



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
UMWELT, FORSTEN UND
VERBRAUCHERSCHUTZ

STOFFSTROMMANAGEMENT BAUABFALL

Für das Land Rheinland-Pfalz



IMPRESSUM:

Herausgeber: Ministerium für Umwelt, Forsten
und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 1
55116 Mainz



Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 7
55116 Mainz



Projektbearbeitung: Florian Knappe
Dr. Achim Schorb
IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Projektbetreuung: Projekt Stoffstrommanagement im Landesamt für Umwelt,
Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

Titelbild: Helmut Brodt (ID-Kommunikation, Mannheim),
Firmengelände Scherer + Kohl, Ludwigshafen

Herstellung: LUWG

Auflage: 200 Exemplare

Redaktionsschluss: 01. März 2009

INHALT

1.	Derzeitige Situation der Entsorgung mineralischer Bauabfälle in Rheinland-Pfalz	4
2	Entsorgung von mineralischen Bauabfällen - Schwachstellenanalyse	9
2.1	Situationsanalyse entlang der Entsorgungskette	9
2.1.1	Verwendung im Straßen- und Wegebau sowie Tiefbau	9
2.1.2	Verwendung im Hochbau	11
2.1.3	Herstellung der RC-Baustoffe	11
2.1.4	Situation an den Anfallstellen mineralischer Bauabfälle	12
2.2	Situation aus Sicht einzelner Akteursgruppen	13
2.2.1	Aus Sicht der Bauherren	13
2.2.2	Aus Sicht der Baustoffhersteller	16
2.2.3	Aus Sicht des Ordnungsgebers - Rechtliche Randbedingungen	17
2.2.4	Aus Sicht der Deponiebetreiber	18
3	Lösungsstrategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz	19

ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Entsorgungswege für mineralische Bauabfälle in den Untersuchungsräumen	5
Abbildung 2:	Übersicht über die Restvolumina der Deponien (Stand 2007)	8

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	In Recyclinganlagen im Jahr 2006 aufbereitete mineralische Bauabfälle - Untersuchungsraum Nord, nach Angaben des Statistischen Landesamtes	5
Tabelle 2:	In Recyclinganlagen im Jahr 2006 aufbereitete mineralische Bauabfälle - Untersuchungsraum Süd, nach Angaben des Statistischen Landesamtes	6
Tabelle 3:	Absatzwege für RC-Baustoffe im Untersuchungsraum Nord, nach Angaben des Statistischen Landesamtes	7
Tabelle 4:	Absatzwege für RC-Baustoffe im Untersuchungsraum Süd, nach Angaben des Statistischen Landesamtes	7

1. Derzeitige Situation der Entsorgung mineralischer Bauabfälle in Rheinland-Pfalz

Das Land Rheinland-Pfalz hat das IFEU-Institut Heidelberg mit einer Untersuchung zur Entsorgung von mineralischen Bauabfällen beauftragt. Aus Zeit- und Kostengründen wurde diese Untersuchung nicht flächendeckend in ganz Rheinland-Pfalz durchgeführt, sondern in zwei für das Bundesland typischen Regionen. Diese beiden Regionen unterscheiden sich in ihren Potenzialen und ihrer Entsorgungsstruktur deutlich.

So ist der Untersuchungsraum Süd Teil der Metropolregion Rhein-Neckar mit entsprechend günstiger Wirtschaftsentwicklung und damit auch Baukonjunktur. Er besteht aus den Kreisen und Städten in der Südpfalz und in der Vorderpfalz sowie der Stadt Worms.

Der Untersuchungsraum Nord umfasst nicht nur den Raum Koblenz/Neuwied, sondern auch periphere Räume im Westerwald und in der Eifel. Durch die vorkommenbedingte Gewinnung mineralischer Rohstoffe treten hier Tagebaubetriebe, denen als Rekultivierung eine Verfüllung obliegt, stark als Nachfrager für mineralische Bauabfälle auf. Abnehmende Bautätigkeit sowie stagnierende oder teilweise auch rückläufige Bevölkerungszahlen charakterisieren die Situation der Bauwirtschaft. Allerdings lassen sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Auswirkungen der Konjunkturprogramme der Bundesregierung auf die Bauwirtschaft noch nicht abschätzen.

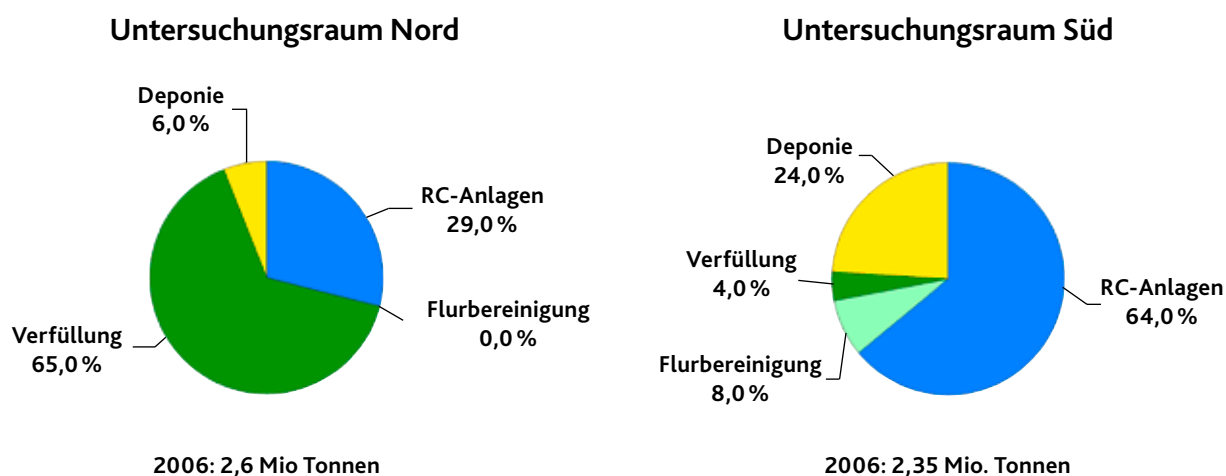
Mineralische Bauabfälle bestehen im Wesentlichen aus

- Straßenaufbruch, insbesondere Asphalt
- Erdaushub bzw. der Fraktion „Steine und Erden“ sowie
- Bauschutt mit der Fraktion Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik, wobei als Bauschutt teilweise auch reine Betonbruchfraktionen an den Entsorgungsanlagen angeliefert werden.

Eine Ausdifferenzierung in die einzelnen Fraktionen ist nicht so ganz eindeutig, oft handelt es sich um Mischungen dieser Abfallarten. Dazu kommen unterschiedliche Zuordnungen. So werden die rückgebauten Massen aus den ungebundenen Schichten des Straßenbaus sowohl als „Steine und Erden“, als auch als „Bauschutt“ beschrieben. Bedingt wird dies unter anderem durch die Herkunft der gewonnenen bzw. zurückgebauten Materialien. Fallen mineralische Abfälle aus dem ungebundenen Straßenoberbau an, sind diese eher der Fraktion „Bauschutt“ zuzuordnen. Dem entgegen fallen mineralische Abfälle aus dem Straßenunterbau bzw. aus neu gewonnenen Einschnitten und Baugruben eher unter die Rubrik „Steine und Erden“.

Das Aufkommen an Erdaushub wird nicht vollständig in den Statistiken dokumentiert. Dies gilt vor allem dann, wenn die anfallenden Massen von dem Erdbauunternehmen direkt andernorts in eigenen Baumaßnahmen eingesetzt werden können oder auch vor Ort verbleiben. Auch werden nicht alle Massen, die in der Landwirtschaft verwertet werden, statistisch erfasst. Zur Massenerhebung in Flurbereinigungsmaßnahmen wurden Gespräche im DLR Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum geführt, die Träger solcher Verfahren sind. Die zur Verbesserung der Bodengüte oder zur Verbesserung der Produktionsbedingungen direkt an Landwirte abgegebenen Erdaushubmengen lassen sich jedoch über einen solchen Ansatz nicht erfassen.

Abbildung 1: Entsorgungswege für mineralische Bauabfälle in den Untersuchungsräumen



Probleme - aber auch Chancen - in der Entsorgung mineralischer Bauabfälle ergeben sich vor allem für Bauschutt. Es lag daher nahe, gerade für Bauschutt eine Prognose über die zukünftige Entwicklung von Mengen und Zusammensetzung zu versuchen. Da gemäß der Landesbauordnung für Abbruch- und Umbaumaßnahmen keine Anzeigen oder Genehmigungen mehr notwendig sind, fehlen entsprechende Angaben aus den Erhebungen des Statistischen Landesamtes. Es wurde daher versucht, aus Bauanträgen für Neubauten und den Planunterlagen die Kubaturen der zum Abriss vorgesehenen Gebäude zu entnehmen. Die Auswertung zeigte jedoch, dass den Bauanträgen in den wenigsten Fällen derartige Pläne beigelegt waren. Die Analyse über das derzeitige und zu-

künftige Aufkommen und den Verbleib mineralischer Bauabfälle war deshalb nur auf Basis der Daten des Statistischen Landesamtes möglich. Auch die ursprüngliche geplante Erhebung der im Straßenbau anfallenden mineralischen Massen bzw. der entsprechende Baustoffbedarf konnte nicht über die einzelnen Bauherren durchgeführt werden.

Die Mengenangaben beruhen daher im Wesentlichen auf Auswertungen, die beim Statistischen Landesamt in Auftrag gegeben wurden. Auch auf dieser „groben“ Datenbasis war es möglich, eine Schwachstellenanalyse durchzuführen und darauf aufbauend Lösungsstrategien zu entwickeln.

