



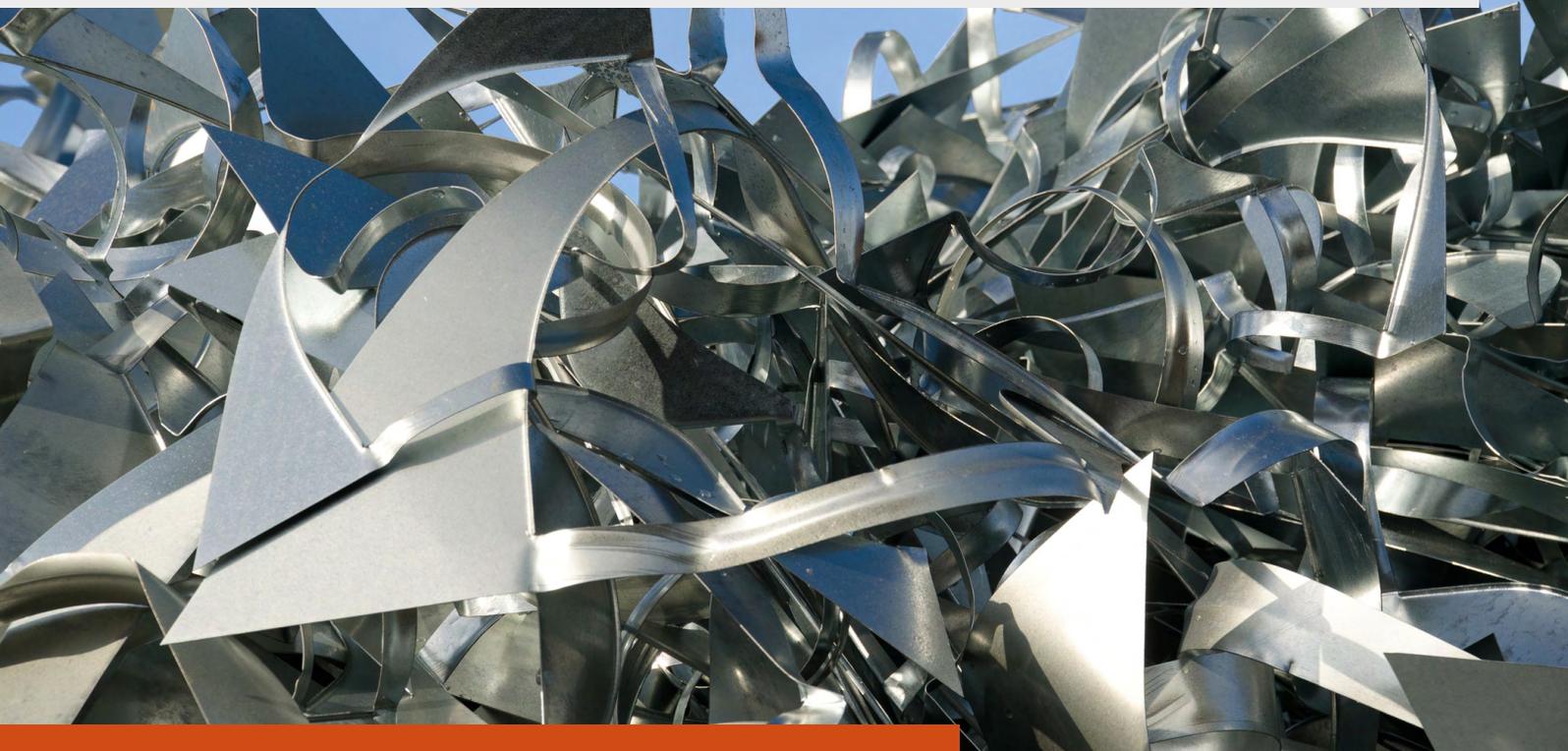
Deutsche
Rohstoffagentur

58 DERA Rohstoffinformationen

**Abschlussbericht
Dialogplattform Recyclingrohstoffe**



Steckbrief - Baurohstoffe



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

www.deutsche-rohstoffagentur.de
www.bgr.bund.de

Impressum

Herausgeberin:

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin

Leitung des Unterarbeitskreises Baurohstoffe der Dialogplattform Recyclingrohstoffe:

Dr. Berthold Schäfer
Geschäftsführer Technik, Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V.

Projektkoordination:

Bookhagen B. (DERA), Mähliitz P. (DERA), von Wittken R. (acatech), Akinic S. (acatech)

Kontakt:

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin
Tel.: +49 30 36993 226
www.deutsche-rohstoffagentur.de
recycling@bgr.de

Bildnachweise: © Petair/stock.Adobe.com

Layout: deckermedia GbR, Rostock

Zitierhinweis: DERA – Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2023): Abschlussbericht der Dialogplattform Recyclingrohstoffe. – DERA Rohstoffinformationen 58: 243 S., Berlin.

Datenstand: August 2023

doi: 10.25928/z89x-8c71

Hinweis: Dieser Abschlussbericht des Unterarbeitskreises Baurohstoffe wurde im Rahmen der Dialogplattform Recyclingrohstoffe erstellt, die von Juni 2021 bis Juni 2023 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) durch die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften koordiniert wurde.

Inhaltsverzeichnis

Überblick Dialogplattform Recyclingrohstoffe	4
1. Steckbrief – Baurohstoffe	5
1.1 Beschreibung relevanter Stoffströme, Wertschöpfungsketten, und Anwendungskontexte	6
1.2 Barrieren im Recycling	12
1.3 Handlungsoptionen	13
1.4 Machbarkeit und Zielkonflikte	19
1.4.1. Machbarkeit	20
1.4.2. Zielkonflikte	27
1.5 Nächste Schritte	29
2. Literaturverzeichnis	34

Überblick Dialogplattform Recyclingrohstoffe

Die Bundesregierung hat in ihrer Rohstoffstrategie 2020 (Bundesregierung 2020) mit Maßnahme 13 festgelegt, den Beitrag von Sekundärrohstoffen¹ (Recyclingrohstoffen) für die Versorgungssicherheit Deutschlands mit mineralischen Rohstoffen zu stärken. Das Recycling stellt neben der Rohstoffgewinnung aus heimischem Bergbau und dem Rohstoffimport eine wichtige Säule in der nationalen Rohstoffversorgung dar.

Um mit den Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den Bereichen Metalle und Industriemineralien zu den Möglichkeiten einer gezielten Stärkung des Recyclings in den Dialog zu treten, wurde mit der Dialogplattform Recyclingrohstoffe ein entsprechendes Austauschformat geschaffen. Übergeordnetes Ziel des Dialogprozesses war es, gemeinsam mit den Teilnehmenden Handlungsoptionen zu erarbeiten, die Hürden zur Schließung von Rohstoffkreisläufen abbauen und den Beitrag der Sekundärrohstoffe zur Rohstoffversorgung und zum Klimaschutz zukünftig weiter erhöhen.

Vor dem Hintergrund dieser Zielstellung beauftragte das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) mit der Durchführung dieses Dialogs. Gemeinsam mit acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften wurde im Zeitraum Juni 2021 bis Juni 2023 der Dialogprozess koordiniert. Insgesamt wurden im Zeitraum der Durchführung des Dialogprozesses 32 Arbeitssitzungen durchgeführt, wobei in Summe über 380 Personen am Dialog teilnahmen.

Die Ergebnisse aus den Unterarbeitskreisen der beiden Arbeitskreise Metalle und Industriemineralien bilden den inhaltlichen Kern des vollzogenen Dialogprozesses und werden in Steckbriefen beschrieben. So liegen für den Arbeitskreis Metalle detaillierte Steckbriefe für die Stoffströme Aluminium, Eisen und Stahl, Kupfer sowie Technologiemetalle vor. Der Arbeitskreis Industriemineralien umfasst detaillierte Steckbriefe für die Stoffströme Baurohstoffe, Gips, Keramische Rohstoffe (Feuerfestkeramik) sowie Industrielle Reststoffe und Nebenprodukte.

Alle erarbeiteten Steckbriefe folgen dabei dem gleichen Aufbau und umfassen aufeinander aufbauende Kapitel, in denen der jeweilige Stoffstrom beschrieben, Barrieren für das Recycling identifiziert, Handlungsoptionen beschrieben, deren Machbarkeit und mögliche Zielkonflikte diskutiert und nächste Schritte in der Umsetzung skizziert werden.

Dieser Steckbrief Baurohstoffe ist ein Auszug auf dem gesamten Abschlussbericht der Dialogplattform Recyclingrohstoffe und beinhaltet nur die erarbeiteten Ergebnisse aus dem Unterarbeitskreis Baurohstoffe. Für detaillierte Ausführungen zu Metallen und Industriemineralien lesen Sie bitte die Gesamtversion des Abschlussberichts, zu finden unter www.recyclingrohstoffe-dialog.de

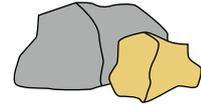
¹ Die beiden Begrifflichkeiten Sekundärrohstoffe und Recyclingrohstoffe werden im folgenden Text synonym verwendet. Insbesondere auf EU-Ebene und in Anlehnung an die englische Verwendung wird erster Begriff verwendet. Aufgrund seiner positiven Konnotation wird hier jedoch der Begriff Recyclingrohstoffe bevorzugt, da „Sekundär“ oft mit einer minderwertigen, weil zweitrangigen Bedeutung verbunden wird.

1. Steckbrief – Baurohstoffe

Baurohstoffe

Unterarbeitskreis-Leitung (Autoren):

Prof. Dr. Hermann Wotruba (Lehr- und Forschungsgebiet Aufbereitung mineralischer Rohstoffe RWTH Aachen)¹⁾



UAK-Übersicht



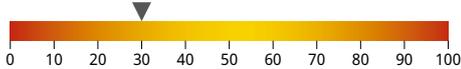
58 Beteiligte



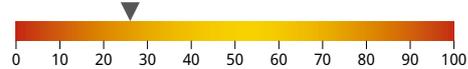
25 % Einzelunternehmen
30 % Wissenschaft
13 % Behörde
25 % Verbände
7 % Zivilgesellschaft



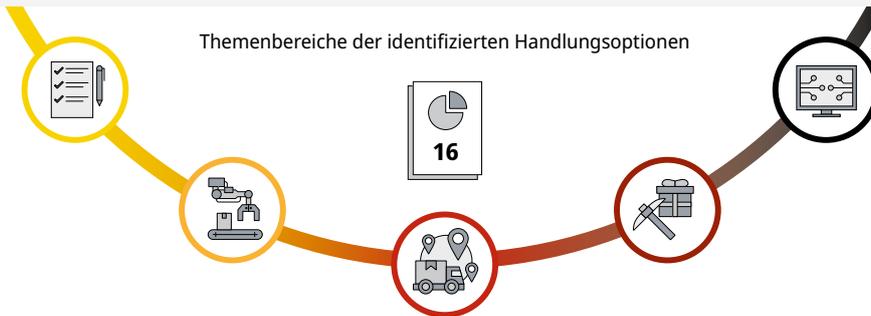
Anzahl **Barrieren**



Anzahl **Lösungsvorschläge**



Themenbereiche der identifizierten Handlungsoptionen



#1	Getrennthaltung	#9	Regelungen und Normen
#2	Ende der Abfalleigenschaft	#10	Rezyklateinsatzquoten
#3	Asbest	#11	Anreize
#4	Mantelverordnung	#12	Ausschreibungen
#5	Selektiver Rückbau	#13	Baukonstruktion und Produktdesign
#6	Aufbereitungstechnik	#14	Informationen in Wertschöpfungskette
#7	Pflichten	#15	Klimaschutzaspekte
#8	Statistik	#16	Forschung und Umsetzung

¹⁾ Herr Prof. Dr. Hermann Wotruba begleitete den UAK als wissenschaftlicher Co-Leiter bis zu seinem Tod im Feb. 2023. Kommissarisch wurde die wissenschaftliche Co-Leitung fortan durch Frau Prof. Schebek, AK-Leitung Industriemineralien, mitübernommen.

Tab. 1: Überblick Stoffstrom Baurohstoffe (Referenzrahmen Deutschland 2020)

Stoffströme	Menge [t]	Quelle
UAK Baurohstoffe (Referenzjahr 2020)		
Mineralische Bauabfälle, davon	220.600.000	(KWB 2023b)
Boden und Steine	129.200.000	(KWB 2023b)
Bauschutt	60.000.000	(KWB 2023b)
Straßenaufbruch	16.900.000	(KWB 2023b)
Baustellenabfälle	13.800.000	(KWB 2023b)
Bauabfälle auf Gipsbasis	741.000	(KWB 2023b)

1.1 Beschreibung relevanter Stoffströme, Wertschöpfungsketten und Anwendungskontexte

Der UAK Baurohstoffe befasst sich in Abgrenzung zu den weiteren Unterarbeitskreisen des AK Industriemineralien ausschließlich mit nicht gefährlichen mineralischen Bau- und Abbruchabfällen. Der Fokus der Betrachtungen liegt damit auf den Stoffströmen Bauschutt (beinhaltet Beton, Ziegel, Fliesen, Keramik und Gemische aus Mauerwerk, Putzen etc.), Straßenaufbruch sowie Boden und Steine. Nicht berücksichtigt werden Bauabfälle auf Gipsbasis, die im UAK Gips behandelt werden.

Stoffströme und Anwendungskontexte

Stoffströme und Verwertungswege

Der Anfall mineralischer Bau- und Abbruchabfälle wird vom Statistischen Bundesamt (Destatis) regelmäßig in Berichten zur Abfallentsorgung und zur Abfallbilanz erfasst (Siehe Bereich Publikation „Abfallentsorgung“ (Destatis 2023)). Die Initiative Kreislaufwirtschaft Bau (KWB 2023a) veröffentlicht auf dieser Datenbasis im Zweijahres-Turnus Monitoring-Berichte zum Aufkommen und Verbleib mineralischer Bau- und Abbruchabfälle (Siehe beispielsweise

den aktuellsten Bericht (KWB 2023b)). Darin enthalten ist auch eine Langzeitstatistik über einen Betrachtungszeitraum von inzwischen 26 Jahren. Die hier genannten Durchschnittsdaten stellen die Mittelwerte der in den 13 Monitoring-Berichten der Initiative Kreislaufwirtschaft Bau ausgewiesenen Einzeldaten dar. Im langjährigen Durchschnitt fallen in Deutschland jährlich rund 200 Millionen Tonnen nicht gefährliche mineralische Bau- und Abbruchabfälle an, die sich aus verschiedenen Abfallfraktionen zusammensetzen. Durch den Aushub von Baugruben und weitere Vorbereitungsmaßnahmen des Baugrundes fallen jährlich etwa 125 Millionen Tonnen der Fraktion „Boden und Steine“ an. Durch den Rückbau von Bauwerken fallen jährlich rund 56 Millionen Tonnen der Fraktion „Bauschutt“ an. Baumaßnahmen an der Verkehrsinfrastruktur führen zu einem Aufkommen von jährlich 16 Millionen Tonnen der Fraktion „Straßenaufbruch“. Die Fraktion „Baustellenabfälle“ bezeichnet Abfälle, die bei der Erstellung von Bauwerken anfallen. Davon sind durchschnittlich rund 3 Millionen Tonnen mineralisch (KWB 2023a).

Die Fraktion „Boden und Steine“ besteht aus Bodenmaterial mit einem durchschnittlich zehnprozentigen Anteil an Steinen. Die Fraktion wird heute im Regelfall direkt, das heißt ohne Aufbereitung, einer Verwertung zugeführt. Die Verwertung erfolgt überwiegend im Rahmen der Verfüllung von Abgrabungen (rund 90 Millionen Tonnen/Jahr) und in Maßnahmen des Erd-, Tief-,

Straßen- und Landschaftsbau (rund 12 Millionen Tonnen/Jahr). Insgesamt werden 86 % der Fraktion „Boden und Steine“ einer umweltgerechten Verwertung im Bereich bodenähnlicher Anwendungen zugeführt (KWB 2023a).

