
Entwicklung strategischer Handlungsempfehlungen für die
Förderung der Kreislaufwirtschaft beim Rückbau öffentlicher
Gebäude

Masterarbeit
vorgelegt von
Anika Steinkuhl
1231593

Angefertigt im Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik -
Master of Science (M.Sc.)

am Fachbereich Wirtschaft
der Fachhochschule Bielefeld

Wintersemester 2023/2024

Erstprüferin oder Erstprüfer:

Prof. Dr. Hans Brandt-Pook

Zweitprüferin oder Zweitprüfer:

Prof. Dr. Peter Hartel

Betreuung seitens des Praxispartners:

Birgit Essling und Lisa Pusch

Creative Common-Lizenz:

CC BY-SA (4.0)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung.....	2
1.3 Einordnung in die wissenschaftliche Diskussion.....	3
1.4 Aufbau der Arbeit	3
2 Theoretische Grundlagen	4
2.1 Kreislaufwirtschaft	4
2.1.1 Begriffsdefinition	4
2.1.2 Grundsätze.....	5
2.1.3 Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft	8
2.1.4 Kritik an der Kreislaufwirtschaft	8
2.2 Materialkreisläufe in der Baubranche	9
2.2.1 Kreislaufbedarf	9
2.2.2 Begriffseinordnungen	10
2.2.3 Beseitigung von Bauwerken	12
2.2.4 Verwertung.....	13
2.2.5 Rechtliche Einflüsse auf die Zirkularität	14
2.2.6 Zertifizierung von ressourcenschonendem Abbruch	15
2.2.7 Ansätze zur Rückführbarkeit.....	16
2.3 Material als werthaltige Ressource.....	18
2.3.1 Urban Mining.....	18
2.3.2 Vorhandene Werte	19
2.3.3 Wertsicherung	20
2.4 Digitalisierung in der Baubranche.....	21
2.4.1 Aktueller Status	21
2.4.2 Rolle von digitalen Plattformlösungen.....	22
2.4.3 Building Information Modeling	23
2.4.4 Materialpass	26
3 Analyse	29
3.1 IST – Prozess.....	29
3.1.1 Methodik.....	29
3.1.2 Kurzvorstellung des Kreis Lippe	31