Tabelle 1: In Recyclinganlagen im Jahr 2006 aufbereitete mineralische Bauabfälle - Untersuchungsraum Nord, nach Angaben des Statistischen Landesamtes

Abfallbezeichnung	AbfSchl	(Mg/a)	
Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik	1701	568.810	71,3%
Beton	170101	217.700	38,3%
Ziegel	170102	12.600	2,2%
Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik, ohne gefährliche Stoffe	170107	338.500	59,5%
Bitumengemische, Kohlenteer, teerhaltige Produkte	1703	121.870	15,3%
Bitumengemische, teerfrei	170302	121.870	100,0%
Boden, Steine, Baggergut	1705	107.320	13,4%
Boden und Steine, ohne gefährliche Stoffe	170504	104.130	97,0%

In den beiden Untersuchungsgebieten hat die Aufbereitung mineralischer Bauabfälle zu RC-Baustoffen eine unterschiedlich große Bedeutung. Dies wird neben den angeführten unterschiedlichen Mengenanteilen auch aus der Art der Aufbereitungstechnik deutlich. Nach Informationen des Statistischen Landesamtes erfolgt die Aufbereitung im Norden über 9 stationäre und 16 mobile Anlagen, im Süden dagegen sind beide Anlagentypen in etwa gleich häufig vertreten. Über mobile Anlagen lässt sich weit weniger ein ausdifferenziertes Stoffstrommanagement betreiben, als über stationäre Anlagen. Entsprechend weniger hochwertig sind die somit erzeugten Produkte.

Tabelle 2: In Recyclinganlagen im Jahr 2006 aufbereitete mineralische Bauabfälle - Untersuchungsraum Süd, nach Angaben des Statistischen Landesamtes

Abfallbezeichnung	(Mg/a)		
Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik	1701	858.875	57,4%
Beton	170101	320.498	37,3%
Ziegel	170102	30.349	3,5%
Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik, ohne gefährliche Stoffe	170107	410.567	47,8%
Bitumengemische, Kohlentee, teerhaltige Produkte	1703	134.665	9,0%
Bitumengemische, teerfrei	170302	134.665	100%
Boden, Steine, Baggergut	1705	500.563	33,4%
Boden und Steine, ohne gefährliche Stoffe	170504	500.563	100%
Baustoffe auf Gipsbasis	1708	1.035	0,1%
Sonstige Bau- und Abbruchabfälle	1709	1.559	0,1%

Zu den Aufbereitungsanlagen gelangt im Norden mit etwa 71% vor allem Bauschutt und darunter in nicht unerheblichem Umfang auch Beton (170101) als vergleichsweise homogene Fraktion. Knapp 60% des Bauschutts wird jedoch als Gemisch aufbereitet. Unbelastete Böden (170504) haben eine vergleichsweise geringe Bedeutung für die Recyclinganlagen im Norden, was auf die spezifischen Randbedingungen im Untersuchungsgebiet zurückzuführen sein dürfte. Sie gelangen wohl vorrangig als Verfüllmaterial in regionale Tagebaubetriebe.

Im Süden besteht der Input in die Aufbereitungsanlagen laut Statistischem Landesamt zu etwa 57% aus „Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik“ und damit dem klassischen Bauschutt aus dem Hochbau sowie zu etwa 33% aus „Boden, Steine, Baggergut“. Die Bedeutung von Straßenaufbruch „Bitumengemische, Kohlentee, teerhaltige Produkte“ ist demgegenüber im Süden mit 9,0% deutlich geringer. Etwa die Hälfte des Bauschutts wird jeweils entweder als Gemisch oder im Ansatz nach verschiedenen Baustoffen getrennt angeliefert.

Über die Kategorisierung nach dem AVV-Abfallschlüssel hinaus wird durch das Statistische Landesamt auch der Vermarktungsweg bzw. der Verbleib der Abfälle erhoben. Nach diesen Informationen wurden im Jahr 2006 im Untersuchungsraum Nord etwa 802.000 Jahrestonnen RC-Baustoffe vermarktet, im Untersuchungsraum Süd lag das Aufkommen bei etwa 1,4 Mio. Jahrestonnen. Wichtiger Absatzmarkt ist in beiden Fällen sowohl der Straßen- und Wegebau als auch der sonstige Erdbau, z. B. Verfüllungen von Baugruben. Im Norden liegen die Anteile, die als Zuschläge in die Betonherstellung und in Asphaltmischwerke vermarktet werden, erstaunlich hoch. Eine gezielte Nachrecherche vor Ort ergab, dass in der entsprechenden Recycling-Anlage vorwiegend Produktionsabfälle einer benachbarten Betonfertigteilmfirma aufgearbeitet werden, die als Zuschlag wieder in den Produktionsprozess rückgeführt werden, eine für Produktionsabfälle durchaus übliche (betriebsinterne) Praxis.

Tabelle 3: Absatzwege für RC-Baustoffe im Untersuchungsraum Nord, nach Angaben des Statistischen Landesamtes

Absatzwege	AbfSchl/ Kennziffer	Aufkommen 2006 (in Mg)	Anteil
Straßen und Wegebau	191209-01	371.790	46,4%
Sonstiger Erdbau	191209-02	245.150	30,6%
Betonzuschlag	191209-03	70.270	8,8%
Asphaltmischanlage	191209-04	51.330	6,4%
Sonstige Verwendung	191209-05	62.360	7,8%
Sonstige Abfälle	191212	1.040	0,1%
Summe		801.940	

Tabelle 4: Absatzwege für RC-Baustoffe im Untersuchungsraum Süd, nach Angaben des Statistischen Landesamtes

Absatzwege	AbfSchl/ Kennziffer	Aufkommen 2006 (in Mg)	Anteil
Straßen und Wegebau	191209-01	700.429	48,9%
Sonstiger Erdbau	191209-02	617.417	43,1%
Betonzuschlag	191209-03	30.577	2,1%
Asphaltmischanlage	191209-04	32.172	2,2%
Sonstige Verwendung	191209-05	51.516	3,6%
Sonstige Abfälle	191212	569	0,04%
Summe		1.432.680	

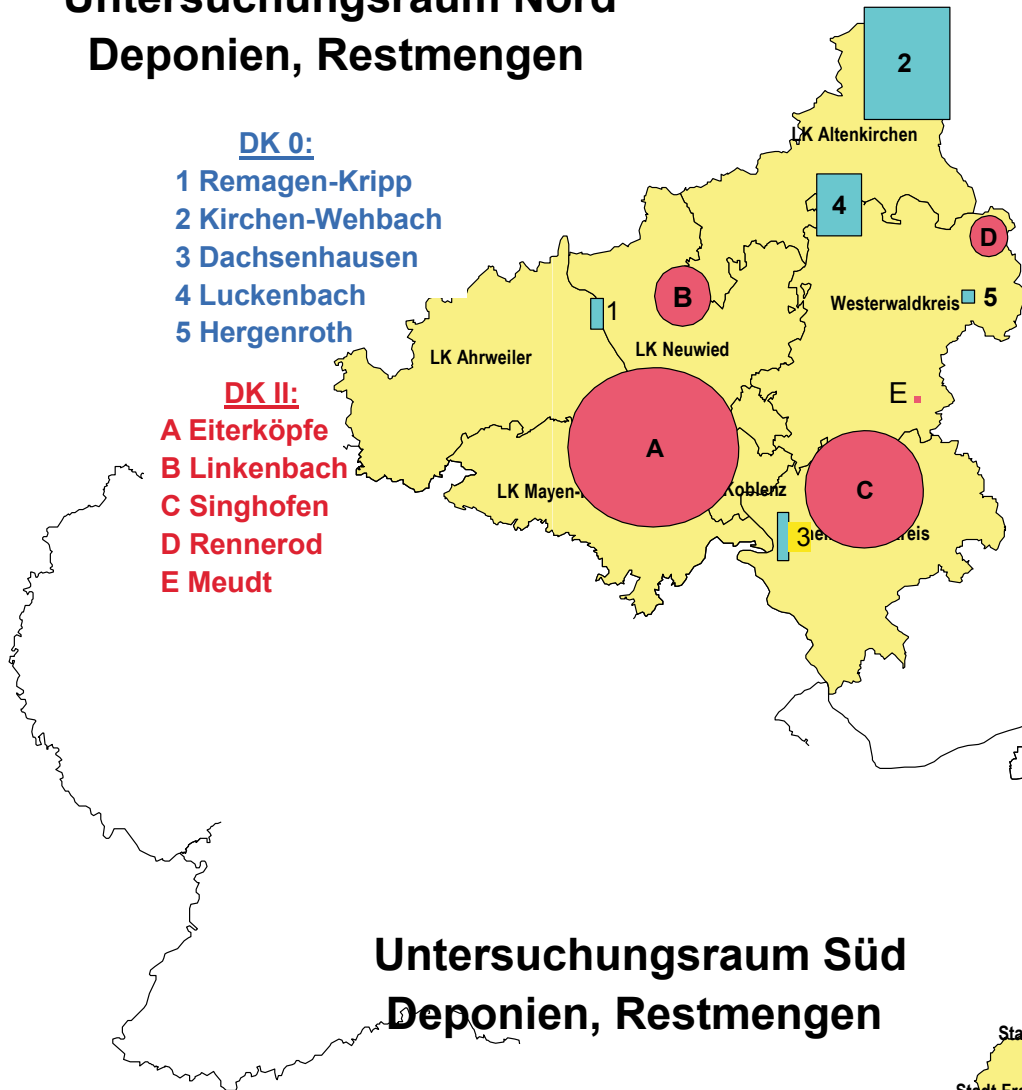
Neben den Zuschlägen für die Beton- und Asphaltherstellung ist es die Vermarktung in den Straßen- und Wegebau, die die höchsten Anforderungen an eine bautechnische Eignung von RC-Material stellt. Vergleicht man die Bedeutung dieses Vermarktungsweges in den betrachteten Teilregionen, so fallen deutliche Unterschiede auf.

Vorausgesetzt, die Daten wurden korrekt erhoben bzw. von den Firmen zur Verfügung gestellt, können diese Zahlen ein Ausdruck des technischen Stands der Aufbereitung sowie der Selektivität im Anlageninput sein.