Die Fraktionen „Bauschutt“, „Straßenabruch“ und „Baustellenabfälle“ bestehen aus körnigen mineralischen Bau- und Abbruchabfällen. Die körnigen Fraktionen werden, soweit sie nicht direkt verwertet werden können, einer Recyclinganlage zugeführt, die daraus Recyclingbaustoffe¹ herstellt. Die Recyclingquote, das heißt der Anteil der jeweiligen Abfallfraktion, der vor der Verwertung zunächst einer Recyclinganlage zur Aufbereitung zugeführt wird, liegt für die Fraktion „Bauschutt“ bei rund 78 %, für die Fraktion „Straßenabruch“ bei rund 93 %. Im Durchschnitt werden jährlich etwa 71 Millionen Tonnen Recyclingbaustoffe produziert. Die Verwendungsmöglichkeiten der Recyclingbaustoffe hängen von ihren bautechnischen und umweltrelevanten Eigenschaften sowie ihrer stofflichen Zusammensetzung ab. Neben den Ausgangsqualitäten werden die Eigenschaften maßgeblich von der Verfahrensweise beim Abbruch beziehungsweise Rückbau, der Getrennthaltung der Fraktionen und der eingesetzten Aufbereitungstechnik bestimmt. Im Durchschnitt werden rund 50 % der Recyclingbaustoffe im Straßenbau, 23 % im Erdbau, 22 % in der Asphalt- und Betonherstellung und 5 % im Deponiebau eingesetzt (KWB 2023a).

Die Verwertungsquote bezeichnet den Anteil der insgesamt angefallenen nicht gefährlichen mineralischen Bau- und Abbruchabfälle, der einer umweltgerechten Verwertung zugeführt wird. Im Durchschnitt werden knapp 90 % der anfallenden 200 Millionen Tonnen mineralischen Bau- und Abbruchabfälle verwertet. In einzelnen Fraktionen liegt die Verwertungsquote sogar darüber. So beträgt die Verwertungsquote der Fraktion „Bauschutt“ heute knapp 94 % und die Verwertungsquote der Fraktion „Straßenabruch“ über 97 % (KWB 2023a).

Durch die Verwertung körniger mineralischer Bau- und Abbruchabfälle im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau werden primäre Gesteinskörnungen substituiert. Die Substitutionsquote beschreibt den Umfang des Ersatzes primärer Gesteinskörnungen durch Recyclingbaustoffe und bezieht sich entsprechend auf den Gesamtbedarf an Gesteinskörnungen in Deutschland, der bei rund 580 Millionen Tonnen/Jahr liegt. Im langjährigen Durchschnitt beträgt die Substitutionsquote durch Recyclingbaustoffe rund 13 %. Eine Erhöhung der Substitutionsquote ist möglich, wenn mehr Bauwerke rückgebaut werden, wodurch sich das Aufkommen an mineralischen Bau- und Abbruchabfällen erhöht, wenn durch weitergehende Aufbereitung mehr Recyclingbaustoffe aus den anfallenden mineralischen Bau- und Abbruchabfällen gewonnen werden oder wenn der Gesamtbedarf an Gesteinskörnungen für Baumaßnahmen reduziert wird (BBS 2022c).

Soweit Schadstoffbelastungen, Verunreinigungen, komplexe Materialmischungen oder andere Faktoren eine Verwertung der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle nicht zulassen, erfolgt die Deponierung. Durchschnittlich werden jährlich rund 21 Millionen Tonnen nicht gefährliche mineralische Bau- und Abbruchabfälle, davon knapp 18 Millionen Tonnen der Fraktion „Boden und Steine“, deponiert (KWB 2023b).

Wertschöpfungskette

Mineralische Bau- und Abbruchabfälle fallen bei praktisch jeder Baumaßnahme an. Im Regelfall ist das ausführende Bauunternehmen der Abfallerzeuger und organisiert die Entsorgung. Je nach Beschaffenheit und Qualität der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle bestehen entweder direkte Verwertungsmöglichkeiten, zum Beispiel im Rahmen der Verfüllung von Abgrabungen, oder die Abfälle werden einer Recyclinganlage, einer Bodenbehandlungsanlage oder einer Deponie angedient. Der Abfallerzeuger stuft die Abfälle mit Abfallschlüsselnummern ein und ist gehalten, Abfälle sortenrein zu halten (§ 8 GewAbfV 2017). Die Recycling- bezie-

¹ Der Begriff „Recyclingbaustoffe“ beschreibt die Ausgangsströme nach einem Recyclingprozess.

hungsweise Bodenbehandlungsanlagen bereiten die mineralischen Bau- und Abbruchabfälle zu einsatz- und verkaufsfähigen Recyclingbaustoffen und -gemischen auf. In der Regel produzieren Recyclinganlagen Baustoffe für den Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau. Dies bietet den Anlagen die Möglichkeit, die erforderlichen Baustoffqualitäten unter Einsatz aller ihnen zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterialien herzustellen. In einigen Fällen produzieren Recyclinganlagen bereits Recyclingbaustoffe für die Herstellung von Bauprodukten wie Beton. Recyclingbaustoffe sind im Regelfall güteüberwacht und qualitätsgesichert (§ 10 GewAbfV 2017; § 11 GewAbfV 2017).

Die Gewinnungs-, Produktions-, Aufbereitungs- und Wiederverwendungsstufen im Materialzyklus können schematisch am Stoffkreislauf zum Beispiel des Betons dargestellt werden (Abbildung 23). Beginnend mit der bergbaulichen Gewinnung von unter anderem Naturstein, Sand, Kies oder Kalkstein sowie unter Nutzung industrieller Nebenprodukte wie Flugasche oder Hütten sand werden sowohl Zwischenprodukte wie Zement als auch der Beton selbst hergestellt. Am Ende der Nutzungsphase des Betons in Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus werden die mineralischen Bauabfälle einer Recyclinganlage zugeführt, die daraus Recyclingbaustoffe her-

stellt. Die aufbereiteten Sekundärstoffe² können – je nach Art und Qualität – erneut in den verschiedenen Produktionsstufen der Zement- und Betonherstellung eingesetzt werden. Darüber hinaus ist in einigen Fällen – wiederum abhängig von Art und Qualität – auch eine direkte Wiederverwendung im Hoch- oder Tiefbau ohne Aufbereitung möglich. Eine direkte Wiederverwendung im Hochbau stellt beispielsweise die erneute Nutzung ganzer Bauteile, zum Beispiel von Betonfertigteilen, dar. In jeder Stufe des Lebenszyklus besteht die Möglichkeit, Materialien beziehungsweise Zwischen- und Endprodukte im Rahmen der Verfüllung von Abgrabungen zu nutzen oder aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen und auf Deponien zu beseitigen. Das Ausschleusen kann zum Beispiel aufgrund eines zu hohen Anteils an Fremdbestandteilen oder aufgrund unzulässiger Schadstoffbelastungen, zum Beispiel durch Asbestbestandteile, erforderlich werden (REUTER et al. 2013).

Rolle des Recyclings im Bereich Baurohstoffe

Circular Economy

Mit der „Circular Economy“-Strategie soll die lineare Wirtschaft, bei der Produkte am Ende des Lebenszyklus beseitigt werden, zu einer Kreislauf-

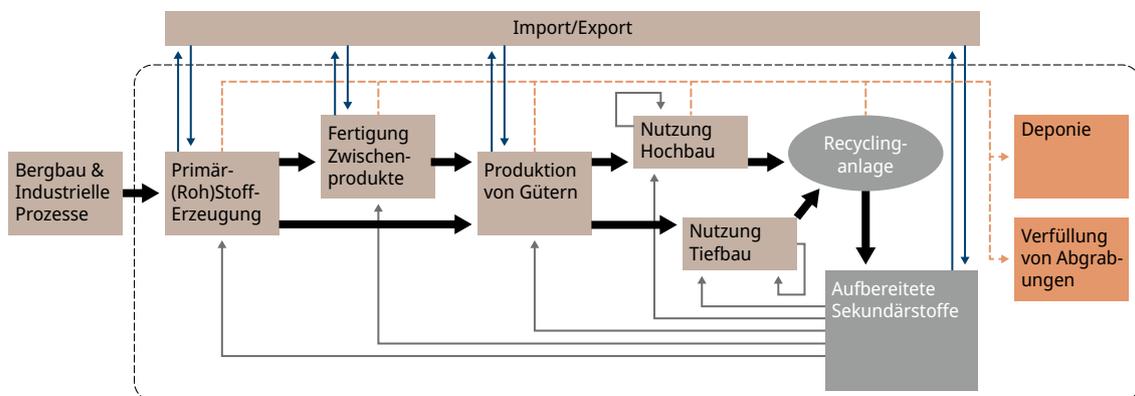


Abb. 1: Referenzgrafik Stoffstrom Baurohstoffe: Beispiel Beton in Anlehnung an UNEP (2011)

² Der Begriff „Sekundärstoffe“ beschreibt alle Stoffe, die keine Primärstoffe sind und verwendet werden können, ohne dass zuvor zwingend ein Recyclingprozess durchlaufen worden ist.

wirtschaft umgebaut werden, bei der Produkte am Lebensende wiederverwendet oder nach Aufbereitung als Substitute für Primärmaterialien erneut eingesetzt werden. Dieses Konzept ist im Bausektor beim Umgang mit mineralischen Bau- und Abbruchabfällen – wie zuvor beschrieben – seit Jahren etabliert. Mineralische Bau- und Abbruchabfälle werden heute zu 90 % einer umweltgerechten Verwertung zugeführt und substituieren bei einer Verwendung im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau dadurch ansonsten erforderliche Primärrohstoffe (KWB 2023b).

Dennoch steht auch der Bausektor im Fokus der „Circular Economy“-Diskussionen. Mit Verweis auf die Abfallhierarchie wird aus der „Circular Economy“-Strategie die Zielsetzung abgeleitet, mineralische Bau- und Abbruchabfälle möglichst „hochwertig“ zu verwerten. Dabei wird die Verwertung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau oftmals als „Downcycling“ angesehen, weil die aus dem Hochbau stammenden Abfälle im Tiefbau eingesetzt werden. Beworben wird das „Upcycling“, bei dem aufbereitete mineralische Bau- und Abbruchabfälle zur Herstellung neuer Produkte, wie Beton, genutzt werden sollen, die dann wieder im Hochbau eingesetzt werden.

Diese Zielvorstellung bedarf aus Sicht des UAK Baurohstoffe mehrerer Klarstellungen:

- Die heutige Verwertung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau entspricht der dritten Stufe der Abfallhierarchie. Die aufbereiteten mineralischen Bau- und Abbruchabfälle sind nach öffentlich-rechtlichen Vorgaben zusammengesetzte Baustoffe, die zahlreiche Qualitätskriterien erfüllen müssen und im Regelfall einer Güteüberwachung unterliegen. Daher sollte der Begriff des Downcyclings im Einzelfall kritisch hinterfragt werden, da für eine normative Beurteilung entscheidend ist, in welchem Ausmaß ein Recyclingbaustoff bestimmte Primärmaterialien ersetzt.³
- Eine Umlenkung geeigneter Recyclingbaustoffe aus dem Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau in die Herstellung neuer Produkte entspricht ebenfalls einer Verwertung in der dritten Stufe der Abfallhierarchie und stellt daher kein „Upcycling“ dar.
- Durch die Umlenkung von Stoffströmen aus dem Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau in die Herstellung neuer Produkte können keine Primärrohstoffe eingespart werden. Denn die dem Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau entzogenen Stoffströme müssen nun dort durch die Primärrohstoffe ersetzt werden, die bisher in der Herstellung neuer Produkte eingesetzt wurden.
- In der heutigen Situation ist die Verfüllung von Abgrabungen in der Regel Teil der Betriebsgenehmigung für den Lagerstättenabbau und damit eine rechtliche Verpflichtung der Unternehmen. Durch die in Kraft tretende Mantelverordnung werden die Anforderungen an die Qualität des Verfüllmaterials zukünftig steigen, sodass mittelfristig die Massenströme in die Verfüllung von Abgrabungen abnehmen werden. Werden Lagerstätten nach dem Abbau jedoch nicht verfüllt, kann die ursprüngliche Nutzung der Flächen, zum Beispiel für die Landwirtschaft, nicht mehr erreicht werden. Dies kann dazu führen, dass Grundbesitzer ihre Flächen für den temporären Abbau nicht mehr zur Verfügung stellen, wodurch die heimische Rohstoffsicherung insgesamt weiter erschwert würde.

Der UAK Baurohstoffe hat zusammenfassend festgestellt, dass die Umlenkung von Stoffströmen kein Selbstzweck sein darf. Vielmehr müssen Stoffstromumlenkungen mit nachvollziehbaren Vorteilen für den Ressourcenschutz, den Klimaschutz und weiteren positiven Aspekten der Nachhaltigkeit einhergehen. Ein entsprechender Bewertungsmaßstab fehlt bisher allerdings.

³ Hinweis der Geschäftsstelle: Aussagen zum Thema „Downcycling“ stellen eine „Debattenposition“ dar, das heißt zum Thema gibt es in der Dialogplattform unterschiedliche Standpunkte und Sichtweisen.

Rechtsrahmen

Die Verwertung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle erfolgt bisher überwiegend auf Basis von Ländererlassen, die der LAGA M20 (LAGA 2003) entsprechen oder daran angelehnt sind (LAGA 2023). Zur Herstellung mineralischer Baustoffe, die im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau eingesetzt werden, gibt es Vorgaben durch Technische Lieferbedingungen, zum Beispiel die TL-Gestein-StB, die die Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau beschreibt (FGSV 2018) oder die neue TL-BuB für Bodenmaterialien und Baustoffe für den Erdbau im Straßenbau, die bereits auf die Materialklassen der Mantelverordnung abstellt (FGSV 2023). Soweit mineralische Bau- und Abbruchabfälle in der Herstellung neuer Produkte eingesetzt werden sollen, gelten neben den Regelungen des Abfallrechts ergänzend unter anderem auch die Regelungen des Produkt-, des Chemikalien- und des Baurechts. Die grundsätzlichen Anforderungen sind unter anderem in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen vom Deutschen Institut für Bautechnik niedergelegt (DIBT 2023).

Der Rechtsrahmen für die Verwertung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle befindet sich aktuell im Umbruch. Mit der im August 2023 in Kraft tretenden Mantelverordnung wird die Bundesbodenschutzverordnung novelliert, die dann – ausgenommen einer Länderöffnungsklausel – unter anderem einen bundeseinheitlichen Rahmen für die Verfüllung von Abgrabungen setzt. An die Qualität des Verfüllmaterials – aber auch anderer bodenähnlicher Anwendungen – werden mit der Mantelverordnung zukünftig strengere Anforderungen gestellt als heute. Bestehende Betriebsgenehmigungen sind nach spätestens acht Jahren darauf anzupassen. Es besteht die Möglichkeit, dass mittelfristig die Massenströme in die Verfüllung von Abgrabungen erheblich abnehmen werden. Auch wenn belastbare Abschätzungen derzeit kaum möglich sind, würde eine Reduktion der Verfüllmengen um 50 % dazu führen, dass bis zu 50 Millionen Tonnen mineralischer Bau- und Abbruchabfälle zukünftig neuen Verwertungswegen zugeführt werden müssen (KWB 2023b).

Gleichzeitig beabsichtigt die EU-Kommission, die Bauprodukte-Verordnung zu revidieren, um unter anderem „Circular Economy“-Ansätze im Produktrecht zu verankern. Die Verordnung soll daher zukünftig auch den Rechtsrahmen für die Wiederverwendung von Bauprodukten sowie den Einsatz von Recyclingbaustoffen bei der Herstellung von Bauprodukten bilden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2022b).

