

Was behindert den Einsatz von mineralischen RC-Baustoffen?

Die Bautätigkeit induziert große Rohstoffbedarfe und verursacht die mit Abstand größten mengenmäßigen Abfallströme. Immer knapper werdende Deponiekapazitäten sowie zur Neige gehende Primärbaustoffe lassen den vermehrten Einsatz von Recycling-Baustoffen (RC-Baustoffe) als vielversprechende Alternative erscheinen, dem entgegen zu wirken. Ein Großteil der Bauvorhaben wird aktuell vollständig unter Rückgriff auf Primärbaustoffe realisiert. Gleichzeitig sind sowohl aktuelle Aufbereitungstechnik, als auch Zertifizierungssysteme auf einem Entwicklungsstand, der hochwertiges Recycling ermöglicht und zuverlässig nachweist. Ursachen dieses Missverhältnisses zwischen Angebot und Nachfrage von RC-Baustoffen wurden im Rahmen des BMBF-Stadt-Land-Plus-Projekts INTEGRAL in einem Stakeholder-Workshop diskutiert. Dabei wurden lokale Akteure der Recyclingindustrie, der Verwaltung sowie der Wissenschaft aus dem Raum Dresden-Meißen eingeladen, um diese Fragestellung zu erörtern. Im Ergebnis zeigt sich, dass Recyclingbeton derzeit nicht im öffentlichen Hochbau der Stadt Dresden eingesetzt wird. Neben Preis- und Wirtschaftlichkeitsaspekten seien nachfrageseitige Akzeptanzprobleme hierfür ursächlich. In Ermangelung einer derzeit erkennbaren kommunalen Nachfrage nach RC-Baustoffen wird die Verfügbarkeit von Aufbereitungsflächen bislang nicht als Problem wahrgenommen. Im Hinblick auf Qualität und Qualitätsanforderungen an RC-Baustoffen mangelt es öffentlichen Bauherren an verlässlichen Informationen. Um das zukünftige Marktpotenzial von RC-Baustoffen in der Region abschätzen zu können, sind Kenntnisse über das Bau-Materiallager und die entsprechenden Materialflüsse im Bauwerksbestand sowie über Materialflüsse zwischen Stadt und Land nötig. Ausgehend von einem städtischen Materialkataster werden durch die Akteure dynamisierte Vorausberechnungen des gesamtstädtischen Materialaufkommens im Hoch- und Tiefbau angeregt. Voraussetzung für die Anerkennung von aufbereitetem RC-Material als Produkt und einer Entlassung aus dem Abfallregime ist der Nachweis einer Nachfrage. Der öffentlichen Hand als wichtigem Bauherren und potenziellem Abnehmer kommt hierbei eine zentrale Rolle zu. Es gilt, bestehende Informationsdefizite insbesondere hinsichtlich Qualität und Eignung des einzusetzenden RC-Materials auf Seiten öffentlicher Akteure zu beseitigen.

1. Hintergrund

Die Abfallgruppe der „Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch)“ stellt mit 230,9 Mio. t einen erheblichen Anteil (55,4 %) des Abfallaufkommens in Deutschland dar (Umweltbundesamt, 2021). Davon werden knapp 90 % einer stofflichen Verwertung zugeführt. Jedoch umfasst der Begriff „stoffliche Verwertung“ nicht nur das Recycling und die Vorbereitung zur Wiederverwendung, sondern nach § 3 Abs. 23a S. 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes auch die Verfüllung, wodurch sich die statistisch hohe Verwertungsquote erklären lässt. Lediglich 73,3 Mio. t werden dem Baustoffrecycling zugeführt. Hiervon erfährt nur ein Bruchteil an aufbereiteten Abfällen (15,8 Mio. t), die im Nachfolgenden als Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) bezeichnet werden, ein hochwertiges Recycling zu rezyklierter Gesteinskörnung in der Beton- und Asphaltherstellung (Kreislaufwirtschaft Bau, 2021). Der Rest des aufbereiteten Materials (57,5 t) wird geringwertiger im Straßen-, Erd- und Deponiebau eingesetzt. Dem gegenüber steht ein Rohstoffbedarf des Bausektors von 517 Mio. t (Destatis, 2017) für mineralische Baustoffe. Eine Kreislaufführung der Bau- und Abbruchabfälle könnte zum einen dazu beitragen, dass Ablagerungskapazitäten für diese Abfälle eingespart werden und zum anderen, dass der immense Rohstoffbedarf des Bausektors nicht allein aus Primärbaustoffen gedeckt werden muss.

