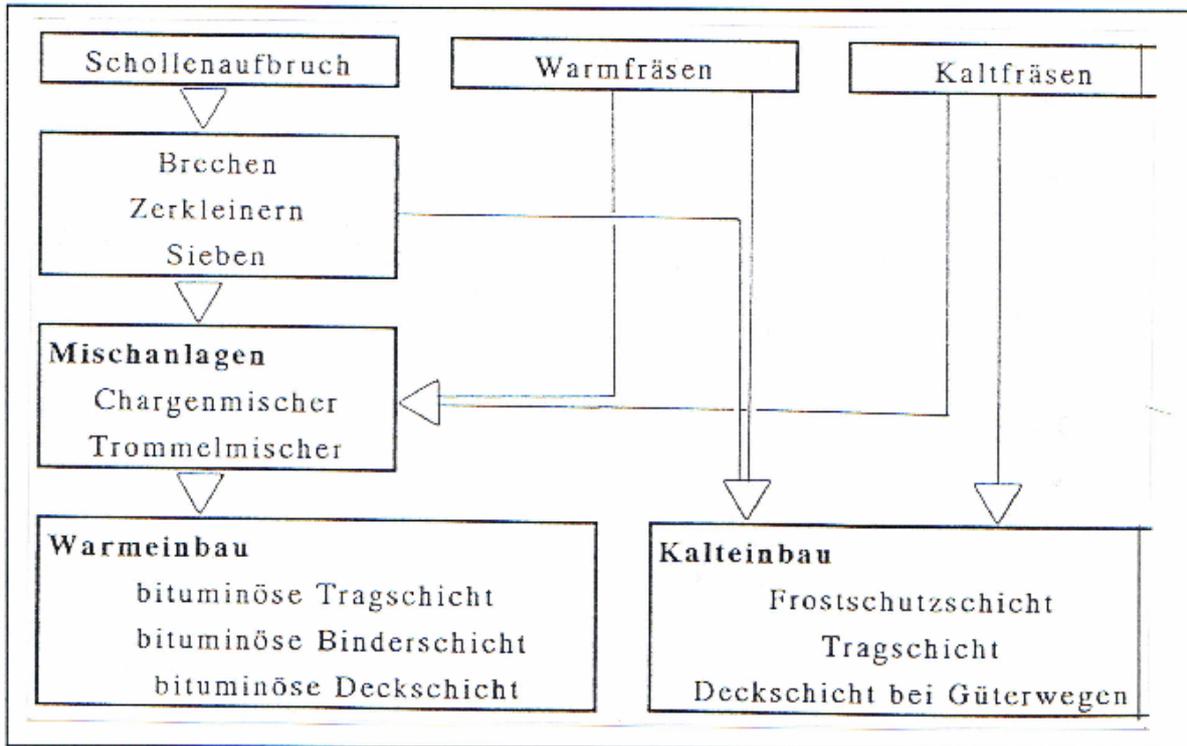


Abb. 23: Asphaltrecycling-in-Plant [61]

5.1.5.2.1 Zentralmischverfahren

Chargenmischanlage:

Primär sind Asphaltmischanlagen mit Zwangsmischern ausgestattet und es können bei der Herstellung von bituminösen Tragschichten nach dem konventionellen Heißmischverfahren etwa 20% Ausbauphase zugesetzt werden.

Sind Kornaufbau und/oder Bindemittelqualität des Altasphalts für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht geeignet, so sind Zusammensetzung, Bindemittelqualität und Bindemittelmenge des Frischmischgutes so zu wählen, dass die Eigenschaften des Gesamtmischgutes den Anforderungen entsprechen. Das Verfahren setzt sich aus dem Dosieren und dem Mischen des Altasphaltes mit dem Neuphase in der Mischanlage zusammen.

Das Dosieren des Altasphaltes erfolgt über Aufgabetrichter oder Silos, meist mit Vibroeinrichtungen ausgestattet, und über eine Waage, die vorzugsweise direkt beim Mischwerk angebracht ist. Die Zugabe des Altasphaltes erfolgt über eine Rutsche direkt in den Mischer zum Neuphase. Der Altasphalt wird vor dem Eindosieren des Bindemittels in das Mischwerk eingebracht.

Da der Altasphalt meist mit Außentemperatur zugegeben wird, ist das Gesteinsgemisch des Frischasphaltes, unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes, entsprechend der Mischungsregel höher zu erhitzen.

Ab Zugabemengen von 15 Maße % Altasphalt kann eine Verlängerung der Mischzeit notwendig werden. Wegen der verhältnismäßig kurzen Mischzeiten in Chargenmischanlagen lassen sich Inhomogenitäten nicht völlig vermeiden.

Da das im Altasphalt enthaltene Bindemittel aber verflüssigt werden soll, ist dabei die Zugabemenge durch die Wärmekapazität des erhitzten natürlichen Gesteines, durch die Wärmekapazität des Altasphaltes und vor allem durch den Wassergehalt des Altasphaltes begrenzt.

Wird der Altasphalt (Fräsasphalt oder Granulat) trocken gehalten oder trocken geliefert, dann liegt die obere Grenze der maschinentechnisch bedingten Zugabemenge höher. Man erkennt daran, dass schon allein durch einen geeigneten Ausbau und eine trockene Lagerung von Altasphalt nicht nur Energie, sondern auch Rohstoffe gespart werden können. Das aus Altasphalt und Frischmaterial hergestellte Mischgut muss hinsichtlich der Qualitätskennzahlen für das ausgelieferte Mischgut und den Einbau den Werten der einschlägigen RVS entsprechen.

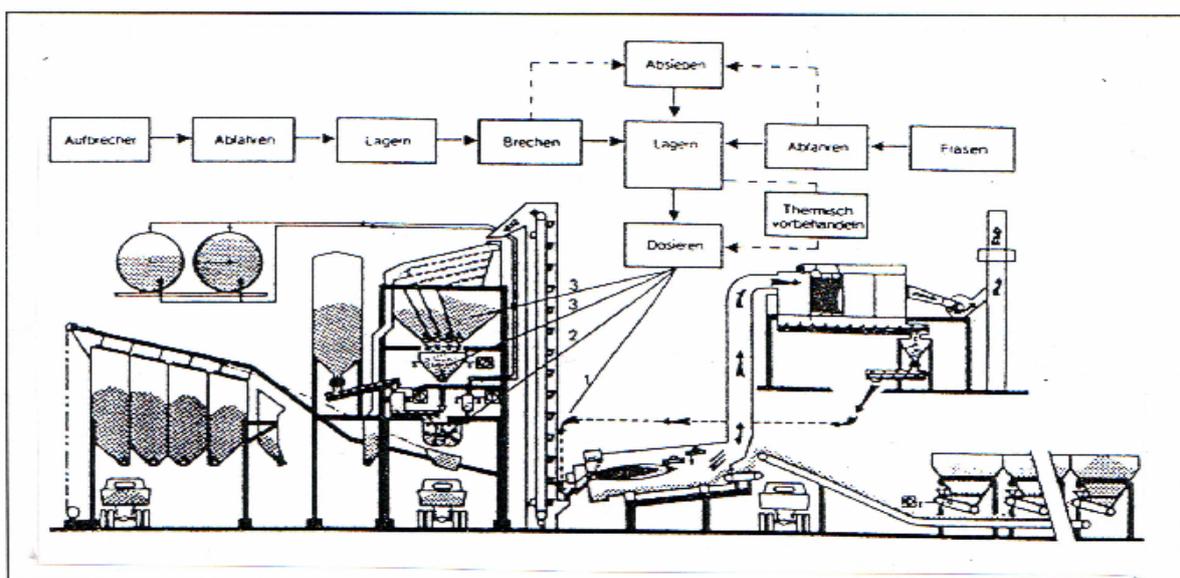


Abb. 24: Chargenmischanlage mit Zugabestellen für Asphaltgranulat [65]

Trommelmischanlage:

Als weiteres Zentralmischverfahren kennen wir das Trommelmischverfahren. Dieses Verfahren wird in Österreich weniger angewandt und wurde seinerzeit in den USA entwickelt. Man kann dabei, unter bestimmten technischen Voraussetzungen, bis zu 100% Altasphalt zum Einsatz bringen.

Ist der Kornaufbau des Altasphalts für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht geeignet, dann ist eine 100%ige Verwendung von Altasphalt im Trommelmischer nicht möglich.

Ist die Bindemittelqualität des Altasphalts für die vorgesehene Verwendung nicht geeignet, so kann auch bei Wiederverwendung ohne Zumischung von frischem Gesteinsmaterial die Bindemittelqualität durch Zugabe von frischem Bitumen oder Fluxölen verändert werden.

Bei Zugabemengen von Altasphalt (zum Mischgut) bis zu 70 Masse% können eigentlich Bindemittelqualität und Kornaufbau für den vorgesehenen Verwendungszweck durch die geeignete Wahl der Kornzusammensetzung der neu in den Prozess einzubringenden Gesteinskörnungen oder der Qualität des zuzugebenden Bitumens.

Das Trommelmischverfahren verlangt einen kontinuierlich gleichbleibenden Mischbetrieb über längere Zeiträume. Das Verfahren besteht aus den Arbeitsschritten Dosieren, Erhitzen und Mischen.

Das Dosieren von Altasphalt und Frischgestein im kalten Zustand muss exakt durchgeführt werden, da beim Trommelmischverfahren eine Änderung der Zusammensetzung nach dem Erhitzen nicht mehr möglich ist. Das Erhitzen erfolgt in einer mit speziellen Einbauten ausgestatteten Trockentrommel im Gleichstromprinzip derart, dass zwar gegebenenfalls das Gesteinsmaterial, nicht aber der Altasphalt direkt der Flammenwirkung ausgesetzt ist. Das Mischen des Altasphalts mit Bitumen und gegebenenfalls zusätzlichen Gesteinstoffen erfolgt in einem Teilbereich der Trockentrommel kontinuierlich.

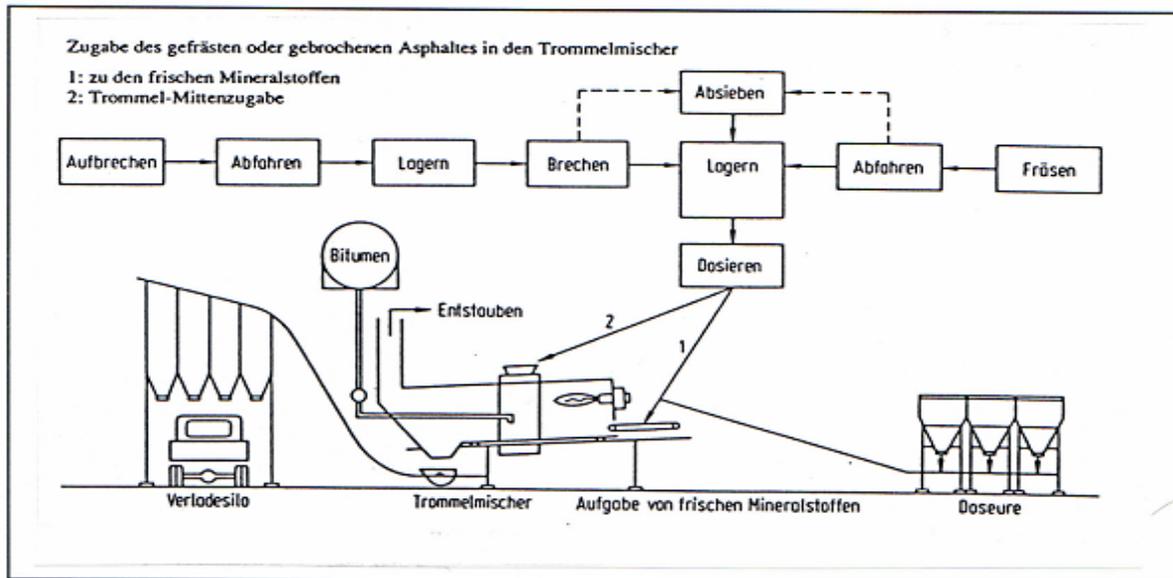


Abb. 25: Zugabe von Ausbauasphalt in eine Trommelmischanlage [70]

5.1.5.2.2 Direkteinbau

Der Altasphalt kann als Aufbrechgut, Kalt- oder Warmfräsgut vorliegen. Das Aufbrechgut hat vor der Weiterverarbeitung in Schollen bis zu 80 cm Seitenlänge vorzuliegen und ist auf eine verarbeitbare Korngröße aufzubereiten.

Das Kaltfräsgut kann ohne Bindemittelzugabe für die Herstellung von ungebundenen, mit Bindemittelzugabe und bei Vorliegen einer entsprechenden Korngrößenverteilung auch für die Herstellung von gebundenen Tragschichten verwendet werden.

Das Warmfräsgut hat an der Einbaustelle eine Temperatur von mind. 55°C aufzuweisen und darf nicht in Klumpen vorliegen. Bei Vorliegen einer entsprechenden Korngrößenverteilung ist es mit oder ohne Bindemittelzugabe für die Herstellung von gebundenen Tragschichten geeignet. Sind Temperatur und/ oder Korngrößenverteilung nicht entsprechend, kann es nur für die Herstellung von ungebundenen Tragschichten verwendet werden.

Beschreibung des Verfahrens:

Der zerkleinerte Altasphalt wird mittels Fertiger oder Grader eingebaut und mittels geeigneter Walzen verdichtet. Die Einbaudicke soll 8 cm nicht unterschreiten.

Im Straßenbau müssen unbedingt die Anforderungen betreffend Raumbeständigkeit, Kornform, Korngrößenverteilung, Festigkeit und das Zeit-Setzungsverhalten erfüllt sein. Die

üblichen Kriterien der RVS 8.511 und RVS 8.512 bezüglich Tragfähigkeit und Frostsicherheit können auf Asphaltbrechgut nur bedingt angewendet werden.

Als Ausgangsmaterial ist Altasphalt für Straßenkonstruktionen nur geeignet, wenn er weitgehend frei von anhaftendem Material der darunterliegenden, ungebundenen Schichten ist. Bei der Verwertung von Fräsasphalt ist darauf zu achten, dass keine frostempfindlichen Schluff- und Tonanteile in das Asphaltgranulat oder in den Fräsasphalt gelangen.

5.2 BETONABBRUCH

Man versteht unter dem Betonabbruch nicht kontaminierte, hydraulisch gebundene, feste mineralische Stoffe, die bei den Abbrucharbeiten im Hoch-, Tief-, Wege- und Straßenbau anfallen.

5.2.1 Allgemeines

Betonfahrbahnen sind wegen ihrer Starrheit und Dauerhaftigkeit stets geschätzt worden. Die Lastverteilung auf die Unterlage ist gut und der Ermüdungswiderstand hoch, solange eine bestimmte Beanspruchung nicht überschritten wird.

Zwei Anforderungen sind besonders wichtig für die Betonfahrbahnen: Auf der einen Seite sollen die Platten langfristig stabil sein, besonders in Bezug auf durch Wasser erzeugte Erosion, Raumbeständigkeit und unterschiedliche Setzung der Platte. Und auf der anderen Seite, muss auf die Gebrauchseigenschaften der Fahrbahn, d.h. auf die Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche geachtet werden. Beide Aspekte gewinnen ganz besondere Bedeutung bei Autobahnen und schwer belasteten Hauptstraßen.

Die Bautechnik hat sich sehr entwickelt und man kann aus mehreren Möglichkeiten zwischen der händischen Einbauweise und der hochmechanisierten mit Gleitschalungsfertiger wählen. Auf diese Art können sowohl kleine wie auch große Flächen wirtschaftlich betoniert werden.

Das Verhalten vieler Fahrbahnen und die ständige Verbesserung der Technik haben bestätigt, dass für Betondecken eine Lebensdauer von 30 bis 40 Jahren zu erwarten ist.

Dieser Aspekt, zusammen mit einer weniger häufigen und weniger kostspieligen Unterhaltung, trägt oft zur Entscheidung für diese Lösung bei, sowohl bei Autobahnen und Hauptstraßen als auch bei Fahrbahnen mit schwacher Verkehrsbelastung.

Bis zum Jahr 1960 hatten nur einige europäische Länder, unter ihnen auch Österreich, diese Tradition, d.h. genügend Erfahrung mit Betonfahrbahnen und auch eine ausreichende zeitliche Perspektive zur Bewertung ihrer Technik. Ab dann interessierten sich auch andere Länder dafür, sobald sie mit dem Bau neuer hochleistungsfähiger Verkehrsverbindungen anfangen.

Heutzutage werden beim Entwurf von Betonstraßen hauptsächlich zwei Wege eingeschlagen:

- Unbewehrte Betondecken mit kurzen Platten (3,5 bis 6 m) und verdübelte oder unverdübelte Scheinfugen, je nach Verkehrsbelastung, Unterlage, Klima, usw.
- Durchgehend bewehrte Betondecken ohne Querfugen.

Die erste Technik wird wegen ihrer niedrigen Baukosten, der einfachen Herstellung und der Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Bedingungen am meisten angewandt.

Durchgehend bewehrte Betondecken werden meistens bei neuen Autobahnstrecken und bei Straßen mit Schwerverkehr eingebaut, sowie bei Erneuerungen.