Eine weitere Änderung zeichnet sich im Umgang mit der Fraktion „Bauschutt“ ab, die im Wesentlichen aus Betonbruch und Gemischen aus Beton, Ziegeln, Fliesen, Keramik und mineralischen Wandbaustoffen, wie Mauerwerk und Putzen, besteht. Bis Herbst 1993 wurden unter anderem Putze, Spachtelmassen, aber auch Abstandshalter für die Betonbewehrung teilweise unter Einsatz von Asbestfasern hergestellt und in Verkehr gebracht. Entsprechend kann die Fraktion „Bauschutt“ heute geringfügig durch asbesthaltige Bestandteile verunreinigt sein. Die LAGA hat mit der Mitteilung 23 (LAGA 2022) ein Ablaufschema erarbeitet, wie potenziell asbestbelastete Bestandteile noch im Bauwerk festgestellt, selektiv entnommen und beseitigt werden können (LAGA 2022). Dennoch sind geringfügige Verunreinigungen der Fraktion „Bauschutt“ nicht auszuschließen. Da die asbesthaltigen Bestandteile aus dem Stoffkreislauf ausgeschleust werden müssen, eine Aufbereitungstechnik zur Separierung bisher aber nicht existiert, sieht die LAGA M23 eine vorsorgebedingte Ausschleusung asbestverdächtigen Materials vor. Eine grobe Abschätzung als Worst-Case-Szenario geht von rund 20–30 Millionen Tonnen Bauabfällen, insbesondere Betonbruch, aus, die zukünftig zusätzlich auf Deponien beseitigt werden müssten (NATIONALER ASBESTDIALOG 2020).

Potenziale

Die Umsetzung von „Circular Economy“-Strategien sowie Änderungen des Rechtsrahmens werden dazu führen, dass mineralische Bau- und Abbruchabfälle aus den heutigen Verwertungswegen in teilweise neue Anwendungsbereiche umgelenkt werden.

Bei Bodenmaterial sind zunächst keine neuen Verwertungsoptionen absehbar. Bodenmaterial kann aus der Verfüllung von Abgrabungen in andere Maßnahmen des Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbaus umgelenkt werden. Eine zukünftig konsequente Aufbereitung von Bodenmaterial kann jedoch dazu beitragen, den Anteil der im Bodenmaterial enthaltenen Steine zu extrahieren und einer Verwertung als Recyclingbaustoff zur Substitution primärer Gesteinskörnung zuzuführen (Mantelverordnung 2021).

Recyclingbaustoffe können zukünftig vermehrt in der Herstellung von Bauprodukten eingesetzt werden. Grundsätzlich können viele mineralische Bauprodukte unter anteiliger Verwendung von Recyclingbaustoffen definierter Zusammensetzung hergestellt werden. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist in der Regel, dass die Recyclingbaustoffe weitgehend sortenrein sind, das heißt möglichst frei von Anhaftungen fremder Bestandteile. Diese Voraussetzung kann durch einen selektiven Rückbauprozess unterstützt, letztlich aber nur durch konsequente Aufbereitung, eine Optimierung des Recyclingprozesses und technische Verbesserungen der Aufbereitungsanlagen erreicht werden. Für den Einsatz von Recyclingbaustoffen in der Herstellung neuer Bauprodukte ist neben der Qualität zudem entscheidend, dass die Recyclingbaustoffe auch quantitativ in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Einerseits sind die Recyclinganlagen auf ausreichenden Materialeingang angewiesen, um wirtschaftlich agieren zu können, andererseits sind die Abnehmer auf eine kontinuierliche Belieferung mit Recyclingbaustoffen gleicher Qualität für ihre Produktionsprozesse angewiesen. Die Technik der Recyclinganlagen muss gegebenenfalls angepasst und verbessert werden, um den im Einzelfall höheren Anforderungen an die Recyclingbaustoffe gerecht zu werden. Eine konsequente Getrennthaltung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle, die bereits sortenrein an einer Recyclinganlage angeliefert werden, vereinfacht den Aufbereitungsaufwand.

Für die im Recyclingprozess anfallenden Betonbrechsande und Teile des Mauerwerkbrechs-

des zeichnen sich künftige Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Zement- und Bindemittelherstellung sowie der Produktion von Beton, leichten Gesteinskörnungen und Mauersteinen ab. Für die Sandfraktion der Vorabsiebung müssen neue Verwertungsmöglichkeiten bei der Herstellung von Bauprodukten dagegen erst noch entwickelt werden. Zusätzliche Verwertungsoptionen sind auch deshalb erforderlich, weil die Verwertung dieser Sande im Straßen- und Tiefbau in einigen Regionen Deutschlands inzwischen an Grenzen stößt.

Heute werden rund 21 Millionen Tonnen nicht gefährliche mineralische Bau- und Abbruchabfälle auf Deponien beseitigt (KWB 2023a). Der Beseitigungsanteil könnte deutlich ansteigen, wenn die perspektivisch dargestellten Stoffstromumlenkungen durch das Inkrafttreten der Mantelverordnung und die Asbestproblematik stattfinden würden. Insofern muss geprüft werden, ob das heute deponierte Material (überwiegend Bodenmaterial) nicht doch durch eine weitergehende Aufbereitung, zum Beispiel Waschverfahren, einer Verwertung zugänglich gemacht werden kann. Zudem wäre es erforderlich, rechtssichere Regelungen zu geringfügig asbestbelasteten mineralischen Bau- und Abbruchabfällen zu schaffen, um zukünftig nicht größere Anteile der Fraktion „Bauschutt“ aus dem Stoffkreislauf ausschleusen zu müssen (KWB 2023a; DESTATIS 2023). Die LAGA M23 skizziert ein mögliches Vorgehen, stellt aber nur eine interne Verwaltungsvorschrift dar. Für eine rechtssichere Regelung bedarf es einer bundeseinheitlichen Verordnung, zum Beispiel durch eine entsprechende Regelung in der geplanten Verordnung zum Ende der Abfalleigenschaft oder eine eigenständige Verordnung.

Würden die skizzierten Stoffstromverschiebungen tatsächlich eintreten, könnte sich in einer sehr groben Abschätzung, die auf Basis der KWB-, der Destatis- und der bbs-Rohstoffberichte abgeleitet wurde, folgendes Bild ergeben:

- a) Die Fraktion „Boden und Steine“ würde aufbereitet, um den Anteil „Steine“ zu extrahieren. Dadurch könnten gegebenenfalls bis zu

15 Millionen Tonnen Recyclingbaustoffe zusätzlich gewonnen werden.

- b) Der Stoffstrom zur Verfüllung von Abgrabungen würde halbiert, wodurch bis zu 50 Millionen Tonnen Material umgelenkt werden müssten. Durch Aufbereitung könnten aus dem bisherigen Verfüllmaterial rund 7 Millionen Tonnen Steine beziehungsweise Recyclingbaustoffe gewonnen werden. Das verbleibende Bodenmaterial würde im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau eingesetzt werden.
- c) Die Fraktion „Bauschutt“ müsste aufgrund geringfügiger asbesthaltiger Bestandteile zu großen Teilen deponiert werden. Dadurch bestünde die Gefahr, dass bis zu 25 Millionen Tonnen Bauschutt aus dem Stoffkreislauf ausgeschleust werden müssten. Deponien stünden dafür bisher nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung.
- d) Die heute deponierten mineralischen Bau- und Abbruchabfälle würden aufbereitet, um mögliche Verwertungsoptionen konsequent zu nutzen. Der Deponieanteil könnte dadurch gegebenenfalls um 5 Millionen Tonnen reduziert werden.
- e) Durch die zukünftige Aufbereitung praktisch aller mineralischen Bau- und Abbruchabfälle würden mehr Feinanteile anfallen, für die es bisher nur sehr eingeschränkte Verwertungsoptionen gibt. Der zu deponierende Massenstrom könnte dadurch erheblich ansteigen.

In der Gesamtbetrachtung würden der Recyclingaufwand und der Deponierungsanteil zukünftig ansteigen. Für die Verwertung von Recyclingbaustoffen in der Herstellung neuer Bauprodukte stünde dagegen deutlich mehr Material zur Verfügung. Es wird zu prüfen sein, ob diese Veränderungen nachhaltig sind, ökologische Vorteile bieten, die Schonung primärer Rohstoffe unterstützen und ökonomisch darstellbar sind. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass durch eine Beschränkung der Verfüllung

von Abgrabungen gegebenenfalls die Versorgung mit heimischen Rohstoffen zusätzlich erschwert wird, wenn Grundstückseigentümer ihre Flächen nicht mehr nur temporär zur Verfügung stellen sollen.

1.2 Barrieren im Recycling

Den skizzierten Stoffstromumlenkungen stehen zahlreiche Barrieren entgegen, die durch die UAK-Leitung zu folgenden Themen zusammengefasst wurden:

- Mangelnde Akzeptanz von Recyclingbaustoffen und Bauprodukten, die Recyclingbaustoffe enthalten – unter anderem aufgrund fehlender Regelungen zum Ende der Abfalleigenschaft, idealerweise direkt nach dem Aufbereitungsprozess
- Öffentliche Ausschreibungen, die Primärbaustoffe bevorzugen und Recyclingbaustoffe teilweise explizit ausschließen
- Erhöhter Prüf-, Nachweis- und Dokumentationsaufwand, wenn Recyclingbaustoffe statt Primärbaustoffe eingesetzt werden
- Weiter erhöhter Prüf-, Nachweis- und Dokumentationsaufwand, wenn Recyclingbaustoffe in der Herstellung neuer Bauprodukte eingesetzt werden
- Unterschiedliche Prüf- und Nachweisanforderungen für Recyclingbaustoffe, die im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau beziehungsweise in der Herstellung neuer Bauprodukte eingesetzt werden – unter anderem aufgrund bauaufsichtlicher Vorgaben. Eine Umlenkung von Recyclingbaustoffen in andere Verwertungen ist damit heute nicht ohne Weiteres möglich
- Keine Anreize für den Verwender zur Verwertung von Recyclingbaustoffen – insbesondere nicht im Bereich der Herstellung neuer Bauprodukte

- Regional ungleichmäßiger Anfall mineralischer Bau- und Abbruchabfälle in Menge und Qualität. Insbesondere für eine Verwertung in der Herstellung neuer Bauprodukte ist eine kontinuierliche Versorgung in ausreichender Menge bei gleichbleibender Qualität jedoch Voraussetzung
- Unsicherheiten bei der Frage einer dauerhaft umweltgerechten Verwertung aufgrund häufig geänderter und verschärfter Umweltregelungen. Damit einher geht die Haftungsfrage für Recyclingbaustoffe
- Einsatz teilweise technisch nicht ausreichender Recyclingtechnologien. Fortschrittliche Aufbereitungsverfahren, zum Beispiel sensorgestützte Verfahren, sind wenig verbreitet und führen daher zu höheren Transportaufwendungen
- Selektiver Rückbau kann die Sortenreinheit mineralischer Bau- und Abbruchabfälle steigern und Aufbereitungsanlagen entlasten, ist aber rechtlich nicht konsequent verankert
- Der noch ungeklärte Umgang mit geringfügigen Asbestbelastungen verhindert den Einsatz von Recyclingbaustoffen in der Herstellung neuer Bauprodukte
- Keine eingeführten beziehungsweise allgemein anerkannten Methoden zur übergreifenden Bestimmung der Nachhaltigkeit beim Umgang mit Stoffströmen und bei Stoffstromumlenkungen

Eine detaillierte Liste der im UAK Baurohstoffe diskutierten Barrieren kann separat zur Verfügung gestellt werden.

1.3 Handlungsoptionen

Der UAK Baurohstoffe hat nach der Diskussion der Barrieren Vorschläge entwickelt, wie diese Barrieren abgebaut werden könnten. Als wesentliche „Enabler“ für mehr Circular Economy im Bausektor werden folgende Punkte adressiert:

Überblick der Enabler

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#2	Ende der Abfalleigenschaft
#3	Asbestthematik
#4	Mantelverordnung
#5	Selektiver Rückbau
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette
#15	Klimaschutzaspekte
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

Enabler #1

Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme (Regulatorik)

Sortenrein angelieferte mineralische Bau- und Abbruchabfälle sollten am Ende des Recyclingprozesses sortenrein auf einem Angebotsmarkt zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere sortenreine Betonabfälle (AVV 170101) könnten der Zement- und Betonindustrie zur Verfügung gestellt werden, um wieder in den entsprechenden Herstellungsprozessen eingesetzt zu werden. Jährlich fallen rund 24 Millionen Tonnen reiner Betonbruch an, der heute in Recyclinganlagen eingesetzt wird, um Baustoffe für den Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau herzustellen. Damit stehen bis auf einen geringen Anteil die Recyclinggesteinskörnungen und der Betonbrechsand aktuell nicht für einen Wieder-

einsatz in der Zement- oder Betonproduktion zur Verfügung. Würden aber die sortenreinen Betonfraktionen am Ende des Recyclingprozesses als „RC-Gesteinskörnung für die Betonherstellung (Sekundärabfallschlüssel AVV 191209-03)“ deklariert, könnte sich ein entsprechender Angebotsmarkt entwickeln, der industriellen Abnehmern den Zugriff auf die Sekundärrohstoffe ermöglichen würde. Die Nachfrage nach Beton mit Recyclinggesteinskörnung (R-Beton), der im Bereich der mineralischen Bauprodukte das mit Abstand größte Substitutionspotenzial aufweist, wird bereits durch entsprechende Ausschreibungs- und Vergabebedingungen öffentlicher Stellen forciert (Beispiel: Berlin). Letztlich könnte auch durch eine Regelung im Abfallrecht sichergestellt werden, dass sortenrein angelieferte Abfallströme von der Recyclinganlage auch sortenrein für eine weitere Verwendung zur Verfügung gestellt werden. Dieser Aspekt betrifft gleichermaßen alle mineralischen Bau- und Abbruchabfälle, die bereits heute über eigene Abfallschlüsselnummern erfasst werden. Um den Anfall von Bauschuttgemischen zu reduzieren, sollten zudem weitere Abfallschlüsselnummern, zum Beispiel für Kalksandstein und Porenbeton, eingeführt werden.

Enabler #2

Ende der Abfalleigenschaft (Regulatorik)

Die Akzeptanz von Recyclingbaustoffen kann verbessert und der Umgang mit ihnen erleichtert werden, wenn Recyclingbaustoffe am Ende des Aufbereitungsprozesses ihre Abfalleigenschaft verlieren und den Produktstatus erhalten. Voraussetzung für den Produktstatus ist unter anderem, dass sowohl die umwelt- als auch die bautechnischen Aspekte der Recyclingbaustoffe positiv geprüft werden. Eine gesetzliche Regelung könnte aus einer Verordnung zum „Abfallende“ bestehen, die gegebenenfalls durch Normen untersetzt wird. Ziel der Rechtsregelung sollte es sein, bereits am Ende des Recyclingprozesses „Produkte“ anbieten zu können, die ohne weitere Hürden und Auflagen als Substitute für Primärstoffe in verschiedensten Verwendungen eingesetzt werden können. Insofern ist zu begrüßen, dass das Bundesum-

weltministerium (BMUV) angekündigt hat, eine Verordnung zum Ende der Abfalleigenschaft zu erarbeiten. Ein erster Entwurf soll Anfang 2024 veröffentlicht werden.

Enabler #3

Asbestthematik (Regulatorik; Technologien und Prozesse)

Die mögliche geringfügige Belastung mineralischer Bauabfälle mit Asbestfasern, zum Beispiel aus Putzen, Spachtelmassen oder Abstandshaltern für die Betonbewehrung, kann dazu führen, dass große Mengen hochwertiger Abfälle (wie reiner Betonbruch) aus dem Stoffkreislauf ausgeschleust werden müssen. Derzeit gibt es keine technische Lösung, geringfügig belastete Bestandteile im Rahmen des Aufbereitungsprozesses aus der Gesamtheit der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle zu extrahieren. Mit der LAGA Mitteilung 23 (LAGA M23) (LAGA 2022) haben die Länder nun eine Vorgehensweise beschrieben, wie zukünftig mit asbestverdächtigen Materialien umgegangen werden sollte. Das Konzept setzt maßgeblich auf Vorkundung und die Separierung bereits beim Rückbau. Wesentlich ist, dass Recyclingbaustoffe am Ende des Aufbereitungsprozesses rechtssicher als „asbestfrei“ eingestuft und deklariert werden können, denn nur so dürfen sie wieder in Verkehr gebracht werden. Hierzu bedarf es insbesondere der Festlegung eines Prüfverfahrens mit einem Beurteilungswert, bei dessen Unterschreitung die „Asbestfreiheit“ festgestellt wird. Die LAGA M23 sieht ein solches Prozedere zwar vor, allerdings ohne die erforderliche Rechtsverbindlichkeit. Der Bundesgesetzgeber sollte daher auf Basis der LAGA M23 einen bundeseinheitlichen Rechtsrahmen entwickeln und dabei das Kriterium „asbestfrei“ als verpflichtenden Bestandteil der Materialdeklaration festlegen. Darüber hinaus besteht bei der Asbestthematik der Bedarf an der Entwicklung neuer Technologien, die es ermöglichen, die geringfügigen Schadstoffbelastungen aus dem aufzubereitenden Abfallstrom zu extrahieren. Nur mit entsprechender Technik kann die unnötige Ausschleusung großer Mengen verdächtiger Abfallströme vermieden werden.