Dem Ziel einer verbesserten Kreislaufführung von Bau- und Abbruchabfällen widmen sich derzeit mehrere Forschungsvorhaben mit unterschiedlichen Ansätzen (Vgl. (Schebek & Linke, 2021), (Hinzmann, Sosa, & Hirschnitz-Garbers, 2019)). Hier knüpft die zentrale Frage an, warum RC-Baustoffe bisher so selten hochwertig verwertet werden. Im folgenden Beitrag sollen Ansätze zur Beantwortung dieser Frage überblickartig dargestellt werden, um die auftretenden Probleme in Zukunft gezielt adressieren zu können und die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen zu verbessern. Als Modellregion dient der Freistaat Sachsen, da die Stakeholder einer Region vernetzt und lokale Problemstellungen berücksichtigt werden sollen.

2. Methodik

Das Ziel einer effizienten und umweltverträglichen Aufbereitung von Bau- und Abbruchabfällen hin zu einem qualitativ hochwertigen Sekundärrohstoff setzt das Mitwirken lokaler Stakeholder voraus, die an verschiedenen Stellen den Materialkreislauf mit ihren Entscheidungen und ihrem Handeln beeinflussen. INTEGRAL verfolgt hier das Ziel, ein Entscheidungshilfetool bereitzustellen, welches Stakeholder in der Region eine Unterstützung im Hinblick auf anstehende strategische Planungsaufgaben bietet. Zwei Felder wurden identifiziert, wo besonderer Handlungsbedarf vermutet wird:

- Informationen zu Materialmengen und deren Wege – Bauabfälle und Sekundärmaterialbedarfe
- Flächenbereitstellung sowie Standortplanung für Anlagen zur hochwertigen Bauschutttaufbereitung

Um dies zu diskutieren, fand am 17.09.2021 in Pirna in den Räumlichkeiten des Instituts für Abfall- und Kreislaufwirtschaft der „INTEGRAL-Stakeholder-Workshop“ statt, zu dem Experten aus Verwaltung (Hochbauamt, Stadtplanung, Umweltamt, Abfallwirtschaft), Recyclingwirtschaft (Abbruch- und Recyclingunternehmen, lokale Beratungsdienstleister) und der Wissenschaft (TU Dresden, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung IÖR, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM) eingeladen waren.

Handlungsleitend für die Ausgestaltung des Workshops war die Ausgangshypothese, dass ein Missverhältnis zwischen angebotenen und nachgefragten RC-Baustoffen in der Region besteht. Als mögliche Ursachen dieses Missverhältnisses wurden

im Vorfeld Informationsdefizite in Bezug auf Materialmengen und Stoffströme in der Region einerseits sowie fehlende Flächen für Aufbereitungsanlagen andererseits vermutet. Der Fokus des Workshops lag aus diesem Grund auf der Optimierung von kreisläufigen Mengenströmen in der Region sowie auf Fragen der regionalen Flächenverfügbarkeit und Standortanforderungen von Recyclinganlagen. Die Diskussion wurde in diesen beiden Schwerpunkthemen entlang der folgenden Leitfragen geführt:

1. Optimierung von kreisläufigen Mengenströmen in der Region:

- Wo liegen Ursachen einer mangelhaften Optimierung kreisläufiger Mengenströme in der Region?
- Was muss sich verändern, um eine bessere Kreislauffähigkeit im Bereich Mineralik zu erreichen?
- Welche Informationen werden seitens Stadtplanung und Recyclern von der Wissenschaft benötigt, um im Rahmen strategischer Planungen eine verbesserte Kreislaufführung zu unterstützen?
- Wie können diese Informationen mit kommunalen Sachdaten verknüpft werden und wie sollten diese Informationen anschließend zur Unterstützung strategischer Planung bereitgestellt werden?

2. Flächenverfügbarkeit und Standortanforderungen von Recyclinganlagen in der Region:

- Wie findet aktuell ein solcher Abwägungsprozess statt und was sind typische Problemlagen?
- Wie kann der Abwägungsprozess verbessert und beschleunigt werden?
- Welche Informationen werden seitens Stadtplanung und Recyclingwirtschaft benötigt, um im Rahmen strategischer Planungen die Genehmigungsverfahren von Recyclinganlagen zu unterstützen?
- Wie lassen sich diese Informationen mit Daten des Materialkatasters verknüpfen und wie sollten diese Informationen anschließend zur Unterstützung strategischer Planung bereitgestellt werden?

