

Beton

Factsheet

Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“

(FKZ 3716 35 3230)

Das Projekt wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und über den Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit Bundesmitteln finanziert.

1 Übersicht

Die Betonbranche zeigt sich weitgehend zweigeteilt in die Bereiche Transportbeton und Herstellung von Betonfertigteilen und –waren. Über den Bereich Transportbeton werden die Baustellen mit Betonen versorgt, in der Regel über zentrale Produktionsanlagen. Auf Großbaustellen werden oftmals mobile Produktionsanlagen errichtet, die gezielt die Versorgung der Baustellen übernehmen. Entsprechend sind auch Lieferbeton und Ortbeton als Begriffe geläufig. Betonfertigteile und –waren werden immer in zentralen Produktionsanlagen hergestellt, die Baustellen werden dann mit den fertigen Produkten beliefert. Die Überschneidungen sind gering und es lassen sich wenige Unternehmen finden, die in beiden Bereichen tätig sind.

Eine Betonrezeptur besteht aus Steinen und Sand als Zuschlag, Zement, Wasser sowie Bauchemie, insbesondere Fließmittel.

Neben dem klassischen Portlandzement CEM I gibt es verschiedene Zementsorten, die auch Abfallmassen und Nebenprodukte aus der Energieerzeugung (Filterstäube) oder Metallindustrie (Hüttensande) als Hauptbestandteile enthalten. Diese Zemente sind insbesondere aus Klimaschutzsicht vorteilhaft. Die Zementindustrie unternimmt derzeit große Anstrengungen, die Produktionsweisen anzupassen und auf alternative Abfallmassen zurückgreifen zu können. Dies können in Zukunft auch merglige Böden oder auch Brechsande aus der Bauschutttaufbereitung sein. So zeigen es die Praxis bei Juracement in der Schweiz¹ – Einsatz vor dem Drehrohr – und Forschungsergebnisse aus dem BMBF-Vorhaben R-Beton². Letztere belegen die Verwendung von Brechsanden aus Mauerwerkbruch in der Zementmühle, d.h. hinter dem Drehrohr.

Einsatz von sekundären Rohstoffen

Wenn es um den Rückgriff auf sekundäre Rohstoffe in der Betonherstellung geht, liegt das Augenmerk vorrangig auf der Frage der Substitution von Naturstein durch den Rückgriff auf RC-Gestein aus der Aufbereitung mineralischer Bauabfälle. Der Einsatz sekundärer Rohstoffe ist problemlos möglich und durch rechtliche Regelungen überwacht (siehe 3.1). Bei dem Einsatz von RC-Beton bedarf es keinerlei Änderungen in der Planung oder in der Bemessung von Gebäuden.

2 Mengenströme und Anwendungen

Der Bereich Transportbeton wird durch den Bundesverband Transportbeton (BTB)³ vertreten: Er ist in seiner Verbandsstruktur regional gegliedert, wobei diese über die Industrieverbände Steine- und Erden organisiert sind. Die Anlehnung an diesen Wirtschaftsbereich ist konsequent, denn die Transportbetonhersteller greifen in der Regel auf ihre eigenen mineralischen Rohstoffvorkommen zurück. Heidelberger Zement als Mutter von Heidelberger Beton ist bspw. über Töchter zugleich der weltweit größte Produzent von Kies, Splitt und Sand. Ebenfalls klassisch werden auch möglichst eigene Zemente eingesetzt. Letztlich nutzen Zementkonzerne zum Absatz ihrer Produkte eigene Transportbetonwerke, die wiederum auf eigene

1 <http://www.juracement.ch/data/docs/download/3351/de/2012-08-20-Artikel-in-Umwelttechnik.pdf> (Abgerufen am 01.10.2018)

2 https://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/1WissenschaftForschung/AiFForschung/R_Beton/2/Brechsand_als_Hauptbestandteil_im_ZemenZ_beton_9-2017.pdf (Abgerufen am 01.10.2018)

3 <https://www.transportbeton.org/startseite/> (Abgerufen am 01.10.2018)

Natursteinvorkommen zurückgreifen. Über die letzten Jahre hat eine starke Marktberreinigung stattgefunden. Kleine und mittelständische Unternehmen der Betonbranche sind weitgehend aus dem Markt verschwunden.

