

Einsatz von Recyclingbaustoffen bei öffentlichen Bauten

Umsetzungskonzept / Massnahmenplan September 2010



Das Konzept wurde von der Arbeitsgruppe Recyclingbaustoffe der Regierung erstellt. Der Arbeitsgruppe gehörten folgende Personen an:

Andreas Büchel, Gemeindebauverwaltung Vaduz
Sven Bürzle, Amt für Umweltschutz
Beat Foser, Kies- und Betonwerk Foser AG
Beat Gassner, Baumeisterverband
Dieter Goop, Hochbauamt
Gerald Haas, Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung
Markus Verling, Tiefbauamt
Hansjörg Vogt, Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung

Administrative und inhaltliche Begleitung

Dirk Hengevoss, eco:xl, Rheinau 15, 9495 Triesen

Bezugsadresse

Amt für Umweltschutz Postfach 684 9490 Vaduz

Tel.: 236 61 87 www.aus.llv.li

Erlassen mit Beschluss der Regierung vom (RA 2010/2229)

Inhaltsverzeichnis

1	AUS	GANGSLAGE	5
2	ZIEL	SETZUNG	7
3	GRU	NDLAGEN	8
	3.1	GESETZLICHE GRUNDLAGEN	8
	3.2	PRAKTISCHE VOLLZUGSHILFEN UND NORMEN	
	3.3	FACHLICHE GRUNDLAGEN	
	3.3.1	1 Begriffe	8
	3.3.2		
	3.3.3		
	3.3.4	4 Verwendungsmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe	11
	3.4	ZUSAMMENARBEIT MIT DEN OSTSCHWEIZER KANTONEN, MIT VORARLBERG SOWIE DER SCHWEIZ, ÖSTERREICH UND	
	DEUTSCI	HLAND	13
4	MÖ	GLICHKEITEN ZUM EINSATZ VON RECYCLINGBAUSTOFFEN IN LIECHTENSTEIN	14
	4.1	RECYCLINGASPHALT	14
	4.2	RECYCLINGBETON	18
	4.3	Hinterfüllungen	20
5	STO	FFFLUSSANALYSE	21
6	KOS	TENSTRUKTUR DER HERSTELLUNG VON PRIMÄR- BZW. SEKUNDÄRBAUSTOFFEN	24
7	KON	IFLIKTPOTENZIALE	27
8	LÖSI	UNGSANSÄTZE	30
9	MAS	SSNAHMEN	39
	9.1	EVALUATION DER MASSNAHMEN	39
	9.2	EMPFEHLUNGEN UND WEITERES VORGEHEN	
LI	TERATU	R	43
Α	BKÜRZU	NGSVERZEICHNIS	44
Α	NHANG	1: KARTE EINSATZBEREICH VON LOSEN RECYCLINGBAUSTOFFEN (FLURABSTANDSKARTE –	
G	RUNDW	'ASSER)	45
Α	NHANG	2: FAKTENBLÄTTER	46
Α	NHANG	3: ZU BERÜCKSICHTIGENDE ASPEKTE EINER KOSTENDECKENDE FINANZIERUNG DES DEPONIEBETRIE	BES
•			69

Zusammenfassung

Nach sauberem Aushub sind mineralische Bauabfälle wie Beton- und Mischabbruch die mengenmässig weitaus grösste Fraktion der Bauabfälle. Im Jahr 2007 wurden in Liechtenstein 207 Gebäudeabbrüche und –umbauten bewilligt und diverse Strassenbauarbeiten durchgeführt, wobei ca. 47'000 m³ mineralische Bauabfälle in Form von Beton-, Mischabbruch und Ausbauasphalt anfielen. Neben 36'000 m³ Beton- und Mischabbruchabfällen aus dem Hochbau wurden im Tiefbau etwa 11'000 m³ Ausbauasphalt abgetragen. Die Zahlen unterliegen, abhängig von der fluktuierenden Bautätigkeit, starken jährlichen Schwankungen. Im Interesse der Schonung von natürlichen Rohstoffressourcen und eines sparsamen Umgangs mit dem nur begrenzt zur Verfügung stehenden Deponieraums, sollen mineralische Bauabfälle nach Möglichkeit wiederverwertet werden.

Die Nachfrage nach Recyclingbaustoffen hält sich in Liechtenstein aus verschiedenen Gründen in Grenzen. Im Sinne einer funktionierenden Materialkreislaufbewirtschaftung muss die heute noch zaghafte Nachfrage nach Recyclingbaustoffen verbessert werden. Als Bauherr grösserer Bauprojekte trägt die öffentliche Hand am Funktionieren der Materialkreislaufbewirtschaftung eine besondere Verantwortung und hat somit bei der gezielten Nachfrage und Verwendung von Recyclingbaustoffen eine wichtige Vorbildfunktion zu erfüllen.

Im Jahr 2008 führte der Baumeisterverband Liechtenstein einen "Baumeister-Apéro" zum Thema Baustoff-Recycling durch und machte damit auf die verschiedenen Aspekte des Recyclings in diesem Bereich aufmerksam. Zur Verbesserung der Situation hat das Amt für Umweltschutz (AFU) Kontakt mit dem Hochbauamt (HBA), dem Tiefbauamt (TBA), der Liechtensteinischen Ingenieur- und Architektenvereinigung (LIA), dem Baumeisterverband, Vertretern von Industrie und Gewerbe und der Liechtensteinischen Gesellschaft für Umweltschutz (LGU) aufgenommen. Alle Betroffenen waren sich einig, dass langfristig der Einsatz von Recyclingbaustoffen zu erhöhen ist und ein gemeinsam erarbeitetes Umsetzungskonzept für die öffentliche Hand diesbezüglich einen wesentlichen Fortschritt ermöglicht. Die Regierung hat daraufhin eine Arbeitsgruppe zur Erarbeitung eines Umsetzungskonzeptes für den Einsatz von Recyclingbaustoffen bei öffentlichen Bauten eingesetzt (RA 2008/1766-8847).

Das vorliegende Umsetzungskonzept bzw. der Massnahmenplan als Resultat dieser Arbeit soll der Regierung sowie den zuständigen Behörden von Land und Gemeinden beim Einsatz von Recyclingbaustoffen bei öffentlichen Bauten dienen. Es werden die Ist-Situation in Liechtenstein skizziert, Konfliktpotenziale zwischen verschiedenen Interessengruppen aufgezeigt und mögliche Lösungsansätze und Massnahmen formuliert, die in Liechtenstein umgesetzt werden und zu einer Verbesserung der Situation führen sollen. Die folgenden fünf Massnahmen zur Erhöhung der Nachfrage von Recyclingbaustoffen sollen umgesetzt werden:

- 1. Wo technisch möglich Recyclingbaustoffe bei Ausschreibungen von öffentlichen Aufträgen vorschreiben
- 2. Schulungen, Informationen, Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten zum Thema Baustoffrecycling organisieren und unterstützen
- 3. Abklärungen zu einer schrittweisen Erhöhung der Deponiegebühren einleiten
- 4. Wo technisch möglich und wirtschaftlich tragbar, den Recyclinganteil in Strassenbelägen erhöhen
- 5. Karte über den minimalen Grundwasserabstand von 2 Metern zur Verwertung von mineralischen Bauabfällen anpassen, um den Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen zu erweitern

Durch diese Massnahmen soll der Einsatz von hochwertigen Recyclingbaustoffen gezielt gefördert werden.

1 Ausgangslage

Im Jahr 2007 wurden in Liechtenstein 207 Gebäudeabbrüche und -umbauten (öffentliche und private) bewilligt und diverse Strassenbauarbeiten durchgeführt. Dabei fielen ca. 47'000 m³ mineralische Bauabfälle in Form von Beton-, Mischabbruch und Ausbauasphalt an. Die Zahlen unterliegen, abhängig von der Bautätigkeit, jährlichen Schwankungen und sind deshalb nur bedingt als Jahresanfall zu verwenden. Dieses Material wird auf der Baustelle vorsortiert und anschliessend in Aufbereitungsanlagen durch verschiedene Sortier-, Brech- und Reinigungsstufen zu definierten Recyclingbaustoffen, wie z.B. Betongranulat, Mischabbruchgranulat, Recyclingkiessande aufbereitet oder auf einer Deponie endgelagert.

Neben den Beton- und Mischabbruchabfällen aus dem Hochbaubereich, fielen im Tiefbau etwa 11'000 m³ Ausbauasphalt an.

Beim Abbruch entstehen nebst den bereits genannten Abfallfraktionen auch andere Bauabfälle wie Altholz, Alteisen, Plastik etc. an. Diese - sowie Bodenaushub - werden im Rahmen dieses Konzeptes nicht weiter berücksichtig.

Liechtenstein verfügt aktuell über acht bewilligte stationäre Recyclinganlagen zur Aufbereitung von mineralischen Bauabfällen. Die Aufbereitungsanlagen benötigen gemäss Art. 42 USG für ihren Betrieb eine abfallrechtliche Bewilligung des Amtes für Umweltschutz, in welcher neben Auflagen betreffend die Platzanforderungen und den Betrieb, auch die Qualitätsanforderungen an die Produkte und die Qualitätskontrollen und Berichtspflichten detailliert vorgeschrieben werden. Der Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband der Schweiz (ARV) sowie der Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB) kontrollieren im Auftrag des Amtes für Umweltschutz jährlich im Rahmen einer Branchenlösung die Aufbereitungsanlagen auf die Einhaltung der Auflagen und der geltenden Normen und Gesetze sowie den Stand der Technik.

Die Qualität sowie die Verwendungsmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe sind in der Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen (Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2006) sowie in verschiedenen Schweizer Normen des VSS klar geregelt. Geprüfte Recyclingbaustoffe eignen sich für den Einsatz in verschiedenen Bereichen im Tiefbau wie auch im Hochbau. Mineralische Recyclingbaustoffe dürfen in loser Form in Grundwasserschutzzonen und –arealen nur mit Bewilligung der zuständigen Behörden eingesetzt werden. Für Verwendungen, bei denen ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht auszuschliessen ist, dürfen sie nicht eingesetzt werden. Dies entspricht in der Regel einem Mindestabstand vom Grundwasser von 2 m. In Liechtenstein bedeutet dies eine starke Einschränkung für den Einsatz von losen Recyclingbaustoffen im Talraum (siehe Anhang 1).

Die Qualitätskontrolle bei den Recyclingbetrieben in Liechtenstein umfasst folgende Punkte:

- Einhaltung der einschlägigen Normen. Dies wird vom AFU verbindlich vorgeschrieben und überwacht
- Kontrolle der Aufbereitungsanlagen durch das Brancheninspektorat des ARV sowie des FSKB im Auftrag des AFU. Bei erfolgreicher Prüfung wird durch den ARV das Einhalten der Qualitätskriterien mit einem Güteattest bestätigt.
- Regelmässige Bestätigung der Qualität der Recyclingbaustoffe durch ein unabhängiges anerkanntes Prüflabor, welches sowohl die Probenahme wie auch die Analyse vornimmt.
- Bei Bedarf zusätzliche Stichprobenkontrollen, veranlasst durch das Amt für Umweltschutz.
- Überwachung der Materialflüsse mittels Online-Materialbuchhaltung durch das Amt für Umweltschutz.

Der Betreiber einer Aufbereitungsanlage hat dem Abnehmer von Recyclingbaustoffen ein Deklarationsblatt abzugeben, auf welchem er die Qualität des Produktes nachvollziehbar bestätigt
und auf die Verwendungsmöglichkeiten und -einschränkungen hinweist. Die Deklaration dient
auch als Ausweis für die Verwendungsmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe auf der Baustelle.

Bewilligte Aufbereitungsanlagen, welche die jährlichen Qualitätskontrollen erfüllen, werden vom Amt für Umweltschutz unter anderem auf der Internetseite www.abfall.ch veröffentlicht.

Durch diese Qualitätskontrollen kann heute sichergestellt werden (allfälliger Missbrauch ausgenommen), dass der Bauherr ein den Anforderungen entsprechend hochwertiges Produkt erhält und ihm eine qualitativ gleichwertige Alternative zu Primärbaustoffen zur Verfügung steht.

Im Rahmen der Abfallfachstellengruppe der Ostschweiz und Liechtenstein wurden in den letzten zwei Jahren Faktenblätter für den einheitlichen Vollzug in der Ostschweiz und dem FL geschaffen. Diese Faktenblätter dienen als Grundlage für die Vollzugsbehörden und umschreiben unter anderem die Anforderungen an Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle sowie die Qualitätsanforderungen und Deklaration von Recyclingbaustoffen.

Die Aufbereitungsanlagen (Recyclingbetriebe) in Liechtenstein können durch ihre Tätigkeit wesentlich zu einer nachhaltigen Materialkreislaufbewirtschaftung beitragen. Ausserdem wird durch das Recycling von mineralischen Bauabfällen wertvoller Deponieraum gespart, Primärressourcen werden geschont und die Landschaft kann vor Eingriffen bewahrt werden. Trotzdem werden Recyclingbaustoffe nur in beschränktem Umfang und meist für Anwendungen mit geringen bautechnischen Anforderungen verwendet.

Aktuell wird in Liechtenstein der grösste Teil des eingesetzten Beton- und Mischabbruchgranulats sowie weiterer Recyclingkiessande in loser Form, d.h. als Schüttmaterial in Hoch- und Tiefbau verwendet. Für den Einsatz dieser Materialien als Zuschlagstoff in der Betonproduktion in Form von Recyclingbeton gibt es in Liechtenstein nur vereinzelte Beispiele. Besonders schwierig ist der Absatz von Mischabbruchgranulat.

In der Schweiz wird Recyclingbeton von innovativen Unternehmungen vermehrt verwendet um ganze Wohnsiedlungen, Schulhäuser, Industrie- und Gewerbebauten mit Recyclingbeton zu erstellen. Insbesondere ist das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich bestrebt, in Zukunft möglichst alle städtischen Neubauten mit diesem nachhaltigen Baustoff zu erstellen.

Asphaltgranulat wird zum grössten Teil der Belagsaufbereitungsanlage (Belag AG) in Triesen zugeführt. Aufgrund der Problematik der übervollen Lager bei den Asphaltentsorgungsanlagen in Liechtenstein, musste Anfang 2006 die Annahme von Asphalt vorübergehend eingestellt und die Entsorgung musste über Entsorgungsanlagen in der Schweiz organisiert werden. Das Tiefbauamt hat im Frühjahr 2006 zur Förderung der Recyclingbeläge zusammen mit der Belag AG, Triesen, der MOAG AG, Mörschwil, und der Prüflabor AG, Mörschwil, die Tabelle der Regelquerschnitte überarbeitet. Der mögliche Recyclingasphaltanteil in Belägen wurde für sämtliche Strassentypen und Lastklassen soweit wie möglich angehoben. Grundlage dazu bilden die jeweils gültigen Normen und Merkblätter der VSS (Verband Schweizerischer Strassen- und Verkehrsfachleute). Die ausschreibenden Behörden und Ingenieurbüros wurden durch das Tiefbauamt aufgefordert, die vorgeschlagenen Beläge mit den angegebenen Recyclinganteilen in ihre Submissionen aufzunehmen und zu verwenden.

2 Zielsetzung

Damit die Materialkreislaufbewirtschaftung nachhaltiger funktionieren kann, ist es von fundamentaler Bedeutung, dass Recyclingbaustoffe eingesetzt werden. Die Nachfrage hält sich jedoch aus verschiedenen Gründen in Grenzen:

- schlechte Erfahrung mit der Materialqualität in der Vergangenheit,
- allgemeine Vorurteile gegenüber Recyclingbaustoffen,
- bautechnische Fragestellungen,
- Konkurrenzfähigkeit der Preise, etc.

Auf den Lagerplätzen der Recyclingbetriebe türmen sich dementsprechend die Recyclingbaustoffe. Von Seiten der Betreiber der Recyclinganlagen wird immer wieder die fehlende Unterstützung, bzw. Nachfrage durch Land und Gemeinden kritisiert. Im Sinne einer funktionierenden Materialkreislaufbewirtschaftung muss die heute noch zaghafte Nachfrage nach Recyclingbaustoffen unbedingt verbessert werden. Als Bauherr grösserer Bauprojekte trägt die öffentliche Hand am Funktionieren der Materialkreislaufbewirtschaftung eine besondere Verantwortung und hat somit bei der gezielten Nachfrage und Verwendung von Recyclingbaustoffen eine wichtige Vorbildfunktion zu erfüllen. Ziel des Umsetzungskonzeptes ist es, durch das frühzeitige Einbeziehen von einschlägigen Anforderungen in Ausschreibungsund Vertragsunterlagen und weiterer Massnahmen den Einsatz von hochwertigen Recyclingbaustoffen gezielt zu fördern. Dabei müssen aber die anfallende Menge und die Einsatzmöglichkeiten mitberücksichtigt werden. In der Regel ist ein Einsatz des Materials zu gleichen Zwecken wie bei der erstmaligen Verwendung und ein mehrmaliges Recycling anzustreben.

Der anfallende Bauschutt soll in Liechtenstein als Recyclingbaustoff möglichst in gebundener Form eingesetzt werden. Auf Ex- und Importe aus und in die Schweiz und Vorarlberg soll verzichtet werden, um die Transportdistanzen kurz zu halten.

3 Grundlagen

3.1 Gesetzliche Grundlagen

Gesetze

- Umweltschutzgesetz (USG), LGBl. 2008 Nr. 199 (LR Nr. 814.01) und dessen nachgeordnete Verordnungen
- Baugesetz, LGBI. 2009 Nr. 44 (LR Nr. 701.0)

Aufgrund des Zollvertrags im Fürstentum Liechtenstein anwendbare schweizerische Rechtsvorschriften:

Technische Verordnung über Abfälle vom 10. Dezember 1990 (TVA), SR 814.600¹

3.2 Praktische Vollzugshilfen und Normen

- Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (BAFU 2006)
- Wegleitung Grundwasserschutz (BAFU 2004)
- Normen:
 - SN 670 062 Recycling; Allgemeines
 - SN 670 141 Recycling; Ausbauasphalt
 - SN 670 142 Recycling; Strassenaufbruch
 - SN 670 143 Recycling; Betonabbruch
 - SN 670 144 Recycling; Mischabbruch
 - SN 670 800c Mineralische Baustoffe; Probenahme
 - SN EN 206-1:2000 Beton
 - SIA 162/4 Recyclingbeton
 - SIA 430 Entsorgung von Bauabfällen
- SIA Merkblatt 2030, Recyclingbeton
- Empfehlung KBOB Beton aus recyclierter Gesteinskörnung (KBOB 2007)

3.3 Fachliche Grundlagen

3.3.1 Begriffe

Gemäss Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen werden die vier mineralischen Bauabfallkategorien Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch und Mischabbruch unterschieden. Die einzelnen Abfallfraktionen sind wie folgt definiert:

Ausbauasphalt

Ausbauasphalt ist der Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen eines Asphaltbelages gewonnene kleinstückige Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallende Aufbruchasphalt.

¹ Die TVA befindet sich zur Zeit in der Totalrevision

Strassenaufbruch

Strassenaufbruch ist der Oberbegriff für das durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundationsschichten und von stabilisierten Fundations- und Tragschichten gewonnene Material.

Betonabbruch

Betonabbruch ist das durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonkonstruktionen und -belägen gewonnene Material.

Mischabbruch

Mischabbruch ist ein Gemisch von ausschliesslich mineralischen Bauabfällen von Massivbauteilen wie Beton, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk.

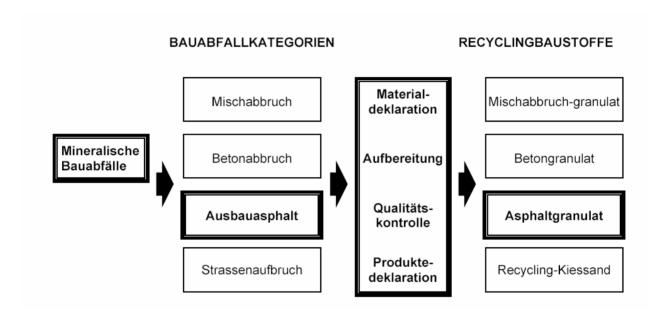


Abbildung 1: Begriffe der Bauabfälle und Recyclingbaustoffe

3.3.2 Aufbereitung der mineralischen Bauabfälle

Die Aufbereitung von mineralischen Bauabfällen umfasst alle Tätigkeiten wie Sortieren, Ausscheiden von unerwünschten Verunreinigungen, Brechen und Klassieren. Ziel der Aufbereitung ist die Herstellung von Recyclingbaustoffen, die sowohl ökologische wie auch bautechnische Anforderungen erfüllen.