Die Diskussion wurde durch Protokolle festgehalten und im Anschluss daran analog des Vorgehens von Hinzmann et al. (2019) inhaltlich ausgewertet. Zur Referenz wörtlicher Zitate wurde die Diskussion im Workshop aufgezeichnet und im Anschluss transkribiert. Im Folgenden werden Hemmnisse und Problemlagen erörtert, die im Workshop von den beteiligten Stakeholdern als zentrale Ursachen mangelnder Kreislaufführung im Bereich mineralischer Baustoffe benannt wurden.

3. Probleme beim Einbau von RC-Baustoffen

Im Folgenden sollen die von den einzelnen Vertretern hervorgebrachten Probleme erläutert werden. Diese umfassen zum einen die Aussagen der Vertreter der Recyclingwirtschaft beim Verkauf von RC-Baustoffen und zum anderen die der Verwaltung beim Einbau dieser RC-Baustoffe. Gesetzliche Regelungen werden beispielhaft für den Freistaat Sachsen aufgeführt und können teilweise von denen anderer Bundesländer abweichen.

3.1 Geringe Nachfrage im Bauwesen

Eines der zentralen Probleme der Wirtschaftsvertreter ist die Nachfrage des Materials. RC-Baustoffe „[...] will keiner [...]. Es wird nicht gefordert“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 1). Laut den Vertretern der Recyclingwirtschaft seien Kapazitäten für eine vermehrte Bereitstellung von RC-Baustoffen vorhanden, allerdings finden die Anlagenbetreiber keine Abnehmer für die Produkte.

Hierbei käme der Nachfrage durch die öffentliche Hand eine Schlüsselfunktion zu, welche diese aktuell nicht wahrnehme. Dieses Anliegen wird gedeckt durch § 10 S. 1-4 des Sächsischen Kreislaufwirtschafts- und Bodenschutzgesetzes, der besagt, dass die öffentliche Hand eine Vorbildfunktion im Bauwesen einnehmen soll und RC-Baustoffe oder –produkte bevorzugt eingesetzt werden sollen. Auch finanzielle Mehrbelastungen seien im nachvollziehbaren Maße hinzunehmen. In der Praxis geschehe laut Vertretern der Recyclingwirtschaft meist das Gegenteil, da „*ausschreibende Stellen, [...] eben neue Materialien aus[schreiben] und solange das nicht geändert ist, wird man den Einsatz von Recyclingmaterialien in großen Dimensionen überhaupt nicht bewerkstelligen können.*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 2)

Für Bauvergaben seien die Ausschreibungen oft so formuliert, dass die Nutzung rezyklierter Gesteinskörnungen nicht möglich sei. Die ausschreibenden Stellen halten hier entgegen, dass es für sie keinen Anreiz gebe, RC-Baustoffe explizit zu verlangen. „*Der Anreiz muss sozusagen über den Vergabestellen gesetzt werden.*“ (Vertreter der Verwaltung 1). Viele Vergabestellen haben zudem bisher wenig Erfahrung im Umgang mit RC-Baustoffen oder sind sich nicht bewusst, dass RC-Baustoffe eingesetzt werden könnten. „*Das ist in den Köpfen einfach noch nicht drin, [...] dass es da wirklich ein qualitativ gleichwertiges Produkt gibt.*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 3). Allerdings werden Vertreter der Verwaltung ohne Grund „*nicht über [...] [ihren] Tellerrand hinausgucken.*“ (Vertreter der Verwaltung 1).

3.2 Aufwendige Qualitätssicherung von RC-Baustoffen

Ein Grund dafür, dass RC-Baustoffe so selten gefordert werden, sei, dass viele Entscheidungsträger bei Baustoffen aus Abfällen von einer minderwertigen Qualität ausgehen. Jedoch seien nach Aussage eines Vertreters der Recyclingwirtschaft gerade RC-Baustoffe einer umfassenden Qualitätskontrolle unterworfen. RC-Baustoffe würden deutlich intensiver kontrolliert als Primärbaustoffe, denn „*solange das ein Abfall ist, sind das andere Ansprüche, als wenn das ein Produkt ist. Und sie prüfen ein Produkt nicht so tiefgehend wie einen Abfall.*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 2)

