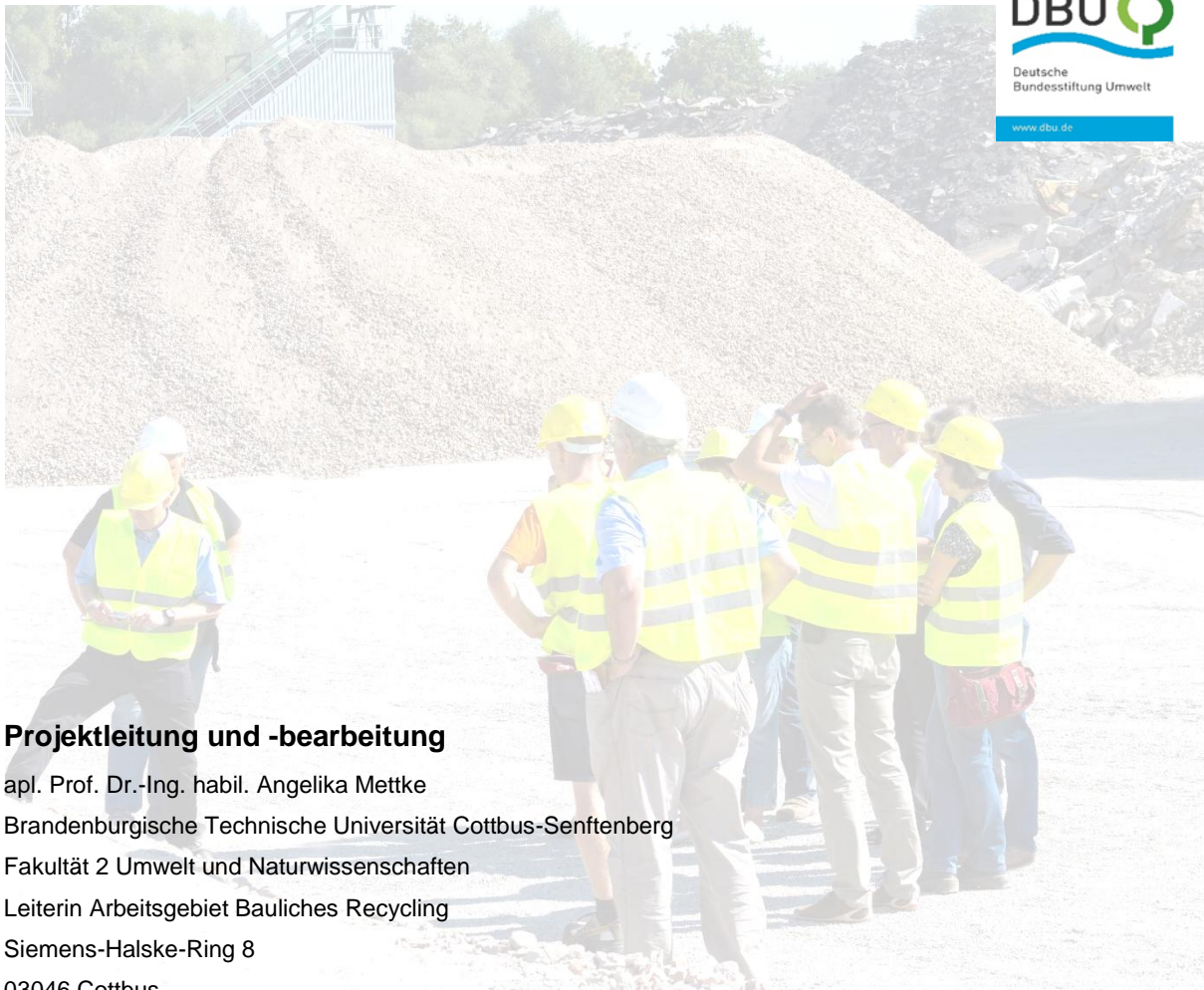


Abschlussbericht

„Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin“

geführt unter AZ 32867 / 01

Dieses Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt finanziert.



Projektleitung und -bearbeitung

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Angelika Mettke
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Fakultät 2 Umwelt und Naturwissenschaften
Leiterin Arbeitsgebiet Bauliches Recycling
Siemens-Halske-Ring 8
03046 Cottbus

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Mariia Filonenko
Jakob Fischer, B.Sc.
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Fakultät 2 Umwelt und Naturwissenschaften
Arbeitsgebiet Bauliches Recycling

Cottbus, 30.06.2019

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Abbildungsverzeichnis	9
1 Einleitung	11
1.1 Ausgangssituation, Motivation der Thematik	11
1.2 Projektziel	16
1.3 Zielgruppen	18
1.4 Methodische Vorgehensweise und Projektablauf	20
2 Begriffsklärungen	22
2.1 Ressourceneffizienz	22
2.2 Umweltkommunikation	23
2.3 Umweltbildung	24
2.4 Recycling	25
3 Aktuelle Situation in Berlin – Ein Überblick	26
3.1 Mengen an Bau- und Abbruchabfällen - Einsatz von Primär- und Sekundärrohstoffen	26
3.2 Anthropogenes Baustofflager Berlin	30
3.3 Prognose mineralischer Bauabfälle bis 2030	34
3.3.1 Aufkommen	34
3.3.2 Produktionsmenge RC-Baustoffe	35
4 Regelungen, Instrumente und Konzeptionen zum Einsatz von Recycling- Baustoffen	37
4.1 EU- und Bundesebene	37
4.1.1 Politische Instrumente zum ressourcenschonenden sowie ressourceneffizienten Wirtschaften	37
4.1.2 Europäisches und deutsches Bauprodukten-Recht	38
4.1.3 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG)	39

4.1.4	Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung - GewAbfV)	41
4.2	Land Berlin	42
4.2.1	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen in Berlin (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Berlin - KrW-/AbfG Bln)	42
4.2.2	Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU)	43
4.2.3	Leistungsblatt 26 VwVBU	44
4.2.4	Merkblatt 6 - Leitfaden Anforderung an den Umgang mit Recycling-Baustoffen	45
4.2.5	Abfallwirtschaftskonzept Berlin - Aktionsplan „Zero-Waste“	47
5	Ausgewähltes Praxisbeispiel zum Einsatz von RC-Gesteinskörnungen	52
6	Umweltkommunikation zur Nutzung mineralischer Sekundärrohstoffe	55
6.1	Vermittlungsinstrumente	55
6.1.1	Rechtliche und normative Instrumente zur Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen/RC-Gesteinskörnungen	57
6.1.2	Ökonomische Instrumente	57
6.1.3	Informative Instrumente	58
6.2	Analyse von Akzeptanzbarrieren für den Einsatz von RC-Baustoffen	63
6.2.1	Methodische Vorgehensweise	63
6.2.2	Auswertung der Ergebnisse der Befragungen	64
6.3	Analyse von Hemmnissen aus der Sicht der Akteure der Bauwirtschaft	67
7	Umweltbildung: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin	70
7.1	Überblick zu einschlägigen Bildungseinrichtungen in Berlin	70
7.2	Analyse und Auswertung zum jeweiligen Bildungsstand in Berlin	72
7.2.1	Auswertung der untersuchten Hochschulen/Universitäten	72
7.2.2	Weiterbildungen	75

7.3	Ableitung und Entwicklung von Bildungskonzeptionen für die jeweiligen Qualifizierungen	76
7.3.1	Bauingenieure	76
7.3.2	Wirtschaftsingenieure	79
7.3.3	Umweltingenieure / Technischer Umweltschutz	82
7.3.4	Studienübergreifende Angebote	86
7.3.5	Berufsausbildung für Betonbauer und Maurer	86
7.3.6	Fortbildung	87
7.4	Analyse des IST-Zustands zu Lehrinhalten unter Einbindung der Thematik ‚Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen‘ im deutschsprachigen Raum	90
7.5	Zwischenfazit	95
8	Umweltbildung und Umweltkommunikation zur Steigerung der Akzeptanz für den Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen in Berlin	96
8.1	Umweltbildungskonzept	98
8.1.1	Weiterbildungskonzept zur Nutzung von mineralischen RC-Baustoffen	98
8.1.2	Verbesserungsmöglichkeiten des Bildungssystems für Studierende und Auszubildende (ausgewählte Akteure der Zielgruppe 2)	100
8.2	Umweltkommunikationskonzept	104
8.2.1	Öffentlichkeitsarbeit	105
8.2.2	Internetplattform mit erweiterten Online-Informationenfunktionen	107
8.2.3	Workshop	108
9	Zusammenfassung / Fazit	110
10	Literaturverzeichnis	112
11	Anhangverzeichnis	116
I.	Aktivitäten im Rahmen des Projektes „Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin“	117
II.	Vorschläge zu Themenfeldern in der Aus- und Weiterbildung	125
III.	Fragebogen für erste Zielgruppe (Wirtschaft und Verwaltung)	128
IV.	Fragebogen für zweite Zielgruppe (Berufsschulbildung, Studium)	129
V.	Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Fragebögen	130

VI. Ermittlung und Abschätzung des Einsatzes von Primär- und Sekundärrohstoffen in Berlin	138
VII. Erfasste praxisrelevante Abfallfraktionen mit Abfallschlüsselnummern nach AVV im Monitoringbericht 2016	144

Abkürzungsverzeichnis

Abs	Absatz
AVV	Abfallschlüsselnummer gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung
BauPVO	EU-Bauproduktenverordnung
BauOBln	Berliner Bauordnung
BaustellV	Baustellenverordnung
BerlAVG	Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz
BNB-System	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DBU	Deutschen Bundesstiftung Umwelt
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäischen Normen
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HTW	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
HWR	Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
Kap.	Kapitel
KMF	künstliche Mineralfasern
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KrW-/AbfG Bln	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Berlin
LABfG	Landesabfallgesetz
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LBO	Landesbauordnung
LP	Leistungspunkt
M	Merkblatt
örE	Öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger
ProBas	Prozessorientierte Basisdaten

ProgRess	Deutsche Ressourceneffizienzprogramm
RC-GK	Recycling-Gesteinskörnung
SEA	Search Engine Advertising
SEM	Search Engine Marketing
SKU-Bilanz	Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz
StB	Straßenbau
TL	Technische Lieferbedingungen
TU	Technische Universität
VgV	Vergabeverordnung
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VwVBU	Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt
ZUK	Zentrum für Umweltkommunikation

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Materialbestand (mineralisch) der Straßenverkehrsinfrastruktur	34
Tabelle 3.2: Ermittlung der RC-Baustoff-Produktionsmenge für 2030	35
Tabelle 6.1: Hemmnisse beim Einsatz von Recycling-Baustoffen aus der Sicht der Akteure der Bauwirtschaft	67
Tabelle 7.1: Auswertung der Hochschulen/Universitäten	72
<i>Tabelle I.11.1: Übersicht zu Vorträgen von Mettke</i>	117
<i>Tabelle I.11.2: Liste der themenbezogenen Veröffentlichungen zum stofflichen Recycling</i>	123
<i>Tabelle I.11.3: Liste der ausgewählten und themenbezogenen Forschungsprojekte</i>	124

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle 2016 in Deutschland	11
Abbildung 1.2: Statistisch erfasste Mengen der verwerteten mineralischen Bauabfälle 2016 in Deutschland	12
Abbildung 2.1: Wesentliche Beiträge bzw. Umweltmaßnahmen zur Entwicklung der Umweltbildung	25
Abbildung 3.1: Massenströme der Steine- und Erdenindustrie, sowie Rohstoffeinsatz in Berlin 2016	29
<i>Abbildung 3.2: Baustoffverteilung im Nichtwohngebäudebestand</i>	32
Abbildung 3.3: Prognostiziertes Gesamtaufkommen mineralischer Bauabfälle bis 2030	34
Abbildung 4.1: Fünfstufige Abfallhierarchie nach KrWG	40
<i>Abbildung 4.2: Einbaukonfigurationen für Recycling-Baustoffe gemäß den Vorgaben der LAGA M20</i>	46
<i>Abbildung 4.3: Baustoffkreislauf</i>	50
<i>Abbildung 5.1: Gegenüberstellung beteiligter Akteure und Materialeinsatz</i>	53
Abbildung 6.1: Mögliche Vermittlungsinstrumente der Umweltkommunikation	56
Abbildung 6.2: Gliederung der Online- Marketingstrategie	59
Abbildung 6.3: Lernvideo „Was sind Recycling-Baustoffe?“	61
Abbildung 6.4: Gliederung der Offline- Marketingstrategie	62
Abbildung 6.6: Ablauf des Erhebungskonzeptes	63
Abbildung 6.7: Auswertung zur Frage für die Bauwirtschaft – „Werden RC-Produkte praktisch geplant und verbaut?“	66
Abbildung 6.8: Auswertung zur Frage für die Bauwirtschaft – „Sind Ihnen die Vor- und Nachteile von Recyclingprodukten im Bauwesen bekannt?“	66
Abbildung 7.1: Betrachtungsgebiet der untersuchten Hochschulen zum Thema „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“	90
Abbildung 7.2: Anteil der Hochschulen, welche bauliches Recycling im Studienangebot aufweisen	91
Abbildung 7.3: Verteilung der Recycling- sowie Nachhaltigkeitsmodule an Hochschulen	92
Abbildung 7.4: Verortung aller untersuchten Hochschulen	93
Abbildung 7.5: Hochschulen, welche das Thema Recycling innerhalb des Lehrprogramms ansprechen	93
Abbildung 7.6: Hochschulen mit qualitativen Recyclingmodulen	94
Abbildung 8.1: „Teufelskreislauf“ am Fallbeispiel RC-Beton	96

Abbildung 8.2: Akzeptanzbarrieren aus Sicht der beteiligten Akteure bei der Konzipierung und Anwendung von mineralischen RC-Baustoffen	97
Abbildung 8.3: Mögliche Themenschwerpunkte für Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen	99
<i>Abbildung 8.4: Aufbau des Umweltkommunikationskonzeptes</i>	104
<i>Abbildung 8.5: Kommunikative Aktivitäten zur Verwendung von RC-Beton</i>	106

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation, Motivation der Thematik

Mineralische Bau- und Abbruchabfälle (Bodenaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle, gipsstämmige Abfälle) stellen – gemessen am gesamten Abfallaufkommen in Deutschland - seit Jahren mengenmäßig zu mehr als die Hälfte den größten Abfallstrom dar. Aus dem 11. Monitoringbericht Kreislaufwirtschaftsträger Bau mit Daten von 2016 geht hervor, dass das gesamte mineralische Abfallaufkommen 214,6 Mio. t¹ betrug; darunter

- 125,2 Mio.t (58,3%) auf Boden und Steine,
- 58,5 Mio. t (27,3%) auf Bauschutt,
- 16,0 Mio.t (7,4%) auf Straßenaufbruch,
- 14,3 Mio.t (6,7%) auf Baustellenabfälle und
- 0,6 Mio.t (0,3%) auf Bauabfälle auf Gipsbasis (vgl. Abbildung 1.1).



Abbildung 1.1: Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle 2016 in Deutschland²

Außerdem ist dem 11. Monitoringbericht Kreislaufwirtschaftsträger Bau entnehmbar, dass von 1996 bis 2016 durchschnittlich ca. 55 Mio. t Bauschutt in Deutschland anfielen. Die Kategorie Bauschutt fällt überwiegend bei Abbruch-/Rückbauarbeiten, aber auch bei Neubau-, Sanierungs- und Modernisierungsarbeiten an – also in den verschiedenen Bauwerks-Lebenszyklusphasen. Diese Fraktion steht im Fokus der hier gemachten Ausführungen. 2016 wurden aus der Bauschuttfraktion 45,5 Mio. t Recycling-Baustoffe (entspricht einer RC-Quote

¹ Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2016, Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016. Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V. Berlin, Dezember 2018, S. 6; in der Anlage 0 sind die erfassten Abfälle mit Abfallschlüsselnummern gemäß Abfallverzeichnisverordnung gelistet

² Daten gemäß Quelle FN 1; eigene Darstellung

von 77,7%), aus Straßenaufbruch 15,2 Mio.t (RC-Quote 95,4%), aus der Fraktion Boden und Steine 11,3 Mio. t und aus Baustellenabfällen 0,2 Mio. t hergestellt. Insgesamt sind aus diesen genannten Kategorien 72,2 Mio.t Recycling-Baustoffe hergestellt worden (s. Abbildung 1.). Durch die Produktion von Recycling-Baustoffen konnten im Jahr 2016 in Summe 12,7 % des Gesamtbedarfs an Gesteinskörnungen substituiert werden. Insgesamt wurden 566,5 Mio.t Gesteinskörnungen (Kiese und Sande, Natursteine, RC-Baustoffe, industrielle Nebenprodukte) verbraucht. Von den 72,2 Mio. t Recycling-Baustoffen wurden 38,1 Mio. t (52,8%) im Straßenbau, 15,9 Mio. t (22%) im Erdbau und 3 Mio. t (4,2%) sonstig – überwiegend im Deponiebau – verwertet (vgl. Abbildung 1.2).

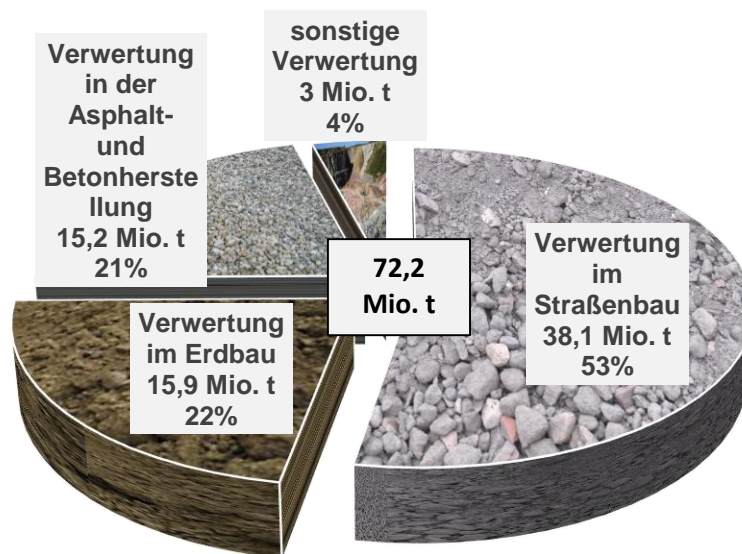


Abbildung 1.2: Statistisch erfasste Mengen der verwerteten mineralischen Bauabfälle 2016 in Deutschland³

RC- Baustoffe werden häufig in Frostschutzschichten (FSS) oder Schottertragschichten (STS) im Straßen - und Wegebau sowie im Gartenlandschaftsbau (Gala-Bau), als Versatz-/ Verfüllmaterial von Gruben, als Deponieersatzbaustoff, und als Recycling-Gesteinskörnung zur Herstellung von Beton und Asphalt eingesetzt. Voraussetzung ist ihre bautechnische Eignung und Unbedenklichkeit aus umwelttechnischer Sicht für den jeweiligen Einsatzort.

Abbildung 1.3 soll einen Überblick zu den Stoffströmen primär abgebauter Baustoffe (Input) sowie sekundär eingesetzter Baustoffe (Output) für das Jahr 2016 vermitteln. Dass die Höhe der jährlichen Input- und Output-Stoffströme von der Baukonjunktur und dem Umfang der Abbruch-/Rückbaumaßnahmen beeinflusst werden, und damit Schwankungen unterliegt, ist bekannt. Die Übersicht soll zudem verdeutlichen, dass - bei Betrachtung des Delta von Input und Output - das anthropogene Lager (urban mining) von Jahr zu Jahr anwächst. Die

³ Daten aus: Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2016, Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016. Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V. Berlin, Dezember 2018, S. 6; eigene Darstellung

mineralischen Rohstoffe sind zu etwa 65 % im Hochbau und 35 % im Tiefbau verbaut. Der Hochbau umfasst dabei die Wohn- und Nichtwohngebäude, der Tiefbau die Straßen-, Wege- und Schieneninfrastruktur-Bauvorhaben.

Bis heute wird in der Bauwirtschaft von den meisten beteiligten Akteuren (Bauherren, Planer, Architekten etc.) das Bauen mit RC-Baustoffen nicht mit einem positiven Wert verbunden. Die traditionellen, wirtschaftlichen Interessen überwiegen i.d.R.⁴. Und das trotz der Kenntnis, dass Umwelt- und Klimaschutz unter dem Begriff „nachhaltiges Bauen“ unerlässlich zu beantwortende Themen der Gegenwart sind – nicht nur der Zukunft. Die Endlichkeit der Naturbaustoffe und die daraus resultierende rohstoffwirtschaftliche Notwendigkeit des Einsatzes von Recycling-Baustoffen sind zwar den Akteuren der Baubranche bewusst, doch derzeit gibt es immer noch in erster Linie Akzeptanzbarrieren in der Form, dass – wenn auch unbegründet – vorrangig die Qualität der RC-Baustoffe in Frage gestellt wird. Deshalb ist es enorm wichtig, diesen Hemmnissen entgegen zu wirken. Die bestehenden Verwertungsdefizite sind abzubauen bzw. das mögliche Potenzial an mineralischen Sekundärstoffen ist auszuschöpfen. Es muss jedem Akteur klar gemacht werden, dass mineralische Naturrohstoffe endlich sind bzw. nicht nachwachsen. Den nächsten Generationen wird die Lebensgrundlage des wirtschaftlichen Handelns entzogen, wenn nicht konsequent dem gegenwärtigen Handeln – trotz der o.a. erzielten Recyclingquoten - gegengesteuert wird. Dies betrifft bspw. die Fraktionen Bauschutt oder den mit Steinen durchsetzten Bodenaushub, welche derzeit oftmals für Verfüllmaßnahmen verwendet werden und damit unwiederbringlich verloren gehen resp. der Kreislaufwirtschaft entzogen werden. Abgesehen davon, wird dieser Verwertungsweg zukünftig – sofern die Ersatzbaustoffverordnung (EBV)⁵ in Kraft tritt - nicht mehr möglich sein, denn die wesentlichen Ziele bestehen darin:

- die gemäß §6 des KrWG's bestmögliche Verwertung zu gewährleisten sowie
- die Funktionen des Bodens entsprechend §1 des BBodSchG's zu sichern und wiederherzustellen.

4 Frohn, Hans-Werner; Rosebrock, Jürgen (Hrsg.), Herausforderungen für die Umweltkommunikation, München, 2018; eigene Auswertungen von Ausschreibungen zu Bauvorhaben und Fazit aus Gesprächsrunden mit Recyclingunternehmer

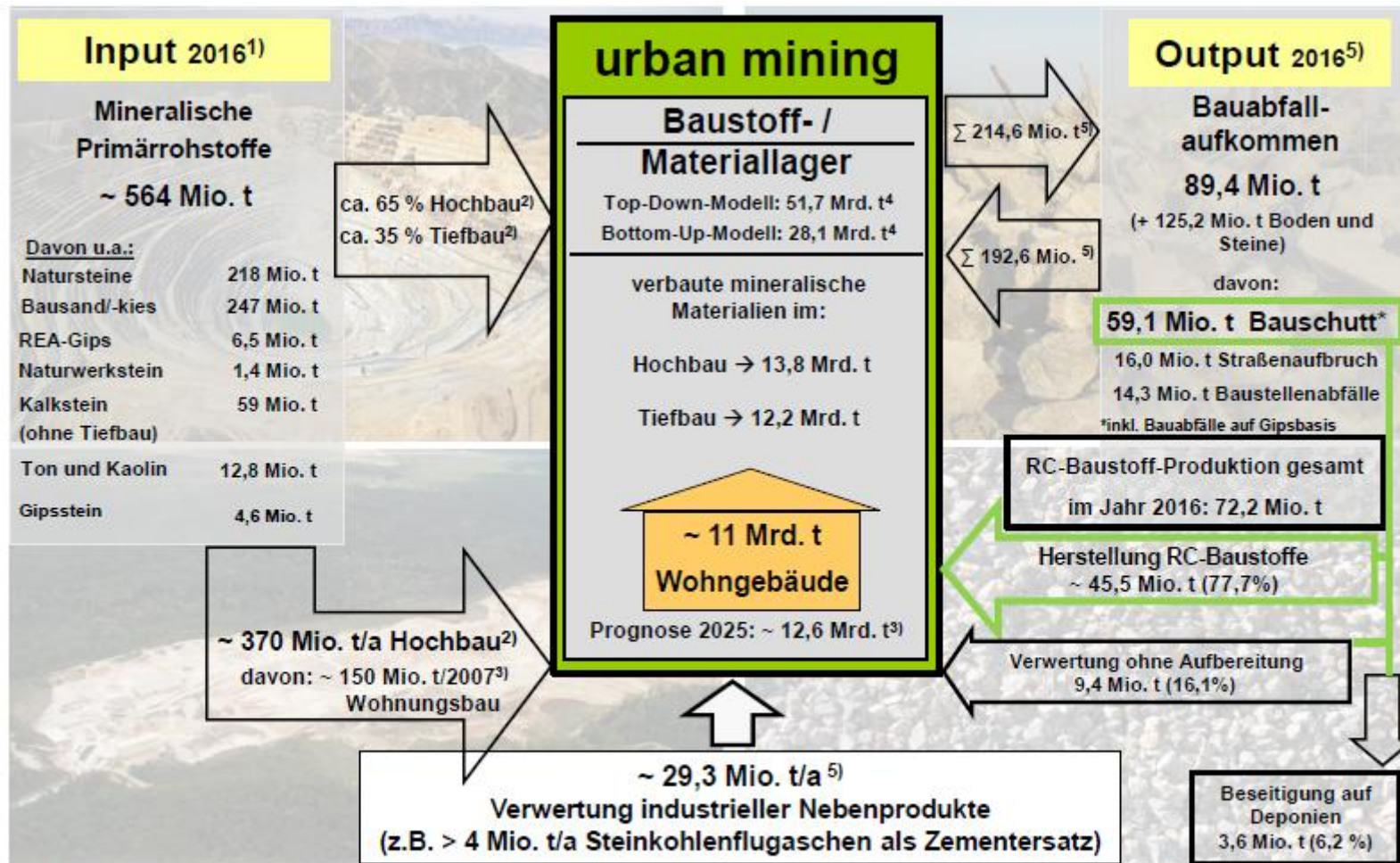
5 Verordnung der Bundesregierung, Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung;
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/mantelv_entwurf_bf.pdf

Das übergeordnete Ziel der EBV besteht darin, tragfähige, zukunftsverträgliche Lösungen für das Recycling von mineralischen Abfällen und deren Einsatz in technischen Bauwerken (mit dem Boden verbundene Bauwerke wie z.B. Straßen, Wege, Parkplätze, Schienenverkehrswege, Leitungsrinnen, Lärm- und Sichtschutzwälle) zu schaffen - erstmals bundeseinheitlich und rechtsverbindlich. Außerdem werden die Umweltstandards zur Verfüllung von Abgrabungen und Tagebauen bundesweit geregelt.⁶

An die Materialwerte bzw. medienschutzbasierten Einbauwerte der RC-Baustoffe werden aus vorsorgenden Boden- und Gewässerschutzgründen veränderte Anforderungen im Vergleich zu den bisherigen länderspezifischen Regelungen gestellt. In Abhängigkeit der Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht sowie der bau- und umwelttechnischen Eignung der RC-Baustoffe wird die Einbaukonfiguration definiert. Den wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge wird innerhalb des medienschutzbasierten Fachkonzepts eine deutliche Verschiebung der Verwertungsmengen, hin zu besseren Qualitätsklassen, erreicht⁷, was eine verbesserte Akzeptanz der Verwendung von RC-Baustoffen zur Folge hätte. Allerdings zeichnen sich auch kohärente Entwicklungen ab, die der Kreislaufwirtschaft abträglich sind. Wegen der strengeren Materialwerte werden Stoffstrommengenverschiebungen in Richtung Deponierung prognostiziert. Jedoch besteht derzeit bereits in einigen Bundesländern eine prekäre Situation hinsichtlich verfügbarer Deponiekapazitäten. Wie sich dieser Sachverhalt auswirkt, wenn eine gründliche und vorausschauende Planung fehlt, hat bspw. die Entsorgungskrise der mit HBCD-Flammschutzmitteln behandelten Styropor-Dämmstoffe gezeigt. Von der Mengenproblematik her betrachtet, dürfte dieser Sachverhalt im Vergleich zu den mineralischen Bau- und Abbruchabfällen noch als gering einzustufen sein.

⁶ Aktueller Referentenentwurf der Ersatzbaustoffverordnung (Artikel 1 der Mantelverordnung) vom 06. Februar 2017; BMUB - Pressedienst Nr. 140/17 – Kreislaufwirtschaft/Boden- und Gewässerschutz, Berlin 3.Mai 2017

⁷ Susset, Bernd, Grathwohl, Peter: Ersatzbaustoffverordnung – Fachkonzept zur Ableitung der EBV-Materialwerte aus den GFS-Werten; Vortragsunterlagen, 2011; Susset, Bernd et.al.: UBA-Fachbericht zum 2.Arbeitsentwurf der ErsatzbaustoffV, 2011



1) BBS (Hrsg.): bbs-Zahlenspiegel 2018, Struktur- und Konjunkturdaten der Baustoff-, Steine-und-Erden-Industrie, 2018, S.5.

2) Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Recyclinggutachten NRW, Dezember 2009;

3) Keßler, Hermann.: Workshop „Demografischer Wandel – eine Herausforderung für die Abfallwirtschaft?“, Dessau, November 2007;

4) Umweltbundesamt (Hrsg.): Urban Mining – Ressourcenschonung im Anthropozän, Juli 2017, S.30.

5) 11. Monitoringbericht „Mineralische Bauabfälle Monitoring 2016 - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016“, erschienen Dezember 2018)

Abbildung 1.3: Überblick Stoffströme mineralischer Rohstoffe und mineralischer Bau- und Abbruchabfälle [Mettke]

1.2 Projektziel

Ressourcenschonendes Bauen verlangt auf langfristige Sicht angelegte Strategien und eine Kooperation aller an der Wertschöpfungskette Bau beteiligten Akteure. Dies setzt einen Kenntnisstand voraus, aus dem die Dringlichkeit, aber auch das Potenzial eines ressourcenschonenden Bauens klar hervorgeht. Infolgedessen ist es wichtig, Informations-, Kenntnis- und Handlungsdefizite abzubauen und Potenziale zu erkennen. Eine wissenschaftlich fundierte und praxisnahe Aufarbeitung des ressourcenschonenden Bauens ist aus diesem Grund unerlässlich.

Die Wege und Methoden der alternativen und innovativen Anwendungsbereiche für die aus mineralischen Abbruchmaterialien stammenden Rohstoffe sind schon längst in der Kreislaufebene bekannt, um der Problematik des effektiven Rohstoffverbrauchs zu begegnen. Die Gründe für den fehlenden Einsatz oder die Benachteiligung von RC-Baustoffen liegen in erster Linie darin, dass öffentliche Baumaßnahmen häufig den Einsatz von RC-Baustoffen ausschließen. Der Einbau von Naturmaterial wird in der Ausschreibung gefordert und Nebenangebote werden häufig nicht zugelassen, so dass RC-Baustoffe erst gar nicht angeboten werden können. Zur Minimierung von offenbar scheinbaren Risiken bevorzugen Planer den Einsatz von Naturbaustoffen, also Kiesen, Sanden oder Schotter je nach Verwendungszweck. Zweitens sind die Hemmnisse auf Kenntnislücken und/oder fehlende Erfahrungen der am Bau Beteiligten zurückzuführen. Dementsprechend liegt zwischen Wissen und Handeln eine breite Kluft.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es deshalb, ein Umweltkommunikationskonzept zur Steigerung der Ressourceneffizienz für den Einsatz von mineralischen RC-Baustoffen am Beispiel des Landes Berlin zu entwickeln. Die zu entwickelnden Kommunikationskonzepte sollen für die in der Bauwirtschaft und den baubezogenen Bildungseinrichtungen tätigen Akteure als praktische Lösungen und Handlungsmöglichkeiten dienen. Erzielt werden soll eine breite Wirkung für einen optimalen Wissenstransfer mittels modernen Kommunikationsmöglichkeiten zu wissenschaftlichen Ergebnissen und praktischen Erfahrungen zum Einsatz von RC-Baustoffen.

Die konkrete Zielstellung des Bildungskonzepts besteht darin, die notwendigen Grundlagenkenntnisse und das Bewusstsein für die Problematik in Ausbildung und Lehre, den zukünftigen Ingenieuren und Facharbeitern sowie berufsausübenden Spezialisten im Baugewerbe zu vermitteln. Als Grundlage für die Erarbeitung der Konzepte soll ein realistischer Eindruck des aktuellen Kenntnisstandes auf dem Gebiet des baulichen Recyclings bei den beteiligten Akteuren und der zuletzt erfassten abfallwirtschaftlichen Situation bzw. Bauabfall-Stoffströme aus dem Gebäude- und Straßenbestand im Land Berlin

erreicht werden. Vorhandene, bisher ungenutzte, Potenziale zur Ressourcenschonung sind aufzuzeigen.

Das Projekt dient gleichzeitig dazu, den an Bauvorhaben beteiligten Akteuren nicht nur die Konsequenzen aus dem unterlassenen Handeln darzulegen, sondern wissenschaftlich fundiert umweltverträgliche und wirtschaftliche Vorteile zur Gewinnung und dem Einsatz von RC-Baustoffen exemplarisch an einem ausgewählten Bauvorhaben erlebbar darzustellen.

Zur Intensivierung der Bildungsaktivitäten und Kommunikationsmaßnahmen sind ggf. Lücken in der Lehre und Hemmnisse in der Praxis hinsichtlich der Akzeptanz von RC-Baustoffen zu identifizieren und auszuwerten. Diesbezüglich ist der Informationsaustausch zwischen Vertretern aus der Wirtschaft, aus Behörden und Ausbildungsstätten zu vertiefen. Durch die Integrierung der vorgeschlagenen Bildungs- und Kommunikationsmaßnahmen soll der Einsatz von RC-Baustoffen so akzeptiert werden, wie es für natürliche Baumaterialien der Fall ist.

1.3 Zielgruppen

Bei der Unterteilung der Zielgruppen ist es wichtig, auf den Motivationstyp zu achten. Die Akteure unterscheiden sich durch verschiedene Funktionen und Motivationen in ihren Beruf.⁸ Beispielsweise entwickeln Architekten neue Ideen; deshalb ist bei der Erarbeitung der Bildungs- und Kommunikationskonzepte auf Kreativität und innovative Baustoffverwendung zu achten.

Unterschieden wird in zwei Ziel-/ Akteursgruppen:

- **erste Akteursgruppe** (Akteure in der Wirtschaft und Verwaltung: durch Weiterbildung):
 - Bauherren (der Schwerpunkt dieser Studie liegt bei öffentlichen Bauherren)
 - Planer und Architekten
 - Abbruch- /Rückbauunternehmer
 - Recyclingunternehmer
 - Betonhersteller
 - Bauunternehmer
 - Behördenvertreter
- **zweite Akteursgruppe** (Akteure in der Lehre: durch Berufsschulbildung, Studium):
 - Berufsschullehrer von Auszubildenden wie z.B. Hochbau- und Tiefbaufacharbeiter, Bauwerksmechaniker, Beton- und Stahlbetonbauer/-in
 - Dozenten aus Hoch- und Fachschulen bezogen auf Studiengänge der Architektur, des Bauingenieurwesens und Umweltwissenschaften

Auf welchem Wege die erarbeiteten Projektergebnisse in die Umweltbildung und -kommunikation integriert werden können, veranschaulicht Abbildung 1.4.

⁸ Hesebeck, Birthe: Alles eine Frage der Motivation? – Wie Werte unser Verhalten beeinflussen: A. Biiter, T. Pyhel, V. Bischoff (Hrsg.): Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, München, 2016, S.139-152

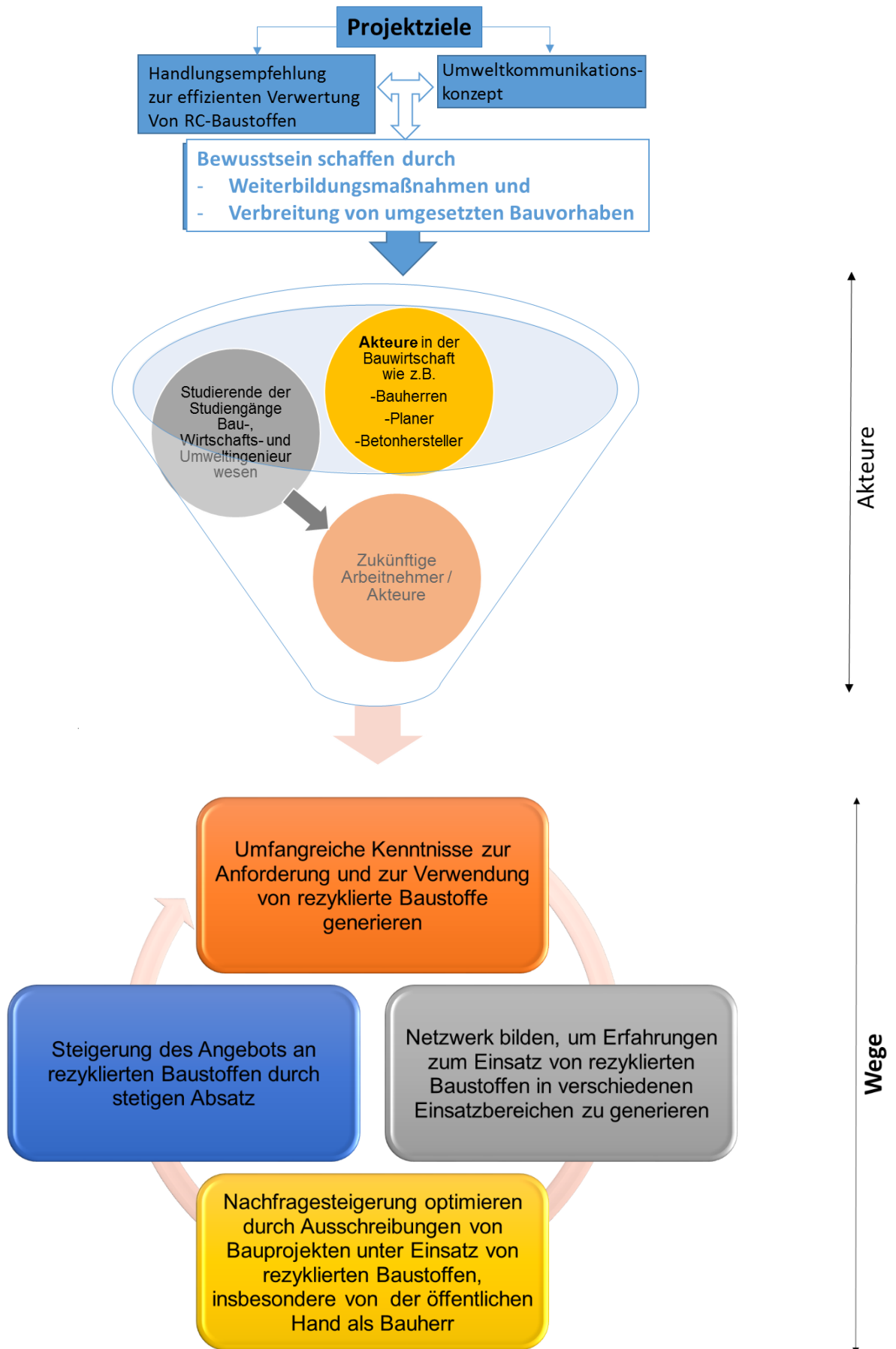


Abbildung 1.4: Integration der erarbeiteten Projektergebnisse für die Umweltbildung und – Kommunikation

1.4 Methodische Vorgehensweise und Projektablauf

Ausgewertete Literaturrecherchen zu statistischen Datenerhebungen hinsichtlich der eingesetzten Baustoffe und – materialien im Land Berlin geben eine erste Orientierung zum Einsatz von Sekundärrohstoffen und – materialien. Darüber hinaus ist eine diesbezügliche Erhebung mittels Befragung beider Akteursgruppen geplant.

Zur Umsetzung des Projektziels wurden, entsprechend des Förderantrages, zwei Arbeitspakete (AP) definiert, welche in Abbildung 1.5 mit inhaltlichen Schwerpunkten im Überblick dargestellt und nachfolgend erläutert sind.

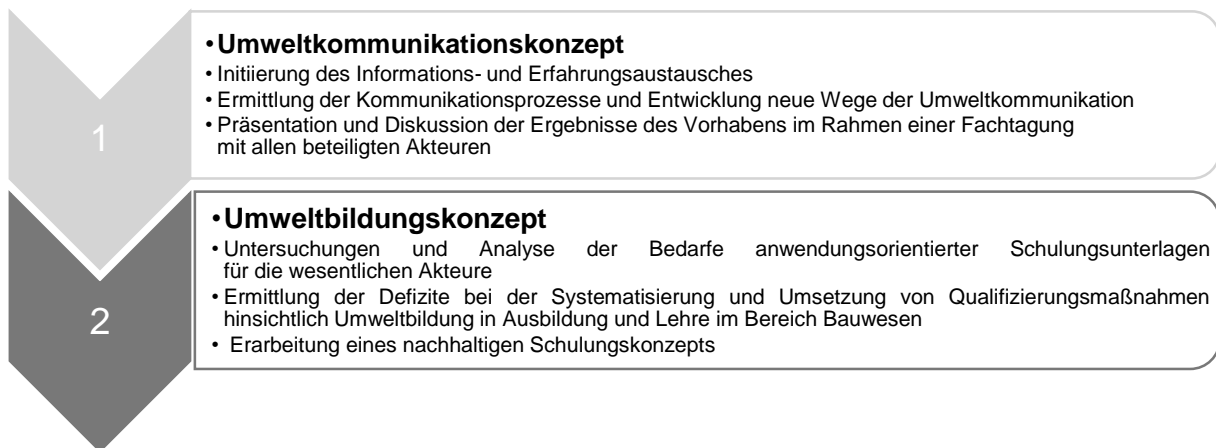


Abbildung 1.5: Übersicht Projekt-Arbeitspakete

1. Umweltkommunikation

Ein besonderer Schwerpunkt in diesem Vorhaben besteht darin, die bestehenden Kommunikationsprozesse zu bewerten, um den Ansatz für zukünftige Initiativen bzw. neue Wege der Umweltkommunikation zum Wissensaustausch mit spezifischen Akteuren auf dem Bausektor sowie mit neuen Kommunikationspartnern zu schaffen. Dabei sollen im Ansatz die Aspekte der Bildung berücksichtigt werden.

Der Austausch und die Verbreitung von umweltrelevanten Informationen zum Ressourcenschutz und zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Bausektor sollen hier im Fokus stehen und die Kommunikation zwischen den verschiedenen Akteuren im Bausektor ermöglichen. Es werden bestehende Hemmnisse für den Einsatz von Sekundärrohstoffen und – materialien analysiert. Die bestehenden Bedenken und Probleme der beteiligten Akteure werden hinsichtlich der Qualität von RC-Baustoffen und der Verwertungseinschränkungen erfasst. Die Einschränkungen für die Verwertung resultieren aus den bestehenden Regelwerken.

2. Umweltbildungskonzept

Für die Erfassung des aktuellen Wissensstandes in der Lehre zum Umgang von mineralischen RC-Baustoffen aus abfallwirtschaftlicher Sicht und zum Einsatz dieser im Hoch- und Tiefbau unter dem Aspekt, nachhaltig zu bauen, werden in erster Linie die derzeit angebotenen Lehrinhalte, Module und Qualifizierungsmaßnahmen an einschlägigen Bildungs- und Weiterbildungseinrichtungen in Berlin und Brandenburg eruiert, analysiert und bewertet. Zur Verifikation der vorgefundenen Informationen in Modulbeschreibungen/ Studienordnungen und für weitere Details ist dabei die Rücksprache mit den Verantwortlichen hilfreich, um einen Einblick in die Lehrmaterialien und Lernziele zu erhalten.

Auf der Basis der erhaltenen Ergebnisse wird ermittelt, welche Defizite bei der Systematisierung und Umsetzung von Qualifizierungsmaßnahmen hinsichtlich Umweltbildung in Ausbildung und Lehre im Bereich Bauwesen bestehen. Diese Ergebnisse sollen in einem Bildungskonzept münden. Im Rahmen eines Workshops soll das entwickelte Bildungskonzept mit den Akteuren bezüglich der Relevanz und der Umsetzbarkeit diskutiert werden.

Für die Bearbeitung der umfangreichen Aufgabenstellung kommen verschiedene didaktische Methoden zur Anwendung:

- Literaturrecherchen zu statistischen Datenerhebungen zum Anfall und zur Verwertung von RC-Baustoffen, einschlägiger Fachliteratur, Gesetzen, Verordnungen, Normen, sonstigen Regelwerken und Richtlinien speziell im Land Berlin,
- Auswertung der statistischen Erhebungen,
- Aufbau von Kontakten zu und Durchführung von Gesprächsrunden mit Akteuren der Bau-, Abbruch-, Entsorgungs- und Recyclingbranche sowie zu in der Lehre Tätigen,
- Befragungen zu o.a. beteiligten Akteuren in Berlin in Form
 - von Umfragen durch Versendung entwickelter Fragebögen,
 - von E-Mails und
 - anhand mehrmaliger telefonischer und persönlicher Kontaktezur Identifizierung der Wissensvermittlung hinsichtlich des Einsatzes von RC-Baustoffen,
- Einbindung Studierender der BTU Cottbus – Senftenberg durch Vergabe und Betreuung von Qualifizierungsarbeiten (Studienprojekte, Bachelor- und Masterarbeiten).

2 Begriffsklärungen

2.1 Ressourceneffizienz

Der Begriff Ressourceneffizienz wird laut VDI 4800 Blatt 1 als „das Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür benötigten Ressourceneinsatz“ definiert.

$$\text{Ressourceneffizienz} = \frac{\text{Nutzen (Produkt, Funktion, funktionelle Einheit)}}{\text{Aufwand (Einsatz natürlicher Ressourcen)}}$$

Als wesentlicher Wirtschaftsfaktor und somit Grundlage für den sekundären und tertiären Sektor einer Volkswirtschaft gelten die natürlichen Ressourcen. Natürliche Ressourcen sind dabei:

- erneuerbare und nicht erneuerbare Primärrohstoffe
- Energieressourcen (Energierohstoffe, strömende Ressourcen, Strahlungsenergie)
- Luft und Wasser
- Fläche (und Boden bei dessen agrar- und forstwirtschaftlicher Nutzung)
- Ökosystemleistungen inklusive der Senkenfunktion der Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft)⁹.

Neben den teils stark schwankenden Rohstoffpreisen und der Verknappung der nicht erneuerbaren Primärrohstoffe (wie z.B. Erdöl, seltene Erden, Kiese, Sande, Splitte) sind außerdem ökologische Umweltbeeinträchtigungen bei der Gewinnung von natürlichen Ressourcen festzustellen, welche Treibhausgase aber auch Schadstoffeinträge in Boden, Wasser und Luft verursachen können.

Damit das Wachstum als auch der Wohlstand nicht ausschließlich auf der Verwendung von natürlichen Ressourcen basiert, müssen Strategien entwickelt werden, um die Ressourceneffizienz zu verbessern. In diesem Zuge hat die Bundesregierung im Jahr 2012 das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) verabschiedet.