3.1.3	Beschreibung des Prozesses	31
3.1.4	Identifizierung der Schwachstellen	35
3.1.5	Schlussfolgerung.....	38
3.2	Best practice in Deutschland	40
3.2.1	Methodik.....	40
3.2.2	Rahmenbedingungen	41
3.2.3	Recherche	42
3.2.4	Ergebnis	42
3.2.5	Schlussfolgerung.....	45
3.3	Best practice im europäischen Ausland.....	46
3.3.1	Methodik.....	46
3.3.2	Rahmenbedingungen	47
3.3.3	Recherche	47
3.3.4	Ergebnis	48
3.3.5	Schlussfolgerung.....	52
3.4	RE-BUILD OWL	52
3.4.1	Methodik.....	53
3.4.2	Projektziel.....	53
3.4.3	Vorgehensweise	53
3.4.4	Potenziale des Projektes für den Rückbau	55
3.4.5	Schlussfolgerung.....	57
3.5	Diskussion.....	57
4	Konzept.....	63
4.1	Handlungsempfehlungen.....	63
4.1.1	Handlungsempfehlung 1: Wissensaufbau.....	63
4.1.2	Handlungsempfehlung 2: Digitalisierungsstrategie	66
4.1.3	Handlungsempfehlung 3: aktive lokale Marktgestaltung	67
4.1.4	Handlungsempfehlung 4: Baustoff- und Materialdistribution	70
4.2	SOLL – Prozess	73
4.3	Grafische Zusammenfassung des Konzeptes	77
5	Übertragbarkeit für die wissenschaftliche Diskussion.....	78
6	Fazit.....	79
	Literaturverzeichnis.....	V
	Anhang	XXVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundsätze von Kreislaufstrategien.....	7
Abbildung 2: Materialflüsse im deutschen Gebäudebestand 2010 und 2050	10
Abbildung 3: Ordnung von Wegen für eine hohe Zirkularität in der Baubranche	11
Abbildung 4: Six-Layers Prinzip nach Steward Brand	11
Abbildung 5: Begriffserläuterungen und -beziehungen im Stoffkreislauf.....	12
Abbildung 6: aktuelle und potenzielle Verwertungswege von Beton.....	14
Abbildung 7: Darstellung der Grundsätze eines nachhaltigen Gebäuderückbaus ...	16
Abbildung 8: Entwurf einer Materialdatenbank.....	22
Abbildung 9: Vergleich des Kapitals vom ICT Sektor und dem Bausektor.....	24
Abbildung 10: Vereinfachte Darstellung des Abbruchprozesses	33
Abbildung 11: Darstellung der Datenquellen und Ergebnisgruppen	43
Abbildung 12: Venn-Diagramm der Ergebnismenge	48
Abbildung 13: grafische Zusammenfassung der RE-BUILD Analyse	55
Abbildung 14: Zusammenhänge zwischen den durchgeführten Analysen.....	58
Abbildung 15: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Entstehung Maßnahme	74
Abbildung 16: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess	74
Abbildung 17: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess	75
Abbildung 18: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess	77
Abbildung 19: grafische Zusammenfassung des Konzeptes	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einordnung der Interviewaussagen anhand des Kodierleitfadens.....	36
Tabelle 2: Gruppierung der identifizierten Schwachstellen	39
Tabelle 3: Bewertung der Wirkung der best practice Maßnahmen	46
Tabelle 4: Gruppierung der best practice Maßnahmen	48
Tabelle 5: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 1.....	65
Tabelle 6: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 2.....	67
Tabelle 7: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 3.....	69
Tabelle 8: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 4.....	72

Abkürzungsverzeichnis

BIM	Building Information Modeling
BPMN	Business Process Model and Notation
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
DGNB	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
EPEA	Environmental Protection Encouragement Agency
EU	Europäische Union
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
ICT	Informations- und Kommunikationstechnik
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
NRW	Nordrhein-Westfalen
OWL	Ostwestfalen-Lippe
RNE	Rat für nachhaltige Entwicklung
TGM	technisches Gebäudemanagement
ZVS	Zentrale Vergabestelle

1 Einleitung

Im Klimaabkommen von Paris bei der Weltklimakonferenz 2015 wurde eine Emissionsneutralität für den Bausektor bis 2050 beschlossen und noch ist der Bausektor nicht auf dem Weg, dieses Ziel zu erreichen [1, S. 36]. Aufgrund des CO₂-Verbrauches, des Abfallaufkommens und des Ressourcenverbrauches der Branche, wird diese auch als größter Umweltverschmutzer bezeichnet [2, S. 518]. Abbrüchen kommt hier eine zentrale Rolle zu: Der Abbruch eines Gebäudes geht mit massivem Verlust von energetischen und materiellen Ressourcen einher.

1.1 Problemstellung

In Deutschland wurden zwischen 2010 und 2020 im Mittel 77 % der mineralischen Rohstoffäquivalente für die Bauindustrie benötigt. Dies macht ca. 40 % der gesamt inländisch verwerteten Rohstoffäquivalente aus [3]. Rohstoffäquivalente schließen die Masse aller Rohstoffe ein, die für die Herstellung benötigt wurden [4]. Über 70 % der Rohstoffe, die der Bau nutzt, sind Sand und Kies [5]. Beides sind wichtige Elemente für die Herstellung von Beton. Von diesen Rohstoffen sind in Deutschland aus geologischer Sicht ausreichend vorhanden, ein Großteil ist durch anderweitige Flächennutzung nicht für die Rohstoffgewinnung zugänglich [6, S. 68]. Weitere mögliche Quellen für Rohstoffe sind Sekundärrohstoffe, aus Abfällen oder Reststoffen gewonnene Rohstoffe [7, S. 218] oder der Import von Rohstoffen [8, S. 12]. Bei Sand und Kies machen Sekundärrohstoffe 12,5 % des Gesamtbedarfes aus, können diesen aber nicht decken [6, S. 68].