RC-Baustoffe wie auch Primärbaustoffe müssen technische Anforderungen und Standards einhalten. Dabei gelten für den Einsatz von RC-Baustoffen zusätzliche Einschränkungen. Für RC-Beton im Besonderen gibt es die Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb, 2010) „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“, die den Einsatzbereich rezyklierter Gesteinskörnungen für die Betonherstellung reguliert. Demnach darf rezyklierte Gesteinskörnung – unter Beachtung der stofflichen Zusammensetzung – nur in Beton bei bestimmten Umgebungsbedingungen verwendet werden. Die Verwendung für Spann- und Leichtbeton ist gänzlich ausgeschlossen. Zudem ist der Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung < 2 mm (Brechsand) für Beton generell nicht vorgesehen. Auch im Straßenbau wird das Einsatzgebiet der RC-Baustoffe eingeschränkt. Beispielsweise darf zerkleinerter Ausbauasphalt (Asphaltgranulat) nach ZTV Asphalt-StB 07 (2007) in der Regel nicht für die Herstellung von Splittmastixasphalt verwendet werden.

Neben den technischen Anforderungen müssen RC-Baustoffe, anders als Primärbaustoffe, umfassend auf die Einhaltung umwelttechnischer Parameter hin untersucht werden. Wie und in welchem Umfang die Kontrollen und der Einbau von RC-Baustoffen stattfinden, soll mit Einführung der Mantelverordnung bundeseinheitlich geregelt werden. Bis dies der Fall ist, geben die einzelnen Bundesländer eigene Regeln vor. In den meisten Bundesländern, unter anderem Sachsen, wird die Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA, 2003) zu Rate gezogen. Diese wurde in Sachsen durch den Recyclerlass (SMEKUL, 2020) umgesetzt, der klärt, unter welchen Bedingungen aufbereitete Bauschuttfraktionen in technische Bauwerke eingebaut werden dürfen. Außerdem wird eine umfassende Prüfung des Materials durch Fremd- und Eigenüberwachung festgeschrieben.

Darüber hinaus können die Hersteller von RC-Baustoffen diese zusätzlich mit dem QUBA-Qualitätssiegel, das als Nachfolger des RAL-Zertifikats gilt, zertifizieren lassen. Die Vertreter der Recyclingwirtschaft argumentieren, dass „*sie das Prüfergebnis schon der Schublade liegen*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 2) haben, also bereits den umfassenden Maßnahmen zur Qualitätskontrolle gerecht werden.

3.3 Abfall- und Produktstatus von RC-Baustoffen

Trotz diesen umfassenden Kontrollen stehe die öffentliche Hand den RC-Baustoffen eher ablehnend gegenüber. Unter anderem, da der Begriff „Abfall“ mit einer minderwertigen Qualität assoziiert wird. Wann aus einem Abfall ein Produkt wird, ist rechtlich nicht vollständig geklärt und wird ebenfalls im aktuellen Stand der neuen Mantelverordnung nicht berücksichtigt (Egloffstein und Schumacher, 2021). Ein Produktstatus für RC-Baustoffe wäre für die Vertreter „*sehr wichtig*“, denn „*es gibt [seitens der Planungsbüros und Baufirmen] die Vorsicht vor Gewährleistung, dass irgendwas mit dem Recyclingmaterial [...] passiert*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 3). Es würde für die Akzeptanz von RC-Baustoffen daher einen Unterschied machen, wenn sie nicht mehr als Abfall deklariert werden müssen.

3.4 Preiskonkurrenz zu Primärrohstoffen

Neben Vorbehalten bezüglich Qualität und Abfallstatus von RC-Baustoffen ist für die öffentliche Hand vor allem der finanzielle Mehraufwand von Bedeutung. Ob und in welchem Maße RC-Baustoffe teurer sind als die Primärrohstoffe kann nicht pauschal beantwortet werden. Nach Aussagen der Vertreter der Recyclingwirtschaft hätten RC-Baustoffe für den Straßenbau ähnliche Preise wie Primärbaustoffe. Als Betonzuschlagstoffe seien sie im Raum Dresden jedoch ungefähr 20-25 % teurer (Vertreter der Recyclingwirtschaft 1). Inwiefern RC-Baustoffe teurer sind als Primärbaustoffe, hängt allerdings nicht nur vom Material, sondern auch entscheidend vom Transportweg ab.