Dieses hat u.a. zum Ziel, „die Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten und in Verantwortung für künftige Generationen dazu beizutragen, unsere natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu sichern. Vor diesem Hintergrund strebt die Bundesregierung eine möglichst weitgehende Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourceneinsatz sowie die Senkung der damit verbundenen Umweltbelastungen, die Stärkung der Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und dadurch die Förderung von stabiler Beschäftigung und sozialem Zusammenhalt an.“¹⁰

⁹ VDI 4800 Blatt 1

¹⁰ BMU, Überblick zum Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes)

2.2 Umweltkommunikation

Die Geschichte des Umweltschutzes wurde in den 70-er Jahren wesentlich durch Kommunikationsereignisse geprägt. Spätestens seit der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio steht das Thema nachhaltiger Entwicklung sowie der Umweltbildung und -kommunikation zur Debatte. Von diesem Zeitpunkt an wurden die Diskussionen über umweltbezogene Werte und Maßnahmen sowie Umweltleistungen in der Gesellschaft immer bedeutender, so dass heute eine Vielzahl von Definitionen, entsprechend den verschiedenen Fachbereichen mit den fachspezifischen Zugangsweisen, zum Themenfeld vorliegen.¹¹

Im Öko-Lexikon¹² ist eine umfassende Begriffsklärung der Umweltkommunikation angegeben. Es wird dort zwischen Umweltbildung, Umweltberatung sowie Umweltöffentlichkeitsarbeit und Umweltjournalismus unterschieden. Unter Umweltkommunikation wird im Allgemeinen eine Zusammenstellung von umweltbezogenen Maßnahmen verstanden.¹³

Im Baubereich wird gemäß DIN EN ISO 14063 „Umweltmanagement – Umweltkommunikation – Anleitungen und Beispiele“ die Umweltkommunikation als ein von einer Organisation durchzuführender Prozess beschrieben. Durch die Beschaffung und Bereitstellung der Informationen und dem Austausch zwischen den intern und extern interessierten Kreisen wird ein gemeinsames Verständnis zu Umweltfragen, Umweltaspekten und Umweltleistung gefördert.

Umweltkommunikation setzt vielfältige Ziele und kann viele Formen annehmen. Dies hängt von der Struktur, dem Umfang und der Art der Organisation sowie den geographischen Auswirkungen ab.

Bei der Zielsetzung der Umweltkommunikation können folgende Schwerpunkte priorisiert werden:

- umweltbezogene Tätigkeiten, Produkte und Dienstleistungen,
- Einhaltung von geltenden rechtlichen Verpflichtungen und allgemeingültigen Anforderungen,
- Beeinflussung durch öffentliche Medien zu Umweltthemen,
- Bereitstellen von Informationen und Unterstützen des Verständnisses der interessierten Kreise in Bezug auf Umwelttätigkeiten, Umweltaspekte, Umweltauswirkungen und Umweltleistung,
- Erfüllen der Erwartungen interessierter Kreise im Hinblick auf Umweltinformationen,

11 Jacoby, Klaus-Peter; Schneider, Vera; Meyer Wolfgang; Stockmann, Reinhard: Umweltkommunikation im Handwerk. Bestandsaufnahme – vergleichende Analyse – Entwicklungsperspektiven. Waxmann Verlag GmbH, Münster 2005, S.24.

12 Simons, Udo. Öko Lexikon. Beck, München, 2003.

13 Jacoby, Klaus-Peter; Schneider, Vera; Meyer Wolfgang; Stockmann, Reinhard: Umweltkommunikation im Handwerk. Bestandsaufnahme – vergleichende Analyse – Entwicklungsperspektiven. Waxmann Verlag GmbH, Münster 2005, S.25.

- Aufbauen eines fortlaufenden Dialoges zu Umweltthemen,
- Minimieren von internen und/oder externen Konflikten,
- Verbessern der Glaubwürdigkeit und des Ansehens,
- Verbessern des öffentlichen Wissens und des Umweltimages der Produkte und Dienstleistungen,
- Schaffen von Anreizen für umweltbezogene Innovation und Kreativität.¹⁴

In der Umweltkommunikation stehen Umweltsituationen, Umweltprobleme und Lösungsmöglichkeiten im Fokus. Mittels Umweltkommunikation will man Folgendes erreichen:

- das Interesse für Umweltthemen wecken,
- gesellschaftliche Prozesse reflektieren,
- über Umweltzustände informieren,
- zum Handeln motivieren,
- machbare Lösungen aufzeigen,
- Akteure mobilisieren,
- bei Umweltkonflikten moderieren.¹⁵

2.3 Umweltbildung

Umweltbildung ist ein Bestandteil der Umweltkommunikation¹⁶, der seit den 70er Jahren als ein eigenständiger Bereich etabliert ist.¹⁷ Darunter wird im allgemeinen Sinn ein Bildungsansatz zur Förderung der umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Verhaltensweisen verstanden.

Die Fokussierung auf die berufliche Umweltbildung bzw. fachliche Tätigkeit existiert erst seit Mitte der 1980er Jahre. Seitdem wurde die Umweltbildung durch mehrere internationale Umweltbewegungen und – maßnahmen (Abbildung 2.1) zu einer großen begrifflichen Vielfalt entwickelt. Außerdem wird die Umweltbildung in drei Phasen unterteilt:

- programmisch,
- pragmatisch,
- reflexive,

Diese theoretischen Ansätze haben zu der Entwicklung der allgemeinen und beruflichen Umweltbildung beigetragen¹⁸. Heutzutage ist die Umweltbildung gemäß der Agenda 21 dem

¹⁴ DIN EN ISO 14063 Umweltmanagement – Umweltkommunikation – Anleitungen und Beispiele (ISO 14063:2006); Deutsche Fassung EN ISO 14060:2010

¹⁵ <http://www.umweltkommunikation-danner.de/was-ist-umweltkommunikation.php>

¹⁶ <http://www.die-bonn.de/clear/afbstich.htm>

¹⁷ Rebmann, Karin. Schriften zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Rainer Hampp Verlag, München und Mering, 2008. S. 12

¹⁸ Rebmann, Karin. Schriften zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Rainer Hampp Verlag, München und Mering, 2008. S. 13

Kapitel 36 eine grundlegende Voraussetzung für die Förderung der nachhaltigen Entwicklung und wird auch als Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) bezeichnet. Durch Verpflichtung von UN-Dekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“, die Nachhaltigkeit in ihre Bildungssysteme zu verankern, wurden von der deutschen UNESCO-Kommission bundesweit über 1500 Projekte und 14 Kommunen ausgezeichnet.¹⁹



Abbildung 2.1: Wesentliche Beiträge bzw. Umweltmaßnahmen zur Entwicklung der Umweltbildung ²⁰

2.4 Recycling

Der Begriff „Recycling“ ist in § 3, Abs. 25 KrWG wie folgt definiert: „Recycling ... ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; ...“

Mit Bezug auf den erneuten Einsatz von Bau- und Abbruchabfällen bedeutet dies bspw. die Aufbereitung von Bauschutt in Recyclinganlagen zu RC-Baustoffen bzw. RC-Gesteinskörnungen, die bereits in gebundener (z.B. im Beton) oder ungebundener Form (z.B. in der Schottertragschicht) eingesetzt waren. ²¹

¹⁹ Bildung für nachhaltige Entwicklung. Wikipedia [https://de.wikipedia.org/wiki/Bildung_f%C3%BCr_nachhaltige_Entwicklung].

²⁰ Bahr, Matthias. Umweltbildung. Essays zur Didaktik der Geographie. Universitätsverlag Potsdam, 2013. S. 73

²¹ Mettke, A.: Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten, Habilitationsschrift, BTU Cottbus, 2010, S.15

3 Aktuelle Situation in Berlin – Ein Überblick

3.1 Mengen an Bau- und Abbruchabfällen - Einsatz von Primär- und Sekundärrohstoffen

Aktuelle Zahlen für den mineralischen Abfall in Berlin

Nach Angaben des SKU-Berichtes sind im Jahr 2016 im Land Berlin insgesamt ~ 7 Mio. t Abfälle angefallen. Mit ~ 4,4 Mio. t (vgl. Abbildung 3.1) bilden die mineralischen Bau - und Abbruchabfallmengen den größten Stoffstrom in Berlin²². Diese Mengen unterteilen sich auf die Fraktionen:

- Boden und Steine mit ~ 2,26 Mio. t
- Bauschutt und Straßenaufbruch mit ~ 2,17 Mio. t davon
 - Bauschutt mit ~ 1,02 Mio. t
 - Beton mit ~ 0,84 Mio. t
 - Gipsabfälle ~ 0,03 Mio. t
 - Ziegel mit ~ 0,09 Mio. t
 - Asphalt ~ 0,15 Mio. t²³

49% der Gesamtmenge, vor allem Bauschutt, Boden und Steine, wurden in Brech- und Klassieranlagen behandelt. Die daraus hergestellten RC-Baustoffe sind hauptsächlich im Straßen- und Wegebau in Berlin und Brandenburg eingesetzt worden (47% der Gesamtmenge wurden stofflich verwertet). Nicht behandelte mineralische Abfälle wurden sonstig auf Deponien (22%) und zur Verfüllung von Sand-, Kies- und Tongruben (27%) im Land Brandenburg verwertet, 4% der mineralischen Abfälle wurde auf Deponien beseitigt. Durch den Einsatz von RC-Baustoffen konnten mehr als 2 Mio.t Naturbaustoffe eingespart und knapp 4,4 ha Abbaufäche geschont werden.²⁴

Aktuelle (geschätzte) Zahlen für den mineralischen Rohstoff-Input in Berlin

Die berechneten Werte für den primären und sekundären Rohstoff-Input in Bau- sowie Sanierungsvorhaben in Berlin basieren teils auf eigenen Berechnungen, welche durch statistische Auswertungen, Aussagen von Vertretern der Bauwirtschaft sowie durch Hochrechnungen gestützt sind. In Abbildung 3.1 sind diese Werte in rote Kästen gesetzt. In Anhang VI sind diese Berechnungen zur Nachvollziehbarkeit erläutert.

Demzufolge werden von den ~ 3,83 Mio. t eingesetzten Primär- und Sekundärrohstoffe für Baumaßnahmen in Berlin ~ 0,39 Mio. t Sekundärrohstoffe/RC-Baustoffe im Straßen - und

²² Ifeu (Hrsg.), Vogt, Regine; Fehrenbach, Sophia: Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin, Heidelberg, 2017, S.61

²³ Ebd., S. 28-33

²⁴ Ebd., S.35

Wegebau verwendet. Ein geschätzter Anteil²⁵ der RC-GK für Hochbaumaßnahmen wird mit ca. 1-3 % der Gesamtmenge der Sekundärrohstoffe angenommen. Dieser Wert schwankt von Jahr zu Jahr, je nach Akzeptanz/Anwendung bzw. Vorgaben entsprechend der Ausschreibungen zur Verwendung von RC-Baustoffen in Berliner Bauprojekten.

RC-Baustoffverwendung in Berliner Bauvorhaben

Mit einem bestehenden Anteil der RC-Baustoffe in Berliner Bauvorhaben von ca. 10 M.-%, bestehen noch erhebliche erschließbare Potenziale.

In Anbetracht der möglichen nach DAfStb-Richtlinie²⁶ geregelten Substitution von rezyklierten Gesteinskörnungen von bis zu 45 Vol.-% (Gesteinskörnungstyp 1) und 35 Vol.-% (Gesteinskörnungstyp 2) zur Herstellung von Konstruktionsbeton, gibt es einen weiteren Bedarf an Kommunikation für den Einsatz von RC-Baustoffen im Hochbau. Aber auch im Straßen- und Wegebau, wie z.B. das Einbringen von RC-GK in Binder- und Tragschichten bestehen noch Potenziale. Die Autoren dieses Berichts unterstützen uneingeschränkt die im SKU-Bericht für RC-Baustoffe aufgeführten Optimierungsmaßnahmen:

„Durch die Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen bei Baumaßnahmen könnte die Schonung mineralischer Rohstoffe und von Fläche im Maximalfall verdoppelt werden. Wichtige Maßnahmen sind die sortenreine Erfassung beim Rückbau, Steigerung der Absatzmöglichkeit insbesondere von Ziegelmateriale im Straßenbau, Umlenkung von RC-Beton in den Hochbau sowie Initiierung einer verstärkten Nachfrage nach RC-Produkten im Bauwesen.“²⁷

Nachteile der Primärrohstoffe gegenüber der Sekundärrohstoffe

Der Abbau natürlicher Ressourcen, wie Sand, Kies und gebrochene Natursteine (Splitte) als herkömmlich eingesetzte Gesteinskörnung, ist mit einem großen Flächen-, aber auch Energieverbrauch verbunden. Im Jahr 2014 betrug der Flächenverbrauch zur obertägigen Förderung von Baumineralien in Deutschland rund 3,6 ha pro Tag (ha/d). Dies entspricht 51 % des täglichen Flächenverbrauchs durch die inländische Rohstoffentnahme im Tagebau (Gesamt: ca. 7 ha/d; im Vergleich Braunkohleförderung: 2,2 ha/d).²⁸ Die Abbauschichten für Sand und Kies betragen im Schnitt 15 m. Um eine Tonne Sand, Kies zu fördern werden ca. 0,37 m² Oberfläche zerstört.²⁹ **So entspricht das Flächenäquivalent, der jährlich in Berlin genutzten Rohstoffgesamtmenge an Bausand und Baukies, etwa 1,21 km² bei einer Menge von 3,27 Mio. t (0,27 Mio. t ungebundene Primärrohstoffe im Straßen- und Wegebau**

²⁵ in Bezugnahme auf Hochbau-Projekte, wie bspw. im Jahr 2015 der Neubau des Forschungs- und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin (verwendete RC-GK: ~ 3000 t)

²⁶ DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, Ausgabe 2010-09

²⁷ Ifeu (Hrsg.): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin, Heidelberg, 2017, S. 35

²⁸ UBA (Hrsg): Die Nutzung natürlicher Ressourcen, Bericht für Deutschland 2016, S. 60.

²⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/flaechenverbrauch-fuer-rohstoffabbau>, aufgerufen am 26.04.2017.

+ 0,155 Mio. t GK in der Asphaltherstellung + 1,85 Mio. t Kies und 1,0 Mio. t Sand für den Transportbeton). Aktuellen Bürgerumfragen zufolge, steht die Erhaltung des Landschaftsbildes an erster Stelle, auch deshalb sind alle Potenziale zur Substitution von natürlichen Baurohstoffen zwingend zu erschließen.

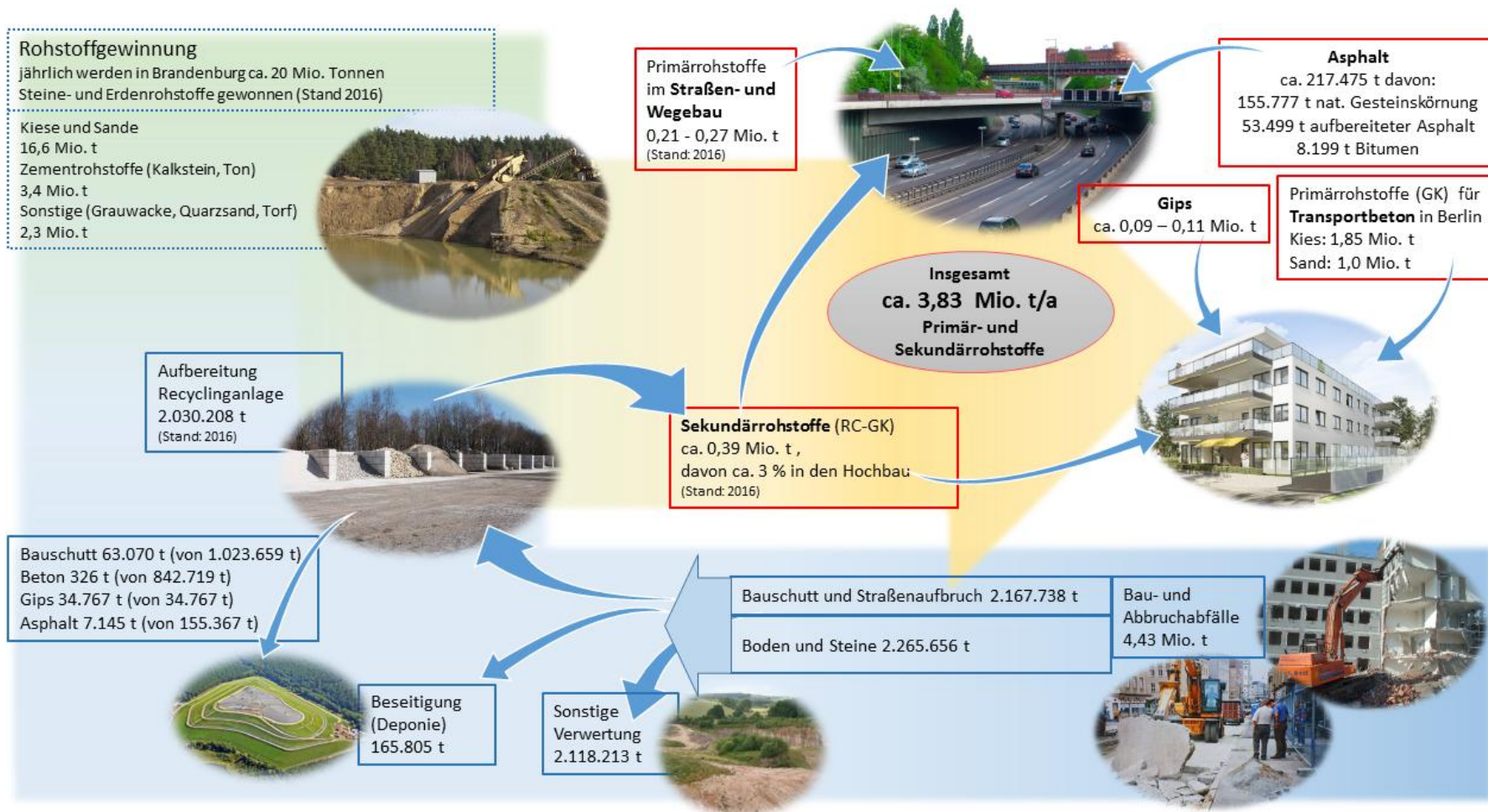


Abbildung 3.1: Massenströme der Steine- und Erdenindustrie, sowie Rohstoffeinsatz in Berlin 2016³⁰

³⁰ Daten Kästchen blau umrahmt aus dem: Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin, Heidelberg, Ifeu (Hrsg.), 2017, S. 28-36; Daten Kästchen blau gepunktete Umrahmung nach Angaben von Herrn Hesse vom Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg; Daten Kästchen rote Umrahmung: eigene Berechnungen, erläutert im Anhang VI

3.2 Anthropogenes Baustofflager Berlin

Nach eigenen Abschätzungen ergibt sich für Berlin ein anthropogenes Lager an mineralischen Baustoffen in Höhe von **~ 1,12 Mrd. t**. Alle Bestände im Hoch- und Tiefbau zusammengefasst, verteilen sich zu ähnlichen Größenverhältnissen auf die Bereiche Hochbau (606 Mio. t) und Tiefbau (514 Mio. t). Nachstehend wird dies näher erläutert.

Hochbau

Wohngebäude

Im Hochbau dominiert ganz deutlich der Baustoff Beton mit geschätzten 280 Mio. t, gefolgt vom Ziegel mit 100 Mio. t und Kalksandstein mit 53 Mio. t in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Darüber hinaus sind neben weiteren mineralischen Baustoffen wie beispielsweise Glas und Porenbeton etwa 7 Mio. t Gipskartonplatten im Berliner Hochbau verbaut worden.

Ergänzt mit den Daten aus der UBA-Studie „Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft“ (Erscheinungsjahr: 2015), welche neben Beton und Ziegel zusätzlich Angaben zu Kalksandstein, Porenbeton, Gips, Glas, mineralischen Dämmstoffen und sonstigen mineralischen Stoffen enthält, ergeben sich die folgenden verbauten Mengen an mineralischen Baustoffen im Wohngebäudebestand Berlins³¹ :

- 166 Mio. t Beton
- 66 Mio. t Ziegel
- 38,4 Mio. t Kalksandstein
- 4,8 Mio. t Porenbeton
- 3 Mio. t Gips
- 5 Mio. t Glas
- (1,5 Mio. t mineralische Dämmstoffe)
- 75,2 Mio. t sonstige mineralische Stoffe

Schätzung:

insgesamt ~ **360 Mio. t**
verbaute Mineralik im
Wohngebäudebestand
Berlin (Stand 2011)

Der Baustoffeinsatz beim Bau von Wohngebäuden in den letzten 100 Jahren hat sich grundlegend geändert hat. Während am Anfang des 20. Jahrhunderts überwiegend Ziegel zum Einsatz kamen, lässt sich seit den 50er und 60er Jahren ein deutlicher Trend - welcher bis heute anhält – zugunsten der Betonverwendung verzeichnen. ³²

³¹ Die für Deutschland angegebenen Mengen wurden jeweils auf Einwohner (82,8 Mio. in Deutschland) heruntergebrochen und mit der Einwohnerzahl Berlins (laut Statistik Berlin-Brandenburg 3,52 Mio. mit Stand 2015) multipliziert.

³² Vgl. u.a. Datenauswertung durch Mettke, Angelika: Wiederverwendung von Bauelementen des Fertigteilsbaus, Reihe Umweltwissenschaften, Band 5, Eberhard Blottner Verlag, Taunusstein, 1995, S. 29ff. und in Müller, Annette: Baustoffrecycling, Entstehung – Aufbereitung - Verwertung, Springer Vieweg Verlag, 20118, S. 232ff.

Ausgehend von der Annahme, dass Wohngebäude im Durchschnitt eine Nutzungsdauer von 80 Jahren haben, weichen die In- und Outputströme aus stofflicher Sicht voneinander ab. Beim Abbruch / verwertungsorientierten Rückbau von Wohngebäuden sind gegenwärtig und auch zukünftig heterogen zusammengesetzte, ziegelhaltige Bauabfälle zu erwarten, welche teilweise im Straßen- und Wegebau, überwiegend jedoch im Rahmen von Verfüllmaßnahmen verwertet und teils auf Deponien entsorgt werden müssen. Eine Kreislaufführung auf gleicher Ebene existiert für anfallende Ziegel mit verschiedenartigsten Verbundbaustoffen (z.B. mit verklebten Dämmstoffen) bis dato nicht. Eine Ausnahme bilden Dachziegel. Bei sortenreiner und selektiver Erfassung sind diese nach Aufbereitung für den Einsatz als Pflanzensubstrate geeignet. Die Deutsche Zincolit GmbH beschäftigt sich seit über 25 Jahren mit dem Recycling von Ziegeln (Dach- und Mauerziegel) und stellt hochwertige Substrate für die Dachbegrünung sowie Baum- und Pflanzensubstrate her.³³

Für die Herstellung der in den letzten Jahren überwiegend verwendeten Baustoffe Beton und Kalksandstein sind im Wesentlichen die Primärrohstoffe Kies, Sand (insbesondere Quarzsand für die Kalksandsteinproduktion), gebrochene Natursteine sowie Kalk- und Mergelsteine eingesetzt worden.

Nichtwohngebäude (Bürobauten, Schulen, Krankenhäuser, etc.)

Während der Bestand an Wohngebäuden in Deutschland, speziell auch in Berlin gut erfasst ist, liegen für die Nichtwohngebäude keine belastbaren Bestandszahlen zur Anzahl, Flächen und / oder Volumina vor. Hinzu kommt, dass bei Nichtwohngebäuden das Spektrum verschiedener Konstruktionsarten infolge der unterschiedlichen Nutzungsanforderungen, deutlich größer ist als im Wohnungsbau.³⁴

Zur Abschätzung der Gesamtmenge an Baustoffen im Nicht-Wohngebäudebestand, wird auf die Bevölkerungszahl von Deutschland sowie Berlin aus dem Jahre 2015 zurückgegriffen.

Eine deutschlandweite Analyse des Bestandes an Bauwerken und Infrastrukturen hat im Bereich der Nichtwohngebäude zu folgender Schätzung des Gesamtbestandes der wesentlichen Baustoffgruppen sowie der Baustoffverteilung geführt (s. Abbildung 3.2, Stand 2015):

³³ www.zincolit.de, zuletzt aufgerufen am 29.01.2018

³⁴ Umweltbundesamt (2015): Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft, S. 148

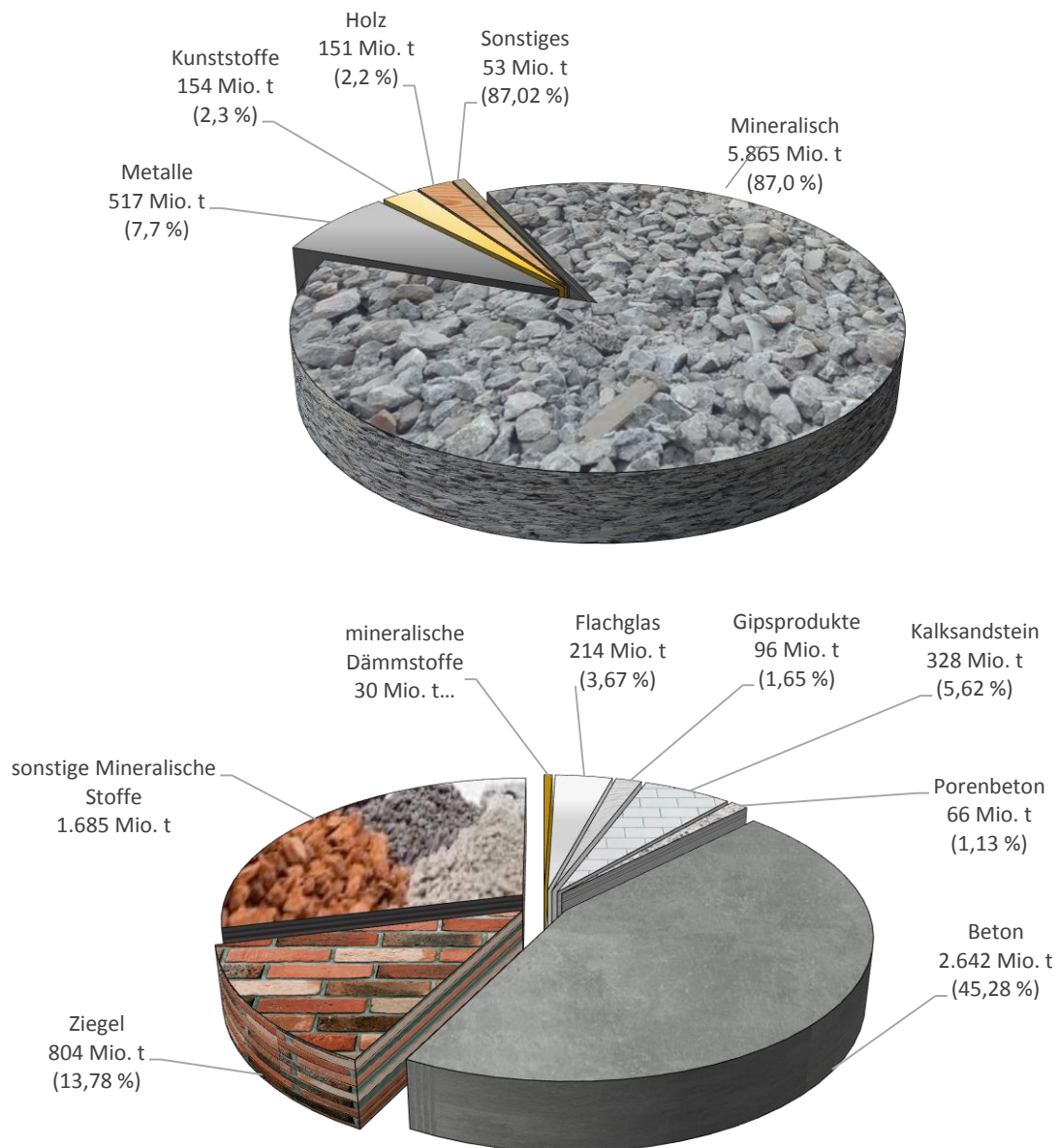


Abbildung 3.2: Baustoffverteilung im Nichtwohngebäudebestand (oben: Gesamtbestand der wesentlichen Baustoffgruppen; unten: Anteile der mineralischen (Massen-Baustoffe)³⁵

Für Berlin ergeben sich daraus unter nachstehendem Ansatz die folgenden verbauten Mengen an mineralischen Baustoffen im Nichtwohngebäudebestand:

Gesamtmenge Baustoff: $B_{\text{ges.}} = \frac{B_i}{EW} * EW_b$, wobei

B_i = Menge des Baustoffs (aus Abbildung 3.2); EW = Einwohner Deutschlands; EW_b = Einwohner Berlins

$$B_{\text{ges.}} = \frac{2.642 \text{ Mio. t Beton}}{82,8 \text{ Mio. EW}} * 3,52 \text{ Mio. } EW_b = 112,3 \text{ Mio. t Beton}$$

³⁵ Umweltbundesamt (2015): Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft, S. 116

- 112,3 Mio. t Beton³⁶
- 34,1 Mio. t Ziegel
- 71,6 Mio. t sonstige mineralische Stoffe
- 14 Mio. t Kalksandstein
- 4,1 Mio. t Gips
- 1,3 Mio. t mineralische Dämmstoffe
- 9 Mio. t Glas

Schätzung:

insgesamt ~ **246 Mio. t**
verbaute Mineralik im
Nichtwohngebäude-
bestand Berlin (Stand
2015)

Auch beim Bau von Nichtwohngebäuden dominiert deutlich der Baustoff Beton vor dem Einsatz von Ziegeln, Kalksandsteinen und anderen mineralischen Baustoffen.

Tiefbau

Bei den Betrachtungen des Bestandes mineralischer Rohstoffe im Tiefbau wurde der Fokus auf die Straßeninfrastruktur gelegt; differenziert wurde in gebundene Bauweisen (Straßenoberbau) und ungebundene Bauweisen (Straßenunterbau). Den Ausgangsdaten zufolge (siehe Tabelle 3.1 und Tabelle VI.1 in Anhang VI) bestehen die Deckschichten der Berliner Straßen überwiegend aus Asphalt (11,7 Mio. t)³⁷, aus Beton (geschätzt 2,2 Mio. t) und zum Teil auch aus Pflastersteinen (0,8 Mio. t). Den weitaus größeren Anteil am mineralischen Lager nehmen jedoch die ungebundenen Schichten des Straßenbaus mit etwa 20,4 Mio. t ein.

Wird zusätzlich zu den Straßen der gesamte Tiefbau mit einbezogen, also die Infrastruktur des Bahn- und Flugverkehrs sowie die Wasser-, Abwasser-, Energie- und IuK-Infrastrukturen, stecken im anthropogenen Lager Berlin weit größere Mengen an mineralischen Rohstoffen.

Gemäß der UBA-Broschüre „Urban Mining – Ressourcenschonung im Anthropozän“ sind im Tiefbau deutschlandweit 12,26 Mrd. t mineralische Materialien verbaut, was einem Bestand von 148,3 t pro Kopf entspricht. Multipliziert mit der Einwohnerzahl von Berlin (3,47 Mio.) ergibt dies eine Menge von **514,6 Mio. t** mineralischer Materialien im Berliner Tiefbau.

Zusammenfassend wird darauf hingewiesen, dass alle Mengenangaben zu den mineralischen Rohstoffen im Bestand auf Statistiken, Studien, Annahmen und eigens durchgeführten Hochrechnungen basieren und damit lediglich als Orientierung dienen.

³⁶ Die für Deutschland angegebenen Mengen wurden jeweils auf Einwohner (82,8 Mio. in Deutschland) heruntergebrochen und mit der Einwohnerzahl Berlins (laut Statistik Berlin-Brandenburg 3,52 Mio. mit Stand 2015) multipliziert.

³⁷ Beispielrechnung für die Asphaltmenge der BAB, B-Str. und G-Str. in Berlin insgesamt: $0,74 \% * 179,8 \text{ Mio. t} + 0,36 \% * 161,1 \text{ Mio. t} + 1,15 \% * 852,9 \text{ Mio. t} = 11,72 \text{ Mio. t Asphalt}$

Tabelle 3.1: Materialbestand (mineralisch) der Straßenverkehrsinfrastruktur³⁸

Baustoff		Straßen					Gesamt
		BAB	B-Str.	L-Str.	K-Str.	G-Str.	
Asphalt	Mio. t	179,8	161,1	194,3	167,1	852,9	1.555,3
Beton	Mio. t	116,2	5,8	8,3	22,4	114,2	363,4
Pflaster	Mio. t	0,2	0,3	0,8	14,4	73,1	88,7
Ungebunden (Schotter / Kies / Sand)	Mio. t	214,9	173,2	262,6	310,2	1.583,3	2.544,2
Anteil Straßenlänge Berlins an Deutschland	in %	0,74	0,36	0,0	0,0	1,15	

3.3 Prognose mineralischer Bauabfälle bis 2030

3.3.1 Aufkommen

Im Januar 2019 hat die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz das „Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme – Planungszeitraum 2020 bis 2030“ veröffentlicht (s. Abb.3.3).

Es ist sehr zu erkennen, dass trotz leichtem Rückgangs des mineralischen Aufkommens von 2025 zu 2030 um 3%, **ein Gesamtanstieg um 1,1 Mio. Mg (+ 25 %) in 2030 gegenüber dem Jahr 2016 zu erwarten ist.**

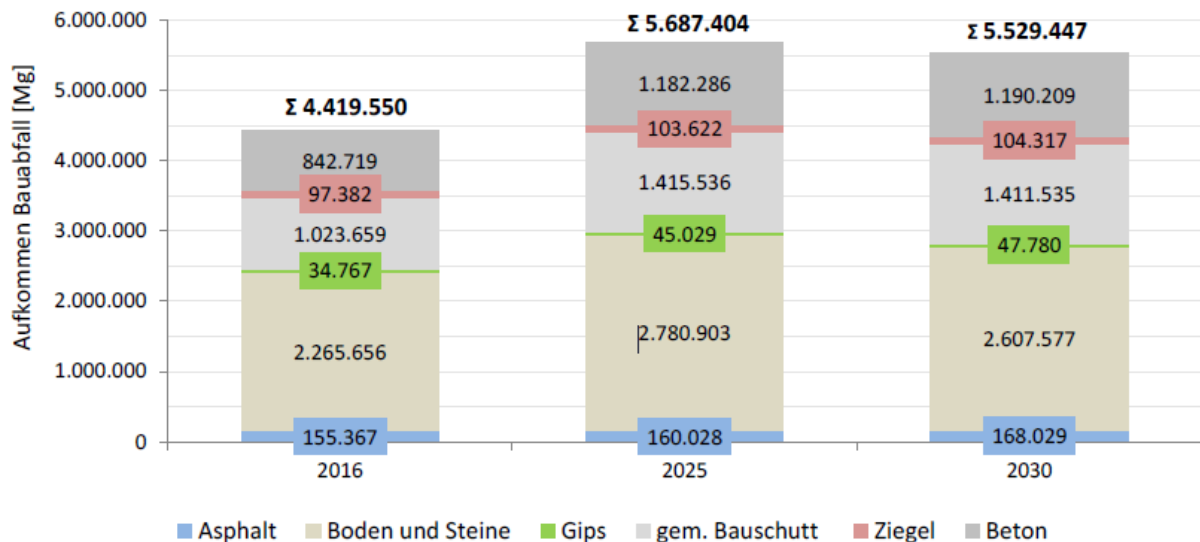


Abbildung 3.3: Prognostiziertes Gesamtaufkommen³⁹ mineralischer Bauabfälle bis 2030⁴⁰

³⁸ Bergmann, Thomas; Bleher, Daniel; Jenseit, Wolfgang (11/2015): Studie: Ressourceneffizienzpotenziale im Tiefbau – Materialaufwendungen und technische Lösungen, S. 36

³⁹ Die Differenz von 13.844 Mg des Gesamtaufkommens laut SKU-Bericht 2016 (S.35) und der Abbildung 3.3 des Jahres 2016 bezieht sich auf die Abfallfraktion Baggergut, welche hier nicht genannt wurde, jedoch in den weiteren Berechnungen berücksichtigt wird.

⁴⁰ Abfallwirtschaftskonzept Berlin 2020-2030, Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Januar 2019, S.32

3.3.2 Produktionsmenge RC-Baustoffe

Durch den prognostizierten enormen Anstieg des Gesamtaufkommens an mineralischen Bauabfällen für die nächsten 10 Jahre, ist es zwingend erforderlich, nachhaltige und zielorientierte Strategien zu entwickeln.

Bei gleichbleibenden Verwertungs- sowie Beseitigungsquoten (RC-Quote: 47 %; sonstige Verwertung: 49 %; Beseitigung: 4,0 %; Basisjahr 2016, vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Tabelle 3.2 in Berlin, steigen die absoluten Mengen dieser Behandlungswege entsprechend der Prognose (Anstieg um 25 %) zum Jahr 2030 um rund 508.000 t, 530.000 t und 41.500 t an (vgl. Tabelle 3.2).

Angesichts der rückläufigen Deponiekapazitäten im Land Brandenburg, ist es von hoher Priorität, die Mengen, welche der sonstigen Verwertung bzw. der Beseitigung zugeführt werden, nicht ansteigen zu lassen, bzw. auf dem technisch sowie ökologisch umsetzbaren kleinsten Niveau zu halten. Die Akzeptanz der RC-Baustoffe muss folglich gesteigert werden, wodurch mehr Mengen an Bau- und Abbruchabfällen – ihre stoffliche und umwelttechnische Eignung vorausgesetzt – in Brech- und Klassieranlagen zu behandeln sind, und somit auch die Produktion an qualitativen, gütegesicherten RC-Baustoffen gesteigert werden kann und muss.

Tabelle 3.2: Ermittlung der RC-Baustoff-Produktionsmenge für 2030

Stoffstromgruppe	stoffliche Verwertung (RC-Baustoffe)	sonstige Verwertung	Beseitigung
Menge im Jahr 2016 ¹	2.030.208 t	2.118.213 t	165.805 t
Quote im Jahr 2016 ¹	47,1 %	49,1 %	3,8 %
Anstieg um 25 % ²	2.537.760 t	2.647.766 t	207.256 t
Verlagerung der Quoten ²	64,0 %	13,0 %	23,0 %
Prognose der Stoffströme im Jahr 2030	3.451.380 t	701.062 t	1.240.340 t

Quellen/Anmerkung: ¹ Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin, S. 35;

² Abfallwirtschaftskonzept Berlin 2020-2030, Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Januar 2019, S. 36; Mengenangabe ist im Originaltext in Mg angegeben; hier in Tonnen

Laut Prognosen⁴¹ werden sich die Ablagerungskapazitäten für die Stoffgruppe der „sonstigen Verwertung“ in Tagebauen, Deponien und Altablagerungen im Land Brandenburg deutlich

⁴¹ Abfallwirtschaftskonzept Berlin 2020-2030, Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Januar 2019, S. 36

reduzieren, denn bereits „Ab 2020 dürfen nur noch Materialien verfüllt werden, die dem maximalen Zuordnungswert Z0* nach LAGA M20 entsprechen. Für die Stoffströme \geq Z1.1 nach LAGA M20 müssen alternative Entsorgungswege gefunden werden.“

Sofern die vorgestellten Maßnahmen aus dem Abfallwirtschaftskonzept Berlins⁴² umgesetzt werden, kann eine RC-Quote von 64 % (2016: 45,8 %) im Jahr 2030 erreicht werden. Des Weiteren verändern sich die Quoten der sonstigen Verwertung (von 47,8 % auf 13 %), als auch der Beseitigungs-Quote (von 3,7 % auf 23 %). Grund ist die sog. „Stoffstromverschiebung“⁴³, welche nach Einführung der Ersatzbaustoffverordnung zu erwarten ist.

Von den knapp 3,5 Mio. t aus der stofflichen Verwertung, sollen nach der Verordnung im Jahr 2030 etwa 400.000 t RC-Baustoffe für den Hochbau, in Form von RC-Beton bzw. RC-Gips hergestellt und eingesetzt werden.⁴⁴

⁴² Ebd., S. 71 ff

⁴³ Vgl. auch Entwurf Mantelverordnung, S. 240;

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/mantelv_entwurf_bf.pdf (letzter Zugriff: 2.5.2019)

⁴⁴ Abfallwirtschaftskonzept Berlin 2020-2030, Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Januar 2019, S. 36

4 Regelungen, Instrumente und Konzeptionen zum Einsatz von Recycling-Baustoffen

4.1 EU- und Bundesebene

4.1.1 Politische Instrumente zum ressourcenschonenden sowie ressourceneffizienten Wirtschaften

Auf europäischer Ebene sind mehrere politische Instrumente zur Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz entwickelt worden. Hierzu zählen:

- Leitinitiative „Ressourcenschonendes Europa“ – Strategie Europa 2020 (2011): Nachhaltige Wachstums-Förderung einer ressourceneffizienteren, umweltfreundlicheren und wettbewerbsfähigeren Wirtschaft
- Roadmap für ein ressourcenschonendes Europa (2011): Basisleitinitiative der Strategie für Europa
- Schaffung einer Europäischen Ressourcen-Effizienz-Plattform (EREP) (2012): Empfehlungen für Ziele zur Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcennutzung.

Seither hat die Ressourcenschonung erheblich an Dynamik und politischer Bedeutung gewonnen. Das Null-Abfallprogramm für Europa – Hin zu einer Kreislaufwirtschaft⁴⁵ fordert Wege zur stärkeren kreislauforientierten Wirtschaft. An dieser Stelle gilt das Land Berlin als Vorbild für die anderen Bundesländer in Deutschland, denn es hat mit dem Zero-Waste-Abfallwirtschaftskonzept, Stand Januar 2019, für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme für den Planungszeitraum 2020 bis 2030 strategische Vorgaben entwickelt resp. konkrete Maßnahmen erarbeitet (vgl. Kap. 4.2.5 „Zero-Waste-Berlin“). Flankiert werden diese Maßnahmen u.a. durch die Optimierung und den Ausbau der Abfallberatung und der Öffentlichkeitsarbeit.⁴⁶

⁴⁵ Mitteilung der Kommission vom 2.7.2014, KOM(2014) 398 final; abrufbar unter <https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp/2014-COM-circular-economy-de.pdf>

⁴⁶ Zero-Waste-Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme für den Planungszeitraum 2020 bis 2030, Hrsg. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Januar 2019, Kap. 6.1.3.1, S. 68

In Deutschland erfolgte mit dem im Jahr 2012 und 2016 beschlossenen Deutschen Ressourceneffizienzprogramm ProgRess I und II, hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, ein weiterer Schritt zur Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2002. Hinsichtlich der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle werden u.a. gefordert⁴⁷:

- der verstärkte Einsatz von rezyklierten und güteüberwachten Gesteinskörnungen im Hoch- und Tiefbau (vgl. bspw. die seit 2013 publizierten Leitfäden zur Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen, hrsg. vom Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft Land Brandenburg und Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt - Basisdokument, hrsg. vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie et.al. im Dezember 2018)
- die getrennte Erfassung und Vorbehandlung/Aufbereitung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle gemäß der GewAbfV (vgl. Kap.4.1.3)
- die Prüfung von über §45 KrWG hinausgehenden Forderungen zum Ressourcenschutz bei Beschaffungen sowie die Berücksichtigung von RC-Baustoffen bei öffentlichen Ausschreibungen so wie es bspw. in der Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen in Berlin verpflichtend vorgegeben ist (vgl. Kap. 4.2.2).

4.1.2 Europäisches und deutsches Bauprodukten-Recht

Die Bauproduktenverordnung (BauPVO) Nr. EU 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 09.03.2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen regelt das Inverkehrbringen / die Vermarktung von Bauprodukten in allen Mitgliedsstaaten.

Seit dem 01. Juli 2013 ist die BauPVO in Kraft. Geregelt werden die Anforderungen an die Leistungserklärung und die CE-Kennzeichnung sowie die Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit des Herstellers. Die Grundanforderungen, die Bauwerke zu erfüllen haben wie Gewährleistung der Standsicherheit, des Gesundheits- und Umweltschutzes etc., werden im Anhang I der BauPVO geregelt. Unter 7. im Anhang I wird die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen festgelegt, denn „Das Bauwerk muss derart entworfen, errichtet und abgerissen werden, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:

⁴⁷ vgl. Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt, Basisdokument, Hrsg. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt et.al., Dezember 2018, S. 4

- a) das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden können;
- b) das Bauwerk muss dauerhaft sein;
- c) für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden.“

Hier wird u.a. sehr deutlich, dass bereits bei der Planung von Baumaßnahmen der Abbruch/Rückbau des Bauwerks / der baulichen Anlage resp. der Recyclinggedanke zu berücksichtigen ist. Die betrifft zum einen die Auswahl der zu verbauenden Baustoffe und zum anderen die Bauart (frühere Bezeichnung: Bauweise).

4.1.3 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG)

Die EU-Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG, AbfRRL)⁴⁸ ist mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)⁴⁹ in deutsches Recht umgesetzt worden. Ziel des KrWG ist es, den Umwelt- und Ressourcenschutz durch Abfallvermeidung, Recycling und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie im Falle der Beseitigung von Abfällen, hohe Umweltstandards zu etablieren.

Relevant für aufbereitete Bau- und Abbruchabfälle sind die Spezifikationen und Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft. Nach § 5 Abs. 1 KrWG endet „Die Abfalleigenschaft eines Stoffes oder Gegenstandes, wenn dieser ein Verwertungsverfahren durchlaufen hat und so beschaffen ist, dass

1. er üblicherweise für bestimmte Zwecke verwendet wird,
2. ein Markt für ihn oder eine Nachfrage nach ihm besteht,
3. er alle für seine jeweilige Zweckbestimmung geltenden technischen Anforderungen sowie alle Rechtsvorschriften und anwendbaren Normen für Erzeugnisse erfüllt, sowie
4. seine Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führt.“

Die fünfstufige Abfallhierarchie verfolgt das Ziel, in erster Linie Abfälle zu vermeiden sowie insbesondere die Wiederverwendung und stoffliche Verwertung von Abfällen zu intensivieren (vgl. Abb. 4.1).

⁴⁸ Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, vgl. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/richtlinie_2008_98_eg.pdf, aufgerufen am 28.08.2016.

⁴⁹ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24.02.2012.



Abbildung 4.1: Fünfstufige Abfallhierarchie nach KrWG

Demnach sind:

- nicht vermeidbare Abfälle nach § 6 Abs. 1 KrWG in erster Linie so vorzubereiten, dass diese wiederzuverwenden sind.
- bei der Vorbereitung zur Wiederverwendung Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorzubereiten, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren. (§ 3, Abs. 24 KrWG).
- Ist die Wiederverwendung nicht möglich, sind stoffliche Verwertungsverfahren anderen, wie beispielsweise den energetischen Verwertungsverfahren, vorzuziehen. Sonstige Verwertungen energetische Verwertungen inkl. die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.
- umweltverträgliche Beseitigungen dann vertretbar, wenn die Verwertung von Abfällen technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist.

Gemäß § 7 Abs. 3 KrWG gehört es zu den „Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft“, dass Abfälle ordnungsgemäß und schadlos verwertet werden. „Ordnungsgemäß heißt, dass die Verwertung im Einklang mit den Vorschriften des KrWG's und mit weiteren öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. Sie erfolgt schadlos, wenn aufgrund der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherungen im Wertstoffkreislauf erfolgt.“

§7 Abs. 2 KrWG legt den Vorrang der Verwertung vor der Beseitigung fest.