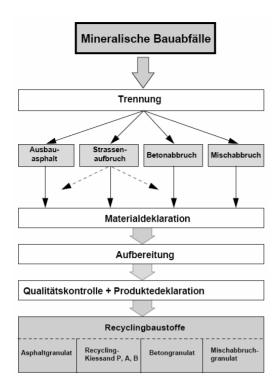


Abbildung 2: Aufbereitung mineralischer Bauabfälle

3.3.3 Recyclingbaustoffe

Bei der Aufbereitung der vier Bauabfallkategorien entstehen sechs Recyclingbaustoffe:

- 1. Asphaltgranulat
- 2. Recycling-Kiessand P
- 3. Recycling-Kiessand A
- 4. Recycling-Kiessand B
- 5. Betongranulat
- 6. Mischabbruchgranulat

Zum Erreichen bestimmter bautechnischer Eigenschaften müssen die Recyclingbaustoffe die Qualitätsanforderungen (Materialzusammensetzung) gemäss nachstehender Abbildung erfüllen. Dies ist vor allem bei der Zugabe von Betongranulat bei der Recyclingbetonherstellung sowie von Asphaltgranulat bei der Recyclingasphaltherstellung von grosser Bedeutung.

Bauabfallkategorie					
	Ausbauasphalt	Kiessand	Betonabbruch	Mischabbruch	Fremdstoffe
Recyclingbaustoffe					
Asphaltgranulat	80	20	:	2	0.3*
Recycling-Kiessand P	4	95	4	1	0.3
Recycling-Kiessand A	20	80	4	1	0.3
Recycling-Kiessand B	4	80	20	1	0.3
Betongranulat	3**	9	5	2	0.3
Mischabbruchgranulat	3		97		0.3 ohne Gips 1% Gips, 1% Glas

	Hauptgemengeanteil. minimale Massenprozente Nebengemengeanteil. maximale Massenprozente
Fremdstoffe	maximale Gesamtanteile in Massenprozent (Holz, Papier, Kunststoffe, Metalle, Gips,)
*	Asphaltgranulat, welches heiss aufbereitet wird, darf aus bautechnischen Gründen keine Fremstoffe enthalten
**	Betongranulat, welches als Zuschlagsstoff für klassifizierten Beton vorgesehen ist, darf keinen Ausbauasphalt enthalten

Abbildung 3: Qualitätsanforderungen an Recyclingbaustoffe

Können die Qualitätsanforderungen nicht erreicht werden, müssen die Materialien entweder einer weiteren Aufbereitung zugeführt oder TVA-konform entsorgt werden.

3.3.4 Verwendungsmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe

Die Materialien sollten grundsätzlich wieder für denselben Zweck eingesetzt bzw. zum gleichen Recyclingbaustoff verarbeitet werden (z.B. Asphaltgranulat zu Asphalt; Betongranulat zu Beton).

Die Verwendungsmöglichkeiten für die Recyclingbaustoffe gemäss Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle sind in Abbildung 4 dargestellt. Der Einsatz kann in gebundener (hydraulisch oder bituminös) oder in loser Form (mit oder ohne Deckschicht) erfolgen. Als Deckschicht gelten bindemittelgebundene Schichten (Asphaltgranulat, Betonbelag), welche die Durchsickerung des gesamten Recyclingbaustoffs mit Niederschlägen verhindert. Kalt eingebrachtes und gewalztes Asphaltgranulat ist dem Verwerten "in gebundener Form" nicht gleichgestellt.

Verwendungs- möglichkeiten	Einsatz in I	oser Form	Einsatz in gebundener Form		
Recyclingbaustoffe	ohne Deckschicht	mit Deckschicht	hydraulisch gebunden	bituminös gebunden	
Asphaltgranulat	*	**			
Recycling-Kiessand P					
Recycling-Kiessand A					
Recycling-Kiessand B					
Betongranulat					
Mischabbruchgranulat					
**	Verwendung möglich Verwendung möglich bituminöser Decksch Verwendung nicht zu	mit der Einschränkung: nicht	: als Planiematerial unter		
*		glich, wenn die Schichts naltgranulat gewalzt wird			

Abbildung 4: Verwendungsmöglichkeiten von Recyclingbaustoffen

Für alle mineralischen Recyclingbaustoffe gelten nachstehende generelle Verwendungseinschränkungen, um den Schutz der Gewässer gewährleisten zu können:

- a) Mineralische Recyclingbaustoffe dürfen in loser Form in Wasserschutzgebieten nicht eingesetzt werden. Eine Bewilligung darf nur erteilt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Recyclingbaustoffe die Anforderungen der Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle erfüllen und die geltenden Gewässerschutzvorschriften eingehalten sind. Recyclingbaustoffe dürfen für Verwendungen, bei denen ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht auszuschliessen ist, nicht eingesetzt werden. Dies entspricht in der Regel einem Mindestabstand vom Grundwasser von 2 Metern. So ist vor allem die Verwendung von mineralischen Recyclingbaustoffen für Sicker- und Drainageschichten nicht gestattet.
- b) Mit Ausnahme von Recycling-Kiessand P sind Damm- und Geländeaufschüttungen mit mineralischen Recyclingbaustoffen verboten. Für solche Vorhaben soll unverschmutztes Aushubmaterial verwendet werden.
- c) Mit Ausnahme von Recycling-Kiessand P darf beim Einbau von mineralischen Recyclingbaustoffen die Schichtstärke 2 Meter nicht überschritten werden.

In Anhang 1 ist der Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen aufgrund des Mindestabstandes von 2 Metern zum Grundwasser sowie des Verbotes vom Einsatz in Wasserschutzgebieten rot in der Karte dargestellt. Der Einsatz von Recyclingbaustoffen in gebundener Form (Recyclingbeton, Asphalt) ist in diesen Gebieten dennoch möglich.

3.4 Zusammenarbeit mit den Ostschweizer Kantonen, mit Vorarlberg sowie der Schweiz, Österreich und Deutschland

Die Umweltverantwortlichen der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein treffen sich regelmässig, um über aktuelle Themen und Probleme zu diskutieren. Zusätzlich finden jährlich zwei Treffen mit allen Schweizer Kantonen statt.

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein haben zusammen den Vollzugsordner "Abfall & Ressourcen" erstellt. Die Hauptzielsetzungen waren dabei die folgenden:

- Grundlagen für die kantonalen Vollzugsbehörde bereitstellen
 - zur Übersicht über den Vollzug der Gesetzgebung
 - zur Erarbeitung eines gemeinsamen Verständnisses zur Abstimmung des Vollzugs unter den Kantonen der Ostschweiz und des Fürstentums Liechtenstein bei der Auslegung und Umsetzung der Vorschriften
- Übersicht schaffen über verbleibende Differenzen und Lücken im Vollzug sowie Festlegen des weiteren Vorgehens.

Hauptzielpublikum sind somit die kantonalen Behörden. Ihnen soll der Vollzugsordner "Abfall & Ressourcen" als konkretes Hilfsmittel im täglichen Vollzug dienen. Der Vollzugsordner richtet sich aber auch an die übrigen Akteure im Abfallwesen wie Anlagenbetreiber, Entsorgungsunternehmen etc. und wird gemäss Entscheid der KVU-Ost über Internet zugänglich gemacht (www.kvu.ch).

Im Vollzugsordner werden unter anderem Themen im Bereich Bauabfälle behandelt und die Anforderungen in Faktenblättern festgehalten. Damit sollten die Harmonisierung und die Gleichbehandlung in den einzelnen Kantonen im Bereich Abfall gewährleistet sein (siehe Anhang 2).

Jährlich treffen sich Deutschland, Österreich, die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein, um sich über aktuelle Themen im Abfallbereich auszutauschen. Eine Zusammenarbeit zwischen dem Vorarlberg und Liechtenstein ist durch unterschiedliche Grenzwerte und Anforderungen an die Recyclingbaustoffe erschwert. In Österreich liegt der Grenzwert von PAK beim Ausbauasphalt zum Beispiel bei 20 ppm, wobei er in der Schweiz und Liechtenstein bei 5'000 ppm liegt. Dadurch ergeben sich andere Voraussetzungen und Handhabungen von Abfällen und derer Verwertung, Behandlung und Entsorgung.

4 Möglichkeiten zum Einsatz von Recyclingbaustoffen in Liechtenstein

4.1 Recyclingasphalt

Die Verwendung von Ausbauasphalt (Recycling) ist in der Norm SN 670 141, welche vom VSS, der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute publiziert wurde, geregelt. Diese Norm bezieht sich ihrerseits wiederum auf die BAFU-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Zudem sind die Richtlinien im Umgang mit teerhaltigem Ausbauasphalt zu beachten.

SN 670 141 empfiehlt die Verwendung von Asphaltgranulaten zur Herstellung von Recyclingmischgut, da bei dieser Aufbereitung sowohl die Mineralstoffe verwertet, wie auch die Bindemittel reaktiviert werden können.

Materialien

Ausbauasphalt ist der Oberbegriff für durch Fräsen oder Aufbrechen von bituminös gebundenen Schichten anfallendes Material.

Asphaltgranulat ist durch das Brechen von Ausbauasphalt gewonnener Recyclingbaustoff (max. 32 mm Stückgrösse). Dieses darf höchstens 10 Massenprozente Kiessandanteile enthalten.

Recyclingmischgut ist ein bituminöses Mischgut, welchem ein bestimmter Anteil an Asphaltgranulat beigemischt wurde. Das Asphaltgranulat kann bei der Produktion von Heissmischgut einerseits heiss oder kalt beigemischt werden. Andererseits kann Kaltmischgut aus Asphaltgranulat und Bitumenemulsion hergestellt werden.

Asphaltgranulat kann ebenfalls ungebunden oder hydraulisch gebunden eingesetzt werden. SN 670 141 empfiehlt aus Gründen der Sortenreinheit und des Umweltschutzes auf das hydraulische Stabilisieren zu verzichten.

Aufbau

Eine Strasse besteht aus ein oder meistens mehreren Schichten. Je nach Beanspruchung sind die unterschiedlich dick. Die sind von oben bis unten:

- Deckschicht
- Tragschicht
- Fundationsschicht
- Planie

Die Deckschicht und die Tragschicht sind gebunden. Die Fundationsschicht kann gebunden oder ungebunden (Kies) sein. Die Deckschicht muss abdichten, um die Strasse vor schädlichen Einflüssen von eindringendem Wasser zu schützen. Ferner soll sie eine griffige und ebene Fahrbahn geben. Tragschicht und Fundationsschicht erhöhen die Tragfähigkeit der Strasse. Die Fundationsschicht verleiht dem Strassenkoffer zudem eine ausreichende Höhe, damit die Kälte nicht die Planie erreicht und Frosthebungen entstehen. Die Planie entspricht dem verdichteten Untergrund.

	Sehr schwere Belastung (T5)	Sehr leichte Belastung (T1)
Deckschicht	4	4
Tragschicht	11	-
Fundationsschicht	15	9

Tabelle 1: Schichtstärken für Aufbau mit Fundationsschicht in cm (SN 640 324a und SN 640 430b)

Einsatz von Asphaltgranulat

Loses Asphaltgranulat muss laut Norm unterhalb gebundener Schichten unter Einhaltung des Grundwasserabstands von 2 Metern eingebaut werden.

Auf Grund der Qualitätsanforderung für die verschiedenen Schichten und der Herstellungsverfahren kann mehr oder weniger Asphaltgranulat beigemischt werden (siehe Tabelle 1). Bei der Kaltzugabe wird das kalte Asphaltgranulat den auf hohe Temperaturen erwärmten Mineralstoffen beigemischt. Um thermische Schäden der Mineralstoffe und des Bitumens zu verhindern, ist die maximal mögliche Menge allerdings beschränkt. Die Warmzugabe erlaubt, da das Asphaltgranulat vor dem Mischprozesse selbst auf 120-140°C erwärmt wird, die Beimischung eines wesentlich grösseren Anteils an Asphaltgranulat.

	Kaltzugabe	Warmzugabe
Deckschicht	10-15	20-30
Tragschicht	15-25	30-60
Fundationsschicht	20-30	50-80

Tabelle 2: Zulässiger Anteil Asphaltgranulat in Heissmischgut in verschiedenen Schichten für Warm und Kaltzugabe laut SN 670 141 in %

Wie die obige Tabelle verdeutlicht ist die Warmzugabe gegenüber der Kaltzugabe zu bevorzugen. Die angegebenen Werte für Deckschichten gelten nur bei Verwendung von Asphaltgranulat, das durch Fräsen definierter Deckschichten gewonnen worden ist. Bei hochfesten Deckschichten, wie sie in Landstrassen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen und entsprechend hoher Belastung verwendet werden, ist die Zugabe von Asphaltgranulat derzeit nicht möglich.

Das Land Liechtenstein sowie einige Gemeinden verlangen in ihren Belagsarbeiten bereits seit einiger Zeit die obigen Mengen an Asphaltgranulat (in Tragschichten 50%, in Binderschichten 30% und in weniger belasteten Deckschichten ebenfalls 30%).

Da die Anlagenbetreiber noch nicht im Stande sind, Heissmischfundationsschichten mit hohem Recyclinganteil zu produzieren, sind die Preise für Heissmischfundationsschichten nahezu identisch mit denjenigen von Tragschichten. Unter diesen Umständen ziehen die Bauherren ein Aufbau mit Tragschicht vor und es werden wenige Heissmischfundationsschichten ausgeschrieben.

Unter einer Kaltmischfundationsschicht versteht man Kaltmischgut, welches aus kalten bituminösen Bindemittel und mineralischen Baustoffen (vor allem Ausbauasphalt) zusammengesetzt ist. Die Aufbe-

reitung des Mischgutes erfolgt meist zentral, ist für ganz grosse Mengen (wie sie aber in Liechtenstein nicht vorkommen) auch auf der Baustelle möglich. Bei der Verarbeitung und dem Einbau einer KMF gelten dieselben Kriterien wie beim übrigen bituminösen Belagseinbau.

Der Vorteil einer KMF ist, dass für deren Herstellung bis zu 90% Asphaltgranulat verwendet werden können. Erste Feldversuche durch das Tiefbauamt in Liechtenstein haben gezeigt, dass der Einbau einer KMF technisch problemlos ist und die erzielten Festigkeiten sehr gut waren. Dennoch müssen für die Verwendung von Kaltmischfundationen einige Einschränkungen gemacht werden:

- Eine KMF im besiedelten Gebiet, im Bereich von gepflasterten Randabschlüssen bedingt einen erheblichen Mehrverbrauch an Beton bei den Randabschlüssen. Dies wirkt sich negativ auf die Baukosten aus.
- Die Kosten für den Einbau einer KMF sind gegenüber der Verwendung von Primärmaterial (Kiessand) höher.
- Die Tragfähigkeit von heiss aufbereiteten Schichten sind höher als diejenigen von KMF: diejenige einer Heissmischfundationsschicht ist um 20% höher als eines KMF; diejenige einer Tragschicht um 50% höher.
- Derzeit ist der Bezug von KMF nur ab Mörschwil SG möglich. Dies führt zu erheblichen Mehrkilometern beim Transport, was die Umweltbilanz wiederum negativ beeinflusst.

Dennoch erscheint die Verwendung von KMF als eine sehr sinnvolle Variante zum Recycling von Ausbauasphalt. Primär ist deren Einsatz für Strassen ausserhalb des besiedelten Gebietes angezeigt. Aber auch im Bereich von Gemeindestrassen ist der Einsatz von KMF als Kiessandersatz sehr gut möglich, wobei hierbei immer auch die Frostdimensionierung zu beachten ist.

Gerade für Gemeindestrassen wäre die Verwendung von KMF als Belagsersatz denkbar. Anstelle eines konventionellen Aufbaus mit Trag-, Binder- und Deckschicht kann ein Aufbau KMF -- Tragschicht -- Deckschicht gewählt werden! Mit einem solchen Aufbau könnten zudem die Mehrkosten der KMF weitgehend kompensiert werden. Entscheidend bleibt allerdings auch in diesem Fall die Dimensionierung des Strassenaufbaus nach der Norm. Dabei ist neben der Tragfähigkeitsbemessung immer auch eine Frostdimensionierung durchzuführen.

Das grösste Hemmnis zur Verwendung von KMF stellt neben geringer Erfahrung bei den Ingenieuren respektive der Skepsis der Entscheidungsträger auf Gemeindeebene derzeit sicherlich die Verfügbarkeit in der Nähe dar. Die grossen Transportdistanzen von Mörschwil her stehen im völligen Gegensatz zum ökologischen Recyclinggedanken bei der Verwendung von KMF.

Asphaltgranulat darf laut SN 670 141 unterhalb gebundener Schichten unter Einhaltung des Grundwasserabstands von 2 Metern auch lose eingebaut werden. Es ist aber nur schwer und unter grossen Einschränkungen hinsichtlich der Schichtdicke und dem optimalen Wassergehalt zu verdichten. Aus heutiger Sicht ist eine Verwendung als Fundationsschicht dementsprechend technisch nicht sinnvoll möglich. Asphaltgranulat eignet sich für die Herstellung von Planiematerial auf die Fundationsschichten. Dennoch ist aufgrund der schwierigen Verdichtbarkeit und unter dem Aspekt der Vermischung von losem Primärmaterial mit Asphaltgranulat von der Verwendung als Planiematerial abzuraten.

Verwendung von Asphaltgranulat auf Alp-, Wald- und Güterstrassen

Bei der Verwendung von Recyclingasphalt im Güterwegebau müssen die Belange des Gewässer-, Landschafts- und naturschützerische Aspekte berücksichtigt werden.

Verwendungseinschränkungen aus gewässerschutztechnischer Sicht

Weiters sind nachstehende generelle Verwendungseinschränkungen zu beachten, um den Schutz der Gewässer gewährleisten zu können:

In loser Form in Wasserschutzgebieten (Grund- und Quellwasserschutzzonen) ist die Verwendung verboten.

- a) Die Verwendung des Recyclingmaterials für Sicker- oder Drainageschichten ist nicht gestattet.
- b) In Fällen, bei denen ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht auszuschliessen ist, ist die Verwendung in loser Form verboten. Der Mindestabstand vom höchsten Grundwasserstand hat in der Regel zwei Meter zu betragen. Das Amt für Umweltschutz kann im Einzelfall einen reduzierten Flurabstand genehmigen.

Verwendung von Ausbauasphalt ausserhalb der Siedlungsgebiete

Laut Gesetz zum Schutz von Natur und Landschaft (LGBI. 1996 Nr. 117) gelten die Errichtung oder wesentliche Änderung von Strassen und Wegen als Eingriffe in Natur und Landschaft und bedürfen der Bewilligung der Gemeinde nach Rücksprache mit der Regierung. Eingriffe in Natur und Landschaft werden nur bewilligt, wenn Beeinträchtigungen vermieden werden können und die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft nicht überwiegen.

Die Beurteilung von Eingriffen hängt davon ab, ob und wie die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder das Landschaftsbild beeinträchtigt werden. Neben diesen Aspekten sind auch die Bedürfnisse der Benutzer (z.B. Landwirtschaft, Erholungsnutzung) sowie die technische und wirtschaftliche Notwendigkeit (siehe unten) nachzuweisen.

Fazit: Ausserhalb der Siedlungsgebiete darf Ausbauasphalt nur verwendet werden, wenn sowohl der Bedarf als auch die technische und wirtschaftliche Notwendigkeit nachgewiesen sind und die Anforderungen von Natur und Landschaft in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes nicht überwiegen.

Verwendung von Ausbauasphalt in rechtlich verbindlichen Naturschutzgebieten und Schutzobjekten

In mit Verordnung geschützten Naturschutzgebieten überwiegen die Belange von Natur und Landschaft. Es sind die Bestimmungen der jeweiligen Verordnung massgebend. Diese Bestimmungen sind in den einzelnen Verordnungen unterschiedlich formuliert. Generell kann jedoch gesagt werden, dass innerhalb der rechtlich verbindlichen Naturschutzgebiete kein Ausbauasphalt verwendet werden darf.

Auch auf Flächen und Objekten gemäss dem Inventar der Naturvorrangflächen überwiegen die Belange von Natur und Landschaft. Dieses Inventar ist Behörden anweisend. Das äussert sich auch darin, dass Eingriffe laut dem Gesetz zum Schutz von Natur und Landschaft (LGBI. 1996 Nr. 117) in Inventarobjekte der Bewilligung von Regierung und Gemeinde bedürfen. Eingriffe in Inventarobjekte können nur bewilligt werden, wenn bei der Abwägung aller Anforderungen die Belange von Natur und Landschaft nicht überwiegen.