Enabler #4**Mantelverordnung** (Regulatorik)

Ab August 2023 werden durch die Mantelverordnung bundeseinheitliche Rahmenbedingungen für die Entsorgung von Ersatzbaustoffen und Böden geschaffen. Die Mantelverordnung wird dazu führen, dass praktisch alle mineralischen Bau- und Abbruchabfälle geprüft und so eingestuft werden, dass sie in Verwertungen des Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbaus eingesetzt werden können. Es wird allerdings nicht möglich sein, die gemäß Ersatzbaustoffverordnung als RC-1 bis RC-3 eingestuften Recyclingbaustoffe unmittelbar zum Beispiel in der Betonproduktion einzusetzen, da die Materialeinstufung allein auf Umweltauflagen beruht. Um die Verwertung von Recyclingbaustoffen in der Produktion neuer Bauprodukte, wie Beton, zu ermöglichen, ist zusätzlich die Berücksichtigung bauaufsichtlicher Anforderungen erforderlich.

Mit der Mantelverordnung wird auch der Rechtsrahmen für die Verfüllung von Abgrabungen neu ausgestaltet. Die Mantelverordnung zielt darauf ab, die Verfüllung von Abgrabungen zu reduzieren. Sollen große Teile des Verfüllmaterials zukünftig umgelenkt werden, besteht ein erheblicher Bedarf an Bodenaufbereitungsanlagen, um die Abfallfraktion für andere Verwertungswege zunächst aufzubereiten. Durch die Aufbereitung ergibt sich die Möglichkeit, den im Bodenmaterial enthaltenen Anteil an Steinen zu extrahieren und als Recyclingbaustoff zu verwerten. Die Substitution primärer Gesteinskörnungen durch Recyclingbaustoffe kann dadurch insgesamt gesteigert werden.

Enabler #5**Selektiver Rückbau** (Regulatorik; Technologien und Prozesse)

Die Sortenreinheit mineralischer Bau- und Abbruchabfälle kann gesteigert werden, indem der selektive Rückbau von Bauwerken verpflichtend und die Einhaltung der Verpflichtung durch die Behörden entsprechend kontrolliert wird. (Siehe ergänzend auch **Enabler #13**: Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign.)

Enabler #6**Verbesserung der Aufbereitungstechnik**

(Infrastruktur und Logistik; Technologien und Prozesse)

Zur Aufbereitung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle werden heute in der Regel recht einfache Trenn-, Sortier- und Brechtechniken eingesetzt, wobei in stationären Anlagen meist qualifiziertere Prozesse als in mobilen Recyclinganlagen zur Anwendung kommen. Eine Verbesserung der Aufbereitungstechnik kann dazu beitragen, Gemische besser in sortenreine Fraktionen aufzutrennen und so die Verwendbarkeit der Recyclingbaustoffe insgesamt zu steigern. Zudem kann eine qualifiziertere Aufbereitung dazu beitragen, Schadstoffanteile besser zu separieren, sodass im Ergebnis mehr verwertbares Material entsteht und gleichzeitig der Deponierungsanteil reduziert wird. Eine höhere Sortenreinheit und Materialqualität unterstützt zudem die Anerkennung von Recyclingbaustoffen als Produkt. Durch spezielle Aufbereitungs- und Behandlungsverfahren für zement- und kalkhaltige Abfälle können zudem Klimaschutzpotenziale erschlossen werden (Siehe ergänzend auch **Enabler #15**: Klimaschutzaspekte.).

Enabler #7**Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten** (Regulatorik)

Während der Einsatz von Primärrohstoffen mit keinem besonderen Prüf-, Nachweis- und Dokumentationsaufwand verbunden ist, werden an die Verwertung von Recyclingbaustoffen umfangreiche Prüf-, Nachweis- und Dokumentationsanforderungen gestellt. Eine einfache Möglichkeit der Akzeptanzsteigerung besteht mit **Enabler #2**: der Erteilung des Produktstatus. Für Verwender ergäbe sich daraus die Erleichterung, dass keine weiteren Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten beim Einsatz von Recyclingbaustoffen zu beachten sind.

Enabler #8**Verbesserung der Statistik** (Regulatorik)

Während das Abfallaufkommen statistisch gut erfasst ist, ist die Erfassung der Ausgangsströ-

me von Recyclinganlagen weitgehend unbekannt. Hier kann der Gesetzgeber nachbessern und auf konsequente Umsetzung bestehender Regelungen hinwirken. Letztlich muss kontrolliert werden, dass die Recyclinganlage jede Tonne Ausgangsmaterial einem 19er-Abfallschlüssel (Sekundärabfallschlüssel) zuordnet, der die Verwendung des Materials beschreibt. Soweit das Ende der Abfalleigenschaft erreicht wird (siehe **Enabler #2**), ist der Verwendungszweck anzugeben, wofür gegebenenfalls eine gesonderte Systematik zu schaffen ist. Ein Leitfaden des Statistischen Bundesamtes zur Deklaration von Recyclingbaustoffen am Ende des Recyclingprozesses kann die Verbesserung der Statistik unterstützen.

Enabler #9

Gesetzliche Regelungen und Normung (Regulatorik)

Während der Einsatz von Recyclinggesteinskörnungen im Beton durch umweltrechtliche, bauaufsichtliche und normative Regelungen vollständig geregelt ist, bestehen entsprechende Regelungen für andere Stoffströme (wie Ziegel, Kalksandstein oder Porenbeton) und Verwertungswege im Produktbereich bisher nur eingeschränkt oder noch gar nicht. Es bedarf entsprechender rechtlicher Regelungen und ergänzender Normen, um den Einsatz von Recyclingbaustoffen in der Herstellung neuer Bauprodukte zu unterstützen. So hat die EU-Kommission im Rahmen eines Entwurfs zur Revision der Bauprodukte-Verordnung bereits die Weichen gestellt, sogenannte „gebrauchte Produkte“ in den Geltungsbereich der Verordnung einzubeziehen. Die DIN-Normungsroadmap Circular Economy (DIN 2023) zielt ebenfalls darauf ab, Produktnormen um Aspekte des Einsatzes von Sekundärstoffen zu ergänzen.

Enabler #10

Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung

(Infrastruktur und Logistik; Digitalisierung)

Mineralische Bau- und Abbruchabfälle fallen flächendeckend weder in qualitativer noch

quantitativer Hinsicht gleichmäßig an. Insofern könnten bundesweite Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung zu erheblichen Problemen führen, wenn diese in Regionen zu erfüllen wären, in denen nicht ausreichend geeignete mineralische Bau- und Abbruchabfälle anfallen. Regionale Einsatzquoten könnten hier zielführender sein. So fallen in Ballungsräumen in der Regel genügend geeignete mineralische Bau- und Abbruchabfälle an, um mögliche Rezyklateinsatzquoten erfüllen zu können. Auch ein Pooling von Abfallströmen gleicher Art beziehungsweise für dieselbe Verwendung ist in Ballungsräumen einfacher möglich. Digitale Marktplätze können dabei nicht nur das Pooling unterstützen, sondern auch das Angebot für Verwender transparenter machen. Ein transparenter Angebotsmarkt erleichtert dem Verwender die Entscheidung, Recyclingbaustoffe einzusetzen, wenn diese in benötigter Quantität und Qualität regional zur Verfügung stehen.

Enabler #11

Anreize (Anreize und Förderung)

Aufwendig aufbereitete und qualitätsgesicherte Recyclingbaustoffe sind in der Regel nicht kostengünstiger als Primärrohstoffe. Je nach Aufbereitungsaufwand und Logistik können sie sogar teurer als Primärrohstoffe sein. Verschiedentlich werden daher Primärrohstoff-, Baustoff- oder Deponiesteuern gefordert, um Recyclingbaustoffe ökonomisch günstiger zu stellen. Die Lenkungswirkung dieser Steuern ist allerdings umstritten, wie das Institut der Deutschen Wirtschaft in einer Analyse Ende 2021 festgestellt hat (Janssen 2022). Danach wird eine ökologische Lenkungswirkung unter anderem aufgrund des bedarfsdeckenden Charakters der Steine-Erden-Gewinnung verfehlt. Eine rein fiskalische Verteuerung des Bauens würde dagegen wichtige politische Ziele der Bundesregierung, wie die Schaffung bezahlbaren Wohnraums, konterkarieren.

Um wirtschaftliche Anreize für den Einsatz von Recyclingbaustoffen zu etablieren, setzt die Bundesregierung mit dem Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) (BMWSB 2023)

seit Kurzem auf eine finanzielle Förderung, die an die Erfüllung einer Nachhaltigkeitsklasse gekoppelt ist. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung werden Recyclingbaustoffe vorteilhaft bewertet, sodass die Erreichung der Nachhaltigkeitsklasse und damit der Erhalt der Fördermittel begünstigt werden (BMWSB 2022b). Bisher sind die Nachhaltigkeitsbewertungssysteme allerdings sehr komplex und konnten sich daher in der Breite noch nicht durchsetzen. Durch Vereinfachungen der Bewertungssysteme könnte gegengesteuert und die Nachhaltigkeit beim Bauen in die Breite der Gesellschaft gebracht werden. Dies wäre allein deshalb vorteilhaft, weil es mit solchen Systemen möglich ist, die sich teilweise widersprechenden Bauwerksanforderungen in Bezug auf Ressourcen, Klima, Dauerhaftigkeit, Bezahlbarkeit, Rückbaubarkeit und so weiter optimal auszutarieren. Zudem setzen Nachhaltigkeitsbewertungen voraus, dass Materialdaten zusammengetragen werden, die zum Beispiel für einen Digitalen Gebäudepass genutzt werden können.

Enabler #12

Ausschreibungen (Regulatorik)

Bei öffentlichen Baumaßnahmen werden in der Regel die einzusetzenden Materialien/Baustoffe durch die Behörde im Rahmen der Ausschreibung vorgegeben. Noch zu oft wird dabei der Einsatz von Recyclingbaustoffen begrenzt oder sogar ausgeschlossen. Aufgrund der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wären dagegen Ausschreibungen pro Recyclingbaustoff wünschenswert. Ein Lösungsansatz wäre es, Ausschreibungen grundsätzlich produkt- und technologieoffen zu gestalten. Die damit verbundene Signalwirkung würde auch die Akzeptanz von Recyclingbaustoffen steigern. Sofern Recyclingbaustoffe das Ende der Abfalleigenschaft erreicht haben, entfällt zudem der bisher hemmende Mehraufwand gegenüber Primärbaustoffen. Die mit öffentlichen Ausschreibungen in Zusammenhang stehenden Regelwerke, wie die VOB, sind insofern anzupassen, als dass Recyclingbaustoffe grundsätzlich Berücksichtigung finden müssen.

Enabler #13

Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign (Daten und Digitalisierung; Prozesse und Technologien)

Um die Wiederverwendung von Bauteilen und Bauprodukten zukünftig zu erleichtern, muss das baugesetzliche Regelwerk überprüft und gegebenenfalls in Bezug auf recyclinggerechte Konstruktionen angepasst werden. Heutige Konstruktionen lassen sich im Regelfall nicht wieder in Einzelteile zerlegen, da insbesondere die Verbindungen zwischen Bauteilen nicht darauf ausgerichtet sind. Durch konstruktive Anpassungen muss zukünftig sichergestellt werden, dass Bauwerke zumindest in Teilen beschädigungsfrei rückgebaut werden können und so die Wiederverwendung auch konstruktiver Bauteile möglich wird. Die digitale Dokumentation von Bauwerken kann die Wiederverwendung unterstützen, wenn sie unter anderem Daten zum Ein- und Ausbau von Bauteilen sowie zu Verbindungstechniken und -elementen enthält. Durch ein Produktdesign, das auf komplizierte Materialmischungen verzichtet und die Rückgewinnung möglichst sortenreiner Ausgangsstoffe begünstigt, kann das recyclinggerechte Bauen zusätzlich unterstützt werden.

Enabler #14

Informationen in der Wertschöpfungskette (Daten und Digitalisierung)

Die Anforderungen an die Verfügbarkeit von Produkt-, Bauteil- und Bauwerksinformationen steigen erheblich, wenn die Themen des selektiven Rückbaus, der Wiederverwendung, der Recyclingfähigkeit und der Anerkennung aufbereiteter Recyclingbaustoffe als Produkt adressiert werden. Die Digitalisierung kann dazu beitragen, die erforderlichen Informationen innerhalb der Lieferkette und über den Lebenszyklus zur Verfügung zu stellen. Auf Produktebene wird derzeit der Digitale Produktpass gesetzlich verankert, auf Bauwerksebene wird der Digitale Gebäudepass diskutiert. Im Rahmen eines Nachhaltigkeitsbewertungssystems könnten diese Informationen gebündelt und gemeinsam aufbereitet werden. Um allen Beteiligten einen einfachen Zugang zu entsprechenden Informa-

tionen zu geben, kann das Konzept Open-BIM dienen, mit dem die benötigten Datenschnittstellen definiert werden. Was bisher allerdings fehlt, ist eine Abstimmung innerhalb der Wertschöpfungskette, welche konkreten Informationen tatsächlich zielführend sind und benötigt werden. Darüber hinaus ist unter anderem zu klären, wer welche Informationen bereitstellt, wer die Daten wie zum Beispiel auch bei Umbauten, Instandhaltungen und Sanierungen pflegt und wer Zugriff auf die Daten erhalten soll.

Enabler #15

Klimaschutzaspekte

Bereits der heutige Umgang mit mineralischen Bau- und Abbruchabfällen trägt dazu bei, die CO₂-Emissionen im Bereich der Kreislauf- und Abfallwirtschaft gering zu halten. Kann zukünftig die zu deponierende und zu verfüllende Menge reduziert werden, könnten sich weitere CO₂-Minderungen ergeben. Allerdings besteht auch die Gefahr, dass diese Minderungen durch intensiveres Recycling und längere Transportwege aufgezehrt beziehungsweise sogar überkompensiert werden. Letztlich können Klimaschutzaspekte durch einen geänderten Umgang mit mineralischen Bau- und Abbruchabfällen nur im konkreten Einzelfall ermittelt werden. Übergreifende ökobilanzielle Abschätzungen haben ergeben, dass die durch die Prozesse der mineralischen Kreislaufwirtschaft insgesamt möglichen weiteren CO₂-Minderungen eher gering sind und das Klimaschutzpotenzial der Circular Economy in diesem Bereich regelmäßig überschätzt wird. Entsprechende Ergebnisse finden sich auch im UBA-Bericht „Ermittlung der Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU“, der im Juni 2023 veröffentlicht wurde (UBA 2023a).