Dabei ist die Grundlage für Sekundärrohstoffe, Bau- und Abbruchabfälle, in wachsender Masse vorhanden. Diese ist im Zeitraum zwischen 2014 und 2020 um 9,2 % auf 220,6 Mio. t gestiegen [9, S. 6, 10, S. 6]. Mit dieser Menge machen die Bau- und Abbruchabfälle 2020 rund 55 % der Abfallmenge Deutschlands aus [11, S. 35]. Pro Person sind dies ca. 2,7 t Bau- und Abbruchabfälle innerhalb eines Kalenderjahres. Europaweit und somit auch in Deutschland ist ab dem Jahr 2020 eine Verwertungsquote von 70 % für nicht gefährliche Materialien gesetzlich festgelegt [12, Art. 11 §2 (b)]. Dabei werden im Monitoring über mineralische Bauabfälle alle Materialien als verwertet angesehen, die nicht auf einer Deponie beseitigt werden mussten, womit Deutschland in 2020 eine Verwertungsquote von 89,5 % erreicht [10]. Die als Recycling ausgedruckte Verwertung findet mit 53,8 % zum Großteil im Straßenbau statt und nur 0,8 % werden als Gesteinskörnung für neuen Beton verwendet [13, S. 18]. Die Nutzung von Rohstoffen in einer minderwertigeren Qualität wird als Downcycling beschrieben [14, S. 1171], wonach die Verwertung im Straßenbau als solche einzustufen ist. Das wiederum bedeutet, dass energetische und materielle Verluste mit dieser Verwertung einhergehen.

Es handelt sich bereits um eine gute Ausgangsposition, dass in Deutschland ein hoher Anteil an Materialien weitergenutzt werden, als nächster Schritt muss die Reduktion des Downcycling Anteils gelingen. Damit gleichbedeutend ist die Gewinnung von Sekundärrohstoffen aus Recycling. Dies ist auch für die nationale Ressourcengewinnung und den damit verbundenen Umweltschutz relevant [15, S. 21]. Die auf der einen Seite zunehmenden Schwierigkeiten mit

Rohstoffverfügbarkeiten und auf der anderen Seite großen Abbruchmengen, lassen sich durch die Zusammenführung der beiden Seiten innerhalb einer zirkulären Wertschöpfung lösen. Im Circularity Gap Report wird das Fazit gezogen, dass durch die Umsetzung von globalen Kreislaufwirtschaften die Treibhausgasemissionen um 39 % und der Ressourcenverbrauch um 28 % sinken würden, wodurch die Einhaltung des Pariser Klimaabkommens möglich wäre [16, S. 44]. Auf europäischer Ebene wurde ein Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft erarbeitet, welcher für das Zielbild eines sauberen und wettbewerbsfähigen Europas steht [17]. Teil des Aktionsplanes ist die detaillierte Auseinandersetzung mit der Baubranche [17, S. 11].

Die stärkste treibende Kraft und zugleich das größte Hindernis für die Umsetzung der zirkulären Wirtschaft in der Baubranche ist die Politik [18, S. 9]. Fehlende Regularien, Steuermodelle sowie fehlende zirkuläre Visionen hindern die Zirkularität, es könnte durch ebendiese und deren Förderungen eine starke Befähigung stattfinden [18, S. 12]. Der Rat für nachhaltige Entwicklung (RNE) empfiehlt der Bundesregierung, dass Kommunen in die finanzielle Lage gebracht werden müssen, diese Veränderung lenken zu können [19, S. 9]. Immerhin haben diese einen signifikant höheren Anteil an den öffentlichen Bauausgaben als Bund und Länder [20]. Weiterhin kommt im Rahmen des Gebäudeenergiegesetzes allen Nicht-Wohngebäuden, die sich im Eigentum der öffentlichen Hand befinden, eine Vorbildfunktion zu [21, §4 (1)].