5.2.2 Gewinnung von Betonabbruch

Das aufzubereitende Material wird aus hydraulisch gebundenen Baustoffen (Fahrbahndecken, Platten, Bordsteinen, Betonrohren, Mauerwerk, Beton- und Stahlbeton und Betonschwellen) gewonnen. Hierbei muss grundsätzlich durch eine selektive Vorgangsweise die sortenreine Gewinnung angestrebt werden und der gewonnene Altstoff frei von Verunreinigungen sein.

Große Mengen an Betonabbruch stammen aus Straßen und Autobahnen, die in den 50-er und 60-er Jahren in Betonbauweise errichtet wurden und jetzt oder in den kommenden Jahren saniert werden müssen.

Im Hochbau ist im allgemeinen eine so hohe Nutzungsdauer von Bauwerken zu erwarten, dass derzeit der aus Totalabbrüchen stammende Betonanteil in der gesamten Abbruchmasse nur gering ist. Allerdings kann infolge Sanierung und Umbauten, z.B. bei Nutzbauten und Industrieanlagen, Betonabbruch in insgesamt nicht geringem Umfang erwartet werden.

Im Hinblick auf die Trennungspflichtung kommt der Wahl der richtigen Abbruchmethode eine bedeutende Rolle zu. Durch die steigende Entsorgungskosten geht die Tendenz zur Gewinnung von sortenreinen Baurestmassen.

Im Straßenbau ist ein lagenweiser Ausbau der Trag- und Deckschichten möglich, sodass z.B. bei einer bituminösen Deckschichte, die auf einer Betontragschichte aufliegt, sowohl Asphalt als auch Beton getrennt erfasst werden können. Im allgemeinen wird der Beton aus den Straßendecken als Schollenaufbruch und nur selten als Fräsgranulat gewonnen.

Beim Ausbau größerer Deckenflächen wird das Material häufig mittels Hydraulikbagger, Aufbruchmeißel oder Aufreißzahn aufgebrochen. Die entstehenden Schollen werden von einem Bagger oder Radlader auf LKW's verladen. Im Schollenaufbruch liegt der Beton manchmal in Verbindung mit dem Asphalt vor und ist dann nach der Zerkleinerung in einer Brechanlage nur für Verwendungszwecke mit qualitativ geringen Anforderungen verwendbar.

Die sortenreine Gewinnung von Betonabbruch aus dem Hochbaubereich kann sich wegen der zunehmenden Verwendung von Verbundbaustoffen schwierig gestalten. Trotzdem kann eine stufenweise Demontage die separate Gewinnung von Fraktionen, die unterschiedlichen Verwertungs- oder Behandlungsschienen zugeleitet werden sollten, erleichtern. Um eine sinnvolle Wiederverwertung zu ermöglichen, muss der Betonabbruch als Granulat vorliegen.

5.2.3 Aufbereitung von Betonabbruch

Die Aufbereitungstechnologien für den Betonabbruch wurden aus den Technologien für die Natursteinaufbereitung entwickelt. Die bei der Aufbereitung von Betonabbruch angewendete Technik hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich verändert. Die Aufbereitung kann in stationären, semimobilen oder mobilen Anlagen erfolgen. Diese Aufbereitungsanlagen wurden bereits im Kapitel 3, Technische Grundlagen, beschrieben.

5.3 VERWERTUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR DIE BAURESTMASSEN

5.3.1 Allgemeines

Recycelte Baurestmassen können als Substitut von den natürlichen Mineralstoffen, wie z.B. Naturstein, Kies, Sand und Boden eingesetzt werden. Das Haupteinsatzgebiet für die Sekundärbaustoffe ist der Straßenbau, weil dort im Vergleich zu sonstigen Anwendungen niedrigere Anforderungen gestellt werden und große Nachfrage vorhanden ist.

Die Einsatzmöglichkeiten von Recyclingprodukten sind abhängig von:

- Qualitätskriterien
- Umweltfaktoren
- Im weitesten Sinne von der Qualität der erzeugten Materialien.

Die materielle Zusammensetzung des Recyclingprodukts hängt ausschließlich vom Input ab. Dieser besteht aus variierenden Anteilen an Bauschutt, Straßenaufbruch (Beton und Asphalt) und Verunreinigungen. Die Zusammensetzung hängt ab von:

- Anfallsort
- Art und Konzept der Aufbereitungsanlage
- Auslastung der Anlage

Entsprechend dem Strukturaufbau einer Straße können in den einzelnen Schichten Qualitäten an recyceltem Material eingesetzt werden.

Verwendungsbereiche Stoffgruppen		A	B	C 1	C 2	D 1	D 2	E	F	G 1	G 2	H
		Lärm-schutz-wälle	Ungeb.-Verkehrs-fl. und Wege-bau	Unter-bau	Hinter-füllung und Über-schüt-tung	Verfü-lung von Lei-tungs-graben	Boden-verfestigung und Unter-grund Verb.	Trag-schich-ten ohne Bin-de-mittel	Hydr.-geb. Trag-schich-ten	Trag-schich-ten mit bitumin Binde-mittel	Bit. Deck- und Bänder-schich-ten	Beton-trag-schich-ten
1	Asphalt	●	●	○	○	○	○	○	○ ¹⁾	● ²⁾	● ²⁾	
2	Beton, Betonwerksteine	●	●	●	●	●	●	●	●	○		●
3	sonst. hydr. geb. Materialien	●	●	●	●	●	●	●	●	○		●
4	Naturwerksteine, geb. ungebr. Materialien, Gleisschotter	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	Kies, Sand	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●
6	sonst. mineralische Massen (z. B. bindige u. witterungsempfindliche Stoffe)	●	○	●	○	○	○					
7	Ziegel, Mauerwerk, Steinzeug	●	●	●	○	●	●	○	○			○ ¹⁾

○ bedingt verwendbar
● verwendbar

Abb. 26: Verwendung von industr. Nebenprodukten im Strassenbau [56]

Für den derzeitigen Haupteinsatzbereich aufbereiteter Baustoffe, den Straßenbau, gibt das „Merkblatt über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (in Deutschland) eine Übersicht über Verwendungsbereiche der unterschiedlichen Stoffgruppen und über die zu prüfenden Eigenschaften bei den jeweiligen Verwendungsbereichen.

Gütesicherung und Güteüberwachung sind für den Einsatz der Recycling-Baustoffe von entscheidender Bedeutung wegen der oftmals heterogenen Ausgangsstoffe einerseits und wegen des bei einigen potentiellen Anwendern noch bestehenden Misstrauens andererseits.

Verwendungsbereiche zu prüfende Eigenschaften		A	B	C 1	C 2	D 1	D 2	E	F	G 1	G 2	H
		Lärm-schutz-wälle	Ungeb. Verkehrs- fl. und Wege- bau	Unter- bau	Hinter- füllung und Über- schüt- tung	Verfü- lung von Lei- tungs- graben	Boden- ver- festigung und Unter- grund Verb.	Trag- schich- ten ohne Binde- mittel	Hydr. geb. Trag- schich- ten	Trag- schich- ten mit bäumin Binde- mittel	Bit. Deck- und Binder- schich- ten	Beton- trag- schich- ten
Oberbau												
1	Stoffliche Zusammensetzung	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Widerstand gegen Verwitterung (DIN 52106)		●					●	○	●	●	●
3	Widerstand gegen Frost		●					●	○	●	●	●
4	Raumfüllfähigkeit	○		○	○	●	●	●	●	●	●	●
5	Körn-, Rohnerteile		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	Korngrößenverteilung	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	Körnkorn				○	○		●		●	●	●
8	Anteil an gebrochenen Körnern		○					○		●	●	●
9	Kornsteifigkeit		●					●	○	●	●	●
10	Schicht-Bestandsstelle nach DIN 4224							●				●
11	Abfälle zu bit. Bindemittel									●	●	
12	Verhalten in der Trockenrommel									●	●	
13	Proctorische	○	●	●	●	●	●	●	●			
14	Verformungsmodul, Staufestig- keit, Scherfestigkeit	○	○	●	●	○	○	●				
15	Zell- Setzungsverhalten	○		●	●	○		○				
16	Freischnitfähigkeit				●			●	●			
17	Begründbarkeit	○										
18	Ch. phys. Einw. auf Bauteile	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	Einwirkung auf Umwelt	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○



○ bedingt verwendbar
● verwendbar

Abb. 27: zu prüfende Eigenschaften in Abhängigkeit vom Verwendungszweck [56]

Ziel der Güte- und Prüfbestimmungen ist es, bei Recycling-Baustoffen den Qualitätsstandard zu sichern, der für den späteren Verwendungszweck erforderlich ist. Daraus ergibt sich

zwangsläufig, dass Recycling-Baustoffe einerseits keinen Qualitätsbonus gegenüber Primärrohstoffen in Anspruch nehmen können, dass es aber andererseits auch nicht sinnvoll und vor allem nicht ökonomisch sein kann, für jeden Einsatzbereich die höchste Qualitätsstufe, die von Primärstoffen erreicht wird auch von Recyclingmaterialien zu fordern.

Entsprechend wurden die Güte- und Prüfbestimmungen differenziert nach drei verschiedenen Klassen von Baustoffen für unterschiedliche Anforderungskategorien.

5.3.2 Anwendungsbereiche für Recyclingbaustoffe

5.3.2.1 Untergrundverbesserung; Bodenverfestigung; und Verfüllung von Leitungsgräben

Ist der natürlich anstehende Boden als Untergrund nicht ausreichend tragfähig, so wird er ausgetauscht oder in der oberen Zone mit Bindemittel oder mechanisch durch die Zugabe von körnigem Material verbessert.

Die Anforderungen an die verwendeten Materialien sind:

- Ausreichende Raumbeständigkeit (die Baustoffe dürfen sich nicht lösen oder verändern).
- Zeit-Setzungsverhalten (Setzungen sind durch ausreichende Verdichtung zu verhindern).
- Stoffliche Zusammensetzung (keine schädliche Mengen an Verunreinigungen).

Sowohl der Betonaufbruch als auch Asphaltaufbruch sind ohne Einschränkungen anwendbar.

5.3.2.2 Unterbau; Hinterfüllung und Überschüttung von Bauwerken

In der Regel wird der natürliche Boden als Dammschüttmaterial verwendet. Es gelten die selben Anforderungen wie für die Untergrundverbesserung. Für die Hinterfüllung von Bauwerken müssen die Schüttmaterialien ausreichend durchlässig sein und dürfen nicht baustoffaggressiv sein.

Die gestellten Anforderungen sind erfüllbar und damit sind Beton- und Asphaltaufbruch ohne Einschränkungen anwendbar.

5.3.2.3 Wassergebundene Verkehrsflächen und Wegebau

Beim Einsatz von Sekundärrohstoffen für wassergebundene Flächenbefestigungen und im Wegebau können Verunreinigungen (Metalle, Glas, usw.) als Nebenbestandteile unschädlich sein. Von Holz soll das Material möglichst frei sein.

Anforderungen werden vor allem an den Widerstand gegen Verwitterung und Frost gestellt, um die vorgesehene Nutzung unabhängig von der Witterung sicherzustellen. Die erforderliche Korngrößenverteilung wird durch Brechen und Sieben erreicht.

Bei der Verwendung von Altasphalt sind die unmittelbar befahrenen Schichten möglichst mit noch nicht erkaltetem Warmfräsgut herzustellen, wodurch Verdichtung und Oberflächenschutz verbessert werden. Sowohl Betonaufbruch als auch Asphaltaufbruch sind hier ohne Einschränkungen anwendbar.

5.3.2.4 Lärmschutzwälle

Lärmschutzwälle eignen sich besonders für die Verwendung qualitativ minderer Recycling-Baustoffe. Der Kornaufbau soll die Einbaufähigkeit gewährleisten. Stärkere, vor allem ungleiche Langzeitsetzungen müssen vermieden werden, das Material muss die vorgesehene Begrünung ermöglichen.

Das Material darf nur geringe Mengen an Verunreinigungen wie z.B. Holz und Gesträuch enthalten. Die Raumbeständigkeit muss insoweit gegeben sein, dass keine zu großen und ungleichen Setzungen oder Hebungen aus dem Material resultieren können. Dies gilt insbesondere, wenn bauliche Maßnahmen auf oder direkt am Wall vorgesehen sind.

Verformungsmodul, Haufwerksfestigkeit, Standfestigkeit und Scherfestigkeit müssen ausreichend sein, so dass die Eigenlast und gegebenenfalls die zusätzliche Lasten auch bei Erschütterungen schadlos aufgenommen werden können. Sowohl Betonaufbruch als auch Asphaltaufbruch sind zur Verwendung als Schüttmaterial in Lärmschutzwällen ohne Einschränkung geeignet.

5.3.2.5 Ungebundene Tragschichten

Solange die entsprechenden Anforderungen an die Raumbeständigkeit, Kornform, Korngrößenverteilung, Kornfestigkeit und das Zeit-Setzungsverhalten erfüllt werden, besteht für diesen Verwendungszweck keine Einschränkung bezüglich des Einsatzes von Beton- und Asphaltaufbruch. Nachträglich, materialbedingte Setzungen in der fertigen Schicht dürfen nicht größer sein, als bei Verwendung herkömmlicher Mineralstoffe.

Altasphalt kann bis zu 30 Gew.-% den anderen eingesetzten Stoffgruppen zugesetzt werden. Bei Verwendung in Schottertragschichten muss der Anteil an gebrochenen Körnern im Material größer 5 mm mindestens 80 Gew.-% betragen.

Das Fräsgut oder der Schollenaufbruch von Asphalt ist ohne zusätzliche Baustoffe nur schwer verdichtbar. Als günstig hat sich die Verwendung von dem korngestuftem Material bei Einbaustärken von 10 bis 20 cm unter dem Einsatz von Walzen erwiesen. Man muss aber mit einer Nachverdichtung durch den Verkehr rechnen.

5.3.2.6 Hydraulisch gebundene Tragschichten

Die erforderliche Raumbeständigkeit und Kornfestigkeit können eingehalten werden. Der Betonaufbruch ist ohne Einschränkung verwendbar. Bei Verwendung von Asphaltaufbruch muss der zulässige maximale Anteil an Altasphalt als Beimengung durch Versuche oder nach Erfahrungswerten festgelegt werden, vor allem hinsichtlich der Raumbeständigkeit.

5.3.2.7 Bituminös gebundene Tragschichten

Der aufbereitete Betonaufbruch aus hydraulisch gebundenen Tragschichten kann dem Mineralstoffgemisch mit einem Mengenanteil von bis zu 20 Gew.-% zugegeben werden.

Die Anforderungen an die Frost- und Wärmebeständigkeit und Kornfestigkeit müssen erfüllt werden. Die Mengenanteile in Gew.-%, in denen der Altasphalt als Zuschlag verwertbar ist, hängen von den verschiedenen Aufbereitungs- und Einbauverfahren ab.

Bezüglich Raumbeständigkeit, Kornfestigkeit und Wärmebeständigkeit kann (beim Asphaltaufbruch) davon ausgegangen werden, dass die geforderten Werte bei entsprechender Qualität des Aufbruchmaterials ohne Problem erreicht werden.

Es dürfen keine Stoffe enthalten sein, bei denen unzulässige Absplitterungen oder Festigkeitsverluste bei der Beanspruchung in der Trockentrommel auftreten. Außerdem dürfen durch die Hitzebeanspruchung keine schädlichen Emissionen entstehen.

5.3.2.8 Bituminöse Deck- und Binderschichten

Der Betonaufbruch ist für diesen Verwendungszweck nicht geeignet. Der Einbau von dem Altasphalt ist hier zu bevorzugen. Das Material muss ausreichend raumbeständig sein. Eine ausreichende Kornfestigkeit ist gegeben, wenn die Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit gegen Schlag erfüllt sind.

Es dürfen keine Stoffe enthalten sein, bei denen unzulässige Absplitterungen oder Festigkeitsverluste bei der Beanspruchung in der Trockentrommel auftreten. Außerdem dürfen durch die Hitzebeanspruchung keine schädlichen Emissionen entstehen.

5.3.2.9 Betontragschichten und -decken

Für Betontragschichten und Betondecken ist der Altasphalt als Zuschlagstoff ungeeignet, jedoch stören geringe Mengen Altasphalt im Beton-Granulat bei der Herstellung neuer Betonschichten nicht. Neben der Verwendung im Straßenbau sind andere Einsatzgebiete (im Hoch- und Ingenieurtiefbau) für das Betonaufbruchmaterial möglich.

Erfahrungen und Forschungsergebnissen aus Deutschland folgend, kommt der Beton, mit Betonsplitt als Zuschlagstoff, in den mechanischen Eigenschaften dem Normalbeton sehr nahe. Dieser „Recyclingbeton“ kann in Bereichen eingesetzt werden, wo hinsichtlich der Festigkeit und Dauerhaftigkeit durchschnittliche Anforderungen bestehen.

5.3.3 Situation in ÖSTERREICH

Die Wiederverwertung von Baurestmassen ist nichts prinzipiell neues. Man denke an die mehrmalige Verwendung von Ziegeln, vor allem Dachziegeln, in früheren Zeiten, ins besonders in der Zeit nach dem zweiten Weltkrieg. Die ersten Anstrengungen zur kommerziellen Aufbereitung von Baurestmassen wurden schon vor längerer Zeit unternommen.