Offensichtlich werden die Stoffströme in den Untersuchungsgebieten deutlich vom jeweiligen Entsorgungsangebot gesteuert. So gelangt im Süden sogar Erdaushub in großen Mengen in Recyclinganlagen, um dort zu Produkten aufbereitet zu werden. Im Norden ist dies angesichts der großen Ablagerungskapazitäten kaum der Fall. Für die erzeugten RC-Produkte gibt es nur wenige Absatzmöglichkeiten. Große Anteile gelangen in den Straßen- und Wegebau und in „sonstige“ Anwendungsbereiche. Nur kleine Mengen werden über Mischwerke vermarktet.

Die Entsorgungssituation wird sich in naher Zukunft wahrscheinlich deutlich verändern. Die Bundesregierung plant eine Artikelverordnung, mit der erstmalig bundesweit einheitliche Standards und Randbedingungen für eine Verwendung von mineralischen Abfällen bei der Verfüllung von Abgrabungen und bei der Verwertung in technischen Bauwerken geschaffen werden sollen (ErsatzbaustoffV und Novellierung der BBodSchV). Es zeichnet sich ab, dass zur Verfüllung in Zukunft nur noch gering belastete Böden herangezogen werden dürfen. In Rheinland-Pfalz werden derzeit bereits künftige und bestehende Betriebsgenehmigungen vor dem Hintergrund geltender Rechtsprechung (Urteile des Bundesverwaltungsgerichts und OVG Koblenz zur Tongrube Lonrig) in diese Richtung angepasst bzw. sind bis auf wenige offene Fälle bereits angepasst worden. Auch für eine Verwendung in technischen Bauwerken werden die Anforderungen an zulässige Schadstoffgehalte und -freisetzungen (Elution) wahrscheinlich strikter gehandhabt als heute üblich, soweit man dies zum jetzigen Zeitpunkt absehen kann. Da künftig andere Analyseverfahren zum Einsatz kommen könnten, ist eine diesbezügliche Prognose schwierig.

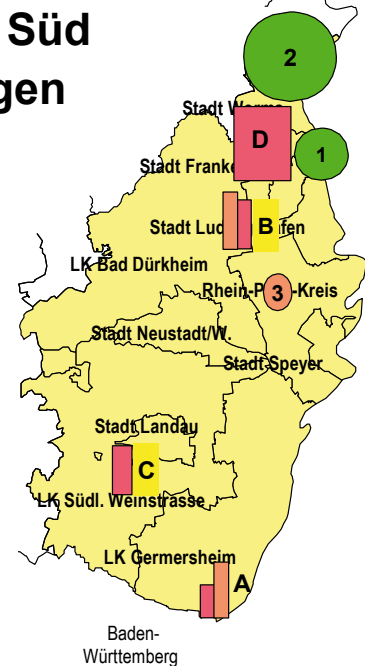
Untersuchungsraum Nord Deponien, Restmengen



Untersuchungsraum Süd Deponien, Restmengen

- DK I:**
 1 Ludwigshafen
 2 Worms-Nord
 3 Schifferstadt

- DK II:**
 A Berg
 B Friedelsheim
 C Heuchelheim
 D Heßheim



Wie **Abbildung 1** zeigt, gelangen Teilmengen auch zur Ablagerung auf Deponien. In **Abbildung 2** sind die Deponien und ihre Restverfüllkapazitäten dargestellt. Die Ablagerungskapazitäten werden durch wenige Deponiestandorte gesichert. Im Norden übersteigen sie um ein Vielfaches das jährliche Aufkommen an mineralischen Abfällen (2,6 Mio. Mg), im Süden entsprechen sich die beiden Zahlen (Aufkommen, Kapazität) in etwa (2,4 Mio. Mg). Senken zur Ausschleusung von nicht verwertbaren mineralischen Bauabfällen werden hier in Zukunft daher tendenziell eher knapp bemessen sein.

Zugleich wird es sowohl im Straßenbau als auch im Städtebau einen zunehmenden Trend hin zum Bauen im Bestand geben. Der Straßenbau wird sich zunehmend auf Unterhaltungsmaßnahmen beschränken, eine Neutrassierung von zusätzlichen Straßen wird es immer weniger geben. Auch im Städtebau wird man sich nicht zuletzt wegen der Auswirkungen des demographischen Wandels aber auch wegen der politischen Zielvorgaben zur Schonung von Natur und Landschaft zunehmend auf Nachverdichtung und Bestandserhaltung konzentrieren. Sowohl im Hoch- als auch im Tiefbau bedeutet dies, dass eine Nachfrage nach mineralischen Baustoffen immer zunächst mit einem entsprechenden Aufkommen an mineralischen Bauabfällen verbunden sein wird.

2 Entsorgung von mineralischen Bauabfällen – Schwachstellenanalyse

Nach der abfallwirtschaftlichen Terminologie ist der Begriff Entsorgung wertfrei und umfasst sowohl die Wege der Abfallbeseitigung als auch der Abfallverwertung. Auf beide Aspekte soll hier näher eingegangen werden. Nachfolgend werden alle Materialien, die nach einer mehr oder minder umfassenden Aufbereitung in oder außerhalb von Recyclinganlagen in den verschiedenen Einsatzbereichen der Bauwirtschaft Verwendung finden, als RC-Material benannt.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Vielzahl von Akteuren direkt angesprochen. Die nachfolgenden

Ausführungen greifen Ergebnisse aus diesen Gesprächen und aus zwei in den Untersuchungsgebieten veranstalteten Workshops auf. Ergänzt wurden sie um die Erkenntnisse aus der Analyse der Mengenströme.

Um den Anteil an mineralischen RC-Materialien zu steigern, der hochwertig in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden kann, ist die Akzeptanz und Zufriedenheit der Kunden entscheidend. Darauf aufbauend muss sich im Zusammenspiel der verschiedenen Akteursgruppen das gesamte System aus Abbruch/Rückbau über die Aufbereitung bis hin zur Herstellung von RC-Produkten an den vom Kunden geforderten Qualitäten ausrichten. Es bedarf hierzu einer aufeinander abgestimmten Strategie aller Beteiligten.

Die nachfolgende Analyse soll sich von zwei Seiten der Problematik nähern, einmal entlang der Entsorgungskette, zum anderen aus Sicht einzelner Akteursgruppen.

2.1 Situationsanalyse entlang der Entsorgungskette

2.1.1 Verwendung im Straßen- und Wegebau sowie Tiefbau

Einsatz für Auffüllungen, Hinterfüllungen und zur Verbesserung des Planums

Klassisch ist der Einsatz solcher Materialien für Auffüllungen von Baugruben und Hinterfüllungen. Ein großer Teil der RC-Baustoffe, die im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden, gelangen zudem nicht in das eigentliche technische Bauwerk Straße, sondern werden zur Verbesserung des Untergrundes eingesetzt.

Eine klassische Anwendung für RC-Material ist der Einsatz zur Erschließung neuer Baugebiete, insbesondere zur Aufschüttung für Gründungen, sofern diese als Teil einer technischen Maßnahme verstanden werden können oder als Tragschicht unter Gebäuden. Steht dem nicht die Lage in Wasserschutzgebieten oder ein mangelnder Grundwasserflurabstand mit entsprechend hohen Anforderungen

an die chemische Produktqualität entgegen, so wird bei diesen Baumaßnahmen häufig auf RC-Materialien zurückgegriffen.

Ziel des Materialeinsatzes ist die Erhöhung der Tragfähigkeit des Unterbaus durch mechanische Bodenverbesserung oder das setzungsfreie Verfüllen von Hohlräumen mit gut verdichtbarem Material. Neben den umwelttechnischen Anforderungen an Höchstgehalten von Fremdbestandteilen und der Begrenzung von Schadstoffgehalten und -freisetzungen bestehen derzeit keine über die erdbautechnischen Definitionen wie Bodengruppen und Verdichtungskennwerte hinausgehenden Produktspezifikationen. Anforderungen an den Frostwiderstand werden bei diesen Verwendungszwecken in der Regel nicht erhoben. Bei Verwendung von RC-Material im Erdbau im Bereich der Frosteinwirkungszone muss jedoch sichergestellt sein, dass die Wasseraufnahmefähigkeit des Materials diesen Verwendungszweck zulässt.

Von den RC-Firmen wird dieses für die o. g. Zwecke beschriebene Material der Körnung (0/45) meist ohne große Ausdifferenzierung aus dem gesamten Ausgangsmaterial hergestellt. Es handelt sich um das klassische, durch Siebung kornabgestufte gebrochene Produkt aus der Aufbereitung von gemischtem Bauschutt. Optimierungen erscheinen hier sowohl aus Sicht der Baustoffhersteller als auch der Anwender nicht zwingend notwendig.

Einsatz als Frostschutzschicht

Der Einsatz von RC-Baustoffen als Frostschutzschicht stellt höhere Anforderungen an die Qualität der verwendeten Materialien und an die Qualitätssicherung im Herstellungsprozess. Die Herstellung eines frostsicheren Produkts setzt eine größere Selektivität beim Eingangsmaterial voraus. Die Frostschutzschicht muss sicherstellen, dass das unter der gebundenen Trag- und Verschleißschicht befindliche Material möglichst hohe Drainageeigenschaften und eine entsprechend geringe Wasseraufnahmefähigkeit aufweist. Nur so können Frostschäden vermieden werden, die im Extremfall zu Beschädigungen der darüber liegenden Schichten führen könnten.

Der zulässige Feinkornanteil derartiger Materialien ist entsprechend der geltenden Regelwerke im Straßenbau stärker limitiert. Wichtig ist neben der Sieblinie des Ausgangsmaterials auch die Kornstabilität, damit eine Veränderung des Feinanteils durch Kornzerrieb infolge mechanischer Belastung bei Herstellung und Gebrauch der Schichten ausgeschlossen werden kann. Sollen diese Schichten sowohl als Tragschicht als auch als Frostschutzschicht (KFT) dienen, sind die Anforderungen an das Ausgangsmaterial entsprechend hoch. In aller Regel wird Betonbruch oder aufbereiteter Straßenschotter als Ausgangsmaterial eingesetzt. Der Anteil an Ziegel und Mauerwerk aus dem Hochbauschutt wird zu diesem Zwecke deutlich begrenzt.