1.2 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand zugrunde gelegt für die Untersuchung, wie die Förderung der Kreislauffähigkeit von Abbruchmaterialien gelingen kann. Diese Forschung begreift die internen Veränderungen der Kreisverwaltung als notwendig, um Anregungen für Veränderungen auf dem Markt zu liefern, die Präsenz des Themas zu erhöhen und beratend aufzutreten. Es werden Maßnahmen entwickelt, die beim Rückbau öffentlicher Gebäude für die Steigerung gleichwertiger Einbringung sorgen, um die in der Problemstellung dargestellten Seiten (Abbruchmaterial und Ressourcenverbrauch) zu verbinden. Zur Untersuchung wird der Kreis Lippe als Fallbeispiel herangezogen. In dieser Verwaltung wurde bereits ein Modellprojekt zur Steigerung des zirkulären Bauens in der Region durchgeführt. Im Rahmen der Arbeit wird untersucht, inwieweit die Ergebnisse des Projektes in Hinblick auf den Rückbau ausgebaut werden können und wie dies verstetigt werden kann.

Im Projekt des Kreis Lippe wurde eine digitale Plattform entwickelt. In dieser Arbeit soll ebenfalls die Auswirkung von digitalen Lösungen auf das Thema untersucht werden. Daraus ergibt sich folgende Fragestellung:

Welche Handlungsoptionen hat eine Kreisverwaltung, um die Kreislaufwirtschaft von Bauteilen und -materialien bei dem Rückbau öffentlicher Gebäude zu fördern? Welche Rolle spielen digitale Lösungen (wie die Transferplattform des RE-BUILD OWL-Projektes) bei dieser Fragestellung?

Das Ziel dieser Arbeit ist die Beantwortung der Forschungsfrage und dadurch einen langfristigen Weg aufzuzeigen, wie die Kreisverwaltung in ihrer Vorbildfunktion eine Position einnimmt,

um Abbruchmaterialien wiedereinzubringen und damit die Kreislaufwirtschaft der Baubranche zu fördern.

1.3 Einordnung in die wissenschaftliche Diskussion

Das Ziel der Europäischen Union (EU) ist, bis 2050 vollständig zirkulär und abfallfrei zu wirtschaften, auch im Bausektor [22]. Campanella et al. betonen dabei die Relevanz, einen Umgang mit dem Bestand zu finden, zukünftig anders zu bauen reicht nicht aus [2, S. 532]. Auch in dem Magazin *Transformation des Bestandes* der TU Wien wird die Verflechtung von Bestand und zukünftiger Architektur unterstrichen [23, S. 3]. Einen Schritt weiter gegangen sind der Bund deutscher Architektinnen und Architekten, Architects for future und Bauhaus Erde als sie sich im September 2022 zusammengetan haben, um einen offenen Brief an die Bundesministerin für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen zu schicken, in dem ein Abriss-Moratorium gefordert wird [24]. Lu und Yuan haben 2011 belegt, dass den Bau- und Abbruchabfällen eine steigende Bedeutung sowohl in der Forschung als auch in der Praxis zukommt [25, S. 1258]. Laut der Forschung von Zhang et al. zeichnet sich die Verteilung von Bau- und Abbruchabfällen in der EU besonders durch Downcycling aus [26]. Zuvor untersuchten sie in den Niederlanden, wie Bau- und Abbruchabfälle von Downcycling zu Recycling aufgewertet werden können [27]. Alternative Maßnahmen zu Deponien und deren Kostenverteilung wurden von Maria et al. erörtert [28]. In der o.g. Forschung von Zhang et al. werden fünf Schritte genannt, wie die EU dem Downcycling entgegenwirken kann [26]. Der RNE schlägt für die nachhaltige Gebäudebewirtschaftung mehr Handlungsspielräume für Kommunen vor und liefert hierzu Handlungsempfehlungen für die Bundesregierung [19].