Fazit: Innerhalb der rechtlich verbindlichen Naturschutzgebiete sowie auf Flächen und Objekten gemäss dem Inventar der Naturvorrangflächen darf kein Ausbauasphalt verwendet werden.

Technische und wirtschaftliche Notwendigkeiten

Als Kriterium für die Überprüfung der technischen Notwendigkeit gilt primär das Ausmass der Beanspruchung einer Strassenoberfläche bezüglich Erosion. Diese ist abhängig von den Niederschlagsverhältnissen (Starkregen, Schmelzwasser) und kann einerseits bei Fahrbahnen mit sehr kleinem (bis 2 %)

und andererseits sehr grossem Gefälle (ab ca. 10 %) zum Problem werden, insbesondere in Hanglagen mit erheblichem seitlichem Wasserzufluss. Auch die Lage innerhalb oder ausserhalb des Waldes und damit die Besonnung (Staubentwicklung) sowie die Verkehrsbelastung (Menge und Art der Fahrzeuge) sind massgebliche Grössen für die Beanspruchung der Fahrbahnoberfläche.

Die wirtschaftliche Notwendigkeit ergibt sich aus dem Vergleich der Baukosten, der Lebensdauer sowie der jährlichen Unterhaltsaufwendungen aller Ausführungsvarianten. Dabei sind diese Erhebungen unter Berücksichtigung aller Aspekte, insbesondere auch die Verfügbarkeit der erforderlichen Materialien, zu treffen.

Empfehlungen

- Die Entscheidungsträger auf Landes- und Gemeindeebene sowie die Ausschreibenden sind verstärkt für die Problematik zu sensibilisieren – es sollen wenn technisch möglich grundsätzlich nur noch Beläge mit dem maximalen Recyclinganteil gemäss Norm ausgeschrieben und verlangt werden.
- Die Mischguthersteller sind verbindlich anzuweisen nur noch Mischgut mit dem höchsten gemäss Norm zulässigen Anteil an Recyclingbaustoff zu produzieren und auszuliefern. Ausnahme bilden die hochfesten Beläge für Strassen mit einem hohen Verkehrsaufkommen und entsprechend grossen Verkehrslasten.
- Es ist den Mischgutherstellern freigestellt die Recyclinganteile im Mischgut über die Norm hinaus zu erhöhen – wesentlich dabei ist lediglich, dass das produzierte Mischgut und die letztlich eingebauten Beläge die technischen Anforderungen erfüllen. Es wird hierzu zwingend eine entsprechende Deklaration und eine Herstellergarantie verlangt!
- Die Verwendung von Schichten mit hohem Recyclinganteil soll gefördert werden. Dies kann erreicht werden, indem KMF und Heissmischfundationsschichten ausgeschrieben werden. Dabei ist jedoch die Fähigkeit der lokalen Unternehmen solche Lösungen anzubieten zu berücksichtigen.
- Durch freie Wahl zwischen KMF und Heissmischfundationsschichten können die Kosten gesenkt werden. Bei der Kostenrechnung soll die Tragfähigkeit des Materials berücksichtigt werden.

4.2 Recyclingbeton

Entsprechend der SN EN 206-1:2000 wird ein Beton dann als Recyclingbeton bezeichnet, wenn dessen Gehalt an Gesteinskörnung zu mindestens 25 Masseprozente aus Betongranulat und/oder Mischabbruchgranulat im Sinne der BAFU-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (2006) besteht. Grundsätzlich wird zwischen einem Recyclingbeton hergestellt mit einem Material aus Betongranulat, Mischabbruchgranulat oder Material aus der Bodenwäsche unterschieden (Quelle: Empa, C. Hoffmann).

Die Einsatzmöglichkeiten von Recyclingbeton sind vielfältig. Die nachstehende Grafik (Abbildung 5) aus der "Empfehlung KBOB: Beton aus recyclierter Gesteinskörnung (KBOB 2007/2)" zeigt die Verwendungsmöglichkeiten im Überblick.

Recyclingbeton aus Betonabbruchgranulat kann grundsätzlich für die meisten Beton-Bauteile eines Bauwerkes verwendet werden, so z.B. auch für bewitterte oder wasserdichte Konstruktionen. Es können die Anforderungen, die an einen konventionellen Beton bis zur Klasse NPK C gestellt werden, erfüllt werden. Einschränkungen bestehen für die Herstellung von Spezialbetonen im Frost/Tausalzbereich (Betone der Klasse D, E usw. mit Anwendung für z.B. Parkhäuser, Brücken) oder für Beton mit sehr hohen Festigkeitsanforderungen.

Da Recyclingbeton aus Mischabbruchgranulat qualitative Grenzen aufweist, muss er entsprechend seinen Eigenschaften eingesetzt werden. Recyclingbeton aus Mischabbruchgranulat ist deshalb insbesondere für Innenbauteile, welche der Witterung entzogen sind, und für Magerbetonschichten einsetzbar. Infolge der spezifischen Eigenschaften sind gewisse Einschränkungen vorhanden (z.B. keine Decken mit grösseren Spannweiten). Im Tiefbau ist die Verwendung als Hüll- und Füllbeton oder für temporäre Böschungssicherungen möglich.

Die Anwendung von Recyclingbeton aus Betonabbruchgranulat ist in der Schweiz (v.a. in der Region Zürich) bereits etabliert. Es wurden aufwändige Forschungen betrieben, um Grundlagen zum Einsatz dieses Baustoffes zu erarbeiten. Die Verwendung von Recyclingbeton aus Mischabbruchgranulat ist noch nicht so stark erforscht und wenig verbreitet. Die Umsetzung und Anwendung befinden sich in Entwicklung.

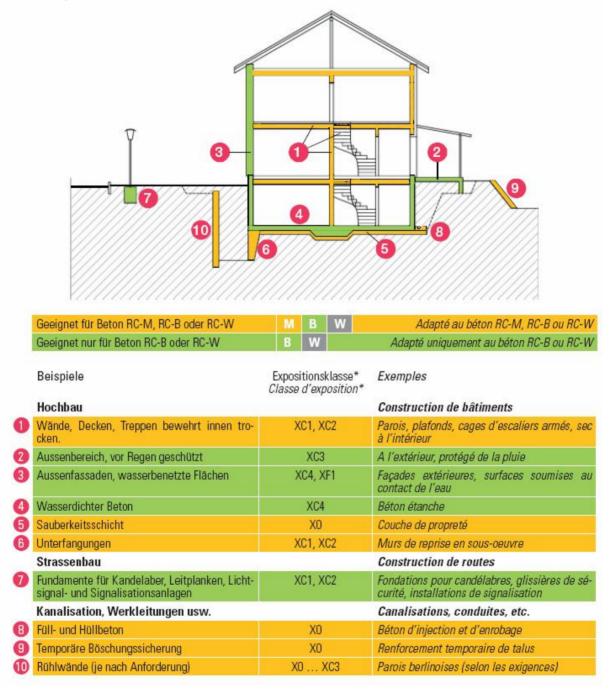


Abbildung 5: Einsatzbereiche für Recyclingbeton (Quelle: KBOB 2007/2)

4.3 Hinterfüllungen

Der Einsatz von Recyclingbaustoffen für Auffüllungen und Hinterfüllungen von Bauwerken ist aufgrund der gesetzlichen Vorgaben und Rahmenbedingungen sehr eingeschränkt:

Bei Auffüllungen können Recyclingbaustoffe als Ersatz für Primärbaustoffe eingesetzt werden. Betongranulat und Mischabbruchgranulat können bei Einhaltung der entsprechenden Rahmenbedingungen (Grundwasserabstand etc.) ebenfalls bei der Ausführung von Fundationsschichten von Gebäuden und Vorplätzen eingesetzt werden.

Bei Hinterfüllungen können nur die Recycling-Kiessande P und B bei Einhaltung der entsprechenden Rahmenbedingungen eingesetzt werden. Wegen der hohen Materialkosten rechnet sich deren Einsatz aus wirtschaftlichen Gründen meist jedoch nicht. Das günstigere Mischabbruchgranulat rechnet sich aus wirtschaftlicher Sicht, darf jedoch wegen seiner Belastung mit Schadstoffen in loser Form nur mit Deckschicht eingesetzt werden. Für reine Hinterfüllungen ohne besondere Anforderungen (Setzungen, Durchlässigkeit etc.) ist sauberes Erdmaterial das wirtschaftlichste und umweltschonendste Material, zumal den Recyclingbaustoffen aufgrund der Optik der Materialen die notwendige Akzeptanz seitens der bauverantwortlichen (Bauführung, Bauherrschaft etc.) oft fehlt.

5 Stoffflussanalyse

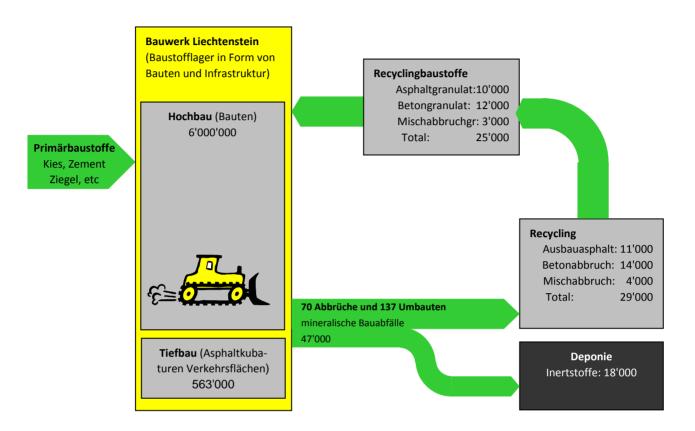


Abbildung 6: Geschätzter Materialfluss der Bauabfälle in Liechtenstein, ohne Aushub.

(Die Zahlen sind, wie in der Branche üblich, in m³ angegeben und beziehen sich auf die Zustandsformen "im Lager gebunden, Abbruchmaterial, Recyclingbaustoff und auf Deponie")

Die Abbildung 6 zeigt den Stofffluss der mineralischen Baustoffe und -abfälle (Beton, Ziegel, Asphalt, ohne Aushub) in Liechtenstein für das Jahr 2007. Die Zahlen sind, wie in der Branche üblich, in m³ angegeben und beziehen sich auf die Zustandsformen "im Lager gebunden, Abbruchmaterial, Recyclingbaustoff und auf Deponie". Da die Materialdichte in den Zustandsformen unterschiedlich ist nehmen auch die Kubaturen unterschiedliche Werte an. Die Angaben sind mit Vorsicht zu geniessen, da es hier aufgrund der Datengrundlagen und der starken jährlichen konjunkturbedingten Schwankungen um eine grobe Abschätzung handelt. Das "Bauwerk Liechtenstein" mit seinen Gebäuden, Anlagen und Verkehrsflächen enthält ca. 6 Mio. m³ an Beton und anderen Baustoffen (Hochbau) sowie ca. 0.5 Mio. m³ Asphalt (Tiefbau). Diese Baumaterialien fallen bei einem Abbruch oder Umbau der heute bestehenden Gebäuden oder Verkehrsflächen als mineralische Bauabfälle an und können bei entsprechender Aufbereitung als Recyclingbaustoffe (Beton-, Mischabbruch-, Asphaltgranulat) zu neuen Baustoffen verarbeitet werden. Diese können im "Bauwerk Liechtenstein" wieder verwendet werden. Damit wird der Kreislauf geschlossen. Dieser Prozess wird als "Urban Mining" bezeichnet. Die Stadt mit ihren Bauten und Strassen wird als Rohstofflager angesehen. Dieser Prozess wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen, da so die Abhängigkeit von steigenden Rohstoffpreisen und von Importen verringert, die natürlichen Ressourcen geschont und Deponievolumen eingespart werden können. Zudem werden so die Umweltbelastungen minimiert und der Erhalt von bestehenden Naturbiotopen gefördert.

Bei 207 Abbrüchen und Umbauten fielen 2007 rund 47'000 m³ mineralische Bauabfälle an. Davon wurden 38% (18'000 m³) auf einer Deponie endgelagert und 62% (29'000 m³) in liechtensteinischen Betrie-

ben zu Recyclingbaustoffen aufbereitet. Der Betonabbruch macht bei den recyclierten Materialien mit fast 50% den grössten Anteil aus, gefolgt vom Ausbauasphalt mit ca. 38%. Ein grosser Anteil des Betongranulats wird aber nur in loser Form und nicht in gebundener Form verwertet. Die Recyclingbetriebe konnten rund 25'000 m³ an Recyclingbaustoffen verkaufen, was einen Lagerüberschuss von 4'000 m³ für das Jahr 2007 bedeutet.

Trotz der Bemühungen in den vergangenen Jahren das Recycling zu fördern, werden noch mehr als ein Drittel der anfallenden mineralischen Bauabfälle auf Deponien entsorgt und so dem Stoffkreislauf entzogen. Die deponierten Materialien stellen ein zusätzliches Potential dar, die dem Kreislauf nicht entzogen werden müssten. Bereits rund zwei Drittel der mineralischen Bauabfälle gelangen ins Recycling. Zudem ist ersichtlich, dass weniger Recyclingbaustoffe verkauft als Material angenommen wurde. Die Materialmengen auf den Lagerplätzen nahmen also zu.

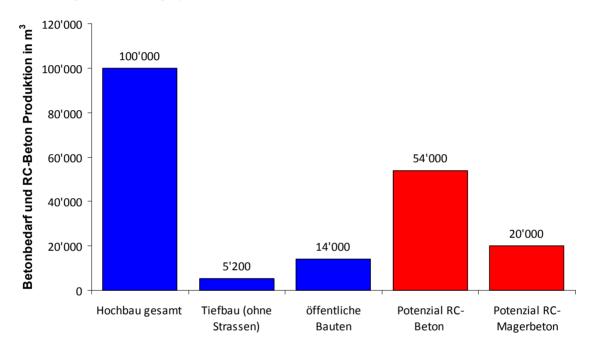


Abbildung 7: Substitutionspotential von Beton im Hoch- und Tiefbau in m³

Abbildung 7 gibt einen Überblick über die theoretisch verfügbare Mengen und den möglichen Absatz im Hoch- und Tiefbau. Die blauen Balken zeigen eine Hochrechnung der jährlich verbauten Betonmengen in den drei Kategorien "Hochbau insgesamt", "Tiefbau (ohne Strassen)" für Werkleitungs- und Rohrleitungsbau sowie "öffentliche Bauten" in m³. Die Kategorie "öffentliche Bauten" ist auch in der Kategorie "Hochbau gesamt" enthalten, wird aufgrund des Schwerpunkts beim Einsatz des Recyclingbetons aber auch separat aufgeführt. Die beiden roten Balken repräsentieren die Menge an Recyclingbeton sowie Recyclingmagerbeton, die aus dem potenziell jährlich anfallenden 35'000 m³ (Durchschnitt 1998 bis 2007) Beton- und Mischabbruchgranulat produziert werden könnte. Dabei wurde beim Recyclingbeton von einem Recyclinganteil von 25%, beim Magerbeton von 75% ausgegangen. Die Recyclinganteile entsprechen den heute in Liechtenstein verfügbaren technischen Möglichkeiten (Trockenaufbereitung). Der Recyclinganteil kann theoretisch weiter angehoben werden, was den Absatz von Beton- bzw. Mischabbruchgranulat weiter fördern würde. Die Zahlen sind nur grobe Schätzungen. Sie erlauben jedoch einen Überblick über die theoretisch verfügbaren Mengen und den möglichen Absatz im Hochund Tiefbau.

Mit den 65'000 m³ Recyclingbeton und Recyclingmagerbeton können grob abgeschätzt rund 80% des Betonbedarfs im gesamten Hochbau und Werkleitungsbau gedeckt werden. Der Betonbedarf für öffentliche Bauten kann mehrfach gedeckt werden. Da aber der Recyclingbeton aufgrund der technischen

Eigenschaften nicht in allen Bereichen eingesetzt werden kann, wird der Deckungsgrad von 80% in der Praxis (wesentlich) tiefer ausfallen.

Man erkennt deutlich, dass nur rund ein Fünftel des hergestellten Recyclingbetons bei den öffentlichen Bauten eingesetzt werden kann. Betrachtet man jedoch den gesamten Hochbau, wäre es möglich die gesamte Menge des Recyclingbetons dort einzusetzen. Daher ist es wichtig, auch die Bevölkerung zu sensibilisieren und auf den Einsatz von Recyclingbeton aufmerksam zu machen. Hierbei spielt die Vorreiterposition und Vorbildfunktion des Landes und auch der Gemeinden eine wichtige Rolle.

Der Einsatz von Recyclingbeton im Tiefbau ist mengenmässig nicht gewichtig. Jedoch öffnen sich auch hier Anwendungsmöglichkeiten speziell für den Magerbeton als Hüll- und Füllbeton. Dies kommt dem Absatz von Mischabbruchgranulat zugute.

6 Kostenstruktur der Herstellung von Primär- bzw. Sekundärbaustoffen

Bei der Herstellung von Primär- (Kies) und Sekundärbaustoffen (Beton- und Mischabbruchgranulat) unterscheidet man zwischen einer Trocken- und einer Nassaufbereitung. Grundsätzlich sind Produkte aus der Nassaufbereitung hochwertiger, da bei der Trockenaufbereitung keine Schadstoffseparierung erreicht wird. Sie setzt jedoch ausreichend Wasser und eine Beseitigungsmöglichkeit für den Schlamm voraus. Der besondere Vorteil dieser Aufbereitung ist die Möglichkeit, auch stark verunreinigtes Abbruchmaterial aufzubereiten. Die trockene Bauschuttaufbereitung hat sich in der Praxis aufgrund der einfacheren Technik in den letzten Jahren durchgesetzt. Als Nachteile der Trockenaufbereitung gelten höhere Staubentwicklung und das trockene Fertigmaterial, welches gegenüber der Nassaufbereitung zu einem geringen Prozentsatz dem Beton zugemischt werden kann.

Die verwendeten Zahlen in den beiden folgenden Abbildungen beruhen auf Schätzungen und Annahmen. Beim Primärkies wurde ein Kiesabbau in einer Rüfe als Referenz angenommen. Die Preise können stark variieren. Sie ermöglichen aber einen groben Vergleich der Kostensituation zwischen Primär- und Sekundärbaustoffen.

Trockenaufbereitung

Das Trockenverfahren kommt zur Anwendung:

- bei der Herstellung von Beton- und Mischabbruchgranulat, wenn es in loser Form verwendet werden soll oder
- bei der Herstellung von Beton- und Mischabbruchgranulat bei einem Recyclinganteil im Beton von weniger als 35% liegt.

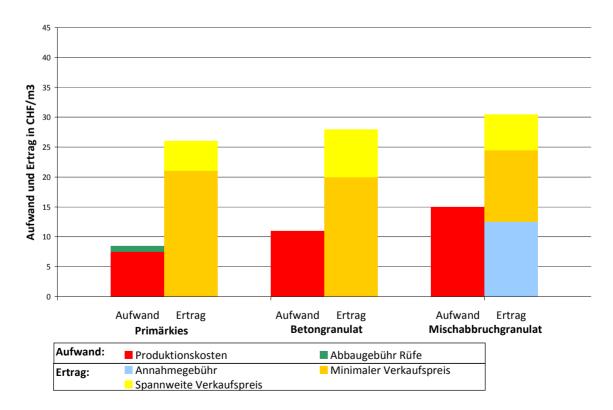


Abbildung 8: Kosten von Primärbaustoffen (Kies), Beton- und Mischabbruchgranulat in der Trockenaufbereitung

In Abbildung 8 sind der Aufwand und der Ertrag für das Trockenverfahren und die Marktpreise für Primärbaustoff (Kies), Beton- und Mischabbruchgranulat dargestellt.

Der Aufwand für Primärkies setzt sich aus den Produktionskosten und der Abbaugebühr zusammen. Letztere erhebt die Gemeinde. Für Beton- bzw. Mischabbruchgranulat besteht der Aufwand nur aus den Produktionskosten, der aber durch grösseren manuellen Aufwand, höhere Qualitäts- und Umweltkosten, aufwendigere Prozessschritte etc. 20% bzw. 40% höher ist gegenüber der Aufbereitung von Primärkies.

Auf der Ertragsseite zeigt sich ein ähnliches Bild wie für den Aufwand. Er besteht für Primärkies aus dem Verkaufspreis. Für Beton- bzw. Mischabbruchgranulat setzt sich der Ertrag aus den Annahmegebühren für den Bauschutt und dem Verkaufspreis zusammen. Betonabbruch wird jedoch meist gratis entgegengenommen. Der Ertrag ist für Primärkies geringer als für Beton- und Mischabbruchgranulat.