Die Anforderungen an die chemische Belastung ergeben sich in Abhängigkeit von der Ausgestaltung des Bauwerks Straße (Deckschicht gebunden oder ungebunden) sowie den Standorteigenschaften wie dem Grundwasserflurabstand. Bei hohem Anteil Bauschutt im Ausgangsmaterial können Gipse und entsprechende Putze zu Sulfaten in problematischen Konzentrationen führen. Ist Straßenaufbruch das Ausgangsmaterial, liegen die Probleme eher im Bereich der PAK.

Das Gespräch mit Kommunen zeigte, dass RC-Frostschutzmaterial einen weiteren klassischen Absatzmarkt für RC-Materialien darstellt, der jedoch (zumindest in der Vergangenheit) bei nicht ausreichender Gütesicherung immer wieder zu Qualitätsmängeln geführt hat. Es gibt einige Kommunen, die für diese Schicht daher grundsätzlich kein RC-Material zulassen. Andere Kommunen setzen RC-Material nur in der unteren Teilschicht der Kombination aus Frostschutz- und Schottertragschicht ein. Die oberen Schichten werden hier grundsätzlich aus Primärmaterial hergestellt. Weitere Kommunen achten durch visuelle Kontrolle vor Ort darauf, dass in dem Produkt kein Ziegelsplitt vorhanden ist bzw. legen sehr großen Wert auf Fremdüberwachung an der Baustelle, die dann in eigener Regie ohne Absprache mit den Baufirmen beauftragt wird.

Die befragten RC-Unternehmen haben deutlich unterschiedliche Strategien. In einigen Fällen wird Bauschutt – und hier insbesondere der mit hohen

Betonanteilen – konsequent schon im Input getrennt gehalten. In anderen Fällen wird vor dem Brechen das gesamte Eingangsmaterial gemischt aufbereitet. Nicht alle Unternehmen verfügen über die Anlagentechnik für ein gezieltes Stoffstrommanagement. Die Herstellung einer definierten Körnungsabstufung bzw. Sieblinie bleibt zudem oft dem Geschick des Radladerfahrers überlassen, in welchen Anteilen und auch in welcher Art und Weise er das Produkt aus verschiedenen Halden mischt und auf die Lastkraftwagen verlädt. Solche Halden können Material gleicher stofflicher Zusammensetzung haben, allerdings besteht unter Umständen die Gefahr der Entmischung und damit differierender stofflicher Eigenschaften.

2.1.2 Verwendung im Hochbau

Ein nicht unerheblicher Anteil der mineralischen Bauabfälle stammt aus Abbruch / Rückbau/Um- bau von Hochbauten. Die Möglichkeiten, diese Bauabfälle zu Produkten aufzubereiten, die wieder im Hochbau eingesetzt werden können, sind be- schränkt. Die Herstellung von bspw. Mauerwerk- steinen ist über Forschungsprojekte nicht hinaus- gegangen. In größerem Umfang haben sich derar- tige Baustoffe nicht auf dem Markt etablieren können.

Eine Möglichkeit der Verwendung von Recycling- material bietet die Herstellung von Ort- bzw. Trans- portbeton. Beton wird aus den Hauptkomponen- ten mineralische Körnung und Zement hergestellt. Wie Beispiele, insbesondere aus der Schweiz ze- igen, lassen sich mit Anteilen RC-Material an der Gesteinskörnung alle gängigen Betonsorten her- stellen, auch die entsprechenden Normen sind vorhanden.

Die Analyse der Statistiken zeigt jedoch, dass nur in kleinen Mengen RC-Baustoffe als Zuschlag zur Betonherstellung vermarktet werden. Dies setzt eine ausdifferenzierte Stoffstrombewirtschaftung in den Recycling-Betrieben voraus, die Anforde- rungen an die Körnungen sind entsprechend hoch.

2.1.3 Herstellung der RC-Baustoffe

Für die Aufbereitung von mineralischen Abfällen stehen verschiedene Anlagentechniken zur Verfü- gung. Über Magnete und Leichtstoffabscheider ist es möglich, nichtmineralische Fremdstoffe aus dem Inputgemisch abzutrennen. Mittels Brechern werden die gebundenen mineralischen Inputstoffe wie bspw. Beton, Asphalt, Ziegel und Mauerwerk in verschiedene Größen gebrochen. Die Produkte entstehen danach durch Absieben des gebroche- nen Materials in verschiedene Korngrößen, wie unter anderem 0-45 mm. Mittels eines ersten Siebschritts vor den Brechern werden Feianteile aus dem Massenstrom abgetrennt.

Der Siebschnitt wird von den Unternehmen un- terschiedlich gewählt, je nach Zusammensetzung des Inputmaterials und des Produktionsziels; d. h. insbesondere auch der Vermarktungsmöglichkeit. Einige Unternehmen verzichten auf eine derartige Vorsiebabtrennung bzw. setzen den Siebschnitt entsprechend höher an.

Es gibt zwei Strategien der Aufbereitung und Herstellung von RC-Produkten:

Die erste setzt auf eine Qualifizierung des Pro- duktes und des damit einhergehenden Stoffstrom- managements, beginnend mit der Zuordnung der Eingangsmaterialien, verbunden mit entsprechen- der Aufbereitungstechnologie, Qualitätskontrolle und Kosten. Die Materialanteile, die bauphysika- lisch oder hinsichtlich ihres Umweltverhaltens problematisch sind, werden in einen möglichst kleinen Massenstrom als Feinkorn aufkonzentriert und aus dem Produktstrom ausgeschleust. Dieser Ansatz benötigt entsprechende Flächen für die Anlagentechnik und die Lagerung der Vielfalt an Produkten, er bedarf aber auch einer günstigen Entsorgungsmöglichkeit des ausgeschleusten minderwertigeren oder problematischen Materi- als. Er bietet sich dann an, wenn im städtischen Umfeld vor allem Bauschutt angedient wird (hö- here Erlöse, gutes Ausgangsmaterial) und zugleich der Mehraufwand auch auf dem Markt honoriert wird, d. h. die Produkte zu einem angemessenen Preis verkauft werden können.

Die zweite Strategie besteht im Brechen und Sieben fast des gesamten Materialstroms, bspw. auch nach einer vorherigen Durchmischung der unterschiedlichen Inputfraktionen. Mit dem letzteren Ansatz kann das erzeugte RC-Material jedoch nur für einfachere Anwendungen, insbesondere Planumschichten, Anfüllungen etc. eingesetzt werden. Sollte der Markt für diese Produkte über entsprechende Aufnahmekapazitäten verfügen, kann man so auch den gesamten Materialstrom vermarkten. Vorsiebmaterial oder andere Senken fallen dann nicht an. Diese Strategie ist wesentlich von der Zusammensetzung der Inputmaterialien abhängig.

In einem städtischen Verdichtungsraum wird der Anteil der mineralischen Bauabfälle aus dem Hochbau steigen und damit die Fraktionen gemischter Bauschutt bis hin zu Beton. Im Untersuchungsraum Nord konzentriert sich schon heute die Zusammensetzung des im RC-Betrieb ankommenden Materials ebenfalls auf diese Fraktionen, verursacht durch die Konkurrenz zu den Verfüllbetrieben, die „Steine und Erden“ vom Markt abschöpfen.

2.1.4 Situation an den Anfallstellen mineralischer Bauabfälle

Baugruben

Mineralische Bauabfälle fallen beim Ausheben von Baugruben, bei der Trassierung neuer Straßen oder der Erschließung von Baugebieten als Bodenaushub (Steine und Erden) an. Liegen die Bauvorhaben nicht im Siedlungsbereich mit entsprechender anthropogener Belastung (gewerbliche oder industrielle Nutzung des Grundstücks oder ubiquitäre städtische Hintergrundbelastung; Siedlungsschutt anstatt gewachsenem Boden), handelt es sich im Regelfall um unbelastetes Material. Allerdings führen auch intensive landwirtschaftliche Nutzung, Einträge und Verschleppungen von Schadstoffen aus dem Verkehr und ggf. geogene Hintergrundbelastungen dazu, dass Steine und Erden aus dem außerstädtischen Bereich nicht immer als unbelastet angesehen werden können.

Straßenbau

Mineralische Bauabfälle fallen zudem bei der Erneuerung von Straßen an. In engeren Zeitabständen muss die Verschleißschicht erneuert werden. Das dort anfallende Material gelangt meist als Fräsgut direkt in die Baustoffherstellung (Asphaltemischwerke) zurück.

Wird der gesamte Oberbau erneuert, werden die gebundenen und ungebundenen Tragschichten und Frostschutzschichten aufgenommen und entsorgt. Vor Ausschreibung und Beginn der Baumaßnahmen wird die Straße in einem dichten Raster durch Bohrungen beprobt, damit über die Schadstoffbelastung möglichst präzise Angaben gemacht werden können. Nur so können aussagekräftige Leistungsverzeichnisse und Kostenkalkulationen erstellt und Nachforderungen seitens der Baufirmen vermieden werden. Entsprechend dieser Erkenntnisse werden die Leistungen ausgeschrieben und die Baumaßnahmen durchgeführt. Werden teerhaltige Straßenschichten angetroffen, bleiben diese entweder bei entsprechender Anpassung des Bauvorhabens unangetastet oder aber die teerhaltigen Schichten werden getrennt ausgehoben und auf Deponien entsorgt bzw. in Form hydraulisch gebundener Tragschichten (HGT) einer Wiederverwertung im Straßenbau zugeführt. Auch die teerfreien Asphaltsschichten werden in der Regel getrennt entsorgt.

Bei den nicht teerbelasteten Materialien ist es nicht unüblich, Art und Ort der Entsorgung der bauausführenden Firma zu überlassen. Nicht immer werden Belege über die weitere Entsorgung eingefordert, obwohl der Bauherr als Abfallerzeuger letztendlich für die ordnungsgemäße Entsorgung verantwortlich bleibt.