Für die Herstellung von Betonfertigteilen, Betonwaren, Betonrohren und Fertigaragen gibt es jeweils eigene Verbände⁴. Diese Verbandsvielfalt ist in Baden-Württemberg und möglicherweise auch anderen Bundesländern mit den Betonverbänden Baden-Württemberg⁵ räumlich und organisatorisch unter einem Dach zusammengeführt. Die Firmen sind in der Regel nicht mit den Zementherstellern verbunden und greifen weit weniger auf eigene Rohstoffe zurück.

Nach Auskunft des BTB wurden im Jahr 2016 mehr als 49 Mio. m³ Transportbeton produziert, für 2017 wird eine Produktionsmenge von 51,7 Mio. m³ abgeschätzt⁶. Vergleichbare Zahlen liegen für Betonwaren und -fertigteile nicht vor. Nach dem Statistischen Bundesamt⁷ gibt es bundesweit 752 Betriebe, die Erzeugnisse aus Beton produzieren, mit einem Umsatz von 7 Mrd. €. Nach Aussagen des Fachverbandes Beton und Betonfertigteile Baden-Württemberg wurden im Jahr 2016 in Deutschland konstruktive Fertigteile im Wert von knapp 2,2 Mrd. € produziert, Mauersteine und -blöcke im Wert von ca. 310 Mio. €, Pflastersteine und andere Produkte für den Garten- und Landschaftsbau im Wert von 1,3 Mrd. €, Rohre im Wert von 164 Mio. €, vorgefertigte Gebäude aus Betonfertigteilen (v.a. Garagen) im Wert von 224 Mio. € sowie sonstige Fertigteile (bspw. Dachsteine, Eisenbahnschwellen) im Wert von 1,5 Mrd. €. Nach dieser Statistik lag der Gesamtwert für das Jahr 2016 bei knapp 5,8 Mrd. €.

3 Relevante rechtliche Regelungen

Sowohl die Herstellung als auch das Produkt unterliegen Regularien (Normen, Gesetze etc.), die Qualität und Umwelanforderungen festlegen.

3.1 Produkt Beton

Für das Inverkehrbringen in der EU gilt die Bauprodukteverordnung ((EU) Nr. 305/2011). Das Produkt benötigt eine Konformitätserklärung/CE-Kennzeichnung unter Berücksichtigung der Produktnorm EN 206: "Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität". Da es sich bei dieser Norm nicht um eine harmonisierte europäische Produktnorm handelt, ist hier der Übereinstimmungsnachweis zu führen. So fordert die Muster- und Landesbauordnung mittels Übereinstimmungserklärung / -zertifikat der Hersteller für bestimmte Produkte (z.B. Betonfertigteile) eine Bestätigung, dass diese mit den technischen Regeln, den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und Prüfzeugnissen übereinstimmen.

In Verbindung mit der Produktnorm EN 206 beziehen sich die Norm DIN EN 13670:2011-03 „Ausführung von Tragwerken aus Beton“ vorrangig auf die Anwendung von Beton. Die Norm DIN 1045-3:2012-03 bezieht sich hierbei ebenfalls auf die DIN EN 13670:2011-03.

4 <https://www.fdb-fertigteilbau.de/fdb/verbandslandschaft/> (Abgerufen am 01.10.2018)

5 http://www.betonservice.de/verbaende_firmen.htm (Abgerufen am 01.10.2018)

6 <https://www.transportbeton.org/branche/wirtschaftsdaten/> (Abgerufen am 01.10.2018)

7 https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Strukturdaten/BetriebeTaetigePersonen2040412157004.pdf?__blob=publicationFile (Abgerufen am 01.10.2018)

3.2 Herstellung Beton

3.2.1 Luft

Bei Anlagen zur Herstellung von Beton handelt es sich nicht um genehmigungsbedürftige Anlagen gem. BImSchV. Anlagen sind ausschließlich baurechtlich zu genehmigen. Gleiches gilt für das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Anlage 1) und die TA-Luft in denen Anlagen zur Herstellung von Beton nicht aufgeführt werden.