Unberücksichtigt ist dabei allerdings ein Effekt, der erhebliches Klimaschutzpotenzial in sich birgt: die Rekarbonatisierung. Kalk- und zementhaltige Materialien, zum Beispiel Beton, Kalksandstein oder Porenbeton, haben die Eigenschaft, CO₂ aus der Atmosphäre aufnehmen zu können. So nimmt ein durchschnittlicher Beton im Laufe seiner Nutzung im Mittel rund

30 Kilogramm CO₂ je Kubikmeter durch natürliche Karbonatisierung wieder auf. Es verbleibt ein weiteres CO₂-Aufnahmepotenzial von etwa 120 Kilogramm je Kubikmeter Beton, das durch aktive Rekarbonatisierung gehoben werden kann. Hierbei wird die CO₂-Aufnahme durch die Zerkleinerung der Materialien und die dadurch entstehende größere Oberfläche sowie durch Einstellung geeigneter Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen beschleunigt. Obwohl in diesem Bereich noch Forschungsbedarf besteht, belegen erste Pilotprojekte, dass die Klimaschutzpotenziale durch Rekarbonatisierung sehr groß sind und vergleichsweise einfach gehoben werden können. Bezogen auf ein Abfallaufkommen von 40 Millionen Tonnen kalk- und zementhaltiger Bauabfälle könnte sich daraus ein Minderungseffekt von rund 2,5 Millionen Tonnen CO₂ jährlich ergeben, was etwa 30 % der Gesamtemissionen der nationalen Kreislauf- und Abfallwirtschaft entspricht (BMWK 2022). Um dieses Potenzial zu heben, müssen einerseits die Aufbereitungsverfahren in den Recyclinganlagen angepasst und andererseits die erforderlichen Rahmen- und Prozessbedingungen für die externe CO₂-Aufnahme in den Produktionsbetrieben geschaffen werden. Recyclingbaustoffe, die zuvor CO₂ aufgenommen haben, dienen als CO₂-Senke und können gleichermaßen zur Herstellung neuer Produkte eingesetzt werden.

Ein erhebliches Klimaschutzpotenzial liegt auch im Bereich der Betonbrechsande und bestimmter Mauerwerksbrechsande, wenn diese als Klinkersubstitute oder als Rohmehlersatz in der Zementherstellung eingesetzt werden. Erste Untersuchungen zeigen, dass bei der Zementherstellung bis zu 18 % des Klinkers durch Betonbrechsand substituiert werden können, wodurch die Prozessemissionen dieses Klinkeranteils entfallen und sich die CO₂-Emissionen des Zements entsprechend reduzieren (VDZ 2022).

Um das maximale Klimaschutzpotenzial zu heben, sollten die mineralischen Bauabfälle jeweils dort eingesetzt werden, wo sie den größten Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Dies setzt eine gezielte Aufbereitung und eine

konsequente Bereitstellung der Materialien für die klimarelevanteste Verwendung voraus.

Klimaschutzpotenziale bestehen auch in der Wiederverwendung ganzer Bauteile. Allerdings ist dieses Potenzial heute kaum zu erschließen, da die Konstruktionen bestehender Bauwerke einen zerstörungsfreien Rückbau als Voraussetzung für eine Wiederverwendung nur in seltenen Ausnahmefällen ermöglichen. Der bestehende Bauwerksbestand wird daher beim Rückbau auch in den nächsten Jahrzehnten vorrangig dem Recycling zugeführt werden. Eine zügige Umstellung der Konstruktionsprinzipien von Bauwerken, die die Wiederverwendung begünstigen (siehe **Enabler #13**), würde dieses Klimaschutzpotenzial zumindest in der Langfristsperspektive zugänglich machen.

Enabler #16

Förderung von Forschung und Umsetzung

Eine effizientere Nutzung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle – und insbesondere die Hebung möglicher Klimaschutzpotenziale – muss durch entsprechende Forschungsförderung unterstützt werden. Auch wenn die Forschungsaktivitäten in bau- und baustoffbezogenen Fragen in den letzten Jahren gestärkt wurden, reichen die Fördermittel bisher bei Weitem nicht aus, um zeitnah zu umsetzungsreifen Lösungen zu kommen. Ein Hemmnis für die Teilnahme an Forschungsaktivitäten stellt nicht selten der von den Unternehmen zu tragende, teilweise recht hohe finanzielle Eigenanteil dar – dies gilt insbesondere für Start-ups und kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Die zu behandelnden Materialfragen sind komplex und setzen zunehmend das Denken in Wertschöpfungsketten voraus. Um spezielle Stoffströme aus dem Gesamtabfallaufkommen besonders effizienten und klimafreundlichen Verwendungen zuführen zu können, muss nicht nur die passende Aufbereitungstechnik entwickelt und angewendet werden, auch die Materialien müssen im Hinblick auf ihre langen Nutzungszeiten im Bausektor, ihre physikalischen und umweltrelevanten Eigenschaften ausgiebig untersucht werden. Heute dauert es viele Jahre, bevor Forschungs-

ergebnisse in baurechtlichen Regelungen und Normen verankert sind. Es bedarf durch Förderung neu zu entwickelnder Lösungsansätze, um zu einer schnelleren Umsetzung absehbar zielführender Forschungsergebnisse in der Praxis zu gelangen.

1.4 Machbarkeit und Zielkonflikte

Im Rahmen einer Umfrage wurden die Teilnehmenden des UAK Baurohstoffe gebeten, die Machbarkeit der diskutierten Enabler einzuschätzen. Dabei sollten die rechtliche, die organisatorische, die technische, die ökologische und die sozio-ökonomische Machbarkeit der einzelnen Lösungsvorschläge individuell beurteilt werden.

Die Teilnehmenden konnten die unterschiedlichen Machbarkeiten jedes Lösungsvorschlags mit „gut“, „mittel“, „schlecht“ oder „keine Angabe“ einschätzen. Im Ergebnis wurden die Lösungsvorschläge zu 70 % bis über 90 % als „machbar“ (Einschätzungen „gut“ und „mittel“) eingeschätzt. Eine Ausnahme bildet lediglich das Thema „Asbest“ (**Enabler #3**), das nur von 55 % der Teilnehmenden als „machbar“ beurteilt wurde.

Nachfolgend wird nicht auf die detaillierten Einschätzungen zu einzelnen Enablern eingegangen, sondern es werden die Machbarkeiten entlang des Abfallkreislaufs, ergänzt um Aspekte des Klimaschutzes, diskutiert. Ökonomische Aspekte werden als Querschnittsthema in den einzelnen Unterkapiteln angesprochen, wobei eine detaillierte ökonomische Betrachtung mit Quantifizierungen nicht Gegenstand der Arbeit der Dialogplattform war.

- Rückbau
- Anlieferung an Behandlungs-/Recyclinganlagen
- Abgabe von Sekundärstoffen durch Behandlungs-/Recyclinganlagen
- Öffentliche Ausschreibungen
- Aspekte des Klimaschutzes

Die Zielkonflikte in den Bereichen Recht, Organisation, Technische Aspekte, Ökologie und Ökonomie werden im Anschluss behandelt.

1.4.1 Machbarkeiten

Rückbau

In diesem Abschnitt sind folgende Lösungsvorschläge Teil der integrativen Betrachtung:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#3	Asbestthematik
#5	Selektiver Rückbau
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#11	Anreize
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

Um Sekundärstoffe wieder im Produktbereich einsetzen zu können, ist in erster Linie ihre Sortenreinheit entscheidend. Der größte Hebel liegt hier im Bereich des Rückbaus von Bauwerken, indem möglichst viele Materialien selektiv und sortenrein zurückgewonnen werden (**Enabler #5**). Obwohl der Grundsatz des selektiven Rückbaus rechtlich verankert ist, wird er nicht immer vollzogen, da es unter anderem mit der technischen und der wirtschaftlichen Unmöglichkeit schwer zu kontrollierende Ausnahmen von den Maßgaben der selektiven Erfassung und der Getrennthaltung gibt. Um hier zu Verbesserungen zu kommen, könnten folgende Elemente hilfreich sein:

a) Abrissgenehmigung

In einigen Bundesländern werden bereits heute Abrissgenehmigungen gefordert. Durch die bundesweite Einführung einer Abrissgenehmigung bestünde die Möglichkeit, den zu erwartenden Materialanfall, zum Beispiel ausgedrückt in Abfallschlüsselnummern, deutlich besser ab-

schätzen zu können. Die Vorgaben der Abrissgenehmigung sollten so gefasst sein, dass der Anteil gemischter Bauabfälle minimiert wird. Zudem könnte ein Nachweisverfahren an die Abrissgenehmigung gekoppelt werden, in dem die tatsächlich angefallenen Abfallströme durch entsprechende Entsorgungsbelege nachzuweisen sind. Dem Umstand, dass heute eine nur geringe Kontrolle der Behörden in Bezug auf die Umsetzung erfolgt, könnte so begegnet werden. Obwohl der bürokratische Aufwand (**Enabler #7 und #9**) durch eine Abrissgenehmigung erhöht würde, könnte dieser Mehraufwand gerechtfertigt sein, da eine höhere Sortenreinheit zu besseren Verwertungsmöglichkeiten führt.

Eine verbesserte Ausstattung der Vollzugsbehörden in personeller, finanzieller und informationstechnischer Hinsicht könnte außerdem dazu beitragen, die Umsetzung rechtlicher Vorgaben zu stärken.

b) Vorerkundung des Bauwerks

Die Vorerkundung eines Bauwerks vor dem Rückbau könnte ebenfalls im Rahmen einer Abrissgenehmigung adressiert werden. Insbesondere bei Bauwerken, deren Errichtung vor 1994 begonnen wurde, kann die Vorerkundung dazu dienen, asbesthaltige Bestandteile separat zu entsorgen (**Enabler #3**). Mit der Asbestproblematik besteht die Gefahr, dass relevante Massenströme aus der Verwertung in die Beseitigung gedrängt werden. Insofern ist es wichtig, dass mit der Vorerkundung eine Separierung asbesthaltiger Bestandteile verbunden ist, so dass die übrigen Abfälle als „asbestfrei“ gekennzeichnet werden können. Dadurch würde die Rechtssicherheit im Umgang mit mineralischen Bauabfällen insgesamt verbessert. Die Bestätigung der Asbestfreiheit entlang der Wertschöpfungskette (**Enabler #11**) ist ein neuer, gleichzeitig aber wesentlicher Bestandteil, um den „Circular Economy“-Ansatz zu unterstützen. Die Eigenschaft „asbestfrei“ könnte zum Beispiel in der Gewerbeabfallverordnung, der geplanten Abfallende-Verordnung, einer eigenständigen Verordnung oder der Rechtsgrundlage für Abrissgenehmigungen verankert werden (**Enabler #9**). Die Mitteilung 23 der LAGA reicht zumindest

als Rechtsgrundlage nicht aus. Sie könnte aber als Vorlage für eine bundesweite Regelung dienen, da unter anderem Vorgehensweise, Prüfverfahren und Beurteilungswert adressiert sind.

c) Vervollständigung der Abfallschlüsselnummern in der Abfallverzeichnisverordnung

Die derzeitige Abfallverzeichnisverordnung hat sowohl Lücken als auch Unschärfen (**Enabler #8 und #9**). So gibt es beispielsweise weder für Kalksandstein noch für Poren- oder Leichtbeton gesonderte Abfallschlüsselnummern. Im Bereich der Dämmstoffe fehlt es bei den Abfallschlüsselnummern an einer ausreichenden Differenzierung, sodass Dämmstoffe unterschiedlichster Materialien in einer Abfallschlüsselnummer zusammengefasst werden. Dies führt dazu, dass teilweise sortenrein anfallende Abfälle in gemischte Abfallfraktionen eingeordnet werden müssen und in Gemischtfractionen entsorgt werden (**Enabler #1 und #5**).

Fehlende Abfallschlüsselnummern führen außerdem dazu, dass bei der Zuordnung von Abfällen zu Abfallschlüsselnummern ein Interpretationsspielraum besteht, wodurch die Abfallstatistik an Präzision verliert. Zur Unterstützung der sortenreinen Erfassung und Getrennthaltung sowie der Verbesserung der Abfallstatistik (**Enabler #14**) sollten die Lücken und Unschärfen durch die Ergänzung von Abfallschlüsselnummern beseitigt werden.

Anlieferung an Behandlungs-/Recyclinganlagen

In diesem Abschnitt sind folgende Lösungsvorschläge Teil der integrativen Betrachtung:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#4	Mantelverordnung
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik

#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette
#15	Klimaschutzaspekte
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

a) Bodenmaterial

Mit der Mantelverordnung wird die Bundesbodenschutzverordnung novelliert (**Enabler #4**). Neben höheren Qualitätsanforderungen soll unter anderem die Verfüllung von Abgrabungen eingeschränkt werden. Da heute mehr als 90 Millionen Tonnen Bodenmaterial – in der Regel direkt – im Rahmen von Verfüllungen verwertet werden, ist mittelfristig von erheblichen Stoffstromumlenkungen in andere bodenähnliche Anwendungen, wie Geländeanhebungen, Deichaufstockungen, Lärmschutzwälle etc., auszugehen. Aufgrund der zukünftig höheren Qualitätsanforderungen wird vielfach die Notwendigkeit bestehen, Bodenmaterial aufzubereiten, um die alternativen Verwertungswege nutzen zu können. Der konsequente Einsatz von Bodenbehandlungsanlagen könnte mehrere Vorteile bieten: Zum einen könnte der im Bodenmaterial enthaltene Anteil an Steinen separiert, aufbereitet und als Recyclingbaustoff genutzt werden (**Enabler #6**). Hierdurch würde sich die absolute Menge der Recyclingbaustoffe erhöhen und ein zusätzlicher Beitrag zum Ressourcenschutz geleistet. Zum anderen könnten bei der Bodenbehandlung Schadstoffe aus dem Bodenmaterial entfernt werden, sodass der schadstoffarme Anteil einer Verwertung beziehungsweise einer höheren Verwertungsstufe zugeführt werden kann. Die Schadstoffentfrachtung könnte gleichzeitig dazu beitragen, den heute hohen Deponierungsanteil von Bodenmaterial zu reduzieren, was sich nicht zuletzt auf den Klimaschutz positiv auswirken würde (**Enabler #15**).

Eine erhebliche Herausforderung dürfte es zukünftig darstellen, für das bisher in Verfüllungen

verwertete Bodenmaterial in räumlicher Nähe zum Anfallort geeignete alternative Verwertungsmöglichkeiten zu finden, die die großen Massenströme überhaupt aufnehmen können. Hier wird entscheidend sein, dass durch die Regionalplanung entsprechende Projekte in ausreichendem Umfang vorgehalten werden. Zudem muss die Lenkung der Bodenmaterialien durch Ausschreibungen und Vergabeverfahren (**Enabler #12**) konsequent in diese alternativen Anwendungen gesteuert werden. Die Bereitschaft der öffentlichen Hand, Sekundärstoffe bei der Beschaffung Primärstoffen vorzuziehen, ist aktuell noch nicht ausreichend vorhanden – insbesondere dann nicht, wenn die Kosten für Sekundärstoffe über denen der Primärstoffe liegen. Die Regionalität der Projekte ist allerdings entscheidend, um weite Transporte der Massengüter, die mit entsprechenden Klimabelastungen einhergehen, zu vermeiden (**Enabler #15**).

Eine Intensivierung der Bodenbehandlung und -aufbereitung wird dazu führen, dass sich der Umgang mit Bodenmaterial und damit das Bauen insgesamt verteuern werden (**Enabler #11**). Seit Jahren sucht unter anderem das Bundesbauministerium zum Beispiel im Bündnis für bezahlbares Wohnen nach Möglichkeiten, die Baukosten zu senken, da sich abzeichnet, dass viele Projekte, wie der Bau von Sozialwohnungen, zu den heutigen Konditionen kaum mehr möglich ist. Eine Intensivierung der Bodenaufbereitung wäre in Bezug auf diese Ziele kontraproduktiv und müsste gegebenenfalls gefördert werden (**Enabler #16**).