Hochbau

Der beim Umbau und Abbruch von Hochbauten anfallende Bauschutt ist grundsätzlich problematischer, da heterogener in seiner Zusammensetzung. So werden in Gebäuden neben mineralischen Baustoffen zahlreiche andere Materialien verwendet. Diese lassen sich dann separieren, wenn es sich um größere, leicht demontierbare Bauteile handelt. Ein Beispiel hierfür sind Fenster, die in aller Regel vor dem Abbruch entfernt werden.

Hier steht der damit verbundene Arbeitsaufwand aus Sicht der Bauherren in einem guten Verhältnis zum Nutzen. Bei den zahlreichen kleinen Bauteilen ist dies nur sehr aufwändig möglich.

Je geringer der Fremdanteil im Bauschutt, umso günstiger liegen jedoch die Entsorgungskosten. In Abhängigkeit von der für die Abbruchmaßnahme zur Verfügung stehenden Zeit, einer ausreichenden Größe des Grundstücks für eine Separierung und getrennten Bereitstellung von Teilfraktionen, vor allem jedoch in Abhängigkeit vom Niveau der Entsorgungskosten für gemischten Bauschutt und den relativen Unterschieden zwischen gemischten und vorsortierten Anlieferungen, werden Abbruchmaßnahmen teilweise recht selektiv durchgeführt.

Problematisch sind Baustoffe, die seit wenigen Jahren verstärkt im Verbund bspw. zur Dämmung der Gebäude eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um einen Verbund mit bspw. Kunststoffen, der sich vor Ort nur schwierig separieren lassen wird. Dazu kommen mineralische Dämmstoffe, Leichtbetonsteine bzw. Porenbeton, die sich aus bautechnischen Gründen nicht als Ausgangsmaterial für die Herstellung hochwertiger RC-Baustoffe eignen. Bislang liegen nur wenige Informationen bzw. Erfahrungen vor. Es bedarf dringend Erkenntnisse darüber, welche Auswirkungen diese Baustoffe in Zukunft auf die Zusammensetzung des Bauschutts und ihre Aufbereitung zu RC-Baustoffen haben werden. Dies ist auch deshalb wichtig, um die derzeitige Konzeption und Verwendung von Verbundbaustoffen im Hochbau aus Sicht einer zukünftigen optimierten Entsorgung beeinflussen zu können.

Aber auch die mineralischen Baustoffe selbst sind nicht unproblematisch. So werden Stoffe verwendet, die sich nachher im Bauschutt als problematisch für Boden und Grundwasser erweisen (bspw. Sulfat-Problem) und/oder für die Wiederverwendung im Straßenbau wenig geeignete bauphysikalische Eigenschaften aufweisen (bspw. Bimsstein, Leichtbeton, Gipskartonplatten). Eine Abtrennung dieser Baustoffe, bereits auf der Baustelle, ist schwierig und am ehesten noch für Gipskartonplatten möglich, die händisch zu einem gewissen Anteil den Bauschuttmassen entnommen werden können.

Ansonsten kann bestenfalls Betonbruch und Mauerwerksbruch dann getrennt gehalten werden, wenn das Gebäude in entsprechende Bauteile gegliedert ist.

Eine spätere Auftrennung der mineralischen Bestandteile in der Aufbereitungsanlage ist technisch sehr schwierig (Trennung nach Dichte) und kaum praktikabel.

Entscheidend ist daher die Selektivität des Abbruchs oder Rückbaus von Gebäuden. Im Prinzip ist ein Abbruch so ausdifferenziert möglich wie die Errichtung der Gebäude selbst. Dies ist jedoch vergleichsweise aufwändig und damit zeitintensiv und teuer. Je höher die Entsorgungspreise insbesondere von gemischtem Bauschutt liegen, desto eher wird dieser Aufwand über Einsparungen der Entsorgungskosten honoriert.

Durch die derzeitige Ausgestaltung der Landesbauordnung dürfte es schwierig sein, mit Hilfe entsprechender Auflagen der Bauämter, den Bauherren Vorgaben zum Abbruchverfahren, zur Schadstoffbegutachtung und zum Stoffstrommanagement zu machen. Da Abbruchvorhaben in der Regel weder einer Genehmigungspflicht unterliegen noch angezeigt werden müssen, fehlen hierfür derzeit die Ansatzpunkte. Allgemeine aus der Gewerbeabfallverordnung ableitbare Vorgaben zur Separierung einzelner Abfallfraktionen bieten im Hinblick auf einen kontrollierten Rückbau keine praktikable Lösung.

2.2 Situation aus Sicht einzelner Akteursgruppen

2.2.1 Aus Sicht der Bauherren

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Verwertungswege „Zuschlag für die Betonherstellung bzw. für Asphaltmischwerke“ nicht berücksichtigt. Der zentrale Verwertungsweg für definierte RC-Baustoffe ist der Straßen- und Wegebau. Entsprechend wurden zahlreiche Gespräche mit Kommunen sowie dem Landesbetrieb Mobilität als Bauherren im Straßen- und Wegebau geführt.

Einem umfassenderen Einsatz von RC-Baustoffen im Straßen- und Wegebau stehen folgende Aspekte entgegen:

Schadstoffbelastung

In Abhängigkeit von der Schadstoffbelastung bzw. der Schadstofffreisetzung müssen mineralische Abfälle entweder über Deponien entsorgt oder einer Verwertung zugeführt werden. Der Massenstrom, der aufgrund einer zu hohen Schadstoffbelastung zwingend Deponien übergeben werden muss, ist vergleichsweise gering. Die Gehalte an Schwermetallen und anthropogenen Belastungen sind meist so gering, dass eine Verwertung möglich ist oder das Material vor Ort verbleiben kann. Der Grad der Verwert- und Vermarktbarkeit wird jedoch durch die relative Belastung mit Schadstoffen bestimmt.

Bei Einhaltung des Zuordnungswertes $\leq Z0$ ist eine uneingeschränkte Verwendung erlaubt, die Einhaltung des Zuordnungswertes $\leq Z1.1$ erlaubt einen eingeschränkten offenen Einbau in ungebundenen und hydraulisch gebundenen Straßenkonstruktionsschichten. Höhere Stoffkonzentrationen oder -elulierbarkeiten erfordern einen hydrologisch günstigen Standort oder den Einbau in technischen Bauwerken in einer Form, die die Freisetzung von Schadstoffen unterbindet bzw. minimiert. In der Praxis stellt die Definition eines hydrogeologisch günstigen Standortes jedoch schon häufig ein Hindernis dar, weil es hierzu keine flächendeckenden Aussagen gibt und eine Einzelfallbetrachtung erforderlich wird, die entsprechende fachliche Kompetenzen und Baugrundaufschlüsse erfordert.

Material, das die Vorgaben nach Einbauklasse Z1.1 einhält, lässt sich von den RC-Betrieben vergleichsweise gut vermarkten, Material, das den Einbauklassen Z1.2 und höher zugeordnet werden muss, dagegen deutlich schlechter. Entsprechend schwieriger bzw. teurer ist es daher auch, derartiges Material ab Baustelle zu entsorgen, d. h. den RC-Betrieben anzudienen. Um teure Entsorgungskosten in Zukunft zu vermeiden, setzen viele Bauherren - unabhängig von den ihnen eingeräumten Möglichkeiten - grundsätzlich nur Baumaterial ein, das

der Zuordnungsklasse Z1.1 entspricht. Darüber hinaus verspricht man sich damit auch einen Spielraum bei sich verschärfenden Grenzwerten oder Entsorgungssituationen. Man scheut das Risiko, nach 30 oder 40 Jahren, wenn die Straße erneut ertüchtigt werden muss, mineralische Bauabfälle zu haben, die sich nur schwierig und teuer (über Deponien) entsorgen lassen.

Wahrscheinlich auf diese Sorge zurückzuführen ist die häufige Vorgabe der Bauherren, unabhängig von den rechtlichen Möglichkeiten maximal Z1.1 als „Schadstoffbelastung“ zuzulassen. Auch der für Kreis-, Landes- und Bundesstraßen zuständige Landesbetrieb Mobilität verhält sich hier nicht grundsätzlich anders. Nur „zyklisch“ bei Engpässen in den Aufbereitungsanlagen für teerhaltige Materialien werden aus diesen Materialien hergestellte hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT) in eigenen Straßenbauvorhaben eingesetzt.

Technische Eignung

RC-Baustoffe werden im Straßenbau ungebunden eingesetzt. In einigen Fällen, und hier unisono mit positiver Rückmeldung, zur Verbesserung des Untergrundes. Das Material wird bei dieser Anwendung quasi zur Verbesserung des Baugrundes (Tragfähigkeit) als Planum-Schicht eingesetzt, nicht jedoch im eigentlichen technischen Bauwerk Straße. Für diese Aufgabenstellung ist gerade RC-Baustoff technisch gut geeignet, da die Heterogenität des Materials eine hohe Verdichtung erlaubt.

Der Verwendung im eigentlichen technischen Bauwerk Straße (Oberbau) stehen jedoch Hemmnisse entgegen. Das Bauwerk Straße baut sich aus Frostschuttschicht, Tragschicht, Binderschicht und Verschleißschicht bzw. Fahrbahndecke auf. Letztere werden aus gebundenem Material (Asphalt, Beton) hergestellt, die übrigen Schichten, gerade im kommunalen Straßenbau, meist aus ungebundenem Material. In höherklassigen Straßen werden Tragschichten auch gebunden ausgeführt.

Nicht selten hat die verwendete Schotterschicht in Kombination beide Aufgaben zu übernehmen. Zumindest im kommunalen Straßenbau dient die

Frostschuttschicht zugleich auch als Tragschicht, sie wird direkt überdeckt von Asphaltsschichten. Die Aufgabenstellung Frostschutz wird dadurch erreicht, dass das Material eine ausreichende Drainagewirkung sicherstellen muss. Staut sich Wasser ein, führt das Auffrieren im Winter zu Volumenvergrößerungen, Verschiebungen in den Schichten und damit direkt oder indirekt zu einer Beschädigung des Straßenbauwerks. Diese vom Baustoff eingeforderten Eigenschaften (Lasten aufnehmen und Wasser ableiten) werden wesentlich über die Sieblinie bestimmt. Die Lastenaufnahme wird durch die Feinkornanteile unterstützt, die jedoch einer Drainagewirkung entgegenstehen.