Laut **Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung** (GUA) , wird für das Jahr 1986 die Wiederverwertungsrate für die Baurestmassen im Raum Wien mit 9% und für die Baustellenabfälle mit 5% angegeben. Die Zahlen wurden durch eine weitere Erhebung im Jahr 1988 bestätigt. Im Jahre 1989 wurde vom österreichischen Verein für Materialtechnik und der österreichischen Gesellschaft zur Erhaltung von Bauten ein Arbeitskreis gegründet, der sich der Verwertung von Baurestmassen aus dem Hochbau annehmen sollte.

Die Zielsetzung war eine Bestandsaufnahme über die vorhandene Daten, Abbruch- und Aufbereitungstechnologien und die Erörterung der Probleme der Verwertung von Baurestmassen.

Im September 1990 wurde mit dem Österreichischen Verband für Baustoffrecycling eine Interessensvertretung für das Baustoffrecycling geschaffen (**ÖSTERREICHISCHER VERBAND FÜR BAUSTOFFRECYCLING**, Karlsgasse 5, 1040 Wien). Etwa ein halbes Jahr später wurde der **ÖSTERR. GÜTESCHUTZVERBAND RECYCLINGBAUSTOFFE** gegründet.

Dessen Ziel ist die Qualitätssicherung von Baustoff-Recyclingmaterial. Eine der wichtigsten Grundlagen für die Organisation und Planung des Baurestmassenrecyclings stellt die Kenntnis über Art, Menge und Materialströme der Baurestmassen dar.

Österreichweit liegen derzeit keine detaillierten Angaben über Verwertung von Baurestmassen vor. Die verwendeten Daten resultieren zumeist aus Schätzungen oder Erhebungen, die sich auf ein lokal begrenztes Gebiet beziehen.

6 ENTSORGUNG VON BAURESTMASSEN

6.1 ALLGEMEINES

Die zunehmende Menge an Baurestmassen durch steigende Bautätigkeiten bewirkt eine Verknappung des Deponievolumens und ein Aufschaukeln der Deponiepreise. Um diese Entwicklung einzudämmen, versucht nun der Gesetzgeber mit Hilfe der **Bauschuttrennverordnung**, die ab 1.1.1993 in Kraft getreten ist, den Recyclingprozess anzukurbeln.

Während das Primärrecycling, d.h. Materialien werden mit oder ohne Aufbereitung wieder als Baustoff für die direkte Verwendung eingesetzt, vor allem im Tiefbau schon realisiert ist, steht nun das Sekundärrecycling ebenfalls im Blickpunkt. Dabei wird das Material nach einer Umwandlung in andere Produktionszweige eingeführt.

Die Voraussetzung für die Recyclierung von Baurestmassen ist eine **stoffgerechte Trennung aller anfallenden Abfälle**. Um die sortengerechte Entsorgung oder Wiederverarbeitung gewährleisten zu können, muss jeder einzelne Unternehmer bestimmte Aktivitäten setzen:

- Mitarbeiter schulen (Bestimmung eines Umweltverantwortlichen)
- Arbeitsabläufe und -methoden dem Entsorgungsweg anpassen
- Genaue Bezeichnung des firmeninternen Abfalles
- Gefährliche Abfälle erkennen und abtrennen
- Entsorger für gefährliche Abfälle finden
- Einsatz von Recyclingprodukten und entsorgungsfreundlichen Neumaterialien fördern.

Eine sehr wichtige Voraussetzung für die Eingliederung der Baurestmassen in einen **Sekundärkreislauf** ist, dass die Baurestmassen durch weitgehend **getrennte Erfassung, Lagerung und Transport** der einzelnen Materialien einer erneuten Verwendung zugeführt werden.

In diesem Zusammenhang gewinnt der Aufbruchprozess immer mehr an Bedeutung. Jedoch muss schon bei der Übernahme von Aufbruch- oder Aushubarbeiten darauf geachtet werden, dass keine kontaminierten Materialien vorliegen, denn diese Stoffe zählen zu den **gefährlichen Abfällen** und verursachen hohe Entsorgungskosten. Weiters sollte darauf geachtet werden,

dass **Materialgemische** mit unterschiedlicher Zusammensetzung soweit wie möglich vermieden werden.

Es gilt: **Je früher die einzelnen Baurestmassen getrennt werden, desto höher ist die Qualität des recycelten Materials und desto leichter ist die Wiederverwertung.**

Grundsätzlich wird heute versucht, die Baurestmassen aus dem Straßenbau mit möglichst hoher Wertschöpfung als den Primärbaustoffen gleichwertige Stoffe dem Recycling zuzuführen. Ein zumindest einmaliges Rückführen in den ursprünglichen Anwendungsbereich, also das Recycling, ist bereits für große Abfallmassen (z.B. beim Altasphalt) verwirklicht.

Nicht in jedem Fall werden die ausgebauten Straßen-Bauelemente auch trotz Aufbereitung den Primärbaustoffen qualitativ gleichwertig sein. In solchen Fällen ist man oftmals bestrebt, den Straßenaufbruch im Sinne einer Verwertungskaskade dort zu verwenden, wo keine hohen materialtechnischen Anforderungen gestellt werden müssen, z.B. in Lärmschutzwällen oder im Unterbau. Auch damit kann wertvoller Deponieraum gespart werden.

In Österreich wird daher nur mehr wenig Altasphalt deponiert. Nicht sofort benötigte Ausbau- Mengen werden zwischengelagert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Praxis, insbesondere bei den Kleinbaustellen, noch immer in Richtung gemeinsame Erfassung verschiedener, an der Baustelle anfallenden Materialien geht.

Einige Unternehmen erfassen bestimmte Stoffgruppen getrennt, dies richtet sich nach:

- Art der Entsorgung, die dem Unternehmen zur Verfügung steht, z.B. Entsorgung durch die Transportunternehmen oder eigene Entsorgung direkt zur Deponie.
- Initiative der Unternehmer
- Möglichkeit einer Abgabe der getrennt erfassten Stoffe
- Rechtlichen Situation
- Platzangebot für den Aufbau einer Sammellogistik.

Nach Aussagen von Betreibern von Sortieranlagen für Baustellenabfälle, macht sich allerdings die Trennverordnung bereits bemerkbar. Die angelieferten Baustellenabfälle weisen geringere

mineralische Anteile auf. Die Trennschärfe an der Baustelle ist aber nicht immer ausreichend um qualitativ hochwertiges Recycling-Material zu erhalten.

Probleme für die Entwicklung einer ausreichenden Sammellogistik besteht im zu geringen Platzangebot, insbesondere bei innerstädtischen Baustellen.

6.2 ZIELE UND GRUNDSÄTZE FÜR DIE ENTSORGUNG

Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) legt die Ziele der Abfallwirtschaft in Österreich fest:

- keine beeinträchtigenden Auswirkungen auf die Umwelt (Minimierung der Emissionen)
- Schonung der Energie- und Rohstoffreserven (Ressourcenschonung)
- Verbrauch an Deponievolumen so gering als möglich (Deponieraumschonung)
- Ablagerung- nur von inerten Abfällen (Vorsorgeprinzip).

Dabei sind die Grundsätze der folgenden drei Punkten zu beachten:

- Abfallvermeidung (qualitativ und quantitativ)
- Abfallverwertung (ökologisch vorteilhaft, technisch möglich, ökonomisch vertretbar)
- Abfallentsorgung (fester, reaktionsarmer Rückstände).

Zu den Zielen der Ressourcen- und Deponieraumschonung existiert bereits eine rechtliche Regelung, **die Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien**. Diese Verordnung sieht eine Trennung in verschiedene Stoffgruppen vor, soweit bestimmte Mengenschwellen überschritten werden.

In Zukunft müssen Bauwerke so konzipiert werden, dass sie optimal stofflich wiederverwertet werden können. Dabei besteht die erste Priorität darin, dass die massenmässig wichtigsten Güterflüsse möglichst rein gehalten werden, und dass bei deren Entsorgung keine Dissipation der in den Baustoffen enthaltenen Schadstoffe in die Umwelt geschieht.

Die geringe Restmenge, die nicht mehr stofflich wiederverwertbar ist, soll möglichst nach energetischer Verwertung endgelagert werden. In der Übergangsphase, bis dieses „neue ökologische Bauen“ entwickelt ist, sind die verschiedenen Baurestmassen durch selektiven Abbruch sauber zu trennen und wiederzuverwerten, und die nicht auf der Baustelle zu trennenden Gemische durch Sortieranlagen in wiederverwertbare und in endlagerfähige Rohstoffe aufzuteilen.

6.3 MASSNAHMEN

Alle am Bauprozess Beteiligte müssen über die gesetzlichen Bestimmungen bezüglich Abfallentsorgung informiert sein. Sie müssen Kenntnis über die entstehenden Baurestmassen, deren Eigenschaften und deren mögliche Verwertung haben. Weiters sind Kenntnisse über die Anwendung von Recyclingbaustoffen und **entsorgungsfreundliches** Bauen erforderlich.

6.3.1 Durchführung gesetzlicher Bestimmungen

Der Gesetzgeber gibt die gesetzlichen Rahmenbedingungen vor. Diese gesetzlichen Vorgaben sind in einschlägigen Verordnungen konkretisiert. Sie können bei Bedarf weitere Auflagen erteilen oder entsprechende Einrichtungen vorschreiben.

Die Behörde kann in bestimmten Bereichen den Rückbau verlangen, sie kann die Auflagen über die Entsorgung der Baurestmassen erteilen und Anforderungen an eine geeignete Baustelleneinrichtung formulieren.

Die Behörde ist aber auch dazu angehalten, die Erfüllung der gesetzlichen Auflagen zu ermöglichen, indem sie ein ausreichendes Platzangebot im Umfeld der Baustelle ermöglicht, so dass eine sinnvolle Entsorgungslogistik aufgebaut werden kann.

6.3.2 Durchführung von Bauprojekten

In die Ausbildung der Planer (Architekten und Bauingenieure) sind vermehrt die Anforderungen der Entsorgung mitein zu beziehen, z.B. bereits im Rahmen der schulischen oder universitären Ausbildung. Der Bauherr muss über die Möglichkeiten des entsorgungsgerechten Bauens aufmerksam gemacht werden.

Die Berücksichtigung der Anforderungen der Entsorgung bei der Planung eines Bauvorhabens ist erforderlich. Die eingesetzten Materialien müssen daher auch unter dem Gesichtspunkt der möglichen Wiederverwendung und Entsorgung ausgewählt werden. Dazu wäre eine von der Behörde gemeinsam mit den Interessenvertretungen erstellte „Positivliste“ zweckmäßig. Diese Information sollte den planenden und bauausführenden Unternehmen die Materialauswahl erleichtern.

6.3.3 Ausschreibung

Schon bei der Ausschreibung von Bauvorhaben sind Erfordernisse der Entsorgung der anfallenden Baurestmassen zu berücksichtigen.

Bei Angebotslegung sind im allgemeinen das Bauvolumen, die verwendeten Baumaterialien und die angewandten Bauverfahren bekannt. Damit ist es auch möglich die später anfallenden Baurestmassen abzuschätzen. Im Angebot sollten jedenfalls Angaben dazu enthalten sein.

Soweit nicht eine spezielle Behandlung oder Entsorgung der Baustellenabfälle in der Ausschreibung verlangt wird, sind vom Anbieter entsprechende Informationen darüber dem Angebot anzuschließen.

Weiters ist dem Angebot von den Anbietern der Nachweis der umweltgerechten Entsorgungsmöglichkeit beizulegen. Die „Entsorgungspfade“ sind zu deklarieren, d.h. es sind entsprechende Behandlungsanlagen und Deponien zu nennen.

6.4 ENTSORGUNGSKONZEPT

Die nachstehenden Grundsätze basieren auf den bundeseinheitliche Vorschriften. Die Erstellung eines derartigen Entsorgungskonzept ist Hilfestellung für die kostengerechte Kalkulation. Bei Zwischenlagern ist die Verunreinigung des Grundwassers zu vermeiden.

Abfallart	Sammel- bzw. Abtransportmöglichkeiten auf der Baustelle	Verwertung/Entsorgung
Bodenaushub	LKW-Abfuhr, Zwischenlager, Mulde	Wiedereinbau, Geländekorrektur, Deponie
Betonabbruch	LKW-Abfuhr, Mulde	Recycling-Anlage, Baurestmassendeponie
Asphaltaufruch	LKW-Abfuhr, Mulde	Recycling-Anlage, Baurestmassendeponie
Holzabfälle	LKW-Abfuhr, Mulde, Container	Wiederverwendung, thermische Verwertung, Restmülldeponie
Metallabfälle	LKW-Abfuhr, Mulde	Schrotthandel
Kunststoffabfälle	Mulde	Sammelsysteme, Restmülldeponie
Baustellenabfälle	Mulde	Sortieranlage, Restmülldeponie
mineral. Bauschutt	Mulde	Recycling-Anlage, Baurestmassendeponie
gefährliche Abfälle	artgerechte Sammelgefäße (z. B. dicht, geschlossen, säurefest)	befugter Sammler gefährlicher Abfälle
Verpackungsabfälle	in Säcken und Behältern getrennt nach Packstoffgruppen	Abholung durch Entsorger, Anlieferung zur regionalen Übernahmestelle

Abb. 28: Entsorgungskonzept [30]

Für die Behandlung auf der Baustelle ist ausreichender Platz für die Manipulation sowie für Sammelgefäße (Container) vorzusehen.

Für die Erstellung eines Entsorgungskonzeptes ist basierend auf vorstehenden Grundlagen folgendermaßen vorzugehen:

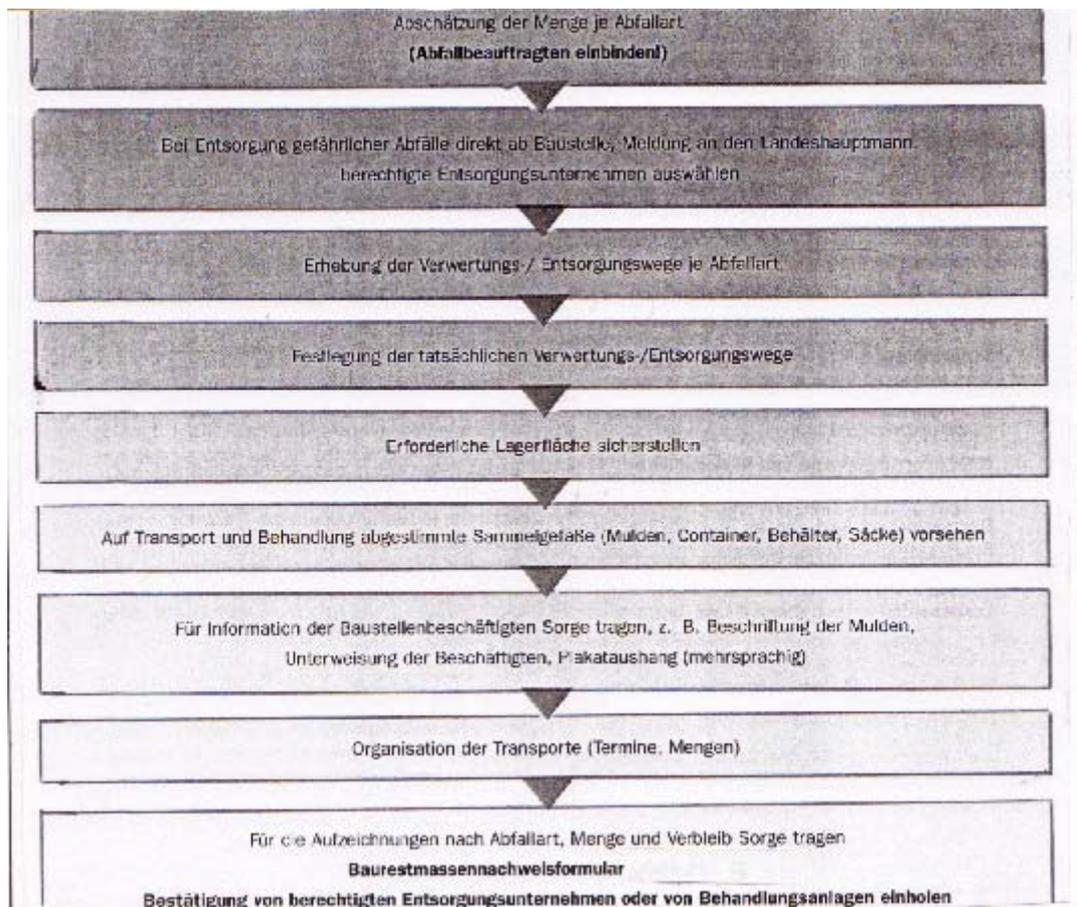


Abb. 29: Vorgangsweise bei Erstellung eines Entsorgungskonzeptes [30]

6.5 WIEDERVERWERTUNG VON BAURESTMASSEN

Grundsätzlich unterscheidet man nach dem Grad der Unterteilung der anfallenden Baurestmassen. Wenn die Baurestmassen bereits bei der Gewinnung getrennt nach Stoffgruppen gesammelt werden, kann aus der Wiederverwendung die größte Wertschöpfung gezogen werden. Daraus lässt sich erkennen, je feiner die Unterteilung der Stoffgruppen bei der Gewinnung, desto wirtschaftlich sinnvoller ist eine Wiederverwendung von Baurestmassen.