Beim Vergleich von Aufwand und Ertrag zeigt sich jedoch, dass der Primärkies am besten abschneidet, also für den Unternehmer am attraktivsten ist. Das Mischabbruchgranulat bringt am wenigsten ein. Die Annahmegebühren beim Bauschutt fallen nur beim Mischabbruch an. Das Betongranulat wird gratis entgegengenommen. Das Mischabbruchgranulat weist aufgrund der Annahmegebühren den höchsten Ertrag auf.

Nassaufbereitung

Das Nassverfahren kommt zur Anwendung:

- bei der Herstellung von Beton- und Mischabbruchgranulat, wenn der Recyclinganteil im Beton grösser 35% sein soll oder
- bei der Herstellung von Beton- und Mischabbruchgranulat, falls die Schadstoffgrenzwerte überschritten werden.

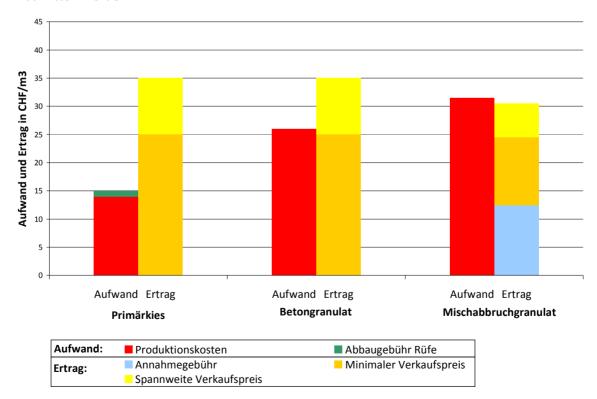


Abbildung 9: Kosten von Primärbaustoff (Kies), Beton- und Mischabbruchgranulat in der Nassaufbereitung

Die Nassaufbereitung ist aufwendiger als die Trockenaufbereitung und deshalb auch teurer. Die Produkte können durch ihre höhere Qualität und grösseren Anwendungsbreite aber teurer verkauft werden. Der Aufwand bei der Nassaufbereitung ist wie bei der Trockenaufbereitung beim Primärkies am geringsten (siehe Abbildung 9). Die Abbaugebühr muss auch hier an die Gemeinde entrichtet werden. Der Ertrag beim Beton- bzw. Mischabbruchgranulat liegt nicht höher als beim Primärkies. Der hohe Aufwand beim Mischabbruchgranulat führt trotz der zusätzlichen Annahmegebühren dazu, dass bei der Herstellung im Nassaufbereitungsverfahren zurzeit keine Gewinne erzielt werden können.

Der Ertrag für Beton- bzw. Mischabbruchgranulat setzt sich aus den Annahmegebühren für den Bauschutt und dem Verkaufspreis zusammen. Betonabbruch wird jedoch meist gratis entgegengenommen. Der Ertrag für Primärkies und Betongranulat ist etwa gleich und für Mischabbruchgranulat tiefer.

Wie aus den beiden Abbildungen 8 und 9 ersichtlich ist, sind die Produktionskosten im Nassverfahren im Vergleich zur Herstellung im Trockenverfahren deutlich höher. Das Betongranulat und Mischabbruchgranulat werden in Liechtenstein zurzeit nicht im Nassverfahren aufbereitet.

Erfahrungsgemäss kann bei der Recyclingbetonherstellung bei einem Recyclinganteil von Beton- oder Mischabbruchgranulat von bis zu 35% Material aus der Trockenaufbereitung verwendet werden. Liegt der Recyclinganteil höher als 35% muss Material aus der Nassaufbereitung verwendet werden, da ansonsten die geforderten Qualitätseigenschaften des Recyclingbetons nicht mehr erreicht werden können. Bei der Herstellung von Recyclingbeton mit einem hohen Recyclinganteil sind also mit höheren Kosten zu rechnen sowie mit einer Umstellung auf die Nassaufbereitung, was Investitionen für die Unternehmen nach sich zieht. Dies führt dazu, dass Betongranulat vorwiegend in nicht gebundener Form verwendet wird, für die Betonherstellung vorzugsweise nur Primärkies oder Betongranulat mit einem Anteil kleiner 35% verwendet wird.

7 Konfliktpotenziale

Konflikt: Qualitätsanforderungen - Kosten Betroffene: Unternehmer, Bauherren

Die Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle legt die ökologischen Anforderungen für die Verwertung mineralischer Bauabfälle fest. Darin werden an stationäre Aufbereitungsanlangen diverse gewässerschutztechnische Anforderungen gestellt - unter anderem eine Platzbefestigung, sowie die Sammlung des Abwassers. Um die hohen Qualitätsanforderungen an die Recyclingbaustoffe selbst zu gewährleisten, müssen die Unternehmer regelmässig Materialanalysen durchführen lassen. Der Ausbauasphalt z.B. wird bei der Entsorgung auf seinen PAK-Gehalt hin analysiert. Die Recyclingbaustoffe müssen die geforderte Qualität erreichen, damit eine Zumischung zu anderen Materialien (z.B. Kies) zum Erreichen bestimmter bautechnischer Eigenschaften zulässig ist. Dies trifft vor allem für die Herstellung von Beton sowie Asphaltbelägen zu. Damit wird eine qualitativ hochwertige und umweltverträgliche Verwendung von Recyclingbaustoffen gesichert.

Die Recyclinganlagen werden jährlich durch den Recyclingverband überwacht. Die umweltrechtlichen Auflagen und die vorgegebenen Qualitätsstandards bei der Herstellung von Recyclingbaustoffen führen gegenüber Primärmaterial zu Mehrkosten. Dieser Aufwand ist jedoch notwendig, um die Akzeptanz der Recyclingprodukte und damit die Sicherung der Absatzmärkte durch Materialqualitäten, die den ökologischen und bautechnischen Anforderungen genügen, zu verbessern.

Konflikt: Grundwasserschutz - Einschränkung der Betroffene: Unternehmer, Planer **Anwendungsbreite**

Aufgrund der nicht zu unterschätzenden Schadstoffauswaschung bei Recyclingbaustoffen entstehen Konflikte zwischen Grundwasserschutz und dem Einsatz von losen Recyclingbaustoffen. Ein direkter Kontakt der Recyclingbaustoffe mit dem Grundwasser ist deshalb gemäss Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle auszuschliessen. Dies erfolgt dadurch, dass Recyclingbaustoffe in loser Form nur in Gebieten eingesetzt werden dürfen, in denen der höchste Grundwasserspiegel mehr als 2 Meter ab Terrain beträgt. Die hydrogeologischen Gegebenheiten in Liechtenstein erschweren somit den Einsatz von nicht gebundenen Recyclingbaustoffen im Tiefbaubereich im Talraum (siehe Karte Anhang 1) erheblich.

In gebundener Form kann eine Auswaschung von Schadstoffen praktisch ausgeschlossen werden. Daher spielt der Grundwasserabstand beim Einsatz von Recyclingbaustoffen in gebundener Form keine Rolle.

Konflikt: Investitionen Neuanlagen -**Betroffene: Unternehmer Versorgungssicherheit (Angebot - Nachfrage)**

Für die Herstellung von Recyclingbeton müssen hohe Investitionen für Neuanlagen (z.B. zusätzliche Silos, Waschanlagen) getätigt werden. Für die Amortisierung müssen die Zulieferung von Bauabfällen (Betonabbruch, Mischabbruch, Kiessand) und ein relativer stabiler Absatz der Recyclingprodukte langfristig gewährleistet sein. Solange auf dem Markt keine gesicherte Nachfrage an Recyclingbeton besteht, ist das Investitionsrisiko für Unternehmer zu gross.

Konflikt:	niedrige	Deponiegebühren	-	hohe	Betroffene: Unternehmer, Gemeinden
Aufbereit	ungskoste	n des Bauschuttes			

Die Deponiegebühren in Liechtenstein sind im Vergleich zu den Deponiegebühren in der Schweiz sehr niedrig (vgl. Tabelle 3) und fördern die Deponierung. Kostendeckende Annahmegebühren bei den Recyclingunternehmen sind gegenüber den tiefen Deponiegebühren nicht konkurrenzfähig. Zudem erschweren die tiefen Annahmegebühren, Recyclingbaustoff kostendeckend zu produzieren und zu einem konkurrenzfähigen Preis auf dem Markt zu verkaufen.

	Mischabbruch	Aushub unverschmutzt
Deponien FL	10 bis 25 Fr./m ³	10 bis 16 Fr./m ³
Eberhard Unternehmungen (ZH)	45 bis 85 Fr./m ³	16 bis 36 Fr./m ³
Robert König AG (SG)	ca. 29.—Fr./m³ (inkl. VASA-	26.50 Fr./m ³
	Abgabe vom 1. Januar 2009)	

Tabelle 3: Deponiegebühren für Mischabbruch und unverschmutzten Aushub

Die Tabelle 3 zeigt die durchschnittliche Deponiegebühr in Liechtenstein und von zwei privat betriebenen Deponien in der Schweiz. Die höheren Preise in der Schweiz sind hier deutlich sichtbar. Es muss darauf hingewiesen werden, dass oben genannte schweizerische Deponien von privaten Unternehmen geführt werden und unter marktwirtschaftlichen Aspekten arbeiten müssen – im Gegensatz zu den liechtensteinischen Deponien, die gemäss Umweltschutzgesetz ausschliesslich von den Gemeinden betrieben werden.

Konflikt: niedrige Abbaugebühr bei der	Betroffene: Unternehmer, Gemeinden
Kiesgewinnung – hohe Aufbereitungskosten des	
Bauschuttes	

Niedrige Abbaugebühren bei der Kiesgewinnung erhöhen die Gewinnmarge, ermöglichen tiefere Verkaufspreise bzw. längere Transportdistanzen für Primärmaterial und vermindern die Konkurrenzfähigkeit von Recyclingbaustoffen, deren Herstellung mit höheren Kosten verbunden ist.

Eine Erhöhung der Abbaugebühr könnte den Einsatz von Recyclingbaustoffen in den geeigneten Bereichen fördern und lange Transportdistanzen in das benachbarte Ausland unattraktiver gestalten. Hier besteht jedoch die Gefahr, dass bei einer zu grossen Erhöhung der Abbaugebühr kostengünstigeres Primärmaterial aus Österreich für den hiesigen Gebrauch importiert wird. Der Effekt des erhöhten Einsatzes von Recyclingbaustoffen ginge dann zugunsten der Primärmaterialien aus anderen Regionen verloren.

Konflikt: Preisunterschied Primärbaustoffe -	Betroffene: Unternehmer, Planer
Sekundärbaustoffe	

Tendenziell werden Recyclingbeton und Betongranulat etwas günstiger als Primärbeton oder Primärrohstoffe angeboten. Das Überangebot an Primärmaterial, die niedrigen Abbaugebühren und Produktionskosten des Primärmaterials wirken einem deutlichen Vorteil gegenüber Recyclingbeton und Recyclingasphalt entgegen. Der nur geringfügig günstigere Preis führt zusammen mit den noch bestehenden Vorbehalten gegenüber den Recyclingbaustoffen dazu, dass meist Primärmaterialien bevorzugt werden. Besonders problematisch ist der Absatz von Mischabbruchgranulat, welches wegen der Vorbehalte nur sehr schwer absetzbar ist, obwohl es sehr günstig angeboten wird.

Konflikt:	Akzeptanz	Primärbaustoffe	-	Betroffene: Öffentlichkeit, Bauherren, Planer
Sekundärb	austoffe			

Recyclingbaustoffe haben aufgrund von in der Vergangenheit gemachten negativen Erfahrungen (schlechte Qualität, etc.) ein schlechteres Image gegenüber Primärmaterial. Dies, obwohl durch Kontrollen und Analysen die geforderten Qualitätsanforderungen inzwischen flächendeckend erreicht werden. Den Recyclingbaustoffen haftet immer noch das "Abfall"-Image an. Während sich für Güter des täglichen Gebrauchs der Recyclinggedanke etabliert hat und selbstverständlich ist, wird in der breiten Bevölkerung die Dimension der Bauschuttproblematik noch ungenügend wahrgenommen. Besonders schwierig ist die Akzeptanz von Mischabbruchgranulat. Das rot-graue Farbengemisch von granuliertem Mauerwerk wird als Qualitätsnachteil wahrgenommen.

Fehlendes Wissen und mangelnde Erfahrung in der Anwendung von Recyclingbaustoffen seitens der Planungsseite und der Ausführenden wirkt sich hemmend auf die Akzeptanz aus.

Konflikt: Akzeptanz Asphaltgranulat - Wachsende Lager Betroffene: Öffentlichkeit, Bauherren, Planer

Bei der Verwertung bzw. Entsorgung von Ausbauasphalt ist der PAK-Gehalt ein ausschlaggebendes Kriterium. Grundsätzlich ist Ausbauasphalt mit tiefen PAK-Gehalten (unter 5000 mg/kg PAK im Bindemittel gemäss den Anforderungen der Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle) soweit als möglich der Verwertung zuzuführen. Die Verwendung von Ausbauasphalt mit bis zu maximal 20'000 mg/kg PAK im Bindemittel ist nur beschränkt möglich. Er darf nur in dafür geeigneten Belagsaufbereitungsanlagen oder im so genannten "Kaltrecycling" verarbeitet werden, wenn bestimmte zusätzliche Anforderungen gemäss der Richtlinie erfüllt werden. Ausbauasphalt mit hohen PAK-Gehalten (mehr als 20'000 mg/kg PAK-Gehalt) ist dem Kreislauf zu entziehen.

Die Menge an wieder verwertbaren Ausbauasphalt in den Zwischenlagern erhöht sich ständig. Mit den vorhandenen Aufbereitungstechnologien kann ein prozentualer Recyclinganteil im Recyclingasphalt von maximal 90% erreicht werden. Die restlichen 10%, der heute verwendete, dünnere Belagsaufbau und Vorbehalte gegenüber Recyclingasphalt, vor allem auf Gemeindeebene, lassen die Lager wachsen. Da heutzutage kaum mehr neue Strassen gebaut, sondern lediglich die bestehenden erneuert werden, verbleiben immer grössere Mengen in den Zwischenlagern.

8 Lösungsansätze

Das folgende Kapitel soll einen Überblick über Lösungsansätze zu den im Kapitel 5 aufgezeigten Konfliktpotenzialen geben. Hier wurden die Einsatzmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe berücksichtigt und die Erfolgschancen der Lösungsansätze abgeschätzt, Vor- und Nachteile aufgezeigt und die Wirkung auf die Zielerreichung (hohe Recyclingquote, gesicherter Absatz) qualitativ abgeschätzt. Die Erfolgschancen werden in die Kategorien gering, mittel und gross unterteilt. Die geschätzte Wirkung zur Zielerreichung wird in die Kategorien sehr geringe, geringe, mittlere, grosse und sehr grosse Wirkung eingeteilt.

onflikt- otenzial	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
	Unternehmer betreiben gemeinsam Recycling- plätze: Auf wenigen gemeinsam betriebenen Recycling- plätzen wird eine bessere Anlagenauslastung er- reicht, als auf vielen einzelnen. Die spezifischen Kosten, die durch die Qualitäts- und Umweltanfor- derungen entstehen reduzieren sich.	Gering: Die Massnahme liegt im Einflussbereich der Unternehmer. Vorraussetzung für eine grosse Erfolgschance ist die Kooperationsbereitschaft zwischen Unternehmen.	 Reduktion der Betriebskosten Bessere Kontrolle und Übersicht der Materialanlieferung Bessere Anlagenauslastung Verbesserte Platzverhältnisse 	- Erfordert Zusammen- arbeit der Betriebe - Grosser Flächenbedarf	Mittlere Wirkung
Qualitätsanforderungen - Kosten	Erhöhung der Deponiegebühren: Das Verursacherprinzip ist ein wesentlicher Bestandteil des Umweltschutzgesetzes. Demnach trägt der Verursacher die Kosten der Massnahmen zum Vermeiden, Bekämpfen und Verringern der Umweltbelastungen. Dieses Prinzip gilt auch für die Deponien. Sämtliche Kosten, die beim Deponiebetrieb anfallen, müssen also vom Verursacher getragen werden. Das ist heute nur zum Teil der Fall. Zudem sieht das Umweltschutzgesetz gemäss Art. 57 vor, dass Gemeinden zur Finanzierung der Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten eine Abgabe auf Deponieabfälle oder Auflandungen erheben können (siehe Anhang 3). Gegenwärtig sind die Annahmegebühren von Recyclingbaustoffe abhängig von den Deponiegebühren. Sind die Deponiegebühren niedriger als die Annahmegebühren, ist die Entsorgung über die	Mittel: Die Höhe der Deponiegebühr wird von den Gemeinden festgesetzt.	 Finanzielle Entlastung der Recyclingunter- nehmen Kostendeckende und konkurrenzfähige Preise für Recycling- betriebe Kostendeckender Deponiebetrieb Zusätzliche Einnahmen für Deponien (Ge- meinden) Finanzierung der Sa- nierung von Altlasten 	- Höhere Entsorgungs- kosten für Bauherren	Grosse Wirkung

ten. Eine Erhöhung der Deponiegebühren würde dazu führen, dass die Recyclingunternehmen ihre Annahmegebühren für Bauschutt erhöhen könnten. Damit würde ein grösserer finanzieller Spielraum für die Unternehmen geschaffen, der es ermöglicht, hochwertige Recyclingbaustoffe herzustellen und zu kostendeckenden und konkurrenzfähigen Preisen anzubieten.				
Erhöhung der Abbaugebühr Die Erhöhung der Abbaugebühr bei der Kiesgewinnung hätte einen ähnlichen Effekt wie die Erhöhung der Deponiegebühr. Sie betrifft aber nur die Kieswerke und birgt bei einer zu grossen Erhöhung das Risiko, dass billiges Material aus dem Ausland importiert wird.	Mittel Die Abbaugebühr ist vertraglich zwischen Gemeinde und Kieswerk geregelt und liegt damit im Wirkungsbereich der Gemeinden.	 Kostendeckende und konkurrenzfähige Preise für Recycling- betriebe Kostendeckender Deponiebetrieb Zusätzliche Einnahmen für Deponien (Ge- meinden) Schonung der Kiesre- serven 	- Betrifft nur Kieswerke - Risiko, dass billiges Material aus dem Ausland importiert wird	Geringe Wirkung

Konflikt- potenzial	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
Grundwasserschutz - Einschränkung der Anwendungsbreite	Reduzieren der Schadstoffbelastung des losen Recyclinggranulats durch Waschen: Durch Waschen der meisten Recyclinggranulate kann die Schadstoffbelastung soweit verringert werden, dass die Grenzwerte von unverschmutztem Aushub erreicht werden. Mit Sonderbewilligungen kann für solches Material der Mindestabstand von 2 Metern zum Grundwasser reduziert werden. Verwendung der Recyclinggranulate nur in gebundener Form:	Mittel: Dazu ist die Initiative der Unternehmer nötig. Die Einsatzmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe könnten dadurch erhöht werden. Gross: Die Verwendung in gebundener Form ist	- Breitere Verwendungsmöglichkeiten - Bessere Absatzmöglichkeiten - Sehr grosse Absatzmöglichkeiten	 Verursacht zusätzliche Kosten bei der Aufbereitung Kontrollaufwand steigt Erfordert Zusammenarbeit von öffentlicher Hand und Unterneh- 	Geringe Wirkung Sehr grosse Wirkung
	In Liechtenstein wird momentan nur sehr wenig bis gar kein Recyclingbeton verwendet. In diesem Bereich können die Absatzmöglichkeiten von Betongranulat und Mischabbruchgranulat wesentlich erhöht werden. Bei der Ausschreibung von Bauprojekten soll daher darauf geachtet werden, einen möglichst hohen Anteil von Recyclingbeton und Recyclingmagerbeton zu verlangen und somit den Absatz der Recyclingbaustoffe zu fördern. In der Regel ist ein Einsatz des Materials zu gleichen Zwecken wie bei der erstmaligen Verwendung und ein mehrmaliges Recycling anzustreben.	gebundener Form ist anzustreben. Der Materialkreislauf kann dadurch geschlossen werden, natürliche Ressourcen können geschont werden. Das Land sowie die Gemeinden können hier eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion übernehmen, indem sie in ihren Ausschreibungen die Verwendung von Recyclingbaustoffen ausdrücklich verlangen.	 Ökologisch sehr sinnvoll Geschlossener Materialkreislauf Schonung natürlicher Ressourcen 	mer - Bis jetzt wenig Lieferanten von Recyclingbeton - Umstellung erfordert finanzielle Mittel - bis jetzt geringe Nachfrage	
	Lockerung der Regelung des Grundwasserabstandes von 2 Metern: Die generelle Regelung des Mindestabstandes vom Grundwasser von 2 Metern wird insofern abge-	Gross: Die Umsetzung der Massnahme liegt im Wirkungsbereich des	- Leichte Umsetzung- Erweiterung der Einsatzbereiche	- Geringe aber vertret- bare Abweichung von der Regelung der Richtlinie zur Verwer-	Geringe Wirkung

schwächt, dass in Gebieten ohne nutzbares Grundwasser der Einsatz von Recyclingbaustoffen erlaubt wird. Die Regelung kann aus Gründen der Vorsorge nicht gänzlich fallengelassen werden. Die Karte zum Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen ist dementsprechend anzupassen.			tung mineralischer Bauabfälle	
Reduktion des Mindestabstandes von 2 Metern vom Grundwasser auf 1 Meter gemäss Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle: Gemäss Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen dürfen mineralische Bauabfälle in loser Form, bei denen ein direkter Kontakt mit dem Grundwasser nicht auszuschliessen ist, nicht eingesetzt werden. Dies entspricht in der Regel einem Mindestabstand zum Grundwasser von 2 Metern. Bei Reduktion des Mindestabstandes auf 1 Meter könnten die Einsatzmöglichkeiten von losen Recyclingbaustoffen erhöht werden, was den Absatz fördern würde.	Gross: Die Umsetzung der Massnahme liegt im Wirkungsbereich des Amtes für Umwelt- schutz.	 - Leicht umzusetzen - Grössere Einsatzmöglichkeiten 	 Starke und kaum vertretbare Abweichung zur bestehenden Richtlinie Erweiterung des Einsatzgebietes minimal 	Sehr geringe Wirkung