Nach den Erfahrungen der Bauherren zeigt sich immer wieder folgendes Problem: Die Sieblinie des Materials entspricht beim Aufbereiter den Anforderungen der Ausschreibung, verschlechtert sich jedoch auf der Baustelle selbst. Liegt diese Frostschuttschicht über einen längeren Zeitraum offen und/oder wird der Bauverkehr mit schwereren Lasten auf dieser Schottersschicht möglicherweise auch über längere Zeiten durchgeführt, steigt der Feinanteil so stark an, dass die Spezifikation nicht mehr eingehalten wird. Das RC-Material wird durch die Lasten und die Beanspruchung zermahlen, da nicht über die gesamte Körnung eine homogene Härte vorhanden ist, sondern bspw. Mauerwerksanteile oder der am Betonbruch anhaftende Putz und Zementstein weniger widerstandsfähig ist. Die Verarbeitung von RC-Material auf der Baustelle erfordert Erfahrung und eine Anpassung des Baustellenablaufs und/oder eine qualifizierte Herstellung der RC-Baustoffe.

Als Bettungsmaterial für Pflasterungen wird das übliche RC-Material als nicht geeignet angesehen. Mangelnde Drainageeignung führt zu hohem Wassergehalt im Unterbau und damit zum Auffrieren, die Pflaster heben und lösen sich. Ein ähnlicher Effekt tritt ein, wenn mineralisches Material, das zum Aufquellen neigt, im RC-Baustoff enthalten ist. Hochwertiges RC-Material, das den geforderten Spezifikationen entspricht, kann nur von wenigen entsprechend technisch ausgerüsteten Anlagen hergestellt werden.

Es gibt in den meisten Fällen keine direkte Vertrags-Beziehung zwischen dem Lieferanten des RC-Materials und dem Bauherren. Dazwischen geschaltet ist immer die bauausführende Firma, wobei in einigen Fällen RC-Unternehmen auch als Tiefbau-Unternehmen auftreten. Es ist für den Bauherren daher nicht immer klar, inwieweit gerügte Mängel auf den Baustofflieferanten oder die Bauausführung zurückzuführen sind. Je nach Grad der Abweichung von den Vorgaben müssen die Materialien wieder ausgebaut und ersetzt werden, bei geringeren Abweichungen werden ggf. auch finanzielle Kompensationen vereinbart.

Die Einstellung der Bauherren zur Verwendung von RC-Material ist stark von einzelnen verantwortlichen Personen und ihren Erfahrungen bestimmt. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Verhältnisse von Ort zu Ort. So liegen Kommunen, die bevorzugt und gerne auf RC-Material zurückgreifen nicht selten in direkter Nachbarschaft zu Ortschaften, in denen die Verwendung von RC-Material kategorisch ausgeschlossen wird. Letzteres beruht immer auf den möglicherweise wiederholt schlechten Erfahrungen einzelner Mitarbeiter. Dies dürfte in nicht geringem Maße auf einzelne Marktteilnehmer zurückzuführen sein bzw. auf Verhältnisse, wie sie vor vielen Jahren mit einer einfachen Aufbereitung mineralischer Abfälle ohne Gütesicherung noch verbreitet waren. Darüber hinaus wird jedoch selbst für zertifizierte und güteüberwachte Betriebe bzw. deren Produkte eine mangelnde Eignung angenommen. So weisen Bauherren darauf hin, dass RC-Produkte nicht ihren Erwartungen genügen (augenscheinlich zu hohe Anteile an Fremdbestandteilen und Ziegelsplitt), obwohl sie gemäß Zertifikat den Spezifikationen entsprechen. Viele Gemeinden sind generell skeptisch über die Aussagekraft „gütegesichert“, da es immer wieder zu Problemen auch mit solchen Materialien kommt. Nach ihrer Einschätzung ist dies darauf zurückzuführen, dass die Güteüberwachung nur in größeren Zeitabständen und an relativ kleinen Probemassen durchgeführt wird, was der Heterogenität des Ausgangsmaterials, d. h. des Anlageninputs, nicht gerecht werde.

Mehraufwand

Ein Einsatz von RC-Material ist auf Seiten der Bauherren daher tendenziell mit einem deutlichen Mehraufwand verbunden. Dies beginnt mit der Formulierung der Ausschreibungen und der Bewertung der Angebote. Hier sind im Vergleich zu Primärmaterial zusätzliche Rahmenbedingungen zu beachten und Unterlagen einzufordern. Zudem ist ein größeres fachliches Knowhow gefragt.

Um eine Qualitätssicherung durchzuführen, müssen die Baustellen intensiver „überwacht“ werden. Einige Kommunen haben beim Einbau von RC-Material grundsätzlich eigenes Personal vor Ort. Es müssen Gutachterleistungen ausgeschrieben und beauftragt werden, um im Auftrag der Bauherren eine Fremdüberwachung durchzuführen. Die damit verbundenen Kosten verbleiben bei den Bauherren. Es gibt Vereinbarungen, wonach diese den Baufirmen dann in Rechnung gestellt werden, wenn die Überwachungen zu Reklamationen führen.

Die entscheidende Größe ist daher abschließend oft das Preisniveau. Nicht zuletzt auch wegen des erhöhten Aufwandes erhofft man sich bei Verwendung des RC-Baustoffs einen deutlichen Preisvorteil. Dieser Preisvorteil ist jedoch in den wenigsten Fällen gegeben, selbst dann, wenn Primärmaterial über größere Transportentfernungen angeliefert werden muss. Dass Baumaterialien gleicher Eignung ein analoges Preisniveau haben dürfen, wird nicht akzeptiert, nicht zuletzt, da man die gleiche Qualität verneint (s. o.).

2.2.2 Aus Sicht der Baustoffhersteller

Im Rahmen des Projektes wurden einige RC-Betriebe besucht und mit den Verantwortlichen deren Situation und die gegebenen Randbedingungen besprochen. Die nachfolgend aufgezeigten Erkenntnisse basieren wesentlich auf diesen Gesprächen.

Die technische Eignung des Materials für die Anforderungen im Straßenbau kann grundsätzlich durch eine gezielte Steuerung des Inputmaterials in Verbindung mit einer entsprechend aufwändigeren Aufbereitungstechnik erreicht werden, wie

viele gute Beispiele zeigen. Dies ist jedoch mit entsprechenden Kosten verbunden. Der Bausektor unterliegt einem starken Kostendruck, was sich auch auf die Baustoffe auswirkt. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass auch bei anspruchsvolleren Anwendungen nicht auf preiswerte, sondern auf billige Angebote zurückgegriffen wird, auch wenn die in Ausschreibungen genannten Spezifikationen eventuell nicht eingehalten werden bzw. keine definierte RC-Produktqualität erreicht wird. Inwieweit dies den Baustofflieferanten oder den bauausführenden Firmen zuzuschreiben ist, dürfte vom Einzelfall abhängen.

Wenn Bauherren – aus welchen Gründen auch immer – wiederholt schlechte Erfahrungen mit RC-Material gemacht haben, werden RC-Materialien (implizit oder explizit) grundsätzlich von Vergaben ausgeschlossen. Ist der Ruf der Branche durch schlechte Praxis erst einmal ruiniert, lässt sich dies kaum noch heilen. Schwarze Schafe in der Branche prägen daher entscheidend den Markt. Die Ausschreibungen der Bauleistungen und die Angebotsbewertung erfolgen bei den Bauherren über viele Jahre immer durch dieselben Personen und werden von deren Vorlieben und Abneigungen geprägt.

Die Preise sind so eng kalkuliert und die Konkurrenz zu Primärmaterial in Rheinland-Pfalz so groß, dass die RC-Betriebe kaum über Spielräume verfügen, bautechnisch ungeeignete Anteile an den angelieferten mineralischen Bauabfällen oder auch Teilmengen mit höherer Schadstoffbelastung aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen. Die Erlöse sind zu niedrig, um die problematischen Bestandteile getrennt als > Z2-Material zu entsorgen oder mit höherem Technikeinsatz (bspw. nasse Aufbereitung) auszuschleusen oder zu optimieren. Die Ablagerungsgebühren sind hierfür in der Regel zu hoch. Ausdruck dieser problematischen Situation sind die großen Halden an Vorsiebmaterial.

Die Annahme von problematischen mineralischen Abfällen lässt sich aber nicht immer vermeiden. So kommen gerade über Kleinanlieferungen privater Haushalte und Bauhandwerker gemischte Bauabfälle mit hohen Putz- und Gipsanteilen in

den Massenstrom. Obwohl diese Materialien wesentlich den Sulfatgehalt im Produkt bestimmen und damit die Vermarktung erschweren, können diese Anlieferungen in der Praxis nicht abgewiesen werden. So bestehen teilweise Vereinbarungen mit den Standortgemeinden zur (kostenlosen) Annahme von Kleinmengen. Diese Annahme abzulehnen ist schwierig, da der RC-Betreiber auf eben diesen Kundenkreis für den Absatz seiner RC-Produkte angewiesen ist.