Darüber hinaus befürchtet die rohstoffgewinnende Industrie, dass die Beschaffung von Grundstücken für den Lagerstättenabbau erschwert wird, wenn zum Beispiel heute landwirtschaftlich genutzte Flächen nach dem Abbau nicht wieder für eine entsprechende Nutzung zur Verfügung gestellt werden können. Dies könnte die Versorgungssicherheit durch heimische Rohstoffe negativ beeinflussen.

b) Recyclinganlagen

In Deutschland gibt es rund 2.500 Recyclinganlagen, davon etwa die Hälfte mobil, die andere

Hälfte stationär. Während die mobilen Anlagen den Vorteil der Standortnähe haben, wodurch Transporte minimiert werden, haben sie häufig den Nachteil, dass sie nur über eine technische Basisausstattung verfügen. Stationäre Anlagen sind in der Regel technisch besser ausgestattet. Mit Blick auf eine Verwertung von Sekundärstoffen im Produktbereich, die meist mit höheren Qualitätsanforderungen verbunden ist, haben stationäre Anlagen Vorteile (**Enabler #6**).

Insgesamt weisen Recyclinganlagen heute keinen besonders fortschrittlichen technischen Stand auf. So sind Trenn- und Sortierprozesse, wie die Aufbereitung von mineralischen Abfallgemischen in unterschiedliche Bestandteile, zum Beispiel durch Sensortechnik, kaum verbreitet. Trenntechniken für Verbundbaustoffe und Klebeverbindungen sind aktuell entweder zu aufwendig oder noch gar nicht verfügbar. Der technischen Erweiterung stationärer Recyclinganlagen steht häufig entgegen, dass bereits die dafür erforderlichen Flächen entweder nicht zur Verfügung stehen, Erweiterungen nicht genehmigt oder durch Anwohner abgelehnt werden. Da die Recyclingbranche überwiegend klein- und mittelständisch geprägt ist, fehlt vielfach auch das finanzielle und personelle Fundament, um qualitativ höherwertige Verfahren zu etablieren (**Enabler #6**) oder sich an entsprechenden Forschungen zu beteiligen (**Enabler #16**). Hier müssen Wege gefunden werden, die Branche zu unterstützen, damit Investitionen vorgenommen werden und neue technische Entwicklung den Weg in die Praxis finden. Die notwendigen Flächen müssen zur Verfügung gestellt und Genehmigungsverfahren von Neuanlagen oder Erweiterungen nicht erschwert, sondern erleichtert werden (**Enabler #7 und #9**).

Der bisherige technische Stand erlaubt den Recyclinganlagen die Aufbereitung von Sekundärstoffen, die als Ausgangsmaterialien für Baustoffgemische des Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbaus geeignet sind. Doch selbst besser ausgestattete Recyclinganlagen nutzen aufbereitete Recyclinggesteinskörnungen heute dazu, Baustoffgemische für den Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau herzustellen.

Dadurch stehen auch sortenrein angelieferte Betonabfälle (AVV 170101) heute nur in geringer Menge für den Wiedereinsatz zum Beispiel in der Zement- oder Betonindustrie zur Verfügung. Dies ist jedoch Voraussetzung, um Produktkreisläufe schließen (**Enabler #1**) und Klimaschutzpotenziale heben zu können (**Enabler #15**). Insofern bedarf es einer Änderung im Umgang mit den einzelnen Stoffströmen, wobei die Nachfrageseite entscheidend für eine Ausrichtung des Angebots ist.

1. Sortenrein angelieferte Abfälle, wie reine Betonabfälle, sollten in der Recyclinganlage sortenrein gehalten und am Ende des Aufbereitungsprozesses auch sortenrein zur Verfügung gestellt werden (**Enabler #1**). Eine Vermischung sortenreiner Abfälle zu Baustoffgemischen sollte nicht die Regel bleiben. Entsprechende Klarstellungen im Kreislaufwirtschaftsgesetz oder in der Gewerbeabfallverordnung (**Enabler #9**) könnten diesen Wandel ebenso unterstützen wie Kontrollen der zuständigen Behörden.
 2. Am Ausgang der Recyclinganlage sollten alle Stoffströme einem Sekundärabfallschlüssel zugeordnet werden (**Enabler #1 und #8**). Der Sekundärabfallschlüssel kennzeichnet unter anderem die Verwendungsmöglichkeiten eines Stoffstroms, zum Beispiel als Recycling-Gesteinskörnung für die Verwendung im Beton. Dabei sollte sich die Zuordnung zu einer Sekundärabfallschlüsselnummer immer an der bestmöglichen Option für einen Einsatz im Produktbereich orientieren.
 3. Durch die Zuordnung von Materialien zu Sekundärabfallschlüsselnummern wird automatisch die Statistik verbessert (**Enabler #8**). Allerdings sollte die Datenkette von den Recyclinganlagen über die Statistischen Landesämter zum Statistischen Bundesamt ebenfalls verbessert werden (**Enabler #14**). Bisher werden Sekundärabfallschlüssel entweder kaum genutzt oder die Daten werden aggregiert, worunter Nachvollziehbarkeit und Datenqualität leiden. Verbindliche Vorgaben zur statistischen Erfassung und zum
- Datenumgang könnten zu Verbesserungen beitragen.
4. Recyclinganlagen sollten Materialströme so aufbereiten, dass eine Nutzung der Sekundärstoffe in der jeweils effizientesten Verwendung möglich ist (**Enabler #1, #8, #9 und #15**). Sind Recyclinganlagen aufgrund ihrer technischen Ausstattung nicht dazu in der Lage, sollten die entsprechenden Abfälle von diesen Recyclinganlagen nicht angenommen werden dürfen (**Enabler #6**). So zeichnet sich zum Beispiel als effizienteste Verwendung für Betonabfälle ein Aufbereitungsverfahren ab, bei dem der Zementstein separiert wird, um diesen zum Beispiel als Klinkersubstitut in der Zementindustrie einzusetzen und dadurch erhebliche Klimaschutzpotenziale zu heben. Entsprechende Regelungen könnten im Rahmen von Betriebsgenehmigungen verankert werden (**Enabler #9**). Alternativ kann ein technischer Mindeststandard für Recyclinganlagen, zum Beispiel in der Gewerbeabfallverordnung, vorgeschrieben werden. Die Aufbereitung von Sekundärstoffen für die jeweils effizienteste Verwendung steht dabei grundsätzlich unter dem Vorbehalt, dass die speziell aufbereiteten Sekundärstoffe dann auch von der abnehmenden Industrie vollständig aufgenommen und für die effizienteste Verwendung eingesetzt werden. Insofern könnte der Gesetzgeber alternativ auch einen Rechtsrahmen für entsprechende Vereinbarungen in der Wertschöpfungskette schaffen.
 5. Die Mantelverordnung legt mit der Ersatzbaustoffverordnung Ausgangsmaterialien für bestimmte Ersatzbaustoffe fest (**Enabler #4**). Zur Herstellung von Recyclingmaterialien der Klassen RC-1 bis RC-3 können unter anderem sortenreine Abfälle, wie Beton, eingesetzt werden (**Enabler #1**). Da die Ersatzbaustoffverordnung ausschließlich Verwertungen im Bereich technischer Bauwerke des Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbaus regelt, stehen diese Regelungen einer Verwertung im Produktbereich entgegen (**Enabler #9**). Um insbesondere sortenreine

Materialströme in effizientere Verwertungen umzulenken, sollten Änderungen der Ersatzbaustoffverordnung geprüft werden. Würden sortenreine Materialströme prioritär in den Produktbereich gelenkt, würde sich zudem der Vorteil ergeben, dass diese nicht doppelt geprüft werden müssten (**Enabler #7**), denn die Prüfvorschriften der Mantelverordnung entsprechen nicht den bauaufsichtlichen Prüfvorschriften für die Verwendung im Produktbereich. Eine Lenkung von Stoffströmen in den Produktbereich kann dabei auf die Materialien beschränkt werden, deren dortiger Einsatz zu einer Verbesserung des Ressourcen- und/oder Klimaschutzes führt.

Abgabe von Sekundärstoffen durch Behandlungs-/Recyclinganlagen

In diesem Abschnitt sind folgende Lösungsvorschläge Teil der integrativen Betrachtung:

#2	Ende der Abfalleigenschaft
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

Heute stellen Recyclinganlagen vorrangig Baustoffgemische her, deren Bezeichnungen sich an den Vorgaben der Verwender im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau orientieren. Eine einheitliche Nomenklatur, wie sie durch die Verwendung von Sekundärabfallschlüsselnummern möglich wäre, ist keine Praxis (**Enabler #8**). Dies führt unter anderem dazu, dass sich bisher kein Angebotsmarkt für zum Beispiel sortenreine Sekundärstoffe gebildet hat (**En-**

abler #1 und Enabler #14). Mögliche Abnehmer sortenreiner Abfallströme haben heute Schwierigkeiten, einen Überblick über das Angebot zu gewinnen und daher kaum die Möglichkeit, die für den Produktbereich erforderliche Materialbeschaffung in qualitativer und quantitativer Hinsicht sicherzustellen. Eine Verpflichtung der Recyclinganlagen, Sekundärstoffe mit einem bundesweit einheitlichen Sekundärabfallschlüssel zu kennzeichnen und auf einem digitalen Marktplatz anzubieten, würde die Möglichkeiten einer Verwertung im Produktbereich erheblich verbessern (**Enabler #11**).

Digitale Marktplätze (**Enabler #14**) mit entsprechenden Angeboten wären noch attraktiver, wenn die Sekundärstoffe nach Absolvieren der für den jeweiligen Verwendungszweck erforderlichen Prüfungen nicht als Abfälle, sondern als Produkte angeboten werden könnten (**Enabler #2**). Im Hinblick auf digitale Marktplätze im Bausektor gibt es in der Bundesrepublik noch sehr großen Handlungsbedarf. Der Abfallstatus führt nicht nur zu einem Akzeptanzproblem (**Enabler #11**), sondern hat auch Auswirkungen auf den Umgang mit den Sekundärstoffen (**Enabler #7**). Behördliche Genehmigungen für Produktionsbetriebe sind üblicherweise auf den Umgang mit Primärmaterialien ausgerichtet. Durch den Einsatz von Sekundärstoffen, die dem Abfallrecht unterliegen, müssen die Betriebsgenehmigungen gegebenenfalls um abfall- und immissionsschutzrechtliche Elemente ergänzt werden, was nicht nur einen bürokratischen Mehraufwand bedeutet, sondern auch Auswirkungen auf Betriebsprozesse hat (**Enabler #7 und #9**). Dieser Mehraufwand kann vermieden werden, wenn die Sekundärstoffe am Ende des Recyclingprozesses ihre Abfalleigenschaft verlieren und den Produktstatus erlangen (**Enabler #2**). Das Bundesumweltministerium (BMUV) plant derzeit eine Abfallende-Verordnung, mit der ein gesetzlicher Rahmen für die Entlassung von Sekundärstoffen aus dem Abfallregime geschaffen werden soll (**Enabler #9**). Ein erster Entwurf soll Anfang 2024 veröffentlicht werden. Ergänzend könnte geprüft werden, ob auch im Rahmen der Betriebsgenehmigungen von Recyclinganlagen festgelegt werden kann, dass

entsprechend aufbereitete Sekundärstoffe für einen bestimmten Verwendungszweck als Produkte und nicht als Abfälle abgegeben werden können (**Enabler #8, #11 und #14**).

Das Erreichen des Produktstatus hätte zudem positive Auswirkungen auf Ausschreibungen und Vergaben, da Vorbehalte gegenüber Sekundärstoffen damit ausgeräumt wären und eine Gleichstellung von Sekundär- und Primärmaterial gegeben wäre (**Enabler #12**). Darüber hinaus würde sich der Dokumentations- und Nachweisaufwand, der heute mit einer Verwertung von Abfällen einhergeht, für die Verwendung erheblich reduzieren (**Enabler #7 und #11**). Da die Recyclinganlagen für die erforderlichen Prüfungen der Sekundärstoffe zuständig sind und die Unterlagen für entsprechend Fremdüberwachungen vorhalten müssen, würde für die weitere Verwendung ein Nachweis genügen, der dem von Primärstoffen entspricht (**Enabler #7**).

Das Erreichen des Abfallendes stellt zudem einen Anreiz dar, Sekundärstoffe in der Produktion neuer Bauprodukte einzusetzen (**Enabler #2 und #11**). Im Gegensatz zum Einsatz von Sekundärstoffen mit Abfallstatus sind weder Ergänzungen von Produktnormen noch Änderungen baurechtlicher Regelungen erforderlich. Das ist allein deshalb von Vorteil, weil Produktnormen für mineralische Baustoffe und Bauprodukte überwiegend europäisch harmonisierte Normen sind, die aktuell durch die EU-Kommission weder als neue Normen noch als Aktualisierungen bestehender Normen im EU-Amtsblatt veröffentlicht werden (**Enabler #9 und #13**). Bereits seit rund fünf Jahren werden praktisch keine europäisch harmonisierten Bauproduktenormen mehr im europäischen Amtsblatt zitiert. Auf EU-Ebene wird derzeit eine Revision der Bauprodukte-Verordnung vorbereitet. Von einer Veröffentlichung von Bauproduktenormen auf Basis der aktuellen Verordnung kann daher nach Aussagen der EU-Kommission auch in den nächsten Jahren nicht ausgegangen werden. Für neue Normen nach der zukünftigen Bauprodukte-Verordnung sieht die EU-Kommission einen Umstellungszeitraum bis 2045 vor. Ohne

das Erreichen des Abfallendes (**Enabler #2**) werden Sekundärstoffe daher auf absehbare Zeit nicht in solchen Bauprodukten eingesetzt werden können, die unter der europäischen Bauprodukte-Verordnung durch harmonisierte Normen geregelt sind.

Öffentliche Ausschreibungen

In diesem Abschnitt sind folgende Lösungsvorschläge Teil der integrativen Betrachtung:

#2 Ende der Abfalleigenschaft

#12 Ausschreibungen

Ein großer Nachfrager nach Bauleistungen und damit mineralischen Roh- und Baustoffen ist die öffentliche Hand. Durch Ausschreibungs- und Vergabeverfahren legt die öffentliche Hand fest, welche Stoffe in welchen Maßnahmen eingesetzt werden. Da die öffentliche Hand gleichzeitig den rechtlichen Rahmen für die Verwertung von Sekundärstoffen festlegt, sollte man erwarten, dass bei öffentlichen Ausschreibungen keinerlei Vorbehalte gegen den Einsatz von Sekundärstoffen bestehen. Immer wieder ist aber festzustellen, dass Sekundärstoffe im Rahmen von Ausschreibungen und Vergaben der öffentlichen Hand ausgeschlossen werden (**Enabler #12**), obwohl sie sowohl umwelt- als auch bautechnisch geeignet wären. Der fachlich nicht nachvollziehbare Ausschluss hat dabei Signalwirkung, denn wenn die öffentliche Hand ihrer Vorreiterrolle nicht gerecht wird, mindert das die grundsätzliche Akzeptanz von Sekundärstoffen auch in der Privatwirtschaft.

Bei Ausschreibungen und Vergaben sollte zukünftig konsequent darauf geachtet werden, Sekundärstoffe nicht zu benachteiligen. Soweit Sekundärstoffe bei Ausschreibungen und Vergaben ausgeschlossen werden, sollte eine einklagbare Begründung erforderlich sein – auch von der öffentlichen Hand. Zur Verbesserung der Akzeptanz wird empfohlen, dass Sekundärstoffe am Ende des Recyclingprozesses das Ende der Abfalleigenschaft erreichen (**Enabler #2**). Mit dem Produktstatus wären Primär- und Se-

kundärstoffe gleichgestellt und ein Ausschluss in Vergabeverfahren würde vermieden.