3.2.2 Abwasser

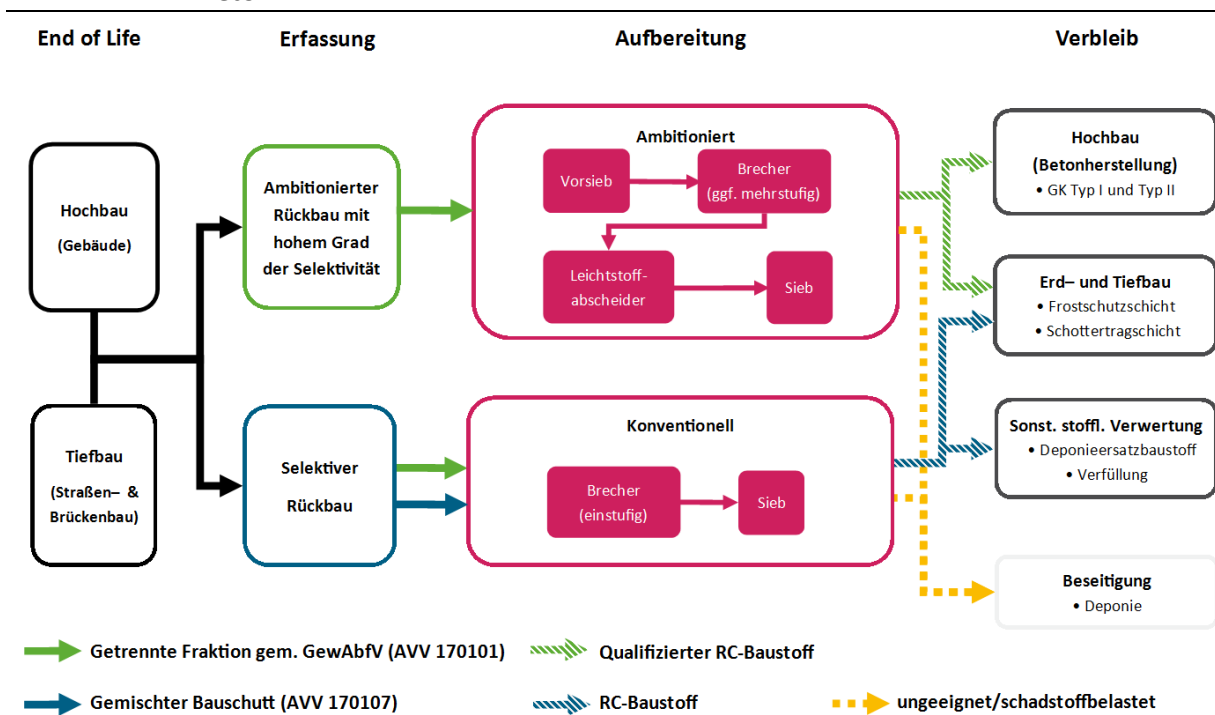
Die Nutzung von Gewässern, wie zum Beispiel die Entnahme von Wasser aus Gewässern oder das Einleiten von Stoffen in Gewässer, sind im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt. Die Abwasserverordnung (AbwV) beinhaltet Vorschriften für die Vermeidung, Messung und Einleitung von Abwasser in Gewässer. In Anhang 26 (Steine und Erden) der AbwV sind spezielle Anforderungen für Abwasser aus der Herstellung von Beton und Betonerzeugnissen festgelegt (Grenzwerte). Demnach darf Abwasser aus der Herstellung von Beton und Betonerzeugnissen wie auch produktionsspezifisches, verunreinigtes Niederschlagswasser nicht in Gewässer eingeleitet werden, sondern ist zu sammeln und in den Prozess zurückzuführen.

4 Recyclingsituation

Wie bei allen anderen Baustoffen auch, ist es üblich, die bei der Produktion anfallenden Überschussmengen, Produktionsrückstände und ähnliches wieder in den Produktionsprozess zurückzuführen. Dies wird von den Betrieben bei der Herstellung von Betonwaren und Betonfertigteilen so gehandhabt. Analog erfolgt dies bei Transportbetonwerken mit dem sogenannten Rückbeton, d.h. Restladungen in den Transportlieferfahrzeugen.