Ausschlaggebend ist die Unterteilung der mineralischen Fraktion in Asphalt, Beton und Ziegel, was nur durch eine getrennte Gewinnung erreicht werden kann. Sobald beim Ausbau oder Transport eine Durchmischung dieser drei Komponenten stattfindet, ist eine Trennung aus wirtschaftlichen und technischen Gründen unmöglich.

Im allgemeinen werden die gewonnenen Sekundärrohstoffe wie Primärrohstoffe verwendet und unterliegen den gleichen Qualitätskriterien.

Im Gegensatz zum Hochbau sind im Straßenbau, wegen des homogenen Anfalls des Aushubmaterials und der zum Teil teuren Baustoffe, bereits Recyclingtechnologien vorhanden.

Die Möglichkeiten der Wiederverwendung sind in den „**Richtlinien für Recycling-Baustoffe**“ vom Österreichischen Güteschutzverband enthalten. Im allgemeinen beschränkt sich die Wiederverwertung auf die Substitution der Primärrohstoffe durch aufbereitete Baurestmassen.

6.5.1 Straßenaufbruch

Auch wenn wegen der fehlenden Aufzeichnungen für das gesamte Bundesgebiet keine Daten über die Verwertung vorhanden sind und auch die Verwertungsquoten regional unterschiedlich sind, kann angenommen werden, dass der „kalte Verwertungsweg“ gerade in den letzten Jahren eine überragende Bedeutung eingenommen hat. Derzeit werden die Verwertungsquoten für Straßenaufbruch mit 70 bis 90% angegeben.

Derzeit wird nur jener Anteil von Altasphalt deponiert, der aufgrund von besonderen örtlichen Gegebenheiten des Straßenaufbaues oder durch Unzugänglichkeiten beim Aufbruch zwangsweise nicht sortenrein gewonnen werden kann. Dieser Anteil wird auf ca. 2-10 % geschätzt.

Freilandstraßen werden überdies fast immer im „Hocheinbau“ saniert, d.h. wenn sich der Straßenaufbau als nicht mehr ausreichend tragfähig erweist, wird er nicht entfernt, sondern als Teil des neuen Straßenaufbaues verwendet. Neue Trag- und Deckschichten werden oberhalb der bestehenden, alten Straße errichtet. Beim Hocheinbau fällt in der Regel kein Altasphalt an.

Da in Österreich nur wenige **Paralleltrommelanlagen** existieren, welche höhere Altasphaltanteile verarbeiten können, wären die Transportwege derzeit für eine wirtschaftliche Verwertung von Altasphalt in diesen Anlagen in vielen Fällen zu groß.

Prinzipiell könnten die rund 200 anderen Asphaltmischanlagen auch ca. 10-20% Altasphalt, bezogen auf die Asphaltproduktion, einer Verwertung zuführen. Aus verschiedenen Gründen aber verarbeiten viele Mischanlagen derzeit keinen Altasphalt, d.h. Asphaltmischgut wird in diesen Anlagen zu 100% aus frischem Bitumen und natürlichem Gestein hergestellt, auch wenn dies aufgrund der bautechnischen Anforderungen, die an den Asphalt gestellt werden, in vielen Fällen nicht notwendig erscheint.

Derzeit in Österreich lokal vorhandene Engpässe bei der Verwertung von Altasphalt haben zur Zwischenlagerung dieser Materialien bei Bauschuttdeponien, Aufbereitungsanlagen und Asphalt-Mischwerken geführt.

Aufgrund der hohen Zahl an stationären Mischanlagen kann die regionale Entwicklung und der tatsächliche Bedarf an Anlagen zur Verwertung von Altasphalt jedenfalls ohne weitere Erhebungen kaum abgeschätzt werden.

Exemplarisch soll jedoch darauf verwiesen werden, dass bei Investitionskosten von etwa 8-9 Mio. ÖS für die Installation einer Paralleltrommel unter derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine entsprechende Investition nur ab einer verarbeitenden Altasphalt-Jahresmenge von rund 25000 t/a getätigt wird.

Ein Recycling von Altasphalt in modern ausgestatteten Mischanlagen dürfte derzeit ohne Förderung im Nahbereich kleinerer Städte unwirtschaftlich sein.

Die aus dem Straßenbau stammenden, hydraulisch gebundenen Restmassen werden zur Gänze deponiert, die in den anfallenden Mengen nicht erfassten Pflastersteine werden so gut wie vollständig wiederverwertet.

Bei den bituminös gebundenen Restmassen sind die Verhältnisse komplizierter. Von den rund 40% in Wien aufbereiteten bituminösen Restmassen gehen rund 60% als Kaltrecyclingmaterial in den niederösterreichischen Straßenbau und etwa 40% in Heißmischanlagen.

Daraus ergibt sich für Wien folgendes Bild der Entsorgung von bit. geb. Straßenaufbruch:

Straßenaufbruch-Material	t/a
Gesamtanfall bituminös gebunden	276000
Davon deponiert	166000
Davon wiederverwertet	110000
Davon kalt wiederverwertet	66000
In Mischanlagen zugesetzt	44000

Tabelle 10: Wiederverwertete und deponierte bituminöse Restmassen [33]

„Kalter Verwertungsweg“:

Der so genannte „kalte Weg“ der Verwertung von Asphalt in Form von Fräsasphalt und/ oder Asphaltgranulat vor allem im Unterbau hat sowohl in Österreich als auch in Deutschland eine überragende Bedeutung.

Dabei wird zerkleinertes Asphaltgranulat der Korngröße 0/32 mm oder 0/45 mm, so genanntes „KRC- Mischgut“ für folgende Anwendungen verarbeitet:

- als Ausgleichschicht zwischen einer durch Netzrisse zerstörten alten Asphaltkonstruktion oder einer gerissenen Betondecke und einer darüber aufzubringenden bituminösen Trag und Verschleißschichte
- als Künettenverfüllung
- als Frostschutzschichte
- als mechanische Stabilisierung über Frostschutzschichten oder
- zur Stabilisierung von Grobschotterschichten.

6.5.2 Betonabbruch

Die Technologie der Verwertung von Straßenbeton ist in Österreich weit fortgeschritten. Besonders die bei der Sanierung des Autobahnabschnittes Mondsee- Thalgau gewonnenen Erfahrungen haben die oraktische Umsetzbarkeit einer Beton-Verwertung im Straßenbau nachgewiesen.

Aus betontechnologischer Sicht ist durchaus auch eine Verwertung von Betonabbruch als Zuschlagstoff im Hochbau bzw. bei der Herstellung von Betonprodukten außerhalb des Straßenbaues möglich.

Grundsätzlich ist Betonabbruch als ungebundener oder stabilisierter Baustoff auch dann gut geeignet, wenn ein Gemenge mit anderen mineralischen, nicht kontaminierten Baurestmassen vorliegt.

Voraussetzung für eine Verwertung von Betonabbruch ist fast immer eine saubere Trennung des Betonabbruchs von anderen Baurestmassen schon beim Rückbau oder bei der Sanierung von Baulichkeiten.

Dabei zeichnen sich im wesentlichen zwei Verwertungsmöglichkeiten ab: Zum einen wird gebrochener Beton als Zuschlagstoff für neuen Beton besonders im Straßenbau bereits im großen Umfang verwendet und die Qualitätsansprüche sind in diesem Fall auch von der bautechnischen Seite her gesehen hoch.

Weiters besteht die Möglichkeit, möglichst viel Betonabbruch auch in jenen Fällen zu verwerten, in denen die Verwertungsbaustoffe eine etwas geringere Qualität aufweisen dürften. Auch dieser Weg wird in Österreich in stark zunehmendem Maß bestritten.

Bei der Bundesstraßenverwaltung besteht derzeit die Absicht, für Autobahnabschnitte, die in Betonbauweise errichtet wurden und jetzt oder später sanierungsbedürftig sind, nur solche Instandsetzungsmethoden zu bewilligen, bei denen im Tiefenbau die anfallenden Baurestmassen zu 100% verwertet werden.

Dies kann durch Bundesbehörden derzeit nur insoweit vollzogen werden, als die Formulierung von Ausschreibung und die Vergabe von Autobahn-Baulosen im Verantwortungsbereich des Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten liegt.

Unter bestimmten Voraussetzungen können die Bauaufträge durch die österreichischen Landesregierungen vergeben werden, vor allem wenn die Auftragssumme unter 100 Mio. ÖS liegt.

Verwendungsbereiche Straßenaufbruch	Asphalt	Beton	Naturstein
Lärmschutzwälle	Verw.	Verw.	Rec/Verw.
Ungebundene Flächen z.B. Wegebau	Verw.*	Verw.	Rec/Verw.
Unterbau und Untergrundverbesserung	Verw.	Verw.	Rec/Verw.
Hinterfüllung und Überschüttung	Verw.	Verw.	Rec/Verw.
Anwendungen im Oberbau:			
Tragschichten ohne Bindemittel	Verw.	Verw.	Rec/Verw.
Hydraulisch gebundene Tragschichten	Verw.	Rec/Verw.	Verw.
Bituminös gebundene Tragschichten	Rec.	Verw.	Verw.
Bituminöse Deck- und Binderschichten	Rec.	Verw.*	Verw.*
Hydraulisch gebundene Decken (Betondecken)	0	Rec.	Verw.
Rand und Pflastersteine aus Natursteinen	Verw.*	Verw.*	Rec.
Rand und Pflastersteine aus Beton	0	Rec.	Verw.*

Tabelle 11: Verwertung von Straßenaufbruch (Altasphalt, Betonabbruch, Naturstein) [33]

Rec = Recycling oder Wiederverwendung möglich.

Verw = Verwertung möglich.

Verw* = Verwertung bedingt möglich.

O = Recycling oder Verwertung nicht möglich.

Sowohl im In- als auch im Ausland liegen für die Anwendung von Betongranulat im Tiefbau bereits zahlreiche Ergebnisse und Erfahrungen vor. Auch die Herstellung von Konstruktionsbeton ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Zuschlagstoffe für Beton können durch Brechen sortenreiner Baurestmassen oder in Sortieranlagen aus mineralischem Bauschutt gewonnen werden. Beide Möglichkeiten wurden schon in der Praxis erprobt.

Letzten Endes dürfte sich die Verwertung reiner Betongranulate von anderen Recycling-Granulaten durchsetzen. Unbewehrter und bewehrter Beton kann in verschiedenen Brechertypen so gebrochen werden, dass eine akzeptable Korngröße und -form erhalten wird. Einmaliges Brechen liefert eine Kornverteilung, die häufig nahe der Fuller-Kurve liegt.

Probleme bei der Zerkleinerung und Aufbereitung von Betonfahrbahnen mit relativ starker Bewehrung wurden bereits größtenteils überwunden.

Die Tatsache, dass Betonabbruch, sobald er von störenden Stoffen und vom Armierungseisen befreit ist, nicht nur aus Zuschlägen, sondern auch aus erhärtetem Zementstein besteht, muss vor allem bei der Verwertung als Zuschlagstoff für neuen Straßenbeton oder für andere Betonbauteile berücksichtigt werden.

Unterschiede zwischen natürlichen Zuschlägen und Recycling-Granulaten aus Betonabbruch ergeben sich auch aus dem Einfluss der Nutzung der Baulichkeiten, im Falle des Straßenaufbruch-Betons, z.B. durch die Salzstreuung und die Verwendung bituminöser Baustoffe als Deckschicht oder für Ausbesserungsarbeiten an der Fahrbahn.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass Verwertungsbeton unter diesen Voraussetzungen in gleicher Weise wie frischer Beton angesetzt, gemischt, befördert, kompaktiert und nachbehandelt werden kann. Der Recyclingbeton kann in gleicher Weise wie frischer Beton abgemischt werden und nur geringfügige Modifikationen sind notwendig.

6.6 BAUSTOFF-RECYCLING

6.6.1 Ziele

Recycling am Bau stellt eine Möglichkeit zur langfristigen Verbesserung der ökonomischen und der umweltbezogenen Grundlagen der rohstoffabhängiger Bauproduktion dar. Hierzu gehören vor allem die Reduzierung der Deponiemengen und -kosten für Altmaterial sowie die Schonung wertvoller Rohstoffe.

Bei den **Recycling-Verfahren** existieren bereits verschiedene, technisch erprobte Lösungen für die unterschiedlichsten Anforderungen. Die einzelnen Komponenten von Recycling-Anlagen basieren überwiegend auf ausgereiften Techniken der konventionellen Baustoffgewinnung.

Neben den eigentlichen Recycling-Verfahren der Material-Aufbereitung existieren zwei weitere Bereiche im gesamten Recyclingprozess, die einer Unterstützung durch Information und eines Abbaus von Hindernissen bedürfen.

Diese Zielbereiche sind einerseits das Materialaufkommen, also die Ausgangsstoffe für die Aufbereitung und andererseits die Materialverwendung, also Endprodukte der Aufbereitung.

Im Bereich **Materialaufkommen** sollen Informationen zur Art, Menge und Kontinuität des Aufkommens sowie zur Verbesserung der Verwertbarkeit gegeben werden. Im Bereich **Materialverwendung**, also beim „Output“, müssen ebenfalls Hindernisse überwunden werden.

6.6.2 Rahmenbedingungen für Recycling am Bau

Die erste grundsätzliche Voraussetzung für einen Recyclingprozess ist der **Anfall von verwertbarem Material** in nennenswerter Menge. Allerdings hat die Bauwirtschaft bereits erhebliche Anstrengungen zur Verwertung ihres Abfallaufkommens unternommen, so dass zur Zeit lediglich noch ein großer Anteil des Gesamtaufkommens in Deponien wandert.

Eine zweite wesentliche Rahmenbedingung stellt **die Verknappung der Deponieflächen und die Erhöhung der Deponiekosten** für Altmaterial dar.

Die **Rohstoffsituation** mineralischer Baustoffe ist aus ökonomischer Sicht eine weitere entscheidende Rahmenbedingung für Recyclingprozesse. Hierzu gehören die Rohstoffreserven ebenso wie die Bedingungen für den Rohstoffabbau.

Für letztere gelten ganz ähnliche Hindernisse wie für die Anlage von Deponien, und diese Hindernisse werden mit Sicherheit bei allgemein steigendem Umweltbewusstsein von Bürgern und Politikern noch erheblich zunehmen.

6.6.3 Vorteile und Hindernisse für Baustoff-Recycling

Zur Einführung in das Thema sollen hier kurz und stichwortartig die wichtigsten Vorteile und Hindernisse des Baustoff-Recyclings aufgeführt werden.

Vorteile:

- Deponieentlastung
- Schonung der Rohstoffreserven
- Reduzierung der Materialtransporte von entfernten Rohstoffquellen
- Vermeidung von Umweltbelastungen durch Rohstoffabbau

- Kostenreduzierung bei sinnvoller Anlagenkonzeption
- Wettbewerbsvorteil, falls Recycling behördlich gefordert wird.

Hindernisse:

- Diskontinuierlicher Materialanfall erschwert z.T. wirtschaftliche Anlagenauslastung
- Heterogenität des Materials erschwert die Verarbeitung
- Fehlen angepasster Konstruktionskonzepte für Recyclingmaterial
- Negatives Image des Recyclingmaterials
- Qualitätsvergleich mit konventionellen Baustoffen
- Mangelnde Kontrollmöglichkeiten des Ausgangsmaterials können Umweltverträglichkeit der Recycling-Baustoffe beeinträchtigen.

6.6.4 Absatz der Recycling-Baustoffe

Generell ist das Recycling von Baustoffen nur dann sinnvoll, wenn diese Baustoffe dann auch wieder entsprechend eingesetzt werden. Die Einsatzgebiete für Recycling-Baustoffe sind vielfältig. Die verschiedensten Primärrohstoffe können durch sie ersetzt werden. In vielen Bereichen des Hoch-, Tief- und Straßenbaus können diese Materialien verwendet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass beim Einsatz von Recycling-Baustoffen diese nicht unbedingt den Güteanforderungen von Naturbaustoffen entsprechen müssen, sondern deren Brauchbarkeit ausschließlich nach dem Verwendungszweck beurteilt werden sollte.

Die Verwendung von Recycling-Baustoffen wird von folgenden Umständen begrenzt:

- Qualität des Eingangsmaterials
- Verarbeitungsqualität der Anlage
- Umweltverträglichkeit
- Bauwerksanforderungen.

Verwendungsbereiche für Recycling-Baustoffe:

Im Hochbau ist der Einsatz von Recycling-Baustoffe eher beschränkt, weil Recyclingbeton eine geringere Qualität als Beton aus Naturstein aufweist.

Der Straßenbau ist eigentlich das wichtigste Einsatzgebiet für die Recycling-Baustoffe.