Gemäß § 8 „Rangfolge und Hochwertigkeit der Verwertungsmaßnahmen“ Abs. 1 in Verbindung mit § 6 Abs. 1 KrWG hat die stoffliche Verwertung Vorrang vor der Verfüllung.

Das KrWG geht in seinen Forderungen bzgl. Recyclingquoten zum Teil über die Standards der europäischen Richtlinie hinaus: Im § 14, Abs. 3 KrWG ist verankert: „Die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die sonstige stoffliche Verwertung von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen ... sollen spätestens ab dem 1. Januar 2020 mindestens 70 Gewichtsprozent betragen.“ Zwar heißt es weiter: „Die sonstige stoffliche Verwertung nach Satz 1 schließt die Verfüllung, bei der Abfälle als Ersatz für andere Materialien genutzt werden, ein“, jedoch ist das „Recycling“ gemäß der fünfstufigen Abfallhierarchie höherwertig, als die Verfüllung (sonstige stoffliche Verwertung).

4.1.4 Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung - GewAbfV)

Die Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV), erlassen am 19. Juni 2002, letzte Änderung vom 2. Dezember 2016, Inkrafttreten der letzten Änderung am 1. Juni 2017) verwiesen werden. Seit dem 1. August 2017 gilt die neue Fassung der GewAbfV. Mit der neuen GewAbfV verfolgt der Gesetzgeber das Ziel, die stoffliche Verwertung u.a. für Bau- und Abbruchabfälle durch verschärfende Verpflichtungen zur sortenreinen Erfassung – wie nachfolgend aufgeführt - in Vorbereitung des Recyclingprozesses auszubauen.

Abschnitt 3 § 8 GewAbfV behandelt die getrennte Sammlung, die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von:

1. Glas (Abfallschlüssel 17 02 02),
2. Kunststoff (Abfallschlüssel 17 02 03),
3. Metalle, einschl. Legierungen (Abfallschlüssel 17 04 01 bis 17 04 07 und 17 04 11),
4. Holz (Abfallschlüssel 17 02 01),
5. Dämmmaterial (Abfallschlüssel 17 06 04),
6. Bitumengemische (Abfallschlüssel 17 03 02),
7. Baustoffe auf Gipsbasis (Abfallschlüssel 17 08 02),
8. Beton (Abfallschlüssel 17 01 01),
9. Ziegel (Abfallschlüssel 17 01 02) und
10. Fliesen und Keramik (Abfallschlüssel 17 01 03).

Die Getrenntsammlungspflicht kann entfallen, wenn es technisch nicht möglich (z.B. nicht genügend Platz vorhanden ist für das Aufstellen von Containern der getrennt gesammelten o.a. Bau- und Abbruchabfälle oder es aus rückbaustatischen und rückbautechnischen Gründen nicht realisierbar ist) oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist („wenn die Kosten der getrennten Sammlung durch Verschmutzung außer Verhältnis zu einer gemischten Sammlung und eine anschließende Vorbehandlung oder Aufbereitung stehen“).

Sollte keine getrennte Sammlung aus oben exemplarisch aufgeführten Gründen auf der Baustelle möglich sein, greift eine nachgeschaltete Sortierpflicht gemäß § 9 „Vorbehandlung und Aufbereitung von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen“ GewAbfV.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass bei sortenreiner Aufbereitung mineralischer Bau- und Abbruchabfälle wie z.B. Betonbruch die Qualität der rezyklierten Baustoffe (das Output bspw. Betonsplitt) am höchsten ist.

4.2 Land Berlin

4.2.1 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen in Berlin (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Berlin - KrW-/AbfG Bln)

Mit dem Berliner Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 21. Juli 1999 in der Fassung vom 02.02.2011, gültig seit 01.08.1999, zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 16.03.2018 wird das Ziel verfolgt, speziell im Land Berlin eine abfallarme Kreislaufwirtschaft zu fördern und umweltverträgliche Abfallbeseitigung zu sichern.

Demnach ist die Kreislauf- und Abfallwirtschaft, darauf zu orientieren, dass:

- Abfälle zu vermeiden sind und deren Schadstoffanteil zu verringern ist (§ 1, Abs. 2, Nr. 1 KrW-/AbfG Bln),
- nicht vermeidbare Abfälle möglichst hochwertig zu verwerten sind, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist (§ 1, Abs. 2, Nr. 2 KrW-/AbfG Bln),
- natürliche Ressourcen zu schonen sind und die Produktverantwortung bei der Entwicklung, Herstellung, Be- und Verarbeitung sowie dem Vertrieb von Erzeugnissen zu fördern ist (§ 1, Abs. 2, Nr. 4 KrW-/AbfG Bln).

Gemäß § 3, Abs. 3, 4 KrW-/AbfG Bln sind die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger verpflichtet, möglichst hochwertige Verwertungskapazitäten für die im Einzugsgebiet des Landes Berlin anfallenden Abfälle zu unterstützen sowie Abfälle getrennt zu erfassen und zu behandeln, wenn dies für eine schadlose und hochwertige Verwertung erforderlich ist.

- Die öffentliche Hand ist verpflichtet, vorbildhaft zur Erfüllung der Ziele der Kreislauf- und Abfallwirtschaft beizutragen, indem sie Erzeugnissen den Vorzug geben, die
 - in abfallarmen und rohstoffschonenden Produktionsverfahren aus Abfällen, sekundären oder nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind (§ 23, Abs. 2, Nr. 1 KrW-/AbfG Bln),
 - sich durch Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Wiederverwendbarkeit auszeichnen (§ 23, Abs. 2, Nr. 2 KrW-/AbfG Bln),

- sich in besonderem Maße zu einer möglichst hochwertigen Verwertung eignen (§ 23, Abs. 2, Nr. 4 KrW-/AbfG Bln).

4.2.2 Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU)⁵⁰

Der Senat Berlin hat in der zweiten Verwaltungsvorschrift zur Änderung der VwVBU vom 8. Januar 2019 (in Kraft getreten am 16. März 2019) Grundsätze für die umweltverträgliche Beschaffung festgelegt und ökologische Anforderungen für die Ausschreibung und Vergabe von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen verpflichtend vorgegeben. Im Fokus der umweltverträglichen Beschaffung stehen anspruchsvolle und verbindliche Mindestanforderungen im Hinblick auf umweltschützende Aspekte wie z.B. Ressourcenschonung und Klimaschutz. Weshalb ist dies wichtig?

Baumaßnahmen gehen stets mit dem Verbrauch von Ressourcen einher. Insbesondere Bauherren und deren Planer tragen entscheidend mit dazu bei, die Umweltbelastungen beim Bauen wie beim Abbrechen/Rückbauen so gering wie möglich zu halten. Beim Bauen spielt bspw. die Auswahl der Baustoffe und –materialien eine Rolle, ebenso die Prozessgestaltung und die Bauweise der Baumaßnahme. Gleichwohl sind die Nutzeransprüche zu erfüllen und die Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen. Bei Abbruchmaßnahmen bspw. ist es u.a. in Abhängigkeit der Bauart des Bestandes (Massivbauweise oder Fertigteilbauweise etc.) von Bedeutung, welches Abbruchverfahren zum Tragen kommt, um die verschiedenen eingesetzten Baustoffe und –materialien selektiv zu erfassen, aufzubereiten und sekundär verwerten zu können.

Der Aufbau der VwVBU entspricht demzufolge dem Erfordernis, dass neben den grundlegenden Sachverhalten zur umweltverträglichen Beschaffung zwischen Planungsphase und Ausführungsphase differenziert wird:

Im Abschnitt I der VwVBU sind die Grundsätze zur umweltverträglichen Beschaffung vorgegeben. Im Abschnitt II der VwVBU werden ökologische Anforderungen, u.a. für die Ausschreibung und Vergabe von Planungsleistungen von Gebäuden, geregelt. Im Abschnitt III wird bestimmt, wie die vorgegebenen ökologischen Anforderungen bei der Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen umzusetzen sind: nämlich, dass die aus der Planung nach Abschnitt I und II der VwVBU resultierenden Umweltschutzanforderungen in die Vorbemerkungen und Positionen aufzunehmen sind. Anhang 1 der VwVBU regelt die

⁵⁰ Mit einem jährlichen Beschaffungsvolumen für Produkte und Dienstleistungen in finanziellem Umfang von ~4 bis 5 Mrd. € begründet sich die hohe Verantwortung der öffentlichen Hand in Berlin. Die Verwaltungsvorschrift gilt ab einem geschätzten Auftragswert von etwa 10.000€ netto

Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung für verschiedene Produkte und Prozesse in sog. Leistungsblättern. Im Rahmen des hier zu bearbeitenden Projektes sind folgende Leistungsblätter besonders relevant:

- 25 „Wettbewerbe“, 25.1 „Baulicher Wettbewerb für Gebäude“,
- 26 „Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden Leistungsblatt“,
- 28 „Baumsubstrat“, 28.1 „Lieferung und Einbau“ und 28.2 „Kontrollprüfungen“,
- 30 „Baumaschinen“.

Auf das Leistungsblatt 26 „Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden“⁵¹ wird im nachfolgenden Kap. 4.2.3 eingegangen.

4.2.3 Leistungsblatt 26 VwVBU⁵²

Im Leistungsblatt 26 – Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden sind spezifische Hinweise für den Auftraggeber / öffentlichen Bauherrn und unter Einbindung der VwVBU verbindliche Umweltschutzanforderungen für die Erstellung von Leistungsbeschreibungen aufgeführt. Ein wesentlicher Schritt zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele beim Bauen in Berlin ist, dass ab dem 1. Januar 2020 das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB-System) als Zertifizierungstool für die Planungs- und Baubegleitung verpflichtend ist. Die Pflicht zur Zertifizierung besteht für Neubauten als auch für Komplettmodernisierungen⁵³ von Unterrichts-, Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie für den Neubau von Laborgebäuden mit Gesamtkosten von mind. 10 Mio. Euro brutto. Das BNB-System fordert und fördert eine ganzheitliche und integrale Planung unter Einbeziehung der Lebenszyklusphasen.⁵⁴ Sicherzustellen ist, dass ein „BNB-Gesamterfüllungsgrad von mindestens 65 % erreicht wird.“⁵⁵ Dies entspricht dem sog. „Silber-Niveau“. Ausführliche Kriterien, Anforderungen und Systemvarianten sind unter www.bnb-nachhaltigesbauen.de zu finden.

Das Leistungsblatt 26 definiert also die zur Umsetzung der Berliner Umwelt- und Klimaschutzziele nötigen Mindestanforderungen, welche beim BNB-System lediglich als Wahlmöglichkeiten zu finden sind. Es wurden 6 Mindestanforderungen formuliert, welche verbindlich anzuwenden sind⁵⁶. Nachfolgend wird auf die unter 2. im Leistungsblatt 26

⁵¹ Internetseite der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, Spezifische Beschaffungshinweise

⁵² Befristet bis 31.12.2021

⁵³ Unter Komplettanierung werden Baumaßnahmen verstanden, bei denen das Bestandsgebäude weitestgehend bis auf die statisch erforderliche Baukonstruktion (tragende und aussteifende Bauteile) zurückgebaut wird.[Leistungsblatt 26, Anhang 1 VwVBU, S.60]

⁵⁴ Die Erkenntnis der Einbindung der Lebenszyklusphasen in den Planungsprozess dürfte spätestens seit dem Entsorgungsnotstand für rückgebaute mit dem Flammschutzmittel HBCD-behandelte Styropordämmstoffe als unerlässlich von den Praktikern erkannt worden sein. Es ist bspw. von Bedeutung wie die Verbindung unter dem Aspekt der Lösbarkeit der einzelnen Materialarten untereinander u./o. miteinander zu gestalten sind, um der Forderung der selektiven Erfassung der unterschiedlichen Materialarten nach GewAbfV gerecht zu werden.

⁵⁵ VwVBU, Anhang 1, S. 61

⁵⁶ VwVBU, Anhang 1, S. 62

aufgeführten Mindestanforderungen auszugsweise wiedergegeben, da diese im Zusammenhang mit dem hier vorliegenden Projekt stehen:

„Zur Gewährleistung eines umfassenden Recyclings im Rahmen der Kreislaufführung der Produkte und Materialien ist:

a) für Neubauten ein Recyclingkonzept zu entwickeln, das beschreibt, wie bei einem zukünftigen Rückbau des Gebäudes zu verfahren ist. Die Bauteilaufbauten sind in Schnittzeichnungen darzustellen, aus denen die Schichtenfolge und die eingebauten Materialien eindeutig hervorgehen. Es ist festzuhalten, ob und wie eine sortenreine Trennung beim Rückbau möglich ist. Für alle Bestandteile ist nach heutigem Stand der Technik ein Vorschlag zur Verwertung zu machen. Das Recyclingkonzept ist zu dokumentieren.

b) Ortbeton als Beton ist – soweit nach aktuellem Stand der Technik und der Norm zulässig – unter der Verwendung rezyklierter Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 in den maximal zulässigen Anteilen nach der jeweils gültigen Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e. V. (DAfStb) herzustellen und einzusetzen. Die sonstigen Regelungen gemäß genannter DAfStb-Richtlinie und die Anforderungen der jeweils gültigen „Alkali-Richtlinie“ des DAfStb sind ebenfalls anzuwenden.

c) der Einsatz gipshaltiger Putze und Anhydritestriche bei Neubauten in Stahlbetonbauweise auf Betonoberflächen nicht erlaubt“. Einschränkend wird der Hinweis gegeben, dass dies nur für Estrich im direkten Kontakt (Verbund) mit Beton gilt.“

Hervorzuheben ist, dass der Senat vor dem Inkrafttreten dieses Leistungsblattes den Vertretern der Baubehörden des Landes Berlin Informationsveranstaltungen anbietet. Eingeräumt wird zudem, dass bei weiterem Schulungs- und Beratungsbedarf eine direkte Kontaktaufnahme unter Umweltvertr.Beschaffung@senuvk.berlin.de erfolgen kann.

4.2.4 Merkblatt 6 - Leitfaden Anforderung an den Umgang mit Recycling-Baustoffen

Der Leitfaden Anforderungen an den Umgang mit Recycling-Baustoffen, Merkblatt 6, Stand März 2012, herausgegeben von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (neu: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz), beschreibt Anforderungen an die Behandlung von mineralischen Bauabfällen zur Herstellung von Recycling-Baustoffen und deren Verwertung in technischen Bauwerken⁵⁷. Beim Einbau von Recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken ist grundsätzlich zwischen

- dem eingeschränkten offenen Einbau und
- dem Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen zu unterscheiden.

⁵⁷ mit dem Boden verbundene Anlagen, die aus mineralischen Abfällen hergestellt sind und technische Funktionen erfüllen wie z.B. Straßen-, Parkplatz-, Bankettunterbau, Lärmschutzwälle

Die aus Umweltschutzaspekten zugrunde zu legenden Regelwerke für den Einsatz von RC-Baustoffen in ungebundener Form unterscheiden sich nach der jeweiligen Einbaukonfiguration. So ist die TR LAGA Boden für den eingeschränkt offenen Einbau (an Standorten mit geschütztem Grundwasserleiter, z.B. Hochflächen und an Standorten mit ungeschütztem Grundwasserleiter, z.B. Urstromtal) maßgebend, während die TR LAGA Bauschutt beim eingeschränkten offenen Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen zugrunde zu legen ist. Abbildung 4.2 zeigt schematisch die Varianten der Einbaukonfigurationen für RC-Baustoffe. Für die Herstellung von Straßendämmen und Lärmschutzwällen mit Vegetationsdecke müssen die Zuordnungswerte Z 1.1 nach LAGA TR Boden eingehalten werden, andernfalls sind Einzelfallprüfungen erforderlich.

<p>wasserdurchlässige Oberfläche</p> <p>Material bis Qualität Z1.1</p> <p>> 1 m</p>	<p>Z 1.1</p> <p>Verwendung in technischen Bauwerken (offen)</p> <p>Einbau in ungeschützten Grundwasserleiter</p> <p>Eingeschränkter offener Einbau</p>
<p>wasserdurchlässige Oberfläche</p> <p>Material bis Qualität Z1.2</p> <p>Deckschicht \geq 2 m</p>	<p>Z 1.2</p> <p>Verwendung in technischen Bauwerken (offen) bei günstigen hydrologischen Voraussetzungen</p> <p>Einbau von RC-Beton an Standorten mit geschütztem Grundwasserleiter</p> <p>Eingeschränkter offener Einbau</p>
<p>Oberfläche z. B. aus Beton oder Asphalt</p> <p>Material bis Qualität Z2</p> <p>> 1 m</p>	<p>Z 2</p> <p>Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen, Verwendung unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht z.B. aus Beton/Asphalt</p>

Abbildung 4.2: Einbaukonfigurationen für Recycling-Baustoffe gemäß den Vorgaben der LAGA M20⁵⁸

⁵⁸ Schematische Darstellung nach: „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“, Hrsg. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 2004

Im Punkt 4 des Merkblatts 6 „Anforderungen an den Einbau“ werden die Einsatzbereiche genannt, in denen ein **Einbau von RC-Baustoffen nicht zulässig** ist:

- in festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten, soweit sie bereits wasserwirtschaftlich positiv beurteilt sind,
- in Überschwemmungsgebieten und bei einem Grundwasserabstand von weniger als 1 m zur Schichtunterkante,
- direkt im Grundwasser,
- im Landschaftsbau sowie in der durchwurzelbaren Bodenschicht,
- zur Verfüllung von Hohlräumen (z.B. früherer Kellerräume), wenn die Einbautiefe größer ist, als aus statischen Gründen erforderlich.

Im Garten- und Landschaftsbau ist der eingeschränkte offene Einbau von RC-Baustoffen ebenfalls **nicht** zulässig.

Im Merkblatt 6 wird des Weiteren im Pkt. 5 umfassend auf die Qualitätssicherung eingegangen.

Auf weitere Aspekte wird hier nicht eingegangen; es soll gezeigt werden, dass das Land Berlin mit den erarbeiteten Instrumenten, zum Einsatz von RC-Baustoffen, hier lediglich andiskutierten Inhalten, gegenüber anderen Bundesländern eine Vorreiterrolle einnimmt. Die Vorgaben sind (nur) noch umfassend im praktischen Alltag umzusetzen.

Sollen hergestellte RC-Baustoffe bspw. im Land Brandenburg im Straßenbau verbaut werden, sind die umweltrelevanten und technischen Anforderungen den Brandenburgischen Technischen Richtlinien für Recycling-Baustoffe im Straßenbau (BTR RC-StB), Ausgabe 2014, zugrunde zu legen.

4.2.5 Abfallwirtschaftskonzept Berlin - Aktionsplan „Zero-Waste“

Das von der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz im Januar 2019 veröffentlichte „Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030“ zielt mit der entwickelten Zero-Waste-Strategie auf den deutlichen Ausbau der Abfallvermeidung / Wiederverwendung und des Recyclings von Abfällen hin. Hinsichtlich der mineralischen Bauabfälle wird angemerkt bzw. besteht Konsens, dass im eigentlichen Wortsinn ein Zero-Waste-Konzept in der Baubranche nicht umsetzbar ist, aber bestimmte, nachfolgend genannte Maßnahmen eine möglichst hochwertige Verwertung bei Tief- und Hochbau-Baumaßnahmen fördern. Im Pkt. 6.2 des Abfallwirtschaftskonzepts⁵⁹

⁵⁹ Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030, Hrsg.: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Stand Januar 2019, S. 71ff.

„Bauabfälle“ wird u.a. deutlich herausgearbeitet, dass RC-Baustoffe am Markt akzeptiert werden, wenn sie die etablierten Qualitätsstandards erfüllen resp. zertifiziert sind.

Die umfassenden Maßnahmen zur Vermeidung, Wiederverwendung und Verwertung von Bauabfällen, welche sich das Land Berlin in den kommenden Jahren und darüber hinaus zum Ziel gesetzt hat, zeigen einen starken Impuls in die zukunftsweisende Richtung im Umgang mit den Massenströmen der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle.

Im Folgenden sind ausgewählte Maßnahmen aus dem „Zero Waste Konzept“⁶⁰ aufgeführt und auszugsweise wiedergegeben:

➤ **Zielgerichtete Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**⁶¹

Generell liegt das Augenmerk auf die zielgerichtete Fortführung und den dauerhaften Ausbau der Öffentlichkeitsarbeit des Senats gemeinsam mit den Berliner Stadtreinigungsbetrieben (BSR). Potenziale werden auch bei der Mitwirkungsbereitschaft der Berliner BürgerInnen, wie z.B. bei der getrennten Sammlung von Abfällen, gesehen. Die Stärkung des umweltbewussten Handelns der beteiligten Akteure im Bausektor soll u.a. dahingehend nachhaltig gefördert werden, den Einsatz gütegesicherter RC-Baustoffe als ökologischen Gewinn und nicht als Verlust zu kommunizieren.

Geplant ist, die Abfallberatung in einem Turnus von 3 Jahren zu evaluieren, um positive Ergebnisse zu dokumentieren und ggf. Hemmnisse zu identifizieren.

➤ **Verpflichtung der öffentlichen Einrichtungen, bei allen ihren Bauvorhaben zu prüfen, inwieweit Bauteile oder konstruktive Gebäudeelemente wiederverwendet werden können**⁶²

Dargestellt wird, dass in Vorbereitung der Novellierung der Berliner Bauordnung es geplant ist, den selektiven Rückbau für Abbruch-/Rückbaumaßnahmen verpflichtend einzuführen.⁶³ Dies ist relevant, denn ausschließlich die selektive Erfassung und Behandlung der verbauten Bauteile, -materialien und -stoffe gewährleistet eine optimale Qualität der in RC-Anlagen aufbereiteten Bauabfälle zu RC-Baustoffen. An dieser Stelle wird auch auf die Umsetzung und den Vollzug der GewAbfV hingewiesen. Unterstützend wirkt die LAGA Mittelung 34 „Vollzugshinweise zur Gewerbeabfallverordnung“ vom 11. Februar 2019. Im Rahmen der Wiederverwendung von Bauteilen ist der selektive Rückbau Bedingung, um demontierte/ausgebaute Bauteilen in Gänze sekundär nachnutzen zu können. Für die Vermarktung von

⁶⁰ ebenda S. 71 ff., 78-86, S. 91 Tabelle 10

⁶¹ ebenda S.68/ Pkt. 6.1.3.1

⁶² Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030, Hrsg.: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Stand Januar 2019, S. 76

⁶³ Das AG Bauliches Recycling, BTU C-S hat hierzu dem Senat Berlin im August 2017 einen entsprechenden Entwurf in Anlehnung an die ÖNORM B 3151 aufgeliefert.

gebrauchten Bauteilen plant der Senat, flächendeckend Lager und Börsen zu initiieren. Ferner sind umfassende Beratungen zur Bauteilwiederverwendung vorgesehen. Seitens der Verfasser des hier vorliegenden Berichtes wird empfohlen, als unterstützende Instrumente die Untersuchungen und Lösungen zur Abfallvermeidung von Bau- und Abbruchabfällen und zur Wiederverwendung⁶⁴ heranzuziehen. Diese können in die geplante „Broschüre zur Vermeidung von Abfällen für Bauherren und Architekten“ einfließen. Hinsichtlich des Aufbaus einer Bauteilbörse in Berlin kann auf die Erfahrungen des Bauteilnetzes Deutschland⁶⁵ zurück gegriffen werden. Hilfreich sind aber auch die gewonnenen Erkenntnisse der ehemals, von der EU geförderten, etablierten Bauelementebörse (BEL) in Berlin, welche seit Jahren nicht mehr existiert, um diesbezügliche Fehlentwicklungen weitestgehend auszuschließen.

➤ **verpflichtender Einsatz von (gütegesicherten) Recyclingbaustoffen bei öffentlichen Bauten⁶⁶**

Dazu zählen Maßnahmen zur hochwertigen Verwertung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen im Erd- und Tiefbau. V.a. die Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen im Straßenbau wie die Steigerung des Einsatzes von Asphaltgranulat in Asphaltmischanlagen, der Neubau von Radwegen und die Fortschreibung der VwVBU zum Einsatz von Sekundärrohstoffen im Straßenbau werden als zielführende Maßnahmen näher erläutert. Um rezyklierte Gesteinskörnungen zur Herstellung konstruktiver Betone im Hochbau zu etablieren, sind weitergehende Maßnahmen indiziert worden. Dazu zählt die Ausweitung des Leistungsblattes 26 (s. Kap.4.2.3 vorliegender Bericht) zum Thema Recyclingbeton. Der erfolgreiche erstmalige Einsatz des RC-Betons beim Neubau des Laborgebäudes der Humboldt-Universität in Berlin (s. Kap.5 vorliegender Bericht) ist nicht zuletzt auf die frühzeitige Einbindung und den Austausch der am Rohbau beteiligten Akteure (Planer, Recycling-unternehmer, Betonhersteller, Vertreter von Laboren, Bauausführende) mit wissenschaftlicher Unterstützung seitens des Arbeitsgebietes Bauliches Recycling, BTU Cottbus-Senftenberg, zurückzuführen. Um flächendeckend RC-Beton in öffentlichen Hochbaumaßnahmen zu integrieren (s. Kap. 4.2.3 vorliegender Bericht), ist es geplant, weitere Informationsveranstaltungen, Fachgespräche zur Schulung und Beratung von Bauherren, Architekten, Vertreter von Bauämtern und Betonhersteller anzubieten. Dies dient gleichwohl einer stärkeren Vernetzung zwischen den Akteuren

⁶⁴ Instrumente zur Wiederverwendung von Bauteilen und hochwertigen Verwertung von Baustoffen“, Hrsg. UBA, UBA-Texte 93/2015, Bearbeiter: Dechantsreiter, Ute; Mettke, Angelika.; Knappe, Florian.; Lau, Jens-Jürgen et al., Mettke, Angelika: Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten, Habilitationsschrift 2009/2010, BTU Cottbus

⁶⁵ Bundesverband bauteilnetz Deutschland e.V., <http://www.bauteilnetz.de>

⁶⁶ Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030, Hrsg.: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Stand Januar 2019, S. 78f.

unterschiedlichster Fachdisziplinen. Weitergehende fachliche Handlungsmaßnahmen sind dem „Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030“ zu entnehmen.

Festzustellen ist, dass das Land Berlin durch zielgerichtete Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit ein starkes Signal setzt, das dazu beitragen wird, die derzeit bestehenden Defizite zur Verwertung von mineralischen Sekundärrohstoffen abzubauen. Dies beinhaltet u.a. auch die „Öffentlichkeitsarbeit zur Akzeptanzsteigerung von gütegesicherten Recyclingbaustoffen“ als auch die „Entwicklung eines Konzeptes zur Produktzertifizierung der entsprechenden Baustoffe als ressourcenschonend“⁶⁷.

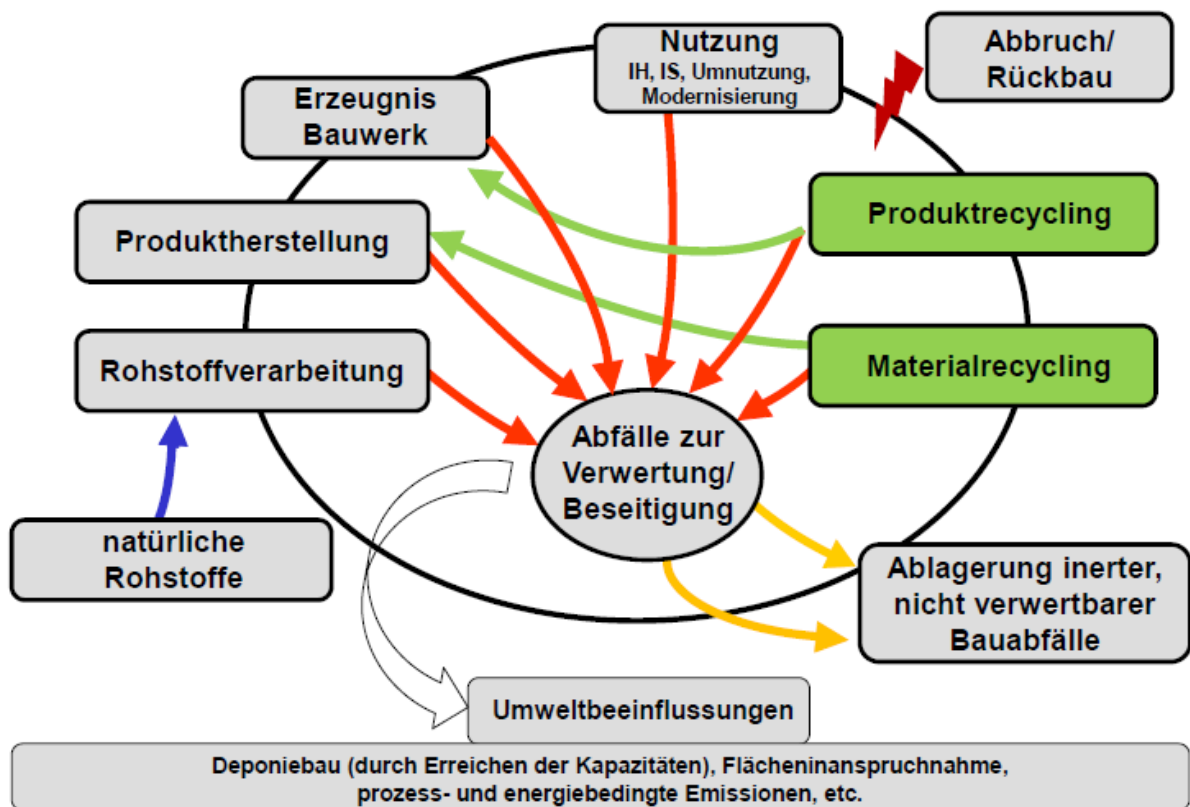


Abbildung 4.3: Baustoffkreislauf [Mettke]

⁶⁷ Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030, Hrsg.: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Stand Januar 2019, S.110

Für die Umsetzung all dieser Maßnahmen bedarf es einer ausgeprägten als auch funktionierender Kommunikation zwischen allen Akteuren, welche an den Abbruch-/Rückbau- und Bauprozessen beteiligt sind. Anhand des Baustoffkreislaufes (Abbildung 4.3), wird schematisch verdeutlicht, dass in jeder Lebenszyklusphase eines Bauwerks Fachleute verantwortlich sind, ob, in welcher Art und Menge Bau-u./o. Abbruchabfälle anfallen, ob sie vermieden oder hochwertig verwertet werden können und wie unsere Umwelt be- oder entlastet werden kann. Den verschiedenen Akteuren der Bauwirtschaft ist die Wichtigkeit des zirkulären Wirtschaftens zu vermitteln, um dieses Thema nachhaltig im Baubereich zu verankern.

5 Ausgewähltes Praxisbeispiel zum Einsatz von RC-Gesteinskörnungen

Erstmals erfolgte im Land Berlin eine Ausschreibung von der öffentlichen Hand zum Bau einer Schlitzwand und eines Tragwerks unter Verwendung von Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen (kurz RC-Beton). Es handelt sich hierbei um den Neubau des Forschungs- und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin. Dieses Pilotprojekt „Neubau des Forschungs- und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin“⁶⁸ wurde von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt ins Leben gerufen. Die Fachgruppe Bauliches Recycling der BTU Cottbus – Senftenberg wurde mit der wissenschaftlichen Begleitung der Baumaßnahme beauftragt.

In Vorbereitung der produktneutralen Ausschreibung wurden die beteiligten Akteure (Bauherr, Architekten, Tragwerksplaner, Anlagenbetreiber für RC-Gesteinskörnungen (RC-GK), Transportbetonproduzenten, Laboranten) über die rechtlichen Grundlagen, spezifischen Anforderungen und zu beachtenden Besonderheiten der Herstellung und der Eigenschaften der RC-Gesteinskörnungen und des RC-Beton informiert.

Die frühzeitige Kommunikation in der Planungsphase war unerlässlich, hat sich bewährt und zum gewünschten Ergebnis geführt, denn RC-Beton war bis zu diesem Zeitpunkt nicht im Lieferprogramm der Betonproduzenten im Land Berlin enthalten gewesen.

Die Betonhersteller benötigten zur Akquisition der RC-Gesteinskörnung, Entwicklung von neuen Betonrezepturen und für die erforderlichen Prüfungen einen zeitlichen Vorlauf vor Beginn der Baumaßnahme.

Die RC-GK-Lieferanten wiederum produzieren derzeit fast ausschließlich Körnungen für den Straßen- und Wegebau; also hauptsächlich Lieferkörnungen für Frostschutzschichten und Schottertragschichten in den Körnungen 0/45, 0/56, 0/63. Die stoffliche Zusammensetzung ist in der TL Gestein-StB 04 (Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau) oder durch Erlasse oder in länderspezifischen Vorgaben geregelt. Die Körnungsabstufungen im Betonbau hingegen sind 0/2, 2/8, 8/16, 16/32. D.h., die herkömmliche Produktion der RC-GK für ungebundene Einsatzzwecke im Straßen-, Tief- und Erdbau war durch die Anschaffung / Installation von zusätzlichen Sieben entsprechend auf die Produktion von RC-GK für den Einsatz in Betonen umzustellen. Die Investitionen dafür sind jedoch überschaubar bzw. wirtschaftlich zumutbar.

⁶⁸ Die hier gemachten Ausführungen basieren auf den Ergebnissen der Dokumentation des Pilotprojekts "Neubau des Forschungs- und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt Universität zu Berlin" in Berlin-Mitte; 2015, Bearbeiter: Mettke, Angelika; Schmidt, Stephanie; Jacob, Steffen im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Referat Abfallwirtschaft

Das Bauvorhaben wurde in die Bauabschnitte Schlitzwanderstellung und Hochbaumaßnahme unterteilt. Beide Bauabschnitte wurden unter Einsatz von Transportbeton mit rezyklierten Gesteinskörnungen vom Liefertyp 1 unter anteiliger Verwendung der Lieferkörnung 8/16 mm errichtet. Die jeweils an der Bauausführung beteiligten Akteure (Produzent der rezyklierten Gesteinskörnung, Transportbetonproduzent, bauausführende Firma) sowie ausgewählte Eckdaten der Bauvorhaben, sind in nachfolgender Abbildung zusammenfassend dargestellt.











<p style="text-align: center;">Öffentlicher Bauherr Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt <small>Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt</small></p>		<p style="text-align: center;">Wissenschaftliche Begleitung</p>	
			
<p>1. Bauabschnitt - Schlitzwand</p>  <p style="text-align: center;">TRABET TRANSPORTBETON BERLIN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">ARGE BG HUB Lebenswissenschaften Berlin</p>	<p>2. Bauabschnitt - Tragwerk</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Nezaj Bau GmbH</p>		
<p>1.700 m³ RC-Beton Festigkeitsklasse C25/30 Expositionsklasse XA1, XC4 Substitutionsanteil Kies 25 Vol.-% (≙ 392 kg RC-GK pro m³ RC-Beton; insgesamt: ~ 667 Tonnen RC-GK 8/16)</p>	<p>3.800 m³ RC-Beton Festigkeitsklasse C30/37 Expositionsklasse XC3 Substitutionsanteil Kies 40 Vol.-% (≙ 576 kg RC-GK pro m³ RC-Beton; insgesamt: ~ 2190 Tonnen RC-GK 8/16)</p>		

Abbildung 5.1: Gegenüberstellung beteiligter Akteure und Materialeinsatz beider Bauabschnitte

Insgesamt konnte im Rahmen des Berliner „Pilotprojektes“ (erneut) der Nachweis erbracht werden, dass

- die Recycler in der Lage sind, eine qualitativ hochwertige rezyklierte Gesteinskörnung für den Einsatz im Beton zu produzieren und termingerecht zu liefern,
- die rezyklierte der natürlichen Gesteinskörnung qualitativ in keinem Punkt nachsteht,

- die Transportbetonproduzenten problemlos RC-Beton mit den geforderten Eigenschaften (Festigkeitsklasse, Konsistenz) nach normativen Vorgaben herstellen und liefern können und
- der RC-Beton beim Einbau genauso gehandhabt werden kann wie Primärbeton.

Wird RC-Beton kontinuierlich abgerufen, verringern sich die beim Berliner Pilotprojekt für den RC-Beton angefallenen Mehrkosten für einen erhöhten Prüfaufwand. Basierend auf den Erfahrungen aus Projekten u.a. in Ludwigshafen / Mannheim ist davon auszugehen, dass RC-Beton bei kontinuierlicher Nachfrage zu den gleichen Kosten wie Primärbeton hergestellt und geliefert werden kann.

Durch den erstmals in Berlin eingesetzten RC- Beton für die Herstellung der Schlitzwand der Trogbaugrube sowie für die Bauhauptarbeiten wurde ein nachhaltiger Beitrag für den Ressourcenschutz geleistet. So konnte eine Flächeninanspruchnahme durch Kiesabbau vermieden sowie eine Verringerung der Umweltbelastung durch Transport, insbesondere in Ballungsgebieten erreicht werden.“

Durch den erfolgreichem Abschluss dieses Pilotprojekts strebt das Land Berlin an, per Vorschriften, bei allen öffentlichen Hochbauvorhaben – sofern normativ zugelassen - Betone mit rezyklierter Gesteinskörnung einzusetzen. Dass derzeit entsprechende Aktivitäten im Gange sind, zeigen die Ausführungen unter Kap. 4.2.5.

Zusammenfassende Berichterstattungen sind auch verfilmt worden und geben einen guten Überblick zum Einsatz von Recycling-Beton.



“Beton recyceln, Ressourcen sparen“

Abrufbar unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=iIYqCTbpqpg>

Produktion: 3sat (2017)



“RC Beton“

Abrufbar unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=VDWhKvEINLk>

Produziert durch: agenturgretchen/EUMB
Pöschk im Auftrag der Senatsverwaltung für
Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Dez. 2018)

6 Umweltkommunikation zur Nutzung mineralischer Sekundärrohstoffe

Die Umweltkommunikation umfasst verschiedenste Bereiche, denn sie ist überwiegend dort gefragt, wo Erklärungsbedarf vorherrscht. Akteure der Diskurse können Umweltverbände, Forschungszentren, Hochschulen, Politik, Unternehmen und Privatpersonen sein. Dabei kann der Schwerpunkt auf Beratung und Bildung, Öffentlichkeitsarbeit und/oder dem Veranstaltungsbereich liegen.⁶⁹ Exemplarisch wird hier das DBU Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK) in Osnabrück, eine der größten Stiftungen zur Förderung von Innovationen zum Umweltschutz, genannt. Mit beispielhaften Projekten zum Schutz der Umwelt sind in Europa seit der Gründung im Jahr 1990 ca. 9 000 Projekte in den Bereichen der Umwelttechnik, Umweltforschung/Naturschutz und Umweltkommunikation unterstützt worden.⁷⁰ Dazu zählen auch Projekte, die sich mit der Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen auseinandersetzen - so wie dieses hier zu erarbeitende Projekt. Denn was nützen nachhaltige Lösungen, wenn die Fachwelt keine Kenntnis darüber erhält oder die Notwendigkeit von den beteiligten Akteuren nicht erkannt ist resp. innovative zukunftsweisende Lösungen nicht umgesetzt werden. Das DBU ZUK hat mit seinen Aktivitäten dazu beigetragen, dass Fachleute am effektivsten arbeiten, wenn sie spezifisches Fachwissen und kommunikationswissenschaftliche Kenntnisse verknüpfen. Das Fachwissen spielt eine große Rolle, andernfalls ist es in gewissen Bereichen nicht möglich, Informationen fundiert und ausführlich einzuordnen. Parallel werden kommunikationswissenschaftliche Fähigkeiten für die richtige Vermittlung dieses Wissens benötigt.⁷¹

Als Zwischenfazit lässt sich feststellen, dass die Optimierung des Informationsaustausches und Verbreitung der Kommunikationsmöglichkeiten wichtige Instrumente der Umweltkommunikation sind. Dabei hängt es nicht nur allein von politischen Entscheidungen, von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Maßnahmen ab, sondern ist stark von Bildungs- und Kommunikationsaktivitäten geprägt.

6.1 Vermittlungsinstrumente

Die Methoden zur Umwelt-Öffentlichkeitsarbeit und zur Umweltkommunikation sind vielfältig. Sie reichen von Öffentlichkeitsmaßnahmen in Form von runden Tischen, Foren- und Konferenzveranstaltungen, persönlichen Gesprächen oder Beiträgen in Zeitschriften,

⁶⁹ <https://www.wila-arbeitsmarkt.de/blog/2018/10/29/umweltkommunikation/>

⁷⁰ Bittner, Alexander: Engagement für Nachhaltigkeit: Schulimkerei in nachhaltigen Schülerfirmen – ein DBU-Förderprogramm für 32 Schulen in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen: A. Biter, T. Pyhel, V. Bischoff (Hrsg.): Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, München, 2016, S.117-124

⁷¹ <https://www.wila-arbeitsmarkt.de/blog/2018/10/29/umweltkommunikation/>

Tagungsbänden, Merkblättern, Richtlinien, Leitfäden oder in Form von Fachbüchern, Unterrichtseinheiten etc. bis hin zur Erlassung von Gesetzen. Medientechnologien wie z.B. das Internet forcieren respektive erleichtern dabei den schnellen Zugang zu Publikationen. Dieser Aspekt ist für die Umweltkommunikation schon lange ein bedeutender Faktor, um dem ständigen Wandel an Aktualität von neuen Daten, Erkenntnissen und innovativen Entwicklungen nachzukommen. Auf der Grundlage fundierter fachlicher Kenntnisse, des Wissens, welche Hemmnisse und Rahmenbedingungen, aber auch Anreize zur Herstellung und Verwertung von RC-Baustoffen bestehen, werden in den unterschiedlichen Erhebungsbereichen, Vermittlungsgrundsätzen, Fördermöglichkeiten und –strategien bzw. möglichen Wegen, Instrumente und Anforderungen an die Vermarktungsstrategien der Konzeptionen zur Umweltbildung und -kommunikation aufgezeigt. Als Basis der Strategien kommen die verschiedenen politischen, rechtlichen, ökonomischen und informatorischen Instrumente zur verbesserten Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen zum Tragen⁷² wie bspw. hier im Bericht nachfolgend am Beispiel des Landes Berlin empfohlen wird. In Abbildung 6.1 sind die drei wichtigsten Vermittlungsinstrumente dargestellt. Deutlich wird, dass die rechtlichen sowie ökonomischen Instrumente durch Möglichkeiten der Online- und Offline-Medien eine Verbreitung finden. Die Veröffentlichung der Instrumente in verschiedensten, modernsten Formen, ist für die Entwicklung einer ressourcenschonenden Bauwirtschaft unerlässlich. In den folgenden Kapiteln werden die drei Vermittlungsinstrumente weiter begründet.

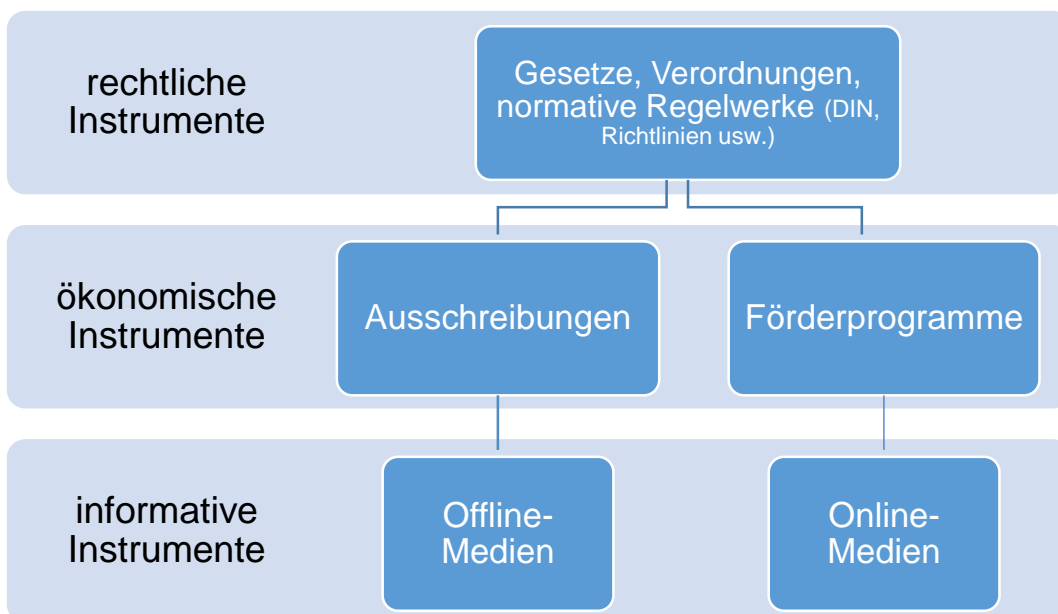


Abbildung 6.1: Mögliche Vermittlungsinstrumente der Umweltkommunikation

⁷² vgl. Schlonske, Antje; Spengler, Alexander; Fuhrmann, Vincent: Projektarbeit: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation, BTU Cottbus – Senftenberg, AG Bauliches Recycling, Cottbus, 2017

6.1.1 Rechtliche und normative Instrumente zur Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen/RC-Gesteinskörnungen

Rechtliche Regulierungen wie das KrWG und die BauPV (vgl. Kap.4), Verwaltungsvorschriften, einschlägige Richtlinien, Merkblätter, Leitfäden, Erlasse und normative Vorgaben zur Herstellung und Nutzung von mineralischen RC-Baustoffen, hergestellt aus Bau- und Abbruchabfällen sind somit wesentliche Instrumente, die zur umweltgerechten, ressourcenschonenden und nachhaltigen Entwicklung im Bauwesen beitragen. Sie stellen die Weichen zur Förderung der Vermeidung von Bau- und Abbruchabfällen, des Recyclings und der sonstigen stofflichen Verwertung. Im Januar 2019 sind in Berlin konkrete Anforderungen im Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme für den Planungszeitraum 2020 bis 2030 der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz veröffentlicht (vgl. Kap. 4.2.5).

Basis zur Notwendigkeit und Steuerung der Umweltkommunikation bilden die unter Kap. 4 aufgeführten wesentlichsten rechtlichen Regelungen auf EU- und Bundesebene, ergänzt um politische Vorgaben sowie spezifischer Regelungen im Land Berlin.

Die Integration von RC-Baustoffen in Ausschreibungen von Bauleistungen ist in Berlin spezifiziert:

- im Merkblatt 6 - Leitfaden Anforderung an den Umgang mit Recycling-Baustoffen (beschreibt Anforderungen an die Behandlung von mineralischen Bauabfällen zur Herstellung von Recycling-Baustoffen und deren Verwertung in technischen Bauwerken; vgl. Kap. 4.2.4) und
- im Leistungsblatt 26 für Ortbeton als Beton – soweit nach aktuellem Stand der Technik und der Norm zulässig– unter der Verwendung rezyklierter Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 in den maximal zulässigen Anteilen nach der jeweils gültigen Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e. V. (DAfStb) herzustellen und einzusetzen“ (vgl. Kap. 4.2.3) ⁷³.