Diese Arbeit baut auf den Forschungen auf und beschäftigt sich mit Möglichkeiten für eine bessere Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen und deren Umsetzung in der Praxis. Am Fallbeispiel des Kreis Lippe wird dies unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Vorschläge sowie der politischen Vorsätze geprüft.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im folgenden Kapitel wird zunächst in die zirkuläre Wirtschaft eingeführt und ein Bezug von dieser zur Baubranche aufgebaut. Weiterhin wird der Werterhalt und die Digitalisierung in der Baubranche vorgestellt. Im darauffolgenden Kapitel der Analyse wird exemplarisch die Vorgehensweise beim Abbruch von öffentlichen Gebäuden anhand des Kreis Lippe aufgenommen. Anschließend wird untersucht, welche Lösungswege es in Deutschland und in Europa von öffentlichen Verwaltungen für die Steigerung des hochwertigen Wiedereinsatzes gewählt wurden. Der dritte Teil der Analyse besteht aus der Betrachtung des Modellvorhabens, welches vom Kreis Lippe durchgeführt wurde, mit dem Ziel der Steigerung des zirkulären Bauens. Auf Grundlage dieser drei Untersuchungen wird im vierten Kapitel das Konzept für den Kreis Lippe mit strategischen sowie operativen Empfehlungen für die Steigerung des Wiedereinsatzes von Abbruchmaterialien vorgestellt. Abschließend wird im fünften Kapitel die Übertragbarkeit der Forschung vorgestellt und im sechsten Kapitel final zusammengefasst.

2 Theoretische Grundlagen

Das folgende Kapitel gibt Aufschluss über die Bedeutung und Begrifflichkeit der Kreislaufwirtschaft und dessen Definition für diese Arbeit. Folgend wird die Kreislaufwirtschaft mit der Baubranche in Verbindung gesetzt und der aktuelle Stand der Technik und der Forschung betrachtet. Daraufhin wird die Werthaltigkeit von Materialien dargestellt. Anschließend wird die Digitalisierung der Baubranche betrachtet und welche Möglichkeit dies für die Kreislauffähigkeit bietet. Im Speziellen wird auf zwei Optionen mit großem Einfluss auf die Kreislauffähigkeit genauer eingegangen, das Building Information Modelling (BIM) und das Materialkataster. Es wird hierbei die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, wie weit entwickelt die Möglichkeiten sind, damit eine Einschätzung gewonnen wird, wie zukunftsicher die Umsetzung bewertet werden kann.

2.1 Kreislaufwirtschaft

Weltweit werden über 70 % mehr Rohstoffe genutzt als die Erde dauerhaft geben kann [29]. Aktuell werden nur 8,6 % der Rohstoffe weltweit wiederverwendet [16, S. 8], der Prozentsatz war in den letzten Jahren rückläufig [16, S. 21]. Rohstoffe, die nicht wiederverwendet werden, existieren zwar noch, sind nach ihrer Verwendung allerdings nicht mehr nutzbar [30, S. 125]. Beispielsweise werden etwa 12 % des jährlich abgebauten Goldes (Primärrohstoff) für die Produktion von Elektronikgeräten verwendet [31]. Doch nur ein geringer Anteil von elektronischem Müll wird recycelt [32]. Die Bundesregierung von 2010 hat zum Ziel, die Rohstoffproduktion in Deutschland bis 2030 um 30 % zu steigern. Dabei soll die zirkuläre Wirtschaft eine wichtige Rolle spielen, besonders in Hinblick auf Ressourcenschutz, Abfallvermeidung, Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit. [33, S. 5]

Da das Konzept der Kreislaufwirtschaft grundlegend ist für diese Forschungsfrage, wird im folgenden Abschnitt zunächst Kreislaufwirtschaft abgegrenzt und definiert. Folgend werden die Grundsätze des Prinzips vorgestellt und Geschäftsmodelle innerhalb der Kreislaufwirtschaft aufgezeigt. Abschließend wird das Konzept kritisch betrachtet.