Zu nennen sind unter anderem die Stoffgruppen: Asphalt, Beton, Betonwerksteine, Naturwerksteine, Gleisschotter, Kies, Sand, Ziegel, Mauerwerk, Steinzeug, usw.

Anwendungsbereiche hierfür sind:

- Hinterfüllung und Überschüttung
- Bodenverfestigung und Untergrundverbesserung
- Lärmschutzwälle
- Verfüllung von Leitungsgräben
- Betonzuschlagstoff
- ländliche Wege und Sportplätze.

Als potentielle Abnehmer des Recyclingmaterials sind folgende Kundengruppen zu nennen:

- öffentliche Auftraggeber
- private Auftraggeber
- ausschreibende Planer
- Bauausführende Unternehmer
- Baustoffhandel.

6.6.5 Absatzförderungsmaßnahmen für Recycling-Baustoffe

6.6.5.1 Freiwillige Vereinbarung über die Heranziehung von Recycling-Material

Der Fachverband der Bauindustrie, die Bundesinnung für das Baugewerbe und das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten haben eine **Freiwillige Vereinbarung über die Heranziehung von Recyclingmaterial** erarbeitet.

Der Fachverband der Bauindustrie und die Bundesinnung für das Baugewerbe als Interessensvertretungen der Betriebe des heimischen Bauhauptgewerbes und das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten als größter öffentlicher Auftraggeber für die österreichische Bauwirtschaft sehen es als eine vorrangige Aufgabe an, im Wege einer freiwilligen Vereinbarung und auf Basis der angeführten Ziele und Rahmenbedingungen dem Gedanken eines Qualitäts-Baustoffrecyclings besonderen Vorrang zu geben.

Dabei wird die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Institutionen, die sich mit Qualitäts- Baustoffrecycling auseinandersetzen, angestrebt. Ebenso werden ausländische Vorarbeiten und Erfahrungen auf diesem Gebiet Berücksichtigung finden.

Ziele dieser Vereinbarung:

- Umweltgerechte Ausschreibung durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten als öffentlicher Auftraggeber.
- Periodische Anpassung der Vermeidung, Trennung, Verwertung, Wiederverwendung oder Deponierung von Altstoffen an den Stand der Technik.
- Beschleunigte Entwicklung dieses Standes der Technik.
- Beschleunigte Schaffung eines Marktes für Recycling-Materialien.
- Initiative für geeignete Recyclinganlagen und deren Durchsetzung.
- Schaffung eines Informationssystems über Daten betreffend recycelter, deponierter oder wiederverwerteter Baurestmassen aus dem Baubereich.
- Vorantreibung der auf Baustellen anfallenden Materialien.

Um einen Konsens zwischen ausschreibender Behörde und den betroffenen Wirtschaftsbereichen zu erreichen, ist ein Gremium im Wirtschaftsministerium eingerichtet, welches unter Teilnahme der Bauverbände und der Sektionen Hochbau und Straßenbau laufend mit den Fragen der Umsetzung dieser „**Freiwilligen Recyclingvereinbarung**“ beschäftigt ist.

6.6.5.2 Güterrichtlinien für Recycling-Baustoffe

Die **Güterichtlinien für Recycling-Baustoffe** wurden vom **Österreichischen Güteschutzverband Recycling-Baustoffe** entwickelt, um den Qualitätsstandard und die Einsatzmöglichkeiten von Recycling-Baustoffen zu sichern und diese mit dem Gütezeichen für Recycling-Baustoffe zu kennzeichnen.

Sie regeln die Vorgangsweise bei der Gewinnung, Anlieferung, Aufbereitung und Lagerung sowie die Eigenschaften von zur Wiederverwendung vorgesehenen, aus den Altstoffen gewonnenen Produkten und geben durch die Güte- und Prüfbestimmungen die Art und Umfang der Prüfungsverfahren für wiedergewonnene Baustoffe an.

Sie sollen dazu dienen, dass bei der Herstellung eine gleichbleibende Vorgangsweise angewendet und für die erzeugten Produkte eine einheitliche Bezeichnung und Beurteilung geschaffen wird. In den Güte- und Prüfbestimmungen werden folgende Güteklassen der Recycling-Baustoffe unterschieden:

Güteklasse I:

Baustoffe für obere und untere Tragschichten im Straßenbau sowie zur Erzeugung von zement- oder bituminös gebundenen Baustoffen (Schichten). Diese Stoffe entsprechen hinsichtlich ihrer bautechnischen Anforderungen der RVS 8.511.

Güteklasse IIa:

Baustoffe für obere und untere Tragschichten im Straßenbau und zementstabilisierte Tragschichten.

Güteklasse IIb, III:

Baustoffe für die zementstabilisierte Tragschichten, Lärmschutzwälle, Auffüllungen, Künettenverfüllungen sowie Untergrundverbesserungen.

Die **Güteüberwachung** beschreibt den Eignungsnachweis und die Regelprüfung durch, von der Gütegemeinschaft beauftragte, Versuchsanstalten.

Die geeignete Recycling-Baustoffe werden mit dem „**GÜTEZEICHEN RECYCLING-BAUSTOFFE**“ gekennzeichnet, wobei die jeweilige Klasse des Recyclingbaustoffs anzugeben ist.

Bezeichnungen für Recycling-Baustoffe:

RA = Recycliertes gebrochenes Asphaltgranulat

RB = Recycliertes gebrochenes Betongranulat

RAB = Recycliertes gebrochenes Asphalt/ Beton Mischgranulat

RM = Recycliertes gebrochenes Mischgranulat aus Beton, Asphalt u. natürlichem Gestein

6.6.5.3 Anwendung/ Einsatz von Recycling Baustoffen:

Anwendung	RA				RB				RAB				RM			
	I	Ha	IIb	IR	I	Ha	IIb	IH	I	IIa	IIb	IR	I	IIa	IIb	IH
bis B 160	O	O			*	O			*				*			
ab B 225*)					0	0										
Zementgeb. TS	O	O	O		*	O	O		*	O	O		*	O	O	
Obere TS	*				*				*				*			
Untere TS	*	*			*	*			*	*			*	*		
Schüttmaterial/ Künettenfüllm.		*	*	O	*	*	*	O	*	*	*	O	*	*	*	O

Tabelle 12: Anwendung/ Einsatz von Recycling-Baustoffe [28]

Legende zu Tabelle 12:

O= Eignung und/ oder Frostsicherheit ist nachzuweisen

* = geeignet

*) = Für höherwertige Verwendung sind spezielle Maßnahmen (wie getrennte Korngruppen, Waschen, Abtrennen Feinanteil in Abh. von Eignungsprüfung) erforderlich.

6.6.5.4 Recycling Börse Bau (RBB)

Die RBB ist eine Informationsplattform im Internet zur Förderung der Wiederverwertung mineralischer Baurestmassen. Sie soll Angebot und Nachfrage zusammenführen, und zwar für:

1. Mineralische Recycling-Baustoffe: Gesamte Angebotspalette
2. Mineralische Baurestmassen:
 - Unbelasteter Bodenaushub
 - Straßenaufbruch
 - Betonabbruch
 - Bauschutt
3. Humus & Kompost

Die RBB handelt nicht mit diesen Stoffen, sondern vermittelt Informationen darüber, an welchem Ort, welches Material, in welcher Zeit, von wem angeboten oder gebraucht wird.

6.7 DEPONIERUNG VON BAURESTMASSEN

6.7.1 Allgemeines

Die Entsorgung von Baurestmassen hat sich zu einem bedeutenden Problem entwickelt, da das Deponievolumen knapp wird und infolgedessen die Deponiegebühren steigen.

Deponien sind Anlagen, in denen aufbereiteter, unbelasteter Bauschutt, der zwischengelagert wurde und innerhalb bestimmter Zeiträume nicht vermarktet werden konnte, abgelagert wird. Das kennzeichnende Merkmal der Deponie ist die Ablagerung auf Dauer. Deponien, auf denen aufbereiteter, unbelasteter Bauschutt abgelagert wird, können ohne Basisabdichtung und ohne Einrichtungen zur Sickerwassererfassung und -ableitung betrieben werden.

Die Deponie soll in der Abfallwirtschaft nur das Endglied in der Entsorgungskette nach weitest gehender Abfallverringerung und Abfallverwertung sein.

Trotz des Trends zur Wiederverwertung wird Straßenaufbruch immer noch deponiert. Laut **Trennverordnung** sind die bei einer Bautätigkeit anfallenden Baurestmassen am Anfallort nach Stoffgruppen zu trennen und dürfen nur deponiert werden, wenn sie nachweislich einer Verwertung nicht zugeführt werden können.

Aber auch zur Wiederverwertung ist die kurzzeitige Lagerung des Aushubmaterials in Zwischenlagern erforderlich. Durch Verunreinigungen des Aufbruchmaterials mit Substanzen wie Öl, Benzin kann die Lagerung des an sich inerten Materials zu Umweltbeeinträchtigungen führen.

Im „Abfallkatalog“ ÖNORM S 2100 sind unter der Schlüsselnummer 31 Abfälle mineralischen Ursprungs aufgezählt, zu denen auch der Straßenaufbruch zählt. Nach diesem Katalog hat der Straßenaufbruch folgende Deponieeigenschaften:

- Mülldeponie: ist bedingt geeignet
- Sonderabfalldeponie: ist geeignet, aber nicht notwendig
- Sonstige Behandlung: Abraumdeponie

Der Asphalt ist unter der Schlüsselnummer 54 erfasst und hat folgende Deponieeigenschaften:

- Mülldeponie: ist bedingt geeignet
- Sonderabfalldeponie: ist geeignet
- Sonderabfallverbrennung: ist geeignet, aber nicht notwendig

In der Vergangenheit wurde Bauschutt meist als Inertstoff betrachtet und es wurden in der Regel hinsichtlich des Standortes und der Deponietechnik die geringsten Anforderungen gestellt.

Der Frage nach der Zulässigkeit der Ablagerung von Bauschutt in Inertstoffdeponien kommt gerade deshalb besondere wasserwirtschaftliche Bedeutung zu, da die entsprechende ÖNORM bei Inertstoffdeponien keine Maßnahme zur Erfassung und Ableitung von Sickerwasser in Form eines Basisdichtungssystem vorsieht.

Um eine ausgereifte Entscheidungsgrundlage zu erhalten, erteilten der Bundesministerin für Umwelt, Jugend und Familie und der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft den Auftrag, eine Fachgrundlage zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt zu erstellen.

6.7.2 Deponiearten

Prinzipiell erfolgt eine Klassifizierung der Deponien nach dem Standort und der Bauart, was in Zusammenhang mit den stofflichen Eigenschaften des abzulagernden Abfalls folgende Deponiearten ergibt: Inertstoffdeponie, Reststoffdeponie, Kompartimentdeponie, Baurestmassendeponie und Mülldeponie.

1. Inertstoffdeponie:

Für Abfälle mit geringen Schadstoffgehalten, deren Emissionen aufgrund ihrer Stoffparameter keine Umweltbeeinträchtigungen verursachen können (z.B. sortierter Bauschutt).

2. Reststoffdeponie:

Für Abfälle und Rückstände aus der Abfallbehandlung, die einen hohen, aber weitgehend immobilen Schadstoffgehalt aufweisen.

3. Kompartimentdeponie:

Oft wird es erforderlich sein, gleichartige Abfälle mit einem eher geringen Schadstoffgehalt, bei dem eine Vorbehandlung nicht möglich oder nicht notwendig ist, direkt abzulagern. Solche gleichartigen Abfälle sind in Kompartimenten, die dauerhaft voneinander getrennt sein müssen, abzulagern.

4. Baurestmassendeponie:

Deponien sind grundsätzlich als technisches Bauwerk einzurichten, was in der Regel diverse behördliche Bewilligungen erfordert. In den Bewilligungsbescheiden sind der projektmäßige Umfang der Deponie, die Einrichtung oder Ausstattung und die Art der vorgesehenen Rekultivierung festgelegt. Weiters werden durch Auflagen konkrete Maßnahmen und Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb der Baurestmassendeponie festgelegt.

Probleme bei der Deponierung von Baurestmassen gibt es hauptsächlich durch die Baustellenabfälle und kontaminiertes und vermischtes Material, was auf der Deponie das Sickerwasser mit Schadstoffen anreichern kann.

Eine derartige Beurteilung der zu deponierenden Baurestmassen wurden durch die im Auftrag vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie und vom Bundesministerium für Forstwirtschaft im Rahmen der „**Fachgrundlagen zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt**“ durchgeführt.

6.7.3 Deponieklassen

Die Deponieklassen unterscheiden sich in der Deponietechnik (Abdichtung gegen das Grundwasser), Sickerwassererfassung sowie hinsichtlich der Anforderungen an den Deponiestandort.

Deponieklasse 1:

- keine Abdichtung gegen Grundwasser
- keine Sickerwassererfassung
- nur für Abfälle mit geringem Schadstoffgehalt, die den Kriterien und den Grenzwerten für den Schadstoffgehalt im Eluat entsprechen

Deponieklasse II:

- Abdichtung gegen das Grundwasser
- Sickerwassererfassung
- nur für Abfälle mit geringem Schadstoffgehalt, insbesondere Baurestmassen, die den Kriterien und den Grenzwerten für den Schadstoffgehalt entsprechen

Deponieklasse III:

- besondere Maßnahmen zur Abdichtung gegen das Grundwasser
- besondere Maßnahmen zur Sickerwassererfassung
- nur für Abfälle mit begrenztem Schadstoffgehalt, die die Kriterien und Grenzwerte für den Schadstoffgehalt im Eluat erfüllen, oder für die Abfälle mit erhöhtem, aber weitgehend immobilem Schadstoffgehalt.

Die in Eluatklassen eingeteilten Abfälle werden bestimmten Deponieklassen zugeordnet.

Die Eluatklasse IIIb beinhaltet Abfälle wie Hausmüll, Sperrmüll unsortiert und überlagerte Lebensmittel. Stärker auslaugbare Stoffe als die Stoffe, die der Eluatklasse IIIb entsprechen, dürfen nicht deponiert werden. Zu diesen Abfällen zählen gefährliche Abfälle wie z.B. flüssige und staubende Abfälle.

Die als Straßenaufbruch anfallenden Materialien müssten zunächst anhand repräsentativer Proben nach den in den „Richtlinien für die Ablagerung von Abfällen“ angeführten Analyseverfahren untersucht, beurteilt und einem entsprechenden Deponietyp zugeordnet werden. In der Folge sollte dann eine Untersuchung der Materialien nach den hier vorgeschlagenen Summenparametern zur Beurteilung des Deponieverhaltens genügen:

- Aussehen
- Geruch
- pH - Wert
- Leitfähigkeit
- CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)

Wenn der Verdacht auf erhöhte und leicht mobilisierbare Schadstoffe besteht, muss zur Beurteilung einer möglichen Belastung der Absolutgehalt dieser Inhaltsstoffe bestimmt werden.

6.7.4 Baurelevante Neuerungen im Umweltbereich

Mit 1. Jänner 1998 mussten auf Grund der „Wasserrechtsgesetznovelle-Deponien“ alle bestehenden Deponien ihre Schließung binnen zweier Jahre oder ihre neue Zuordnung zu einer Deponietype durchgeführt haben. Mit 1. Juli 1998 sind weitere Maßnahmen nötig. Gleichzeitig wurden mit Jahresbeginn die Altlastenbeiträge massiv angehoben.

Die Organisation und die Einbeziehung der Baurestmassen in die Kalkulation, insbesondere für Bodenaushub, erhält erneut Wichtigkeit.

Von den Auswirkungen der Deponieverordnung war bislang im Baualltag nicht viel zu bemerken. Kein Wunder, galt sie doch bislang nur für Großdeponien und Neuanlagen.

Durch die Wasserrechtsgesetznovelle-Deponien verändert sich vieles: Mit 1.1.1998 mussten alle Deponiebetreiber die Anpassung ihrer Deponien im Sinn des neuen Standards bekannt geben.

Die Folge davon ist, dass viele Baudeponien die hohen Anforderungen nicht erfüllen können und auf die Ablagerung von Bauschutt verzichten, indem sie sich zu „Bodenaushubdeponien“ erklären und damit als Bauschuttannahmestelle entfallen.

Einige wollen sich den Auflagen nicht unterwerfen und schließen zur Gänze; der Gesetzgeber zwingt sie in diesem Fall dazu, bis 1.7.1999 die Schließung durchzuführen.

Die Auswirkung für den Bau:

Einerseits weniger Ablagerungsstätten, andererseits mittelfristig höhere Preise. Kurzfristig könnten die Preise sinken, sollten die Deponien noch knapp vor der Schließung ihre freien Kapazitäten füllen wollen. Ein weiteres wichtiges Kriterium für den Bau ist, dass die Abfallqualitäten der Deponieverordnung entsprechen müssen. Das heißt:

- **Bodenaushub** darf maximal 5 Volumsprozent mineralische Baurestmassen enthalten und nicht die Grenzwerte für Bodenaushubdeponien überschreiten, um auf eine preisgünstige Bodenaushubdeponie abgelagert zu werden. Stärker verunreinigter Boden muss auf eine Baurestmassendeponie oder aufbereitet werden.
- **Baurestmassen** dürfen maximal 10 Volumsprozent nichtmineralische aus dem Bau stammende Abfälle enthalten, jedenfalls aber keine Baustellenabfälle.