6.1.2 Ökonomische Instrumente

Die ökonomischen Instrumente stehen im engen Zusammenhang mit den rechtlichen Vorgaben, die für finanzielle Subventionen und Steuern entscheidend sind. Durch finanzielle Anreize kann das Verhalten von den am Bau beteiligten Akteuren wie z.B. öffentliche Bauherren und deren Planer und Baustoff-Produzenten wesentlich beeinflusst werden. Förderprogramme und finanzielle Unterstützungsmöglichkeiten erhöhen den Einsatz von RC-

⁷³ Leistungsblatt 26. Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden. Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU. Berlin, 08.01.2019

Baustoffen in Bauvorhaben solange dies noch nicht Stand der Technik ist. Dass dies hervorragend funktionieren kann, zeigt das Pilotprojekt zum erstmaligen Einsatz von RC-Beton als Konstruktionsbeton in Berlin-Mitte⁷⁴. In der Ausschreibung des Bauvorhabens wurde für den RC-Betoneinsatz im Vergleich zum herkömmlichen Beton eine Umweltgutschrift bzw. ein monetärer Anreiz in Höhe von 10 €/t eingeräumt. Über solche positiven Erfahrungen bzw. Pilotprojekte können Impulse zum Wiedereinsatz von Rezyklaten gesetzt werden.

6.1.3 Informative Instrumente

„Über unser Fachwissen hinaus müssen wir Kompetenz im Umgang mit Information gewinnen, um dieser Herausforderung der modernen Informationsgesellschaft gerecht zu werden.“⁷⁵ Heutzutage leben wir in einer schnelllebigen Informationsgesellschaft. Über zahlreiche Wege der Informationsvermittlung können und werden wirksame Maßnahmen zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung verbreitet. Die Umsetzung der informativen Instrumente erfolgt über diverse Schnittstellen im Offline- und Onlinebereich. Dabei ist die Schnittstelle der Teil eines Systems, welcher der Kommunikation dient. Durch eine solch kombinierte Auswahl an Schnittstellen können verschiedene Zielgruppen erreicht werden. Um eine Akzeptanzsteigerung zum Einsatz von RC-Baustoffen/Sekundärbaustoffen zu erreichen, potenziell beteiligten Akteuren der Bauwirtschaft und weiteren Einflussnehmern eine Wissensgrundlage für umweltgerechtes Bauen mit RC-Baustoffen zu geben, werden im Folgenden wesentliche Online- und Offline-Instrumente der Umweltkommunikation erläutert.

Online – Umgebung

In den vergangenen fünfzehn Jahren wurden neue Technologien rasant und erfolgreich entwickelt und immer breiter genutzt. Die Entwicklungen der digitalen Welt haben auch entscheidend dazu beigetragen, dass immer mehr Menschen, vor allem jüngere Generationen, Wissen schneller verbreiten können.

Computervermittelte Kommunikation bzw. Computer, Internet sowie mobile Endgeräte, ermöglicht eine Vernetzung von beteiligten Akteuren und erleichtert den Austausch untereinander. Die Anwendungszwecke von Online-Diensten sind sehr vielfältig. Neben dem grundlegenden Informations- und Wissensaustausch in allen Sprachen weltweit in nahezu Echtzeit, sind besonders die intelligenten Systeme der Industrie 4.0, sowie das „Cloud-basierte“ Internet für Industrie und Wirtschaft von besonderer Bedeutung.

⁷⁴ Mettke, Angelika.; Schmidt, Stephanie; Jacob, Steffen; Schwilling, Thomas; Mehner, Heideinde: Dokumentation zum Einsatz von RC-Beton beim „Neubau des Forschungs-und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin“ in Berlin-Mitte, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin, März 2015

⁷⁵ Wandel zur Informationsgesellschaft. <https://www.moreee.de/wandel-zur-Informationsgesellschaft>; aufgerufen am 12.05.2019

Für die Verbreitung der Optionen zur vielfältigen und effizienten Verwendung von RC-Baustoffen sind die in der Abbildung 6.1 genannten Komponenten in der Online-Umgebung wesentlich.



Abbildung 6.2: Gliederung der Online- Marketingstrategie⁷⁶

Die zentrale Wissensvermittlung findet bspw. durch die firmeneigene Website und Homepage statt. Im Internet gibt es zahlreiche Seiten, die sich dem Recycling, RC-Baustoffen, RC-Beton sowie der Ressourceneffizienz widmen. Als ein gutes Beispiel wird die Webseite von Graf Recycling-Baustoffe GmbH & Co KG⁷⁷ angeführt. Auf dieser Website können aktuelle Nachrichten, Downloads, Links zu relevanten Webseiten und einigen Dokumentationen und Regelwerken eingesehen werden. Aber nicht jede Webseite ist bedienungsfreundlich für Nutzer optimiert.

Durch Implementierungen von E-Mail-Eintragungsfeldern auf der Webseite kann ein gewisser Interessentenstamm aufgebaut werden. Kunden, die bereits durch Kontaktaufnahme auf der Webseite erfasst wurden, sind mit ihren Kontaktdaten ebenfalls in den Servern gespeichert. Durch das gezielte E-Mail-Marketing und Kontaktieren von Interessenten ist eine weitere Schnittstelle abgedeckt. Diese ist, durch den persönlichen Kontakt, in den Konversionsraten als sehr zielfördernd anzusehen. Ebenfalls können Neuigkeiten aus Wissenschaft und Forschung, als auch neue rechtliche Veränderungen sowie Schulungsangebote verschickt werden.

⁷⁶ vgl. Schlonske, Antje; Spengler, Alexander; Fuhrmann, Vincent: Projektarbeit: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation, BTU Cottbus – Senftenberg, Cottbus, 2017

⁷⁷ <https://www.grafbaustoffe.de/standorte/ruedersdorf/>; aufgerufen am 27.05.2019

Für möglichst schnelle hochfrequentierte Seitenaufrufe wird heutzutage ein sogenanntes „Search Engine Marketing“ (SEM) (zu Deutsch: Suchmaschinenmarketing) Management eingesetzt. Mit Hilfe von "Search Engine Optimization" (SEO), (zu Deutsch: Suchmaschinenoptimierung) Marketing auf der Homepage werden kundenrelevante Keywords (zu Deutsch: Stichworte) eingebunden und eine organische Interessentengewinnung angestrebt. Ziel ist, eine möglichst hohe Positionierung der optimierten Webseiten in verschiedenen Suchmaschinen. Da die Suchmaschinenoptimierung erfahrungsgemäß erst nach einer gewissen Zeitspanne zu greifen beginnt und zeitaufwendiger ist, werden zudem „Search Engine Advertising“ (SEA) (zu Deutsch: Suchmaschinenwerbung) Maßnahmen vorgenommen. Diese sind allerdings mit höheren Kosten verbunden, wodurch diese Art von Marketing lediglich für speziell vorbereitete Veranstaltungen oder Online-Seminare in Frage kommen würde.

Im Onlinebereich steht der Aufbau eines Informationsportals zum Themenbereich des Recyclings der mineralischen Baustoffe derzeit im Vordergrund. Dieses dient vor allem der Bereitstellung von Wissen über die Anforderungen, Anwendungsmethoden und -möglichkeiten von RC-Baustoffen. Ebenfalls können in dem Netzwerk Handlungsansätze (z.B. Leitfäden, Empfehlungen, Erfahrungsberichte) und Beispiele vermittelt werden. Somit kann auch die breite Masse an Interessenten, die nicht mit direktem Partnermarketing angesprochen werden können, indirekt erreicht werden. In dem anzustrebenden Wissensportal kann durch Aufzeigen von Erfahrungen bereits umgesetzter Bauvorhaben, relevanter Statistiken und Angebotsfelder, die Umweltbildung nachhaltig verfolgt werden. Bspw. hat man im Informationsportal „Ressourcenschutz im Bau – Verwendung eines ressourcenschonenden Betons“,⁷⁸ die Möglichkeit, sich zu verschiedensten Dienstleitungen und Produkten zu informieren und sich in bereitgestellten Vorschriften einen Einblick in die Nutzungsmöglichkeiten zu verschaffen.

Der Aufbau einer digitalen Vernetzung von Vertretern der Bauwirtschaft mit Behörden und Wissenschaft ist ein wichtiges Instrument für den Austausch an Informationen. So sollten digitale Partnerschaften zu bereits bestehenden Unternehmen, Förderern und Portalen, wie der DBU, geschaffen werden. Dies dient der weitreichenden Verbreitung des aufgebauten Portals und wird positiv zu einem Kooperationsaufbau beitragen.

Um die Informationsvermittlung so weit wie möglich in der Baubranche zu verbreiten, kann auf die gezielte Streuung von relevanten Informationen in bereits vorhandenen Bauportalen, Online-Magazinen, Fachzeitschriften und der Online-Pressearbeit zurückgegriffen werden.

⁷⁸ <http://www.rc-beton.de/>

Über die Homepage kann zudem über mögliche Informationsveranstaltungen oder bevorstehende Informations-Webinare informiert werden.

Durch Social-Media-Maßnahmen, wie beispielsweise Facebook, Instagram sowie Pinterest, können insbesondere jüngere und moderne Zielgruppen angesprochen werden, diese können auch einen direkten Kanal zum Austausch mit den neugewonnenen Kunden bieten. Auf diesem Wege werden die Interessenten über aktuelle Neuigkeiten rund um die nachhaltige Entwicklungsmöglichkeit des Bauwesens ständig auf dem Laufenden gehalten.

In den letzten 10 Jahren haben das Video-Marketing sowie die Online-Bildung durch Lernvideos stark zugenommen. Die Verbreitung von gesellschaftlichen und fachlichen Informationen und Werbung über YouTube-Kanäle wird bei vielen Menschen durch Zeiteinsparung und Verfügbarkeit beliebter. Auf vielen YouTube-Kanälen kann man verschiedene Videos von dem Ablauf der Aufbereitungsprozesse von RC-Gesteinskörnung bis zu Lernvideos über RC-Baustoffen finden.⁷⁹ Ein gutes Beispiel dazu ist ein vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz erstelltes Lernvideo „Was sind Recycling-Baustoffe?“⁸⁰ (Abbildung 6.3).

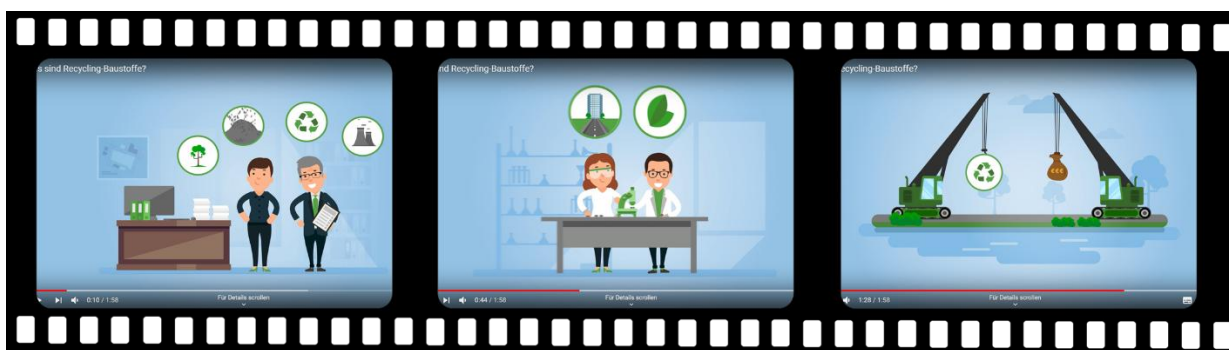


Abbildung 6.3: Lernvideo „Was sind Recycling-Baustoffe?“

Offline – Umgebung

Obwohl Online-Medien zur Zeit und auch in Zukunft unerlässlich sein werden, spielen die Offline-Medien (Abbildung 6.4) in klassischer Form der Kommunikation wie Bücher, Zeitungen, Flyer, Broschüren, Lehrmaterialien, Radio, Fernsehen und Zeitschriften, auch immer noch eine große Rolle.

Die direkte Kommunikation wird immer ein wichtiger Bestandteil der Kommunikation bleiben. So sind Fachmessen, Beratungsstellen und direkte Ansprechpartner essenziell, um

⁷⁹ YouTube-Kanäle bspw. von: Heinrich Feess GmbH & Co. KG, VDI Zentrum Ressourceneffizienz, Baustoff-RecyclingBAY, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU;

⁸⁰ Was sind Recycling-Baustoffe?. <https://www.abfallratgeber.bayern.de/gewerbe/recyclingbaustoffe/index.htm>, aufgerufen am 27.05.2019

Informationen über die Möglichkeiten des Einsatzes von RC-Baustoffen zu vermitteln. Dabei spielen unterstützend zu den digitalen Medien auch Kataloge, Handlungshilfen wie z.B. Leitfäden, Fachartikel in Fachzeitschriften oder auch die haptische Wahrnehmung von Beispiel-Produkten und deren Präsentation auf Messen eine wichtige Rolle.



Abbildung 6.4: Gliederung der Offline-Marketingstrategie⁸¹

Messen und Informationsveranstaltungen können, neben der reinen Informationsvermittlung, zudem als Kooperationsaufbau mit allen Akteursgruppen genutzt werden. Dazu zählen Ansprechpartner von Wirtschafts- und Bildungsinstitutionen, baubetriebliche Kammern und Zusammenschlüsse, die öffentliche und private Bauherren. Die Vernetzung mit Entscheidungsträgern und den sog. „Big Players“ sollte dabei im Hauptfokus stehen. Auf den Messen können Kontaktdaten, für spätere Marketingmaßnahmen, in Form von E-Mail-Adressen gesammelt werden. Aber auch die Pressearbeit sollte mit in die Vernetzungsstrategie aufgenommen werden. In „showrooms“ kann dem Kunden die digitale Zukunft des Bauwesens aufgezeigt werden und somit der Akzeptanz als auch der Verständlichkeit dienen.

Durch Publikationen der baufachlichen Regelwerke und Richtlinien zum Einsatz von RC-Baustoffen und bspw. die vom VDI und Verbänden angebotenen Fachveranstaltungen, Workshops, „Runden Tische“ etc. wie bspw. von der Bundesgütegemeinschaft Recyclingbaustoffe e.V. (BGRB) oder dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), wird der Austausch mit den verschiedensten Akteuren der Baubranche gefördert. Wertvolle Unterstützungswerkzeuge sind zudem das vom Berliner Senat herausgegebene

⁸¹ vgl. Schlonske, Antje; Spengler, Alexander; Fuhrmann, Vincent: Projektarbeit: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation, BTU Cottbus – Senftenberg, Arbeitsgebiet Bauliches Recycling, Cottbus, 2017

Leistungsblatt 26 (vgl. Kap.4.2.3) und das Merkblatt 6 (vgl. Kap. 4.2.4) sowie die vom MLUL Brandenburg herausgegebenen Brandenburger Leitfäden zur „Steigerung der Ressourceneffizienz von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen“ zum „Rückbau von Gebäuden“, zur „Ausschreibung“, zur „Qualitätssicherung für RC-Baustoffe“ und „Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zur Verwendung von Naturmaterial“⁸²

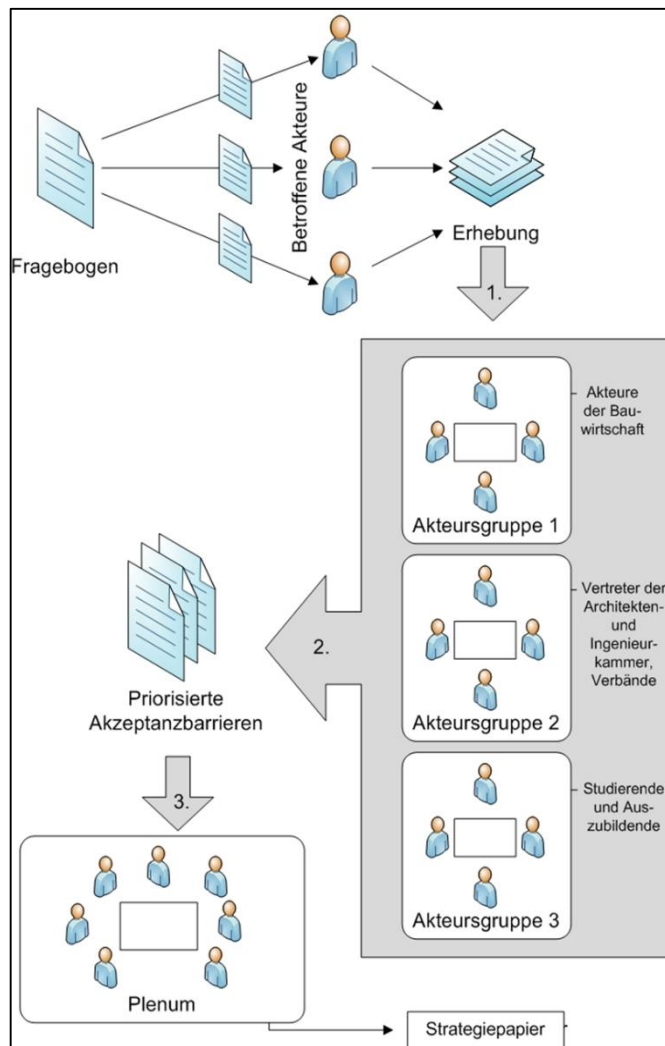


Abbildung 6.5: Ablauf des Erhebungskonzeptes

6.2 Analyse von Akzeptanzbarrieren für den Einsatz von RC-Baustoffen

6.2.1 Methodische Vorgehensweise

Mit Hilfe mehrerer Datenerhebungen wurde der aktuelle Wissensstand zum Einsatz von mineralischen RC-Baustoffen in Berlin festgestellt. Erfasst worden ist, inwieweit thematische Kenntnisse bei/ von den beteiligten Akteursgruppen (siehe Kapitel 1.3) vorliegen, vermittelt bzw. praktisch angewendet werden.

In Abbildung 6.5 wird das Vorgehen der Untersuchungen schematisch dargestellt und auch erläutert, in welchen Bereichen Hemmnisse vorliegen, die eine mögliche Verwendung von rezyklierten Baustoffen unterbinden oder erschweren.

⁸² Leitfäden Bauabfall. <https://mlul.brandenburg.de/info/leitfaeden-bauabfall>

Aktuell bestehende Akzeptanzbarrieren für den Einsatz von RC-Baustoffen wurden im Rahmen der durchgeführten Umfragen in Form von Fragebögen identifiziert. Für die Erhöhung der Bereitschaft wurden allen Beteiligten mehrere Möglichkeiten der Teilnahme angeboten: online, unter Zuhilfenahme eines angehängten Links, Bearbeitung der PDF-Datei oder der Ausfüllung eines ausgedruckten Schreibens mit einem weiteren Zusenden per E-Mail.

Zur Ermittlung des Kenntnisstandes wurden zwei Fragebögen erstellt, die je Akteursgruppe spezifiziert sind. Ein Fragebogen richtete sich dabei an die zweite Zielgruppe, (vgl. auch Kapitel 1.3), das Lehrpersonal der bautechnischen Studiengänge von Universitäten, den Berufsschulen und Oberstufenzentren im Raum Berlin. Befragt wurden 44 Professoren und Dozenten der TU-Berlin, HTW, HWR, Beuth-Hochschule sowie Lehrernde und Auszubildende der Knobelsdorff- Schule (OSZ Bautechnik I), Martin Wagner- Schule (OSZ Bautechnik II), Hans-Böckler-Schule (OSZ Konstruktionsbautechnik) und Lehrpersonal des Berufsförderungswerkes der Fachgemeinschaft Bau GmbH. Der Fragebogen für die zweite Zielgruppe (siehe Anhang IV) teilte sich in zwei Themenschwerpunkte (Teil A oder Teil B) in Abhängigkeit der Antwort auf die Frage, ob das Bauliche Recycling Bestandteil des Lehrplans ist oder nicht.

Im Teil A wurden nähere Informationen zu einzelnen Lehrinhalten, Unterrichtsmethoden, Anklang bei Studierenden und Schülern, sowie die mögliche Bereitschaft für die Steigerung des Lehrumfangs ermittelt. Im Falle keines Bestandteils im Lehrplan wurden Begründung und mögliche Aufnahme der Thematik in den Lehrplan aufgenommen.

Der zweite Fragebogen wurde strukturell analog erstellt und richtete sich spezifisch an die erste Zielgruppe, d.h. relevante Fachleute der Baubranche bzw. Ingenieure für Massivbau, Planungs- und Projektingenieure, Bauleiter und Bauwirtschaftler, technische Systemplaner, sowie Kostenkalkulatoren. Im Zuge der Datenerhebung wurden 23 Personen befragt. Der Fragebogen für die erste Zielgruppe (siehe Anhang III) gliederte sich in die Teile „Recycling“ und „Firmeninterne Weiterbildung“. Mit Hilfe des Teils „Recycling“ wurde der aktuelle Stand der Kenntnisse über RC-Baustoffe analysiert, bzw. die praktische Umsetzung und mögliche Einflussfaktoren bei der Entscheidung für oder gegen bestimmte Bauverfahren und Baumaterialien. Im Teil „Firmeninterne Weiterbildung“ wurden Angebote der firmeninternen Schulungsmaßnahmen, Lehrinhalte und weiterführendes Interesse an Baurecycling als Weiterbildung erfragt.

6.2.2 Auswertung der Ergebnisse der Befragungen

Es handelte sich um eine quantitative Datenerhebung, um möglichst viele Informationssätze von verschiedenen Akteuren zu bekommen. Die enge Zusammenarbeit zwischen Lehrenden

inkl. Studierenden/Auszubildenden und Akteuren aus der Baubranche (Bauherren, Planer, Abbruch/Rückbau- und Recyclingunternehmer, Betonhersteller, Bauunternehmer, Behördenvertreter) war der Ausgangspunkt für die Analyse von Akzeptanzbarrieren bei dem Einsatz von RC-Baustoffen und für die Erarbeitung von Schwerpunkten für Schulungsunterlagen im entsprechend aufzubauenden Fortbildungssystem. Mit Hilfe der somit gewonnenen und ausgewerteten Daten wurde im Zuge des Projektes ein Strategiepapier bzw. ein Konzept zur Umweltbildung und -kommunikation entwickelt.

Ergänzt durch Handlungsempfehlungen zur effizienten Verwertung von RC-Baustoffen wurden durch die Kooperation mit der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt die Multiplikatoren aktiviert.

Es ist allgemein festzustellen, dass die Anwendung von Lehrinhalten bzw. die Anwendung in der Praxis zum Thema ‚baulichen Recyclings‘ bei der zweiten Akteursgruppe (Akteure in der Lehre: Berufsschulbildung, Studium) im Gegensatz zur Bauwirtschaft eine weitaus ausgeprägtere Resonanz aufweist.

Bei der Beantwortung der in Berlin verschickten Fragebögen, lässt sich klar feststellen, dass die Bereitschaft und/oder die Zeit zur Beantwortung klar der ersten Zielgruppe zugeordnet werden kann.

Erste Zielgruppe (Wirtschaft und Verwaltung): insgesamt wurden 23 Personen/Unternehmen kontaktiert, wovon alle (23) die Fragebögen ausgefüllt zurücksendeten.

Zweite Zielgruppe (Berufsschulbildung, Studium): insgesamt wurden 44 Personen in 8 Einrichtungen kontaktiert, wovon 14 die Fragebögen ausgefüllt zurücksendeten.

Im Anhang V sind die ausführlichen Antworten bzw. statistischen Auswertungen der beiden Fragebögen aus Anhang II und Anhang III aufgeführt.

Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse stichpunktartig zusammengefasst:

- von den 14 eingegangenen Antworten der befragten Dozenten und Lehrenden integrieren 78% (11 Personen) das Thema Baustoffrecycling in den Lehrplan
- es besteht ein großes Interesse der Studierenden und der Lehrenden, das Thema ‚bauliches Recycling‘ als tiefgreifende Fortbildungsmaßnahme zu integrieren
- die Bauunternehmen sind interessiert, mit umweltfreundlichen Baumaterialien bzw. RC-Baustoffen zu arbeiten
- ein Großteil der befragten Personen der Bauwirtschaft ist in Bezug auf RC-Produkte unzureichend informiert

- bei mehr als zwei Drittel der Akteure der Bauwirtschaft werden RC-Baustoffe nicht berücksichtigt bzw. eingeplant und verbaut (siehe Abbildung 6.7).

Einsatz der RC-Baustoffe in der Praxis

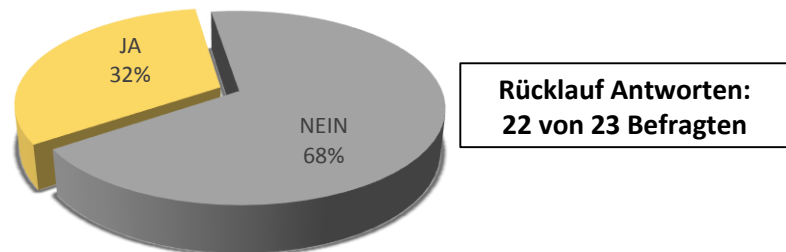


Abbildung 6.6: Auswertung zur Frage für die Bauwirtschaft – „Werden RC-Produkte praktisch geplant und verbaut?“

Kenntnisstand der Vor- und Nachteile von RC-Baustoffen im Bauwesen

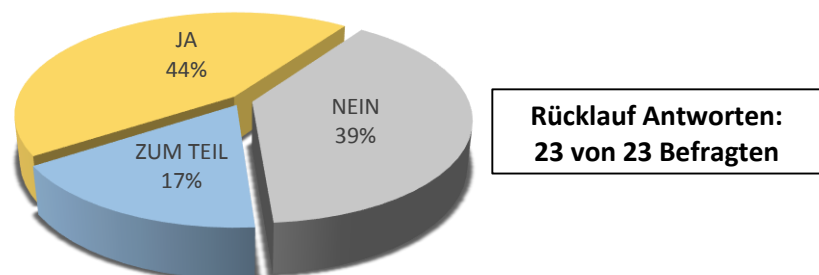


Abbildung 6.7: Auswertung zur Frage für die Bauwirtschaft – „Sind Ihnen die Vor- und Nachteile von Recyclingprodukten im Bauwesen bekannt?“

- Unbedingt erwähnt werden muss, dass die Bereitschaft, sowohl bei der Gruppe der Lehrenden, als auch der Befragten der Bauwirtschaft, an Weiterbildungsmaßnahmen zum Thema ‚stoffliches Recycling‘ vorhanden ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Ergebnis der Umfragen zum Thema „Einsatz von RC-Baustoffen“ weder in der Theorie bzw. im Bildungswesen zufriedenstellend ist noch im Bereich des praktischen Bauwesens. Allerdings zeigt das große Interesse der beiden befragten Zielgruppen die Notwendigkeit zur Umsetzung der Bildungsmaßnahmen, nicht nur für Spezialisten der Bauwirtschaft und qualifiziertes Lehrpersonal, sondern auch zur Steigerung der Wissensvermittlung bei den Studierenden.

6.3 Analyse von Hemmnissen aus der Sicht der Akteure der Bauwirtschaft

In der ersten Projektphase wurden die Hemmnisse beim Einsatz von Recycling-Baustoffen im Rahmen der Gesprächsrunden mit Akteuren der Bau-, Abbruch-, Entsorgungs- und Recyclingbranche analysiert. Nach der persönlichen Kontaktaufnahme erfolgte eine anschließende qualitative Datenerhebung. Die Ergebnisse der Befragung sind in der nachfolgenden **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** nach Akteursgruppen zusammengefasst.

Tabelle 6.1: Hemmnisse beim Einsatz von Recycling-Baustoffen aus der Sicht der Akteure der Bauwirtschaft

Akteursgruppe	Hemmnisse	Hintergründe
Planer Bauherren Behörden	<ul style="list-style-type: none"> ▪ der fehlende Produktstatus ▪ der Mehraufwand bei Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung ▪ fehlende Kenntnisse und Informationen zum Einsatz von Recycling-Baustoffen ▪ die zusätzlich regelmäßigen Prüfungen umweltbezogener Vorgaben ▪ Einbaubeschränkungen ▪ Angst vor Fehlentscheidungen ▪ die unterschiedlichen länderspezifischen Regelungen 	keine Aufführung der RC-Baustoffe in den Ausschreibungen von Bauvorhaben
Recycling- unternehmer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ die fehlende Akzeptanz und Unterstützung durch Bauherren, Planern und Behörden ▪ der Ausschluss von RC-Baustoffen bei Ausschreibungen ▪ ein resultierendes Nachfragedefizit ▪ ungeklärte Haftungsfragen ▪ „undurchsichtige“ Grenzwertvorgaben und höhere Qualitätsanforderungen an Recycling-Baustoffe ▪ Gleichwertigkeit zu Primärrohstoffen ist nicht gegeben, natürliche Hintergrundbelastung bleibt unberücksichtigt ▪ laut geltendem Regelwerk zulässige Anteile von Asphalt, Ziegeln, Klinkern und Steinzeug können bei der Herstellung von Recycling-Baustoffen aufgrund mangelnder optischer Akzeptanz seitens der Bauherren bzw. 	teilweise fehlende politische Anerkennung von Recycling-Baustoffen, die fehlende Akzeptanz in der Bevölkerung

	<p>bauausführenden Unternehmen nicht ausgeschöpft werden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ erschwerte oder fehlende Genehmigungen von Recyclingplätzen ▪ bestehende Einbaubeschränkungen 	
Vertreter der Gipsrecycling-anlage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ oftmals fehlende getrennte Erfassung von gipsstämmigen Abfällen im Zuge des Abbruchs bzw. Rückbaus von Gebäuden ▪ keine konsequente Getrennthaltung von separat erfassten Abfallfraktionen nach dem Rückbau ▪ hohe Feuchtigkeit der Gipskartonplatten durch offene Lagerung ▪ Deklaration von Porenbeton als Gipsabfall ▪ kostengünstigere Entsorgungsmöglichkeiten im angrenzenden Ausland ▪ fehlende Logistik / Sammlung von recyclingfähigen Gipsabfällen ▪ lange Transportwege zu den Gipsrecyclinganlagen ▪ keine Kooperationen zwischen den beteiligten Akteuren ▪ Verfügbarkeit von REA-Gipse als preiswerte Alternative zu Recycling-Gipsen ▪ mangelnde Akzeptanz seitens der Gipskartonplattenindustrie 	die auf der Deponie entsorgten gipshaltigen Bauabfälle sind nicht trennbar von anderen Baustoffen
Bauschutt-recycler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unmögliche Aufbereitung von Bauschutt zu hochwertigen RC-Baustoffe aufgrund ▪ des Vorhandenseins von gipshaltigen Abfällen (u.a. Putze, Gipskartonplatten) und der damit verbundene hohe Sulfat-Gehalt, ▪ enthaltenen Porenbetons / Leichtbetons und Bodenaushubs, ▪ von Störstoffen wie Kunststoff, Papier, Glas und Holz. 	Schwindende Deponiekapazitäten für mineralische Abfälle

Aus dieser Analyse ergibt sich, dass keine Kooperationen zwischen den beteiligten Akteuren im Lebenszyklus eines Bauwerks stattfinden bzw. stattgefunden haben und die fehlende Akzeptanz die entscheidenden Hemmnisse beim Einsatz von RC-Baustoffe sind. Vielen

Akteuren, wie u.a. Planer oder projektverantwortliche Mitarbeiter in Landesbauämtern, fehlen generelle Kenntnisse zu Vor- und Nachteile von RC-Baustoffen und -Produkten. Ein Grund dafür könnte sein, dass die erfahrenen Akteure der Wirtschaft mitunter bereits seit Jahrzehnten praktizieren, ihre Grundausbildung bzw. ihr Studium zu Zeiten stattgefunden hat, in der die Fachdisziplin bauliches Recycling noch nicht als relevantes Thema angesehen wurde. Das Thema des Baustoffrecyclings ist erst seit einigen Jahren immer stärker in den Fokus geraten. Die nötigen Wissensgrundlagen wurden damals im Studium oder in der Ausbildung nicht vermittelt. Zudem fehlen zurzeit ausreichende Anreize der Politik, ökologisch und nachhaltig zu planen. Aufgrund dieses Wissensdefizites und der fehlenden Anreize seitens der Politik wird auf klassische Methoden des Bauens zurückgegriffen, welche zum großen Teil konträr zur nachhaltigen Entwicklung stehen.

7 Umweltbildung: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin

Im Land Berlin beginnen pro Jahr etwa 172.000 Studierende⁸³ an Universitäten und Fachhochschulen ihr Studium sowie ca. 2.000 Auszubildende⁸⁴ an den Berufsschulen ihre Ausbildung. Dieses Potenzial an jungen Menschen ist wichtig für die Zukunftsfähigkeit einer sich stark zu entwickelnden nachhaltigen Gesellschaft. Die Bildungsaktivitäten untermauern diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe des nachhaltigen Modells substantiell.

Bereits in der Agenda 21 gilt Bildung als eine fundamentale Grundlage der nachhaltigen Entwicklung: „Bildung ist eine unerlässliche Voraussetzung für die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und die Verbesserung der Fähigkeit der Menschen, sich mit Umwelt- und Entwicklungsfragen auseinanderzusetzen.“⁸⁵ Dort ist auch festgelegt, dass die formale und nichtformale Bildungen unabdingbare Voraussetzungen für die Herbeiführung eines Bewusstseinswandels in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung bei den Menschen und auch für die Schaffung eines ökologischen und eines ethischen Bewusstseins sowie von Werten und Einstellungen, Fähigkeiten und Verhaltensweisen von entscheidender Bedeutung sind. Für eine dynamische Wirkung muss Umweltbildung in alle Fachdisziplinen eingebunden werden und formale und informale Methoden sowie wirksame Kommunikationsmittel sind anzuwenden. Dadurch sind die Kompetenzen nicht nur von Studierenden und Auszubildenden, sondern insbesondere auch von Akteuren der Bauwirtschaft in Fragen zum nachhaltigen Bauen und baulichen Recycling in erster Linie zu fördern und zu entwickeln.

7.1 Überblick zu einschlägigen Bildungseinrichtungen in Berlin

Im folgenden Kapitel wird ein Überblick zu den themenbezogenen Bildungseinrichtungen in Berlin gegeben. Die Analyse und Konzeptionierung konzentrieren sich auf Institutionen mit einem technischen Schwerpunkt. So wurden für die Recherche die Beuth-Hochschule für Technik Berlin, die Technische Universität (TU) Berlin, die Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (HWR) sowie die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW) „untersucht“. Die aufgeführten Informationen ergeben sich aus den Modulbeschreibungen, die sich auf den jeweiligen Internetseiten der Hochschulen befinden. Zudem war es teils notwendig, die Studien- und Prüfungsordnungen der jeweiligen Studiengänge im Bachelor und Master zu Rate zu ziehen, welche ebenfalls über den Internetauftritt der Hochschulen zu finden

⁸³ Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam 2015: Studierende und Studienanfänger im Wintersemester 2014/15 in Berlin nach Hochschularten und Hochschulen (Haupt- und Nebenhörer), S.4

⁸⁴ Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft, 2015: Zahlen, Daten, Fakten, Berufliche Schulen 2014/15, S. 3

⁸⁵ Henze, Christa: Nachhaltige Entwicklung, Transformation und Resilienz – Zur Relevanz von Partizipation und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: A. Biiter, T. Pyhel, V. Bischoff (Hrsg.): Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, München, 2016, S.81-93

sind. Für genauere Informationen zu den beschriebenen Lehrinhalten, wurden die aufgeführten Personen per E-Mail oder telefonisch kontaktiert.

Das Hauptaugenmerk der Recherche wurde auf die Studiengänge Bauingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen mit der Vertiefung Bau und Umweltingenieurwesen/Technischer Umweltschutz gelegt. Zudem wurden Informationen über die Ausbildung zum Betonbauer und Maurer eingeholt und im Internet mit Schlagworten nach Weiterbildungen zu der Thematik bzw. über das Weiterbildungsportal der Industrie- und Handelskammer (IHK) gesucht.

7.2 Analyse und Auswertung zum jeweiligen Bildungsstand in Berlin

7.2.1 Auswertung der untersuchten Hochschulen/Universitäten

Tabelle 7.1: Auswertung der Hochschulen/Universitäten

Bildungseinrichtung		Beuth Hochschule für Technik Berlin					HTW Berlin	TU Berlin		
		Recycling / Kreislaufwirtschaft	Materialeffizienz und Recycling	Abfallwirtschaft und Stoffkreislauf	Baustoffrecycling	Integrierte Umwelttechnik und Umweltressourcen	Baubetrieb 3	Abbruch und Recycling/ Deponietechnik	Bindemittel und Betontechnologie	Grundlagen Technischer Umweltschutz
Studiengang	BI									
	WI	x				x	x	x		x
	UI			x	x			x	x	x
	Pl. nachh. Gebäude sonstige		x						x	
Ab-schluss	B.Sc.			x	x				x	
	M.Sc.	x	x			x	x	x	x	x
Status	Pflichtmodul			x	x	x			x	
	Wahlpflichtmodul	x	x				x	x	x	x
Lernform	Vorlesung				x			x	x	x
	Seminar			x		x				
	Übung	x	x			x		x		x
	Exkursion(en)			x						
	Projektarbeit(en)	x	x	(x)	x	x		x		
Themen	Nachhaltigkeitsprinzip	x		x	x	x			x	x
	Kreislaufwirtschaft	x	x	x	x	x				x
	Rechtsverordnungen	x		x			x		x	x
	Abfallhierarchie	x							x	
	Entsorgungslogistik			x			x		x	
	Schadstoffe			x						
	Ökobilanzierung		x							x
	Techniken zur Verwertung/ Aufbereitung		x	x				x	x	x
	Techn. Anforderungen an RC-Baustoffe				x		x			
	Recyclingbeton								x	
	Abbruch und Rückbau						x	x		x
Anlagenbau			x							

Die Auswertung der Recherche weist ein recht ernüchterndes Ergebnis auf. Es stellt sich heraus, dass das Recycling von Bauabfällen kaum thematisiert bzw. nicht in dem Umfang gelehrt wird, den es bräuchte, um das nötige Fachwissen und die Bedeutsamkeit zu vermitteln. Zwar wird oft allgemein auf das Nachhaltigkeitsprinzip und die Kreislaufwirtschaft eingegangen und rechtliche Anforderungen werden erwähnt, doch darüber hinaus folgt in den meisten Modulen nur bedingt weiterer Inhalt zum baulichen Recycling. Oft finden sich wenige bis teilweise nur einzelne Vorlesungsblöcke zu dem Thema oder es wird nur beiläufig erwähnt.

Das umfangreichste Angebot ist der **Beuth Hochschule für Technik** mit sechs Modulen zum Thema Nachhaltigkeit/Recycling zuzuordnen. Wirtschaftsingenieuren wird dabei nur im Master mit zwei Modulen die Gelegenheit gegeben, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Beide Module liefern jedoch nur ein allgemeines Verständnis zum Nachhaltigkeitsprinzip sowie zur Abfallwirtschaft bzw. gesetzlichen Grundlagen. Keines ermöglicht einen detaillierteren Einblick in die Entsorgungslogistik, die Aufbereitung von Bauabfällen bzw. den Umgang mit RC-Produkten/-Baustoffen.

Dies wäre jedoch gerade für die Vertiefung Bau wünschenswert, schließlich sollten Wirtschaftsingenieure in der Lage sein, z.B. eine Recyclinganlage zu führen bzw. ökonomische Faktoren sicher abzuschätzen. Für die Zukunft ist es zwar gut, dass den Studierenden das Nachhaltigkeitsprinzip näher gebracht wird, doch darüber hinaus fehlt das Fachwissen, um dieses aktiv im Beruf ausüben zu können.

Im Umweltingenieurwesen mit Vertiefung Bau haben Studierende im Bachelor zwei Module dieser Art zu absolvieren. Dabei bekommen sie solide Grundlagen zur Kreislaufwirtschaft sowie Überblicke über Themen wie Rechtsgrundlagen, Schadstoffe, Entsorgungslogistik und Verwertungs- und Aufbereitungstechniken. Allgemein ist daher zu sagen, dass die Thematik bauliches Recycling im Bachelorstudium recht gut aufgegriffen wird. Ein Masterstudium Umweltingenieurwesen an der Beuth Hochschule für Technik wird nicht angeboten.

Zukünftigen Bauingenieuren werden an der Beuth Hochschule fast keine Möglichkeiten gegeben, sich mit der Thematik zu beschäftigen. Es erfolgt im Bachelorstudium lediglich ein kurzer Abriss zur Verfahrensplanung von Abbruch- und Recyclingprozessen. Im Bauingenieurwesen sollte die Thematik Recycling und Nachhaltigkeit besonders stark ins Gewicht fallen, da gerade Bauingenieure als spätere Planer die Nachfrage an RC-Baustoffen/-Produkten beeinflussen können. Außerdem besitzen sie das nötige Basiswissen zu Baustoffen und deren Eigenschaften, um effiziente und vorausschauende Entscheidungen zu treffen.

Im neuen Master-Studiengang Planung nachhaltiger Gebäude gibt es nur ein Modul, welches sich mit dem baulichen Recycling (annähernd) auseinandersetzt. Auch hier ist der begrenzte Inhalt zu bemängeln. Besonders, da der Studiengang den Fokus auf „moderne, nachhaltige

und umweltverträgliche Gebäude“ legt. So wird Studierenden zwar die Bedeutung der Nachhaltigkeit näher gebracht, jedoch wird kaum Fachwissen zu RC-Baustoffen/-produkten vermittelt. Dieses ist aber essentiell für eine nachhaltige Bauplanung. Gerade ein Master-Studiengang mit dem Schwerpunkt Umwelt, und den Studierenden im Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen sollte dieses Wissen vermittelt werden.

An der **TU Berlin** stellt sich die Situation auch noch ausbaufähig dar. Die vorgefundenen Module behandeln das Thema Baustoffrecycling und den Einsatz von Recyclingprodukten bis auf eines nur als Unterkapitel, so dass der Aspekt eher zu kurz kommt und in dem Umfang der unterrichteten Inhalte unterzugehen droht. Abfälle müssen allgemein behandelt werden, damit die Studierenden die Methodik der Lebenszyklusanalyse kennenlernen und sich mit dem Oberbegriff Nachhaltigkeit auseinandersetzen. Doch gerade vor dem Hintergrund, dass die Baubranche für einen Großteil der anfallenden Abfälle verantwortlich ist und gleichzeitig ein großes Potenzial zur Wieder- und Weiterverwendung aufweist, ist es nachteilig, dass dem nicht mehr Aufmerksamkeit gewidmet und die nachkommende Generation für diese Aufgabe nicht aufgeklärt und vorbereitet wird. Die Thematik kann in dem eng getakteten Lehrplan der vorgefundenen Angebote zumeist gar nicht ausreichend betrachtet und erörtert werden. Allemal können die kurzen Einblicke das Interesse der Studierenden wecken, doch es fehlt an weiterführenden Maßnahmen zur Vermittlung und Vertiefung der notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten. Besonders vor dem Hintergrund, dass es bereits ein Fachgebiet für Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologien gibt, wäre es wünschenswert, an dieser Stelle auch das nachhaltige Bauen mit RC-Baustoffen weitergehend zu integrieren.

Positiv hervorzuheben ist jedoch das Modul „Nachhaltiges Bauen“, welches zwar die Thematik Recycling von Baustoffen nur in wenigen Vorlesungsstunden behandelt, dafür jedoch sehr vielfältig die Sachverhalte anschnidet und verschiedene Zusammenhänge aufgreift. Dies ist besonders für die teilnehmenden Bauingenieure ein guter Einstieg in die Materie.

Die Hochschule für Technik und Wirtschaft **HTW**⁸⁶ und die Hochschule für Wirtschaft und Recht **HWR** erweisen sich bei der Recherche als enttäuschend, da keine der beiden Hochschulen aktuell Module anbieten, die dieses Thema aufgreifen. Dies gilt es dringend zu ändern, besonders da an der HWR die Studiengänge Wirtschaftsingenieurwesen – Umwelt und Nachhaltigkeit (Bachelor) und Energie und Umweltressourcen (Master) angeboten werden, welche sich zwar mit Ressourceneffizienz, Stoffstrommanagement und Abfallwirtschaft beschäftigen, für die ausgewiesene Ausrichtung dennoch mehr Inhalte zur Thematik des Recyclings, auch für allgemeine Abfälle, offerieren könnten.

⁸⁶ Für die HTW liegt momentan nur ein Konzept für ein Modul mit Schwerpunkt Recycling vor.

7.2.2 Weiterbildungen

Auch bei den Weiterbildungen zeigt sich, dass es noch große Differenzen zwischen dem eigentlich als notwendig erachteten Angebot und der aktuellen Situation gibt. Dies ist insofern besonders besorgniserregend, als dass die Recherche nach Qualifizierungsmaßnahmen für Berufstätige im gesamten deutschen Raum durchgeführt wurde und sich nur drei Kurse finden ließen, die sich konkret dem Thema Baustoffrecycling widmen. Eines davon behandelt v.a. die rechtlichen Rahmenbedingungen in Bayern, sodass es zumindest als Einstieg in die Thematik dienen kann, für die Anwendung in Berlin aber nochmals weitere Nachforschungen und Änderungen bezüglich der gültigen Regelungen nötig sind.

Über das VDI Zentrum Ressourceneffizienz konnten verschiedene Weiterbildungsangebote ausfindig gemacht werden, darunter sind Seminare wie zum Beispiel „Ressourceneffizienz kompakt & intensiv“ (3 tágig), „Erste Schritte zur Ressourceneffizienz“ (1 tágig) und „Qualifizierung Ressourceneffizienz“ (5 tágig). Das Ziel dieser drei Weiterbildungen ist es, Instrumente und Methoden zu vermitteln, um Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Unternehmen analysieren zu können.⁸⁷

Das VDI-Wissensforum bietet den zweitägigen Kurs „Kostentreiber Bau- und Abbruchabfälle“ an, welcher sich an Bauleiter und Kalkulatoren, Planer und Architekten, sowie Mitarbeiter von Entsorgungsunternehmen, Behördenvertreter und Projektleiter von Bauabteilungen richtet. Dabei geht es vorrangig um die rechtlichen Vorgaben beim Erfassen, Bereitstellen, beim Umgang und bei der Beförderung von Abfällen sowie um den Umgang mit gefährlichen Abfällen. Weiterhin sollen Besonderheiten bei Ausschreibungen und beim Nachtragsmanagement herausgearbeitet werden und Herausforderungen bei der Annahme und der Entsorgung von Abfällen aufgezeigt werden.

Des Weiteren konnten folgende Workshops als Weiterbildungsmaßnahmen zur Thematik in Deutschland gefunden werden. Zum einen bietet der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung des Workshops „Eigenüberwachung (WPK) bei der Qualitätssicherung von Recyclingbaustoffen“ in den Städten Erlangen, Landsberg am Lech und Landshut an der Isar an. Dieser richtet sich an Verantwortliche für die Eigenüberwachung bzw. Werkseigene Produktionskontrolle sowie Mitarbeiter in Behandlungs-/Aufbereitungsanlagen für mineralische Abfälle bzw. zur Herstellung von Recyclingbaustoffen in Hoch-, Tief und Straßenbauunternehmen, Abbruch und Erdbauunternehmen, Recycling- und Entsorgungsunternehmen. Im Workshop werden dabei die grundlegenden Untersuchungen

⁸⁷ VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (Hrsg.): Weiterbildung, Qualifizierung Ressourceneffizienz. (verfügbar unter: <https://www.qualifizierung-re.de/>)

im Rahmen der Eigenüberwachung vermittelt und Tipps und Hinweise zur praxisgerechten Umsetzung in Unternehmen gegeben.⁸⁸

Die Suche offenbarte zwar ein relativ breit gestreutes Angebot zum Thema Abfallentsorgung und Kreislaufwirtschaft, jedoch immer mit sehr allgemein gehaltenen Themenschwerpunkten. Viele Veranstaltungen, die sich mehr in die Richtung Baustoffe und Bauabfälle bewegen, sind konkret für den Umgang mit Gefahrstoffen (z.B. Asbest) und die Anforderungen an die Arbeitssicherheit ausgelegt und behandeln daher nicht die Recyclingmöglichkeiten anderer Materialien.