Ein qualitativ hochwertiges Recycling steht auch in Konkurrenz zu billigen Entsorgungslösungen, seien es Verfüllungsmaßnahmen oder die Ablagerung auf Deponien. Die Aufbereitungskosten müssen aus der Summe von Annahmepreisen und Erlösen für die erzeugten Produkte erzielt werden. Orientieren sich Verfüllbetriebe und Deponien an den Annahmepreisen von RC-Anlagen und unterbieten diese knapp, werden die RC-Betriebe in die Zange genommen. Sie erhalten weniger Inputmaterial zu geringeren Annahmepreisen und können weniger Produkte erzeugen, die sie zur Kostendeckung dann zu höheren Preisen absetzen müssten. Die konkurrierenden Betriebe der Natursteinindustrie haben hierbei den Vorteil, dass Verfüllauflagen ebenfalls zur Kostendeckung beitragen. Dies gilt natürlich umso mehr, wenn nicht nur unbelastete Böden sondern auch mineralische Bauabfälle eingesetzt werden können, für die sich höhere Annahmepreise erzielen lassen. Im Vergleich zu Deponien verfügen Verfüllbetriebe nur über geringe Auflagen der Eingangskontrolle, Dokumentation und Überwachung. Nicht selten gibt es zudem Koppelgeschäfte, d. h. Bauunternehmen erhalten Primärbaustoffe günstiger, wenn sie im Gegenzug mineralische Bauabfälle zur Verfüllung andienen.

Beklagt wird der hohe Aufwand der Beprobung, Analyse, Zertifizierung, Güteüberwachung und Qualitätssicherung vor allem für die umwelttechnische Beurteilung. In der Frage der Belastung mit (Schwer-)Metallen ist dies durchaus einseitig und damit zum Nachteil im Wettbewerb mit Primärmaterial. Es wird kritisiert, dass die Schadstoffwerte zu niedrig angesetzt sind und vor allem auch ohne Spielräume bei Überschreitung einzelner Werte. Entgegen der Intention werden diese Werte als

Grenz- und nicht als Richtwerte verstanden, d. h. das Überschreiten der Zuordnungswerte für einzelne Parameter führt unabhängig von der Höhe zur Nichteignung des gesamten Materials. Problematisch sind insbesondere die Sulfatwerte oder auch PAK-Belastungen.

Ein weiteres Problem stellt die Logistik bzw. Lagerhaltung dar. Gerade bei größeren Baumaßnahmen werden große Mengen für kleine Zeitfenster angefragt. Oft werden große Lose ausgeschrieben, d. h. es muss innerhalb kürzester Zeit eine große Menge Material zuverlässig geliefert werden können. Dies ist nur möglich, wenn Betriebe die geforderten Qualitäten „auf Halde“ liegen haben, da Input-Menge und Zusammensetzung und damit die Produktionsmenge in den meisten Fällen von den Recyclingbetrieben im Gegensatz zur Natursteinindustrie nicht gesteuert werden kann. Die dazu nötige Fläche ist jedoch nicht immer vorhanden. Gerade kleinere Betriebe sind damit de facto von der Auftragsvergabe ausgeschlossen.

2.2.3 Aus Sicht des Verordnungsgebers - Rechtliche Randbedingungen

Die Situation gerade vor Ort ist durch die politisch gewollte Deregulierung gekennzeichnet. Die Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Ausgestaltung der Abfallanfallstelle und die weitere Entsorgung der mineralischen Abfälle sind beschränkt.

Mit der Landesbauordnung ist der Abbruch von Gebäuden außer von speziellen Bauten bspw. des Denkmalschutzes nicht genehmigungspflichtig. Der beabsichtigte Abbruch muss darüber hinaus auch nicht angezeigt werden. Insofern besteht für die zuständigen Bauämter keine Möglichkeit, insbesondere durch Genehmigungsaufgaben, sicherzustellen, dass die Verwertung der mineralischen Abfälle durch die Gestaltung der Abbruchmaßnahmen und die Getrennthaltung einzelner Fraktionen unterstützt wird und ggf. auch Auflagen zu ihrer Entsorgung gemacht werden. Es ist jedoch unklar, ob eine Anpassung der Landesbauordnung hier grundsätzlich Abhilfe leisten könnte. Entsprechende Vorgaben müssten mit erheblichem Mehrauf-

wand an Personal überwacht werden. Aus der Gewerbeabfallverordnung abgeleitete Vorgaben müssten zudem von den örtlichen Bauämtern im Einzelfall formuliert und durchgesetzt werden. § 8 der Verordnung bietet hierfür auch keine eindeutige Grundlage.

Nicht förderlich für das Recycling ist die generelle bundesweite Situation mit den kontroversen und z.T. öffentlich geführten heftigen Diskussionen um eine Ersatzbaustoffverordnung und Fortschreibung des Bodenschutzrechts für die Verfüllung von Abgrabungen, ebenso das Fehlen einheitlicher Regelungen im Umgang mit mineralischen Bauabfällen sowie zur Verwertung von RC-Baustoffen. Nicht alle Problembereiche lassen sich auf Landesebene regeln. Vorgaben nur eines einzelnen Bundeslandes und damit auch in Rheinland-Pfalz stehen zudem immer in der Kritik der Wettbewerbsbeeinflussung, da sie möglicherweise von den Regelungen benachbarter Bundesländer abweichen. Unklar ist zudem, inwieweit sich die Entsorgung der mineralischen Bauabfälle durch weitere oder andere Regelwerke optimieren ließe. Nicht zuletzt das vorliegende Projekt soll Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten geben, die durchaus auch außerhalb von Verordnungen liegen können.

Derzeit werden wesentliche Randbedingungen durch das Land Rheinland-Pfalz neu gesetzt. Die bestehenden Genehmigungen für die Verfüllung von Abgrabungen sollen materiell vereinheitlicht werden und nur noch eine Verfüllung mit Materialien erlauben, die den Zuordnungswerten Z0 bzw. Z0* entsprechen. Damit wird nicht nur Vorsorge getroffen vor negativer Beeinflussung von Boden und Grundwasser an den jeweiligen Verfüllorten. Es werden auch (kostengünstige) Schlupflöcher für die Bauabfälle geschlossen, die einer ambitionierteren Recyclingwirtschaft entgegenstehen.

2.2.4 Aus Sicht der Deponiebetreiber

Die derzeitige Veränderung der Genehmigungslage könnte auch Auswirkungen auf die Situation der Deponiebetriebe haben. Deponiebetriebe ste-

hen durchaus in Konkurrenz zu Verfüllbetrieben. Ein wirtschaftlicher Betrieb einer Deponie verlangt, dass die durch die getätigten Investitionen aber auch durch das benötigte Personal verursachten Kosten durch entsprechende Erlöse gedeckt werden. Die Erlöse werden über die Annahme von Abfällen erzielt. Erdaushub- und Bauschuttdeponien konkurrieren durchaus mit Verfüllbetrieben um dieselben Materialien. Deponien haben tendenziell höhere Anforderungen an Eingangskontrolle, Überwachung und Dokumentation zu erfüllen, als dies für Verfüllmaßnahmen gilt. Abgesehen von den gegebenen materiellen Unterschieden der Vorgaben in den Genehmigungsbescheiden kann auch die schlechte Informationslage der Genehmigungs- und Überwachungsbehörden von den Verfüllmaßnahmen zur Illustration des ungleichen Umgangs dienen. Gerade die nach Wasser- und Landespflegerecht zuständigen Kreisverwaltungen haben oft weder Kenntnis über das Verfüllvolumen noch über die abgelagerten Mengen und deren Zusammensetzung. Die Kreisverwaltungen in beiden Untersuchungsgebieten versuchen im Moment, diese Informationsdefizite aufzuarbeiten.

Für Deponiebetreiber problematisch ist auch die mangelnde Planungssicherheit. So ist nicht klar, inwieweit Deponien auch zukünftig Teil einer abfallwirtschaftlichen Konzeption bzw. Lösung sein sollen. Die politische Zielsetzung der Bundesregierung, die Ablagerung von Siedlungsabfällen auf oberirdischen Deponien auf das Jahr 2020 zu begrenzen, wird von Deponiebetreibern auf alle Abfallarten bezogen. Die rechtliche Situation wird somit für die Zukunft als unsicher eingeschätzt.

Aus Sicht der Deponiebetreiber fehlt eine ausreichende Investitionssicherheit sowie eine abfallwirtschaftliche Konzeption auf Ebene des Landes oder der Regionen, aus denen die Rolle der Deponien im Stoffstrommanagement mineralischer Abfälle deutlich wird und ableitbar ist, mit welchen Mengenströmen in näherer Zukunft kalkuliert werden kann. Insofern ist Deponiebetreibern nicht klar, inwieweit sie sich aktuell aktiv um mineralische Bauabfälle bemühen sollen, um die vorhandenen Ablagerungsvolumina in der verbleibenden Betriebszeit auszunutzen.

3 Lösungsstrategien zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Rahmenbedingungen setzen

Das Recycling von mineralischen Bauabfällen, insbesondere in einer ambitionierteren Form, ist mit Aufwand und damit Kosten verbunden. Soll es Ziel sein, hochwertige Produkte zu guter Qualität konkurrenzfähig auf dem Markt zu etablieren, müssen die unterstützenden Rahmenbedingungen entsprechend geschaffen werden. Ein hochwertiges Recycling gelingt nur im Zusammenspiel aus selektivem Rückbau/Abbruch und einer Aufbereitungstechnik, die ein Stoffstrommanagement ermöglicht und Produkte erzeugen lässt, ausgerichtet auf die Anforderungen des Marktes und den geforderten Qualitätsnormen.

Eine wichtige Rahmenbedingung hierfür ist das Schließen von Schlupflöchern. Hierzu gehört unter anderem, dass mit Ausnahme von unbelastetem Erdaushub keine mineralischen Abfälle in einfache und damit kostengünstige Entsorgungswege gelangen können, die nicht den ansonsten üblichen Umweltstandards entsprechen. Derzeit erfolgt landesweit eine Umstellung der Genehmigungen von Verfüllbetrieben bzw. Präzisierung der Vorgaben, die dies in Zukunft gewährleisten soll. Diese Umstellung ist bereits weit vorangeschritten.