Konflikt- potenzial	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
	Unternehmer investieren gemeinsam: Durch gemeinsame Investitionen können die Kosten und das Risiko geteilt werden und eine höhere Anlagenauslastung erreicht werden.	Gering: Die Massnahme liegt im Einflussbereich der Unternehmer selbst.	- Geringe Kosten - Geringeres Risiko für Unternehmer	- Zusammenarbeit von Unternehmen nötig	Geringe Wirkung
ıfrage)	Erhöhung der Deponiegebühren: siehe oben	Mittel: siehe oben	- siehe oben	- siehe oben	Grosse Wirkung
Investitionen Neuanlagen - Versorgungssicherheit (Angebot - Nachfrage)	Ausschreibung von Recyclingbaustoffen in öffentlichen Aufträgen: In Liechtenstein wird momentan nur sehr wenig bis gar kein Recyclingbeton verwendet. In diesem Bereich können die Absatzmöglichkeiten von Betongranulat und Mischabbruchgranulat wesentlich erhöht werden. Bei der Ausschreibung von Bauprojekten soll daher darauf geachtet werden, einen möglichst hohen Anteil von Recyclingbeton und Recyclingmagerbeton zu verlangen und somit den Absatz der Recyclingbaustoffe zu fördern. In der Regel ist ein Einsatz des Materials zu gleichen Zwecken wie bei der erstmaligen Verwendung und ein mehrmaliges Recycling anzustreben. Damit werden die Investitionen in Neuanlagen gefördert, da ein gesicherter Absatz besteht.	Gross: Die Massnahme liegt im Wirkungsbereich der zuständigen Amtsstellen und Gemeinden.	 Sehr grosse Absatz- möglichkeiten Ökologisch sehr sinn- voll 	- Erfordert Zusammen- arbeit von öffentlicher Hand und Unterneh- mer - Initiative der Unter- nehmer erforderlich	Sehr grosse Wirkung
	Berücksichtigung von Recyclingbaustoffen in der Wohnbauförderung: Die Höhe der Wohnbauförderung richtet sich neben den herkömmlichen Kriterien auch an der Verwendung von Recyclingbaustoffen.	Gering: Eine allfällige Umsetzung gestaltet sich schwierig.	- Lenkende Wirkung in Richtung der Verwen- dung von Recycling- baustoffe	- Schwierige Umsetzung	Geringe Wirkung

Konflikt- potenzial	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
Niedrige Deponie- gebühren – hohe Aufbereitungskos- ten des Bauschuttes	Erhöhung der Deponiegebühr: siehe oben	Mittel: siehe oben	- siehe oben	- siehe oben	Grosse Wirkung
Preisunterschied Pri- märbaustoffe - Sekun- därbaustoffe	Öffentlichkeitsarbeit: Die Öffentlichkeitsarbeit ist ein wichtiges Instrument zur Imageverbesserung der Recyclingbaustoffe im Allgemeinen und stellt eine Daueraufgabe dar. Durch zielgruppengerechte Kommunikation soll die Wahrnehmung der Recyclingbaustoffe als Abfallstoff hin zum Wertstoff verändert werden.	Gross: In Zusammenarbeit mit Hochschule, Land Ge- meinden, Verbände, Unternehmer können viele Leute auf das Thema sensibilisiert werden.	Sensibilisierung der BetroffenenBreites Zielpublikum	- Wirkungen zeigen sich erst nach einiger Zeit	Mittlere Wirkung
Akzeptanz Primärbaustoffe - Sekundärbaustoffe	Öffentlichkeitsarbeit: siehe oben Aus- und Fortbildung: Die Verwendung von Recyclingbaustoffen soll ein integrierter Bestandteil des Architekturstudiums an der Hochschule werden. Für Ingenieure, Planer,	Gross: siehe oben Mittel: Bei der Hochschule nachfragen, inwieweit diese Massnahme in ein	siehe obenSensibilisierung der BetroffenenBreites Zielpublikum	siehe obenWirkungen zeigen sich erst nach einiger Zeit	Mittlere Wirkung Mittlere Wirkung
Akzeptanz Primärba Sekundärbaustoffe	Unternehmer sollen Weiterbildungsmassnehmen und Plattformen für den Erfahrungsaustausch zu allen Themen der Recyclingbaustoffe realisiert werden.	Studium einfliessen kann.	 Einbezug der Recyclingbaustoffe schon in der Planung Kontinuität 		

Konflikt- potenzial	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
	Höchstmöglicher Recyclinganteil: Die Unternehmer, Gemeinden und das Tiefbauamt unterstützen die Erarbeitung von fehlenden Grundlagen um Recyclingasphalt zu einem maximalen Anteil zu verwenden. Dies könnte in Form von Forschungsbeiträgen in der Schweiz geschehen.	Mittel: Die finanziellen und personellen Ressourcen in den einzelnen Amtsstellen sind begrenzt.	- Erarbeitung von Grundlagen für Ent- scheidungsgrundlagen	- Begrenzte personelle und finanzielle Res- sourcen	Mittlere Wirkung
Wachsende Lager	Neue Entsorgungswege: In Kooperation mit Forschungsanstalten sollen die Möglichkeiten kostengünstiger und umweltverträglicher Entsorgungsalternativen für Ausbauasphalt mit hohen PAK-Gehalten untersucht werden. Ebenfalls sollen alternative Verwendungsmöglichkeiten für die zunehmenden Mengen an Ausbauasphalt in den Lagern abgeklärt werden.	Gering: Die finanziellen und personellen Ressourcen in den einzelnen Amtsstellen sind begrenzt. Die Erfolgschancen werden als gering eingeschätzt.	 Breite Entsorungs- und Anwendungsmöglich- keiten Reduktion der Lager- bestände 	- Begrenzte personelle und finanzielle Res- sourcen	Geringe Wirkung
Akzeptanz Asphaltgranulat - Wachsende Lager	Errichtung eines Zwischenlagers für Ausbauasphalt: Der Ausbauasphalt könnte in einem speziell dafür ausgelegten Lager zwischengelagert werden. Damit würde sich das Problem der immer grösser werdenden Lagerhaufen in den Asphaltbetrieben entschärfen und der Recyclingbaustoff wäre auch noch für spätere Generationen verfügbar.	einen grossen Platzbe- darf.	- Kurzfristige Entschär- fung des Problems	 Nur Zwischenlösung Löst das Problem nicht langfristig Grosser Platzbedarf Erfolgschancen nur, wenn langfristig mehr verbraucht wird als anfällt 	Sehr geringe Wirkung

Konflik potenzi	Lösungsansätze	Erfolgschancen	Vorteile	Nachteile	Geschätzte Wir- kung zur Zielerreichung
nahmen	Finanzielle Unterstützung von Unternehmen: Innovative Betriebe im Bereich Recycling sollen durch das Land Liechtenstein finanziell gefördert werden.	Gering: Die politische Umsetzung dieser Lösung ist sehr schwierig.	- Förderung von innova- tiven Unternehmen	- Untergräbt Gleichbe- handlung	Geringe Wirkung
Andere Mass	Finanzielle Anreize für die Bauwirtschaft schaffen: Es sollen gezielt Anreize für die Bauwirtschaft geschaffen werden, damit die Recyclingbaustoffe vermehrt eingesetzt werden.	Gering: Die politische Umsetzung dieser Lösung ist sehr schwierig.	Schafft finanzielle AnreizeGezielte Lenkung möglich	Schwierige Umsetzunguntergräbt Gleichbehandlung	Mittlere Wirkung

9 Massnahmen

9.1 Evaluation der Massnahmen

Um aus der Fülle der Lösungsansätze die geeignetsten bezüglich ihren Erfolgschancen und ihrer Wirkung herauszulesen, wird eine Bewertung durchgeführt. Eine absolut objektive Bewertung ist aus verschiedenen Gründen nur schwer möglich. Um dennoch eine gewisse Gesamtbetrachtung der verschiedenen Lösungsansätze in ihrem Verhältnis zueinander einordnen zu können, wurden den quantitativen Abschätzungen zu den Erfolgschancen und zur geschätzten Wirkung zur Zielerreichung folgende numerischen Werte (Punkte) zugeordnet:

<u>Erfolgschancen</u>: Gering 1 Punkt

Mittel 2 Punkte

Gross 3 Punkte

Geschätzte Wirkung: Sehr geringe Wirkung 0 Punkt

Geringe Wirkung 1 Punkte

Mittlere Wirkung 2 Punkte

Grosse Wirkung 3 Punkte

Sehr grosse Wirkung 4 Punkte

Daraus ergibt sich folgende Tabelle:

Konfliktpotenzial	Lösungsansätze	Erfolgs- chancen	Wirkung	Gesamt- punkte	Massnahmen
Qualitätsanforderungen -	Unternehmer betreiben gemeinsam Recyclingplätze	1	2	3	
Kosten	Erhöhung der Deponiegebühren	2	3	5	3
	Erhöhung der Abbaugebühren	2	1	3	
Grundwasserschutz - Einschränkung der	Reduzieren der Schadstoffbelastung des losen Recyclinggranulats durch Waschen	2	1	3	
Anwendungsbreite	Verwendung der Recyclinggranulate nur in gebundener Form	3	4	7	1
	Lockerung der Regelung des Grundwasserabstandes von 2 Metern	3	1	4	5
	Reduktion des Mindestabstandes von 2 Metern vom Grundwasser auf 1 Meter gemäss Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle	3	0	3	
Investitionen Neuanlagen -	Unternehmer investieren gemeinsam	1	1	2	
Versorgungssicherheit (Angebot - Nachfrage)	Erhöhung der Deponiegebühren	2	3	5	3
	Ausschreibung von Recyclingbaustoffen in öffentlichen Aufträgen	3	4	7	1
	Berücksichtigung von Recyclingbaustoffen in der Wohnbauförderung	1	1	2	
niedrige Deponiegebühren - hohe Aufbereitungskosten des Bauschutts	Erhöhung der Deponiegebühr	2	3	5	3
Preisunterschied Primär - Sekundärbaustoffe	Öffentlichkeitsarbeit	3	2	5	2
Akzeptanz Primärbaustoffe -	Öffentlichkeitsarbeit	3	2	5	2
Sekundärbaustoffe	Aus- und Fortbildung	2	2	4	2
Akzeptanz Asphaltgranulat -	Höchstmöglicher Recyclinganteil	2	2	4	4
Wachsende Lager	Neue Entsorgungswege	1	1	2	
	Errichtung eines Zwischenlagers für Ausbauasphalt	2	0	2	
Andere Massnahmen	Finanzielle Unterstützung von Unternehmen	1	1	2	
	Finanzielle Anreize für die Bauwirtschaft schaffen	1	2	3	

Tabelle 4: Bewertung der Lösungsansätze - Evaluation der Massnahmen

Aus der Summe der beiden Bewertungskriterien lassen sich die Massnahmen ermitteln (siehe Tabelle 4). Die Massnahmen mit den höchsten Punkten versprechen die besten Erfolgschancen:

- 1. Verwendung der Recyclinggranulate nur in gebundener Form und Ausschreibung von Recyclingbaustoffen in öffentlichen Aufträgen
- 2. Öffentlichkeitsarbeit und Aus- und Fortbildung
- 3. Erhöhung der Deponiegebühren
- 4. Höchstmöglicher Recyclinganteil bei Recyclingasphalt
- 5. Lockerung der Regelung des Grundwasserabstandes von 2 Metern

Diese werden nun aufgegriffen und in konkrete Empfehlungen umformuliert.

9.2 Empfehlungen und weiteres Vorgehen

Damit die Materialkreislaufbewirtschaftung funktionieren kann, ist es von fundamentaler Bedeutung, dass die mit grossem Aufwand hergestellten Recyclingbaustoffe auch eingesetzt werden. Die Nachfrage ist aus verschiedenen Gründen jedoch noch zu gering und muss mittels Anreizen geweckt und erhöht werden.

Aus den vorgehenden Kapiteln sind die Konfliktpotenziale der verschiedenen Bereiche sowie mögliche Lösungsansätze und Massnahmen skizziert. In diesem Kapitel werden die Empfehlungen sowie ein mögliches Vorgehen zur Umsetzung der Massnahmen aufgeführt.

Schwerpunkt des Umsetzungskonzeptes ist die ausdrückliche Verwendung von Recyclingbaustoffen bei öffentlichen Bauten. In einem ersten Schritt soll je in einem Referenzprojekt im Hoch- und Tiefbau die Umsetzbarkeit, die genaue Vorgehensweise sowie die planerischen Massnahmen erarbeitet werden. Hierzu muss je ein geeignetes Projekt gefunden werden. Bei den folgenden Ausschreibungen kann die Verwendung von Recyclingbaustoffen explizit verlangt werden. Das Land Liechtenstein spielt hier eine wichtige Vorreiterrolle. Die Gemeinden können zur Ausschreibung von Recyclingbaustoffen angehalten und motiviert werden.

Ein weiterer Bestandteil des Umsetzungskonzeptes ist die Aus- und Weiterbildung. Dabei müssen alle Beteiligten, die während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes in Erscheinung treten, für den Gedanken des geschlossenen Materialkreislaufes sensibilisiert werden. Vor allem sind hier die Architekten und Planer, Ingenieure, Betreiber und Eigentümer zu berücksichtigen. Ein weiterer Ansprechpartner ist die Hochschule Liechtenstein. Hier ist abzuklären, inwiefern der Grundgedanke des Baustoffrecyclings oder des Recyclings im Allgemeinen dem Lernenden schon auf dem Weg mitgegeben werden kann. Das Recycling soll vermehrt thematisiert werden.

Wie vorangehend schon erwähnt, sind im Bereich der mineralischen Baustoffe die Einsatzmöglichkeiten begrenzt. Hier muss die Forschung (BAFU, EMPA, Betonwerke etc.) ansetzen, um neue Anwendungsmöglichkeiten zu erschliessen. Die personellen, finanziellen als auch institutionellen Möglichkeiten der Amtsstellen in Liechtenstein sind jedoch beschränkt. Eigene Forschungsprojekte zu lancieren wird in Liechtenstein deshalb schwierig sein. Liechtenstein sollte sich daher verstärkt bei schweizerischen und/oder europäischen Forschungsarbeiten finanziell beteiligen und eine Mitarbeit prüfen.

Massnahmen, die konkret in Liechtenstein eingeleitet werden können, sind:

1. Wo technisch möglich Recyclingbaustoffe bei Ausschreibungen von öffentlichen Aufträgen vorschreiben

HBA, TBA

Das Hochbauamt wird beauftragt, die Grundlagen für Ausschreibungen mit Recyclingbaustoffen (Recyclingbeton etc.) auszuarbeiten. Dies soll im Rahmen eines Referenzprojektes geschehen. Die Öffentlichkeit soll im Sinne einer Sensibilisierung über den Fortlauf und die Ergebnisse informiert werden. Die daraus gewonnenen Erfahrungen werden ausgewertet und entsprechende Massnahmen eingeleitet. Die Ergebnisse sollen in die künftigen Ausschreibungen einfliessen.

Das Tiefbauamt wird beauftragt, die vermehrte Verwendung von Recyclingbaustoffen (z.B. Magerbeton etc.) im Tiefbau zu prüfen.

2. Schulungen, Informationen, Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten

LIA, AFU

Die Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung wird um Stellungnahme gebeten, ob und wie das Thema Baustoffrecycling in die Lehrtätigkeit an der Hochschule integriert werden kann. Zudem sollen die Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung und das Amt für Umweltschutz in Kooperation mit den Amtsstellen Informationsveranstaltungen zum Thema Baustoffrecycling aktiv unterstützen und auch selbst durchführen.

3. Abklärung zu einer schrittweisen Erhöhung der Deponiegebühren

AFU, Gemeinden

Das Amt für Umweltschutz wird beauftragt, gemeinsam mit den Gemeinden eine schrittweise Erhöhung der Deponiegebühr zu prüfen und einzuleiten.

4. Wo technisch machbar, Erhöhung des Recyclinganteils in Strassenbelägen

TBA, Gemeinden

Das Tiefbauamt wird beauftragt und die Gemeinden werden ersucht, die Massnahmen des Projektes "Ostschweizerische Harmonisierung bei der Verwertung von Ausbauasphalt unter besonderer Berücksichtigung teerhaltiger Beläge" zur Förderung des Recyclings konsequent umzusetzen.

5. Anpassung der Grundwasserabstandskarte von 2 Metern zum Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen

AFU

Das Amt für Umweltschutz wird beauftragt, die Anpassung der Grundwasserabstandskarte von 2 Metern zum Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen zu überprüfen.

Dabei soll die Möglichkeit zum Einsatz von losen Recyclingbaustoffen in Gebieten ohne nutzbares Grundwasser geschaffen werden und die Karte entsprechend angepasst werden.

Die Grundwasserabstandskarte soll über das Geodatenportal allen zugänglich gemacht werden.

Literatur

- AMT FÜR VOLKSWIRTSCHAFT: Baustatistik 2007. Vaduz, 2008.
- AMT FÜR VOLKSWIRTSCHAFT: Statistisches Jahrbuch 2007/2008. Vaduz, 2008.
- BAFU: Abfallwirtschaftsbericht 2008 Zahlen und Entwicklungen der schweizerischen Abfallwirtschaft 2005-2007. Bern, 2008.
- BAFU: Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch. Bern, 2006.
- Baugesetz vom 10. September 1947, LR 701.0.
- BUWAL: Bauabfälle Schweiz Menge, Perspektiven und Entsorgungswege, Band 2: Kantonale Werte, Umwelt-Materialien Nr. 132. Bern, 2001.
- BUWAL: Bauabfälle Schweiz Mengen, Perspektiven und Entsorgungswege, Band 1: Kennwerte, Umwelt-Materialien Nr. 131. Bern, 2001.
- BUWAL: Wegleitung Grundwasserschutz, Vollzug Umwelt. Bern, 2004.
- Cassina, E. et al.: Stoffliche Zusammensetzung und Beurteilung der langfristigen Umweltverträglichkeit von Sekundärbaustoffen, EMPA. Dübendorf 2002.
- HOFFMANN C. & HUTH, O.: Konstruktionsbeton aus recyclierter Gesteinskörnung (Beton- und Mischabbruchgranulat), EMPA. Dübendorf, 2006.
- REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN: Deponiekonzept des Fürstentums Liechtenstein Grundlagen zur Deponiebewirtschaftung. Vaduz , 2005.
- Reisinger, H. & Krammer, J.: Weissbuch Abfallvermeidung und –verwertung in Österreich, Umweltbundesamt. Wien, 2007.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 1. Januar 2009), SR 814.015.
- Umweltschutzgesetz (USG) vom 29. Mai 2008, LR 814.01.