Auffällig bei der Recherche jedoch war, dass sich vermehrt in unseren Nachbarländern Schweiz und Österreich solche Angebote finden lassen.

7.3 Ableitung und Entwicklung von Bildungskonzeptionen für die jeweiligen Qualifizierungen

7.3.1 Bauingenieure

Bauingenieure bedienen ein breites Spektrum an Aufgaben im Bauwesen. Sie werden hauptsächlich als Planer in Bauunternehmen eingesetzt und haben somit einen besonders großen Einfluss auf Angebot und Nachfrage von RC-Baustoffen. Außerdem besitzen sie ein umfangreiches Fachwissen im Bereich Baustoffe und Baukonstruktion. Daher ist es gerade für diese Studienrichtung essentiell, die Thematik des Recyclings von Baustoffen im Lehrplan aufzunehmen, was bis zum jetzigen Zeitpunkt an keiner Bildungseinrichtung ausreichend verfolgt wird. Besonders im Bachelor fällt das Angebot zu genannter Thematik schwach aus, bzw. ist gar nicht vorhanden. Nur an der TU Berlin⁸⁹ werden den Master-Studierenden entsprechende Module angeboten, die teilweise ein recht breites Spektrum der Thematik aufgreifen. Dennoch sind auch hier Verbesserungen möglich. Empfohlen wird, das Bildungsangebot für Bauingenieurstudierende im Bachelor sowie im Master entsprechend anzupassen bzw. zu überarbeiten.

Das Ziel sollte sein, zukünftige Bauingenieure zu animieren, im späteren Beruf mineralische RC-Baustoffe in die Planung mit einzubeziehen. Dabei ist es wichtig, zu erkennen, dass dieses Vorgehen hilft, unsere natürlichen Ressourcen zu schonen resp. eine leistungsstarke nachhaltige Alternative zum Einsatz von Primärrohstoffen ist.

⁸⁸ bvse-Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (Hrsg.): Workshop „Eigenüberwachung bei der Qualitätssicherung von Recyclingbaustoffen“, 2019. (verfügbar unter :<https://www.bvse.de/sachverstand-bvse-recycling/bildungszentrum/seminaruebersicht-recycling-sekundaerrohstoffeentsorgung/mineralische-abfaelle-lfu-merkblaetter/17-mineralische-abfaelle-lfu-merkblaetter/113-workshopeigenueberwachung-wpk-bei-der-qualitaetssicherung-von-recyclingbaustoffen-2.html>)

⁸⁹ An der Beuth-Hochschule für Technik ist kein Master-Studium im Bauingenieurwesen möglich.

Bachelor of Science/ Bachelor of Engineering

Da das Baustoff-Recycling keine außergewöhnlichen spezifischen Fachkenntnisse, außer ein grundlegendes Baustoffverständnis, voraussetzt, könnte bereits im Grundlagenstudium ein Pflichtmodul integriert werden – idealerweise nach der Einführung in die Baustoff- und Werkstoffkunde; also im 2. oder 3. Fachsemester. Der Status als Pflichtmodul sichert dabei allen Studierenden – unabhängig späterer Vertiefungen –, die Vermittlung von Kenntnissen zum Schutz der Umwelt, was auch in das Aufgabenspektrum von Bauingenieuren gehört. Mit dem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden grundlegende Kenntnisse besitzen, um nachhaltige Entscheidungen im Baugewerbe treffen zu können.

Um ein möglichst gutes Verständnis zur Dringlichkeit der Thematik zu erhalten, muss den Studierenden die Interaktion von Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft aufgezeigt werden. Ein vorausschauendes Denken muss sich in den Köpfen etablieren. Das heißt vor allem, dass Bauingenieure / Planer befähigt werden, den kompletten Lebenszyklus eines Bauwerkes bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Das Kreislaufdenken, welches im Modul des Bachelorstudiums angeregt wird, soll das ermöglichen. Baurechtliche und abfallrechtliche Grundlagen sind miteinander zu verknüpfen.

Anhand des KrWG's und der damit verbundenen Abfallhierarchie ist den Studierenden aufzuzeigen, dass es gesetzlich verpflichtend ist, Bauabfälle zu vermeiden bzw. nicht entstehen zu lassen, indem Bauteile wiederverwendet werden (Produktrecycling) bevor Bau- und Abbruchabfälle stofflich zu verwerten sind. Deshalb ist auf die verschiedenen Bauabfallarten, Aufbereitungstechniken und qualitativen Anforderungen der RC-Baustoffe und deren möglichen Einsatzbereichen einzugehen. Es ist zwischen dem Einsatz von RC-Baustoffen im Tief- und Hochbau zu differenzieren. Bau- und umwelttechnische Anforderungen und Eigenschaften von RC-Baustoffen sind zu vermitteln. Insbesondere ist auf die aktuell gültigen, unterschiedlichen länderspezifischen umwelttechnischen Anforderungen hinsichtlich der Verwertung für Berlin und Brandenburg einzugehen bzw. zu beachten. Wichtig ist, darzulegen, welche Substitutionsmöglichkeiten von Primärrohstoffen resp. Umweltvorteile durch die genannten Maßnahmen (Abfallvermeidung bis hin zur stofflichen Verwertung) erzielt werden können bzw. welche baulichen Maßnahmen in welchem Umfang zum Klimaschutz beitragen.

Master of Science / Master of Engineering

Da der Inhalt des Master-Studiums oft von den Interessen der Studierenden und damit Wahlpflichtmodulen bestimmt wird, ist auch eine Vertiefung zur Thematik zum baulichen Recycling auf diese Art denkbar.

Inhaltlich sollte das Wahlpflichtmodul zunächst auf den Abbruch bzw. Rückbau von Bauwerken eingehen. Dies ermöglicht den Fokus in erster Linie auf die Wieder- bzw. Weiterverwendung von Bauteilen zu legen und ergänzt damit das Bachelor-Studium, bei dem der Schwerpunkt in der stofflichen Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen liegt. Mit dem Abschluss des Moduls besäßen die Studierenden somit ein ausreichendes Fachwissen, um im Beruf nachhaltige Entscheidungen im Umgang mit Bauabfällen treffen zu können.

Das Wahlpflichtmodul Nachhaltiges Bauen an der TU Berlin thematisiert bereits den Abbruch/ Rückbau sowie die Wieder- und Weiterverwendung von Bauteilen. Dies geschieht innerhalb von zwei Vorlesungsblöcken, sodass der vermittelte Lehrstoff für Bauingenieure zwar einen guten Überblick, aber nicht ausreichende Fachkenntnisse, schafft.

Der Inhalt des hier zu konzeptionierenden Wahlpflichtmoduls sollte sich mit Ursachen, Arten und Abläufen des Rückbaus als eine spezielle Form des Abbruchs sowie Möglichkeiten zur Nachnutzung (Wieder-/ Weiterverwendung) von Bauteilen auseinandersetzen. Besonders interessant sind für Bauingenieure die Aufgaben des Planers, welche beim Rückbau in Vorbereitung einer effizienten Nachnutzung zu berücksichtigen sind. Dies sollte daher unbedingt in den Lehrplan aufgenommen werden, da ein guten Praxisbezug erzeugt wird.

Sobald es um die Arten des Abbruchs/Rückbaus geht, sollte auf die Demontage/ den Rückbau bzw. den Teilrückbau von Betonfertigteilkonstruktionen sowie auf den verwertungsorientierten Rückbau eingegangen werden, da diese entweder die Wieder-/Weiterverwendung von Bauteilen und/oder die getrennte Erfassung von Bauabfällen ermöglichen. Vor diesem Hintergrund ist auch eine Exkursion zu Bauvorhaben möglich, die bspw. eine Modernisierung durch einen Teilrückbau erfahren. Teilnehmern des Moduls wird dadurch theoretisch und praktisch vermittelt, dass Bestandsbauten durchaus nachhaltig (wirtschaftlich, ökologisch und sozialverträglich) aufgewertet werden können und ein kompletter Abriss nicht immer von Nöten ist.

Erläuterungen zu Abbruch-/Rückbauabläufen müssen den umweltgerechten Umgang mit Schadstoffen (Erkennen und Wissen auch zu versteckt verbauten Schadstoffen wie z.B. asbesthaltigen Putzen oder Spachtelmassen oder Rohrhülsen im Beton; Anlegen von Katastern etc.), den Abbruchtechniken/ - verfahren sowie gesetzliche Grundlagen bezüglich der Entsorgung beinhalten. Anhand von Fallbeispielen können eine gewünschte und mögliche oder verbotene Umsetzungen aufgezeigt werden. Die unterschiedlichen Felder bezüglich der Verantwortlichkeiten von Planern, Bauherrn und Abbruchunternehmern mit entsprechenden gesetzlichen Hintergründen sind zu lehren, wobei auf die Aufgaben von Planern und Ausführenden (auch Verantwortlichkeiten der Bauleiter) einzugehen ist.

Idealerweise kann auch ein Projektmodul vorgesehen werden, bei dem die Studierenden einzeln oder in Gruppen selbstständig eine Ausarbeitung zu einer bestimmten Fragestellung bearbeiten. So können auf diese Weise ganz unterschiedliche Themen, ggf. je nach Interesse der Studierenden, detaillierter behandelt und vertieft werden. Dabei können schwerpunktmäßig Literaturrecherchen und/oder wissenschaftlich ausgewertete Daten als auch auf einer Betrachtung der Problematik aus praktischer Sicht in Zusammenarbeit bspw. mit einem Unternehmen gelegt werden. Durch eine abschließende Präsentation der Erkenntnisse der Teilnehmer können die Informationen an alle weitergegeben und im gemeinsamen Rahmen diskutiert werden.

7.3.2 Wirtschaftsingenieure

Wirtschaftsingenieure können anhand der zahlreichen Spezialisierungsmöglichkeiten in vielen Betätigungsfeldern arbeiten. Grundsätzlich ist diese Berufsgruppe oft in Feldern wie Produktionsplanung/-steuerung, Qualitätswesen, Transport bzw. Logistik, Beratung, Controlling und Marketing involviert. Da sie sowohl über wirtschaftliches als auch über ein technisches Verständnis verfügen, sind sie oft in führenden Positionen von Unternehmen zu finden.

Im Folgenden wird der Fokus besonders auf Wirtschaftsingenieure mit der Spezialisierung Bau gelegt, da diesen im Studium ein grundlegendes Verständnis von Baustoffen und Baubetrieb zu vermitteln ist und sie befähigt in Bauunternehmen oder in der Verwaltung tätig zu sein. Das Ziel sollte demnach darin bestehen, den Studierenden ein auf wirtschaftsbasierendes Fachwissen zur Thematik Recycling und Werte/Fähigkeiten im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu vermitteln.

Bachelorabschluss (Vertiefung Bau)

Das derzeitige Angebot der Universitäten und Hochschulen sieht im Bachelor-Studium keine Ausbildung von Wirtschaftsingenieuren zum Fachgebiet bauliches Recycling bzw. zirkuläres Wirtschaften im Bausektor vor. Doch um ein entsprechendes Verständnis zu schaffen, sollte zukünftigen Wirtschaftsingenieuren vor allem das Nachhaltigkeitsprinzip im Grundlagenstudium näher gebracht werden. Mit Nachdruck muss sichergestellt werden, dass die Studierenden, die meist nur den wirtschaftlichen Aspekt einer Aufgabe betrachten, die Interaktion von Wirtschaft und Umwelt verstehen. In diesem Zusammenhang sollten grundlegend die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen und damit einhergehende Gesetze wie das KrWG betrachtet werden. Diese Basis sollte möglichst früh im Studium gelegt werden.

Denkbar wäre eine Einordnung ins Modul Baustoffkunde⁹⁰ und/oder Baukonstruktion im 1. oder 2. Fachsemester mit entsprechenden Vorlesungsblöcken.

Auf diesen Grundlagen kann schließlich im späteren Studium (4. oder 5. Semester) aufgebaut werden, sobald die Lehrinhalte der Kostenkalkulation gelehrt wurden. Hier sollten Wirtschaftsstudierende u.a. Ökobilanzierungen durchführen, um im späteren Beruf zuverlässig nachhaltige Entscheidungen treffen zu können. Damit wird zudem gewährleistet, dass sie über Datenbanken wie Ökobau.dat, ProBas usw. erfahren und damit lernen zu arbeiten.

Natürlich wäre auch ein eigenständiges Pflichtmodul denkbar, um die Thematik aufzugreifen, doch die Ergänzung von bestehenden Modulen ermöglicht den Studierenden schon im Grundlagenstudium das Potenzial des baulichen Recyclings zu erkennen und im weiteren Studienverlauf weiterzuentwickeln und in andere Denkprozesse zu integrieren. So wird statt nur ein einziges Mal im Studium, mehrmals die Thematik, jedoch unter einem anderen Vorzeichen behandelt. Außerdem werden Lehrende gezwungen, sich mit der dringlichen Thematik auseinanderzusetzen.

Masterabschluss (Vertiefung Bau)

Im Masterstudium sollte es mindestens zwei Wahlpflichtmodule an Universitäten bzw. Hochschulen für Wirtschaftsingenieure geben. Je nach Interesse und gewünschtem beruflichen Werdegang können die Studierenden damit ihr Wissen zum Fachgebiet bauliches Recycling vertiefen. In einem Modul könnte man sich auf die Aufbereitungstechnik und deren Beeinflussung auf die erzielbare Qualität der RC-Baustoffe konzentrieren, im anderen auf die Planung von Abbruch- und Rückbauprozessen und deren Einfluss auf das erzeugte anfallende Gut. An der TU Berlin werden bereits Wahlpflichtmodule⁹¹ mit besagtem Inhalt angeboten. Allerdings wird in diesen nicht ausführlich genug auf die Thematik eingegangen. Daher wäre es empfehlenswert, wenn entweder vorhandene Inhalte ausgebaut werden würden oder neue Wahlpflichtmodule zur Anwendung kommen.

Wahlpflichtmodul Aufbereitungstechnik und RC-Baustoffe

Das mögliche Wahlpflichtmodul Aufbereitungstechnik und RC-Baustoffe sollte sich mit den wesentlichen Grundlagen der Entsorgung sowie mit den Abläufen und Modalitäten der Aufbereitung von mineralischem Bau- und Abbruchabfällen auseinandersetzen. Es wird empfohlen, die Unterrichtsform größtenteils mit Vorlesungen zu bestreiten, wobei auch Tagesexkursionen zu Aufbereitungsanlagen wünschenswert sind. Theoretische Stoffvermittlung mit dem praktischen Betrieb einer Recyclinganlage (Behandlung von Bau- und

⁹⁰ Beuth-Hochschule im 1. FS gelehrt von Prof. Dr.-Ing. Matthias Beck; „Baustoffe und Bauchemie 1“ an der TU Berlin gelehrt von Prof. Dr. rer. Nat. Dietmar Stephan;

⁹¹ „Grundlagen Technischer Umweltschutz“ und „Nachhaltiges Bauen“

Abbruchabfällen in Brech- und Klassieranlagen) zu verknüpfen, ist immer prägend und bleibt optisch und funktional im Gedächtnis haften.

Einführend sollte nochmals kurz auf die Kreislaufwirtschaft und die Abfallhierarchie eingegangen werden, damit sichergestellt wird, dass die Studierenden wissen, wann bzw. aus welchem Grund Recycling betrieben wird. Daraufhin sollte im Lehrstoff die Unterteilung von Bau- und Abbruchabfällen erläutert werden, d.h. die Studierenden erfahren was und in welcher Qualität als Input in Aufbereitungsanlagen gelangt. In diesem Zusammenhang kann sogleich auf relevante Regelwerke, Erlasse, Leitfäden etc. eingegangen werden. Weiterhin ist zu erläutern, in welcher Qualität das Output herstellbar ist. Vor- und sofern Nachteile von Recycling-Baustoffen bestehen, sind aus mehreren Akteursichten zu diskutieren und zu werten. Die Unterteilung der Recycling-Anlagen in stationäre, semimobile und mobile Anlagen dient der Erläuterung der Vor- und Nachteile v.a. hinsichtlich der erzielbaren Qualitäten der RC-Baustoffe, deren obligatorischen und freiwilligen Gütesicherungen und den ökonomischen Bilanzierungen. Die Studierenden sollten mit dem Abschluss des Moduls befähigt sein, je nach Ausgangslage, eine entsprechende wirtschaftliche Anlagenart zu wählen.

Um im späteren Beruf aktiv den Einsatz von RC-Baustoffen zu fördern und damit das Verbraucherverhalten zu verändern, ist es natürlich außerdem wichtig, dass angehende Wirtschaftsingenieure einen guten Überblick über die Anwendungsgebiete und Vorteile von Sekundärrohstoffen besitzen. Dazu muss in der Lehre sichergestellt werden, dass die Möglichkeiten sowie die Grenzen von RC-Baustoffen aufgezeigt werden. Als Hilfe können hierbei Fallbeispiele, Ökobilanzierungen oder auch Laborversuche dienen. Der Vergleich zu Naturrohstoffen als Referenzbeispiel sollte immer gezogen werden. Das Ziel ist dabei, den Studierenden zu verdeutlichen, dass Abfall als Ressource anzusehen ist und somit Primärbaustoffe substituiert werden können.

Wahlpflichtmodul Abbruch- und Rückbau

Da Wirtschaftsingenieure mit der Vertiefung Bau viele Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl besitzen und damit an der Planung, Ausschreibung und Ausführung von Abbruchprozessen beteiligt sein können, wird es als notwendig erachtet, auf alle Themenfelder in der Lehre einzugehen.

Die Studierenden sollten beim Abschluss des aus Übungen und Vorlesungen bestehenden Moduls fähig sein, Abbruch- und Rückbauprozesse zu planen und auszuführen. Dies umfasst die Prüfung von Bauunterlagen, die Aufnahme von Stoffarten und -mengen inkl. Gefahrstoffanalyse, die Festlegung von Ausbau- und Abbruchtechniken (mit den dazugehörigen Sicherheitsanforderungen), die Wahl der Entsorgung (Verwertung, Wieder-

(Weiterverwendung und/oder Beseitigung), die Erstellung einer Kostenkalkulation und schließlich die Erstellung eines Abbruch- oder Rückbauplans inkl. Baustellenplans.

Rechtliche Regelungen auf Bundes- und Landesebene zu Abbruchprozessen sind zu nennen und zu erläutern. Dazu zählen das KrWG, die BaustellV, die VOB, die LBO u.v.m.

Grundlegend muss auf den Umgang mit Schadstoffen in Bauwerken eingegangen werden. Ausführlicher sollte allerdings auf Abbruchtechniken und die Erstellung von Arbeits- und Sicherheitsschutzkonzepten (evtl. in Kooperation mit der BG Bau) eingegangen werden. Dazu zählt der konventionelle Abbruch, aber vor allem auch der Rückbau bzw. Teilrückbau. Hierbei sollten den Studierenden Vor- und Nachteile der Konzepte vermittelt werden, besonders im Hinblick auf Möglichkeiten der anschließenden Verwertung bzw. Wieder-/Weiterverwendung.

Die Entsorgung bildet einen weiteren Schwerpunkt. Gesetzliche Grundlagen wie das AVV, das LAbfG u.a. sind zu erläutern und schließlich ist exemplarisch die Anwendung zu erlernen, d.h. die Studierenden werden befähigt ein Abfallkataster anzufertigen und auf dessen Grundlage ein Entsorgungskonzept zu entwickeln. Bei der anschließenden Kostenkalkulation kann auf Kenntnisse des Bachelorstudiums zurückgegriffen werden.

Zuletzt sollte die zeitliche bzw. räumliche Planung des Abbruchs/Rückbaus im Lehrstoff aufgenommen werden, wobei auch hier die geschaffenen Grundlagen des Bachelorstudiums als Basis dienen können. Arten von Abbruchgerätschaften bzw. -maschinen kennenzulernen ist notwendig, um Umweltbilanzierungen zur Energie, Lärm- und Staubemissionen etc. vornehmen zu können. Um ein geeignetes Abbruchunternehmen auswählen zu können, sollte zudem auf freiwillige Qualifizierungen hingewiesen werden wie z.B. auf das RAL-Gütezeichen Abbrucharbeiten der RAL Gütegemeinschaft Abbruch e.V.

7.3.3 Umweltingenieure / Technischer Umweltschutz

Umweltingenieuren bieten sich vielschichtige Berufsperspektiven, die von einem Einsatz in Ingenieurbüros oder im öffentlichen Dienst bis zur Arbeit in Dienstleistungsbetrieben reichen. Mit der Vertiefung Bau sind sie zudem in der Bauwirtschaft, insbesondere in Tiefbauunternehmen und Unternehmen der Umwelttechnik sehr gefragt. Der Studiengang Umweltingenieurwesen an der Beuth Hochschule mit dem Schwerpunkt Bau vermittelt den Studierenden deshalb Grundlagen im Bereich des Bauingenieurwesens sowie fundierte Kenntnisse zu den ökologischen Zusammenhängen und ihrer sozio-ökonomischen Bedeutung. Der Lehrstoff umfasst Inhalte aus dem Natur- und Umweltschutz, Ökologie sowie Umweltmanagement und weiteren.

Der an der TU Berlin angebotene konsekutive Studiengang Technischer Umweltschutz hat zum Ziel, die Studierenden zum Anwenden und Entwickeln von innovativen Konzepten,

Strategien und Verfahren zu befähigen, mit denen vorhandene Umweltschäden behoben oder präventiv potenzielle Gefahren für die Umwelt reduziert werden können. Dabei werden den Studierenden Kenntnisse und Fertigkeiten in vielen Bereichen vermittelt, so zum Beispiel in der Abfallwirtschaft, Luftreinhaltung, Umweltmikrobiologie oder Umweltverfahrenstechnik. Als zukünftige Berufsfelder sind unter anderem planende, beratende und gutachterlich tätige Ingenieurbüros, Ver- und Entsorgungsunternehmen, öffentliche Umweltverwaltungen und Überwachungs- und Genehmigungsbehörden denkbar.

Da das Berufsfeld der Umweltingenieure und der Absolventen des Technischen Umweltschutzes sehr groß und vielseitig ist, sollte auch der vermittelte Stoff ein breites Spektrum an Themen umfassen. Aufgrund der ökologischen Relevanz der heutzutage verbauten Baumaterialien, vor allem in Hinblick auf die Menge, ist auch diese Problematik in die Lehre zu integrieren. Besonders in der Vertiefung Bau sollte dieses Thema stark präsent sein, da die Studierenden durch die gewählte Schwerpunktkombination prädestiniert für den Einsatz im Bereich des Baustoffrecyclings sind. Die Studierenden sollten die Vorteile dieser Produkte kennenlernen und in die Lage versetzt werden, Entscheidungen mit dem Ziel der Nachhaltigkeit beim Umgang mit Bauabfällen und den möglichen Verwertungs- und Recyclingmethoden treffen zu können.

Bachelor of Science/ Bachelor of Engineering

Der Studiengang Umweltingenieurwesen im Bachelor wird in Berlin nur an der Beuth Hochschule angeboten mit der Vertiefung Bau für das gesamte Studium. In den Lehrplan sind Module zum Thema Abfallwirtschaft und Baustoffrecycling im 6. Semester integriert. So werden den Studierenden Kenntnisse zum Umgang mit Abfällen und auch speziell zu denen aus dem Bausektor vermittelt, sowie das gemeinsame Ziel der Nachhaltigkeit und detailliertere Informationen zum Recycling von Baustoffen. Insofern ist dieser Studiengang bereits sehr gut aufgestellt und behandelt die Thematik in einem Umfang, der für einen Bachelorstudiengang durchaus angemessen ist. Denkbar wäre hier eine Verschiebung beispielsweise des Moduls Abfallwirtschaft und Stoffkreislauf in ein früheres Semester, um schon zu Beginn der Ausbildung den Nachhaltigkeitsaspekt stärker zu betonen. Außerdem könnte ein kleiner Exkurs im Modul Baustoffe⁹² zum Thema Recycling bereits die ersten Grundlagen schaffen und das Interesse der Studierenden wecken. Vorstellbar im Modul Baustoffrecycling ist, dass der Schwerpunkt in den Laborübungen auf das Material Asphalt auch auf andere Baustoffe ausgedehnt bzw. hier mehr Vielfalt angeboten wird.

Im Bachelorstudiengang Technischer Umweltschutz belegen die Studierenden viele Basismodule zur Vermittlung der Grundlagen in den Bereichen Physik, Chemie und

⁹² unterrichtet von Prof. Dr.-Ing. Matthias Beck

Mathematik. Hinzu kommen technische und rechtliche Grundlagen und natürlich umweltbezogene Module, die allesamt die erforderlich zu schützenden verschiedenen Bereiche betrachten (Wasser, Boden, Luft). Außerdem kann das Kernmodul Grundlagen der Kreislauf- und Abfallwirtschaft belegt werden. So erlangen die Studierenden schon ein umfangreiches Wissen zu der Problematik, welches mit einem kurzen Exkurs zu Bauabfällen im Modul Grundlagen Technischer Umweltschutz I ergänzt wird. Vorstellbar für diesen Studiengang wäre, dass im Modul Grundlagen der Kreislaufwirtschaft die Kategorie der Bauabfälle unter dem Thema „Vorstellung von Verwertungs- und Beseitigungsverfahren“ detaillierter analysiert wird, um den Studierenden ein deutlicheres Bild der vorhandenen Möglichkeiten zu verschaffen. Dabei könnten die unterschiedlichen Anlagenarten und die Einsatzgebiete von Recyclingbaustoffen thematisiert werden. Im Master ist dann die Auseinandersetzung in einem größeren Umfang möglich.

Masterabschluss

Ein Masterstudiengang im Bereich Umweltingenieurwesen wird derzeit in Berlin nicht angeboten. Jedoch ist es möglich, an der TU Berlin den Masterstudiengang Technischer Umweltschutz zu absolvieren.

Die Studierenden müssen aus insgesamt 23 verschiedenen Schwerpunktbereichen drei mit jeweils zwei zugeordneten Modulen wählen. Dazu gehören auch die Bereiche Recyclingtechnologien, Recycling und Stoffstrommanagement, Technik der Abfallbehandlung und Ökobilanzen und Produktionsbezogenes Umweltmanagement. Die zu belegenden Module in diesen Schwerpunkten sind Grundlagen der Kreislaufwirtschaft und „Advanced Recycling Technologies“, ein Praktikum zur Abfallanalytik und die Bewertung von Sekundärstoffen, „Waste to energy processes“, Technik der Abfallbehandlung – Biologische Verfahren und Deponietechnik, Ökobilanzen und andere. Die vermittelten Inhalte reichen vom Aufkommen und den Eigenschaften verschiedener Abfälle zu den rechtlichen Grundlagen der Abfallentsorgung, der Ökobilanzierung sowie Lebenszyklusanalysen und anderen Analysetools im Ressourcenmanagement. Behandelt werden auch Verwertungs- und Beseitigungsverfahren und die Recycling orientierte Betrachtung der Abfälle. Jedoch sind Bauabfälle und RC-Baustoffe nicht Teil des Lehrplans.

Möglich wäre hier, die Integration des Sachverhaltes des Baustoffrecyclings in die schon vorhandenen umfangreichen Kursangebote der Universität. So könnte man die Kategorie der Bau- und Abbruchabfälle beispielsweise in dem Modul Advanced Waste Technologies aufnehmen. Doch aufgrund der schon vorhandenen Inhalte wäre eine Auseinandersetzung mit dem Thema nur oberflächlich in wenigen Vorlesungsstunden vertretbar. Denkbar wäre deshalb ein eigenes Modul, in welchem die Problematik und die notwendigen Kenntnisse umfangreich und in einer sonst nicht möglichen Tiefe vermittelt werden könnten. Ein Vorschlag

dazu ist, die Lehre über das Recycling von Baustoffen und den Einsatz dieser rezyklierten Produkte im Bereich des Fachgebietes Kreislaufwirtschaft und Recyclingtechnologie⁹³ anzusiedeln, da an der Stelle die Thematiken ineinander übergreifen und fachlich gut zusammenpassen.

Wahlpflichtmodul Baustoffrecycling

Zunächst wäre es in solch einem Modul notwendig, Grundkenntnisse über verschiedene Baustoffe zu vermitteln, da diese weder im Bachelor noch im Master des Technischen Umweltschutzes behandelt werden. Der Umfang sollte zumindest die grundlegendsten Informationen zu häufig verwendeten Materialien wie Beton, Ziegel und Asphalt beinhalten, sodass die teilnehmenden Studierenden Eigenschaften und Bestandteile der Baustoffe kennenlernen und mit Begriffen wie Gesteinskörnung oder Sieblinie etwas anzufangen wissen. Dadurch werden sie erst in die Lage versetzt, die Recyclingmöglichkeiten, aber auch Grenzen bzw. Anforderungen an Recyclingbaustoffe zu verstehen und beurteilen zu können.

Die Oberbegriffe der Thematik wie Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft oder Ökobilanzierung sind nur kurz zu wiederholen, da viele Studierende diese schon aus anderen Modulen kennen dürften. Für Studierende mit Abschlüssen anderer Studiengänge ist es jedoch notwendig, noch einmal auf diese Begriffe und Methoden einzugehen. Zudem sollten speziell die enormen Dimensionen der verwendeten Primärrohstoffe sowie die Mengen und Arten der anfallenden Abfälle genauer erläutert werden. Des Weiteren können die ökologischen Vorteile von RC-Baustoffen anhand einer ökobilanziellen Betrachtung für ein Fallbeispiel verdeutlicht werden.

Um das fachliche Wissen und Verständnis über den Einsatz von Recyclingbaustoffen auszubauen, gehören natürlich auch die Anwendungsmöglichkeiten zum zu vermittelnden Stoff. So sollte die Anwendung im Hoch- und Tiefbau in gebundener und ungebundener Form thematisiert werden. Für die Vorbereitung auf die spätere, vorstellbare Beschäftigung der Studierenden in Überwachungs- und Genehmigungsbehörden sind in dem Modul die anzuwendenden Normen und Regelwerke wie TL Gestein-StB usw. sowie die umwelttechnischen Vorschriften genauer zu erläutern. Dazu zählen die Umweltverträglichkeitsprüfungen nach LAGA M20⁹⁴ und BTR RC-StB.⁹⁵

Schlussendlich ist im Hinblick auf den Einsatz von RC-Baustoffen in Entsorgungsunternehmen und aufgrund des ökologischen Aspektes des Studiengangs auch die Behandlung und Entsorgung möglicher beim Abriss oder Rückbau eines Gebäudes Gefahren- und Schadstoffe in den Lehrplan aufzunehmen. So sollten die Studierenden über die verschiedenen

⁹³ <http://www.circulareconomy.tu-berlin.de>

⁹⁴ LAGA M20 – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln, Stand November 2003

⁹⁵ Brandenburgische Technische Richtlinien für Recycling-Baustoffe im Straßenbau, Ausgabe 2014

anzutreffenden Materialien wie Asbest oder künstliche Mineralfasern aufgeklärt werden sowie die Maßnahmen des Arbeits- und Umweltschutzes und den Umgang mit diesen Substanzen kennenlernen. Hierbei ist u.a. die LAGA M34⁹⁶ zugrunde zu legen.

7.3.4 Studienübergreifende Angebote

Die Zusammenlegung der vorgeschlagenen Module für verschiedene Studiengänge ist eine aufgrund von Kapazitätsgründen oft vorgenommene Maßnahme, die jedoch einige Risiken birgt. Zum einen bringen die teilnehmenden Studierenden zumeist verschiedene Voraussetzungen mit, besonders hinsichtlich der schon erworbenen Kenntnisse in den verschiedenen Bereichen. Dies kann dazu führen, dass sich eine Gruppe im Unterricht langweilt, da für sie Inhalte wiederholt werden, die die andere Gruppe jedoch noch nicht in vorhergehenden Modulen kennengelernt hat, jedoch für den weiteren Verlauf des Unterrichts benötigt (Beispiel Baustoff Beton). Auf der anderen Seite unterscheiden sich auch die Ausbildungsziele und zukünftigen Berufsfelder der Studiengänge, sodass es eigentlich notwendig ist, die Schwerpunkte der Lerninhalte zu differenzieren. Dies ist bei der Teilnahme an einem gemeinsam gelehrt Modul jedoch schwer umsetzbar und sollte deshalb im Voraus genau abgewogen werden, damit es nicht zu Nachteilen für eine Studierendengruppe kommt. Es wird jedoch nicht zu vermeiden sein, an manchen Stellen gewisse Kompromisse einzugehen. Besonders wichtig wäre es, außerhalb der gemeinsamen Vorlesung verschiedene Aufgaben und Leistungen vorzusehen, sodass die Studienrichtungen in unterschiedlichen Gebieten vertiefend und jeweils thematisch passende Sachverhalte ausführlicher behandelt werden können. Dies könnte zum Beispiel in Form von Laborübungen oder Hausarbeiten sowie studentischen Präsentationen geschehen, sodass an dieser Stelle auch ein praktischer Teil in die Lehre integriert wird.

Eine Kopplung von Bau- und Wirtschaftsingenieuren (mit Vertiefung Bau) ist aber im Prinzip durchaus möglich, da gerade im Masterstudium auf ähnliche Thematiken eingegangen wird. Zudem wird im Grundlagenstudium auf Baustoffe/ Baukonstruktionen sowie die Kreislaufwirtschaft eingegangen, womit eine gute Basis für die behandelte Thematik geschaffen wird.

7.3.5 Berufsausbildung für Betonbauer und Maurer

Die Ausbildung der Betonbauer, aber auch der Maurer, konzentriert sich aufgrund des beruflichen Schwerpunktes auf den Baustoff Beton und Mörtel, den Umgang und die Anforderungen an diese. Um der notwendigen Umweltbildung gerecht zu werden, sollten die

⁹⁶ LAGA M34 Vollzugshinweise zur Gewerbeabfallverordnung, Anforderungen an Erzeuger und Besitzer von gewerblichen Siedlungsabfällen, sowie bestimmten Bau- und Abbruchabfällen, an Betreiber von Vorbehandlungs- und Aufbereitungsanlagen, Stand Februar 2019

Auszubildenden dabei auch den möglichen Einsatz des RC-Betons kennenlernen. Da die theoretische Ausbildung der beiden Berufe zu Beginn oft zusammengelegt wird, bietet es sich an, das Thema gemeinsam zu behandeln.

Zunächst sollte ein Exkurs zum Nachhaltigkeitsprinzip und dem Lebenszyklus eines Gebäudes gegeben werden, um die Auszubildenden in die Thematik einzuführen und die Notwendigkeit der Beachtung der Problematik zu erklären und zu verdeutlichen. Hierbei soll das Interesse und Verständnis für das Baustoffrecycling sowie das Kreislaufdenken allgemein angeregt werden.

Der Schwerpunkt der Lehre für die Thematik liegt auf den Eigenschaften, Anforderungen und Verarbeitbarkeit von RC-Beton im Vergleich zum traditionell hergestellten Beton. Besonders von Bedeutung ist dabei herauszuarbeiten, worin die Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehen. Im Hinblick auf mögliche durchzuführende Sanierungsarbeiten ist es zudem notwendig, auch den Umgang mit Schadstoffen (u.a. Asbest, KMF) zu behandeln.

7.3.6 Fortbildung

Baustoffrecycling

Die Fortbildung zum Thema Baustoffrecycling könnte für die Zielgruppe der Planer und Bauherren sowie Verantwortliche für die Aufbereitung und Verwertung mineralischer Abfälle und im Einkauf von Baustoffen in Behandlungs-/Aufbereitungsunternehmen und Hoch-, Tief- und Straßenbauunternehmen und Behördenvertreter konzipiert werden. Diese Personen sind in entsprechenden Projekten und Aufgaben tätig und an dieser Stelle sollte man ansetzen, um möglichst zeitnah und nicht erst in der nächsten Generation ein Umdenken im Sinne des Nachhaltigkeitsprinzips zu bewirken bzw. zu intensivieren. Zudem können dadurch Akteure mit Entscheidungspotenzial auf unterschiedlichen Ebenen erreicht werden, was für die Umsetzung der Umweltbildung von entscheidender Bedeutung ist. Die bereits v.a. im Freistaat Bayern durchgeführten Qualifizierungsmaßnahmen, können dadurch ergänzt werden.

Als Einleitung ist zunächst auf das Kreislaufprinzip einzugehen und auf die Erläuterung der ökologischen Vorteile von RC-Baustoffen und -Produkten, um die Bedeutung der Problematik und die Notwendigkeit solcher Weiterbildungen zu verdeutlichen. Dabei muss auch das derzeitige Imageproblem von rezyklierten Baustoffen angesprochen werden, um den Teilnehmenden ihre Rolle im dringend erforderlichen Wandlungsprozess zu beschreiben.

Zu den weiteren Inhalten eines möglichen Workshops mit Vorträgen und Seminarcharakter gehören die Schritte, die ein mineralischer Bauabfall - von der Gewinnung auf der Baustelle, der selektiven Erfassung und Behandlung in Aufbereitungsanlagen bis zum erneuten Einsatz als Sekundärrohstoff - durchläuft. Dabei sollte zu Beginn auf die Anforderungen an den

Bauschutt bei der Anlieferung eingegangen werden, indem die mögliche Kontamination mit Schadstoffen und die notwendige Sortierungssorgfalt thematisiert werden. Dazu gehören bspw. auch die Dokumentationspflicht der Beteiligten sowie die Kenntnisvermittlung rechtlicher Vorschriften wie das KrWG. Im weiteren Verlauf sind die Aufbereitungsverfahren und -techniken zu erläutern, sowie die notwendigen Anlagen und Geräte mit ihren Vor- und Nachteilen. Dazu können beispielhaft Stoffströme in einer Recyclinganlage beschrieben und berechnet werden und die anfallenden Endprodukte deklariert. Der Fokus liegt abschließend auf den verschiedenen Verwertungsoptionen in ungebundener und gebundener Form, u.a. als RC-GK zur Herstellung von Konstruktionsbeton. Dabei sind sowohl Vorgaben wie z.B. Einbauklassen für den ungebundenen Einsatz inkl. der Umweltverträglichkeitsprüfungen zu erklären als auch die qualitativen Anforderungen an RC-Baustoffe. An dieser Stelle sollte im Besonderen auf die Eigenschaften eines RC-Betons eingegangen werden, um das währende Vorurteil der minderen Qualität auszuräumen. Im Zuge dessen ist auch die Erörterung der notwendigen Qualitätssicherung mit ihren einzelnen Maßnahmen von Bedeutung. Außerdem ist die BauPV zugrunde zu legen.

Für den Erfolg einer solchen Fortbildung und die Initiierung eines Umdenkens ist es besonders wichtig, anhand von Beispielen die Umsetzbarkeit des vorgeschlagenen Baustoffrecyclings zu verdeutlichen und den Teilnehmenden durch weiterführende Informationen eine Hilfe für die Verwirklichung im Alltag zu geben. Nur so können die Thematik und das eigene Bestreben zur Nachhaltigkeit langfristig in den Köpfen und in der Praxis angelegt werden.

Rückbau/Abbruch

Eine Weiterbildung zum Thema Abbruch/Rückbau ist deshalb erforderlich, weil diese Prozesse bestimmend für die weiteren Verwertungsmöglichkeiten der anfallenden Bauabfälle oder einzelner Bauteile sind und deren Qualität beeinflussen. Teilnehmende dieser Qualifizierungsmaßnahme sind vor allem Planer und Verantwortliche in Abbruchunternehmen, sowie Behördenvertreter und Mitarbeiter von Entsorgungsunternehmen. Dieser Workshop mit Präsentationen und Diskussionen soll das bestehende Angebot zu der Thematik ergänzen und vor allem auch die Möglichkeit der Wiederverwendung einzelner Bauteile aufgreifen.

Dafür ist zunächst wieder eine kurze Einführung zu dem Aspekt des Nachhaltigkeitsprinzips und der Kreislaufwirtschaft nötig. Themen wie Schadstofferkundung, -bewertung und -entsorgung sowie Einblicke in gesetzliche Grundlagen bezüglich der Umwelt und Kreislaufwirtschaft sollten ebenfalls gelehrt werden. Da auch die Beräumung eine Rolle beim Abbruch spielt, kann dazu eine Einführung gegeben werden, jedoch sollte der Fokus der Lehrveranstaltung primär auf den Möglichkeiten bzw. Anforderungen an das bauliche Recycling beim Abbruch/Rückbau liegen. Außerdem lassen sich u.a. im Brandenburger

Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden⁹⁷ mit Blick auf die Steigerung des Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen Möglichkeiten der Verwendung/Verwertung entnehmen, auf die in der Weiterbildung eingegangen werden sollte. Außerdem ist hier bereits auf Qualitätsansprüche der zu erzeugenden Abbruchabfälle einzugehen. Teilnehmer der Fortbildung werden somit befähigt, worauf es ankommt, wenn zurückgewonnene Bauteile als Bauprodukte eingesetzt werden sollen und wenn sie in gebundener oder ungebundener Form verwertet werden sollen.

⁹⁷ Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden, Hrsg. MLUL Brandenburg, Meetz, Michael; Mettke, Angelika et.al., 2015

7.4 Analyse des IST-Zustands zu Lehrinhalten unter Einbindung der Thematik ‚Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen‘ im deutschsprachigen Raum

In Rahmen einer studentischen Projektarbeit⁹⁸, wurde eine umfassende Recherche zum IST-Zustand durchgeführt, um Lehrinhalte zum nachhaltigen Bauen unter Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“ in einzelnen Bundesländern zu erfassen. Hierzu zählen bspw. die Studiengänge Architektur, Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Umweltingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen, Green Engineering, Gebäudetechnik, etc. Um die Semesterverfügbarkeit und genauen Vorlesungsinhalte zu erfragen, wurde Kontakt zu den jeweiligen Professoren und Mitarbeitern telefonisch, per E-Mail oder Kontaktformular aufgenommen. Im Folgenden werden tabellarische Übersichten und Grafiken zu den gewonnenen Erkenntnissen gegeben.

Es wurden neun Bundesländer in Nord- bis Mitteleuropa analysiert: Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Sachsen sowie Berlin.

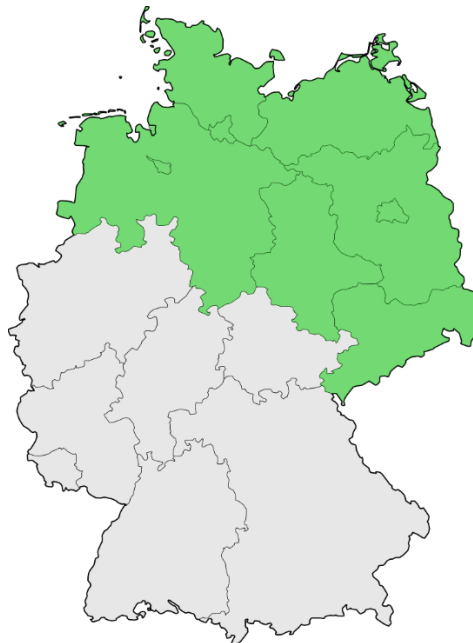


Abbildung 7.1: Betrachtungsgebiet der untersuchten Hochschulen zum Thema „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“⁹⁹

Die Anteile der Hochschulen, welche die Thematik des baulichen Recyclings in das Studienangebot einfließen lassen, ist auf den ersten Blick schwindend gering. Nicht

⁹⁸ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, AG Bauliches Recycling, Cottbus, Februar 2019

⁹⁹ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Cottbus, 02.2019

angesprochen wird dieses Thema in den Bundesländern Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern. In Sachsen-Anhalt bieten $\frac{1}{4}$ der Lehrinstitutionen Module zu mineralischen RC-Bauprodukten an, dies entspricht zwei von acht Hochschulen. In Niedersachsen liegt das Recyclingangebot bei 18% (fünf Hochschulen von 28). Die Anteile in anderen Bundesländern sind gering. So kann man Informationen zum Thema nur in drei von 44 Hochschulen erhalten, in Sachsen nur an einer von 20. Hier besteht dringender Handlungsbedarf.

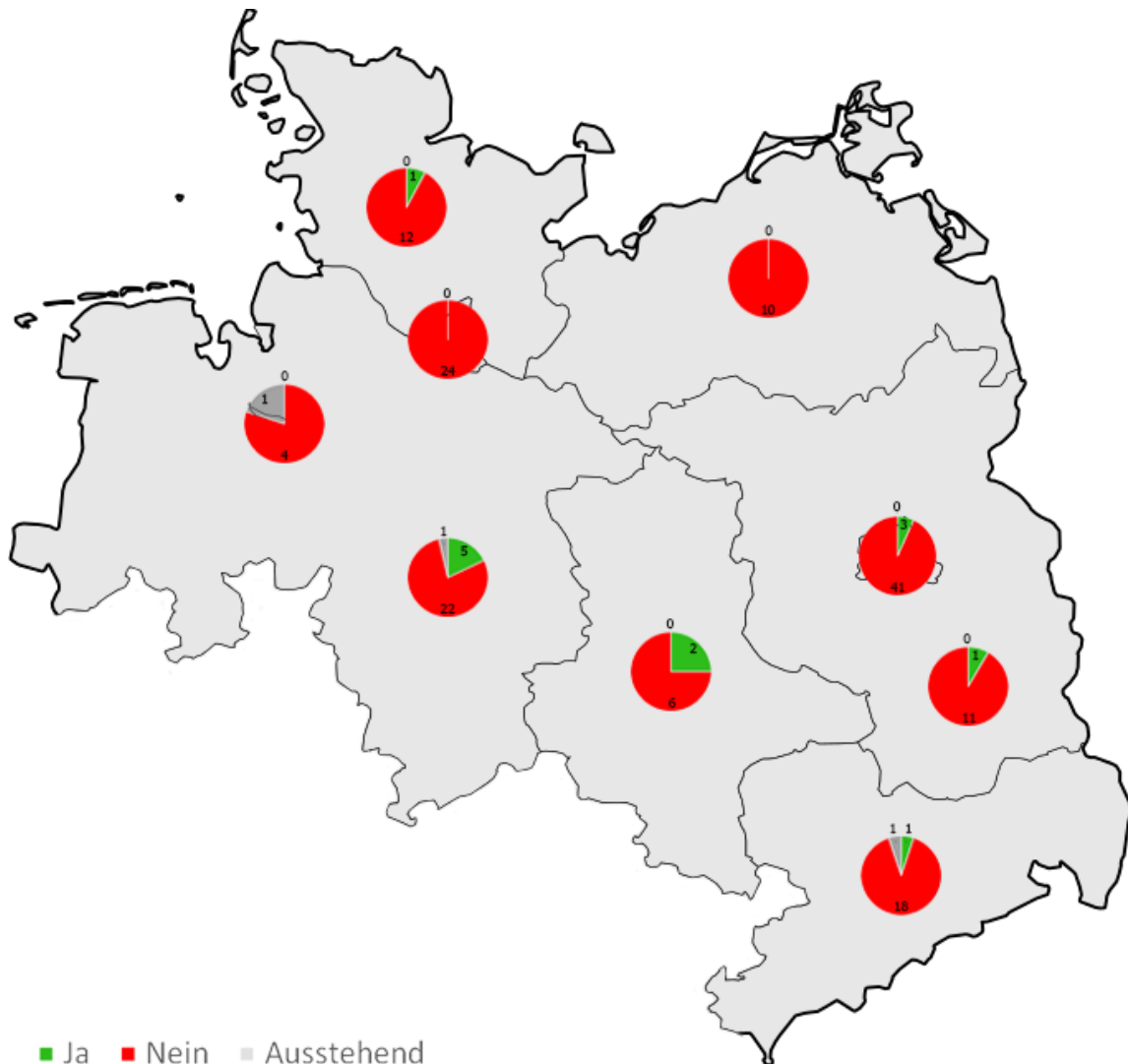


Abbildung 7.2: Anteil der Hochschulen, welche bauliches Recycling im Studienangebot aufweisen¹⁰⁰

Die meisten Module zum Thema Recycling bietet die Hochschule Magdeburg-Stendal mit dem eigenen Studiengang ‚Recycling- und Versorgungsmanagement (B.Sc.)‘ an. Das Angebot umfasst insgesamt sieben Module. Die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg mit sechs angebotenen Modulen nimmt den zweiten Platz ein. Die Technische Universität Braunschweig und Technische Universität Bergakademie Freiberg bieten die drittmeisten Module, mit 3 Veranstaltungen zum Thema Recycling, an.