Altbeton fällt bei Rückbau und Sanierung von Straßenfahrbahnen, Bauwerken und im Garten- und Landschaftsbau zur Entsorgung an (siehe End of Life in Abbildung 1). In einigen Bereichen fällt Altbeton daher als Monofraktion zur Entsorgung an. Bei den klassischen Gebäuden wurde Beton in Kombination mit anderen Baustoffen verbaut. Gibt es bei Nicht-Wohngebäuden auch quasi reine Betonkonstruktionen (bspw. Hallen), trifft man im Bereich der Wohngebäude oft auf gemauerte Wände und die Verwendung anderer Baustoffe. Dadurch, dass Keller, Geschossdecken, Treppenhäuser etc. auch in diesen Gebäuden oftmals aus Beton hergestellt wurden, kann der Altbetonanteil in den resultierenden Bauschuttmassen regelmäßig bei > 50 Gew.-% liegen.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der derzeitigen und potentiellen Verwertungswege von Beton



Quelle: ifeu-Heidelberg GmbH

Nach der novellierten Gewerbeabfallverordnung muss Altbeton auf den Baustellen von den anderen Bauabfallfraktionen getrennt gehalten werden (siehe grüner Pfad Abbildung 1). Dies wird bereits praktiziert. Aufgrund der stofflichen Eigenschaften nimmt ein Bauschuttrecycler den Altbeton zu deutlich niedrigeren Preisen zur Entsorgung an als einen gemischten Bauschutt, d.h. die Mischung aus Beton und Mauerwerk. Der mit der Getrennthaltung verbundene Mehraufwand steht in aller Regel in einem guten Verhältnis zu den reduzierten Entsorgungskosten.

Ausgehend von den Produkteigenschaften hat gebrochener Altbeton gute technische und bauphysikalische Eigenschaften, die ihn für viele Anwendungszwecke und Einsatzbereiche im Baubereich qualifizieren. Fahrbahnbetone an Bundesautobahnen werden in der Regel vor Ort gebrochen und entweder zum Bodenaustausch, d.h. zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums eingesetzt oder zu einer qualifizierten Frostschuttschicht aufgearbeitet. Die TL SoB StB⁸ regelt in Verbindung mit der TL Gestein StB⁹ nicht nur die Qualitätsanforderungen an Frostschutz- und Schottertragschichten des Straßenbaus¹⁰, sondern gibt auch die zulässige Zusammensetzung dieser Gemische vor. Danach darf der Mauerwerksanteil bis zu 30 Gew.-% betragen. Trotzdem stoßen derartige Straßenbauprodukte in der Regel auf Akzeptanzprobleme seitens der Bauherren. „Rote“ Anteile (z.B. Ziegel) gelten als Warnsignal und Hinweis auf mangelhafte Produkteigenschaften. Entsprechend dieser Vorgaben des Marktes produzieren Bauschuttrecycler Frostschutz- und Schottertragschichten für den Straßenbau oftmals aus reinem Altbeton. In der Regel gibt es daher für Altbeton keine größeren Absatzprobleme. Umwelttechnische Anforderungen nach LAGA M20 bzw. den verschiedenen länderspezifischen

⁸ Technische Lieferbedingungen Für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (TL SoB StB)

⁹ Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein StB)

¹⁰ <https://d-nb.info/987170740/04> (Abgerufen am 01.10.2018)

Regelungen sowie auch den derzeit diskutierten Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung werden von Altbeton problemlos eingehalten.

Trotz diesen vergleichsweise günstigen Randbedingungen suchen Bauschuttrecycler oft nach weiteren Absatzmöglichkeiten. Dies folgt dem Bestreben nach Diversifikation, da der Absatz in den Straßenbau in der Regel größeren saisonalen und konjunkturellen Schwankungen unterliegt bzw. im Einzugsbereich der Anlagen nicht immer größere Straßenbauvorhaben existieren. So sind größere Produkthalden nicht selten an Bauschuttzubereitungsanlagen anzutreffen. Der Absatz in den Straßenbau wird zudem immer schwieriger. Auch in diesem Segment wird immer mehr im Bestand gearbeitet, die Neutrassierung von Straßen erfolgt immer seltener und ist umweltpolitisch nicht mehr gewollt. Die Sanierung und Unterhaltung von Straßen benötigt aber deutlich weniger Baumaterial, bzw. der Baustoffbedarf kann zu einem erheblichen Anteil aus den Altmaterialien aus dem Straßenbau selbst gedeckt werden.