Abkürzungsverzeichnis

AB Asphaltbeton Abb. Abbildung

ACT Asphalt Tragschicht (asphalt concrete)

AFU Amt für Umweltschutz
AG Aktiengesellschaft

Art. Artikel

ARV Aushub-, Rückbau- und Recyclingverband Schweiz

BAFU Bundesamt für Umwelt

BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (neu BAFU)

bzgl. bezüglich

bzw. beziehungsweise etc. und so weiter

EMPA Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt FSKB Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie

HBA Hochbauamt

HMF Heissmischfundation
HMT Heissmischtragschicht
LGBI. Landesgesetzblatt

LGU Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz

LIA Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung
KBOB Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes

KMF Kaltmischfundation
NPK Normpositionenkatalog

PAK Polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe

ppm Parts per Million

RC Recycling

SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

SN Schweizer Norm

SR Systematische Rechtssammlung

TBA Tiefbauamt Tel. Telefon

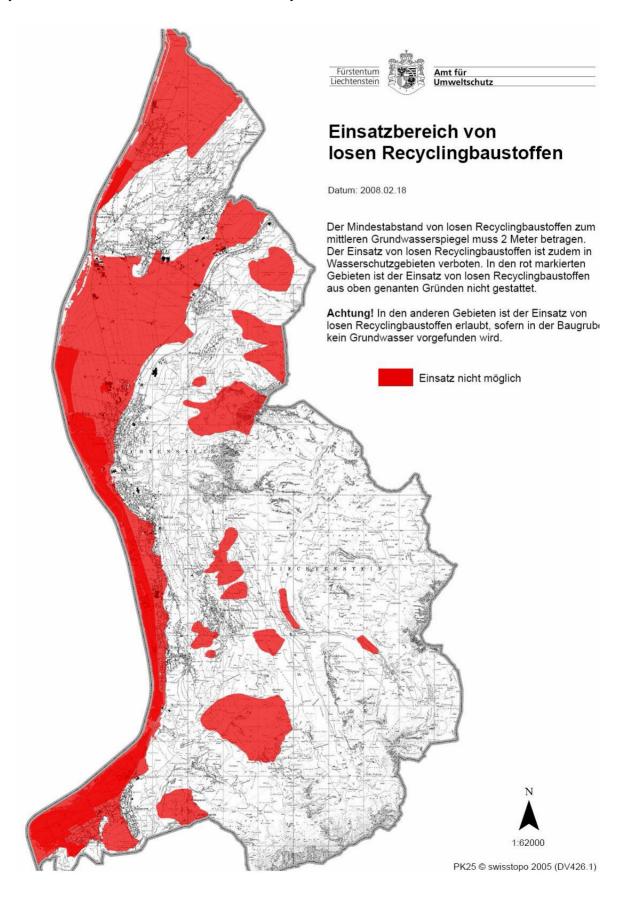
TVA Technische Verordnung über Abfälle

USG Umweltschutzgesetz

VASA Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten
VSS Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

z.B. zum Beispiel

ANHANG 1: Karte Einsatzbereich von losen Recyclingbaustoffen (Flurabstandskarte – Grundwasser)



Anhang 2: Faktenblätter

- BAU 1: Anforderungen an Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle (Bauschutt)
- BAU 3: Umgang mit Ausbauasphalt (Qualität, Verwertung)
- BAU 4: Umgang mit Mischabbruch (Qualität, Verwertung)
- BAU 5: Recyclingbaustoffe (Qualitätsanforderungen, Deklaration)
- BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)



















KVU-Ost - Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz/FL

Faktenblatt BAU 1: Anforderungen an Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle (Bauschutt)

Begriffe / Geltungsbereich

- Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle sind Abfallanlagen, welche aus definierten Bauabfallkategorien Recyclingbaustoffe herstellen.
- Geltungsbereich: Stationäre Anlagen und "Vor Ort-Aufbereitung" auf Baustellen.

Hauptziele im Vollzug

- Sicherstellen des umweltgerechten Betriebs der Anlagen in einer nach kantonalem Recht geeigneten, konformen Zone, insbesondere Einhaltung der Anforderungen von Raumplanung, Gewässerschutz, Luftreinhaltung und Lärm sowie zur Verhinderung von belasteten Standorten
- Qualitativ konstante, möglichst hochwertige und umweltverträgliche Verwertung der mineralischen Bauabfälle

Problemstellung

Im heutigen Vollzug bestehen bei den Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle unterschiedliche Anforderungen an die Platzgestaltung und die Platzentwässerung sowie bei den Emissionsminderungs-Massnahmen.

Instrumente des Vollzugs

- Baubewilligung: Ebene Gemeinde oder Kanton. Regelung der Auflagen (Bewilligung der Plätze mit Auflagen für stationäre Anlagen, bauliche und betriebliche Auflagen für die Vor Ort-Aufbereitung)
- Abfallrechtliche Bewilligung: Ebene Kanton. Errichtungsbewilligung oder Betriebsbewilligung für stationäre Anlagen (Regelung der betrieblichen Anforderungen).
- Betriebskontrolle: Kontrollkonzept für stationäre Anlagen und vor Ort-Aufbereitung
- UVP: Gemäss UVPV besteht die Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung bei einer Kapazität von > 1'000 t. Aus praktischen Gründen wird nicht auf die Kapazität der Anlage, sondern auf den jährlichen Massen-Umsatz abgestellt.

Gemeinsames Verständnis für den Vollzug

Die nachfolgenden Anforderungen sind weitgehend abgestimmt mit den Kriterien des Entsorgungswegweisers Schweiz. Sie wurden teilweise angepasst.

Generelle Anforderungen:

- Der Betrieb liegt in einer nach kantonalem Recht dafür geeigneten, konformen Zone.
- In Grundwasserschutzzonen und -arealen dürfen keine Anlagen errichtet werden.
- Die UVP-Pflicht gilt für Anlagen mit einer Jahresmenge von > 1'000 t, bezogen auf den Umsatz.
 Wird diese Mengenschwelle zu einem späteren Zeitpunkt (nach Erteilung der Bewilligung) überschritten, ist die UVP koordiniert mit dem massgebenden Verfahren nachzuholen.
- Die Anforderungen an die Platzgestaltung und -entwässerung sowie an den Betrieb gelten grundsätzlich unabhängig der Grösse bzw. des Umsatzes für alle Anlagen.

Spezielle Anforderungen an die vor Ort-Aufbereitung auf Baustellen:

- Die Vor Ort-Aufbereitung darf nicht länger als die Rückbau- und die Bauarbeiten dauern. Die vor Ort hergestellten Recycling-Baustoffe müssen grundsätzlich vor Ort eingesetzt werden.
- Es dürfen keine Materialien und Bauabfälle von anderen Baustellen zugeführt werden.
- Die Anforderungen an Platzgestaltung und Betrieb sind im Rahmen der Baubewilligung, über die abfallrechtliche Bewilligung des aufbereitenden Betriebs oder eine andere Bewilligung zu regeln.

Spezielle Anforderungen an die vor Ort-Aufbereitung auf Baustellen:

- Die Vor Ort-Aufbereitung darf nicht länger als die Rückbau- und die Bauarbeiten dauern. Die vor Ort hergestellten Recycling-Baustoffe müssen grundsätzlich vor Ort eingesetzt werden.
- Es dürfen keine Materialien und Bauabfälle von anderen Baustellen zugeführt werden.
- Die Anforderungen an Platzgestaltung und Betrieb sind im Rahmen der Baubewilligung, über die abfallrechtliche Bewilligung des aufbereitenden Betriebs oder eine andere Bewilligung zu regeln.
- Der Bewilligungsbehörde ist vor Baubeginn mindestens ein Materialfluss- und Zwischenlagerkonzept vorzulegen.
- Die lufthygienischen Massnahmen sind entsprechend der Gesamtbaustelle anhand der Baurichtlinie Luft des BUWAL und dem darauf basierenden Merkblatt der OCH-Kantone in der Baubewilligung festzulegen.
- Die Lärmemissionen, die bei der Aufbereitung von Bauabfällen zu Recyclingbaustoffen vor Ort entstehen, sind vor der Bewilligungserteilung abzuklären (s. BUWAL, Baulärm-Richtlinie).
- Es müssen Qualitätskontrollen (Fremdanalyse) zur Zusammensetzung der vor Ort hergestellten Recyclingbaustoffe durchgeführt werden.

Anforderungen an die Platzgestaltung:

a) Befestigung

Grundsätzlich sind die Plätze – auch aus betrieblichen Gründen – zu befestigen. In besonderen Fällen können die Kantone Ausnahmen bewilligen, unter Einhaltung der nachfolgenden Bedingungen.

Zwingend notwendig ist eine Platzbefestigung (dichter Asphalt- oder Beton-Belag, d.h. bituminös oder hydraulisch gebunden) für die Aufbereitung und Lagerung folgender Bauabfälle und Recyclingbaustoffe:

- Ausbauasphalt (Schollen und Fräsgut)
- Mischabbruch
- Asphaltgranulat
- · Recycling-Kiessand A
- Mischabbruchgranulat
- Betongranulat (Bis zur Klärung der offenen Fragen hält der Kanton SG an der bisherigen Strategie (unbefestigt) fest. Die Kantone können unbefestigte Plätze zulassen, wenn die Anforderungen an einen Inertstoffdeponiestandort eingehalten werden können und dies durch ein hydrogeologisches Gutachten nachgewiesen ist).

Der Platz kann im Einvernehmen mit den kantonalen Fachstellen vorläufig allenfalls unbefestigt bleiben bei der Lagerung folgender Bauabfälle und Recyclingbaustoffe:

- Strassenaufbruch
- Betonabbruch
- · Recycling-Kiessand P und B

Übergangsregelung: Bis 2010 sollen mindestens 80% der Anlagenplätze im Einzugsgebiet der Kantone AI, AR, GL, GR, SG, SH, TG, ZH und FL, auf welchen Bauabfälle und Recyclingbaustoffe mit Pflicht zur Platzbefestigung aufbereitet oder gelagert oder umgeschlagen werden, befestigt sein.

b) Entwässerung

Die Entwässerung der Plätze zur Aufbereitung von mineralischen Bauabfällen hat sich nach den Vorgaben der kantonalen Fachstellen zu richten. Grundsätzlich soll möglichst viel des anfallenden Regenwassers für betriebliche Prozesse gesammelt und verwendet werden. Für die Entwässerung des Aufbereitungsplatzes sind mehrere Varianten der Entwässerung möglich. Diese werden von den Kantonen je nach örtlicher Gegebenheit und Standort zugelassen (Bilder siehe Beilage 1).

Anforderungen an den Betrieb:

- Luftreinhaltung: Die Emissionsminderungsmassnahmen und deren Kontrollen richten sich nach der Mitteilung zur LRV Nr. 14 "Kieswerke, Steinbrüche und ähnliche Anlagen". Darin sind die Anforderungen der LRV zusammengestellt. Zudem werden die notwendigen Massnahmen betreffend der Staubminderung bei Aufbereitung, Lagerung, Umschlag der staubbildenden Güter sowie die Emissionsvorschriften für dieselbetriebene Aggregate und Maschinen auf Baurecyclinganlagen erläutert. In Vorbereitung ist eine Cercl'Air-Empfehlung Nr. 24 "Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung für Kieswerke, Steinbrüche und ähnliche Anlagen" mit Grundlagen für die koordinierte Umsetzung der lufthygienischen Anforderungen.
- Partikelfilter: Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Baurichtlinie Luft (RLL) für die Vor Ort-Aufbereitung. Für stationäre Anlagen gilt LRV Anh. 1. Die Empfehlungen des Cercl' Air werden abgewartet und die diesbezüglichen Beschlüsse der KVU-Ost in geeigneter Form einbezogen.
- Lärm: Die Bestimmungen und Grenzwerte der LSV sind einzuhalten.
- Eingangs-/Ausgangskontrolle: Die angelieferten Bauabfälle und die ausgelieferten Recyclingbaustoffe sind hinsichtlich der Qualität zu kontrollieren und nach der Menge, wenn möglich gewichtsmässig, zu erfassen. Dazu ist bei jedem Eingang/Ausgang ein Lieferschein auszufüllen und während 3 Jahren aufzubewahren. Die Erfassung der genauen Herkunft der Bauabfälle und der genauen Zielorte der Recyclingbaustoffe ist nicht zwingend.
- Mengenstatistik: Die Betriebe müssen anhand der Lieferscheine eine wenn möglich gewichtsmässige Mengenstatistik erstellen und diese jährlich zu Händen der kantonalen Behörde abgeben. Die Mengenstatistik enthält die Jahresmengen der angelieferten Bauabfälle und der ausgelieferten Recyclingbaustoffe, aufgeschlüsselt nach den entsprechenden Kategorien.
- Deckungsnachweis bei Schäden: Sofern von der Bewilligungsbehörde verlangt, ist für allfällige,
 vom Betrieb ausgehende Schäden der Nachweis für eine genügende Deckung zu erbringen.

Kontrolle des Betriebs:

- Kontrolle: Jährliche Betriebs-Inspektion (entsprechend ARV-/FSKB-Inspektorat) inkl. Mengenstatistik durch beauftragtes Inspektorat bzw. Kantone. Die Kantone können zusätzliche, unangemeldete Stichprobenkontrollen durchführen.
- Vorgehen bei Nichterfüllung der Anforderungen: Das Vorgehen lehnt sich an den Entsorgungswegweiser Schweiz (s. Beilage 2) an.

Rechtliche Grundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG): Verwertung ist zu bevorzugen gegenüber der Entsorgung, wenn sie weniger umweltbelastend, technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist; Vorsorgeprinzip: Schädliche oder lästige Einwirkungen sind gemäss Art. 1 Abs. 2 USG frühzeitig zu begrenzen.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA): Art. 10, Vermischungsverbot. Bauabfälle dürfen nicht durch Zumischung von unbelastetem oder anderem Material zu Recyclingbaustoffen aufbereitet werden. Art. 12 a und b, Verwertungspflicht: Die Bauabfälle müssen verwertet werden, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch Neuproduktion oder Beseitigung.
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV): Anhang 40.7
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen
- Abfallgesetz und Abfallverordnung ZH: Betriebsbewilligung. Eine kantonale Errichtungsbewilligung und Betriebsbewilligung sind notwendig für Abfallanlagen, sofern sie der UVP unterstehen. Damit benötigen Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle > 1'000 t eine Betriebsbewilligung.
- Abfallgesetz TG: §8 Errichtungsbewilligung. Die Errichtung von Abfallanlagen bedarf einer Bewilligung des Kantons. § 9 Abs. 1: Der Regierungsrat bezeichnet jene Abfallanlagen, die zusätzlich einer Betriebsbewilligung bedürfen. Abs. 2: In der Betriebsbewilligung werden die zulässigen Abfälle und deren Behandlung, die Eingangs- und die Betriebskontrolle sowie das Pflichtenheft und die Ausbildung des Personals geregelt.

- Kantonale Abfallverordnungen (AV)
- Gesetz vom 6. April 1988 über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (FL-Abfallgesetz): Art.
 21 Abs. 1: Die Errichtung und der Betrieb von Entsorgungsanlagen für andere Abfälle und Materialien bedürfen einer Bewilligung des Amtes für Umweltschutz.
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU-Neudruck, 2006
- BUWAL-Wegleitung Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten, 2003
- BUWAL-Mitteilungen zur Luftreinhalte-Verordnung LRV Nr. 14, 2003
- Cercl' Air-Empfehlung Nr. 24: Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung LRV für Kieswerke, Steinbrüche und ähnliche Anlagen (in Vorbereitung)
- BUWAL: Baulärm-Richtlinie. Richtlinien über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1987
- Gewässerschutzgesetz (GschG), 2. Februar 2000
- Gewässerschutzverordnung (GSchV)
- BUWAL-Wegleitung Grundwasserschutz, Vollzug Umwelt, 2004

Vollzug / Kontrolle

Vollzugsebenen / zuständige Stelle(n) im Kanton: zuständige Fachstellen, in der Regel Fachstellen Abfallwirtschaft

Kommunikation

- Kommunikation der Vollzugsphilosophie: Die Information erfolgt durch die Kantone, unter Einbezug der verantwortlichen Stellen. Dabei sind kantonsintern die betroffenen Fachstellen und Ämter zu informieren. Nach aussen sind die betroffenen Betriebe und die Fachöffentlichkeit zu informieren.
- Kommunikationsformen: z.B. schriftliche Informationen, Tagungen, ev. Pressekonferenz
- Gegenseitige Information der Kantone: Periodisch informieren sich die Kantone über den Erfolg der eingesetzten Instrumente und insgesamt über die Erfahrungen im Vollzug.

Erfolgskontrolle

Im Jahr 2010 wird der Vollzug in einer Umfrage bei den beteiligten Kantonen überprüft.

Offene Fragen / Ungelöste Probleme / Unterschiede im Vollzug

- Klären von Risiken bei unbefestigter Lagerung von Betongranulat
- Bezüglich Platzentwässerung ist zu überprüfen, ob ein gemeinsames Verständnis entwickelt werden kann.
- Das vorliegende Faktenblatt dient als Grundlage für die 2006 begonnene Revision der BAFU-Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen.

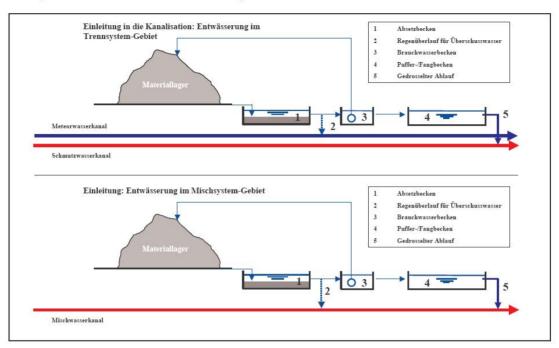
Weiterführende Unterlagen:

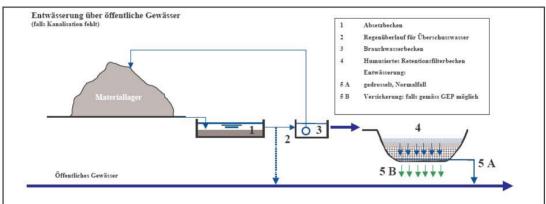
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU-Neudruck, 2006
- BUWAL-Mitteilungen zur Luftreinhalte-Verordnung LRV Nr. 14, 2003
- Cercl' Air-Empfehlung Nr. 24: Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung LRV für Kieswerke, Steinbrüche und ähnliche Anlagen, 2005

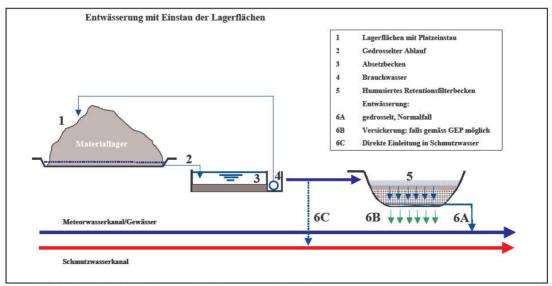
Genehmigung durch KVU Ost: 6. November 2006 / Erstpublikation auf extranet: 10. November 2006 (unverändert) / Herausgabe Internet: 30. Mai 2007 (unverändert mit Layoutanpassung)

GEO Partner AG, in Zusammenarbeit mit Abfallfachstellen Ostschweiz/FL P:\6236\Vollzugsordner_Abfall_&_Ressourcen\BAU\FB_BAU1_Bauabfaelle_Def_30_Mai_2007.doc

Beilage 1: Varianten der Entwässerung*

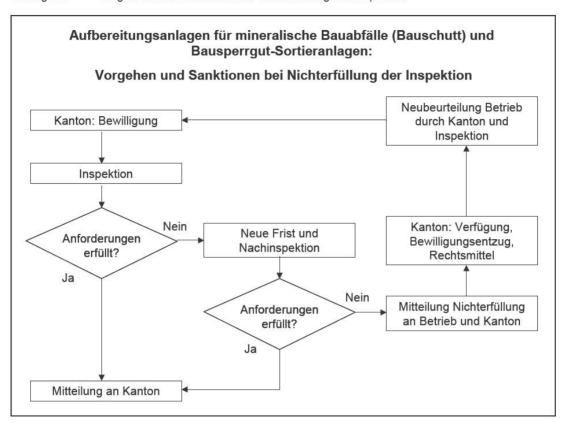






^{*} Im Kanton Zürich ist die Versickerung des Platzwassers nicht zugelassen.

Beilage 2: Vorgehen und Sanktionen bei Nichterfüllung der Inspektion





















KVU-Ost - Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz/FL

Faktenblatt BAU 3: Umgang mit Ausbauasphalt (Qualität, Verwertung)

Begriffe / Geltungsbereich

Ausbauasphalt: Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen eines Asphaltbelages gewonnenen, kleinstückigen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Ausbruchasphalt (Bauabfall-Richtlinie).