Dies schließt nicht aus, dass ehemalige Steinbrüche und andere Rohstoffgewinnungsanlagen auch zur Ablagerung anderer, problematischerer mineralischer Abfälle genutzt werden können. Dies sollte aber nur dann zugelassen werden, wenn die natürlichen Voraussetzungen gegeben sind bzw. durch technische Maßnahmen geschaffen werden, wie sie auch Abfalldeponien für vergleichbare Abfälle erfüllen müssen. Verfüllungen sollten daher generell nach Abfallrecht genehmigt werden oder materiell den Anforderungen des Abfallrechts entsprechen. Damit sind entsprechende Eingangskontrollen, Kontrollen des Betriebes, Rückstellproben und Dokumentation der abgelagerten Massen sichergestellt.

Aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes stellt sich die Frage der Sinnfälligkeit von Rekultivierungs-

auflagen in Genehmigungsbescheiden, die eine vollständige Verfüllung ehemaliger Rohstoffgewinnungsstätten vorgeben. Sie können oft wertvolle Lebensräume für bedrohte Arten sein und sind damit aus Sicht des Artenschutzes interessant. Rekultivierungen sind für die Betriebe zudem weniger eine Pflicht als vielmehr ein wichtiger Beitrag zum Betriebsergebnis. Entfallen diese Auflagen, kommt es zwangsläufig zu einer Verteuerung der Primärrohstoffe, was der Konkurrenzfähigkeit von RC-Produkten förderlich wäre.

Die Verwertung von unbelasteten Böden in der Landwirtschaft dürfte immer schwierig zu erfassen und zu kontrollieren sein. Dies gilt vor allem für die Genehmigungen im Einzelfall, weniger im Rahmen von Flurneuordnungsverfahren. Die Genehmigung erfolgt hier auf Kreisebene. Dazu könnte es hilfreich sein, diese Genehmigungen nur restriktiv auszusprechen und nur dann, wenn die betriebliche Notwendigkeit bzw. der Bedarf an bodenverbessernden Maßnahmen explizit nachgewiesen werden kann. Die Genehmigung sollte in beiden Fällen damit verbunden werden, nach Abschluss der Maßnahme die tatsächliche Zielerreichung zu überprüfen.

Deponien haben sich in der jüngeren Vergangenheit offensiv um Abfälle bemüht. Dies gilt insbesondere für Deponien, die ihre Ablagerungsphase Mitte 2009 beenden oder sich bereits in der Stilllegungsphase befinden. Um zu verhindern, dass Deponien auch in Zukunft offen in Konkurrenz zu Entsorgungs- und Recyclingwegen treten, wäre es hilfreich, Planungssicherheit zu gewähren. Dazu wäre es erforderlich, die zukünftige Rolle von Deponien ggf. auch über das Jahr 2020 hinaus darzustellen sowie Abfallarten und im Ansatz zumindest Mengen zu ermitteln, um den Bedarf an Ablagerungsvolumen zu erkennen.

Wichtig sind bundeseinheitliche Regelungen bzw. Standards für die Verwertung und Beseitigung mineralischer Abfälle. Dann wäre auch ein Ausweichen der Entsorgung über Landesgrenzen hinweg uninteressant – es sei denn, das Prinzip der Nähe würde dies nahelegen.

Unter diesen Randbedingungen sind die Möglichkeiten des Recyclings verbessert. Dies zeigt im Ansatz auch die Gegenüberstellung der Situationen in den Teiluntersuchungsgebieten Nord und Süd. Der Mengenstrom mineralischer Abfälle dürfte verstärkt auf Recycling-Anlagen zulaufen, eine wichtige Voraussetzung zur Steigerung des Anteils, der mit definierten Qualitäten als hochwertiges Produkt rückgeführt wird.

Die Verwertung von mineralischen Abfällen bzw. der daraus erzeugten Produkte muss immer schadlos erfolgen und den entsprechenden Anforderungen insbesondere des Boden- und Grundwasserschutzes entsprechen. Die umwelttechnischen Anforderungen an das Material und die entsprechenden Einstufungen waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Welche Kategorien fachlich sinnvoll sind und damit auch welche Grenzwerte heranzuziehen wären, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Wichtig sind bundesweit einheitliche Rahmenbedingungen und einfache, praktikable und unmissverständliche Regelungen.

Die öffentliche Hand als Vorbild

Im Baubereich ist die öffentliche Hand von zentraler Bedeutung. Vor allem im Straßenbau ist sie der bedeutendste Bauherr und beeinflusst damit unmittelbar die Stoffströme. Darüber hinaus können die öffentlichen Auftraggeber über die Planung und Genehmigung von Bauvorhaben wichtige Randbedingungen für einen verstärkten Einsatz von Recycling-Material setzen.

Hilfreich wäre es, gemäß gesetzlicher Vorgaben hinsichtlich der Vorbildfunktion der Kommunen und abgeleitet aus den politischen Zielen der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung, bei Ausschreibungen grundsätzlich dem Einsatz von Recycling-Material Vorrang zu geben, sofern dies nicht mit unzumutbaren Mehrkosten verbunden ist und die RC-Bauprodukte die für das Bauvorhaben benötigten Qualitäten gütegesichert erreichen. Damit würden in Ausschreibungen grundsätzlich RC-Materialien angefragt, wobei natürlich immer Baustoffe auf Primärbasis in Nebenangeboten zugelassen sind, umgekehrt zur heutigen Situation, in der RC-Baustoffe nur über Nebenangebote platziert wer-

den können. Eine derartige Vorgehensweise wäre ein wichtiges politisches Signal. Alternativ wäre auch eine finanzielle Förderung, die an die Verwendung von RC-Baustoffen gekoppelt wäre, denkbar. Die Möglichkeiten sind hierbei jedoch begrenzt.

Die öffentliche Hand hat Vorbildfunktion. Dazu gehört, Recycling-Materialien in eigenen Bauvorhaben bevorzugt einzusetzen und die Hintergründe und Motive hierfür auch offensiv zu kommunizieren. Der Einsatz von RC-Materialien muss sich in der öffentlichen Wahrnehmung von einer Abfallverwertungsmaßnahme hin zu einem wichtigen Beitrag zur Schonung von Ressourcen und damit der Nachhaltigkeit entwickeln. Die Randbedingungen für einen derartigen Paradigmenwechsel sind in weiten Bevölkerungskreisen günstig. Bisher befürchten politische Entscheidungsträger auf kommunaler Ebene oder auf Ebene der Kreise damit verbundene öffentliche Diskussionen. Es muss gelingen zu vermitteln, dass eine derartige Praxis positiv zum Image (nachhaltige Vergabepraxis) beitragen kann.

Zur Vorbildfunktion gehört auch, bei Baumaßnahmen grundsätzlich und ausschließlich nur mit zertifizierten Betrieben zusammen zu arbeiten. Dies ist nach den Erkenntnissen aus den Gesprächen nicht immer der Fall. So sollte RC-Material nur von zertifizierten Betrieben bezogen werden, aber auch bei Abbruchmaßnahmen sollte auf eine Zertifizierung der Auftragnehmer geachtet werden.

Wichtig ist beim Bezug der RC-Materialien die Zertifizierung des liefernden Betriebes, das heißt eine entsprechende technische Ausstattung sowie ein Qualitätsmanagement und die zugehörige Dokumentation der Massenströme. Die Güteüberwachung der Produkte und hier insbesondere diejenige hinsichtlich Schadstoffgehalt und -freisetzung sollte überdacht werden. Der Aufwand ist sehr hoch und angesichts der Heterogenität der Ausgangsmaterialien und der erzeugten RC-Produkte mit zu geringer Belastbarkeit verbunden. Die Aussagekraft dieser Überwachungsergebnisse wird zudem bei den Kunden nicht selten in Zweifel gezogen.

Die Sicherstellung hoher Qualität ist jedoch von zentraler Bedeutung. Die wesentlichen Weichenstellungen für die Herstellung von hochwertigen RC-Produkten werden bereits an der Abfallanfallstelle getroffen. Bestandsaufnahme, Rückbaukonzept und Verwertungsplan sollte für die Erteilung der Baugenehmigung, soweit zunächst Abbruchmaßnahmen erforderlich sind, obligatorisch sein, wovon nur begründet und im Einzelfall abgewichen werden sollte. Bei einer obligatorischen (Schadstoff) Begutachtung (Klassifizierung in belastet und unbelastet) ließen sich möglicherweise Entsorgungsoptionen vorgeben. Die Entsorgung könnte dann über den Stoffstrom bspw. über „Begleitscheine“ überwacht werden. Ein erheblicher Anteil der Kosten würde damit auch vom Verursacher, d. h. dem Eigner des abzubrechenden Bauwerks Gebäude oder Straße getragen. Beim Rückbau bzw. bei Sanierung von Straßen ist die Schadstoffbegutachtung vorab bereits heute üblich, bei den teilweise wesentlich problematischeren Abbruchmaßnahmen im Hochbau jedoch nicht.

Dies könnte auch weitergehende positive Auswirkungen für das Recycling haben. Bei der Auswahl der Baustoffe und der Entscheidung für eine Gebäudekonstruktion erhält damit auch der Aspekt der Entsorgung und der damit verbundenen Kosten einen größeren Stellenwert. Bei Gebäuden ist ein Besitzerwechsel nicht unüblich. Mit einem Gebäudepass ließe sich dokumentieren, an welchen Stellen welche Materialien verbaut wurden. Dies erleichtert die Konzeption eines Rückbaus oder Abbruchs und wäre sowohl für den Hochbau als auch den Straßenbau sinnvoll (im Straßenbau wurde mit ähnlichen Katastern wohl bereits begonnen – bspw. auch für die Verwendung von Z2-Material). Für Hochbauten ließe sich ein derartiger Gebäudepass auch ähnlich des Energiepasses einsetzen, als Ausweis für Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung. Für die öffentliche Hand sollte ein Gebäudepass verbindlich werden und damit als Vorbild dienen. Voraussetzung ist aber, dass dieser Pass über die Lebensdauer des Bauwerks fortgeschrieben wird.



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
UMWELT, FORSTEN UND
VERBRAUCHERSCHUTZ

Kaiser-Friedrich-Str. 1
55116 Mainz

Poststelle@mufv.rlp.de
www.mufv.rlp.de