2.1.1 Begriffsdefinition

Der Begriff Kreislaufwirtschaft gilt einerseits als deutsche Übersetzung der Circular Economy, andererseits ist der Begriff geprägt durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz [34, S. 14]. Außerdem gibt es viele Gemeinsamkeiten zwischen den Konzepten Circular Economy und Cradle-to-Cradle. Deshalb werden diese drei Konzepte kurz vorgestellt, bevor die Abgrenzung für diese Arbeit vorgenommen wird.

Circular Economy priorisiert die Ressourceneffizienz [35, S. 197]. Dabei werden stoffliche Kreisläufe betrachtet, besonders der technische Kreislauf. Es wird *slowing*, *closing* und *narrowing* der Stoffflüsse angestrebt [34, S. 16]. Das Konzept Circular Economy gewinnt seit Jahren sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft an Relevanz [36].

Kreislaufwirtschaft (nach dem nationalen Kreislaufwirtschaftsgesetz) fokussiert die Abfallhierarchie, weshalb die Stoffflüsse langfristig trotzdem ein Downcycling beschreiben [34, S. 16]. Im Gegensatz zur Circular Economy will das Kreislaufwirtschaftsgesetz eine stoffliche Verwertung etablieren, sofern dies wirtschaftlich zumutbar ist. Dadurch liegt die Priorität auf der Ökonomie. [35, S. 197]

Cradle-to-Cradle wurde von McDonough und Braungart entworfen und betrachtet die Zielstellung von vollständig geschlossenen Kreisläufen [37]. Diese werden unterteilt in einen technischen und einen biologischen Kreislauf [38, S. 10]. Dabei liegt der Fokus auf einer neuartigen Produktgestaltung und einer Welt ohne Abfall. Das Konzept ähnelt der Circular Economy in vielen Punkten, jedoch ist die Vision mit vollständig geschlossenen Kreisläufen strikter als bei der Circular Economy. [34, S. 16]

In dieser Arbeit wird besonders der technische Kreislauf betrachtet, da der aktuelle Gebäudebestand zum Großteil aus mineralischen/metallischen Rohstoffen besteht [13, S. 23]. Das Ziel dabei ist, Materialien mit möglichst geringem Qualitätsverlust weiterzuverwenden, weshalb die Betrachtung der Fragestellung über die Abfallhierarchie hinausgeht. Da sich die Arbeit außerdem auf das herkömmliche Lebensende von Materialien bezieht und darauf, die Stoffkreisläufe aus dieser Ausgangssituation zu optimieren, ist Circular Economy das passende Konzept für diese Arbeit. Demnach ist an dieser Stelle Kreislaufwirtschaft im Sinne des deutschen Begriffes für Circular Economy zu verstehen.

Es wird die Definition von Geissendoerfer et al. zu Grunde gelegt:

“We define the Circular Economy as a regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimised by slowing, closing, and narrowing material and energy loops. This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling.” [39]

In dem Abschnitt Grundsätze werden die Begriffe *slowing*, *closing* und *narrowing* erläutert.

2.1.2 Grundsätze

Die Begriffe *slow* und *close* wurden u. a. durch McDonough und Braungart als fundamentale Strategien zur Schaffung von Ressourcenkreisläufen beschrieben [40, S. 309]. Die Definition von Geissendoerfer et al. führte zusätzlich *narrowing* ein und in neueren Quellen wird auch der Begriff *regenerate* geführt [39, 41, 42]. Im Folgenden werden die Begriffe erläutert.