Hauptziele im Vollzug

- · Hohe Verwertungsquote, vor allem für unbelastetes Material
- Sicherung der späteren Rezyklier- bzw. Entsorgbarkeit des Recyclingmaterials
- · Keine Verschleppung von Belastungen

Problemstellung

Die PAK-Problematik ist in den Kantonen von unterschiedlicher Bedeutung. Einige Kantone haben hohe, andere Kantone haben nur geringe Anteile an PAK-haltigen Asphaltbelägen. Der Anteil an Belägen mit PAK-Gehalten > 20'000 mg / kg Bindemittel in der Ostschweiz beträgt 5 – 10% (Studie "Strassenbeläge Ostschweiz", 2007). Demnach wird in der Ostschweiz rund die Hälfte des Ausbauasphalts wieder im Strassenbau verwendet, während die andere Hälfte für Plätze und andere Anwendungen eingesetzt wird. Es ist davon auszugehen, dass in diesen unterschiedlichen Anwendungen ein gewisser Anteil nicht richtlinienkonform verwertet wird. Zur Zeit besteht ein Überangebot an Asphaltbelag von ca. 40'000 m³/Jahr.

Der Umgang mit PAK-haltigem Ausbauasphalt ist in den Kantonen nicht einheitlich geregelt. Dies hat gemäss der Studie "Strassenbeläge Ostschweiz" u.a. folgende Auswirkungen:

- Es entstehen Marktverzerrungen durch unterschiedlichen Umgang mit teerhaltigem Ausbauasphalt (Wiederverwertung, Deponierung).
- Es kommt zu einer Mengenverschiebung von Kantonen mit höheren Anforderungen zu Kantonen mit geringeren Anforderungen. Dadurch gibt es mehr unzulässige Vermischungen mit Kies und unzulässige Einsätze von teerhaltigem Material. Teilweise wird im Recycling unbelastetes durch teerhaltiges Material verdrängt.
- Belagsaufbereitungsfirmen, die die Bauabfallrichtlinie mit der Empfehlung "Entsorgung von teerhaltigem Ausbauasphalt" des BAFU korrekt umsetzen, werden durch nicht richtlinienkonforme Betriebe und Verfahren konkurrenziert.

Mit Einführung der VeVA wurde Ausbauasphalt mit PAK-Gehalten > 20'000 mg / kg Bindemittel zu Sonderabfall (S), Ausbauasphalt mit PAK-Gehalten zwischen 5'000 und 20'000 mg / kg Bindemittel zu einem anderen kontrollpflichtigen Abfall (ak). Die hoch PAK-haltigen Beläge machen zwar nur 5 – 10% der Gesamtmenge aus, ihre Verwertung (thermischer Behandlung) bzw. Entsorgung (Deponierung) ist jedoch kostenintensiv.

Instrumente des Vollzugs

- Kantone als Bauherren fördern bei Tiefbauten den Einsatz von rezykliertem Asphaltgranulat
- Vorgaben für (Strassen-)Baubewilligungen und Kontrollen der Umsetzung

Gemeinsames Verständnis für den Vollzug

Basierend auf der Studie "Strassenbeläge Ostschweiz", 2007 wird das gemeinsame Verständnis für den Vollzug aus den darin beschriebenen Massnahmen abgeleitet und wie folgt definiert:

a) PAK-haltige Beläge

- Im Grundsatz gilt die Empfehlung des BAFU "Entsorgung von teerhaltigem Ausbauasphalt" gemäss Anhang der BAFU-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle weiterhin.
- Beläge mit einem PAK-Gehalt bis 5'000 mg / kg Bindemittel werden wie bisher generell für die Verwertung zugelassen.
- Beläge mit einem PAK-Gehalt zwischen 5'000 und 20'000 mg / kg Bindemittel sind fürs Belagsrecycling zugelassen, sofern der resultierende Neubelag die Grenze von 5'000 mg / kg Bindemittel nicht übersteigt.
- Beläge mit einem PAK-Gehalt > 20'000 mg / kg Bindemittel werden dem Recycling entzogen. Sie sind entweder der thermischen Verwertung in einer hierzu vorgesehenen Anlage zuzuführen oder auf einer Reaktor- oder Reststoffdeponie abzulagern.
- In begründeten Einzelfällen (z.B. grosse Kubaturen, lange Transportwege) können die Kantone mit Zustimmung der Fachstelle Umwelt andere geeignete Lösungen anstreben. Diese Einzelfälle müssen allen Fachstellen Umwelt der KVU-Ost gemeldet werden.

b) Förderung des Recyclings

- Der heute erreichte Anteil Altbelag im Neubelag von 33% soll bis auf die gemäss Normen zugelassenen Werte (heute 50%) erhöht werden. Die Kantone integrieren diesen 50%-Altbelaganteil als Vergabekriterium in ihre Ausschreibungen und informieren die betroffenen Unternehmungen und Planer.
- Verwendung von Heissmisch-Fundationsschichten (HMF / ACF) oder Kaltmisch-Fundationsschichten (KMF) anstelle von Kieskoffern oder andern Stabilisierungsschichten.

Rechtliche Grundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG): Verwertung ist zu bevorzugen gegenüber der Entsorgung, wenn sie weniger umweltbelastend, technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist; Vorsorgeprinzip: Schädliche oder lästige Einwirkungen sind gemäss Art. 1 Abs. 2 USG frühzeitig zu begrenzen.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA), Art. 12 a und b, Verwertungspflicht: Die Bauabfälle müssen verwertet werden, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch Neuproduktion oder Beseitigung.
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA)
- BAFU-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), Neudruck 2006 mit im Anhang integrierter Empfehlung "Entsorgung von teerhaltigem Ausbauasphalt"

Vollzug / Kontrolle

Vollzugsebenen / zuständige Stelle(n) im Kanton: zuständige Fachstellen, in der Regel Fachstellen Abfallwirtschaft sowie Tiefbauämter

Kommunikation

- Kommunikation der Vollzugsphilosophie: Die Information erfolgt durch die Kantone, unter Einbezug
 der verantwortlichen Stellen. Dabei sind kantonsintern die betroffenen Fachstellen und Ämter zu
 informieren. Nach aussen sind die betroffenen Betriebe und die Fachöffentlichkeit zu informieren.
- · Kommunikationsformen: z.B. schriftliche Informationen, Tagungen, ev. Pressekonferenz
- Gegenseitige Information der Kantone: Periodisch informieren sich die Kantone über den Erfolg der eingesetzten Instrumente und insgesamt über die Erfahrungen im Vollzug.

Erfolgskontrolle

Im Jahr 2010 wird der Vollzug in einer Umfrage bei den beteiligten Kantonen überprüft.

Offene Fragen / Ungelöste Probleme / Unterschiede im Vollzug

Es ist zu klären, wie bei Belägen mit deutlich mehr als 20'000 mg PAK / kg Bindemittel mit dem darunter liegenden Kiesmaterial umgegangen werden soll.

Weiterführende Unterlagen:

Tiefbau- und Umweltämter der Ostschweizer Kantone: Harmonisierung Ausbauasphalt Ostschweiz

 Materialflussanalyse und Evaluation von Lösungen und Empfehlungen. Erstellt durch IMP Bautest AG und Sieber, Cassina + Partner AG, Juni 2007

Genehmigung durch KVU Ost: 9. November 2007 / Erstpublikation auf extranet: 22. November 2007 (unverändert) / Herausgabe Internet: 30. November 2007 (unverändert)

GEO Partner AG, in Zusammenarbeit mit Abfallfachstellen Ostschweiz/FL P:\6236\Vollzugsordner_Abfall_&_Ressourcen\BAU\FB_BAU3_Bauabfaelle_Def_22_Nov_2007.doc

Faktenblatt 4: "Umgang mit Mischabbruch (Qualität, Verwertung)"

Begriffe / Definition

Mischabbruch: Gemisch von ausschliesslich mineralischen Bauabfällen von Massivbauteilen wie Beton, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk

Hauptziele im Vollzug

- Weitest gehende Wiederverwertung von Mischabbruch, Einsatz von Mischabbruchgranulat wenn möglich in gebundener Form
- Vermeidung von Umweltbelastungen bei Verwendung von Mischabbruchgranulat als Kiesersatz in loser Form durch Absiebung des schadstoffbelasteten Feinanteils und Entfernung bzw. Immobilisierung der Schadstoffe
- Qualitätsnachweis des Produktes Mischabbruchgranulat nach der Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle und der SN 640 744
- Korrekte Behandlung der anfallenden Nebenprodukte (z.B. Feinanteil)
- · Korrekte Verwendung von Mischabbruchgranulat

Problemstellung

Mischabbruch ist heterogen zusammengesetzt und enthält schadstoffbelastete Feinanteile. Diese Feinfraktion wird meist nicht korrekt oder gar nicht abgesiebt. Die Ablagerung / Behandlung der abgesiebten Feinanteile erfolgt oft auch nicht gemäss BUWAL-Richtlinie über die Verwertung von mineralischen Bauabfällen. Es ist schwierig, Mischabbruch im Markt abzusetzen. Folgen davon sind Abfalltourismus, der nicht richtlinienkonforme Einbau (z.B. Einsatz für Hinterfüllungen) und wachsende Berge von gebrochenem Mischabbruchgranulat auf den Aufbereitungsplätzen.

Instrumente für den Vollzug

- Kantone als Bauherren f\u00f6rdern bei Hoch- und Tiefbauten den Einsatz von g\u00fctegesichertem Mischabbruchgranulat
- Branchenlösung: Kontrolle der Entsorgung des Feinanteils durch Inspektorat

Gemeinsames Verständnis

- Die Kantone als Bauherren forcieren (v.a.) im Hochbau, aber auch im Tiefbau den Einsatz von Mischabbruchgranulat gemäss BUWAL-Richtlinie (Vorbildfunktion, auch gegenüber den Gemeinden).
- Mischabbruchgranulat soll vermehrt in gebundener Form eingesetzt werden.
- Die Verwendung von Mischabbruchgranulat in Magerbeton soll gef\u00f6rdert werden.
- Die Kantone verlangen bei Verwendung in loser Form die Absiebung der schadstoffbelasteten Feinanteile des Mischabbruchs zur Schadstoffentfrachtung des Produkts und zur Verbesserung der Produktqualität an. In gebundener Form muss der Feinanteil nicht abgesiebt werden (s. Offene Fragen).
- Die Feinanteile sind auf einer Reaktordeponie abzulagern. Eine andere Entsorgungs- oder Behandlungsart ist mittels Analyse zu begründen.
- Bei der j\u00e4hrlichen Betriebsinspektion wird die Absiebung des Feinanteils vom Mischabbruch und dessen korrekte Entsorgung kontrolliert.
- Bei der Herstellung von Mischabbruchgranulat wird ein Qualitätsnachweis verlangt. Alle 3'000 m³
 muss eine Fremdanalyse (Probenahme und Analyse durch ein Labor) durchgeführt werden, mindestens aber einmal jährlich. Für Kleinmengen kann die kantonale Behörde die jährliche Probenahme auf einmal je Brechvorgang reduzieren.
- Die Kantone f\u00f6rdern die Kenntnisse \u00fcber die qualitativ hochstehende Herstellung, die Produkteigenschaften und den geeigneten Einsatz von Mischabbruchgranulat bei Betrieben, Planern und Gemeinden, z.B. durch Durchf\u00fchrung von Informationsveranstaltungen und Schulungen.

Rechtliche Grundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG): Verwertung ist zu bevorzugen gegenüber der Entsorgung, wenn sie weniger umweltbelastend, technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist; Vorsorgeprinzip: Schädliche oder lästige Einwirkungen sind gemäss Art. 1 Abs. 2 USG frühzeitig zu begrenzen.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA): Art. 12 a und b: Verwertungspflicht: Die Bauabfälle müssen verwertet werden, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch Neuproduktion oder Beseitigung.
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), Juli 1997

Vollzug / Kontrolle

Vollzugsebenen / zuständige Stelle(n) im Kanton: Tiefbauämter, Hochbauämter, Fachstellen Abfallwirtschaft

Kommunikation

- Kommunikation der Vollzugsphilosophie: Die Information erfolgt durch die Kantone, unter Einbezug der verantwortlichen Stellen. Dabei sind kantonsintern die betroffenen Fachstellen und Ämter zu informieren. Nach aussen sind die betroffenen Betriebe und die Fachöffentlichkeit zu informieren.
- Kommunikationsformen: z.B. schriftliche Informationen, Tagungen, ev. Pressekonferenz
- Gegenseitige Information der Kantone: Periodisch informieren sich die Kantone über den Erfolg der eingesetzten Instrumente und insgesamt über die Erfahrungen im Vollzug.

Erfolgskontrolle

Im Jahr 2010 wird der Vollzug in einer Umfrage bei den beteiligten Kantonen überprüft.

Offene Fragen / Ungelöste Probleme / Unterschiede im Vollzug

- Es soll abgeklärt werden, ob mögliche Alternativen zur Ablagerung der abgesiebten Feinfraktion von Mischabbruch auf der Reaktordeponie bestehen. Die Resultate einer Studie der Kantone GR und SG zu den Absatzmöglichkeiten des abgesiebten Feinanteils werden 2006 erwartet.
- Betreffend "Einsatz von Mischabbruchgranulat in gebundener Form ohne Absieben des Feinanteils" gilt der Vorbehalt, dass eine diesbezügliche Anpassung der BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle erfolgt.
- Sind die Herstellprobleme für den Einsatz von Mischabbruch zur Herstellung von Beton gelöst?
- · Wie gross ist die Nachfrage nach Mischabbruchgranulat?

Als Beilage zum Faktenblatt ist folgendes Merkblatt vorgesehen:

In Bearbeitung stehendes neues Merkblatt zum Mischabbruch











KVU-Ost - Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz/FL









Faktenblatt BAU 5: Recyclingbaustoffe (Qualitätsanforderungen, Deklaration)

Begriffe / Definition

Gemäss BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), Juli 1997 gelten folgende Begriffe:

- Recyclingbaustoffe: Die aus Bauabfällen hergestellten und zu Bauzwecken eingesetzten Materialien, die die ökologischen und bautechnischen Anforderungen erfüllen. Sie sind Rohstoffe und gelten nicht mehr als Abfälle.
- Asphaltgranulat: Der auf eine Stückgrösse von max. 32 mm zerkleinerte Ausbauasphalt
- · Betongranulat: Durch Aufbereiten von Betonabbruch hergestellter Recyclingbaustoff
- · Mischabbruchgranulat: Der durch Aufbereiten von Mischabbruch hergestellte Recyclingbaustoff

Hauptziele im Vollzug

- Hohe Qualit\u00e4t der hergestellten Recyclingbaustoffe (mit hohem Marktwert und hoher Akzeptanz), ohne Schadstoffe
- · Korrekte Deklaration der Produkte
- Korrekter Einsatz der Produkte im Bauwerk (Hoch- und Tiefbau)

Problemstellung

Die Sicherung der Qualität der hergestellten Baustoffe ist in der Praxis nicht immer gewährleistet. Das Vermischungsverbot gemäss BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ziffer 4 5 und 5 4) wird betreffend Herstellung von Recycling-Kiessand A und B unterschiedlich interpretiert und teilweise nicht eingehalten. Recyclingbaustoffe werden im Bauwerk (Hoch- und Tiefbau) nicht immer korrekt eingesetzt. Asphaltfräsgut und Asphaltschollen werden z.T. vermischt, sodass die Qualität des Asphaltgranulats beeinträchtigt wird.

Instrumente des Vollzugs

- Kantone als Bauherren f\u00f6rdern bei Hoch- und Tiefbauarbeiten den Einsatz von g\u00fctegesicherten Recyclingbaustoffen
- Abfallrechtliche Bewilligung für Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle: Regelung des Qualitätsnachweises für die hergestellten Recyclingbaustoffe sowie der Kontrolle
- Qualitätsnachweis: Betriebskontrolle über Inspektorat (ähnlich ARV-/FSKB)
- Deklaration für Recyclingbaustoffe mit Hinweis auf die korrekte Verwendung, z.B. mittels Deklarationsblatt gemäss Beilage 1 (z.B. direkt auf der Rückseite des Lieferscheins aufgedruckt)

Gemeinsames Verständnis für den Vollzug

- Die Kantone als Bauherren forcieren im Hoch- und im Tiefbau den Einsatz von Recyclingbaustoffen gemäss BUWAL-Richtlinie (Vorbildfunktion, auch gegenüber den Gemeinden) und integrieren
 die Forderung zum Einsatz von Recyclingbaustoffen in Ausschreibungen (Beispiele siehe separate
 Beilage).
- Sie f\u00f6rdern die Kenntnisse \u00fcber die qualitativ hochstehende Herstellung, die Produkteigenschaften und den geeigneten Einsatz von Recyclingbaustoffen bei Betrieben, Planern und Gemeinden, z.B. durch Informationsveranstaltungen und Schulungen.
- Wie der Qualitätsnachweis der hergestellten Recyclingbaustoffe zu erfolgen hat, ist in der abfallrechtlichen Bewilligung für Aufbereitungsanlagen für mineralische Bauabfälle geregelt. Bei vor OrtAufbereitung von Recyclingbaustoffen auf Baustellen und bei Betrieben ohne abfallrechtliche Bewilligung ist der Qualitätsnachweis in der Baubewilligung oder einer anderen Bewilligung zu regeln
 und durch die Bewilligungsbehörde zu prüfen.

- Der Qualitätsnachweis richtet sich nach der BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Die Einhaltung der Qualitätsstandards der Recyclingbaustoffe ist so geregelt, dass der Qualitätsnachweis für die aufbereiteten Baustoffe durch Sichtkontrolle durch die Betreiber selbst sowie durch analytischen Nachweis (mit Siebkurvenanalyse) im Labor erfolgt. Pro 3'000 m³ ist eine Analyse (Probenahme und Analyse durch Labor) zu machen, mindestens jedoch einmal jährlich eine Fremdanalyse durch ein externes Labor, und für alle hergestellten Recyclingbaustoffe. Die Kontrolle erfolgt über ein Inspektorat (ähnlich ARV/FSKB) oder die Kantone selbst. Für Kleinmengen kann die kantonale Behörde die jährliche Probenahme auf einmal je Brechvorgang reduzieren.
- Bei der Abgabe eines Recyclingbaustoffes ist dieser mit Hinweis auf die korrekte Verwendung, z.B. mittels Deklarationsblatt gemäss Beilage 1 zu deklarieren.

Kontrolle der Betriebe:

Vorgehen bei Nichterfüllung der Anforderungen: Das Vorgehen lehnt sich an den Entsorgungswegweiser Schweiz (s. Beilage 2) an.

Rechtliche Grundlagen

- Technische Verordnung über Abfälle (TVA): Art. 10 Vermischungsverbot. Bauabfälle dürfen nicht durch Zumischung von unbelastetem oder anderem Material zu Recyclingbaustoffen aufbereitet werden.
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU-Neudruck, 2006

Vollzug / Kontrolle

Vollzugsebenen / zuständige Stelle(n) im Kanton: Zuständige Behörde, in der Regel Fachstellen Abfallwirtschaft. Für die Kontrolle der vorschriftsgemässen Verwendung und Aufbereitung auf Baustellen sind in der Regel die Gemeinden zuständig.

Kommunikation

- Kommunikation der Vollzugsphilosophie: Die Information erfolgt durch die Kantone, unter Einbezug der verantwortlichen Stellen. Dabei sind kantonsintern die betroffenen Fachstellen und Ämter zu informieren. Nach aussen sind die betroffenen Betriebe und die Fachöffentlichkeit zu informieren.
- Kommunikationsformen: z.B. schriftliche Informationen, Tagungen, ev. Pressekonferenz
- Gegenseitige Information der Kantone: Periodisch informieren sich die Kantone über den Erfolg der eingesetzten Instrumente und insgesamt über die Erfahrungen im Vollzug.

Erfolgskontrolle

Im Jahr 2010 wird der Vollzug in einer Umfrage bei den beteiligten Kantonen überprüft.

Offene Fragen / Ungelöste Probleme / Unterschiede im Vollzug

- Das Vermischungsverbot wird in diesem Faktenblatt nicht abgehandelt. Das Vermischungsverbot gemäss BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle, 1997 (Ziffer 4 5 und 5 4) wird unterschiedlich interpretiert und ist im Rahmen der Revision der Richtlinie zu klären.
- Was geschieht mit Recyclingbaustoffen, die nach der Kontrolle die Qualitätsanforderungen nicht erfüllen?
- Der Mindestabstand von 2 m, der beim Einsatz von Recyclingbaustoffen zum Grundwasser eingehalten werden muss, ist umstritten und ist im Rahmen der Revision der BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle, 1997 zu klären.