Aspekte des Klimaschutzes

In diesem Abschnitt sind folgende Lösungsvorschläge Teil der integrativen Betrachtung:

#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produkt-herstellung
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#15	Klimaschutzaspekte

Aus Sicht des Klimaschutzes ist der Umgang mit mineralischen Bau- und Abbruchabfällen vor allem eine Frage der Transportwege (**Enabler #15**). Dies liegt darin begründet, dass der Einsatz von mineralischen Sekundärstoffen nur zu geringen Einsparungen von Treibhausgasen in Bezug auf ein Produkt oder ein Bauwerk führt, denn die Sekundärstoffe ersetzen nur solche Primärstoffe, die einen vergleichsweise kleinen ökologischen Fußabdruck haben. So liegt der CO₂-Fußabdruck für die Herstellung einer Tonne Kies gemäß der Ökobau.Dat des Bundes bei rund 2,9 Kilogramm CO₂ (ÖKOBAUDAT 2021-2022). Dieser Wert wird entsprechend für die Substitution angesetzt, wenn statt der Primärstoffe Sekundärstoffe eingesetzt werden. Der Transport einer Tonne Material per LKW schlägt dagegen mit rund 0,09 Kilogramm CO₂ je Kilometer zu Buche (ÖKOBAUDAT 2021-2022). Das bedeutet, dass der ökologische Vorteil der stofflichen Substitution bereits nach rund 30 Kilometern zusätzlichem Transportweg aufgezehrt ist. Müssen Sekundärstoffe also 30 Kilometer weiter als Primärstoffe transportiert werden, um im Produktbereich eingesetzt werden zu können, sind die ökologischen Vorteile der stofflichen Substitution bereits aufgezehrt. Der Recyclingaufwand für die Sekundärstoffe ist dabei noch nicht einmal berücksichtigt (**Enabler #13**).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass bundesweite Rezyklateinsatzquoten für Sekundärstoffe im Produktbereich eher kritisch zu beurteilen sind (**Enabler #10**). Müssten solche Quoten in Regionen erfüllt werden, in denen keine Abfallströme in ausreichender Menge und Qualität anfallen, müssten die Sekundärstoffe durch Transporte aus entfernten Regionen beschafft werden – aufgrund der Transportemissionen mit entsprechenden Nachteilen im Rahmen einer ökologischen Gesamtbetrachtung (**Enabler #15**).

Im Hinblick auf eine Regelung von Rezyklateinsatzquoten muss außerdem berücksichtigt werden, dass dadurch Stoffströme in viele Einzelanwendungen verteilt werden, ohne dabei die stoffstromspezifisch effizienteste Verwendung zu unterstützen. Andere Kreislaufwirtschaftsstrategien wie Reparatur oder Wiederverwendung könnten dadurch verdrängt werden.

Aus ökologischer Sicht wäre es wünschenswert, wenn in jedem Einzelfall der Umgang mit mineralischen Bauabfällen so erfolgen könnte, dass sich die jeweils geringsten ökologischen Umweltwirkungen ergeben. Eine Betrachtung des Einzelfalls ist in der täglichen Praxis aber nicht umsetzbar (**Enabler #7**). Pragmatischer ist daher der Ansatz der eher pauschalen Stoffstromlenkung in die Verwendungen, die in einer Gesamtbilanz die geringsten Umweltwirkungen hervorrufen (**Enabler #15**).

So führt die vorgeschlagene Stoffstromlenkung von Teilen der Betonabfälle in die Zementindustrie grundsätzlich zu ökologischen Vorteilen, wenn die Rekarbonatisierungs-, die Klinkersubstitutions- oder die Rohmehleinsatzpotenziale genutzt werden. Derartige Stoffstromlenkungen können pauschal festgelegt werden, denn sie führen in der Gesamtbetrachtung auch dann zu ökologischen Vorteilen – konkret zur Minderung um mehrere Millionen Tonnen CO₂ je Jahr –, wenn die Materialien über weitere Strecken zum nächsten Zementwerk transportiert werden müssen.

Die gleichen Überlegungen können zu dem Schluss führen, auf eine intensive Aufbereitung von Gemischen mit dem Ziel der Verbesserung der Sortenreinheit dann zu verzichten, wenn zum Beispiel im örtlichen Umfeld keine Verwendungsmöglichkeiten für die aufwendiger aufbereiteten Bestandteile im Produktbereich bestehen (**Enabler #6**).

Der Ansatz der Stoffstromlenkung zielt darauf ab, mit möglichst wenigen, dafür klaren Vorgaben Stoffströme in die Bereiche zu lenken, in denen sie ökologische Vorteile generieren. Einzelfallbetrachtungen sind dann ebenso wenig erforderlich wie Rezyklateinsatzquoten oder andere Steuerungsinstrumente (**Enabler #11**). Zudem können Stoffstromlenkungen preisdämpfend wirken, während zum Beispiel Rezyklateinsatzquoten eher dazu führen, dass einzelne Sekundärstoffe stark nachgefragt werden, wodurch sich ein entsprechender Preisdruck ergeben kann.

1.4.2 Zielkonflikte

Die Lösungsvorschläge fokussieren sich auf eine Verbesserung des Ressourcen- und Klimaschutzes beim Umgang mit mineralischen Bauabfällen. Dabei bleiben Strategien, Ziele und Regelungen anderer Wirtschafts- und Politikbereiche weitgehend unberücksichtigt. Bezieht man diese Bereiche in die Betrachtungen ein, ergeben sich verschiedene Zielkonflikte, die einer Klärung bedürfen, bevor Lösungsvorschläge umgesetzt werden. Nachfolgend werden die wichtigsten rechtlichen, organisatorischen, technischen, ökologischen und ökonomischen Zielkonflikte stichpunktartig adressiert.

a) Ersatzbaustoffverordnung unterstützt die Verwertung im Produktbereich nicht

Die Ersatzbaustoffverordnung regelt die Verwertung von Sekundärstoffen im Erd-, Tief-, Straßen- und Landschaftsbau. Sekundärstoffe, die in diesem Bereich verwertet werden, stehen

für die Circular Economy im Sinne einer Rückführung in den Produktbereich nicht mehr zur Verfügung. Sollen bestimmte Sekundärstoffe vermehrt im Produktbereich eingesetzt werden, müssten sie vom Geltungsbereich der Ersatzbaustoffverordnung ausgenommen werden.

b) Einstufung als asbestfrei ist eine Auslegungsfrage

Bereits geringfügige Asbestbelastungen in mineralischen Bauabfällen können dazu führen, dass große Massenströme aus der Verwertung in die Beseitigung gedrängt werden. Der Zielkonflikt liegt in der unterschiedlichen Auslegung der Begrifflichkeit des „absichtlichen Zusetzens“ gemäß REACH-Verordnung. Werden geringfügige Asbestbelastungen als „Verunreinigungen“ des Sekundärstoffs eingestuft, ist eine Verwertung auch zukünftig möglich. Wird der Einsatz von Sekundärstoffen mit geringfügigen Asbestanteilen dagegen als „absichtliches Zusetzen“ eingestuft, müssen die belasteten Sekundärstoffe beseitigt werden. Eine rechtssichere Auslegung ist erforderlich und sollte auf europäischer Ebene erfolgen.⁴

c) Verantwortung für das Ende der Abfalleigenschaft liegt beim Hersteller des Sekundärstoffs

Der Abfallstatus erschwert die Rückführung von Sekundärstoffen in den Produktbereich. Eine Vereinfachung wäre möglich, wenn Sekundärstoffe nach dem Recycling das Ende der Abfalleigenschaft erreichen würden. Obwohl es gemäß Abfallrahmenrichtlinie, Kreislaufwirtschaftsgesetz und einschlägiger Urteile europäischer Gerichte im Verantwortungsbereich der Hersteller – in diesem Fall der Betreiber von Recyclinganlagen – liegt, das Ende der Abfalleigenschaft festzustellen und zu erklären, arbeitet das Bundesumweltministerium derzeit an einer entsprechenden Rechtsverordnung. Hier sind die Rollen der Hersteller und der Administration insbesondere unter Berücksichtigung der Europa-Konformität zu klären.

⁴ Hinweis der Geschäftsstelle: Im Zuge der Diskussionen im Unterarbeitskreis Baurohstoffe wurde beim Thema Asbest von Teilnehmenden darauf hingewiesen, dass mögliche Neuregelungen das Schutzniveau von Menschen und Umwelt nicht senken dürfen und es daher ausbalancierter Regelungen und Verfahrensregeln bedarf. Damit gilt der weiter unten unter g) allgemein adressierte Zielkonflikt „Schadstofffreiheit und Circular Economy müssen in Einklang gebracht werden“ beim Thema Asbest in besonderer Weise.

d) Rezyklateinsatzquoten behindern das Heben großer Potenziale

Eine Rezyklateinsatzquote hat den Nachteil, dass Stoffströme in kleinen Einheiten in den Produktbereich zurückgeführt werden. Großtechnischen Anwendungen zur optimalen Hebung von Ressourcen- und/oder Klimaschutzpotenzialen wird so die materielle Basis entzogen. Rezyklateinsatzquoten, die unter anderem im Rahmen der Taxonomie oder in Vergaberichtlinien der öffentlichen Hand vorgesehen sind, stehen zum Beispiel einer Hebung der Klimaschutzpotenziale durch die Verwertung in der Zementindustrie entgegen.

e) Vorerkundung verteuert das Bauen

Die Vorerkundung unterstützt den selektiven Rückbau, die Sortenreinheit der Sekundärstoffe und die Ausschleusung von Schadstoffen. Allerdings stellen sich diese positiven Aspekte nur ein, wenn Vorerkundung und Getrennterfassung konsequent für jede Rückbau-, Umbau- und Sanierungsmaßnahme – unabhängig von deren Größe – umgesetzt werden. So könnte die Einschaltung eines Fachgutachters bereits für kleine Renovierungsmaßnahmen allein aus Kostengründen zu erheblichen Akzeptanzproblemen und Umgehungstatbeständen führen. Eine verpflichtende Vorerkundung wird das Bauen in jedem Fall verteuern und steht damit den politischen Bestrebungen, Baukosten zu senken, diametral entgegen.

f) Stoffstromlenkungen stellen einen Markteingriff dar

Die größten Effizienzpotenziale können gehoben werden, wenn bestimmte Stoffströme mit einem speziellen Verfahren aufbereitet und in einer besonderen Art verwertet werden. Die dafür erforderliche Stoffstromlenkung und -behandlung kann durch rechtliche Vorgaben erreicht werden. Dadurch besteht allerdings die Gefahr, dass das Gebot der Technologieoffenheit sowie marktwirtschaftliche Grundsätze verletzt werden. Bei lediglich flankierenden rechtlichen Maßgaben besteht umgekehrt die Gefahr, dass die Potenziale nicht gehoben werden, weil kein ausreichender Impuls für erforderliche Veränderungen und Investitionen besteht.

g) Schadstofffreiheit und Circular Economy müssen in Einklang gebracht werden

„Circular Economy“-Ansätze sollen dazu beitragen, Sekundärstoffe wieder zur Herstellung neuer Produkte einzusetzen. Dabei sollen aber nur Sekundärstoffe zum Einsatz kommen, die keine beziehungsweise nur minimalste Schadstoffgehalte aufweisen. Bei den mineralischen Sekundärstoffen handelt es sich in der Regel um ehemalige Bauprodukte, die vor 50 bis über 100 Jahren produziert wurden. Über die stoffliche Zusammensetzung und mögliche Schadstoffgehalte können daher kaum Aussagen getroffen werden. Trotz umfangreicher Umweltprüfungen können daher Schadstoffe in Sekundärstoffen nicht ausgeschlossen werden. Es bedarf ausbalancierter Regelungen, denn je höher die Anforderungen an die Minimierung von Schadstoffgehalten, desto weniger Sekundärstoffe stehen für eine Circular Economy zur Verfügung.

h) Circular Economy führt zu steigenden Baukosten

Die Rückführung von Sekundärstoffen in den Produktbereich setzt eine konsequente und hochwertige Aufbereitung voraus. Die technische Aufrüstung von Recyclinganlagen, weitere Transportwege zu den besser ausgestatteten Recyclinganlagen und eine gesteigerte Nachfrage nach begrenzten Sekundärstoffen werden zu einer Vertauung des Bauens führen. Dies steht im Widerspruch zur politischen Zielsetzung, Baukosten senken zu wollen.

i) Ökologische Gesamtbetrachtung statt Fokussierung auf Einzelaspekte

Der Anfall von Sekundärstoffen ist begrenzt, die Verwertung mineralischer Recyclingbaustoffe erfolgt heute nahezu vollständig. Um „Circular Economy“-Ansätze umsetzen zu können, müssen Sekundärstoffe daher aus den bisherigen Verwertungen in neue Verwertungen umgelenkt werden. Gerne werden die Vorteile des Einsatzes von Sekundärstoffen in neuen Produkten mit der ökologischen Vorteilhaftigkeit dieser Produkte begründet. Dabei wird jedoch ausgeblendet, dass die umgelenkten Stoffströme in den bisherigen Verwertungen durch Primärstoffe ersetzt werden müssen, um den Be-

darf zu decken, wodurch sich dort ökologische Nachteile ergeben können. Die Fokussierung auf die Vorteilhaftigkeit des Rezyklateinsatzes in einzelnen Produkten oder Bauwerken führt daher gegebenenfalls zu Entscheidungen, die für das Gesamtsystem ökologisch entweder keine Vorteile bringen oder sogar zu Verschlechterungen führen, da in der Regel Aufbereitungs- und Transportaufwendungen steigen. Gesetzlichen Neuregelungen zum Umgang mit Sekundärstoffen sollten daher ökologische Gesamtbeurteilungen vorausgehen und es sollten nur solche Regelungen erwogen werden, die für das ökologische Gesamtsystem vorteilhaft sind.

1.5 Nächste Schritte

Der UAK Baurohstoffe hat sich mit der Fragestellung befasst, welche Barrieren beim Umgang mit nicht gefährlichen mineralischen Bauabfällen bestehen, die eine Weiterentwicklung der bereits etablierten Kreislaufwirtschaft in Richtung Circular Economy behindern. Es wurden 16 Barrieren identifiziert und Lösungsvorschläge zu deren Beseitigung erarbeitet. Folgende Themen wurden behandelt:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#2	Ende der Abfalleigenschaft
#3	Asbestthematik
#4	Mantelverordnung
#5	Selektiver Rückbau
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign

#14 Informationen in der Wertschöpfungskette

#15 Klimaschutzaspekte

#16 Förderung von Forschung und Umsetzung

Die Barrieren und Lösungsansätze weisen zum Teil inhaltliche Überschneidungen auf, sodass durch bestimmte Maßnahmen und Vorgehensweisen gleichzeitig mehrere Barrieren teilweise oder insgesamt abgebaut werden können. Es ist aber auch deutlich geworden, dass einige Lösungsansätze politische und sonstige Zielkonflikte tangieren, die gelöst werden sollten, bevor bestimmte Maßnahmen umgesetzt werden. Zudem sind für einzelne Barrieren unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten vorstellbar. Je nachdem, welche Lösung gewählt wird, hat diese Auswirkungen auf andere Barrieren und deren Lösungsmöglichkeiten. So wäre der Lösungsvorschlag, die Abfallstatistik durch Einführung von Sekundärabfallschlüsselnummern zu verbessern, dann obsolet, wenn die Sekundärstoffe bereits nach dem Recyclingprozess das Ende der Abfalleigenschaft erreichen würden. Statt Sekundärabfallschlüsselnummern bedürfte es dann einer Systematik auf Basis der Produktverwendung. Insofern stellen die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge nur eine Auswahl dar, um die Barrieren für die Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft bei mineralischen Bauabfällen abzubauen.

Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen mit großem Impact

a) Ergänzung der Mantelverordnung zum Ende der Abfalleigenschaft

In die Mantelverordnung, mindestens aber in die Ersatzbaustoffverordnung, könnte ein Absatz aufgenommen werden, dass alle in der Verordnung behandelten Ersatzbaustoffe und Böden das Ende der Abfalleigenschaft bereits mit der Einstufung in eine der Stoffklassen erreichen, wenn sichergestellt wird, dass die Ersatzbaustoffe und Böden in den jeweils zulässigen Einbauvarianten eingesetzt werden. Im Ergeb-

nis würden dadurch die unter die Verordnung fallenden Sekundärstoffe am Ende des Recyclingprozesses den Produktstatus erhalten.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#2	Ende der Abfalleigenschaft
#4	Mantelverordnung
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

b) Bezugnahme des bauaufsichtlichen Regelwerks auf die Stoffklassen der Ersatzbaustoffverordnung

Die Technischen Baubestimmungen (Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Bestimmungen (MVV TB)) sollten so angepasst werden, dass sie auf die Stoffklassen der Ersatzbaustoffverordnung Bezug nehmen und die bauaufsichtlichen Anforderungen zur Rückführung dieser Ersatzbaustoffe in die Herstellung neuer Produkte festlegen. Im Ergebnis würde sich dadurch ein zusätzliches Einsatzspektrum für sämtliche Ersatzbaustoffe im Produktbereich – ergänzend zur Mantelverordnung – ergeben.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#4	Mantelverordnung
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung
#11	Anreize

#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

c) Bundesverordnung zum Umgang mit geringfügig asbesthaltigen mineralischen Abfällen

Die Asbestproblematik betrifft übergreifend die Sekundärstoffe der Mantelverordnung und der bauaufsichtlichen Regelungen für den Produktbereich. Insofern bietet sich eine eigenständige Regelung als bundeseinheitliche Verordnung an. Eine „Asbest-Verordnung“ könnte auf Basis der neuen LAGA M23 entwickelt werden und sollte als zentralen Aspekt ein Prüfverfahren und einen Beurteilungswert enthalten, bei dessen Unterschreitung die „Asbestfreiheit“ von Ersatzbaustoffen deklariert werden kann. Nur entsprechend als „asbestfrei“ gekennzeichnete Ersatzbaustoffe dürfen einer Verwertung zugeführt werden.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#2	Ende der Abfalleigenschaft
#3	Asbestthematik
#4	Mantelverordnung
#5	Selektiver Rückbau
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung
#11	Anreize
#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

Die vorgenannten drei kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen bauen den größten Teil der bestehenden Barrieren beim Umgang mit mineralischen Bauabfällen ab. Die Maßnahmen würden Rechtssicherheit schaffen, die Asbestproblematik lösen und den Einsatzbereich von Ersatzbaustoffen auf den Produktbereich ausdehnen. Durch den Produktstatus würde eine Angleichung von Primär- und Sekundärstoffen erreicht, die sich positiv auf Ausschreibungen, Vergaben und die Akzeptanz auswirken würden. Zudem würde der Umgang mit Sekundärstoffen im betrieblichen Umfeld deutlich erleichtert.

Alternativ können die drei Maßnahmen auch in einer Bundesverordnung zum Ende der Abfalleigenschaft umgesetzt werden. Aufgrund der Komplexität der Regelungsanforderungen würde das aber wohl eher mit einer mittel- bis langfristigen zeitlichen Perspektive verbunden sein.

Maßnahme mit dem größten Impact

Das größte noch ungenutzte Potenzial beim Umgang mit mineralischen Bauabfällen liegt im Bereich des Betonbruchs sowie der beton- und kalkhaltigen Gemische. Werden diese Abfälle speziell aufbereitet, können Teile davon als Substitute in der Zementherstellung eingesetzt werden, wodurch jährlich mehrere Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden können. Die Hebung dieses Potenzials erfordert neben einer gezielten Stoffstromlenkung vor allem Investitionen in der Recyclingwirtschaft und der Zementindustrie, die nur erfolgen werden, wenn Investitionssicherheit auf Basis eines Rechtsrahmens, einer anerkannten Selbstverpflichtung oder privatwirtschaftlicher Vereinbarungen besteht. Zudem spielen die regionalen Verhältnisse in Bezug auf den Anfall geeigneter Abfälle und die Möglichkeit einer Verwertung in einem erreichbaren Zementwerk eine zentrale Rolle.

Eine geeignete Maßnahme könnte eine Selbstverpflichtung zwischen den regional Beteiligten sein, die seitens des Staates inhaltlich und durch Förderung in Bezug auf die erforderlichen Investitionen und den weitergehenden Forschungsbedarf unterstützt wird.

Eine alternative Regelung auf gesetzlicher Ebene könnte die Ersatzbaustoffverordnung betreffen, indem der Abfallstrom Beton (AVV 170101) als Ausgangsmaterial für Ersatzbaustoffe aus der Verordnung ausgenommen wird. Damit allein ist aber noch nicht sichergestellt, dass die spezielle Aufbereitung des Materials und dessen Einsatz im Zementwerk erfolgt, sodass auch diese Aspekte verankert werden müssten. Eine entsprechende Rechtsregelung wäre komplex und würde gegebenenfalls auch zu Implikationen bei der Verwertung der übrigen mineralischen Abfallströme führen, sodass eine staatlich unterstützte Selbstverpflichtung einfacher, schneller, problemloser und zielgenauer umsetzbar ist.

Eine weitere Alternative bestünde in einer ergänzenden Regelung der Gewerbeabfallverordnung, mit der festgelegt würde, dass nur solche Stoffströme von Recyclinganlagen angenommen werden dürfen, die auch in der Lage sind, die stoffstromspezifisch bestmögliche Verwertungsoption zu realisieren. Eine solche Regelung hätte aber ähnliche Nachteile wie die vorgenannte Regelung über die Ersatzbaustoffverordnung.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#4	Mantelverordnung
#5	Selektiver Rückbau
#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#15	Klimaschutzaspekte
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

Mittelfristige Maßnahmen

a) Bundeseinheitliche Abrissgenehmigung einführen

Die Sortenreinheit der Sekundärstoffe stellt eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine Verwertung im Produktbereich dar. Der selektive Rückbau von Bauwerken und die consequen-

te Getrennthaltung von Abfallströmen stellen Hebel dar, um die Sortenreinheit zu steigern. Obwohl beide Elemente unter anderem in der Gewerbeabfallverordnung verankert sind, werden sie nicht konsequent umgesetzt.

Als Maßnahme könnte die bundesweite Einführung einer Abrissgenehmigung zu Verbesserungen beitragen. Im Rahmen der Abrissgenehmigung könnten eine Vorkundung des Bauwerks, eine grobe Bestimmung der anfallenden Abfallströme sowie die Pflicht zum selektiven Rückbau vorgegeben werden. Auch Nachweisverfahren, zum Beispiel über Entsorgungslieferscheine, könnten im Rahmen der Abrissgenehmigung verankert werden. Als Alternative könnte auch die Gewerbeabfallverordnung entsprechend nachjustiert werden, doch ist der Geltungsbereich der Gewerbeabfallverordnung nicht so breit angelegt, wie der Geltungsbereich der Abrissgenehmigung, die sich an jede Bauherrin/jeden Bauherrn richtet.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#5	Selektiver Rückbau
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

b) Ergänzung der Abfallverzeichnisverordnung

Die Abfallverzeichnisverordnung weist Lücken und Unschärfen auf, die dazu führen, dass selbst sortenrein rückgebaute Materialien in gemischten Abfallfraktionen entsorgt werden müssen, da entweder keine separate Abfallschlüsselnummer zur Verfügung steht oder aber Differenzierungen innerhalb bestehender Abfallschlüsselnummern fehlen.

Als Maßnahme sollte die Überarbeitung der europäischen Abfallverzeichnisverordnung durch die Bundesregierung in der Europäischen Union beantragt werden. Übergangsweise könnten auf nationaler Ebene zusätzliche Abfallschlüsselnummern zur Untersetzung bestehender Abfallschlüsselnummern ergänzt werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass Ergänzungen europäischer Verordnungen nicht verbindlich gemacht werden können.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#1	Konsequente Getrennthaltung sortenreiner Abfallströme
#5	Selektiver Rückbau
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#8	Verbesserung der Statistik
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

c) Technologieoffene Ausschreibungen

Nicht selten werden bei öffentlichen Ausschreibungen Sekundärstoffe ausgeschlossen. Durch die zuvor genannten kurzfristigen Maßnahmen könnten mehrere Barrieren, die zu diesen Ausschlüssen beitragen, abgebaut werden.

Als weitergehende Maßnahme kann das Ausschreibungs- und Vergabeverfahren der öffentlichen Hand angepasst und konsequent auf Technologieoffenheit ausgerichtet werden. Ausschreibungen würden sich dann materialneutral auf zum Beispiel umwelt- und bautechnische Anforderungen beziehen, sodass Primär- und Sekundärstoffe gleichberechtigt angeboten werden könnten. Zu beachten ist allerdings, dass bei einem Verbleib der Sekundärstoffe im Abfallrecht unter anderem durch die Mantelverordnung zahlreiche Verpflichtungen auf den Verwender von Ersatzbaustoffen zukommen können. Auch die damit verbundenen Nachteile beim Einsatz von Sekundärstoffen müssten bei einer Anpassung der Ausschreibungs- und Ver-

gabeverfahren Berücksichtigung finden und kompensiert werden.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#2	Ende der Abfalleigenschaft
#4	Mantelverordnung
#7	Prüf-, Nachweis- und Dokumentationspflichten
#9	Gesetzliche Regelungen und Normung
#12	Ausschreibungen
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#14	Informationen in der Wertschöpfungskette

Maßnahmen im Bereich der Forschung

Der technische Stand der heutigen Recyclinganlagen ist überwiegend einfacher Natur und an die bisherigen Verwertungswege angepasst. Um die Sortenreinheit von Sekundärstoffen und das Ausschleusen von Schadstoffen als Voraussetzung für eine Rückführung in den Produktbereich zu verbessern, bedarf es einer anspruchsvolleren Recyclingtechnologie. Als besonders relevantes Thema kann in diesem Zusammenhang die Ausschleusung von Asbestfasern aus mineralischen Bauabfällen in einem Recyclingprozess betrachtet werden.

Als Maßnahme wird empfohlen, die Entwicklung technischer Verfahren zu fördern, mit denen Störstoffe aus Abfallströmen gezielt entfernt werden können und die Sortenreinheit einzelner Fraktionen beim Recyclingprozess gesteigert werden kann. Neben der Förderung der technischen Entwicklung bedarf es anschließend auch einer gezielten Förderung zur Einführung der entwickelten Verfahren. Die Bundesregierung sollte entsprechende Förderprogramme auflegen.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

Als weitere Maßnahme können Forschungsprogramme dienen, die sich mit der Verschlankung von Bauwerkskonstruktionen und den Konstruktionsprinzipien von Bauwerken befassen, die zukünftig für eine Wiederverwendung zur Verfügung stehen sollen.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

Darüber hinaus sollte die Forschung im Bereich einzelner Abfallströme und deren bestmöglicher Verwendung im Hinblick auf den Ressourcen- und/oder Klimaschutz gefördert werden. Es hat sich gezeigt, dass durch intensive Forschung bisher ungenutzte Potenziale im Bereich Klimaschutz mit bestimmten Stoffströmen erreicht werden können, wenn diese zielgerichtet aufbereitet und verwendet werden. Entsprechende Möglichkeiten sollten konsequent durch stoffstromspezifische Forschung herausgearbeitet werden.

Diese Maßnahme hat Bezüge zu folgenden Barrieren und Lösungsansätzen:

#6	Verbesserung der Aufbereitungstechnik
#10	Rezyklateinsatzquoten für die Produktherstellung
#11	Anreize
#13	Recyclinggerechte Baukonstruktionen und Produktdesign
#15	Klimaschutzaspekte
#16	Förderung von Forschung und Umsetzung

2. Literaturverzeichnis

BBS – BUNDESVERBAND BAUSTOFFE – STEINE UND ERDEN E. V. (2022): Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2040 in Deutschland. Aktualisierung 2022. – URL: https://www.baustoffindustrie.de/fileadmin/user_upload/bbs/Bilder/Aktuelles/2022-04-20_BBS_Rohstoffstudie_01_ONLINE.pdf (Stand: 07.08.2023).

BMWK – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (2022): Klimaschutzbericht 2022. Stand 31.8.2022. – URL: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/klimaschutzbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Stand: 24.11.2022).

BMWSB – BUNDESMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN (2022): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). – URL: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem/> (Stand: 24.11.2022).

BMWSB – BUNDESMINISTERIUM FÜR WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND BAUWESEN (2023): Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude. Nachhaltiges Bauen. – URL: <https://www.qng.info/> (Stand: 07.08.2023).

BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (2003): Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20. Technische Regeln. – URL: https://www.laga-online.de/documents/m20-gesamtfassung_1643296687.pdf (Stand: 02.06.2023).

BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (2022): Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle. Stand: 29. November 2022, veröffentlicht am 08.05.2023. – URL: https://www.laga-online.de/documents/m23-ueberarbeitung-konsolidiert-2022-11-29-v3-endfassung-redakt-bereinigt-4_2_1690372365.pdf (Stand: 18.07.2023).

BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (2023): Homepage: Mitteilungen der LAGA. Stand: Mai 2023. – URL: <https://www.laga-online.de/Publikationen-50-Mitteilungen.html> (Stand: 11.08.2023).

BUNDESMINISTERIUMS DER JUSTIZ SOWIE DES BUNDESAMTS FÜR JUSTIZ (2021). Mantelverordnung: Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung. – URL: https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/03-Themen_Ereignisse/01-bvse/bgbl121s2598_79885.pdf (Stand: 08.08.2023).

BUNDESREGIERUNG DEUTSCHLAND (2020): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. – URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/rohstoffstrategie-bundesregierung.html> (Stand: 17.10.2022).

DESTATIS – STATISTISCHES BUNDESAMT (2023): Abfallentsorgung: Deutschland, Jahre, Anlagenart, Abfallarten. – URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=32111-0002&bypass=true&levelindex=0&levelid=1683535748911#abreadcrumb> (Stand: 10.05.2023).

DIBT – DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK (2023): Veröffentlichung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2023/1. mit Druckfehlerberichtigung vom 10. Mai 2023– Amtliche Mitteilungen. – URL: https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVVTB_2023-1.pdf (Stand: 03.08.2023).

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (2023): Deutsche Normungsroadmap Circular Economy. – URL: <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b608640aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap-circular-economy-data.pdf> (Stand: 02.06.2023).

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2022): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised condition for the marketing of construction products, amending Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Regulation (EU) 305/2011. 2022/0094(COD). – URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:071ecada-b0cf-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF (Stand: 07.08.2023).

FGSV – FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2018): Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau– FGSV R1 – Regelwerke. 2004 (Stand: 10.08.2023).

FGSV – FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2023): Technische Lieferbedingungen für Bodenmaterialien und Baustoffe für den Erdbau im Straßenbau– FGSV R1 – Regelwerke (Stand: 10.08.2023).

JANSSEN, F. (2022): Primärbaustoffsteuer im Bausektor nur bedingt zielführend. – URL: <https://www.iwd.de/artikel/primaerbaustoffsteuer-im-bausektor-nur-bedingt-zielfuehrend-547864/> (Stand: 11.08.2023).

KWB – KREISLAUFWIRTSCHAFT BAU (2000-2023): Monitoringberichte 2000–2020. – URL: <https://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/#sidebar> (Stand: 11.08.2023).

KWB – KREISLAUFWIRTSCHAFT BAU (2023): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2020. – URL: <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-13.pdf> (Stand: 03.05.2023).

NATIONALER ASBESTDIALOG (2018): Nationaler Asbestdialog. Gesamtdokumentation. – URL: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Arbeitsschutz/Asbestdialog/gesamtdokumentation-asbestdialog.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Stand: 10.08.2023).

ÖKOBAUDAT (2021-2022): Datensatz: Quantitative Produkt-/Prozesseigenschaften Kies 2/32. – URL: <https://www.oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=3ce61a4e-4d91-4b1d-b675-276be05b9225&version=20.19.120> (Stand: 18.08.2023).

REUTER, M. A., HUDSON, C., VAN SCHAİK, A., HEISKANEN, K., MESKERS, C. & HAGELÜKEN, C. (2013): Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure. – URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/metal-recycling> (Stand: 24.11.2022).

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. Empfänger: Graedel, T. E.; Allwood, J. M.; Birat, J.-P.; Reck, B.; Sibley, S.; Sonnemann, G.; Buchert, M.; Hagelüken, C. – URL: <https://www.resourcepanel.org/reports/recycling-rates-metals> (Stand: 28.03.2023).

VDZ – VEREIN DEUTSCHER ZEMENTWERKE (2022): Ressourcen der Zukunft für Zement und Beton – Potenziale und Handlungsstrategie. – URL: https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Studie_Ressourcenroadmap_2022.pdf (Stand: 24.11.2022).

Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin

dera@bgr.de