Schließung („close“): Das Schließen von Kreisläufen in der Wirtschaft bedeutet, dass sowohl die Materialien als auch die Produkte recyclebar sind und aus recyceltem Material bestehen. Auch obwohl es eine wichtige Rolle spielt, sollte berücksichtigt werden, dass bei den meistverwandten Materialien das Recycling komplex und die Energiespar-Möglichkeiten unklar sind. Zusätzlich kann der Rohstoffbedarf selbst dann nur zu einem Fünftel gedeckt werden,

wenn die gesamte Abfallmenge recycelt würde. [41, S. 10] Darüber hinaus ist es nicht unbedingt möglich, bei allen Materialien einen vollständig geschlossenen Kreislauf zu erreichen. Manche Materialien erfordern die Zugabe von Primärrohstoffen, um eine zufriedenstellende Qualität zu erreichen. Beide Aspekte ergeben, dass die Schließung von Kreisläufen allein nicht ausreicht, um den Materialkonsum nachhaltiger zu gestalten. [43, S. 102]

Verlangsamung („slowing“): Hierbei geht es darum, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern oder zu intensivieren und so durch den Konsum den Ressourcenfluss zu verlangsamen [40, S. 309]. Dies kann z. B. durch Wartung, Instandsetzung und Weiternutzung von Gütern ermöglicht werden. Durch die Verlangsamung des Konsums ergibt sich ein großer Hebel für die Umwelteinflüsse, die ein Produkt ausübt [41, S. 10]. Jedoch ist es auch besonders herausfordernd, da fundamentalere Veränderungen verlangt werden, als es beim Schließen von Kreisläufen erforderlich ist [43, S. 112].

Verringerung („narrowing“): Das Ziel ist es, weniger Ressourcen in Form von Material und Energie zu verwenden. Dies kann beispielsweise durch Sharing-Modelle, weniger Material pro Produkt, Multifunktionalität, Energieeffizienz oder Digitalisierung erreicht werden [42, S. 17]. Das Konzept ist bereits bekannt, z. B. von Firmen, welche die Kosten für die Herstellung eines Produktes senken. Weiterhin könnte z. B. die Reduktion des Gewichts eines Produktes den Energieaufwand für den Transport senken. [41, S. 10]

Regeneration („regeneration“): Die Regeneration von Ressourcenkreisläufen konzentriert sich darauf, sauberere Kreisläufe zu schaffen, die die Umwelt in einem besseren Zustand hinterlassen, als sie vorgefunden wurde. Verzichtet wird dabei auf giftige Substanzen in der Landwirtschaft und die Verwendung fossiler Energien [42, S. 17]. Erneuerbaren Energien werden eingesetzt und Maßnahmen etabliert, die die direkt von der Produktion betroffene Umwelt verbessern. [41, S. 10]

Eine Einordnung der Maßnahmen in den Kreislauf von Ressourcen findet sich in Abbildung 1. Die Grafik zeigt das Zusammenspiel von allen Strategien.