4.1 R-Beton im Hochbau

Ein neuer Absatzweg ist die Herstellung von RC-Gesteinskörnung für die Produktion von Ressourcenschonendem Beton (R-Beton). Nach den geltenden Regelwerken (Richtlinie des dt. Ausschusses für Stahlbeton)¹¹ darf hier eine Gesteinskörnung Typ 1 eingesetzt werden, die quasi aus reinem gebrochenem Altbeton besteht. Auf Basis dieser Gesteinskörnung sind viele Pilotprojekte aus R-Beton errichtet worden (s.u.). Für einen Bauschuttrecycler ist die Herstellung einer Gesteinskörnung Typ 2, die nicht nur auf Altbeton, sondern auch in einem Anteil von bis zu 30 Gew.-% auf gebrochenes Mauerwerk zurückgreift, ebenfalls möglich. Diese Gesteinskörnung wird bis dato nur von einem Bauschuttrecycler (Fa. Feess Kirchheim/Teck) in größerem Umfang produziert und an Betonwerke ausgeliefert. Die zulässigen Anteile der rezyklierten Gesteinskörnungen (GK) der jeweiligen Typen kann folgender Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Zulässige Anteile rezyklierter Körnungen für Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen

Anwendungsbereich		GK Typ 1	GK Typ 2
Alkalirichtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2		
WO (trocken)	Carbonatisierung XC1		
WF (feucht)	Kein Korrosionsrisiko X0 Carbonatisierung XC1 bis XC4	≤45 Vol-%	≤35 Vol-%
	Frost ohne Taumittelwirkung XF1 ¹⁾ und XF3 ¹⁾ und in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	≤35 Vol-%	≤25 Vol-%
	Chemischer Angriff (XA1)	≤25 Vol-%	≤25 Vol-%

Quelle: <https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/2017-10-17-Abschlussbericht-RC-Beton.pdf> S. 19

Die Zusammensetzung der Liefertypen 1 (Betonsplitt) und 2 (Bauwerkssplitt) gemäß der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton sind in Tabelle 2 benannt. Die Anforderungen an den Beton und seine Zulassung (Beton nach DIN EN 206-1, DIN 1045-3)

¹¹ http://www.dafstb.de/application/RiLi%20Uebersicht_Stand_01-2018.pdf (Abgerufen am 01.10.2018)

werden durch den Einsatz dieser RC-Gesteinskörnung nicht tangiert. Der Beton muss die gleichen Eigenschaften erfüllen wie ein konventionell hergestellter Beton gleicher Sorte. Das Betonwerk steht entsprechend in der Gewährleistung. Nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton muss der Rückgriff auf RC-Gesteinskörnung auf dem Lieferschein vermerkt werden, der Beton hat jedoch eine bauaufsichtliche Zulassung. Änderungen in der Planung und vor allem in der Bemessung der Gebäude müssen nicht vorgenommen werden. Die Richtlinie benennt die Betonsorten, bei denen RC-Gesteinskörnung eingesetzt werden darf und unterscheidet zwei Liefertypen für diese RC-Gesteinskörnung. Die vom Betonwerk eingeforderte Produktionskontrolle ist etwas umfangreicher. Zusätzlich sind wöchentliche Bestimmungen der Kornrohdichte der Gesteinskörnung sowie deren Wasseraufnahme erforderlich. Ebenso müssen im Rahmen der Festbetoneigenschaften auch der Luftgehalt im Frischbeton sowie die Frischbetonrohdichte bestimmt werden.

Tabelle 2: Mindestgehalte bzw. maximal zulässige Beimengungen in RC-Lieferkörnungen nach DIN 4226-101 (Angaben in Gew.-%)

Bestandteile	Abkürzung	RC-Körnung Typ 1	RC-Körnung Typ 2
Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton, ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundenes Gestein	RC + RU	≥ 90 %	≥ 70 %
Ziegel-Mauersteine (nicht-porosit), Klinker, Steinzeug, Kalksandstein-Mauersteine, verschiedene Mauer- und Dachziegel, Bimsbeton (Leichtbeton), nicht schwimmender Porenbeton	Rb	≤ 10 %	≤ 30 %
Bitumenhaltige Materialien, Asphalt	Ra	≤ 1 %	≤ 1 %
Glas	X + Rg	≤ 1 %	≤ 2 %
Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d.h. Ton und Bodenmaterial), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips			
Schwimmendes Material im Volumen	FL	≤ 2 %	≤ 2 %

Quelle: Leitfaden zum Einsatz von R-Beton, Baden-Württemberg-Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Die Frage der umwelttechnischen Eignung der RC-Gesteinskörnung ist für Deutschland mit einer ergänzenden Norm geregelt, der DIN 4226-101 und der DIN 4226-102. Die Herstellung der RC-Gesteinskörnung wie auch die Produktionsanlagen unterliegen der DIN EN 12620 und damit dem allgemeinen Regelwerk für Gesteinskörnungen für die Betonproduktion. Produktion und Produkt werden einer umfangreichen Qualitätssicherung unterzogen. Das Produkt ist aus dem Abfallrecht entlassen, es ist mit einem CE-Kennzeichen versehen.