Die Vertreter der Verwaltung argumentieren „*im öffentlichen Bereich, im Privaten ist das noch was ganz Anderes, geht das nur über Fördermittel, wo man klar sagt: ‚Du kriegst Fördermittel oder einen bestimmten Prozentsatz an Fördermitteln, wenn du das und das machst.‘*“ (Vertreter der Verwaltung 2). Von der Verwaltung wird hier ein Subventionsmodell vorgeschlagen, das den Einsatz von RC-Baustoffen finanziell unterstützen könne. Dies soll Anreize geben, vermehrt RC-Baustoffe zu fordern. Dieses Substitutionsmodell wäre nach Einschätzung der Vertreter der Verwaltung sogar unbedingt nötig, da „*jeder Haushälter was auf die Finger bekommt, wenn er sagt: ‚Ich habe etwas Teures eingebaut.‘*“ (Vertreter der Verwaltung 2). Gerade kleinere Kommunen könnten sich eine finanzielle Mehrbelastung bei der jetzigen Haushaltssituation nicht leisten. Auch die Vertreter der Recyclingwirtschaft sind der Meinung, dass „*es letztendlich echt schwer [wird], das attraktiv zu machen, wenn es nicht irgendwo subventioniert wird.*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 2).

Neben den Kosten für die Baustoffbeschaffung sind im Rahmen der Kreislaufführung jedoch auch die der Abfallentsorgung beziehungsweise -verwertung zu betrachten. Hier argumentieren die Vertreter der Recyclingwirtschaft, dass „*der Naturbaustoff nicht mehr der Preistreiber [ist], das ist das Deponievolumen*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 1). Die Entsorgungskosten für die anfallenden Abfälle sind aufgrund immer knapper werdender Deponievolumen und Ablagerungsmöglichkeiten in den letzten Jahren stark angestiegen. „*Der Markt ist gekippt, das ist ganz gefährlich.*“ (Vertreter der Recyclingwirtschaft 1). Diese Aussagen werden durch statistische Daten gestützt. Deutschlandweit werden Deponiekapazitäten immer knapper. Für das Bezugsjahr 2016 berichtet das Statistische Bundesamt, dass von den insgesamt 1.108 Deponien in Deutschland nur 554 eine Betriebsdauer von über zehn Jahren haben (Destatis, 2019, S.58). Die Beobachtung der immer teurer werdenden Entsorgungskosten für Bau- und Abbruchabfälle können auch Vertreter der Verwaltung bestätigen. Ein Vertreter spricht von Entsorgungskosten von „*28 Euro die Tonne*“ (Vertreter der Verwaltung 3) für Bodenaushub der Einbauklassen Z 0 und Z 1. Im Zusammenspiel eines gesteigerten Grades an hochwertigem Recycling und dadurch geschonter Deponiekapazitäten (und damit einhergehend geringerer Entsorgungskosten), können ökonomische Vorteile für Bauwirtschaftsbeteiligte und die öffentliche Hand geschaffen werden.

4. Fazit

Der Workshop hat gezeigt, dass allen beteiligten Parteien die Mängel der aktuellen Kreislaufführung mineralischer Baustoffe in Sachsen bewusst sind. Deutlich wurde zudem, dass sich diese Mängel aus verschiedenen Perspektiven unterschiedlich darstellen. Zum Zweck einer effizienten Lösungsentwicklung ist es sinnvoll, gemeinschaftlich vorzugehen. Dem Projekt Integral, mit den Projektbeteiligten aus Wissenschaft und öffentlicher Hand, kommt hier eine Schlüsselrolle zu. Während Vertreter der Recyclingwirtschaft eine mangelnde Nachfrage an RC-Baustoffen beklagen, fehlen Vertretern der öffentlichen Hand als Bauherren zuverlässige Informationen zu Angebotshöhe und -qualität, um auf einen verstärkten Einsatz in Bauvorhaben hinwirken zu können.

Vorhandene Informationsdefizite über Qualitäten, Einsatzgebiete und Angebote von RC-Baustoffen können über eine zentrale Informationsquelle behoben werden. Aussagen zu geltenden Regelungen, verfügbaren Materialien und sich daraus ergebenden Möglichkeiten des Ersatzes von Primärbaustoffen, können gebündelt und frei zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig wird so das Bewusstsein für den Einsatz von RC-Baustoffen und damit die Nachfrage gestärkt. Zum Nachweis des Angebots an RC-Baustoffen ist die Erstellung eines Materialkatasters der gebauten Umwelt in Arbeit, welches das anthropogene Lager der Stadt Dresden und des Landkreises Meißen abbildet und Materialflüsse darstellt, die ebenfalls potenzielle RC-Baustoffe beinhalten. Zur Darstellung einer Nachfrage an RC-Baustoffen werden die Bauvorhaben der öffentlichen Hand im Untersuchungsgebiet

herangezogen. Der Nachweis einer erhöhten Nachfrage stellt eine wichtige Planungsvoraussetzung für Anlagenbetreiber und Akteure der Recyclingwirtschaft dar.