Weiterführende Unterlagen:

- Merkblatt "Mischabbruchgranulat Stein für Stein Qualität" (Hrsg.: Die Kantone, ASTRA, BAFU, ARV)
- Merkblatt "Bauabfall und Recyclingbaustoffe Integration in Ausschreibung und Devisierung" (s. Entsorgungswegweiser Schweiz, www.abfall.ch)
- Tiefbauamt Graubünden: Vorschriften für die Ausführung von Erdarbeiten (Schüttarbeiten und Fundationsschichten) vom 1. Juni 2005
- Tiefbauamt Graubünden: Handbuch TBA 2005, Verzeichnis R- und B-Positionen, Version 2005, Kapitel Fundationsschichten und Materialgewinnung, Normposition 212: Sekundärmateriallieferungen, 501 03 Kiessand II: Betongranulat, 502 03 Kiessand II: Mischabbruchgranulat, 503 03 Kiessand II: Recycling-Kiessand A (Auszug)
- Tiefbauamt Kanton Thurgau: Musterdevis Unterhalt / Kantonsstrassen vom 14.4.2004 (Auszug)
- Hochbauamt des Kantons Zürich: Ausschreibungen erfolgen nach eco-devis als Zusatz zum Normpositionenkatalog (www.eco-devis.ch)

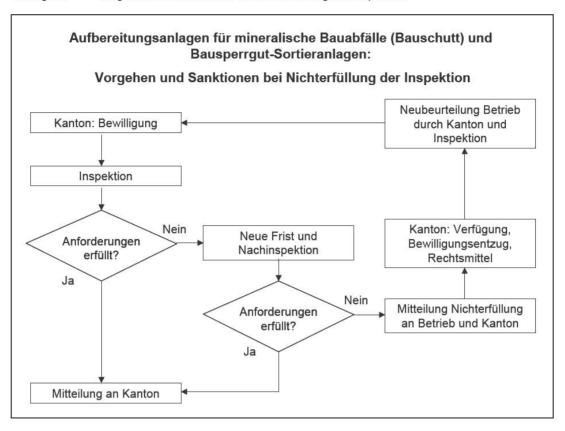
Genehmigung durch KVU Ost: 25. Januar 2006 / Erstpublikation auf extranet: 28. März 2006 (unverändert) / Herausgabe Internet: 30. Mai 2007 (unverändert mit Layoutanpassung)

GEO Partner AG, in Zusammenarbeit mit Abfallfachstellen Ostschweiz/FL P:16236\Vollzugsordner_Abfall_&_Ressourcen\BAU\FB_BAU5_Bauabfaelle_Def_30_Mai_2007.doc

Beilage 1: Deklarationsblatt für Recyclingbaustoffe

Deklarationsblatt für Recyclingbaustoffe						
Abgebender Betrieb (Name, Ort, Tel.):						
Qualitätsnachweis für Red	cyclingbaustoff vorh	anden: O ja C) nein			
Abnehmer (Name, Ort, Te	el.):					
Abgegebener Recyclingba	austoff (in Tabelle m	arkieren):				
Verwendungs-	Finsatz in	loser Form	Finsatz in geb	undener Form		
möglichkeiten			Emsatz in gebundener i omi			
Recyclingbaustoffe	ohne Deckschicht	mit Deckschicht	hydraulisch gebunden	bituminös gebunden		
Asphaltgranulat	*	Dockoomon	gobaliaon	gozaniaon		
Recycling-Kiessand P						
Recycling-Kiessand A						
Recycling-Kiessand B						
Betongranulat						
Mischabbruchgranulat						
Legende: Verwendung möglich Verwendung nicht möglich * Verwendung nur möglich, wenn die Schichtstärke maximal 7 cm beträgt und das Asphaltgranulat gewalzt wird						
 Anforderungen an den Einsatz der Recyclingbaustoffe: In Grundwasserschutzzonen und -schutzarealen dürfen Recyclingbaustoffe nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde eingesetzt werden. Der Mindestabstand zum Grundwasser beträgt 2 m. Die maximale Schichtstärke beträgt 2 m (keine Einschränkung für Recycling-Kiessand P) Ist eine Deckschicht nötig, ist sie innerhalb von 3 Monaten aufzubringen. Als Deckschicht gelten bindemittelgebundene Schichten (dichter Asphalt- oder Betonbelag), welche die Durchsickerung des gesamten Recyclingmaterials mit Niederschlägen verhindern. Die Verwendung von Recyclingbaustoffen für Sicker- und Drainageschichten ist nicht erlaubt. Damm- und Geländeaufschüttungen sind nur mit Recycling-Kiessand P erlaubt. 						
Datum, Unterschrift Abgeber:						
ı						

Beilage 2: Vorgehen und Sanktionen bei Nichterfüllung der Inspektion



















KVU-Ost - Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Ostschweiz/FL

Faktenblatt BAU 6: Beurteilung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen (Beton, Asphalt)

Begriffe / Definition Geltungsbereich

Geltungsbereich:

Schadstoffbelastete mineralische Bauabfälle sowie mineralische Bauabfälle, bei denen der Verdacht auf eine Verunreinigung besteht. Darunter fallen Betonabbruch und Ausbauasphalt aus verunreinigter Bausubstanz (Betonmauerwerk, Beton- oder Asphaltböden etc.), welche meist auf gewerblich-industrielle Prozesse zurückzuführen ist.

Strassenaufbruch, Mischabbruch, die Kiessande P, A und B sowie Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial mit einer Schadstoffbelastung oder einem Verdacht auf Schadstoffbelastung sind nicht Gegenstand dieses Faktenblattes.

Beariffe:

- Schadstoffbelastete mineralische Bauabfälle: Mineralische Bauabfälle, welche mit Schadstoffen verunreinigt sind, die durch die Nutzung oder einen Unfall in den Baustoff eingetragen wurden.
- Unbelastete mineralische Bauabfälle: Mineralische Bauabfälle, die weder durch die Nutzung noch durch einen Unfall mit Schadstoffen verunreinigt wurden (s. Bauabfallrichtlinie).

Die hier gemeinte Verunreinigung der Bausubstanz mit Schadstoffen ist auf die vorherige gewerblichindustrielle Nutzung des abgebrochenen Bauobjektes oder sonstige externe Einwirkungen zurückzuführen. Die spezifische chemische Zusammensetzung des ursprünglichen Baustoffes wird hier als zu tolerierende "Eigenbelastung" bezeichnet und gilt nicht als Verunreinigung.

Hauptziele im Vollzug

- · Rechtssicherheit im Umgang mit belasteten mineralischen Bauabfällen
- Festgelegte Verwertung / Behandlung von schadstoffbelasteten mineralischen Bauabfällen analog zu schadstoffbelastetem Aushub (vgl. Aushubrichtlinie)

Problemstellung

Die Verwertung von unverschmutzten, mineralischen Bauabfällen ist in der Bauabfallrichtlinie, die Verwertung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial in der Aushubrichtlinie geregelt. Keine eindeutige Regelung für die Verwertung besteht hingegen betreffend der Belastung mit Schadstoffen von mineralischen Bauabfällen. In der <u>Bauabfallrichtlinie</u> wird im Absatz 2.4 lediglich darauf hingewiesen, dass das Material aus belasteten Standorten oder Altlasten gemäss den Weisungen der kantonalen Fachstelle zu entsorgen sei. Ferner ist der <u>Aushubrichtlinie</u> zu entnehmen, dass mineralischer Aushub mit T-Qualität in gebundener Form verwendet werden darf.

Instrumente des Vollzugs

 Die unter "Gemeinsames Verständnis für den Vollzug" formulierten Grundsätze und Beurteilungskriterien

Gemeinsames Verständnis für den Vollzug

a) Grundsatz

In der Bauabfallrichtlinie ist festgelegt, dass mineralische Bauabfälle, wenn sie verschmutzt sind, nicht verwertet werden dürfen, sondern behandelt / entsorgt bzw. auf einer TVA-konformen Deponie abgelagert werden müssen. Auf der anderen Seite besagt die Aushubrichtlinie, dass Aushub, Abraum- und Ausbruchmaterial, welches leicht belastet ist und die T-Werte unterschreitet, verwertet werden darf. In

Analogie zur Aushubrichtlinie werden die T- und U-Werte der Aushubrichtlinie auf mineralische Bauabfälle angewendet und als Massstab für die Beurteilung der Verwertbarkeit herangezogen. Dies bedeutet, dass mineralische Bauabfälle mit T-Qualität in gebundener Form eingesetzt werden dürfen.

b) Beurteilung

Besteht bei mineralischen Bauabfällen der Verdacht auf Schadstoff-Verunreinigung (aufgrund gewerblich-industrieller Nutzung), so wird die Beurteilung aufgrund der Ablaufschemen in den Beilagen 1 (für Beton) und 2 (für Asphalt) vorgenommen:

- Als unbelastet gelten mineralische Bauabfälle, bei welchen die U-Werte unterschritten werden.
 Nicht in die Beurteilung einbezogen wird dabei die übliche, zu tolerierende Eigenbelastung durch baustoffspezifische Schadstoffe.
- Als leicht belastet gelten mineralische Bauabfälle, bei welchen die U-Werte überschritten, die T-Werte jedoch unterschritten werden. Auch hier wird die übliche, zu tolerierende Eigenbelastung des Bauabfalls nicht berücksichtigt.
- Als belastet gelten mineralische Bauabfälle, bei welchen die T-Werte überschritten werden. Dabei ist die T-Wert-Überschreitung nicht auf die übliche, zu tolerierende Eigenbelastung mit baustoffspezifischen Schadstoffen zurückzuführen, sondern meist auf gewerblich-industrielle Prozesse.

c) Verwertung bzw. Entsorgung

- Unbelastete mineralische Bauabfälle können gemäss Bauabfallrichtlinie verwertet werden.
- Leicht belastete mineralische Bauabfälle k\u00f6nnen nur in gebundener Form (z.B. Betongranulat als Rohstoffersatz f\u00fcr Beton oder Stabilisierungen, Asphaltgranulat als Rohstoffersatz im Belagsrecycling) verwertet werden. Die Verwendung in loser Form ist nicht zugelassen.
- **Belastete** mineralische Bauabfälle müssen in einer hierzu zugelassenen Anlage behandelt oder fachgerecht entsorgt (z.B. TVA-konform deponiert) werden.

Hinweis: Im Kanton ZH werden bei der Sanierung eines belasteten Standorts nicht nur belasteter Aushub, sondern auch belastete oder leicht belastete mineralische Bauabfälle einer speziellen, konkret definierten Verwertungspflicht ("Verwertungsregel") unterstellt (s. Kanton ZH: Verwertungsregel für die Entsorgung von belasteten Bauabfällen).

d) Eigenbelastung von Beton und Asphalt

Die Eigenbelastungen von Zement und Beton mit Chrom(VI) sind in Beilage 1, diejenigen von Asphalt mit PAK in Beilage 2 aufgelistet.

Die Eigenbelastung von Mischabbruch mit Schadstoffen kann aufgrund seiner Heterogenität schwer beurteilt werden. Deshalb werden die T- und U-Werte der Aushubrichtlinie nicht als Massstab für die Beurteilung seiner Verwertbarkeit herangezogen. Für den Umgang mit Mischabbruch gelten die Regeln der BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Mischabbruch soll möglichst in gebundener Form eingesetzt werden (vgl. Faktenblatt "Umgang mit Mischabbruch (Qualität, Verwertung)").

Rechtliche Grundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG): Verwertung ist zu bevorzugen gegenüber der Entsorgung, wenn sie weniger umweltbelastend, technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist; Vorsorgeprinzip: Schädliche oder lästige Einwirkungen sind gemäss Art. 1 Abs. 2 USG frühzeitig zu begrenzen.
- Technische Verordnung über Abfälle (TVA): Art. 10, Vermischungsverbot. Bauabfälle dürfen nicht durch Zumischung von unbelastetem oder anderem Material zu Recyclingbaustoffen aufbereitet werden. Art. 12 a und b, Verwertungspflicht: Die Bauabfälle müssen verwertet werden, wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch Neuproduktion oder Beseitigung.

- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU-Neudruck, 2006: Legt die ökologischen Anforderungen für die Verwertung mineralischer Bauabfälle so fest, dass eine hochwertige, umweltverträgliche Verwendung von Recyclingbaustoffen erreicht wird.
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), Juni 1999: Enthält Qualitätsanforderungen um zu entscheiden ob Material ohne Einschränkungen verwertet werden kann, ob dies nur mit Einschränkungen oder nach einer Vorbehandlung möglich ist.
- Altlastenverordnung (AltIV): Belastete Standorte sind gemäss Art. 2 AltIV Orte, deren Belastung von Abfällen stammt und die eine beschränkte Ausdehnung aufweisen. Sie umfassen:
 - a) Ablagerungsstandorte
 - b) Betriebsstandorte
 - c) Unfallstandorte
- Baudirektion Kanton Zürich, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft: Verwertungsregel für die Entsorgung von belasteten Bauabfällen. Richtlinie für Bauherren, Planer und Altlastenfachleute. Zürcher Umweltpraxis, Mai 2005.

Vollzug / Kontrolle

Vollzugsebenen / zuständige Stelle(n) im Kanton: Fachstellen Abfallwirtschaft

Kommunikation

- Kommunikation der Vollzugsphilosophie: Die Information erfolgt durch die Kantone, unter Einbezug der verantwortlichen Stellen. Dabei sind kantonsintern die betroffenen Fachstellen und Ämter zu informieren. Nach aussen sind die betroffenen Betriebe und die Fachöffentlichkeit zu informieren.
- · Kommunikationsformen: z.B. schriftliche Informationen, Tagungen, ev. Pressekonferenz
- Gegenseitige Information der Kantone: Periodisch informieren sich die Kantone über den Erfolg der eingesetzten Instrumente und insgesamt über die Erfahrungen im Vollzug. Externe Altlastenfachleute, Geologen, Baufachleute und bodenkundliche Baubegleitungen werden speziell mit dem Faktenblatt informiert.

Erfolgskontrolle

Im Jahr 2010 wird der Vollzug in einer Umfrage bei den beteiligten Kantonen überprüft.

Offene Fragen / Ungelöste Probleme / Unterschiede im Vollzug

- Der Grundsatz der Aushubrichtlinie, wonach leicht belasteter Aushub mit T-Qualität als Rohstoffersatz verwertet werden kann, soll wie im vorliegenden Faktenblatt auf mineralische Bauabfälle angewendet und in der in Revision stehenden Bauabfallrichtlinie explizit festgehalten werden.
- Durch die Integration des Konzepts "Leicht belastete Abfälle" (< T-Wert) ins vorliegende Faktenblatt soll der Grundsatzdiskussion, ob nicht alle "belasteten" Abfälle bis zum Inertstoff-Wert als Rohstoffersatz wenigstens in gebundener Form verwertet werden können, nicht vorgegriffen werden. Diese Frage ist sowohl für Aushub, für mineralische Bauabfälle und gegebenenfalls für Kehrichtschlacke und ähnliches im Rahmen der TVA-Revision zu beantworten (Anregung SG).
- Ab welcher Belastung gelten verschmutzte Bauabfälle als ak-Abfälle?

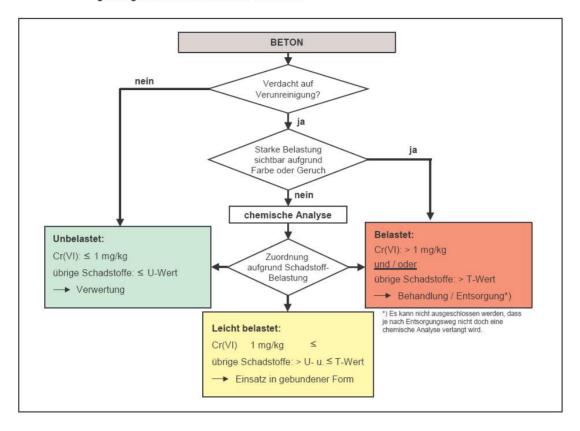
Weiterführende Unterlagen:

- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch), BAFU-Neudruck, 2006
- BUWAL-Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), Juni 1999
- BUWAL-Empfehlung "Entsorgung von teerhaltigem Ausbauasphalt" vom Juni 2004 (siehe auch Anhang 3 des BAFU-Neudrucks 2006)

Genehmigung durch KVU Ost: 30. März 2007 / Erstpublikation auf extranet: 16. April 2007 (unverändert) / Herausgabe Internet: 30. Mai 2007 (unverändert mit Layoutanpassung)

GEO Partner AG, in Zusammenarbeit mit Abfallfachstellen Ostschweiz/FL P:\6236\Vollzugsordner_Abfall_&_Ressourcen\BAU\FB_BAU6_Bauabfaelle_Def_30_Mai_2007.doc

Beilage 1: Beton: Ablaufschema zur Beurteilung einer Schadstoff-Verunreinigung im Beton aufgrund gewerblich-industrieller Prozesse



Eigenbelastung von Beton mit Chrom(VI)*

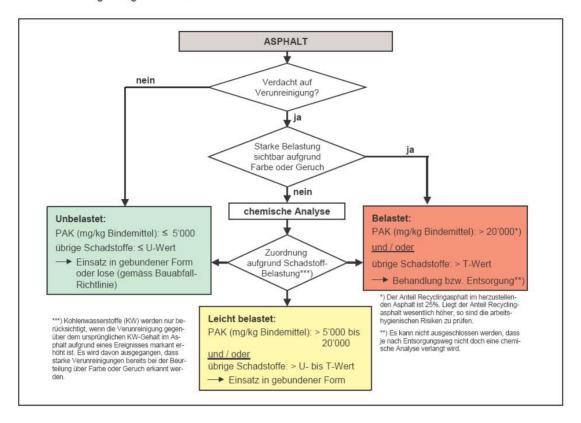
- Literaturwert: Festgestellte max. Gehalte an Cr(VI) im Zement: bis zu 10 mg/kg**
- Grenzwert Cr(VI) im Beton (bei 10% Zement im Beton):
 1 mg/kg
- Grenzwert Cr(VI) im 1:10-Eluat von Beton
 (Annahme: max. Elution 10%):
 0.01 mg/l
- * Cr(VI) wird hier stellvertretend für die Eigenbelastung des Betons verwendet. Grundsätzlich weist Beton auch eine Eigenbelastung bezüglich anderer Schadstoffe auf.
- ** Quelle: Amt für Umwelt Kanton Thurgau: Studie "Chromat im Beton", erstellt durch TBF, 18. Dezember 2003

Verfahren zur Bestimmung des Cr(VI)-Gehalts

(Quelle: Analysemethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterialien, BUWAL, 2000)

Die Bestimmung des Cr(VI)-Gehaltes kann nur indirekt über eine Eluatuntersuchung erfolgen. Voraussetzung für einen zuverlässigen Wert ist eine erschöpfende, mehrstufige Cr(VI)-Extraktion des auf < 0.5 mm zerkleinerten Materials. Die Gehaltsangabe erfolgt in mg Cr(VI)/kg, bezogen auf das Trockengewicht (105°C) der Probe. Dieses Verfahren ist jedoch aufwändig, in der Praxis wird bevorzugt der Cr(VI)-Gehalt im 1:10-Eluat Test 2 gemäss TVA ermittelt. Die hierbei ermittelten Cr(VI)-Werte im Eluat dürfen den oben aufgeführten Grenzwert (0.01 mg/l) nicht übersteigen.

Beilage 2: Asphalt: Ablaufschema zur Beurteilung einer Schadstoff-Verunreinigung im Asphalt aufgrund gewerblich-industrieller Prozesse



Richtwert für PAK im Asphalt

PAK-Richtwert: 5'000 mg / kg Bindemittel

Bindemittelanteil im Asphalt: 5%

PAK-Richtwert: 250 mg / kg Asphalt

Anhang 3: Zu berücksichtigende Aspekte einer kostendeckende Finanzierung des Deponiebetriebes

Planung	Etappierung			
	Projektierungen			
	UVB			
Infrastruktur	Erschliessung	Rohdung		
		Planie		
		Zufahrt		
		Abdichtung, Entwässerung		
		Büro		
Betrieb	Strassenunterhalt	Reinigung		
		Reparaturen		
	Aufsicht	Kontrolle		
	7,610,010			
	*Deponietechnik 1	Personal		
		Maschinen		
		andere		
	**Deponietechnik 2	Personal		
	(spez. Anpassungen)	Maschinen		
		andere		
Abschluss	Rekultivierung	Maschinen		
		Personal		
		Material		
Altlasten	Untersuchung	Historische Untersuchung (HU)		
		Technische Untersuchung (TU)		
	Sanierung	Aushub / Sortieren / Triagierung		
		Entsorgung		
Nachsorge		Überwachung		
		Korrekturen		
Evaluation		neue Standorte		

^{*}Deponietechnik 1: Aufwand bei normalen Deponiebetrieb

^{**}Deponietechnik 2: Aufwand bei spez. Arbeiten (z.B. Umschüttung, Schlammweiher, etc.)