¹⁰⁰ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Cottbus, 02.2019

Module zur Nachhaltigkeit werden in nachfolgender Grafik jene bezeichnet, die das Thema Recycling nicht explizit ansprechen, aber Begriffsdefinitionen zur Nachhaltigkeit, Nachhaltiges Bauen, Lebenszyklusbetrachtungen, Ökobilanzierungen etc. enthalten.

Module, welche sowohl die Themen Nachhaltigkeit als auch Recycling enthalten, werden zu ‚Recycling‘ gezählt und nicht doppelt in folgende Grafik (Abbildung 7.3) aufgenommen.

Es wurden nur Module für die Betrachtung herangezogen, die das Thema Recycling oder Nachhaltigkeit explizit in den Veranstaltungen ansprechen. Jene Module, wie beispielsweise Bauwirtschaft, Recht, Baustoffe, Entwurfsprojekte etc., wurden ausgenommen aus der Untersuchung, sofern Recyclingthematiken oder Nachhaltigkeitsaspekte dort keine oder eine untergeordnete Rolle spielen.

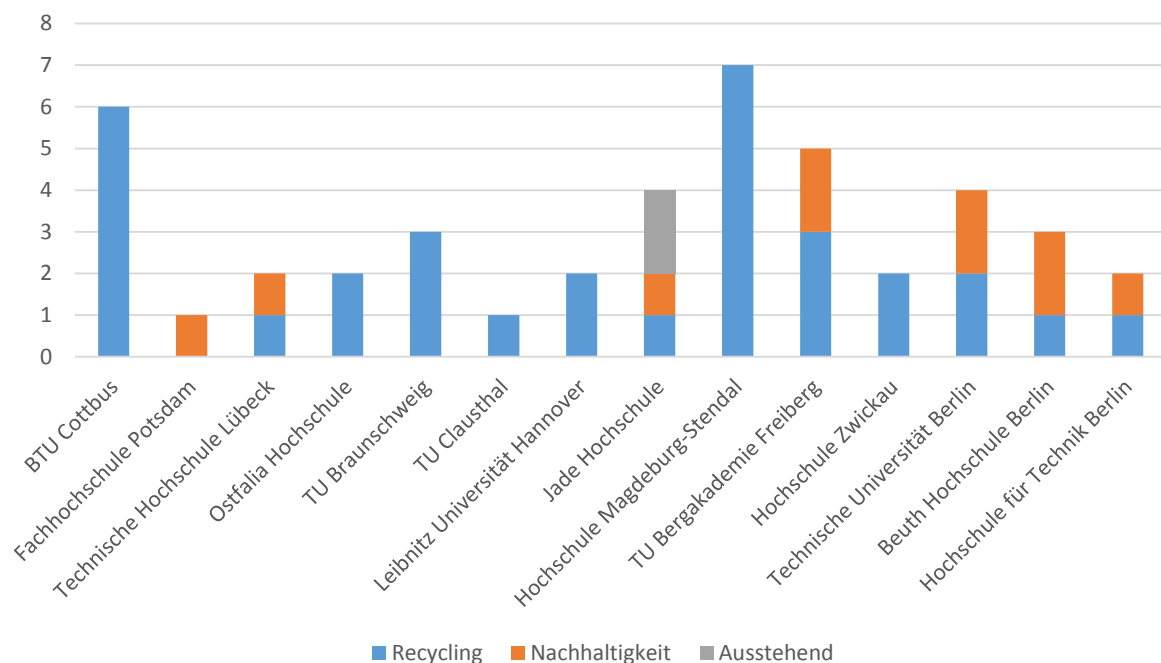


Abbildung 7.3: Verteilung der Recycling- sowie Nachhaltigkeitsmodule an Hochschulen ¹⁰¹

In Abbildung 7.4 sind alle untersuchten Hochschulen verortet. Zu sehen sind Ballungsgebiete in Berlin, Bremen, im südöstlichen Niedersachsen (Dreieck Hannover, Hildesheim, Braunschweig) und in Sachsen um die Städte Leipzig und Dresden. Insgesamt umfasst die Grafik 165 Hochschulen.

¹⁰¹ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Cottbus, 02.2019

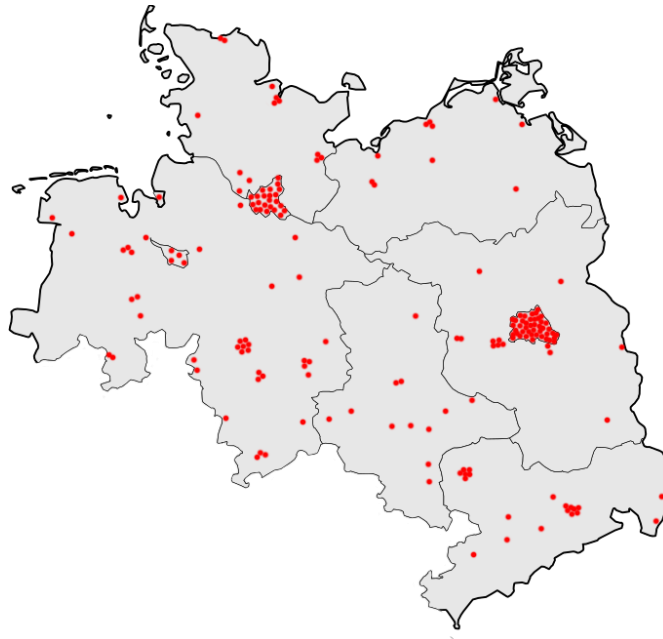


Abbildung 7.4: Verortung aller untersuchten Hochschulen¹⁰²

Werden aus vorheriger Abbildung jene Universitäten und Fachhochschulen, in dessen Modulangebot bauliches Recycling nicht vorkommt, entfernt, so ergibt sich ein anderes Bild. Wie intensiv das Recycling von mineralischen Baustoffen in den Modulen angesprochen wird, wird in Abbildung 7.5 nicht berücksichtigt.

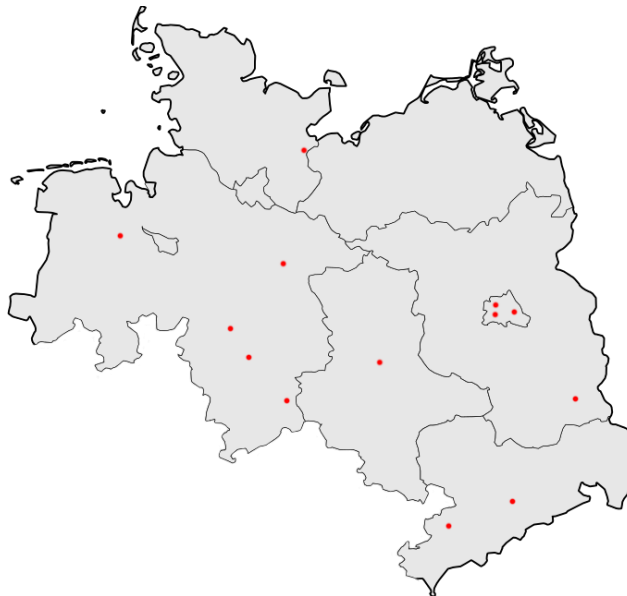


Abbildung 7.5: Hochschulen, welche das Thema Recycling innerhalb des Lehrprogramms ansprechen¹⁰³

¹⁰² Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Cottbus, 02.2019

¹⁰³ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Cottbus, 02.2019

In Abbildung 7.6 sind nur jene Hochschulen verzeichnet, die sich intensiver mit dem baulichen Recycling auseinandersetzen. Hochschulen, bei denen zuvor genanntes Thema nur einen geringen Anteil der Vorlesungen, Übungen oder Seminare einnimmt, wurden nicht aufgeführt. Als Vergleich für die Qualität der Recycling-Module wurden Module der *Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg* herangezogen. Schlussendlich bieten nur sechs Hochschulen inkl. der *Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg* von 165 betrachteten Hochschulen qualitative ‚Recycling-Module‘ an. Diese Situation erfordert dringenden Handlungsbedarf.

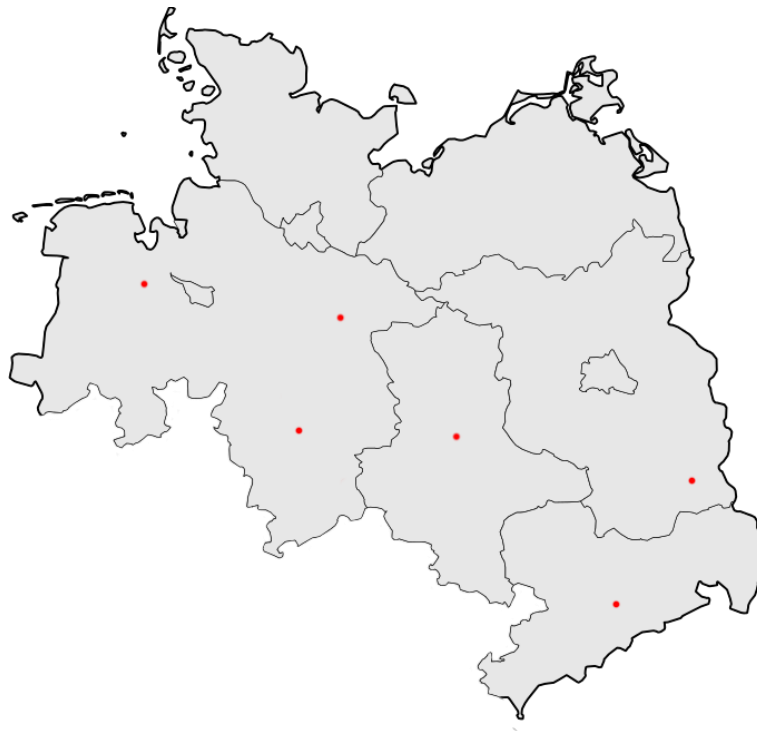


Abbildung 7.6: Hochschulen mit qualitativen Recyclingmodulen¹⁰⁴

Die vorausgegangene Betrachtung hat ergeben, dass die momentan vorherrschende Situation an deutschen Hochschulen nicht mehr lange tragbar sein wird. Das Bildungsangebot, vor allem in Bezug auf die Modulangebote jener Studiengänge, die auf das Bauwesen spezialisiert sind, fällt mehr als sparsam aus. Vor allem im Bereich des Bauingenieurwesens und der Architektur besteht dringender Verbesserungsbedarf. Auch in anderen Bildungssparten, wie der Schul- oder Berufsausbildung besteht großes Potenzial, mehr Bewusstsein für unsere Umwelt zu schaffen.

¹⁰⁴ Cindy Bräunig, Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“, BTU, Arbeitsgebiet Bauliches Recycling, Cottbus, Februar 2019

7.5 Zwischenfazit

Schulungen zum Thema des ‚nachhaltigen Bauens‘ oder ‚baulichen Recyclings‘ werden nicht nur an den Hochschulen und über Weiterbildungsaktivitäten angeboten, sondern es wird in vielen neuen Konzepten und Vorschriften verpflichtend vorgegeben. Im Februar 2019 wurden Änderungen in der Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen in Berlin herausgegeben. Im Leistungsblatt 26 zum Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden wird informiert, dass „vor Inkrafttreten des Leistungsblattes den bauenden Behörden des Landes Berlin Informationsveranstaltungen angeboten werden.“ Diese Schulungs- und Beratungsnotwendigkeit ist erforderlich, weil Neubauten nach BNB zu konzipieren und zu errichten sind. Darunter fällt auch die Erarbeitung eines Recyclingkonzeptes. Für Bestandsgebäude ist ein Verwertungsvorschlag zu erstellen. Außerdem sind RC-Baustoffe in Hoch- und Tiefbauten – ihrer Eignung vorausgesetzt – verstärkt einzusetzen. Insbesondere sind Potenziale zum Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 in maximal zulässigen Anteilen zur Herstellung von konstruktivem Beton auszuschöpfen. Im ‚Berliner Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme, Planungszeitraum 2020 bis 2030‘ sind u.a. Bildungsmaßnahmen für Bauherren, MitarbeiterInnen von Bauämtern, Architekten und Betonhersteller geplant.

Informationsveranstaltungen und Weiterbildungsmaßnahmen zum Einsatz von RC-Baustoffen werden bundesweit, so auch in Berlin nachgefragt; zumeist von Fachexperten, weil die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen fehlen. Der Senat Berlin ist mit seinen vielfältigen Aktivitäten Vorbild für alle Bundesländer in Deutschland. In der Umsetzung von Baumaßnahmen hat der Senat selbst Defizite erkannt und Eckpunkte zur Förderung von Abfallvermeidung in der Hauptstadt gefordert. Welche methodischen Ansätze zur verbesserten Umweltkommunikation und zur Umweltbildung zugrunde gelegt werden können, wird in diesem Bericht aufgezeigt.

8 Umweltbildung und Umweltkommunikation zur Steigerung der Akzeptanz für den Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen in Berlin

Die fehlenden Kenntnisse und Informationen zum Einsatz von Recycling-Baustoffen, der Mehraufwand und die Bedenken oder gar Angst vor Fehlentscheidungen bei der Planung und Bauüberwachung, der Ausschluss von RC-Baustoffen bei Ausschreibungen, sowie die teilweise fehlende politische Anerkennung von Recycling-Baustoffen sind die im Rahmen des Projektes untersuchten und analysierten Gründe der Hemmnisse, die den Einsatz der mineralischen Sekundärrohstoffe verhindern. In Abbildung 8.1 werden am Beispiel des RC-Betons und in Abbildung 8.2 die generierten Hemmnisse und die Akzeptanzbarrieren auf der Grundlage der Untersuchungen zusammenfassend dargestellt. Im Rahmen von Analysen wurde festgestellt, dass die entstehenden Probleme der Akzeptanz sehr eng miteinander verflochten sind und voneinander abhängen. Das negative Image (Qualitätszweifel), das mit gütegesicherten RC-Baustoffen - wenngleich unberechtigt - in Verbindung gebracht wird bzw. die Unwissenheit und Unerfahrenheit – wie zuvor genannt - führen zu einer geringen Nachfrage oder schließen ein Einsatz dieser sogar von vornherein aus. Besonders bezeichnend ist dies für den Einsatz von RC-Beton. Wird RC-Beton nicht nachgefragt, kann er nicht in Bauvorhaben verbaut werden (s. Abbildung 8.1).

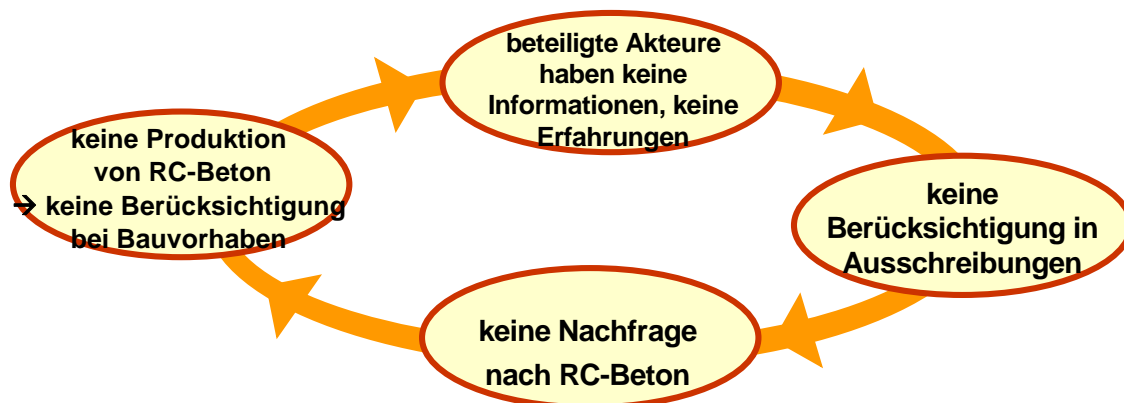


Abbildung 8.1: „Teufelskreislauf“ am Fallbeispiel RC-Beton¹⁰⁵

In den nachfolgenden Kapiteln werden Maßnahmen, sowie ein Konzept mit konkreten Handlungsempfehlungen zum wirkungsvollen Einsatz für RC-Baustoffe dargestellt. Das bezieht sich sowohl auf die Akteure des Bildungssystems, in welchem den zukünftigen Ingenieuren und Facharbeitern die notwendigen Grundlagenkenntnisse sowie das Bewusstsein für die Problematik vermittelt werden. Ebenso muss der Fokus auf die berufsausübenden Akteure im Baugewerbe gerichtet werden, die den Einsatz von RC-Baustoffen und/oder gebrauchten Bauteilen steuern können.

¹⁰⁵ Mettke, Angelika, Darstellung in Anlehnung an Knappe, Florian, IFEU-Institut Heidelberg

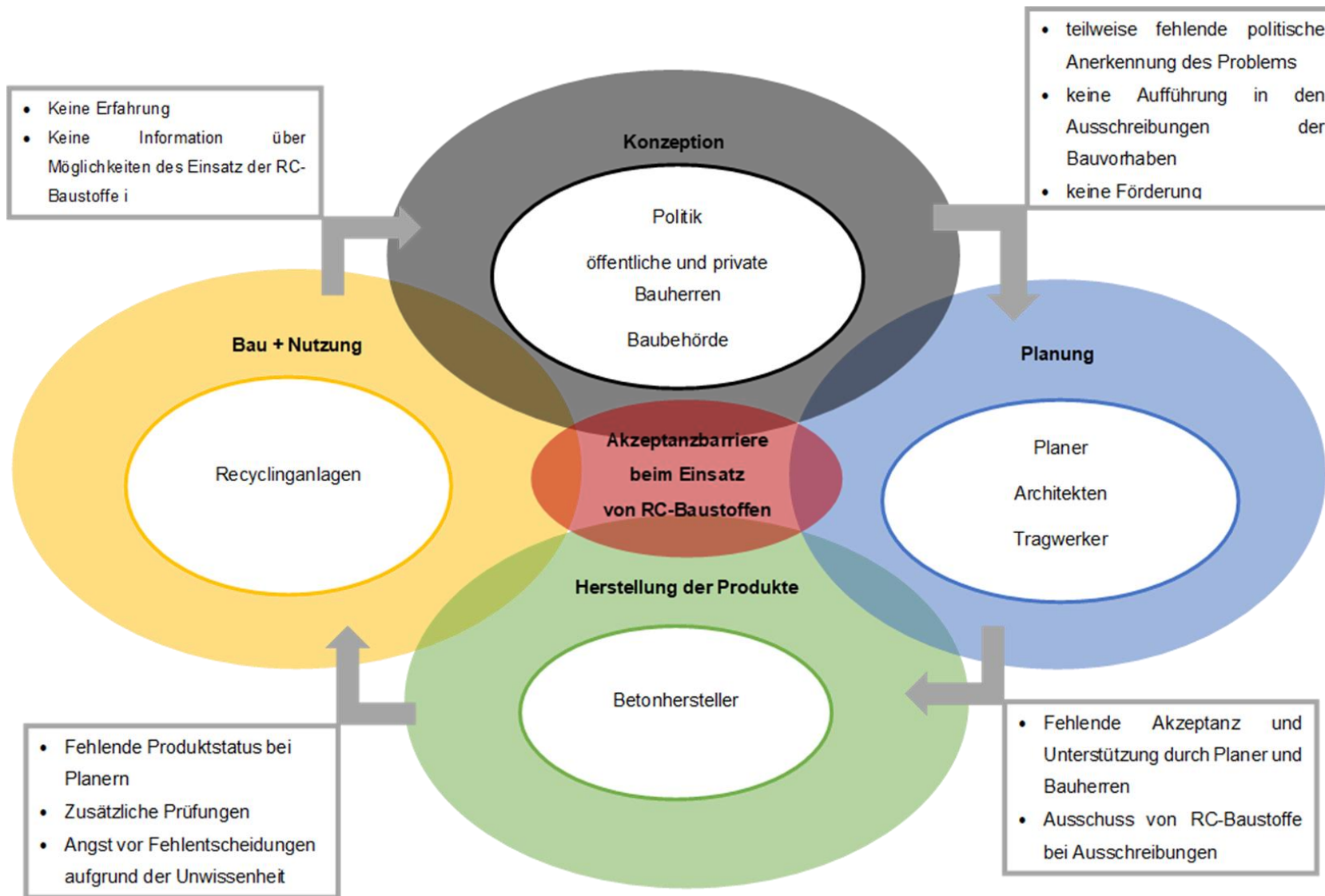


Abbildung 8.2: Akzeptanzbarrieren aus Sicht der beteiligten Akteure bei der Konzipierung und Anwendung von mineralischen RC-Baustoffen

8.1 Umweltbildungskonzept

In den letzten Jahren wird der Einsatz von güteüberwachten RC-Baustoffen verstärkt gefordert, empfohlen oder verpflichtend vorgegeben. Insbesondere die persönlichen Gespräche nach Vorträgen (vgl. Anhang I) bzw. der Austausch mit Akteuren aus der Praxis untermauern, dass dafür Bildungs- und Weiterbildungsmaßnahmen erforderlich sind. Abend- und Onlineseminare werden diesbezüglich vornehmlich priorisiert.¹⁰⁶ Auf diese Weise werden in den nachfolgenden Kapiteln Vorschläge für ein mögliches Weiterbildungskonzept und zu Verbesserungsmöglichkeiten des Bildungssystems für Auszubildende und Studierende unterbreitet.

Nach der Anamnese der Hemmnisse zur Verwendung von RC-Baustoffen wurde eine Übersicht wichtig zu vermittelnder Themenfelder für Aus- und Weiterbildungskonzepte erstellt (s. Anhang II). Akteure der Bauwirtschaft (Zielgruppe I), Lehrende und Lernende (Akteure der Zielgruppe II) sollen in der Form aktiv involviert werden, anzugeben, ob die empfohlenen Schwerpunkte relevant sind bzw. welche Themenschwerpunkte fehlen. Bei der Entwicklung der Konzeption wurde beachtet, dass die Lehrinhalte den erforderlichen Kenntnissen, Funktionen und Motiven im Beruf der beteiligten Akteure sowie dem vermutlichen späteren Einsatzbereich¹⁰⁷ entsprechen. Im Fokus stehen ausgewählte Themenschwerpunkte, die für den Einsatz von RC-Baustoffen im Hoch- und Tiefbau bedeutsam sind.

8.1.1 Weiterbildungskonzept zur Nutzung von mineralischen RC-Baustoffen

Bei der Weiterbildung geht es darum, neues Wissen zu vermitteln oder bestehendes Wissen zu vertiefen resp. auszubauen. Der Grundgedanke der Weiterbildung für die Akteure aus der Bauwirtschaft, Berufsschullehrer eingeschlossen, ist die intensive Wissensvermittlung bzw. Wissensweitergabe zum Thema ‚Einsatz von mineralischen RC-Baustoffen‘. Diese Akteure sind so zu schulen, dass sie in der Lage sind, Bauvorhaben unter Verwendung von RC-Baustoffen zu planen und auszuführen und um die zuvor benannten Hemmschwellen abzubauen bzw. die Akzeptanz von Recycling-Baustoffen zu erhöhen.

Die Weiterbildung soll weiterhin dazu dienen, aktuelle Entwicklungen der Ressourcen- und Energieeffizienz bzw. den Einsatz von RC-Baustoffen bekannt zu machen und den Vollzug zu diskutieren.

Im Rahmen der Weiterbildung sollen die Teilnehmenden ein Grundverständnis für die Problematik und die notwendigen Grundlagenkenntnisse zur eigenständigen Analyse und Bewertung von Prozessen zum Abbruch-/Rückbau, zu Entsorgungs- und

¹⁰⁶ Schlonske, Antje; Spengler, Alexander; Fuhrmann, Vincent: Projektarbeit: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation, BTU Cottbus – Senftenberg, Cottbus, 2017

¹⁰⁷ Bunnar, Annemarie; Heyde, Jessica: Projektarbeit: Erarbeitung von Umweltbildungskonzeptionen für Berlin, BTU Cottbus – Senftenberg, Cottbus, 2017

Verwertungsmöglichkeiten mineralischer Bau- und Abbruchabfälle sowie deren Anwendung in Bauprodukten erwerben. Nach einem Einblick in die wichtigsten politischen, rechtlichen und bautechnischen Vorgaben und Richtlinien zu den jeweiligen Einsatzbereichen für RC-Baustoffe unter Beachtung der lokalen Verortung sind grundlegende Kenntnisse zur Schließung von Stoffkreisläufen im Bausektor zu vermitteln. Des Weiteren sind Kenntnisse zu Verfahren des verwertungsorientierten Abbruchs/Rückbaus, der Aufbereitung von Bauschutt und zur Verwertung von mineralischen Rezyklaten zu vermitteln. Wie und welche Untersuchungen durchzuführen sind, um die Qualität der RC-Baustoffe zu gewährleisten, ist darzulegen. Anhand von ‚Leuchtturmprojekten‘ sollten umgesetzte Bauvorhaben im Hoch- und Tiefbau vorgestellt und diskutiert werden.

Für die Umsetzung wurden Themenblöcke aufgestellt, die in Abbildung 8.3 dargestellt und im Anhang II mit Unterthemen untersetzt sind. Zusätzlich werden Vorschläge zur Stoffvermittlung für die Kategorien Straßenaufbruch und Bodenaushub unterbreitet.

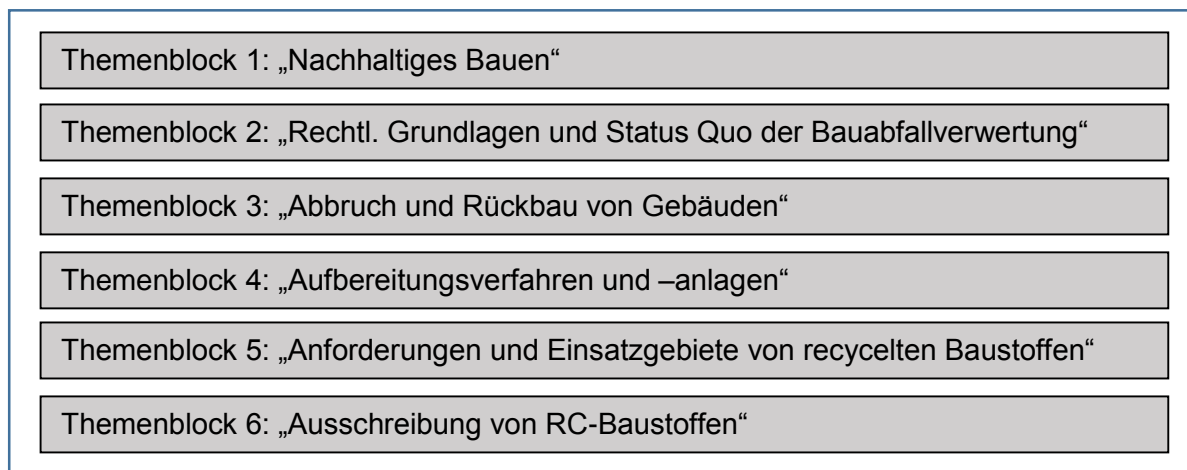


Abbildung 8.3: Mögliche Themenschwerpunkte für Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen

Sofern dieses entwickelte Konzept zur Anwendung kommt, sollten sich an die Stoffvermittlung Diskussionsrunden anschließen. Diese bieten die Gelegenheit, verschiedene Aspekte zu besprechen und sich untereinander zu bestimmten Sachverhalten auszutauschen. Empfohlen wird, Baupraktiker bei der Stoffvermittlung zu beteiligen, damit deren Erfahrungen und Hinweise aus der Praxis aufgenommen werden können und es nicht (nur) bei der Theorie bleibt.

Die konzipierte Weiterbildungsmaßnahme hat ein interdisziplinäres Profil durch die Integration von bau- und umweltrechtlichen, bau- und umwelttechnischen, verfahrenstechnischen, wirtschaftlichen und ökologischen Inhalten.

Nachstehend werden für die Weiterbildung Vorschläge zu Lehrformen, zum Angebotsturnus, zur Dauer und zum Abschluss der Maßnahme unterbreitet.

Die bekannteste Maßnahme ist das berufsbegleitende Studium, jedoch ist dies i.d.R. zeitaufwändig und meist kostenintensiv. Weiterbildungskurse an Hochschulen und Seminare an IHKs haben sich etabliert und sind anerkannt. Auch die Berufsverbände bieten branchenorientierte Weiterbildungsmaßnahmen an, die von der jeweiligen Branche anerkannt werden. Welche Form hier zum Tragen kommen sollte, ist noch mit den Entscheidungsträgern abzustimmen. Ziel ist es, dass die Wissensvermittlung kompakt, auf spezielle Aufgaben- und Problemstellungen eingeht und diese auf die Situationen aus dem Baualltag abstellt. Denkbar wäre es z.B., die Weiterbildungsmaßnahme an vier Terminen à zwei Tagen zu jeweils zwei Themenblöcken (z.B. Freitag und Samstag) innerhalb eines Jahres anzubieten. Nicht jeder Teilnehmende muss alle Themenblöcke (s. Abbildung 8.3 und Anhang II) belegen, sondern sollte für seine berufsspezifischen Aufgaben qualifiziert werden. Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Weiterbildung sind fachlich einschlägige Abschlüsse empfehlenswert.

Als Abschluss dieser Weiterbildung sollte ein Zertifikat zur Bestätigung der Teilnahme ausgestellt werden. Zusätzlich erhalten alle Teilnehmenden die zu den Themenblöcken ausgearbeiteten Skripte. Eine Abschlussprüfung nach erfolgreicher Teilnahme an allen Weiterbildungsveranstaltungen ist jedoch auch denkbar. Die Prüfung sollte in Abhängigkeit von der Teilnehmeranzahl digital oder schriftlich angeboten werden. Auf eine effiziente Mindestteilnehmerzahl sollte orientiert werden.

8.1.2 Verbesserungsmöglichkeiten des Bildungssystems für Studierende und Auszubildende (ausgewählte Akteure der Zielgruppe 2)

Bachelor-Abschluss

In vielen Hochschulen im Bachelor-Programm des Studienganges Bauingenieurwesens wird der Bezug zum ‚baulichen Recycling‘ nicht ausreichend abgedeckt. Da diese Thematik aber gerade für das zukünftige Bauen von großer Bedeutung ist, wird eine permanente Einordnung als Pflichtmodul in der Studienrahmenordnung angeregt. Es wird empfohlen, im Bachelorstudium bereits ein Modul mit 6 Leistungspunkten (LP) anzubieten, um die Dringlichkeit von Lösungen zur Verwendung von mineralischen Sekundärrohstoffen bewusst zu machen.

Als Voraussetzung für die Belegung der hier konzeptionierten Themenblöcke wird die erfolgreiche Absolvierung des Fachgebiets „Baustoffe und Bauchemie“ gesehen, denn schließlich handelt es sich beim Recycling um baustofffundierte Kenntnisse.

Die Stoffvermittlung der konzipierten Themenblöcke sollte im Rahmen von Vorlesungen erfolgen, ergänzt um Seminare und Übungen sowie einer Fachexkursion. Der Praxisbezug stellt eine wesentliche Prämisse der erfolgreichen Wissensvermittlung dar. Der Umfang des Moduls sollte es zulassen, Projektarbeiten und/oder Hausarbeiten zu bearbeiten. Die

Ergebnisse der Untersuchungen zur jeweiligen Thematik sind von den Studierenden in Form von Referaten zu präsentieren.

Im Bachelorstudium sollte einleitend auf die auf Nachhaltigkeit ausgerichtete/ ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft eingegangen werden. Dabei ist es vonnöten, zunächst Grundlagen und Begriffe zur Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und zum Recycling inkl. der rechtlichen Rahmenbedingungen zu erläutern. Auch auf den Status quo zu den derzeitigen Abbaugebieten mineralischer Rohstoffe und deren Verfügbarkeit, den jährlichen Abbaumengen an Primärrohstoffen und dem Aufkommen von Bau- und Abbruchabfällen sollte eingegangen werden, damit verdeutlicht wird, warum es wichtig ist, in Kreisläufen zu denken. Den Studierenden ist zu vermitteln, dass Eingriffe in die Natur weitestgehend zu vermeiden sind und die Nutzungsmöglichkeiten des anthropogenen Lagers, wie unter Urban Mining diskutiert, zu erläutern sind. Dies erfordert, auch einen Bezug zwischen dem verwertungsorientierten Rückbau von Gebäuden und den Aufbereitungs- und Verwertungsmöglichkeiten für die anfallenden, selektiv erfassten Bauabfallfraktionen herzustellen. Ein weiteres Kapitel in der Lehre sollte der Aufbereitungstechnik gewidmet sein. Dazu gehören Erläuterungen zu den Annahmebedingungen mineralischer Bau- und Abbruchabfälle, zur Systematik der Bauabfallaufbereitung sowie Anlagenkonzepte und Auswahlkriterien. Auch auf Vor- und Nachteile unterschiedlicher Arten der Anlagentechnik ist einzugehen. Das Vorwissen im Fachgebiet ‚Baustoffe und Bauchemie‘ wird erweitert, indem die Anforderungen an RC-Baustoffe und deren erzielbare Eigenschaften im Vergleich zu Primärrohstoffen behandelt werden. Um einen Bezug zur Praxis herzustellen, ist es sinnvoll, eine Recycling-Anlage im Rahmen einer Exkursion zu besichtigen und Vorort die Funktionsweise erläutern zu bekommen. Dies ermöglicht den Studierenden ein besseres Verständnis zur Bauabfallaufbereitung zu entwickeln und den Prozess der Aufbereitung bewerten zu können. Gleichwohl kann das Input- und Outputmaterial (RC-Baustoffe) optisch betrachtet werden resp. überzeugen. Wie die Qualität der erzeugten RC-Baustoffe gewährleistet wird, ist darzustellen. Nach einem zu verschaffenden Überblick bezüglich der Verwertungsoptionen für gütegesicherte RC-Baustoffe ist detailliert auf deren Verwertung im Tief- und Hochbau einzugehen. Für Baumaßnahmen im Tiefbau sind die bau- und umwelttechnischen Merkmale der RC-Baustoffe genauso wichtig, wie die örtlich zulässigen Einbaukonfigurationen. Im Hochbau liegt der Fokus auf den Baustoff Beton unter anteiliger Verwendung von RC-GK. In diesem Zusammenhang sollten Laborpraktika verortet werden, um spezifische Eigenschaften zu prüfen.

Außerdem sollten wesentliche Grundlagen zu Bilanzierungsmethoden für die verschiedenen Stoffströme nach Materialarten aus ökologischer und ökonomischer Sicht vermittelt werden.

Master-Abschluss

Aufbauend auf dem zuvor konzipierten Pflichtmodul für den Bachelor bspw. im Studiengang Bauingenieurwesen, gibt es die Möglichkeit bspw. das Modul „Nachhaltiges Bauen im 21. Jh“ zu etablieren oder bestehende Module anzupassen. Allerdings sollte eine Einführung in die Thematik für neu hinzukommende Master-Studierende eingeplant werden, sodass eine nahtlose Wissensübermittlung stattfinden kann. Dieses Modul sollte mit ca. sechs LP für die Spezialisierung der Bauingenieure vorgesehen werden, welches als allgemeines Wahlpflichtmodul oder im Rahmen einer Vertiefung z.B. ‚Bauphysik und Baukonstruktionen‘ oder ‚Entwerfen und Konstruieren‘ angeboten werden könnte. Allerdings empfiehlt es sich im Masterstudiengang, ein Schwerpunkt-/Themenkomplex anzubieten, welches bis zu 18 LP umfasst.

Da bereits das im Bachelor angebotene Modul umfangreich die Thematik des stofflichen Recyclings und Einsatzes von RC-Baustoffen behandelt, wäre es vorstellbar, im Master den Fokus detailliert auf den Vorgang des Abbruchs/Rückbaus von Bestandsgebäuden im Hinblick der sekundären Nutzung der dabei zurückgewonnenen Baustoffe - in Vorbereitung des stofflichen Recyclings - und Bauteile - in Vorbereitung ihrer Wiederverwendung in Gänze - zu legen. Gleichwohl ist die Integration von RC-Baustoffen und gebrauchten Bauteilen für Neubaumaßnahmen aus rechtlichen Vorgaben (BauPV) und bautechnischer Sicht zu erläutern.

Auch hier sollte der Einstieg mit einem Rückblick auf den Lebenszyklus eines Gebäudes beginnen und der Erkenntnis, dass es nicht nur möglich ist, Material zu rezyklieren (Baustoffrecycling), sondern Bauteile wieder verwenden zu können, was einem Produktrecycling entspricht. Begriffe, die mit dieser Thematik im Zusammenhang stehen, sind zu Beginn der Lehrveranstaltungen zu klären, um Irritationen gegenüber denen, die im allgemeinen Sprachgebrauch verwendet werden, auszuschließen. Die Studierenden sollen erlernen, was bspw. einen krangeführten Rückbau von einem konventionellen Rückbau unterscheidet und welche Vor- oder Nachteile sich dabei für die Wiederverwendung bestimmter Bauteile ergeben.

Relevante rechtliche Vorgaben inkl. flankierender Verordnungen wie bspw. die Baustellenverordnung (BaustellV), Gewerbeabfallverordnung (GewabfV) und die Landesbauordnungen (LBO) sowie Richtlinien und Merkblätter etc. zu Abbruch-/Rückbaumaßnahmen sind zu interpretieren. Anhand von exemplarischen Beispielen sind spezifische Sachverhalte darzustellen.

Zu klären sind zudem die Verantwortlichkeiten und Aufgaben der beteiligten Akteure, das Management und der Ablauf eines Abbruchs/Rückbaus sowie die Erarbeitung von

Entsorgungskonzepten. Auf die Problematik zur Erkundung und zum Umgang mit verbauten, auch versteckten Schadstoffen, ist besonderes Augenmerk bei der Planung und Ausführung von Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungs-Arbeiten (ASI-Arbeiten) zu legen. Hauptsächlich verbaute schadstoffhaltige Materialien wie z.B. asbesthaltige Baustoffe und künstliche mineralische Fasern (KMF) sind hinsichtlich des Gesundheits- und Umweltschutzes zu definieren, der Umgang mit Gefahrstoffen ist ausführlich zu erklären bis hin zu den Entsorgungsmöglichkeiten und deren Anforderungen. Dazu gehört das Erläutern verschiedener Schutzkonzepte und notwendiger Arbeitsschutzmaßnahmen.

Um den Übergang zur Wiederverwendung von Bauteilen zu ziehen, könnten anhand von Beispielen und Pilotprojekten die verschiedenen Einsatzperspektiven v.a. zur Wiederverwendung von Betonbauteilen (zum Hausbau für verschiedene Nutzungen) und Weiterverwendung von Betonbauteilen (z.B. zum Bau von Kletterfelsen, im Deichbau zu deren Stabilisierung u.a.) von schon einmal in Nutzung gewesenen Bauteilen gezeigt werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Ermittlung der Gebrauchseigenschaften der Bauteile und deren Qualitätssicherung bzw. Anforderungen für den sekundären Nutzungszweck zu legen. Wirtschaftliche Kenngrößen und welche Parameter die Höhe der Kosten beeinflussen sind zu ermitteln. Ökologische Bilanzierungen für Wiederverwendungsmaßnahmen sollen im Vergleich zu neuen, üblich ausgeführten Bauvorhaben dazu beitragen, der Wiederverwendung von Bauteilen einen hohen Stellenwert am Markt einzuräumen.

Zudem ist z.B. auch das Konzept einer Bauteilbörse hinsichtlich der Vermarktungsmöglichkeiten für gebrauchte großformatige Bauteile zu beleuchten. Gleichwohl sind entsprechende Maßnahmen für ein selektierbares Bauwerk wie z.B. zur Baustoffauswahl, zur zukünftigen Bauweise unter den Aspekten der Ressourcen- und Energieeffizienz abzuleiten.

Die Vorlesungen können durch entsprechende Übungen ergänzt werden. Immer in die Veranstaltung aufzunehmen sind Fachexkursionen, da diese das in der Theorie erlernte Wissen praktisch veranschaulichen und zudem die Möglichkeit bieten, mit den projektinvolvierten Personen individuell Gespräche zu führen. So wäre bspw. der Besuch entsprechender Pilotprojekte oder aktueller Baustellen denkbar.

Bei entsprechenden Kapazitäten ist es zudem empfehlenswert, darüber hinaus ein Projektmodul für Masterstudierende vorzusehen, in welchem sie sich über ein Semester lang ausführlich mit einer bestimmten Fragestellung entweder zum Baustoff-Recycling oder Bauteil-Recycling (Wieder-u./o. Weiterverwendung) oder in Kombination beider Recycling-Möglichkeiten ingenieurwissenschaftlich auseinandersetzen. Dies führt auch dazu, sich weiteres Wissen eigenständig anzueignen. Dabei können verschiedene Aspekte aus den im Bachelor- und Masterstudium unterrichteten Modulen, je nach Interesse der Studierenden,

aufgegriffen werden, sodass eine detailliertere und umfangreichere Bearbeitung im Vergleich zur Vorlesung, möglich wird. Themen hierfür könnten genauere Analysen von Stoffströmen in konkreten Recyclinganlagen, monetäre Betrachtungen der RC-Baustoffe und -Produkte sowie neue Einsatzgebiete für gütegesicherte und CE-zertifizierte Baustoffe sein.

Eine Orientierung für Lehrende können bspw. die in der Lehre zum ‚baulichen Recycling‘ angebotenen Studienmodule an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und an der Hochschule Magdeburg-Stendal herangezogen werden. Allerdings ist dieser in der universitären Ausbildung gelegte Grundstein zur Verbreitung des Wissens nicht ausreichend.

8.2 Umweltkommunikationskonzept

Der Kern des Umweltkommunikationskonzeptes bildet ein Portal zur Umweltbildung bestehend aus zwei Säulen (siehe *Abbildung 8.4*). An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Bildung und Wirtschaft findet ein Wissenstransfer über Angebote zur Aufbereitung und zum Einsatz von RC-Baustoffen statt. Durch einen intensiven Austausch werden Möglichkeiten für neue Ideen, effektive Aktivitäten und strategisch relevante Fragestellungen geöffnet und somit Voraussetzungen für eine breite gesellschaftliche Akzeptanz und Mitwirkung an Transformationsprozessen gebildet. Über Themen und Bauvorhaben können sich zudem die Akteure der Bauvorbereitung, Baudurchführung und Überwachung informieren.

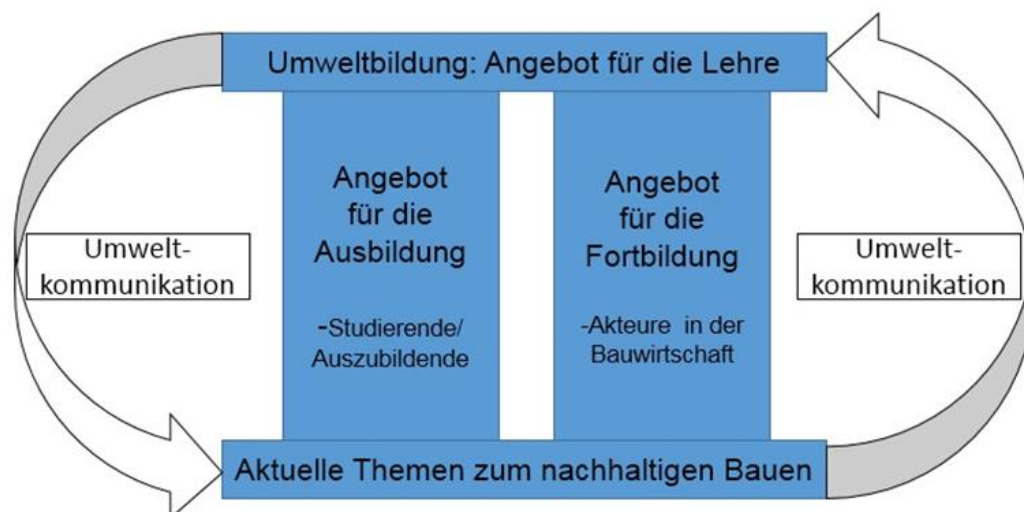


Abbildung 8.4: Aufbau des Umweltkommunikationskonzeptes

Das Ziel der Erstellung des Umweltkommunikationskonzeptes ist es, den am Bau beteiligten Akteuren, die Konsequenzen des unterlassenen Handelns im Bereich Baurecycling aufzuzeigen und ihnen wissenschaftlich fundiert die Vorteile für die Gewinnung und Verwendung von RC-Baustoffen näherzubringen.

8.2.1 Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des hier zu bearbeitenden Forschungsprojektes wurde umfangreich und vielgestaltig Öffentlichkeitsarbeit geleistet. Bspw. verdeutlicht die Abbildung 8.5 die Aktivitäten in Vorbereitung und im Nachgang des erstmaligen Einsatzes von RC-Beton beim Hochbauvorhaben in Berlin. Der Impuls dafür ist von Mitarbeitern des Berliner Senats in Kooperation mit der Projektleiterin des Arbeitsgebietes Bauliches Recycling an der BTU Cottbus-Senftenberg ausgegangen. Als relevant anzusehen ist, dass bereits in einer frühen Planungsphase mittels eines Rund- und Informationsschreibens des Berliner Senats Recyclingunternehmen, Betonproduzenten und Bauausführende zum erstmaligen Einsatz von RC-Beton informiert wurden. Dadurch war es möglich, sich rechtzeitig mit spezifischen Fachfragen auseinanderzusetzen. RC-Beton-Rezepturen konnten entwickelt und optimiert werden anhand durchgeführter Versuche. Wissenschaftlich begleitet wurden die Aktivitäten von Seiten der BTU Cottbus-Senftenberg, AG Bauliches Recycling.