Einen sehr guten Überblick zur Thematik bietet eine Broschüre des Umweltministeriums Baden-Württemberg¹².

¹² <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/leitfaden-zum-einsatz-von-r-beton/> (Abgerufen am 01.10.2018)

5 Recyclingperspektiven

Der Rückgriff auf eine RC-Gesteinskörnung ist unter bestimmten Randbedingungen – schwierigere Versorgungslage mit Primärrohstoffen und ein hohes Preisniveau aufgrund größerer Transportentfernungen – für die Betonindustrie interessant. Entsprechend gibt es Transportbetonwerke, die ihre Produktion auf diesen Rohstoff umgestellt haben. Da die RC-Gesteinskörnung als Produkt eingestuft ist (DIN EN 12620), bedarf es keiner genehmigungsrechtlichen Anpassung für das Transportbetonwerk.

Obwohl es mit der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton seit 2004 ein entsprechendes Regelwerk gab, wurde der Baustoff RC-Beton erst ab 2009 über Pilotprojekte im Markt unter der Bezeichnung R-Beton bekannt gemacht und schrittweise eingeführt. Mittlerweile zeigt sich die Situation folgendermaßen:

► *Baden-Württemberg*

Durch einige Projekte, Broschüren und Öffentlichkeitsarbeit ist R-Beton als Baustoff bei Betonwerken, Baufirmen und Architekt*innen / Tragwerksplaner*innen allgemein bekannt. Es gibt einige Bauherren, die R-Beton für ihre Bauvorhaben ausschreiben – u.a. die Stadt Karlsruhe, die Stadt Tübingen - oder in den Vorbemerkungen zum LV darauf hinweisen, dass dessen Verwendung gewünscht wird – bspw. auch die landeseigene Vermögen und Bau¹³. Entsprechend gibt es Betonwerke, die über diese Betonrezepturen verfügen und bei Bedarf die Baustellen entsprechend beliefern.

In Nachbarschaft zu Bauschuttrecyclern ist die Verwendung von RC-Gesteinskörnung für ein Betonwerk auch kostengünstiger als der Einsatz konventionellen Zuschlags, sofern sich die Transportdistanzen entsprechend unterscheiden. So gibt es bundesweit bislang nur zwei Transportbetonwerke (der Fa. Holcim), die ihre Produktion im Umfeld der Fa. Feess in Kirchheim/Teck grundsätzlich auf R-Beton umgestellt haben und innerhalb der geltenden Regelwerke alle Baustellen mit R-Beton beliefern. Produziert und geliefert wird ein Beton nach Eigenschaft, der R-Beton wird nicht als solcher und ohne Preisaufschlag vermarktet.

► *Rheinland-Pfalz*

Auch in Rheinland-Pfalz gibt es Bauvorhaben mit R-Beton, vor allem im Lieferbereich eines Transportbetonwerkes in Mannheim (TBS). Seit Anfang 2017 entwickelt sich ein neuer Schwerpunkt in Mainz. Ausgehend von der gezielten Nachfrage der dortigen Abfallbetriebe und dem Interesse der Stadt Mainz werden dort erste Gebäude mit diesem Baustoff errichtet.

► *Berlin*

In Berlin wurde der Impuls aus Südwestdeutschland aufgegriffen. Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz ist sehr darum bemüht, den Baustoff R-Beton erfolgreich im Markt einzuführen. Bis dato besteht der Impuls aus einem ersten Bauvorhaben der Humboldt-Universität und aus dem Austausch mit den Akteuren. Es gibt mit der Fa. Hoffmann in Bernau ein erstes Werk, das kontinuierlich R-Beton produziert, seine eigenen Baustellen beliefert und zur Rohstoffversorgung auf seine eigene Bauschuttrecyclinganlage zurückgreifen kann. Andererseits verfügen in Berlin mehrere Bauschuttrecycler über eine

13 <http://www.vermoegenundbau-bw.de/pb/Lde/Startseite> (Abgerufen am 01.10.2018)

Zulassung nach DIN EN 12620, so dass die Rohstoffversorgung der Betonwerke grundsätzlich möglich wäre.