- Weiters gilt das „**Vermischungsverbot für nicht gefährliche Abfälle**“ für alle Materialien, die auf Deponien abgelagert werden.

Am 1.7.1998 sind die Baurestmassen- und Bodenaushubdeponien anzupassen hinsichtlich:

- Deponieeinrichtungen
- Deponiepersonal
- Abfalleinbau
- Emissions- und Immisionskontrolle
- Kontrolle des Deponiekörpers
- Dokumentation
- Deponieaufsicht
- Deponieoberflächenabdeckung.

7 KOSTEN

7.1 ALLGEMEINES

Die Verwertung von Baurestmassen kann sich nur dann durchsetzen, wenn auch die Wirtschaftlichkeit des Recyclingprozesses sichergestellt wird. Es zeigt sich, dass heute in der Betriebswirtschaft viele Kosten auf die Allgemeinheit d.h. Volkswirtschaft abgewälzt werden. Diese Externalisierung betriebswirtschaftlicher Kosten verfälscht natürlich die Wirtschaftlichkeitsrechnung stark.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit lässt sich nicht pauschal beantworten, weil die Aufbereitung der Baurestmassen durch viele Faktoren beeinflusst wird, die hauptsächlich von den örtlichen Gegebenheiten und den jeweiligen Vorgaben und Randbedingungen abhängen.

Wichtige Einflüsse haben:

- **Materialaufkommen:** Menge, Zusammensetzung und Verunreinigung der Baurestmassen.
- **Materialaufbereitung:** Anlagenkonzept, Standort und örtliche Gegebenheiten.
- **Materialverwendung:** Qualität und Einsatzmöglichkeiten der Recyclingprodukte.

Den steigenden individuellen Baukosten müssen die volkswirtschaftlichen Einsparungen einer recyclingorientierten Abfallwirtschaft gegenübergestellt werden.

Die in der Vergangenheit geübte Praxis, die Kosten der Entsorgung der Baurestmassen ganz ohne mögliche Folgekosten für die Sanierung von Altlasten (Altstoffe) und den Verbrauch von Deponievolumen zu sehen, erscheint als unverantwortlich.

Volkswirtschaftlich ist es daher sinnvoll ein Recycling von Baurestmassen zu forcieren.

Vor der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Recyclings, ist für den Unternehmer in erster Linie das betriebswirtschaftliche Ergebnis von großer Bedeutung. Die wichtigsten und maßgebenden Faktoren wie z.B. die Baustoffmarkt- oder die Deponiesituation können regional sehr unterschiedlichen Einfluss ausüben, und sind daher auch nicht mit allgemein gültigen Zahlenwerten erfassbar.

Die Wirtschaft beschreibt ein System von Handlungen, die auf die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse gerichtet sind. Mit den Kosten wird versucht, diesen Handlungen einen Wert zuzuordnen und den Tausch von Leistungen zu erleichtern.

Volks- und Betriebswirtschaft ordnen den Handlungen Kosten zu. So entstehen Gesetzmäßigkeiten, nach denen jedes Unternehmen seine Jahresbilanz zieht und die Preise für die Produkte festlegt.

In unseren wirtschaftlichen Modellen, die auf der freien Marktwirtschaft basieren, ist die Kostensenkung im Produktionsprozess aufgrund der Konkurrenzfähigkeit zwingend. Jedes Unternehmen versucht zu rationalisieren und zu expandieren.

Auf Grund der Preisentwicklung am Deponiesektor wird schon aus wirtschaftlichen Gründen ein vermischtes Deponieren nicht zielführend sein. Aus umweltrelevanter Sicht und gemäß den gesetzlichen Rahmenbedingungen ist man aber jedenfalls verpflichtet, selbst bei Mehrkosten von 25% bei Verwertung (Kosten für getrennten Abbruch, Sortierung und Verwertung) in Bezug zur Deponierung in genehmigten Anlagen (Der ortsübliche Durchschnittspreis, Faustregel: 3 Deponien, wenn vorhanden) eine Trennung der Baurestmasse zum Zwecke der Verwertung durchzuführen oder in Auftrag zu geben.

Man soll bedenken, dass bei Verwertung der Baurestmassen kein Altlastensanierungsbeitrag, wie dies bei der Deponierung vorgesehen ist, anfällt.

7.2 ENTSORGUNGSKOSTEN

Nicht nur, dass freier Deponieraum in Hinkunft knapp werden könnte, der Trend mehr für die Deponierung von Baurestmassen zahlen zu müssen, wird sich weiterhin fortsetzen.

Die Faktoren Deponieraumverknappung und Anstieg der Deponiegebühren werden auf jeden Fall zu der im Abfallwirtschaftsgesetz angestrebten Abfalltrennung und zur Verringerung der zu deponierenden Abfälle beitragen.

7.2.1 Deponierung

Die bei der Deponierung von Baurestmassen auf eine Deponie anfallenden Kosten gliedern sich in:

- Deponiegebühr
- Altlastenbeitrag gemäß Altlastensanierungsgesetz
- Transportkosten

Deponiegebühr:

Die Deponiegebühr ergibt sich durch Angebot und Nachfrage. Bei der Preisgestaltung spielt der Aufwand für die Einrichtung und den Betrieb der Deponie eine zentrale Rolle. Die Deponiegebühr wird nach der Nutzlast oder der Achsenzahl des antransportierenden LKW's oder nach Gewicht des Abfalls verrechnet.

In Anbetracht der Deponiesituation sind Erhöhungen der Gebühren zu erwarten. Nach Schätzungen beträgt die Erhöhung der Gebühren in der Größenordnung 25% pro Jahr.

Altlastenbeitrag:

Im ALTLASTENSANIERUNGSGESETZ (ALSAG) wird die Entrichtung eines so genannten Altlastenbeitrags festgelegt. Der Beitrag gilt unabhängig von der Deponiegebühr. Bei der Festsetzung der Höhe des Beitrages richtete man sich nach dem zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des ALSAG erwarteten Ausmaß an Sicherungs- oder Sanierungsmaßnahmen bei Altlasten.

Mit 1.1.1998 wurde der Altlastenbeitrag für Baurestmassen um 20 Schilling pro angefangene Tonne angehoben. Der neue Satz für Baurestmassen beträgt 80 ÖS pro Tonne für abgedichtete Altdeponien, 30 ÖS Zuschlag für fehlende Basisdichtung (also 110 ÖS pro Tonne). Für die umgestellten Deponien gilt ein ermäßigter Altlastenbeitrag von 60 ÖS pro Tonne.

Der Bodenaushub bleibt nur dann altlastenbeitragsfrei, wenn dieser zumindest noch auf Baurestmassendeponien abgelagert werden dürfte. Stärker verunreinigter Boden wird seit 1.1.1998 mit gleich hohen Finanzbeiträgen wie Baurestmassen belastet (80 ÖS pro Tonne oder 110 ÖS pro Tonne).

Transportkosten:

Mit den immer länger werdenden Transportwegen in Ermangelung in der Nähe gelegener Ablagerungsmöglichkeiten, nehmen die Transportkosten einen fixen Bestandteil der Entsorgungskosten ein. Für den Raum Wien müssen Entfernungen bis zu 60 km in Kauf genommen werden.

Da die Transportwege lokal sehr unterschiedlich sind, ist die Angabe von durchschnittlichen Weglängen oder die zu erwartenden Transportkosten nicht sinnvoll. Die Einsparungen der

Transportkosten sind durch die Kombination der Rohstoffanlieferung für Neubauten und den Abfallabtransport zu erzielen, d.h. eine Verringerung der Transportkosten ist dann zu erzielen, wenn Deponie und Schottergewinnung räumlich nicht weit entfernt liegen, sodass bei der Rückfahrt von der Deponie Rohstoffe für eine andere Baustelle transportiert werden können. In der Regel erfolgt die Verrechnung der Transportkosten pro LKW.

7.2.2 Aufbereitung

Folgende Preiskomponenten sind bei der Aufbereitung von Baurestmassen von Bedeutung:

Ähnlich der Deponierung fallen für jemanden, der die Baurestmassen entsorgen will,

- Transportkosten und
- Abgabegebühr an der Aufbereitungsanlage an.

Der Altlastenbeitrag entfällt, weil das Material nicht gelagert wird.

Folgende Kosten fallen für den Betreiber der Aufbereitungsanlage an:

- Betriebskosten der Aufbereitungsanlage und
- Entsorgungskosten der nicht verwertbaren Materialien.

Den Ausgaben stehen die Erlöse durch den Verkauf der Recyclingprodukte und die oben erwähnte, durch den Anlieferer zu entrichtende, Abgabegebühr an der Aufbereitungsanlage entgegen.

AUFBEREITUNGSKOSTEN:

Die Aufbereitungskosten einer Aufbereitungsanlage setzen sich zusammen aus:

- Investitionskosten
- Betriebskosten
- sonstigen Kosten (z.B. Versicherung, usw.)

7.2.3 Restentsorgung

Sämtliche bei der Aufbereitung der Baurestmassen anfallenden, nicht verwertbaren Materialien sind zu deponieren. Die Menge dieser Materialien hängt in erster Linie von der Qualität der angelieferten Baurestmassen und von Art und Umfang der aussortierten Verunreinigungen ab.

Die zu entrichtenden Entsorgungskosten setzen sich aus Deponiegebühr und Altlastenbeitrag zusammen.

Pro Baustelle kopieren und ausfüllen

Abfallart	Transport	Verwertung	Deponierung
Bodenaushub	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	..... öS/t oder m ³
Betonabbruch	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³ Zuschlag für Kantenlänge über cm öS/t	..... öS/t oder m ³
Asphaltaufruch	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³ Zuschlag für Kantenlänge über cm öS/t	..... öS/t oder m ³
Holzabfälle	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	..... öS/t oder m ³
Metallabfälle	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	
Kunststoffabfälle	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	..... öS/t oder m ³
Baustellenabfälle	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	..... öS/t oder m ³
Mineralischer Bauschutt	..... öS/t oder m ³ und km	..... öS/t oder m ³	..... öS/t oder m ³
Verpackungsabfälle	..... öS/..... und km	..... öS/.....	..... öS/.....
Gefährliche Abfälle	..... öS/..... und km	..... öS/.....	..... öS/.....

Abb. 30: Entsorgungskosten [30]

Die obige Aufstellung dient dem Vergleich der Verwertungskosten mit den Deponierungskosten der Baustelle. Die Aufstellung kann zur Dokumentation und als Kostenvergleich für spätere Recherchen, z. B. Bezirksverwaltungsbehörde, verwendet werden.

7.3 BETONAUFBEREITUNG

Die Aufbereitung von Betonabbruch aus dem Straßenbau erfolgt zum Großteil in den Bauschuttzubereitungsanlagen. Für die Wirtschaftlichkeit einer Bauschuttzubereitungsanlage sind, neben dem Gesamtanfall an Bauschutt und Straßenaufbruch in der jeweiligen Region, eine Reihe anderer Kriterien maßgebend, die aufgrund erheblicher Wechselwirkungen nicht allein betrachtet werden können.

7.3.1 Rentabilitätskriterien

Folgende Rentabilitätskriterien werden für eine Kostenrechnung genannt:

- Deponiegebühren, Schüttgebühren
- Preise für Primärbaustoffe
- erzielbare Preise für Recycling-Baustoffe
- Kosten der Qualitätskontrolle
- Abschreibung und Verzinsung für angeschaffte Geräte
- Kosten für Anlageninstallation
- Energiekosten
- Wasseraufbereitungskosten
- Verschleißkosten
- Mietkosten
- Lohnkosten
- Versicherungskosten
- potentielle Förderung
- Transportkosten
- Kapazitätsauslastung

7.3.2 Mobile Anlagen

Die für die Kostenrechnung herangezogene Anlage besteht aus einem Aufgabebunker, einem Schwerlastsieb, einem Prallbrecher und einem Magnetabscheider. Sie wird über einen Aufgabeförderer mittels Radlader beschickt und über ein Dieselaggregat mit Strom versorgt. Es werden die Investitions- und Aufbereitungskosten ermittelt.

Die Gemeinkosten beinhalten die Kosten für die: Verwaltung, Qualitätskontrolle, Werbung, Infrastruktur, Aufbau und Einfahren der Anlage, Energieversorgung und sonstige Kosten wie Steuern und Versicherungen.

7.3.3 Semimobile Anlagen

Die Kostenkalkulation für die semimobile Anlage erfolgt analog der Berechnung für die mobile Anlage. Ein Radlader beschickt über eine Rampe den Aufgabebunker der Anlage, von dem das Material über einen Förderer mit Handlesemöglichkeit und ein Schwerlastsieb in einen Prallbrecher gelangt. Es folgt ein Magnetabscheider, ein weiteres Leseband sowie eine Produktsiebeinheit.

Für die semimobile Anlage werden insgesamt vier Arbeitskräfte kalkuliert. Die Investitions und Aufbereitungskosten, bezogen auf die Durchsatzleistung, werden ermittelt.

Der Vergleich mit der mobilen Aufbereitungsanlage zeigt bei steigenden Durchsätzen ein Sinken der Kosten der semimobilen Anlage. Die semimobile Anlage weist den Vorteil einer besseren Qualität des Endprodukts auf.

7.3.4 Stationäre Anlagen

Stationäre Anlagen zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Auslastungsrate, weshalb vor der Planung eine Absatzmarktstudie unter Berücksichtigung des Anfalls und der natürlichen Rohstoffe zu erstellen ist. Es wird empfohlen, erst eine kleine Anlage zu errichten, die so konzipiert ist, dass sie bei Bedarf erweitert werden kann.

7.4 ASPHALTAUFBEREITUNG

Die Kosten für die Zerkleinerung von Ausbauasphalt, die in Bauschutttaufbereitungsanlagen erfolgen kann, wurden unter Betonaufbereitung behandelt. Die Aufbereitung des Altasphalts (Asphaltgranulat) erfolgt in Chargenmischanlagen.

Die Wirtschaftlichkeit der Asphaltrecyclingverfahren hängt vor allem von der Rohstoffersparnis ins besonders beim Bitumen ab.

7.4.1 Recycling-in-Plant-Verfahren

Die Wiederverwendung von Altasphalt ist prinzipiell technisch durchführbar. Die qualitativen und quantitativen Grenzen der Wiederverwendung werden noch unterschiedlich beurteilt.

Die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung im Straßenbau kann durch zwei Maßnahmen verbessert werden:

- Steigerung der Zugabemengen in das Tragschichtmischgut (Maximierung der Menge des Asphaltgranulats).
- Gezielte Berücksichtigung der unterschiedlichen Bindemittelgehalte der Oberbauschichten und
- damit in Deck- und Binderschichten (Optimierung des Asphaltgranulateinsatzes).

Die wirtschaftliche Wiederverwendung der Ausbauasphaltmengen ist nur durch Zugabe im Binder- oder Deckschichtmischgut möglich. Die höheren Anforderungen an diese Mischguttypen machen jedoch einen gesteigerten Untersuchungsaufwand notwendig und bedingen eine gezielte Gewinnung, Lagerung und Aufbereitung des Ausbauasphalts.

Diese Faktoren müssen bereits in der Planung und Ausschreibung durch Abstimmung folgender Arbeitsgänge miteinbezogen werden:

- Art der Gewinnung
- Zahl der Fräsgänge
- Frästiefe
- Lagerung des Ausbaumaterials.

Neben zusätzlich entstehenden Kapitalkosten kommt es durch den erhöhten Energieaufwand zufolge höherer Mineralstofftemperaturen und zur Trocknung des Ausbauasphalts zu einer Erhöhung der Betriebskosten.

Neben den betriebswirtschaftlichen Parametern wie Kapital- und Betriebskosten wird die Wirtschaftlichkeit von diesem Verfahren (Recycling-in-Plant) auch von regional bedingten Einflussfaktoren bestimmt.

7.4.2 Recycling-in-Place-Verfahren

Auch bei den Recycling-in-Place-Verfahren zeigen die nicht-verfahrensspezifischen Faktoren bedeutende Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit. Auch hier ist weder eine pauschale noch eine direkte Bewertung möglich. Es bestehen folgende Abhängigkeiten von diesen Faktoren:

- Witterungsverhältnisse: die Verfahren können nur bei Schönwetter angewandt werden.
- Mischgutkosten: abhängig vom Bitumen- und Mineralstoffpreis.
- Baugröße: aus der Baustellengröße ergibt sich die Einsatzzeit und damit das Verhältnis zwischen Zu- und Abfahrzeit der Geräte zur Arbeitsdauer.
- Kosten der Baustelleneinrichtung: durch kürzere Baustellenzeiten ergeben sich geringere Kosten gegenüber konventionellen Methoden.
- Transportaufwand für den Abtransport des Ausbausphalts.
- Deponiekostenersparnis bei Wiedereinbau des Materials.
Daneben ergeben sich geringere Personalkosten gegenüber den konventionellen Verfahren.
Zur Wirtschaftlichkeit der Verfahren sind qualitative Aussagen nicht möglich. Man kann aber folgendes feststellen:
- Ein Kostenvergleich zwischen den konventionellen Bauweisen und diesen Verfahren ergibt Hinweise auf Kostenvorteile für das Kaltfräsen gegenüber dem Warmfräsen.
- Durch das Repaving lassen sich bei geeigneter Unterkonstruktion gegenüber dem konventionellen Inlay Kostenvorteile von 40 bis 60% erzielen.
- Beim Remix-Verfahren ergeben sich in Abhängigkeit von Deponie- und Transportkosten gegenüber konventionellen Verfahren Kostenvorteile von 15 bis 30%.
- In einer Vergleichsrechnung zwischen konventioneller Bauweise und Recycling-in-Place-Verfahren wurden Energieersparnisse von 30 bis 40% angesetzt.