Nachdem mit den beteiligten Akteuren Einzelgespräche stattfanden, konnten sich alle Akteure am ‚runden Tisch‘ zu bestimmten Themenfeldern austauschen. Impulsvorträge aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht von Mettke, BTU Cottbus, AG Bauliches Recycling, regten an, die RC-Betonanwendung umfassend zu diskutieren. Vorbehalte und Hemmnisse zur Anwendung des RC-Betons konnten so ausgeräumt werden. Die erarbeitete Dokumentation¹⁰⁸ und Einzelbeiträge von den beteiligten Akteuren wie z.B. Betonherstellern haben dazu beigetragen, die Fachwelt zu informieren und zu inspirieren.

¹⁰⁸ Mettke, Angelika; Schmidt, Stephanie; Jacob, Steffen; Schwilling, Thomas, Mehner, Heidelinde: Dokumentation der Wissenschaftliche Begleitung zum „Neubau des Forschungs- und Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin“, 2015

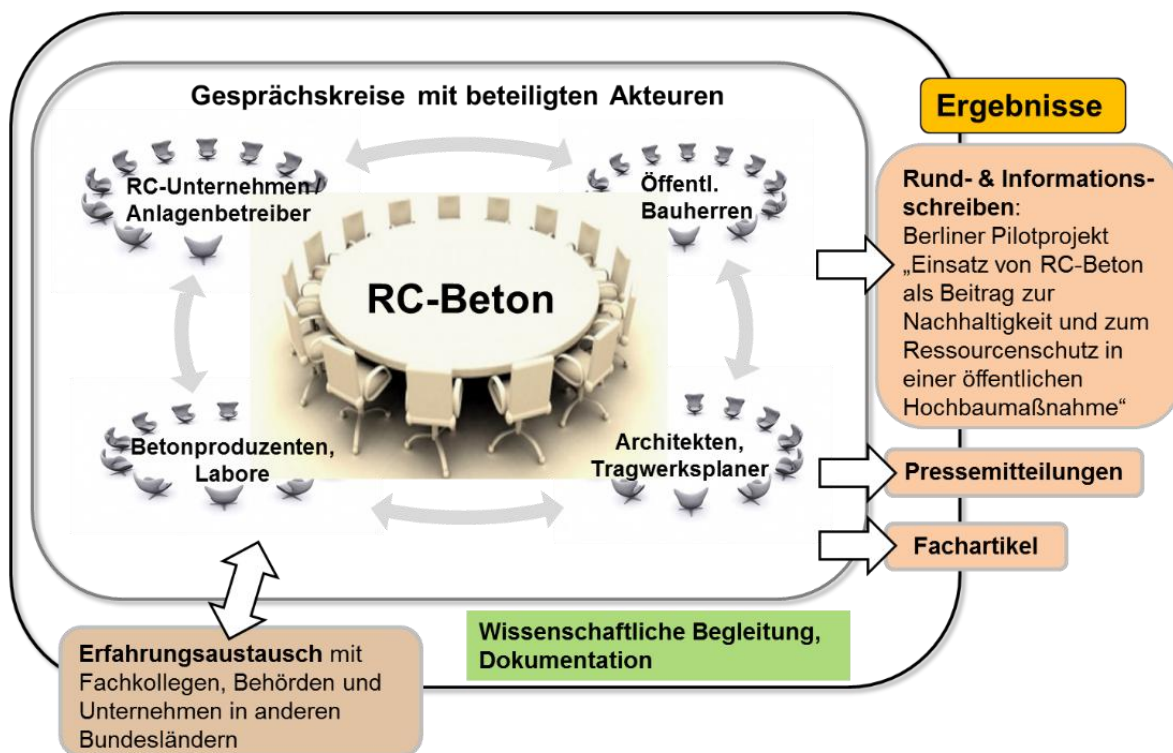


Abbildung 8.5: Kommunikative Aktivitäten zur Verwendung von RC-Beton

Auch die inhaltlich wie organisatorisch mit internationaler Beteiligung vorbereiteten und erfolgreich durchgeführten beiden Fachtagungen durch Mettke unter dem Titel „Berlin-Brandenburger Baustoff-Recyclingtag“ in Cottbus dienten dazu, die Thematik ‚Baustoff-Recycling‘ in der Fachöffentlichkeit zu kommunizieren. Referenten und Teilnehmende setzten sich mit Problemen und Lösungen zur effizienten Verwertung von RC-Baustoffen auf regionaler und überregionaler Ebene auseinander. Die Fachtagung richtete sich an die Akteure des Recyclings mineralischer Bauabfälle wie Vertreter von Recyclingunternehmen, Bau- und Abbruchunternehmen, Planungsbüros, Laboren, der öffentlichen Verwaltung, Kammern, Verbänden und wissenschaftlichen Einrichtungen sowie öffentlichen und privaten Bauherren. Sie bot eine Plattform für umfassende Informationen zu innovativen Handlungsoptionen und zum konstruktiven Austausch zum Baustoffrecycling als Beitrag zum nachhaltigen Bauen.

Außerdem haben Vorträge auf nationalen und internationalen Fachtagungen, in denen u.a. Forschungsergebnisse zum RC-Beton präsentiert wurden (s. Anhang I), dazu geführt, den Einsatz von RC-Baustoffen, RC-Beton und die Wiederverwendung von Bauteilen anzuregen. In diesem Zusammenhang wurde auch über effektive Wege der Umweltkommunikation und -bildung diskutiert.

Festgestellt wird, dass durch Öffentlichkeitsarbeit ein breites Publikum erreicht wird: zum einen sind es diejenigen Akteure, die sich zu aktuellen Themen des mineralischen Baustoff-

Recyclings informieren möchten, zum anderen sind es Interessenten, die sich mit diesem Thema noch nicht auseinandergesetzt haben.

Im Laufe des Projektes sollte ein Fachgespräch stattfinden, um auf die Dringlichkeit der Wissensvermittlung zur ressourceneffizienten Nutzung mineralischer Sekundärrohstoffe in Berlin aufmerksam zu machen. Es wurden über 50 Einladungen an in Berlin ansässige Fachplaner und Architekten, Baubehördenvertreter und ausführende Bauunternehmen im IV. Quartal 2018 verschickt. Aufgrund der zu geringen Resonanz wurde ein zweiter Termin im Januar 2019 anberaumt. Doch auch hier gab es keine zufriedenstellende Reaktion. Aufgrund der geringen Teilnehmerzusagen fand das geplante Fachgespräch in diesem Rahmen leider noch nicht statt. Ein wesentlicher Grund dafür ist vermutlich darin zu sehen, dass viele der handelnden Akteure, wie u.a. Planer von Ingenieurbüros oder die projektverantwortlichen Mitarbeiter in Landesämtern, bisher keinen oder nur wenig Bezug zum Thema Baustoff-Recycling haben. Zudem fehlten in der Vergangenheit und derzeit ausreichende Anreize seitens der Politik, unter Nachhaltigkeitsaspekten Bauvorhaben zu planen und zu bauen. Akteure älterer Jahrgänge sind dazu im damaligen Studium nicht mit dem notwendigen Wissen ‚ausgestattet‘ worden. Aufgrund dieses Wissensdefizites und der fehlenden Anreize, wird bevorzugt auf konventionelle Praktiken bei der Gesteuerung von Bauwerken zurückgegriffen, welche heute überwiegend im Widerspruch zu einer nachhaltigen Entwicklung stehen.

Mit der verpflichtenden Vorgabe, ab dem 1. Januar 2020 das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB-System) als Zertifizierungstool für die Planungs- und Baubegleitung zu berücksichtigen, wird sich in Zukunft der Umgang zur Nachhaltigkeit beim Errichten von Neubauten signifikant ändern.

8.2.2 Internetplattform mit erweiterten Online-Informationsfunktionen

Wie eine Internetplattform zum ‚baulichen Recycling‘ erstellt werden könnte, wird nachstehend grob skizziert. Den Nutzenden soll sie zum problemorientierten und selbstgesteuerten Recherchieren befähigen. Dafür spielt in erster Linie eine methodisch-didaktische Einbindung der Plattform in die Arbeit eine entscheidende Rolle. Es geht bei der Internetplattform darum, Akteure / Kunden zu erreichen, die sich über Nachhaltigkeit am Bau informieren wollen und wissen möchten, wie dies real umsetzbar ist. Ziel der Webseite sollte es sein, dass sich Interessenten einen ersten Überblick zum nachhaltigen Bauen verschaffen können und auch die Notwendigkeit des ressourceneffizienten Einsatzes von RC-Baustoffen / Sekundärrohstoffen verstehen und akzeptieren.

Auf der Startseite sollten sich wesentliche Grundlagen zum Recycling mineralischer Baustoffe finden. Dazu zählen Begrifflichkeiten, Gesetze, Regelwerke, Leitfäden usw. Von großer Bedeutung ist die durch Abbildungen zu unterstützende detaillierte Definierung zum stofflichen

und zum Bauteil - Recycling. Zur besseren Verständlichkeit sollten Best-Practice-Beispiele zu den verschiedenartigsten Einsatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen wie z.B. deren Einsatz im Straßenbau in FSS und STS, im Erdbau zur Erstellung von Lärm- und Sichtschutzwänden und zur Herstellung von RC-Beton gegeben werden. Dabei sind auf die jeweilig geltenden Normen, Regelwerke, Vorschriften, Richtlinien etc. Bezug zu nehmen. Die Aktualität dieser Grundlagen ist ständig zu prüfen. Genauso sollten sich quantitative und qualitative Daten zu Bau- und Abbruchabfällen und RC-Baustoffen finden lassen. Anbieter von RC-Baustoffen und RC-Betonproduzenten sollten erfasst und genannt werden. Aber auch die namentliche Nennung von Fachberatern wäre hilfreich.

Für eine einfache Führung durch die Webseite ist das Klicken auf Stichworte zu ermöglichen, wodurch man direkt auf die Seite mit einer ausführlichen Erläuterung gelangt oder eine kurze Definition-Box aufleuchtet. Regelwerke und Richtlinien, welche frei zugänglich über das Internet abrufbar sind, könnten direkt mit einem Permalink hinterlegt werden. Die Textpassage der jeweiligen Regelung ist somit sofort nachvollziehbar.

In der weiteren Gliederung könnten im Unterpunkt "Schulungen zur effizienten Nutzung von Sekundärrohstoffen" direkte Verweise zu Schulungsmöglichkeiten gelistet und differenziert dargestellt werden: wer und wo, welche Ausbildung, Schulung, Tagung, Weiterbildung anbietet. Wichtig ist es heutzutage, sich auch in der Lehre zu neuen Formaten zu öffnen. Zu diesen neuen Formen der „computer-mediated communication“ zählen auch Lernvideos und Online-Trainings, die bevorzugt werden können, da damit das Wissen ohne zeitliche oder finanzielle Einschränkungen direkt an die Nutzer übermittelbar ist.

Die Plattform sollte neben vielfältigen Informationen, Hilfestellungen und kostenlosen Materialien wie das Abfallwirtschaftskonzept Berlin – Aktionsplan ‚Zero-Waste‘, u.a. das Merkblatt 6, das Leistungsblatt 26, SKU-Bilanzen etc. auch Möglichkeiten zu Kommunikationen und zum Austausch bieten. Durch die Kommunikationsfunktion können Wissen und Erfahrungen ausgetauscht werden. Im Ergebnis soll diese zu entwickelnde Internetplattform die Basis für ein grundlegendes Wissen für alle Interessierten bieten und die Möglichkeit für einen Austausch untereinander.

8.2.3 Workshop

Das Ziel eines Workshops ist es, Lösungen für Problemstellungen zu finden, verschiedene Themen aufzuarbeiten oder auch die Entwicklung von neuen Ideen und Vorschlägen voran zu treiben. Bei einem Workshop werden, anders als bei einer Weiterbildung, aktuelle Themen und Fragestellungen in Hinblick auf die Thematik des ‚mineralischen Sekundärrohstoffeinsatzes‘ praktisch und meist in kleinen Gruppen lösungsorientiert behandelt. Ein Workshop dient auch der Aufbereitung von bereits Gelerntem bezüglich der

Aktualität und der derzeitigen Anwendbarkeit bzw. Umsetzung. Das kann auch bedeuten, dass Änderungen oder Novellierungen von bspw. rechtlichen Regelungen in einem solchen Workshop thematisiert werden.

Im Rahmen einer Zusammenkunft von Akteuren der Bauwirtschaft, sollen gemeinsam einzelne Sachverhalte zur Thematik „Verbesserung der Umweltkommunikation beim Einsatz von RC-Baustoffen“ erarbeitet, bearbeitet und diskutiert werden. Für den Workshop ist eine klare Aufgabenstellung vorzugeben. Hierbei wird die aktive Mitarbeit der Teilnehmenden, welche ein gewisses Fachwissen besitzen sollten, vorausgesetzt.

Die Leitung eines Workshops ist von einem Moderator, der den Vorgang der Problemanalyse, Lösungsfindung oder Bearbeitung der Aufgabenstellung fördert, zu übernehmen. Während des Workshops ist es wichtig, dass der Moderator stets den Überblick über den Verlauf des Workshops behält.

Für die Planung eines Workshops, ist zunächst eine grobe Struktur zum Ablauf aufzustellen. Dazu gehört eine kurze Begrüßung, wo sich nach Möglichkeit alle Beteiligten und Teilnehmer vorstellen. Anschließend werden organisatorische Fakten geklärt, wie zum Beispiel den Zeitpunkt einer Pause oder wann das Ende des Workshops vorhergesehen ist. Das Thema, welches bereits in der Einladung bekannt gegeben wurde, wird interpretiert. Zur Einführung in die Thematik ist ein Impulsreferat hilfreich, welches maximal 15 Minuten dauern sollte. So schafft man eine grundlegende Basis für alle Teilnehmenden, um den gedanklichen Einstieg zu erleichtern. Die Erläuterung der Aufgabenstellung folgt. Hierbei ist zu klären, welche offene Fragestellungen zu lösen sind, in welcher Form die Bearbeitung erfolgen und dargeboten werden soll. Dabei ist es wichtig, dass sich die einzelnen Gruppen während der Bearbeitungszeit nicht untereinander austauschen. Die Bearbeitungszeit kann dabei individuell vom Moderator festgelegt werden, es sollte aber mindestens 30 Minuten Zeit gegeben werden.

Abschließend werden die Ergebnisse aller Workshop-Gruppen zusammengestellt und im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung auf verschiedene Weisen präsentiert. Dass die Umsetzung nicht immer gelingt, zeigen die eigenen hier im Projekt anberaumten Workshops, aber auch andere Veranstalter haben solche Veranstaltungen mit aktiver Beteiligung der Teilnehmenden absagen müssen. Da der Leidensdruck offenbar noch nicht groß genug ist, RC-Baustoffe zu verwenden, ist leider das Interesse auch der Lehrenden – bis auf Ausnahmen - größtenteils nicht vorhanden.

9 Zusammenfassung / Fazit

In Deutschland sind zahlreiche Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz im Bausektor in Gang gesetzt worden. Unsere Ergebnisse der Befragungen zum Kenntnisstand der Nutzung von RC-Baustoffen zeigen weder die ausreichende Berücksichtigung von mineralischen Sekundärrohstoffen bei Wissensvermittlung in der Lehre noch bei der praktischen Umsetzung im Bausektor. Von den insgesamt 67 Befragten in Berlin antworteten 37 (55%). (Daraus wird abgeleitet, dass das Ergebnis repräsentativ ist und die gegenwärtige Situation in Berlin abbildet.) Die Auswertung der Befragung der insgesamt eingegangenen Antworten von 37 Personen macht sichtbar, dass die Hälfte der befragten Akteure Kenntnisse besitzen. Von den 23 befragten Akteuren, die in der Bauwirtschaft tätig sind, haben 23 geantwortet. Ein Drittel derer (7 Akteure) setzen RC-Baustoffe in Bauvorhaben ein.

Auch die diesbezüglich geschaffenen Kontakte und Kooperationen mit Industriepartnern seitens des Arbeitsgebietes Bauliches Recycling an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg sowie die zahlreichen Publikationen (Fachaufsätze, eigene Tagungen, das Halten von Vorträgen etc.) haben noch nicht dazu beitragen können, die mangelnde Bereitschaft RC-Baustoffe einzusetzen, abzubauen. Die Erarbeitung der in dieser Dokumentation vorgeschlagenen Konzepte zur Aus- und Weiterbildung soll helfen, sich auf die neue Ausrichtung des nachhaltigen Bauens auszurichten. In der Folge ist ein Grundstock an Lehrmaterialien für Aus- und Weiterbildungen zu erarbeiten und die Kommunikation zwischen allen Beteiligten in der theoretischen Ausbildung und praktischen Anwendung ist auszubauen, um zeitnah eine Wirkung erzielen zu können. Der nachhaltige Umgang mit den begrenzt verfügbaren, nicht nachwachsenden mineralischen Naturbaustoffen und mit den aus dem Baubestand zurückgewonnenen Bauabfällen ist ein wirtschaftliches und ökologisches Handlungserfordernis. Darauf haben sich alle am Bau beteiligten Akteure (v.a. öffentliche Bauherren, deren Planer, Vertreter von Behörden, Recyclingproduzenten, Betonhersteller, Bau- und Abbruch/Rückbauausführende, Finanzmittelgeber und Lehrende in Aus- und Weiterbildung) einzustellen. Die Weichen werden durch Gesetze, Verordnungen, Merkblätter, Leitfäden etc. gestellt, nun gilt es, entsprechende Maßnahmen konsequent beim Handeln umzusetzen.

Die Maßnahmen, die im Entwurf des Abfallwirtschaftskonzepts für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme im Planungszeitraum 2020-2030 seitens des Berliner Senats für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz geplant sind und hoffentlich Zustimmung erfahren, werden u.a. dazu beitragen, die ermittelten Defizite in der Umweltkommunikation und Umweltbildung zur Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen abzubauen. Dies ist ein positiver und unerlässlicher Einstieg in die nachhaltige Stadtentwicklung. Die Initiativen des Berliner Senats sind beispielgebend für alle Bundesländer der Republik. Ein wichtiger Baustein wird darin

gesehen, dass die verschiedenen Ressorts im Berliner Senat, in erster Linie die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen sowie die Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe interdisziplinär und enger als bisher zusammenarbeiten. Nur die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommunikation aller Akteure in Wirtschaft, Wissenschaft, Lehre und Verwaltung wird dazu beitragen, die Akzeptanz beim Einsatz der mineralischen Sekundärrohstoffe zu verbessern.

10 Literaturverzeichnis

Allgemein:

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2015).

Bahr, Matthias. (2013). Umweltbildung. Essays zur Didaktik der Geographie. Hrsg. Universitätsverlag Potsdam.

Bittner, Alexander. (2016). Engagement für Nachhaltigkeit: Schulimkerei in nachhaltigen Schülerfirmen – ein DBU-Förderprogramm für 32 Schulen in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen. Hrsg. A. Biter, T. Pyhel, V. Bischoff. Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Bittner, Alexander & Pyhel, Thomas & Bischoff Vera (Hrsg.). (2016) Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Bräunig Cindy. (Februar 2019). Recherche zu Lehrinhalten im deutschsprachigen Raum zum nachhaltigen Bauen und der Einbindung der Thematik „Bauen mit mineralischen Recycling-Baustoffen“. Hrsg. BTU Cottbus – Senftenberg, AG Bauliches Recycling.

Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V. (BBS). (2018). bbs-Zahlenspiegel 2018, Struktur- und Konjunkturdaten der Baustoff-, Steine-und-Erden-Industrie.

Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V. (Dezember 2018). Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2016, Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016.

Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (2019). Workshop „Eigenüberwachung bei der Qualitätssicherung von Recyclingbaustoffen“.

Bunnar Annemarie & Heyde Jessica. (2017). Projektarbeit: Erarbeitung von Umweltbildungskonzeptionen für Berlin. Hrsg. BTU Cottbus – Senftenberg, AG Bauliches Recycling.

Frohn Hans-Werner & Rosebrock Jürgen (Hrsg.). (2018). Herausforderungen für die Umweltkommunikation.

Henze Christa. (2016). Nachhaltige Entwicklung, Transformation und Resilienz – Zur Relevanz von Partizipation und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Hrsg. Biiter A., Pyhel T., Bischoff V. Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Jacoby, Klaus-Peter et al. (2005). Umweltkommunikation im Handwerk. Bestandsaufnahme – vergleichende Analyse –Entwicklungsperspektiven.

Keßler, Hermann. (November 2007). Workshop „Demografischer Wandel – eine Herausforderung für die Abfallwirtschaft?“. Hrsg. BBS.

Mettke, Angelika (1995). Wiederverwendung von Bauelementen des Fertigteilbaus, Umweltwissenschaften Band 5, Eberhard Blottner Verlag

Mettke, Angelika. (2010). Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten, Habilitationsschrift.

Mettke, Angelika; Schmidt, Stephanie; Jacob, Steffen; Schwilling, Thomas; Mehner, Heidelinde. (März 2015) Dokumentation zum Einsatz von RC-Beton beim „Neubau des Forschungs-und

Laborgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin“ in Berlin-Mitte, Hrsg. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin.

Müller, Anette. Baustoffrecycling. Entstehung – Aufbereitung – Verwertung. Springer Vieweg. Weimar. 2018

Rebmann Karin. (2008). Schriften zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Hrsg. Rainer Hampf Verlag.

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft. (2015). Zahlen, Daten, Fakten, Berufliche Schulen 2014/15.

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. (Januar 2019). Zero-Waste-Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme für den Planungszeitraum 2020 bis 2030.

Simonis Udo Ernst. (2003). Öko Lexikon. Beck'sch Reihe.

Spengler, Alexander; Schlonske, Anja; Fuhrmann, Vincent. (2017). Projektarbeit: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation. Hrsg. BTU Cottbus – Senftenberg, AG Bauliches Recycling

Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbh (Dezember 2009). Recyclinggutachten NRW.

Umwelt Bundesamt. (23.05.2018). Flächenverbrauch für Rohstoffabbau.

Umwelt Bundesamt. (Juli 2017). Urban Mining – Ressourcenschonung im Anthropozän.

Umwelt Bundesamt. (2016). Die Nutzung natürlicher Ressourcen, Bericht für Deutschland 2016

Umwelt Bundesamt. (2015). Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft.

Vogt, Regine; Fehrenbach, Sophia. (2017). Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK). Ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.

Gesetzestexte und Verordnungen:

BauPVO. (vom 09.März 2011). Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.

BerlAVG. (Zuletzt geändert d. G. vom 05.Juni 2012 GVBl. S. 159). Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz.

GewAbfV. (Zuletzt geändert d. G. vom 5.Juli 2017 BGBl. I S. 2234). Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung).

GWB. (Zuletzt geändert d. G. vom 30.Oktober 2017 BGBl. I. S. 3618). Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen.

KrWG. (zuletzt geändert d. G. vom 20.Juli 2017 BGBl. I S. 2808). Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz).

KrW-/AbfG Bln. (zuletzt geändert d. G. vom 02.Februar 2011 GVBl. S. 50). Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen in Berlin.

Leistungsblatt 26. Neubau und Komplettmodernisierung von öffentlichen Gebäuden.
(08.01.2019). Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU

VgV. (zuletzt geändert d. G. vom 18.Juli 2017). Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung).

VwVBU. (vom 23.Februar 2016). Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt.

Normen und Richtlinien:

DIN EN ISO 14063: Umweltmanagement – Umweltkommunikation – Anleitungen und Beispiele. (10 2010).

Ländergemeinschaft Abfall. (2003). LAGA M20. Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln.

Ländergemeinschaft Abfall. (2019). LAGA M34. Anforderungen an Erzeuger und Besitzer von gewerblichen Siedlungsabfällen, sowie bestimmten Bau- und Abbruchabfällen, an Betreiber von Vorbehandlungs- und Aufbereitungsanlagen

Internetquellen:

Bildung für nachhaltige Entwicklung. Wikipedia

https://de.wikipedia.org/wiki/Bildung_f%C3%BCr_nachhaltige_Entwicklung

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Flächenverbrauch für Rohstoffabbau.

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/flaechenverbrauch-fuer-rohstoffabbau> (Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa. Mitteilung der Kommission vom 2.7.2014, COM(2014) 398 final.

<https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp/2014-COM-circular-economy-de.pdf>

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Leitfäden Bauabfall.

<https://mlul.brandenburg.de/info/leitfaeden-bauabfall> (Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Stichwort: Umweltkommunikation.

<http://www.die-bonn.de/clear/afbstich.htm> (Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Umweltkommunikation: Stimmen für unsere Zukunft.

<https://www.wila-arbeitsmarkt.de/blog/2018/10/29/umweltkommunikation/>

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Wandel zur Informationsgesellschaft.

<https://www.moreee.de/wandel-zur-Informationsgesellschaft>

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Was ist Umweltkommunikation?.

<http://www.umweltkommunikation-danner.de/was-ist-umweltkommunikation.php>

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Was sind Recycling-Baustoffe?.

<https://www.abfallratgeber.bayern.de/gewerbe/recyclingbaustoffe/index.htm>

(Zuletzt auf-gerufen am: 28.6.2019)

Weiterführende Literatur:

Bundesministerium für Umwelt (BMU). Überblick zum Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt et.al. (Dezember 2018). Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt, Basisdokument.

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft. (13. Januar 2015). Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden.

Weiterführende Medien:

„Betonrecycling“ veröffentlicht durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU:

<https://www.youtube.com/watch?v=yPFHaf0D1kl> (Zuletzt aufgerufen am: 28.6.2019)

„Recyclingbeton | Ressourceneffizienz“ veröffentlicht durch VDI Zentrum Ressourceneffizienz:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vv8douoL87A> (Zuletzt aufgerufen am: 28.6.2019)

„Bauen mit RC-Beton“

<http://www.rc-beton.de/> (Zuletzt aufgerufen am: 28.6.2019)

„Einsatz von RC-Beton (Recyclingbeton) bei öffentlichen Hochbaumaßnahmen im Land Berlin“

<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/rc-beton/> (Zuletzt aufgerufen am: 28.6.2019)

11 Anhangverzeichnis

I. Aktivitäten im Rahmen des Projektes „Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin“	117
II. Vorschläge zu Themenfeldern in der Aus- und Weiterbildung	125
III. Fragebogen für erste Zielgruppe (Wirtschaft und Verwaltung)	128
IV. Fragebogen für zweite Zielgruppe (Berufsschulbildung, Studium)	129
V. Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Fragebögen	130
VI. Ermittlung und Abschätzung des Einsatzes von Primär- und Sekundärrohstoffen in Berlin	138
VII. Erfasste praxisrelevante Abfallfraktionen mit Abfallschlüsselnummern nach AVV im Monitoringbericht 2016	144

I. Aktivitäten im Rahmen des Projektes „Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin“

Tabelle I.11.1: Übersicht zu Vorträgen von Mettke

zu den Themenschwerpunkten „Abbruch- und Rückbauvorhaben und stofflichen Recycling“

Datum	Vortragsthemen	Veranstaltung / Ort
Referenzen zum Abbruch- und Rückbauvorhaben		
24.05.2019	Einsatz von Recycling-Beton	Recycling-BaustoffFachtagung Baustoffwerk Köthen GmbH / Köthen
16.05.2019	Sekundärrohstoffe als neuer Standard – Praxiserfahrungen aus dem Bausektor	Österreichische Abfallwirtschaftstagung Vom Wert- zum Werkstoff / <i>Eisenstadt</i>
08.04.2019	Aus steinalt mach' neu – Beton aus rezyklierten Gesteinskörnungen	Betonstammtisch Ostbrandenburg 2019 / <i>Rüdersdorf</i>
02.04.2019	Bauen mit RC-Beton	VIII. Baustoffseminar „Aktuelles aus der Welt der Gesteinskörnungen – Neue Erkenntnisse – neue Vorschriften – neue Prüfungen“ / <i>Weimar</i>
20.03.2019	Recycling von Abbruchabfällen. Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und Wiederverwendung von Bauteilen	Weiterbildungsstudiengang. Master of Business Engineering Baubetrieb Führung Prozesse Technik / <i>Wuppertal</i>
13.02.2019	Wissenschaftliche Leitung und Moderation	4. Fachtagung "Wirtschaftsfaktor Recycling" / <i>Potsdam</i>
29.01.2019	Wiederverwendung im Bausegment Beton	12. Sitzung Ressourceneffizienz - Bundesministerium des Innern für Bau und Heimat / <i>Berlin</i>
24.01.2019	Ressourcenschonung durch zirkuläres Wirtschaften	Fachgespräch zu Rückbau im Hochbau / <i>Berlin</i>

15.01.2019	Kreislaufwirtschaft im Bauwesen	Erfordernis und Herausforderung zirkulärer Wertschöpfung / <i>Chemnitz</i>
11.01.2019	RC-Beton - Verwertung im Hochbau	Fachgespräch / <i>Hamburg</i>
28.11.2018	RC-Baustoffe - Qualität und Ausschreibung - der brandenburgische Weg	19. Niedersächsische Bodenschutzreform / <i>Hannover</i>
19.11.2018	RC - als Suffizienz: Suffizienz in der geplanten Umwelt - Neue Strategien zwischen Nachhaltigkeit und Low-Tech	Fachgespräch mit Dozenten der Tampere University (of Technology (Finnland) / <i>Cottbus</i>
08.11.2018	Reihenhäuser aus rückgebauten Betonelementen in Hohenmölsen	18. Baufachtagung der Ecosoil Ost GmbH / <i>Zeulenroda</i>
07.11.2018	RC-WE-Modul: Entwicklung und Anwendung von komplett demontablen Wohneinheiten aus ressourcenschonendem Beton / TU Dresden & BTU Cottbus-Senftenberg	10. Projekttag BBSR / <i>Bonn</i>
16.06.2018	Rückbau von Kohlekraftwerken - Optionen zur Entsorgung von Bauabfällen	Strukturwandel in der Lausitz Bauwirtschaftliche Aspekte eine Veränderungsprozesses / <i>Cottbus</i>
13.06.2018	Rückbau von Kohlekraftwerken. Optionen zur Entsorgung von Bauabfällen	Strukturwandel in der Lausitz Bauwirtschaftliche Aspekte eines Veränderungsprozesses / <i>Cottbus</i>
15.05.2018	Aufbereitete Bau- und Abbruchabfälle als wertvolle Rohstoffe akzeptieren	Forum Veranstaltung "Aktuelle Herausforderungen der Ressourceneffizienz in der Baubranche, Mineralische Sekundärrohstoffen" / <i>Messe München</i>
07.03.2018	Recycling von Abbruchabfällen - Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und Wiederverwendung von Bauteilen	Weiterbildungsstudiengang Master of Business Engineering Baubetrieb / <i>Wuppertal</i>
05.03.2018	Brandenburger Leitfaden - Qualitätssicherung beim Einsatz von mineralischen RC-Baustoffen	3. Fachkonferenz zur Stärkung des Einsatzes von mineralischen Recyclingbaustoffen / <i>Potsdam</i>

14.02.2018	Vom Abfall zum Rohstoff - Erfordernis und Herausforderung zirkulärer Wertschöpfung	18. Aschermittwoch-Seminar / <i>Dresden</i>
06.03.2018	Nutzung Recyclingbeton	9. Netzwerktreffen "Energieeffizienz-Netzwerk für Kommunen" / <i>Würzburg</i>
06.02.2018	RC-Beton - wie geht´s? Eine Praxisanleitung für Recycler	5. Mineraliktag Baustoff Recycling Forum / <i>Berchtesgaden</i>
14.12.2017	Steigerung der Ressourceneffizienz des Recycling von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen	Vorstellung Entwurf Leitfaden Qualitätssicherung Plenumsveranstaltung MLUL / <i>Potsdam</i>
05.12.2017	Bauen im und mit dem Bestand – Strategien zum nachhaltigen Bauen. Ausgewählte Fallbeispiele zur Wiederverwendung und zum Recycling	Vortrag vor Delegation aus Charkow an der BTU Cottbus – Senftenberg / <i>Cottbus</i>
08.12.2017	FO-Projekt: Selektiver Rückbau - Bericht ausgewählter Abschlussergebnisse	BBSR - Runder Tisch Ressourceneffizienz im Bauwesen / <i>Berlin</i>
04.12.2017	Der selektive Rückbau	20. Netzwerkkonferenz Ressourceneffizienz im Bauwesen / <i>Berlin</i>
01.12.2017	Aus Abfall wird ein Rohstoff	Verband Lausitzer Bauunternehmer Jahresabschlussveranstaltung / <i>Finsterwalde</i>
08.11.2017	Recycling als Weg der Suffizienz	Vorstellung AG Bauliches Recycling i. R. Infotag für Schüler/Spätentschlossene an der BTU Cottbus – Senftenberg / <i>Cottbus</i>
11.10.2017	Einsatz von Recyclingbeton im Hochbau - Ausschreibung, Qualitäten und Qualitätssicherung	Akademie Dr. Obladen Fachkonferenz Gegenwart und Zukunft der Entsorgung mineralischer Abfälle / <i>Essen</i>
21.09.2017	Beispiel Berlin: R(C)-Beton in öffentlichen Gebäuden	Fachsymposium R-Beton - Werkstoff der nächsten Generation / <i>Kaiserslautern</i>
08.09.2017	Einsatz von Recycling-Beton - Umweltstation Würzburg - Generelles zum Baustoff Recycling-Beton	Workshop Umweltstation Würzburg / <i>Würzburg</i>

07.09.2017	Akzeptanzsteigerung von Recycling-Baustoffen	Jahresfachtagung VKU Landesgruppe Ost, Sparte Abfallwirtschaft und Stadtreinigung VKS / <i>Cottbus</i>
04.09.2017	Mineralische Recyclingbaustoffe - Beitrag zum Umweltschutz und nachhaltigen Bauen	Brandenburgischer Tag des nachhaltigen Planens und Bauens, Workshop 3 / <i>Potsdam</i>
03.07.2017	Durchführung Abbruch- / Rückbaumaßnahmen	Summerschool 2017 / <i>Krasnojarsk, Russland</i>
03.07.2017	Wiederverwendung von Bauteilen	Summerschool 2017 / <i>Krasnojarsk, Russland</i>
03.07.2017	Wiederverwertung von mineralischer Baustoffe	Summerschool 2017 / <i>Krasnojarsk, Russland</i>
28.06.2017	Schadstoffe in Gebäuden	Summerschool 2017 / <i>Krasnojarsk, Russland</i>
16.06.2017	Recycling als Weg der Suffizienz - Suffizienz in der geplanten Umwelt - Neue Strategien zwischen Nachhaltigkeit und Low-Tech	Vortrag vor chinesischer Delegation an der BTU Cottbus – Senftenberg / <i>Cottbus</i>
14.06.2017	Recycling als Weg der Suffizienz - Suffizienz in der geplanten Umwelt - Neue Strategien zwischen Nachhaltigkeit und Low-Tech	Rotary Club Cottbus / <i>Cottbus</i>
18.05.2017	Recycling als Weg der Suffizienz - Suffizienz in der geplanten Umwelt - Neue Strategien zwischen Nachhaltigkeit und Low-Tech	Bürgerverein Sielow / <i>Cottbus</i>
03.05.2017	Kreislaufwirtschaft im Bauwesen - Ressourcenschonender/Recycling-Beton (R(C)-Beton)	42. Kamingespräch des Kompetenzzentrums Umwelttechnik / <i>Stuttgart</i>
06.04.2017	Baustelle - Entsorgungslogistik	Abfallvermeidung und hochwertige Verwertung in der Baubranche / <i>Wien</i>

10. - 11.11.2016	Nachnutzungsmöglichkeiten für gebrauchte Betonelemente an Beispielen – Ressourceneffizienz als Beitrag zum Klimaschutz	16. Baufachtagung der ECOSOIL Ost GmbH / <i>Südharz OT Stadt Stollberg</i>
16.02.2016	Vorstellung des Brandenburger Leitfadens für den selektiven Rückbau, Präsentation 2.	Berlin-Brandenburger Recyclingtag / <i>Cottbus</i>
29.03.2017	Einsatz von RC-Beton im Hochbau	1. Norddeutsches Fachsymposium Recycling-Baustoffe / <i>Kiel</i>
23.03.2017	Vorstellung ausgewählter Fallbeispiele zum Einsatz von mineralischen Recycling-Baustoffen	Plenum "Akzeptanzsteigerung beim Einsatz von mineralischen Recycling-Baustoffen im Hoch- und Tiefbau" / <i>Nürnberg</i>
21.03.2017	Einsatz von Recyclingbeton	Fachkonferenz "Stärkung des Einsatzes von mineralischen Recyclingbaustoffen" Akademie Dr. Obladen / <i>Potsdam</i>
21.03.2017	Ziegel aus aufbereiteten Ziegelbruch	Fachkonferenz "Stärkung des Einsatzes von mineralischen Recyclingbaustoffen" Akademie Dr. Obladen / <i>Potsdam</i>
15.03.2017	Mineralische Reststoffe - Recyclingbaustoff, Verfüllmasse oder Deponiegut?	18. Bayerische Abfall- und Deponietage / <i>Augsburg</i>
21.02.2017	Pilotprojekte i.R. des bayerischen Forschungsvorhabens "Akzeptanzsteigerung von Recyclingbaustoffen" i.A. des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz	4. BVSE Mineraliktag Baustoff Recycling Forum / <i>Würzburg</i>
17.02.2017	Hochwertiges Recycling von Bauschutt - Chance für unsere Landschaft und unser Klima	NABU Naturschutzbund Bayern e.V. Kreisgruppe Weißenburg-Gunzenhausen / <i>Weißenburg</i>
03.02.2017	Recycling als Weg der Suffizienz	Suffizienz in der geplanten Umwelt - Neue Strategien zwischen Nachhaltigkeit und Low-Tech / <i>Siegen</i>

07.12.2016	Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation – Nutzung von mineralischen Sekundärstoffen am Beispiel des Landes Berlin	IHK / <i>Potsdam</i>
06.12.2016	Einsatz von RC-Beton	Vortrag im Rahmen des Workshops RC-Beton / <i>Berlin</i>
23.09.2016	Recycling-Beton (RC-Beton) – Überblick	Impulsreferat / <i>Würzburg</i>
18.07.2016 / Würzburg 19.07.2016 / München 21.07.2016 / Regensburg	Akzeptanzsteigerung beim Einsatz von mineralischen Recycling-Baustoffen im Hoch- und Tiefbau	Vortrag zum Expertengespräch i.A. des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
16.03.2016	Mineralische Reststoffe - Recyclingbaustoff, Verfüllmasse oder Deponiegut?	17. bayerische Abfall- und Deponietage / <i>Augsburg</i>
16.02.2016	Einsatz von RC-Beton im Hochbau	Präsentation beim 2. Berlin-Brandenburger Recyclingtag / <i>Cottbus</i>
03.02.2016		Baustoff Recyclingforum / <i>München</i>
18.11.2015	Ressourceneffizienz - ein Thema in der Praxis von Gesteinsunternehmen, RC-Betoneinsatz - Ausschreibung, Qualitäten, Qualitätssicherung	Forum MIRO 2015 Workshop 1c / <i>Berlin</i>
12.11.2015	Maximal Recycling - Leuchtturmprojekte oder die Praxis der Zukunft?	15. Baufachtagung der ECOSOIL Ost GmbH

Tabelle I.11.2: Liste der themenbezogenen Veröffentlichungen zum stofflichen Recycling

Jahr	Veröffentlichungstitel	Quelle
2015	Instrumente zur Wiederverwendung von Bauteilen und hochwertigen Verwertung von Baustoffen	Hrsg.: Umweltbundesamt, ISSN 1862-4804
2015	Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen, Beitrag	Handbuch Abbrucharbeiten – Grundlagen, Vorbereitung, Durchführung, 3. Auflage, Hrsg.: Deutscher Abbruchverband, 2015, Köln

Tabelle I.11.3: Liste der ausgewählten und themenbezogenen Forschungsprojekte

Jahr	Projekttitle / Projektpartner	Auftraggeber
2018 - 2019	Effizienzsteigerung des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen – Leitfäden "Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RC-Baustoffen im Vergleich zur Verwendung von Naturmaterial"	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL)
2017 - 2018	Effizienzsteigerung des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen – Leitfäden „Qualitätssicherung für RC-Baustoffe“	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL)
04.2017 – 01.2018	Baubegleituntersuchungen zum Einsatz von Recycling-Beton (RC-Beton), Umweltstationen Würzburg	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
12.2016 – 12.2018	Entwicklung und Anwendung von komplett demontablen Wohneinheiten aus ressourcenschonendem Beton	Bundesministerium für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
2015 – 2016	Effizienzsteigerung des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen – Leitfäden „Ausschreibungen“	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL)
12.2015 – 07.2017	Zukunft Bau – Der selektive Rückbau . Voraussetzung für eine Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft	Bundesministerium für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
11.2015 – 10.2017	Ressourceneffizienz und Umweltkommunikation: Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen am Beispiel des Landes Berlin	Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

II. Vorschläge zu Themenfeldern in der Aus- und Weiterbildung

Tabelle II.1: Themenblöcke der Weiterbildung für Zielgruppen I (Bauwirtschaft und –verwaltung) und II (Bildungsbereich)

Themenblöcke mit Unterthemen	Zielgruppe I (Bauwirtschaft)						Zielgruppe II (Bildungsbereich)				
	öffentliche Bauherren	Behördenvertreter	Planer Architekten	Abbruch- und Rückbauunternehmer	Recycling- unternehmer	Betonhersteller	Bauunternehmer	Berufsschullehrer	Dozenten	Auszubildende	Studenten
Nachhaltige Entwicklung								x	x	x	x
Begriffsgeschichte								x	x	x	x
Nachhaltige Entwicklung und Gerechtigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Deutsche Diskussion. Erste Umsetzung. Politik								x	x	x	x
Internationale Entwicklung. Verfassungsrecht. Wirtschaft. Wissenschaft								x	x	x	x
Nachhaltiges Bauen			x					x	x	x	x
Einführung - Warum ist nachhaltiges Bauen wichtig?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ökologische Qualität. Ziele, Kriterien, Maßnahmen			x					x	x	x	x
Ökonomische Qualität			x					x	x	x	x
Anforderungen an nachhaltiges Bauen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bauen im Kontext der nachhaltigen Entwicklung			x					x	x	x	x
Lebenszyklus einer Immobilie → Baustoffkreislauf schließen → Kreislaufwirtschaft			x					x	x	x	x
Volkswirtschaftliche Gründe für den Einsatz von RC-Baustoffen			x					x	x	x	x




Rechtliche Grundlagen und Status Quo der Bauabfallverwertung				X	X			X	X	X	X
Rechtliche und politische Instrumente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Übersicht mineralischer und natürlicher Baustoffe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Herkunft, Menge und Verbleib			X	X	X	X		X	X	X	X
Vorgehensweise vom „Abfall“ zum Recycling-Produkt				X	X			X	X	X	X
Abbruch und Rückbau von Gebäuden				X				X	X	X	X
Rückbaukonzept und Rückbauplanung	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Vorgehen bei Verdacht auf Schadstoffe		X	X	X	X			X	X	X	X
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz		X	X	X				X	X	X	X
Selektierung der Abfallarten mit Blick auf Entsorgungskonzepte			X	X				X	X	X	X
Qualitätssicherung und Güteüberwachung	X	X	X	X			X	X	X	X	X
Entsorgungskonzept	X		X	X			X	X	X	X	X
Aufbereitungsverfahren und -anlagen				X	X			X	X	X	X
Anforderungen an den Input	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Standortauswahl, -anforderungen und Genehmigungsverfahren				X	X			X	X	X	X
Stand der Technik (Grundoperationen der Aufbereitung, Anlagenarten)				X	X			X	X	X	X
Aufbau und Ablaufprozesse der RC-Anlagen				X	X			X	X	X	X
Qualitätssicherung in mobilen und stationären Anlagen				X	X			X	X	X	X
Anforderungen an den Output	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Anforderungen und Einsatzgebiete von recycelten Baustoffen								X	X	X	X
Übersicht Einsatzmöglichkeiten	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Technische Regelwerke an die bautechnischen und umwelttechnischen Eigenschaften			X		X			X	X	X	X
Anforderungen an den ungebundenen Einsatz		X	X		X			X	X	X	X
Anforderungen an den gebundenen Einsatz		X	X		X			X	X	X	X

Einsatzgrenzen		x	x		x			x	x	x	x
Fallbeispiele	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ökologische Bewertung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ausschreibung von RC-Baustoffen	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Vergabeverordnung	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Ausschreibung im Tiefbau	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Ausschreibung im Hochbau	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Rechtliche Rahmenbedingungen für mehr Recycling schaffen	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Einführung Bonussystem		x			x			x	x	x	x
Qualitätssicherung für die Herstellung von RC-Baustoffen		x			x			x	x	x	x
Spezialgebiet: Bodenaushub		x	x		x			x	x	x	x
Rechtliche Grundlagen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Einbauklassen		x	x		x	x		x	x	x	x
Anforderungen an den Bodenaushub		x	x	x	x			x	x	x	x
Möglichkeiten des Einbaus	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Spezialgebiet: Straßenaufbruch								x	x	x	x
Regelwerke, Verordnungen und Länderregelungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gewinnung von Ausbauasphalt					x			x	x	x	x
Stand der Technik (Grundoperationen der Aufbereitung, Anlagenarten)					x			x	x	x	x
Aufbau und Ablaufprozesse der RC-Anlagen					x			x	x	x	x
Qualitätssicherung		x	x	x	x	x		x	x	x	x
Möglichkeiten des Einbaus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

x - Pflichtveranstaltung, „leeres Feld“ - Wahlveranstaltung

III. Fragebogen für erste Zielgruppe (Wirtschaft und Verwaltung)

Anlage 2: Fragebogen Baubetrieb

	 Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg	Fakultät 2 Umwelt und Naturwissenschaften Arbeitsgebiet Bauliches Recycling apl. Prof. Dr. Angelika Mettke
Fragebogen Baubetrieb Tätigkeitsbereich:.....		
Thema: Erstellung eines Konzeptes zur besseren Umweltkommunikation		
Frage 1:	Wird in Ihrem Unternehmen das Thema "Baustoffrecycling" in Ihr Arbeitsgebiet eingebunden? Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Schwerpunkt: Recycling</div> 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Schwerpunkt: Firmeninterne Weiterbildung</div> 
Frage 2:	Werden RC- Produkte praktisch geplant & verbaut? <i>Zutreffendes bitte ankreuzen!</i> <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Bei "Ja" kurze Erläuterung! <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>	Frage 6: Werden in Ihrem Unternehmen Fortbildungsmaßnahmen angeboten? <i>Zutreffendes bitte ankreuzen!</i> <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Welche Schwerpunkte werden betrachtet? bitte kurze Erläuterung! <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>
Frage 3:	Sind Ihnen die Vor- und Nachteile von Recyclingprodukten im Bauwesen bekannt? <i>Zutreffendes bitte ankreuzen!</i> <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Zum Teil im Arbeitsgebiet... Bei "Ja" & "Zum Teil" bitte kurze Erläuterung! <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>	Auf welche Weise findet die Fortbildung statt? bitte kurze Erläuterung! <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>
Frage 4:	Falls die Vorteile von RC- Produkten gegenüber klassischen Bauplanungen überwiegen würden; Würden Sie eine organisatorische Umstellung befürworten? <i>bspw.: Umweltschonend, Kosteneinsparungen etc.</i> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Frage 7: Gibt es Interesse an Themen des stofflichen Recycling und würden Sie Fortbildungsmaßnahmen des Baustoffrecyclings befürworten? <i>Zutreffendes bitte ankreuzen!</i> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Frage 5:	Wie hoch bewerten Sie folgende Einflussfaktoren bei der Nutzung neuer Produkte/ Arbeitstechniken ? <i>Auf einer Skala von 1 - 10 bitte ankreuzen!</i> Kosten der Umstellung 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10 Qualität der Produkte: 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10 Zeitliche Vorteile: 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10	Wenn "Ja" , auf welche Weise? (Wenn "Nein" bitte freilassen) <i>Zutreffendes bitte ankreuzen!</i> <input type="checkbox"/> Abendseminar <input type="checkbox"/> Wochenendseminar <input type="checkbox"/> Online- Seminar <input type="checkbox"/> per Email
	Frage 8: Wird in Ihrem Unternehmen neues Wissen in die Praxis mit einbezogen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	

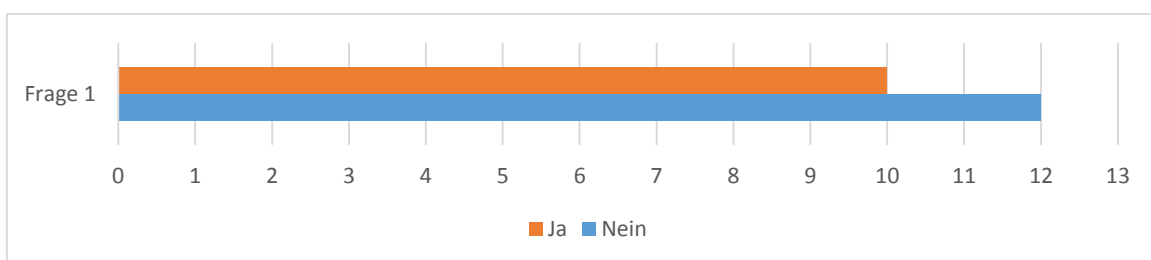
V. Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Fragebögen

➤ Erste Zielgruppe (Wirtschaft und Verwaltung):

Von den kontaktierten 23 Personen antworteten alle 23. Hierbei wurde der ausgerückte und bearbeitete Fragebogen entweder eingescannt und per Mail zurückgesendet oder als Original persönlich übergeben. Zu beachten ist, dass in einigen Fragebögen ebenfalls einzelne Fragen ausgelassen wurden.