Das Land Berlin möchte daher seine Vergabeverordnung ändern und will zukünftig bei eigenen Bauvorhaben zwingend den Einsatz von R-Beton in bestimmten Bauvorhaben vorgeben.

► *Andere Bundesländer*

In Bayern ist der Recyclingverband sehr an dem Thema interessiert. Es gab in Nürnberg ein erstes kleines Bauvorhaben. An der TU München gab es durch den Lehrstuhl von Prof. Schießl kurz nach der Jahrtausendwende einige Forschungsprojekte und kleine Pilotprojekte zu R-Beton, so dass im Land einige Grundlagen vorhanden sind.

In Nordrhein-Westfalen gibt es ein Forschungsprojekt im Rheinischen Industrieviertel, das u.a. auch R-Beton aufgreifen soll. Auch der Industrieverband *vero* aus Duisburg sowie das Umweltministerium des Landes sind dem Thema gegenüber grundsätzlich aufgeschlossen, so dass in naher Zukunft möglicherweise Initiativen entstehen. In Sachsen-Anhalt wurde mit dem UBA-Erweiterungsbau am Hauptsitz Dessau-Roßlau ein erstes großes Bauvorhaben realisiert, das überall dort auf R-Beton setzt, wo Betonteile nicht drückendem Wasser ausgesetzt sind oder andere Sonderanforderungen besitzen. In Thüringen gab es durch das Umweltministerium vor einiger Zeit ebenfalls konkrete Ideen zu diesem Thema.

Die Betonfertigteile- und Betonwarenindustrie ist für den Einsatz einer RC-Gesteinskörnung durchaus empfänglich¹⁴. Erste Unternehmen greifen bereits auf RC-Gesteinskörnung zurück und werben auch offensiv damit^{15,16}.

Mit dem BMBF-Vorhaben R-Beton¹⁷, das Mitte des Jahres 2018 abgeschlossen wurde, zeichnen sich Ansätze zur Optimierung der Kreislaufwirtschaft ab. Das Forschungsprojekt zielte auch unmittelbar auf eine Änderung der Regelwerke. Die Ergebnisse zeigen, dass deutlich höhere Anteile an RC-Gesteinskörnung > 2 mm in den Rezepturen eingesetzt werden können, ohne dass die Betonqualitäten gefährdet wären. Die Ergebnisse zeigen zudem die Möglichkeit auf, in gewissem Umfang auch die Brechsande < 2 mm aus der Aufbereitung von Altbeton einzusetzen. Vor allem die Verwendung von Brechsanden ist für Bauschuttrecycler von großer Bedeutung, da für diese Materialien demnach keine weiteren Absatzwege gefunden und erschlossen werden müssten.

Versuche des VDZ zeigten im Rahmen dieses Projektes jedoch, dass die Einstufung der RC-Gesteinskörnung nach Alkalirichtlinie so nicht aufrechterhalten werden kann. So kann derzeit die RC-Gesteinskörnung quasi nahezu ohne Beschränkung in Betonrezepturen eingesetzt werden, sofern der Zementgehalt < 350 kg/m³ gehalten wird. Nach den derzeitigen Ergebnissen muss auf die Alkalireaktivität bestimmter Rohstoffe geachtet werden, die in Norddeutschland gewonnen und in der Vergangenheit in Baustoffen eingesetzt wurden. Über den Recyclingprozess rückgewonnen, würden diese Gesteinskörnungen – wieder den Betonen zugeführt – zu Betonkrebs führen. Ein Lösungsansatz kann es sein, für einen räumlich abgegrenzten Bereich Norddeutschlands RC-Gesteinskörnung nur in Betonen der

14 <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/121299/?COMMAND=DisplayBericht&FIS=203&OBJECT=121299&MODE=METADATA> (Abgerufen am 01.10.2018)

15 <http://www.bnb-potsdam.de/produkte/rc-beton-recyclingbeton-aus-berlin-brandenburg/> (Abgerufen am 01.10.2018)

16 <https://www.rinn.net/unternehmen/nachhaltigkeit/umwelt.html> (Abgerufen am 01.10.2018)

17 <http://www.r-beton.de/> (Abgerufen am 01.10.2018)

Feuchtigkeitsklasse WO zu ermöglichen. Die AKR-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton wird noch 2019 entsprechend angepasst werden.