Ein freier Austausch in der Diskussion machte deutlich, dass viele Voraussetzungen in aufbereitungs- und überwachungstechnischer Hinsicht bereits geschaffen sind, die Umsetzung jedoch noch problematisch ist. Im Zusammenspiel von Abbruch- und Recyclingunternehmen, der öffentlichen Hand, privaten Bauherren, den wissenschaftlichen Partnern und damit von Angebot, Aufbereitung, Nachfrage und Informationsbeschaffung von und über RC-Baustoffe kann es gelingen, den Einsatz von Sekundärmaterialien zu stärken und die Kreislaufführung der größten Abfallfraktion entscheidend zu verbessern.

Danksagung

Diese Arbeit ist im Rahmen des INTEGRAL-Projektes entstanden, das Teil der BMBF-Förderrichtlinie Stadt-Land-Plus ist. Wir möchten uns vor allem beim BMBF für die Förderung bedanken sowie beim PtJ für die Unterstützung in der Projektbearbeitung. Weiterhin gilt unser Dank allen Projektpartnern und den Teilnehmern des Workshops.

Literatur

- DAfStB (2010). Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
- Destatis (2017). Umweltnutzung und Wirtschaft Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall, Umweltschutzmaßnahmen. Statistisches Bundesamt
- Destatis (2019): Umwelt – Abfallentsorgung 2017 – Fachserie 19. Reihe 1. Statistisches Bundesamt
- T. Egloffstein und K. Schumacher (2021). Aktueller Stand der Mantelverordnung – Auf welche Änderungen und Neuerungen müssen wir uns einstellen?. Vortrag anlässlich des 21. Karlsruher Altlastenseminars
- Kreislaufwirtschaft Bau (2021). Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018 - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2018. Berlin: Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V
- LAGA (2003). Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 20 - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen (Stand: 6. November 2003, 5. Auflage). Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
- Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (2020): Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial im Freistaat Sachsen - Recyclinglerlass
- Schebek, L., & Linke, H.-J. (2021). Der Gebäudebestand als Rohstofflager: Der Beitrag der Digitalisierung für ein zukünftiges regionales Stoffstrommanagement im Baubereich. In A. Mertens, K.-M. Ahrend, A. Kopsch, W. Stork, & Hrsg., Smart Region: Die digitale Transformation einer Region nachhaltig gestalten (S. 187-212). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
- G. Schiller, A. Bräuer, M. Westphal, S. Zinkler, I. Friederich und K. Kramer-Heinke (Nov. 2016): MinRessource - Nachhaltiges Ressourcenmanagement von mineralischen Primär- und Sekundärbaustoffen. Veröffentlicht vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- Umweltbundesamt. (21. Oktober 2021). Abfallaufkommen. Von Deutschlands Abfall: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#deutschlands-abfall> abgerufen am 11.01.21

Kontakt

Frau Magdalena Werner (wissenschaftliche Mitarbeiterin)
Technische Universität Dresden / Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft
Tel.-Nr.: +49 351 463-44127
E-Mail: magdalena.werner@tu-dresden.de
Homepage: <https://tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/iak>

Herr Daniel Kretzschmar (wissenschaftlicher Mitarbeiter)
Technische Universität Dresden / Professur für Landmanagement
E-Mail: daniel.kretzschmar@tu-dresden.de
Tel.-Nr.: +49 351 463-33921
Homepage: <https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/gi/lm/die-professur>

Herr Georg Zinder (wissenschaftlicher Mitarbeiter)
Leibniz Institut für ökologische Raumentwicklung
E-Mail: g.zinder@ioer.de
Tel.-Nr.: +49 351 46 79 209
Homepage: <https://www.ioer.de>

Frau Brenda Uhlig (wissenschaftliche Mitarbeiterin)
Landeshauptstadt Dresden / Geschäftsbereich Stadtentwicklung, Bau, Verkehr und Liegenschaften
Tel.-Nr.: +49 351 488-3313
E-Mail: buhlig@dresden.de
Homepage: <https://www.dresden.de>