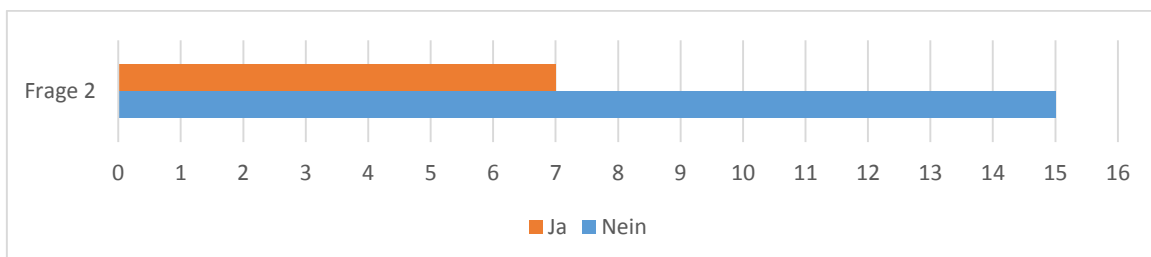
Frage 1: Wird in ihrem Unternehmen das Thema „Baustoffrecycling“ in Ihr Arbeitsgebiet eingebunden?

Total: 22 Antworten



Frage 2: Werden RC-Produkte praktisch geplant und verbaut?

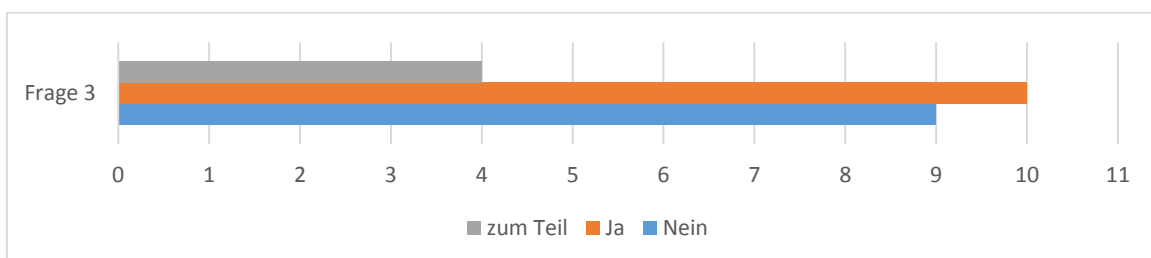
Total: 22 Antworten



Als Erläuterung haben fünf der sieben Personen explizit angegeben, dass Beton wiederverwertet wurde.

Frage 3: Sind Ihnen die Vor- und Nachteile von Recyclingprodukten im Bauwesen bekannt?

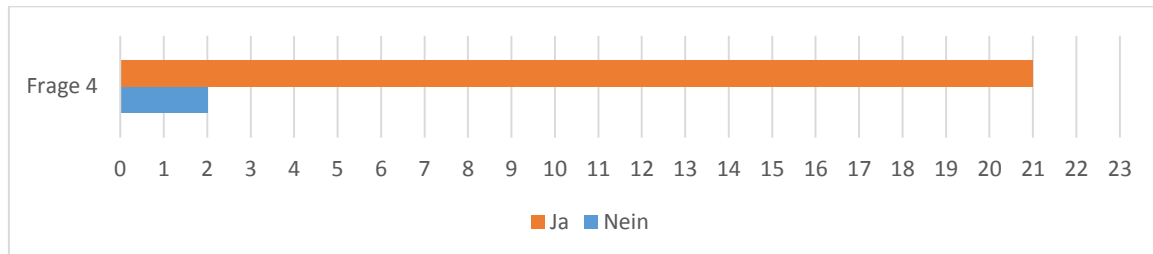
Total: 23 Antworten



Von den 14 Personen, die mit „ja“ oder „zum Teil“ geantwortet haben, haben fünf als Erläuterung den Umwelt- bzw. den Ressourcenschutz angegeben.

Frage 4: Falls die Vorteile von RC – Produkten gegenüber klassischen Bauplanungen überwiegen würden; würden Sie eine organisatorische Umstellung befürworten?

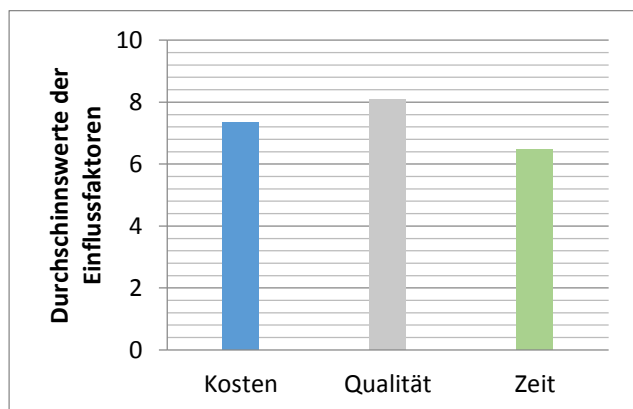
Total: 23 Antworten



Frage 5: Wie hoch bewerten Sie folgende Einflussfaktoren bei der Nutzung neuer Produkte/Arbeitstechniken? (Hierbei wurden die Faktoren „Kosten“, „Qualität“ und „Zeitliche Vorteile“ auf einer Skala von 1 bis 10 bewertet)

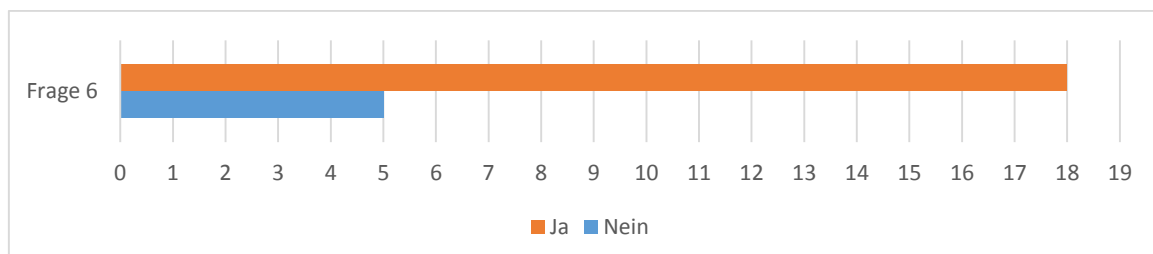
Diese Frage wurde von allen 23 Teilnehmenden der Umfrage beantwortet. Aus den vergebenen Gewichtungen wurden mit folgendem Ergebnis Mittelwerte gebildet.

Der Einflussfaktor „Kosten“ wurde mit 7,3, der Einflussfaktor „Qualität“ mit 8,1 und der Einflussfaktor „Zeitliche Vorteile“ mit 6,5 bewertet.



Frage 6: Werden in Ihren Unternehmen Fortbildungsmaßnahmen angeboten?

Total: 23 Antworten

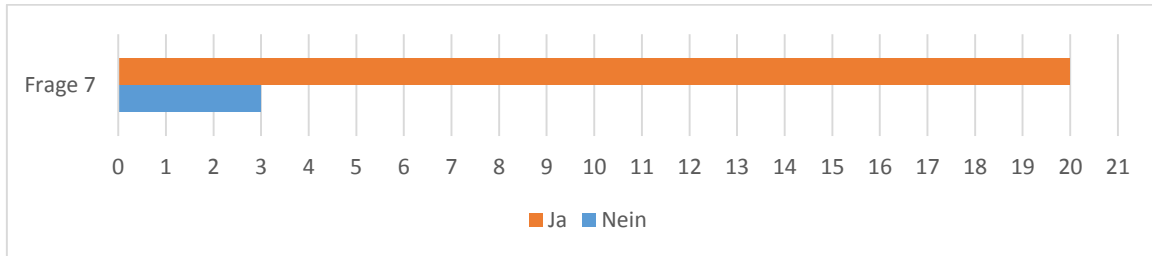


Überwiegend wurde angegeben, dass die Fortbildungen sich mit Verordnungen, Richtlinien, Neuerungen, Management und Arbeitsschutz beschäftigten. Nur eine Person gab an, dass Umweltschutz Gegenstand einer Fortbildung war.

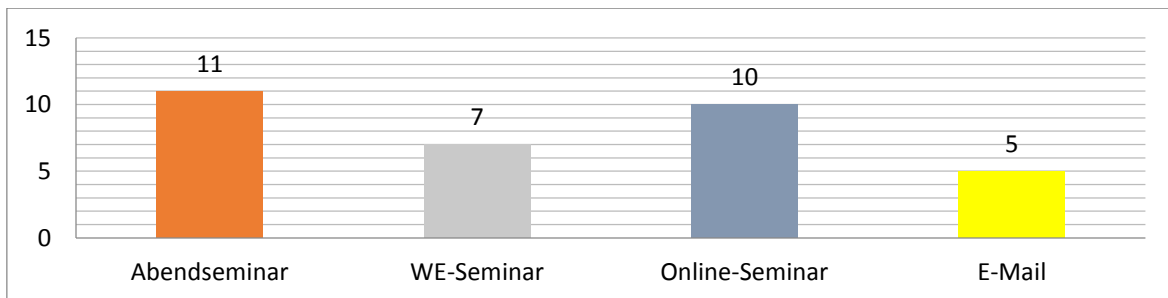
Als Arten der Fortbildung wurden größtenteils (fünf Stimmen) Seminare angegeben.

Frage 7: Gibt es Interesse an Themen des stofflichen Recyclings und würden Sie Fortbildungsmaßnahmen des Baustoffrecyclings befürworten?

Total: 23 Antworten

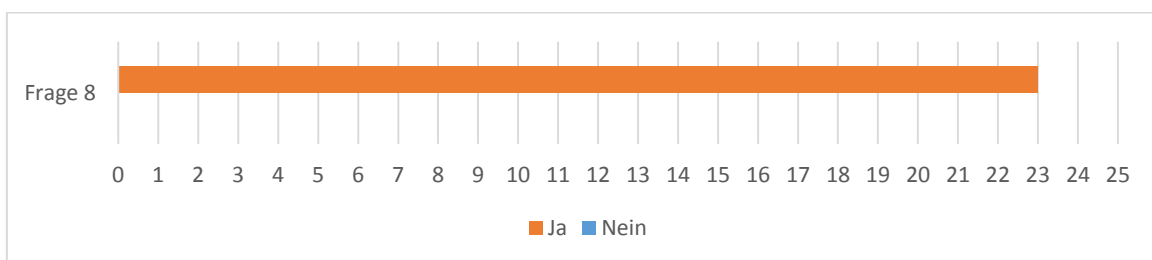


Im Rahmen der Erläuterung haben die Personen angegeben auf welche Weise sie eine Fortbildung bevorzugen würden. Die folgende Grafik zeigt die Ergebnisse in absoluten Zahlen an.



Frage 8: Wird in Ihrem Unternehmen neues Wissen in die Praxis mit einbezogen?

Total: 23 Antworten



Zweite Zielgruppe (Berufsschulbildung, Studium)

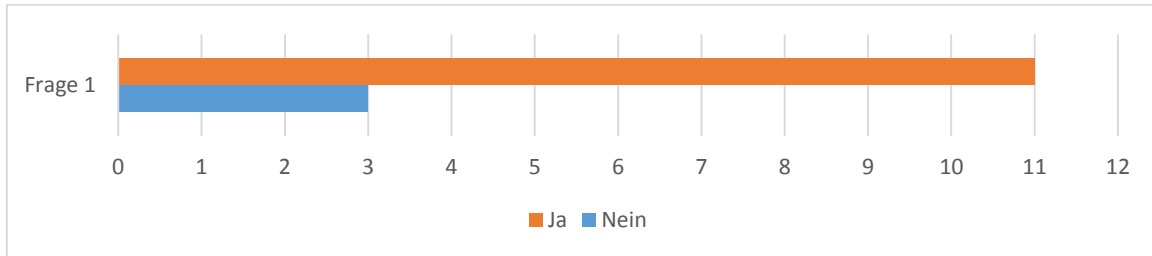
Von den kontaktierten 44 Personen (aus 8 Einrichtungen) antworteten insgesamt 14. Dabei nutzten ausnahmslos alle die Möglichkeit der Online-Umfrage. Es ist darauf hinzuweisen, dass in einigen Fällen einzelne Fragen nicht beantwortet wurden.

Im Anschluss an die Leitfrage gliederte sich der Fragebogen in zwei Teile. Teil A bestand aus den Fragen 2 – 7 und wurde von Personen ausgefüllt, welche die Leitfrage (Frage 1) mit „ja“

beantwortet haben. Teil B bestand aus den Fragen 8- 12 und wurde von Personen bearbeitet, welche die Leitfrage mit „nein“ beantwortet haben.

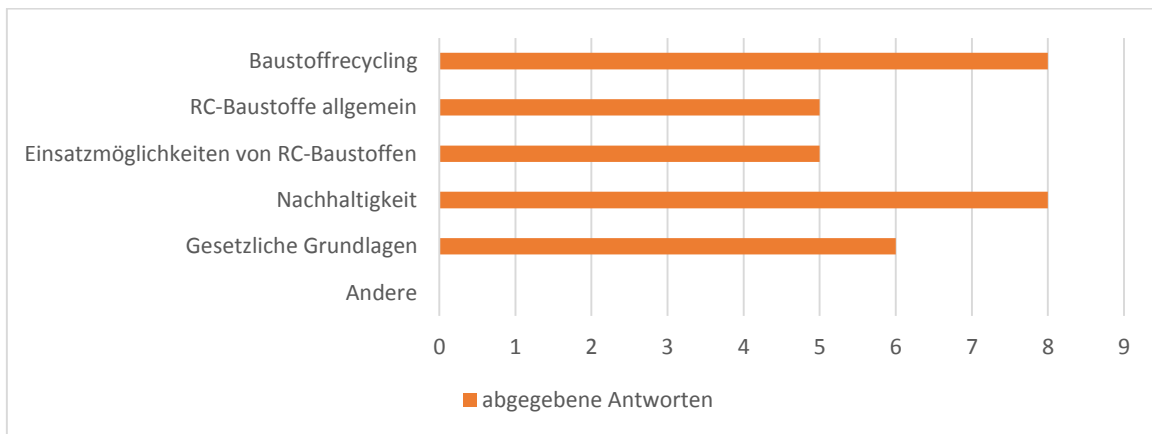
Frage 1: Ist das Thema "Baustoffrecycling" Bestandteil Ihres Lehrplans?

Total: 14 Antworten



Frage 2 (Teil A): Welche Themen werden bereits behandelt? (Mehrfachantworten möglich)

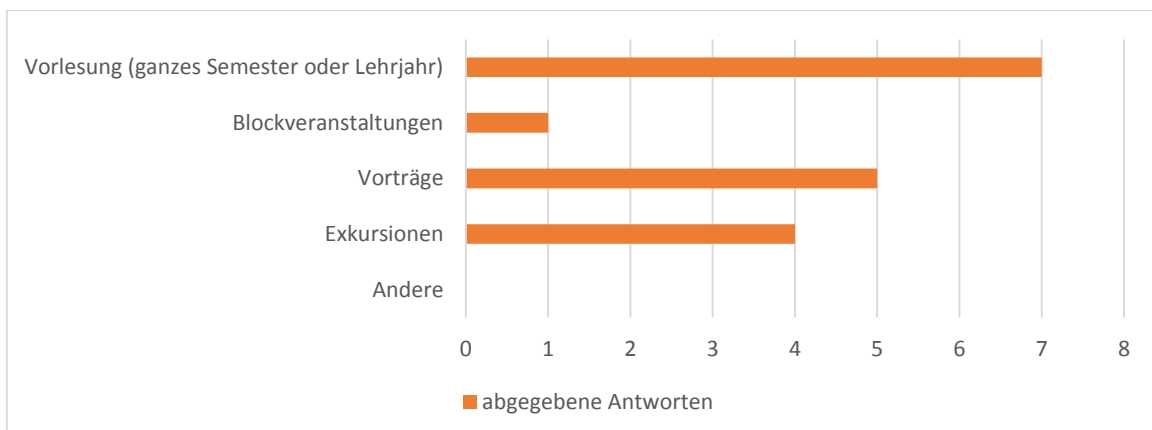
Hierbei antworteten neun der 11 relevanten Personen mit folgendem Ergebnis in absoluten Zahlen:



Frage 3 (Teil A): In welcher Weise wird Wissen zu dieser Thematik vermittelt?

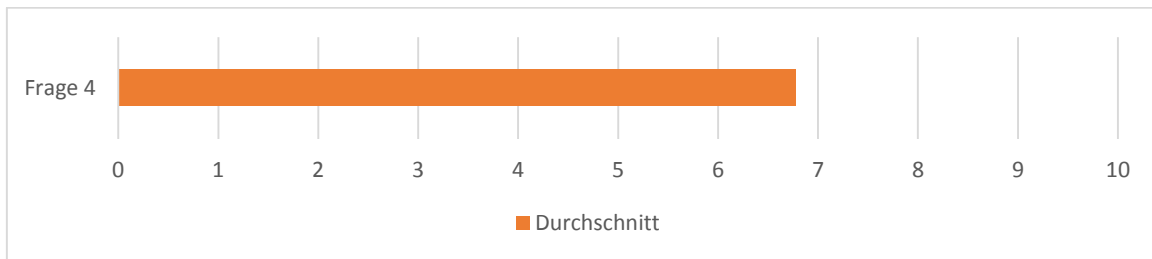
(Mehrfachantworten möglich)

Hierzu äußerten sich ebenfalls neun der 11 relevanten Personen mit folgendem Ergebnis in absoluten Zahlen:



Frage 4 (Teil A): Wie hoch ist das Interesse der Auszubildenden/ Studierenden an diesen Themen, insbesondere am stofflichen Recycling? (Gewichtung von 1 bis 10)

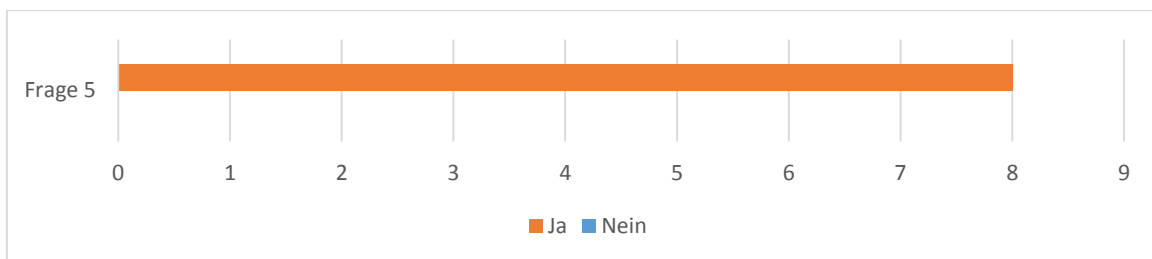
Total: 9 Antworten



Neun aus 11 Personen beantworteten diese Frage. Aus Ihren individuellen Antworten ist ein arithmetisches Mittel von 6,78 ermittelt worden.

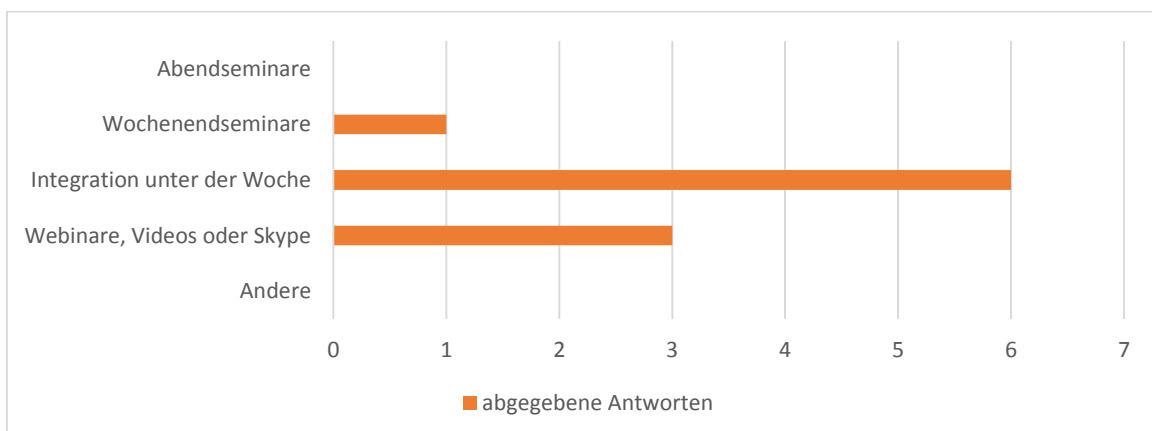
Frage 5 (Teil A): Wären Sie für den weiteren Informationsaustausch zur Fortbildung Ihrer Auszubildenden/ Studierenden bereit?

Total: 8 Antworten



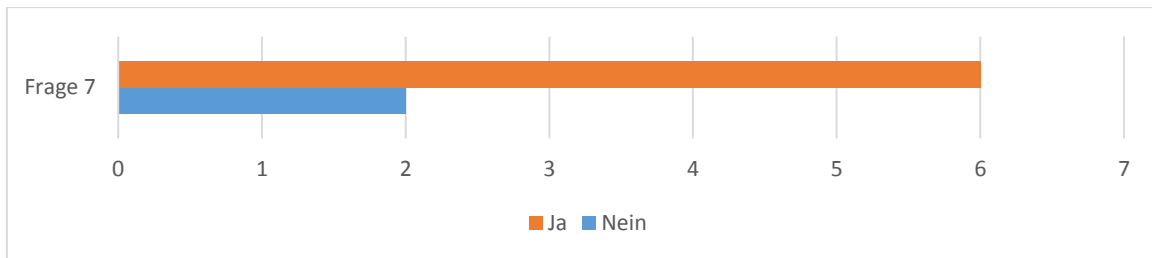
Frage 6 (Teil A): Auf welche Weise bevorzugen Sie den Informationsaustausch? (Mehrfachantworten möglich)

Zu dieser Frage äußerten sich acht der 11 Personen mit folgendem Ergebnis in absoluten Zahlen:



Frage 7 (Teil A): Würden Sie Recycling- Themenschwerpunkte in Prüfungen mit aufnehmen?

Total: 8 Antworten



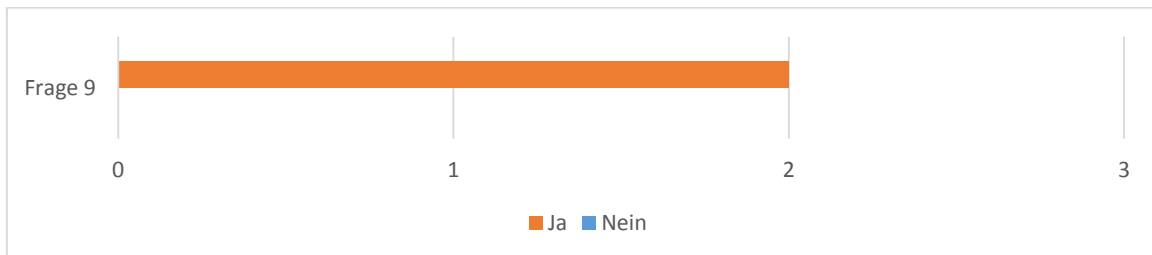
Frage 8 (Teil B): Warum wird dieses Themengebiet bei Ihnen nicht gelehrt?

Total: 3 Antworten

- kein Platz im Lehrplan: 1 Stimme
- keine Notwendigkeit: 2 Stimmen

Frage 9 (Teil B): Sollen in Zukunft solche ökologischen Themen, wie im Speziellen "Baustoffrecycling" in Ihren Lehrplan aufgenommen werden?

Total: 2 Antworten

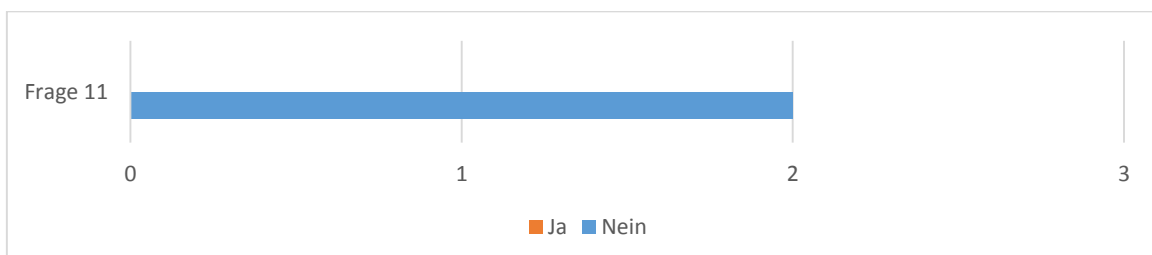


Frage 10 (Teil B): [Hierbei wurden die Personen, die die vorangehende Frage beantwortet haben um eine Erläuterung gebeten]:

Hierzu äußerte sich eine Person mit der Aussage, dass „Baurecycling nicht Bestandteil ihres Lehrplans sei“.

Frage 11 (Teil B): Gibt es Interesse bzw. Fragen der Ausbilder oder Auszubildenden/ Studierenden an diesen Themen, insbesondere am stofflichen Recycling?

Total: 2 Antworten



Frage 12 (Teil B): Was müsste passieren, um dieses Thema in den Lehrplan aufzunehmen?

Zu dieser Frage konnten keine Informationen zusammengetragen werden, da sie von keiner Person beantwortet wurde.

Kontaktierte Hochschulen/Bildungseinrichtungen im Zuge der Umfrage

Hochschule/Universität	Fachbereich	Professur
Beuth Hochschule für Technik Berlin	Fachbereich III Bauingenieur- und Geoinformationswissenschaften	Baubetrieb
		Baustofftechnologie / Betontechnologie
		Massivbau und Baustatik
		Stahlbau, Technische Mechanik, Baustatik
		Massivbau
		Gastprofessur
		Baukonstruktion, Technisches Darstellen, Bauphysik und Massivbau
		Konstruktiver Wasserbau, Statik und Massivbau von Wasser- und Verkehrsbauwerken
		Baukonstruktion / Technisches Darstellen, Bauphysik und Massivbau
		Geotechnik / Bodenmechanik
		Holzbau, Baukonstruktion
		Massivbau / Statik
		Verkehrswesen
		Geotechnik / Bodenmechanik
		Konstruktiver Ingenieurbau
		Straßentechnik, Baustoffkunde
		Massivbau / Statik
		Massivbau / Baustoffkunde / Statik
		Siedlungswasserwirtschaft / Städtischer Tiefbau
	Fachbereich IV Architektur und Gebäudetechnik	Nachhaltiges Bauen
Energie- und Umwelttechnik		
Baubetrieb / Baukonstruktion		
Energieeffizientes Bauen		
Heizungs-, Energie- u. Umwelttechnik		
HWR Berlin	Fachbereich II	Bauwesen
		Bauwesen
		Baubetrieb und Bauwirtschaft
FHTW Berlin	Fachbereich 2, Ingenieurwissenschaften	Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Praktikumsbeauftragter
		Hydraulik, Siedlungswasserwirtschaft, Wasserbau
		Brückenbau, Verbundbau, Stahlbetonbau
		Verkehrswesen (Straßenplanung, Straßenentwurf, Straßenbau)
		Baubetriebswirtschaftslehre, Bau-Projektmanagement, Building Information Modeling (BIM)
Bauverfahrenstechnik, Baubetriebslehre		

		Baustoffkunde, Bauwerksdiagnose und zerstörungsfreie Prüfung
TU Berlin	Fakultät VI, Planen und Bauen	Baustoffe und Bauchemie
		Bauwirtschaft und Baubetrieb
		Entwerfen und Konstruieren - Massivbau
Knobelsdorff-Schule, OSZ Bautechnik I		
Martin Wagner- Schule, OSZ Bautechnik II		
Berufsförderungswerk der Fachgemeinschaft Bau gGmbH		
Hans-Böckler-Schule, Oberstufenzentrum Konstruktionsbautechni k		Schulleiter; stellv. Schulleiter
		Abteilungsleiter der Berufsausbildung

VI. Ermittlung und Abschätzung des Einsatzes von Primär- und Sekundärrohstoffen in Berlin

Die eingesetzten Mengen an mineralischen Baustoffen für Berlin werden im Gegensatz zu den Abfallmengen an Bau- und Abbruchabfällen (vgl. SKU-Bericht) nicht statistisch erfasst. Für die Ermittlung der Gesamtmenge der Primär- und Sekundärrohstoffe, welche in Berliner Bauvorhaben eingesetzt werden, sind nachfolgend die mengenmäßig größten Rohstoffbereiche aufgeführt. Es wird darauf hingewiesen, dass die folgenden Berechnungen auf Schätzungen und Annahmen aus Umfragen basieren und keine Gewährleistung auf Vollständigkeit geben; also nur als Orientierung dienen können.

• Transportbeton

Nach der Gebietsaufnahmestatistik¹⁰⁹ aus dem Jahr 2016 sowie 2017 vom VDZ zum Zementversand in Deutschland, ergeben sich folgende Werte für Berlin und Brandenburg:

Berlin: 2016 → 618.854 t 2017 → 716.685 t (Anstieg um 15,8 % gegenüber 2016),

Brandenburg: 2016 → 775.753 t 2017 → 936.683 t (Anstieg um 20,7 % gegenüber 2016).

Das Verhältnis zwischen den Versandanteilen Berlins und Brandenburgs liegt im Mittel bei ungefähr 44 % für Berlin und 56 % für Brandenburg. Aus einer Abfrage¹¹⁰ konnte für das Jahr 2016 eine Angabe von 3,23 Mio. m³ produzierten Transport- und Baustellenbeton angenommen werden. Bei einem Gesamtanstieg der Zementmengen in Berlin und Brandenburg von 18,6 % zum Jahr 2017, entspricht dies einer produzierten Menge von 3,83 Mio. m³. Dem entsprechend wurden im Jahr 2017 in Berlin etwa 1.679.568 m³ (44 %) Transportbeton verbaut. Unter Zugrundelegung einer Standard-Betonrezeptur, kann die dafür benötigte Menge an Kiesen und Sanden überschlägig ermittelt werden.

Nimmt man an, dass jährlich etwa 1,68 Mio. m³ Transportbeton in Berlin verbaut werden und für die Herstellung von 1 m³ Normalbeton ca. 600 kg Sand (0 - 2 mm) und durchschnittlich 1100 kg Kies (2 - 32 mm) benötigt werden, ergeben sich für Berlin die folgenden Inputmengen:

➤ 1,68 Mio. m³ Beton pro Jahr * 0,6 t/m³ Sand = **1 Mio. t Sand pro Jahr**

➤ 1,68 Mio. m³ Beton pro Jahr * 1,1 t/m³ Kies = **1,85 Mio. t Kies pro Jahr.**

¹⁰⁹ Vdz (Hrsg.): Zahlen und Daten – Zementindustrie in Deutschland 2018

¹¹⁰ laut Angaben von Herrn Thomas Hoffmann vom „Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e. V.“

- **Asphalt**

Im Zeitraum 2010 bis 2016 wurden deutschlandweit durchschnittlich 42,3 Mio. t/a Asphaltmischgut¹¹¹ produziert bzw. verbaut. Das Aufkommen an Ausbauasphalt betrug in den Jahren 2010 bis 2016 im Durchschnitt ca. 12,1 Mio. t, wovon 10,4 Mio. t¹¹² für die Mischgutproduktion wiederverwendet wurden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Wiederverwendungsrate (WDV-Rate) von 86 %. Der Anteil des wiederverwendeten Ausbauasphalts an der Mischgutproduktion liegt dementsprechend bei 24,6 % (10,4 Mio. t / 42,3 Mio. t).

Im gleichen Zeitraum (2010 – 2016) fielen in Berlin laut SKU-Bericht¹¹³ jährlich ca. 172.400 t Ausbauasphalt an. Dies entspricht einem prozentualen Anteil des in Deutschland wiederverwendeten Ausbauasphalts von 1,42 % (172.400 t / 12,1 * 10⁶ t).

Im Jahr 2016 allein fielen 155.367 t Asphaltabfall in Berlin an. 90.599 t sind als Lagerbestände aufgenommen worden, welche in diesem Betrachtungsjahr nicht weiter behandelt wurden. Die verbleibende Menge beläuft sich also auf 64.768 t Ausbauasphalt. Von dieser Menge wurden 53.499 t Asphalt stofflich verwertet (WDV-Rate: 82,6 %), 7.145 t beseitigt (11,0 %), sowie 4.124 t sonstig verwertet (6,4 %).

Um die Einbaumenge von Asphaltmischgut in Berlin abschätzen zu können, wird angenommen, dass der Anteil des wiederverwendeten Ausbauasphalts an der Mischgutproduktion von 24,6 % auch auf die Berliner Asphaltindustrie zutrifft. **In Berlin werden daher jährlich 217.475 t Asphaltmischgut verbaut.** Benötigt, in Form von Primärrohstoffen, wird der Anteil von 75,4 % (100 % - 24,6 %) angesetzt, was einer Menge von 163.976 t entspricht.

In der Regel besteht Asphaltmischgut aus 5 % Bitumen und 95 % Gesteinskörnung. Für Berlin bedeutet dies, dass für die Herstellung der 163.976 t Asphaltmischgut 8.199 t Bitumen und 155.777 t natürliche Gesteinskörnung eingesetzt werden.

- Input/Einbau insgesamt: **217.475 t Asphalt**, davon
 - **155.777 t natürliche Gesteinskörnung**
 - **53.499 t aufbereiteter Asphalt** (aus der stofflichen Verwertung)
 - **8.199 t Bitumen**

¹¹¹ Asphaltproduktion in Deutschland, Hrsg.: dav (Deutscher Asphaltverband), Stand Oktober 2018

¹¹² Asphaltproduktion in Deutschland, Hrsg.: dav (Deutscher Asphaltverband), Stand Oktober 2018

¹¹³ Ifeu (Hrsg.): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin, Heidelberg, 2017, S.33

- **Primär- und Sekundärrohstoffe für den ungebundenen Einsatz im Straßenbau**

Verteilerschlüssel nach Länge des Straßen- und Wegenetzes für die Verwendung von Primär- und Sekundärbaustoffen für den ungebundenen Einsatz im Straßen- und Wegebau

Die Firma Graf Baustoffe GmbH hat an ihren Standorten Berlin-Spandau, Berlin-Grünau und Rüdersdorf im Zeitraum vom 01.01.2017 bis 31.10.2017 insgesamt 309.000 t Primärrohstoffe für den ungebundenen Einsatz im Straßen- und Wegebau vermarktet, sowie 550.000 t Recycling-Baustoffe (mineralische Sekundärrohstoffe) produziert. Hochgerechnet auf ein Jahr ($309.000 \text{ t} / 10 \text{ Monate} * 12 \text{ Monate}$) ergibt sich eine Menge von 371.000 t Primärrohstoffe und 666.000 t ($550.000 \text{ t} / 10 \text{ Monate} * 12 \text{ Monate}$) Recycling-Baustoffe. Unter der Annahme, dass die Firma Graf Baustoffe GmbH einen Marktanteil von 20 – 25 % besitzt, werden in Berlin und Brandenburg jährlich etwa 1,5 – 1,9 Mio. t Primärrohstoffe und 2,66 – 2,78 Mio. t mineralische Sekundärrohstoffe im Straßen- und Wegebau eingesetzt.

Um eine annähernde Verteilung der oben genannten Primärrohstoffe, sowie Recycling-Baustoffe auf den Straßen- und Wegebau in Berlin und Brandenburg abzuschätzen, ist es notwendig, die grundlegende Gegenüberstellung des jeweiligen Straßen- und Wegenetzes zu betrachten. Für beide Bundesländer gibt es seit 2005 bis 2018 keinen signifikanten Anstieg oder Rückgang bzgl. der Gesamtlängen der Straßen des überörtlichen Verkehrs zu verzeichnen¹¹⁴. Die Straßenlängen in Tabelle VI.1 sind nach dem jeweiligen Straßentyp geordnet und weisen im Vergleich der beiden Bundesländer Berlin und Brandenburg erhebliche Unterschiede auf (Bspw. Bundesautobahn in Berlin: 137 km und in Brandenburg: 1.016 km; Gemeindestraßen in Berlin: 5.175 km und in Brandenburg: 21.066 km). Des Weiteren wird darauf hingewiesen, dass der Straßentyp „Wirtschaftswege“ (Kategorie „Sonstige öffentliche Straßen“) welcher nach KNAPPE¹¹⁵ ebenfalls angegeben wurde, in den folgenden Berechnungen in diesem Bericht nicht weiter berücksichtigt wird. Jedoch sind Wirtschaftswege nicht zu unterschätzen, da sie mit immerhin rund 311.500 km (31,1 %) in das Gesamtstraßen- und Wegenetz Deutschlands eingehen. In Berlin haben die Wirtschaftswege einen Anteil von 5,8 % (339 km) und in Brandenburg 38,3 % (20.963 km). Wirtschaftswege sind zum großen Teil als landwirtschaftliche Wirtschaftswege kategorisiert und besitzen daher verhältnismäßig einen hohen Anteil an ungebundenen Baustoffen. Erhaltungsmaßnahmen treten jedoch in weitaus längeren Zyklen ein, als wie es bspw. bei Autobahnen, Bundesstraßen oder Gemeindestraßen der Fall ist.

¹¹⁴ BMVI, Länge der Straßen des überörtlichen Verkehrs in Berlin/Brandenburg im Vergleich der Jahre 2005 bis 2018, Statista 2019

Tabelle VI.1: Ergebnisse der Straßenlängen in km des ATKIS-BasisDLM Datensatz nach Ländern und Straßentyp (Angaben in km), Auszug aus Tabelle 2¹¹⁵

Kategorie	Straßen des überörtlichen Verkehrs				Sonstige öffentliche Straßen			Gesamt
	BAB	BS	LS	KS	GS	Zwischen- summe	W	
Berlin	137	147	0	0	5.175	5.459	339	5.798
Brandenburg	1.016	2.824	5.805	3.003	21.066	33.714	20.963	54.677
B + BB	1.153	2.971	5.805	3.003	26.241	39.173	21.302	60.475
Anteil Berlin	11,9 %	5,0 %	0,0 %	0,0 %	19,7 %	13,9 %	1,6 %	9,6 %
Anteil Brandenburg	88,1 %	95,0 %	100,0 %	100,0 %	80,3 %	86,1 %	98,4 %	90,4 %
Deutschland	18.403	41.287	87.325	91.877	450.770	689.662	311.492	1.001.154
Anteil Berlin an Deutschland	0,74 %	0,36 %	0,0 %	0,0 %	1,15 %	0,79 %	0,11 %	0,58 %

Erläuterungen: BAB = Bundesautobahnen, gesamt; BAB, nur getrennt = Teilstreckenlänge mit getrennten Fahrbahnen; BS = Bundesstraßen, LS = Landesstraßen; KS = Kreisstraßen; GS = Gemeindestraßen; W = Wirtschaftswege

Mit der weiteren Annahme, dass der Umfang der Instandhaltung, bzw. Ausbesserung der Straßen und Wege in den beiden Bundesländern gleich hoch ist, kann dementsprechend die **Straßenlängen-Verteilung** auf den Umfang der Bautätigkeiten, respektive dem Einsatz von Primärrohstoffe, sowie Recycling-Baustoffe angesetzt werden.

Laut Tabelle VI.1 entspricht dies einem Anteil für Berlin von rund 14 %, sowie für Brandenburg 86 %.

- Daraus folgt für Berlin ein jährlicher Einsatz im Straßen- und Wegebau von
 - **210.000 t bis 266.000 t Primärrohstoffe und**
 - **372.400 t bis 389.200 t mineralische Sekundärrohstoffe (RC-GK)**

Eine weitere Variante der Mengenermittlung zum Einsatz von Primärrohstoffen im Straßen- und Wegebau ergibt sich aus dem Jährlichen Erneuerungsbedarf der Straßenverkehrsinfrastruktur (vgl. Tabelle VI.2) und den prozentualen Anteilen Berlins am Gesamtstraßennetz Deutschlands (vgl. Tabelle VI.1).

¹¹⁵ KNAPPE, et al., Substitution von Primärrohstoffen im Straßen- und Wegebau durch mineralische Abfälle und Bodenaushub; Stoffströme und Potenziale unter Berücksichtigung von Neu-, Aus- und Rückbau sowie der Instandsetzung; Ifeu, Institut für Energie- und Umweltforschung, 2015, Tab. 2, S. 32

Aus diesem Zusammenhang ergibt sich ebenfalls eine Summe von etwa **200.000 t Primärrohstoffen**.

Tabelle VI.2: Jährlicher Erneuerungsbedarf der Straßenverkehrsinfrastruktur, Auszug¹¹⁶

Baustoff	Straßen					
	BAB	B-Str.	L-Str.	K-Str.	G-Str.	
Ungebunden (Schotter / Kies / Sand) [t]	2.279.205	1.858.045	2.618.383	2.796.675	15.833.303	
Menge [t]	16.697	6.615	-	-	181.772	Gesamt: 199.949 ~ 200.000 t

Erklärung: Beispiel Menge der BAB; $0,74 \% * 2.279.205 t = 16.697 t$

- **Gips**

2018 wurden in Deutschland etwa 233 Mio. m² Gipskartonplatten und 28 Mio. m² Gipsfaserplatten produziert.¹¹⁷

Berechnung Variante 1:

Unter der Annahme, dass bei der Produktion der Gipskartonplatten überwiegend eine Standarddicke von 12,5 mm verwendet wird, entspricht dies einem Volumen von 2,91 Mio. m³ (233 Mio. m² x 0,0125 m) Gipskarton bzw. einer Menge von ca. 2,04 Mio. t (bei einer Rohdichte von 700 kg/m³). Weitere Gipsprodukte wie z.B. Putze und Estriche bleiben an dieser Stelle unberücksichtigt. Daten zum Einsatz von Gipsbaustoffen in Berlin existieren nicht, daher wird der jährliche Verbrauch von Gipskartonplatten auf der Basis der Einwohneranzahl Berlins abgeschätzt. In Deutschland werden jährlich etwa 24,5 kg Gipskartonplatten pro Kopf (2,04 Mio. t / 82,8 Mio. Einwohner, Stand 2018) verbraucht. Unter dem Ansatz von 3,71 Mio. Einwohnern in Berlin im Jahr 2017¹¹⁸ ergibt dies einen Verbrauch von ca. **91.000 t** (3,71 Mio. EW x 24,5 kg/EW*a) Gipskartonplatten in Berlin.

- Einsatz von Gipskartonplatten Berechnungsvariante 1: **91.000 t**

¹¹⁶ Bergmann, Thomas; Bleher, Daniel; Jenseit, Wolfgang (11/2015): Studie: Ressourceneffizienzpotenziale im Tiefbau – Materialaufwendungen und technische Lösungen, Auszug aus Abbildung 4, S.37

¹¹⁷ Statistisches Bundesamt: „Produktion von Gipsplatten in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2018 (in Millionen Quadratmeter), Mai 2019

¹¹⁸ Statistischer Bericht, Einwohnerinnen und Einwohner im Land Berlin am 30. Juni 2018, Hrsg. Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam, 2018

Berechnung Variante 2:

Im Jahr 2016 fielen deutschlandweit 641.000 t Gipsabfälle an. Laut SKU-Bericht 2016 entfallen davon 34.767 t auf Berlin, was einem prozentualen Anteil von etwa 5,4 % entspricht. Auf der anderen Seite werden jährlich, wie unter Variante 1 angeführt, 2,04 Mio. t Gipskartonplatten in Deutschland verbaut. Wird angenommen, dass für Berlin das Aufkommen von Gipsabfällen mit dem Verbrauch neuer Gipskartonplatten in einem ähnlichen Verhältnis stehen (Menge Abfall = Menge Einbau), ergibt sich für Berlin ein jährlicher Verbrauch von **110.160 t** Gipskartonplatten (5,4 % von 2,04 Mio. t).

- Einsatz von Gipskartonplatten Berechnungsvariante 2: **110.160 t**

VII. Erfasste praxisrelevante Abfallfraktionen mit Abfallschlüsselnummern nach AVV im Monitoringbericht 2016

Im Monitoringbericht von 2016¹¹⁹ sind folgende Bau- und Abbruchabfälle erfasst (ergänzend zur Abbildung 1.1):

Tabelle V.1: Praxisrelevante Abfallfraktionen gemäß Abfallverzeichnisverordnung

Bauschutt	
17 01 01	Beton
17 01 02	Ziegel
17 01 03	Fliesen, Ziegel und Keramik
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen
Straßenaufbruch	
17 03 02	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
Boden und Steine	
17 05 04	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
17 05 06	Baggergut mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 05 fällt
17 05 08	Gleisschotter mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 07 fällt
Bauabfälle	
17 08 02	Bauabfälle auf Gipsbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen
Baustellenabfälle	
17 02 01	Holz
17 02 02	Glas
17 02 03	Kunststoff
17 02 04	Metalle (einschließlich Legierungen) außer solche, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind und außer Kabeln, die Öl, Kohlenteer oder andere gefährliche Stoffe enthalten (ausgenommen 17 04 09 und 17 04 10)
17 06 04	Dämmmaterial mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 06 01 und 17 06 03 fallen
17 09 04	gemischte Bau – und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 06 03 fallen

¹¹⁹ Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2016, Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016. Bundesverband Baustoffe–Steine und Erden e.V. Berlin, Dezember 2018, S.5