7.5 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNGEN

Die Wiederverwertung von Straßenaufbruch (Asphaltaufbruch und Betonabbruch) bietet, volkswirtschaftlich gesehen, folgende Vorteile:

- Schonung der Reserven an Primärrohstoffen
- Schonung der Energiestoffe
- Verringerung des Deponieraumbedarfs

- Verringerung der Umweltbelastung
- Erhöhung der Lebensqualität.

Bei der Erneuerung einer Straße sind neben den Baukosten auch die Auswirkungen auf die Straßennutzerkosten, die volkswirtschaftlichen und die ökologisch bedingten Kosten zu berücksichtigen.

Der Einsatz recycelter Straßenbaustoffe wirkt sich positiv auf die Gesamtenergiebilanz aus, wird aber sehr stark von regionalen Faktoren wie z.B. den Transportwegen beeinflusst und lässt sich daher nicht pauschal beziffern.

Von volkswirtschaftlicher Bedeutung sind außerdem noch die Straßennutzerkosten, in die, neben dem Zeitverlust der Nutzer, auch erhöhte Unfallkosten durch Baustellen eingehen.

7.6 PREISLISTEN

Der österreichische Baustoff-Recycling-Verband veröffentlicht jedes Jahr, nach Standort (Bundesland), Preislisten seiner Mitgliedsfirmen. (Annahme-/Abgabepreise).

7.6.1 Annahmepreise

Unter den Annahmepreisen sind jene Preise zu verstehen, die dem Anlieferer von den angeführten Betrieben für die Annahme von Baurestmassen in Rechnung gestellt werden.

Die Preise verstehen sich in ÖS exklusive ALSAG - Beitrag und exklusive Mehrwertsteuer ab Werk und werden ohne Gewähr wiedergegeben (Preisbasis 1997).

LANGES FELD		SEYRING	
BAURESTMASSE	ÖS/to	BAURESTMASSE	ÖS/to
IIIb	1500,-	Reiner Aushub(Altschotter)	50,
Ma	1500,-	Reiner Asphalt (Platten)	50,
Iib	450,-	Asphalt-Fräsgut	30,
Iia	200,-	Betonabbruch, sortenrein (bis 1m)	50,
Ib	150,-	Großteile (Fertigteile-hoher Arbeitsaufwand)	250,
Ia+c	110,-	Betonabbruch von Großbaustell. (Preis nach Vereinbarung)	-
Bauschutt	130,-		-
Ytong	250,-		-
Asbestzement	1500,-		-
Bauwerksabbruch unsortiert (10-20% Fremdanteile)	250,-		-
Bauwerksabbruch gemischt (20-30% Fremdanteil)	450,-		-
Glas und Altglas, Keramik	500,-		-
Mineralfaser, asbestfrei	4500,-		-
Tonsuspension	250,-		-
Holz, unbehandelt	1500,-		-
Strauch- und Grünschnitt	1000,-		-
Rodungsmaterial	450,-		-
Gemischte Baustellenabfälle Muldeninhalt 8 m ³ (Preis in ÖS/Mulde)	4500,-		-
Bitukies, kleinschollig	80,-		-
Beton, sortenrein, kleinschollig	80,-		-
Beton, sortenrein, großschollig	100,-		-
Asphaltbeton, kleinschollig	100,-		-

Tabelle 13: Annahmepreise für Baurestmassen [52]

7.6.2 Abgabepreise

Die Abgabepreise für das Recyclingmaterial sind jene Preise, die der Recyclingbetrieb ab Werk berechnet. Die Preise verstehen sich in ÖS exkl. MWSt. ab Werk und werden ohne Gewähr wiedergegeben (Preisbasis 1997).

RECYCLINGMATERIAL	LANGES FELD Preise ÖS/to	SEYRING Preise ÖS/to
RB/I, 0/32	55,-	66,
RM/I, 0/32	50,	
Betongrobschlag 32/100	50,-	-
Asphaltgrobschlag 32/100	45,-	-
RA/I, 0/32	-	66,
RB/IIa, 0/63	-	54,
RB/I, 0/63	-	57,
RA/I, 0/63	-	57,
RB oder RA 32/63, 63X	-	54,
RM/IIa, 0/63, Frostschutz	-	44,
RM/IIb, 0/32, Künetten, Hinterfüllungen	-	35,

Tabelle 14: Abgabepreise Recyclingmaterial [52]

Die angeführten Abkürzungen sind der Richtlinie für Recycling-Baustoffe entnommen. Alle diese Recyclingprodukte unterliegen den Güte- und Prüfbestimmungen des „Österreichischen Güteschutzverbandes“.

Abkürzungen:

RB/I (Recycliertes gebrochenes Betongranulat, Güteklasse 1).

RA/I (Recycliertes gebrochenes Asphaltgranulat (KRC), Güteklasse 1).

RB/IIa (Recycliertes gebrochenes Betongranulat, Güteklasse IIa, Künettenfüller).

RM/IIa (Recycliertes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürl. Gestein, Güteklasse IIa).

RM/IIb (Recycliertes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürl. Gestein, Güteklasse Iib).

Die angeführten Preise basieren auf Firmenmeldungen. Diese Preise stellen einen Auszug der Preislisten der Deponie-Firmen, **Recyclingbaustoffe Seyring** und **Altlastensanierung und Abraumdeponie Langes Feld**, dar.

Hinsichtlich des Entsorgungsablaufes der Baurestmassen und damit zusammenhängend der Entsorgungskosten unterscheidet man zwei Fälle:

- Der Bauleiter hat sich dazu entschlossen die Baurestmassen selbst zu Deponie oder zur Aufbereitungsanlage zu transportieren, sofern es sich nicht um gefährliche Abfälle handelt.
- Er übergibt die Baurestmassen direkt an der Baustelle einem befugten Entsorger.

Bei Selbstanlieferung der Baurestmassen zur Deponie sind die Anlieferungspreise der Deponie ausschlaggebend.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Das Abfallwirtschaftsgesetz des Bundes ist die zentrale und wichtigste rechtliche Grundlage für die gesamte Abfallwirtschaft. Das Gesetz enthält zahlreiche Definitionen und regelt die vielfältigen Verpflichtungen bei der Sammlung, Lagerung, Beförderung sowie Behandlung von Abfällen.

Das Abfallwirtschaftsgesetz schreibt vor, dass gefährliche Abfälle und Altöle getrennt von den übrigen Abfällen gesammelt, gelagert und befördert werden müssen. Für diese Abfälle bestehen besondere Nachweispflichten sowie spezielle Beförderungsvorschriften, soweit es sich um gefährliche Güter im Sinne des Gefahrgutbeförderungsgesetzes handelt.

Weitere Verpflichtungen ergeben sich durch die Landesabfallwirtschaftsgesetze sowie durch einschlägige Verordnungen, die die Rückführung von Materialien in den Stoffkreislauf vorschreiben (z.B. Verpackungsverordnung, Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle, Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien, Abfallnachweisverordnung).

Bei einzelnen Abfällen ist es wirtschaftlich, über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus getrennt zu sammeln, um bei der Entsorgung und Weiterverwendung oder Verwertung Kosten zu minimieren. Während für einzelne, sortenrein gesammelte Abfälle bei der Entsorgung sogar Erlöse erzielt werden können, führt die Vermischung verschiedener Abfallarten in der Regel zu wesentlich höheren Entsorgungskosten.

Bei allen nicht gefährlichen Abfällen (dazu gehören auch die Baurestmassen im Straßenbau) entfällt die Begleitscheinplicht, wohl aber besteht eine allgemeine Aufzeichnungspflicht über die ordnungsgemäße Verwertung oder Entsorgung.

Die Abfallnachweisverordnung fordert, getrennt für jedes Kalenderjahr fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib aller Abfälle zu führen. Diese Aufzeichnungen sind mindestens 7 Jahre getrennt von den anderen Betriebsunterlagen aufzubewahren und den Behörden auf Verlangen vorzulegen.

Das politische Ziel aller gesetzlichen Regelungen ist die Vermeidung von Abfall oder deren Verwertung bzw. Verwendung. Bei Deponierung wird ein möglichst geringes

Gefährdungspotential angestrebt. Damit bietet sich für die Bauwirtschaft an, möglichst diese Ziele mitzutragen und damit Kostensteigerungen zu vermeiden.

Die Aufbereitung von Baurestmassen scheint, angesichts der Verknappung an Deponieraum und des schwieriger werdenden Zugriffs auf Primärrohstoffe für Bauvorhaben, die einzige Abhilfe zu sein.

Experten sind sich einig, dass die Aufbereitung technisch machbar ist. Die Beachtung qualitativer und wirtschaftlicher Aspekte ist unabdingbar. Hinsichtlich der Qualität aufbereiteter Baurestmassen müssen die Gedanken der mehrmaligen Wiederverwertungsmöglichkeit und der Unbedenklichkeit hinsichtlich des Vorhandenseins ökologisch bedenklicher Stoffe im Vordergrund stehen.

Eine langfristige und vorausschauende Planung ist eine Grundlage zur Erfüllung obiger Forderungen. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit kommt der Schaffung und Sicherung eines Absatzmarktes eine zentrale Bedeutung zu.

Der Bauunternehmer sollte alles mögliche versuchen, um seine Entsorgungskosten zu minimieren. Dazu gehört die optimale Wiederverwendung von Baurestmassen sowie die Einbeziehung von Recyclinganlagen für die Aufbereitung von mineralischen Baurestmassen.

Aus den vorausgegangenen Untersuchungen lassen sich für den Prozess des Baustoffrecycling bestimmte „Schlüsselstellen“ identifizieren, die einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg dieses Prozesses haben. Hierbei ist mit Erfolg sowohl die kurzfristig erreichbare Wirtschaftlichkeit nach betriebswirtschaftlichen Kriterien als auch eine langfristig stabile Recycling-Wirtschaft nach volkswirtschaftlichen Kriterien gemeint.

Diese Schlüsselstellen sind nach den drei Hauptbereichen des Recycling-Prozesses geordnet, dem Materialaufkommen, der Materialaufbereitung und der Materialverwendung.

Da in Österreich nur wenige Paralleltrommelanlagen existieren, welche höhere Altasphaltanteile verarbeiten können, wären die Transportwege derzeit für eine wirtschaftliche Verwertung in diesen Anlagen in vielen Fällen zu groß. Aus verschiedenen Gründen aber verarbeiten viele Mischanlagen derzeit keinen Altasphalt, das heißt Asphaltmischgut wird in diesen Anlagen zu 100% aus frischem Bitumen und natürlichem Gestein hergestellt.

Derzeit lokal in Österreich vorhandene Engpässe bei der Verwertung von Altasphalt haben zur Zwischenlagerung dieser Materialien bei Bauschuttdeponien, Aufbereitungsanlagen und Asphalt-Mischwerken geführt. Aufgrund der hohen Zahl an stationären Mischanlagen kann die regionale Entwicklung und der tatsächliche Bedarf an Anlagen zur Verwertung von Altasphalt jedenfalls ohne weitere Erhebungen kaum abgeschätzt werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Asphalt-Recyclings wird derzeit aufgrund der ständig steigenden Deponiepreise und zusätzlich auch durch den Altlastensanierungsbeitrag erhöht. Dies gilt allerdings sowohl für eine Verwertung des Asphaltgranulates auf kaltem Wege als auch für das höherwertige, volkswirtschaftlich sinnvollere Recycling von Altasphalt. Geht man von der Zielvorstellung aus, dass nur durch ein „heißes Recycling“ in Asphaltmischanlagen und durch entsprechende Baustellenverfahren die Rohstoffe Bitumen und Naturstein geschont werden können, dann folgt, dass zusätzliche, von Deponiepreis annähernd unabhängige Steuerungsmechanismen erforderlich sind.

Da es sich, abgesehen von der Straßenteer-Problematik, dabei nicht um die Abwehr akuter Gefahren durch toxische oder umweltgefährdende Schadstoffe handelt, wird empfohlen, die so genannte „sanfte“ Steuerungsinstrumente einzusetzen.

Theoretisch kann ein für den derzeitigen Altasphaltenanfall ausreichendes Heißrecycling durch Besteuerung einschlägiger Rohstoffe oder durch Förderung einschlägiger Investitionen oder auch durch andere sanfte und flexible Steuerungsmechanismen erreicht werden. Aus energiepolitischer Sicht erscheint es dabei sinnvoll, nicht den Naturstein sondern das Bitumen zu besteuern.

Bei Ausschreibungen (Öffentlicher Straßenbau) sollte die Verwendung von Recyclingmaterial ausdrücklich zugelassen oder sogar verlangt werden. Einschlägige Erlässe im Bereich der Bundesstraßenverwaltung existieren bereits. Altasphalt wird in der Regel für bituminös gebundene Tragschichten geeignet sein.

Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen für eine Verwertung von Baurestmassen beim Straßenbau müssen geschaffen werden. Derzeit wird z.B. die Verwertung von Altasphalt und anderen Baureststoffen in Wasserschutz- und -schongebieten mit sehr unterschiedlichen Maßstäben bewertet.

Eine Ablagerung von Straßenaufbruch ist in der Regel nicht sinnvoll. Ausnahmen bestehen dann, wenn der Straßenaufbruch durch Teer oder Unfälle kontaminiert ist oder wenn z.B. Straßenträger beim Fräsen von Altasphalt bedingt durch die Ausbautechnik nicht in verwertbarer Form (vermischt mit Erdaushub) anfallen. Ein Verbot der Ablagerung von teerfreiem Altasphalt könnte daher wenig wirksam sein.

Altasphalt fällt nach der derzeitigen Auslegung des Altlastensanierungsgesetzes unter die Kategorie „mineralische Baurestmassen“.

Eine Ablagerung von Altasphalt in Inertstoff- oder Baurestmassendeponien sollte jedoch grundsätzlich zulässig sein. Dies gilt nicht für teerhaltigen Straßenaufbruch. Straßenteer oder teerhaltiger Asphalt sollte in Deponien mit Sickerfassung und -behandlung abgelagert werden.

Die Technologie der Verwertung von Straßenbeton ist in Österreich dank der Bemühungen der für den Straßen- und Autobahnbau verantwortlichen Stellen weit fortgeschritten. Besonders die bei der Sanierung des Autobahnabschnittes Mondsee- Talgau gewonnenen Erfahrungen haben die praktische Umsetzbarkeit einer Betonverwertung im Straßenbau nachgewiesen.

Aus betontechnologischer Sicht ist durchaus auch eine Verwertung von Betonabbruch als Zuschlagstoff im Hochbau oder bei der Herstellung von Betonprodukten außerhalb des Straßenbaues möglich.

Grundsätzlich ist Betonabbruch als ungebundener oder stabilisierter Baustoff gut geeignet, auch in jenen Fällen, in denen ein Gemenge mit anderen mineralischen, nicht kontaminierten Baurestmassen vorliegt.

Derzeit liegen sehr widersprüchliche Schätzungen über die jetzigen und zukünftigen Mengen von Betonabbruch in Österreich. Übereinstimmung besteht lediglich darin, dass selbst bei vollständiger Verwertung der gesamten Betonabbruch-Menge diese Menge immer noch gering wäre im Vergleich zur Menge der substituierbaren natürlichen Rohstoffe (Grädermaterial).

Konkrete Maßnahmen, die vom Bund oder von den Ländern in der jetzigen Situation zu treffen wären, können aber wegen der Unübersichtlichkeit der Stoffströme und wegen der raschen Zunahme der Anzahl der Aufbereitungsanlagen derzeit nicht vorgeschlagen werden.

Weiters erscheint es grundsätzlich fraglich, ob ein Bedarf nach einer staatlichen Lenkung existiert, da der Sekundärrohstoff (Betonabbruch) derzeit bereits eine anerkannte Position am Markt einnimmt. Aufbereitete, frostsichere Betonabbruch-Granulate erreichen bereits Marktpreise, die nur wenig unter dem Primärrohstoff liegen.

Es sollte die Verwendung von Verwertungsbaustoffen entweder unbedingt oder als Wahlmöglichkeit in den Ausschreibungen enthalten sein. Rohstoff- und Abfalltransporte sollen minimiert werden und die Verfügbarkeit der erforderlichen Mengen im Umkreis des projektierten Bauwerkes ist zu beachten.

Schlussfolgerung:

Das Kernstück eines wirksamen Bauwirtschaftsentsorgungssystem muss die einheitliche Klassifizierung und Zuordnung der einzelnen Baurestmasse sein. Dieses System soll mit den Entsorgern besprochen, auf die tatsächlichen Verhältnisse auf den Baustellen abgestimmt und mit den gesetzlichen Bestimmungen abgeglichen, werden. Vielmehr handelt es sich um einen geordneten, einheitlichen Rahmen, der es ermöglicht, jede Baustelle individuell aber eben nach der vereinheitlichten Systematik zu entsorgen.

Je mehr Bauherrn, Planer, Bauunternehmer und Baurestmassen-Entsorger das oben genannte System in der Praxis anwenden, desto eher bildet sich ein „Standard“, der die Leistungen und die Kosten der Bauentsorgung transparent und vergleichbar macht.

Die Rahmenbedingungen zur Bewirtschaftung von Baurestmassen sollen überregional ausgearbeitet werden. Sie müssen außerdem international abgesichert werden, damit auch weiterhin eine Marktgleichheit garantiert werden kann. In diesen übergeordneten Programmen sollen Ziele definiert und Richtlinien gegeben werden, aus denen auch eine klare Gesetzgebung hervorgehen kann.

Außerdem müssen zugleich regionale Konzepte zur Bewirtschaftung von Baurestmassen entwickelt werden. In diesen Konzepten sollen konkrete Vorgangsweisen zur Lösung der anstehenden Probleme nach den Richtlinien überregionaler Programme erarbeitet werden.

Es ist nämlich augenscheinlich geworden, dass die Deponierung von Baurestmassen als Entsorgungslösung nicht länger praktikabel ist. Es gilt Sorge zu tragen, dass sich die angestrebten Entsorgungstechnik nicht eines Tages als genauso untragbar herausstellt.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] BGBl 1990/325, BGBl 1992/417,715, BGBl 1993/185,230,257 (Art 16), BGBl 1994/155, Abfallwirtschaftsgesetz
- [2] BGBl 1989/299 idF BGBl 1990/325, BGBl 1992/760 und BGBl 1993/185, Altlastensanierungsgesetz
- [3] BGBl 1987/605, Umweltstrafrecht
- [4] BGBl 1990/252, BGBl 1992/760 und BGBl 1993/185, Wasserrechtsgesetz
- [5] LGBl 1994/13, Wiener Abfallwirtschaftsgesetz
- [6] BGBl 1991/65, Abfallnachweisverordnung
- [7] BGBl 1991/49, Verordnung über die Festsetzung gefährlicher Abfälle
- [8] BGBl 1991/259 (Erlass zur Baurestmassenverordnung BMUJF), Verordnung über die Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien, gültig ab 01.01.1993
- [9] Freiwillige Vereinbarung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten und den Fachorganisationen der Bauwirtschaft über die Heranziehung von Recyclingmaterialien, Wien: 02.10.1990.
- [10] Beschluss des Ministerrates zur Heranziehung von Recyclingmaterialien bei der Bautätigkeit von Bundesdienststellen im Inland, Wien: 09.01.1992.
- [11] „Bundesabfallwirtschaftsplan“. Hg: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien: 01.07.1992.
- [12] BGBl 1992/645, Verpackungsverordnung
- [13] ÖNORM S 2000, Abfall - Benennungen und Definitionen, 1992
- [14] ÖNORM S 2001, Abfallwirtschaft - Benennungen und Definitionen, 01.07.1985
- [15] ÖNORM S 2070, Deponien - Hydrogeologische und geotechnische, Klassifizierung von Standorten, 01.11.1990

- [16] ÖNORM S 2071, Deponien - Deponiebauklassen, 01.11.1990
- [17] ÖNORM S 2072, Eluatklassen - Gefährdungspotential von Abfällen, 01.12.1990
- [18] ÖNORM S 2073, Deponien - Dichtungsbahnen aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen, 01.11.1990
- [19] ÖNORM S 2074, Teil 1: Geotechnik im Deponiebau Standorterkundung, 01.11.1990
- [20] ÖNORM S 2074, Teil 2: Geotechnik im Deponiebau - Erdarbeiten, 01.11.1990
- [21] ÖNORM S 2075, Deponien - Zuordnung von Abfällen, 01.11.1990
- [22] ÖNORM S 2076, Deponien - Dichtungsbahnen aus Kunststoff - Verlegung, 01.06.1993
- [23] ÖNORM S 2100, Abfallkatalog, 01.03.1990
- [24] ÖNORM S 2101, Katalog gefährlicher Abfälle, 01.06.1993
- [25] ÖNORM S 2110, Analytische Beurteilung von Abfällen, 01.10.1991
- [26] ÖNORM S 2111, Probenahme von Abfällen, 01.09.1992
- [27] Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS), Herausgeber: Österreichische Forschungsgesellschaft für Verkehrs- und Straßenwesen (FVS), Stand 11/1195
- [28] Österreichischer Baustoff-Recycling-Verband „Richtlinie für Recyclingbaustoffe“. 2. Auflage, Juli 1993
- [29] Martin Car und Reinhold Steinmaurer. „Baurestmassen richtig behandeln“. Leitfaden für die Baustelle. Hg: Bundesinnung der Baugewerbe und Fachverband der Bauindustrie Österreichs. 2. Auflage. Starmüller Verlag, 1995.
- [30] Martin Car und Reinhold Steinmaurer. „Baurestmassentrennung auf der Baustelle“. Ein Leitfaden für die Baustelle. Hg: Bundesinnung der Baugewerbe und Fachverband der Bauindustrie Österreichs. 1. Auflage. Starmühler Verlag, 1998.
- [31] Fachgrundlagen zur Beurteilung der Deponiefähigkeit von Bauschutt. In: Schriftenreihe der Sektion V des BM für Umwelt, Jugend und Familie, Band 1, Wien, 1991.

- [32] Theresia Lahner, Peter Lechner: Grundlagen für bundeseinheitliche Regelungen für die Entsorgung von Baustellenabfällen. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Wien 1993.
- [33] Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien. Baurestmassen - Vermeidung, Verwertung, Behandlung. „Straßenaufbruch“. Hg: Umweltbundesamt. Wien: UBA, 1993.
- [34] Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien. Baurestmassen - Vermeidung, Verwertung, Behandlung. „Betonabbruch“. Hg: Umweltbundesamt. Wien: UBA, 1993.
- [35] Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU-Wien. Baurestmassen - Vermeidung, Verwertung, Behandlung. „Baustellenabfälle“. Hg: Umweltbundesamt. Wien, 1994.
- [36] „Informationsblatt für Bauherrn und Planer zur Baurestmassentrennungsverordnung“. Hg: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Wien: BMUJF.
- [37] Merkblatt für die „Entsorgung von Abfällen auf Bauhöfen“. Hg: Vereinigung Industrieller Bauunternehmungen Österreichs (VIBÖ). Wien, Juli 1994.
- [38] „Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen“. Hg: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie sowie Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien: Sept. 1990.
- [39] Claudia Friedrichkeit. „Baurestmassenentsorgung als Baustein des Burgenländischen Abfallwirtschaftskonzeptes“. Diplomarbeit am Institut für Technologie und Warenwirtschaftslehre an der Wirtschaftsuniversität Wien. Wien: 1994.
- [40] Thomas Wallentich. „Entsorgung von kontaminierten Böden auf der Baustelle“. Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der TU-Wien. Wien: 1995.
- [41] Markus Seiwald. „Die Auswirkungen der Verordnung zur Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien auf die Ausschreibung und Kalkulation von Bauleistungen“. Diplomarbeit am Institut Baubetrieb und Bauwirtschaft an der TU-Wien. Wien: 1992.

- [42] Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan. Band 61. „Abfallaufkommen in Österreich“ und Band 65. „Nicht gefährliche Abfälle, Teil B, Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle“. Hg: Umweltbundesamt, Wien/Klagenfurt, Juni 1995.
- [43] Österreichische Bauzeitung . „Baurelevante Neuerungen im Umeltbereich“. Nr. 7/1998.
- [44] Rundschreiben Nr. 24 über „Abfallwirtschaftskonzept für die Bauwirtschaft“. Hg: Fachverband der Bauindustrie Österreichs. Wien: 22.06.1993.
- [45] Rundschreiben Nr. 45 über „Inkrafttreten der Verpackungsverordnung“. Hg: Fachverband der Bauindustrie Österreichs. Wien: 04.10.1993.
- [46] Rundschreiben Nr. 49 über „Baustellenmerkblatt Verpackungsabfälle“. Hg: Fachverband der Bauindustrie Österreichs. Wien: 18.10.1993.
- [47] Pressemitteilung zum Pressegespräch 29.08.1995. „Baustoff-Recycling: Anlagennetz vorhanden, technisch ausgereift - dennoch viel zu wenig akzeptiert“. Hg: Österreichischer Baustoff-Recycling-Verband. Wien: April/1995.
- [48] Klaus Plattner. „Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung von Baurestmassen“. Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der TU-Wien. Wien: 1990.
- [49] Veröffentlichungen zum AWG. Hg: Handelskammer - Salzburg. Salzburg: 1990.
- [50] Klassifizierung von Baurestmassen. Hg: Handelskammer - Salzburg. Salzburg: 1992.
- [51] Runderlaß über die Trennungverordnung für den Tiefbau. Hg: Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten. Wien: 03.1992.
- [52] Preislisten für Anlieferungen von Baurestmassen und Verkauf von Recyclingmaterial der Baurestmassen-Entsorgungsfirmen: Altlastensanierung und Abraumdeponie Langes Feld und Recyclingbaustoffe Seyring, Stand 1997.
- [53] Michael Bansch. „Entsorgung und Verwertung von Straßenaufbruch“. Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der TU-Wien. Wien: 1990.

- [54] Bilitewsky B.; Gewise A.; Härdtle G.; Marek K.: Bauschutt- und Asphaltrecycling, 2. Auflage, in: Beiheft zu Müll und Abfall, Heft 30, Berlin: 1990.
- [55] Bilitewsky B., Härdtle G., Marek K., Schulz A.: Bauschutt- und Asphaltrecycling. Beiheft zu Müll und Abfall, Heft 23, 1986.
- [56] Drees G.: Recycling von Baustoffen im Hochbau: Geräte, Materialgewinnung, Wirtschaftlichkeitsberechnung. Berlin - Wiesbaden: Bauverlag GmbH, 1989.
- [57] Krass K.: Umweltverträglichkeit von Asphalt. Offenbach: Deutscher Asphaltverband, 1987.
- [58] N.N.: Firmendruckschrift der Firma Amman IMA. Ohne Datum.
- [59] Schubert H.: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Band 1, 3. Auflage, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1975.
- [60] Kirchof B., 1987: Recycling von Altbaustoffen - Aufbau- und Betriebserfahrungen, Nr. 3, Vulkan Verlag, Essen, 1987.
- [61] Petzschmann, Recycling der Umwelt zuliebe, Abbruch und Recycling, BRD 1988.
- [62] Eschenbach, Grün O., Horak C., Plasonig G.: Baustoffrecycling - ein Ansatz von gezielten Umweltmanagemants, Wien 1990.
- [63] N.N.: Firmendruckschrift der Firma Marini-Vertrieb. Eschenborn: ATS Asphalttechnik und Straßenbaugeräte GmbH & Co.KG., ohne Datum.
- [64] Roth R., H.: Moderne Verfahren zur Belagserneuerung, in:Schweizer Bauwirtschaft Nr. 10, 1985.
- [65] Erhardt H., Wiederverwendung von Asphalt, in: Baustoff Recycling 1, April 1985.
- [66] Wiener Baurestmassen, Erhebungen der im Jahr 1988 deponierten Mengen, Studie im Auftrag der Gemeinde Wien. Hg: Gesellschaft für Umweltfreundliche Abfallbehandlung (GUA), Wien: 1988.
- [67] Umwelthandbuch Bau. „Schriftenreihe des Wirtschaftsförderungsinstitut“. WIFI 231. Hg: WIFI-Österreich Wirtschaftskammer, 1994.

- [68] Abfallhandbuch der Bauwirtschaft. Hg: WIFI Steiermark/BAST. Juni 1994.
- [69] Asphalt Handbuch. Hg: GESTRATA - Gesellschaft zur Pflege der Straßenbautechnik mit Asphalt. 2. Auflage, Wien: März 1996.
- [70] Hiersche E., Wörner T.: Alternative Baustoffe im Bauwesen. „Umweltverträglichkeit, Bautechnik, Anlagentechnik und Wirtschaftlichkeit“. Verlag für Architektur und technische Wissenschaften. Berlin: 1990.
- [71] Willkomm W.: Baustoff-Recycling, Hg: RG-Bau, BRD 1988.
- [72] Martin Schamann. „Bauschuttrecycling aus der Sicht der österreichischen Gesetzgebung“. Diplomarbeit am Institut für Wasserversorgung, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft an der Universität für Bodenkultur Wien. Wien: 1992.
- [73] Hiersche E.: Verwendung alternativer Baustoffe im Straßenbau, in: Baustoffrecycling und Deponietechnik Nr. 1, 1988.
- [74] Hermann R.: Baurestmassen gehören nicht auf die Deponie, in Müll und Abfall, Heft 9, 1981.
- [75] Gallenkemper B.: Anfall von Bauschutt und Straßenaufbruch, Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit, in: Recycling International, Thome- Kozmiensky. Berlin: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 1984.
- [76] Dieter K.: Entwicklungen und Erfahrungen bei der Wiederverwertung von Asphalt, in: Bauschutt-Recycling 4, Nr. 3, 1988.
- [77] Heide W.: Aufbereitung und Wiederverwertung von Straßenbaustoffen. Bitumen, 3/1991.
- [78] Sommer H.: Wiederverwendung von Altbeton für neue Betonfahrbahndecken. Schriftenreihe Straßenforschung Heft 403, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, 1992.
- [79] Wagner A.: Die Autobahn als Baustofflieferant - Verwertung im Betonstraßenbau. Baustoff-Verwertung und Deponietechnik, August 1992.

- [80] Willkomm H.: Beton-Verwertung. Straße und Tiefbau 42, Heft 7/8, 1988.
- [81] Wilbertz J.: Deponieentlastung durch Aufbereitung von Bauschutt und Baustellenabfällen. In: Müll und Abfall, Erich Schmidt Verlag. Berlin: 1985.
- [82] N.N. : Entwurf des Merkblattes über die Verwendung von industriellen Nebenprodukten im Straßenbau, Teil: Wiederverwertung von Baustoffen. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1984.
- [83] Toussaint A.: Verwertung industrieller Rückstände im Straßenbau, in: Müll- und Abfallbeseitigung. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1982.
- [84] Neumann G.: Erweiterte Möglichkeiten der Asphaltwiederverwertung in Tragschichten, in: Straße und Autobahn Nr. 10, 1983.

10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABB. 1: ZIELE DER ABFALLWIRTSCHAFT [67].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 2: BAURESTMASSENNACHWEISFORMULAR [30].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 3: ASPHALTAUFBRUCH [29].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 4: BETONABBRUCH [29].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 5: ANLAGENTEILE EINER STATIONÄREN ANLAGE [54].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 6: MOBILE AUFBEREITUNGSANLAGE [55].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 7: SEMIMOBILE AUFBEREITUNGSANLAGE [55]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 8: PENDELSCHWINGENBRECHER (DOPPELKNIEHEBELBRECHER) [59]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 9: BEISPIEL EINES SCHLAGWALZENBRECHERS DER FIRMA KLÖKNER BECORIT [54]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 10: SCHEMA EINES PRALLBRECHERS [60]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 11: MASSENPOTENTIAL VON BAURESTMASSEN [42].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 12: GESAMTMASSENPOTENTIAL FÜR BUNDESABFALLWIRTSCHAFTSPLAN 1995 [42]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 13: UNTERTEILUNG VON STRASSENAUFBRUCH [67]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 14: STRAßENAUFBAU (SYSTEMSKIZZE) [33]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 15: AUFBEREITUNG UND VERWENDUNG VON AUSBAUASPHALT [70]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 16: ASPHALTRECYLING-IN-PLACE [61].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 17: SCHEMA DER RECYCLING-IN-PLACE-VERFAHREN [58].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 18: SCHEMA EINES EINBAUZUGES FÜR RESHAPE-VERFAHREN [70]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 19: REFORMER DER FIRMA VÖGELE [55]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 20: GERÄTEEINSATZ BEIM REPAVE-VERFAHREN [54].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 21: KOMPAKTREPAVE [54].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 22: MEHRTEILIGES REMIX-VERFAHREN [70].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 23: ASPHALTRECYLING-IN-PLANT [61].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 24: CHARGENMISCHANLAGE MIT ZUGABESTELLEN FÜR ASPHALTGRANULAT [65]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 25: ZUGABE VON AUSBAUASPHALT IN EINE TROMMELMISCHANLAGE [70]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 26: VERWENDUNG VON INDUSTR. NEBENPRODUKTEN IM STRASSENBAU [56]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 27: ZU PRÜFENDE EIGENSCHAFTEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM VERWENDUNGSZECK [56]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 28: ENTSORGUNGSKONZEPT [30].....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
ABB. 29: VORGANGSWEISE BEI ERSTELLUNG EINES ENTSORGUNGSKONZEPTES [30]	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

ABB. 30: ENTSORGUNGSKOSTEN [30].....**FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**