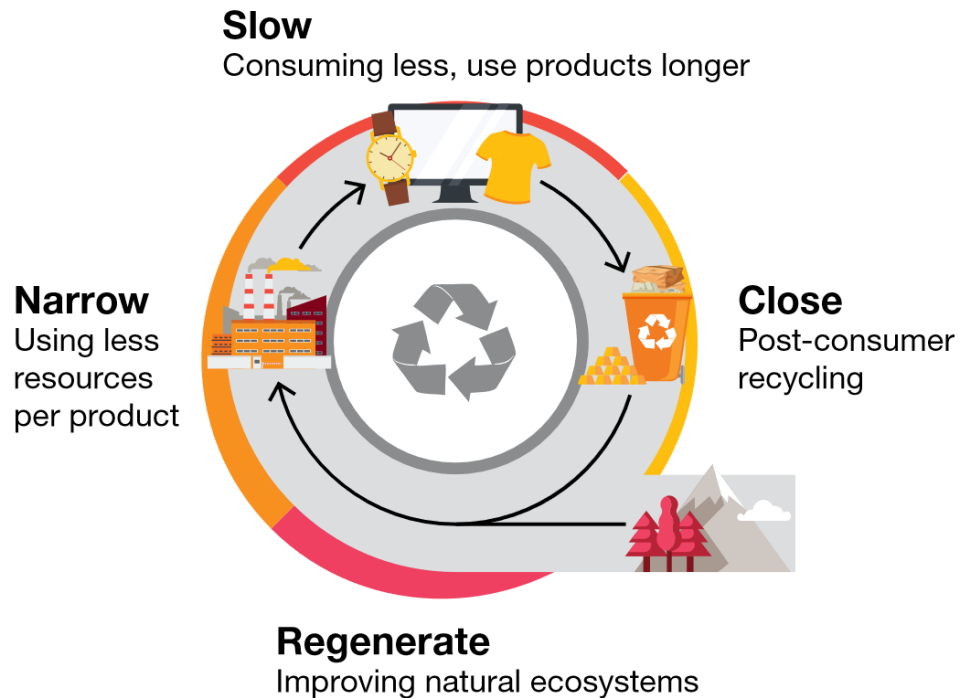


Abbildung 1: Grundsätze von Kreislaufstrategien [41, S. 10]

Nach Definition der Circular Economy gaben Geissendoerfer et al. die Aspekte „*long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling*“ als Möglichkeit zur Anwendung der Circular Economy [39]. Im selben Jahr wie die Definition von Geissendoerfer et al. wurden von Potting et al. ähnliche Begriffe genutzt und in eine Hierarchie bezüglich der Wirksamkeit für die Circular Economy gebracht. Diese sogenannten 9R-Strategien werden im Folgenden definiert:

- R0 (**refuse**): Ersatz des Produktes durch das Angebot der Funktion, die das Produkt erfüllt
- R1 (**rethink**): Intensivierung der Nutzung eines Produktes z. B. durch Sharing-Angebote
- R2 (**reduce**): geringerer Ressourcenaufwand pro Produkt
- R3 (**reuse**): Weiternutzung eines Produktes durch eine andere Person
- R4 (**repair**): Reparatur und Wartung eines Produktes, damit es seine Funktion weitererfüllt
- R5 (**refurbish**): Wiederaufbereitung eines Produktes
- R6 (**remanufacture**): Weiternutzung von Produktteilen in einem Produkt derselben Funktion
- R7 (**repurpose**): Weiternutzung von Produkten und -teilen in einer anderen Funktion
- R8 (**recycle**): Verwertung eines Materials in derselben oder niedrigeren Qualität
- R9 (**recover**): Verbrennung von Materialien zur Energierückgewinnung

Je kleiner die Zahl, desto stärker zählt die Strategie auf die zirkuläre Wertschöpfung ein. Die R-Strategien R0-R2 gehören zu der Kategorie „intelligente Produktherstellung und -nutzung“. R3-R7 lassen sich zu „Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und Komponenten“ zusammenfassen. R8 und R9 sind unter dem Begriff „Sinnvolle Anwendung für Materialien“ kombiniert. [44, S. 15]

2.1.3 Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft

2015 veröffentlichte die Unternehmensberatung McKinsey die Prognose, dass sich durch eine geschlossene Circular Economy die europäische Wirtschaft bis 2030 um 3 % steigern könnte [45]. Trotz der Pläne der EU hin zu einer zirkulären Wirtschaft, wurde in 2023 festgestellt, dass die Mitgliedstaaten die Circular Economy nur langsam umsetzen [46]. Wichtig ist, dass mit Circular Economy Nachhaltigkeitsziele erreicht werden und das Konzept nicht dem Selbstzweck dient [47, S. 9]. Um dies zu erreichen, müssen die Logiken der Circular Economy in innovative Geschäftsmodelle gegossen werden [47, S. 7]. Eine Vorstellung aller Geschäftsmodelle ist an dieser Stelle nicht möglich, daher werden ausgewählte vorgestellt.

Performance-Service-model: Ein physisches Produkt wird mit einem immaterieller Service zusammengeführt, um die Bedürfnisse des Kunden zu decken [48]. Der Fokus liegt hierbei weniger auf dem Produkt als auf dem Ergebnis bzw. dem Service, den dieses Produkt zur Verfügung stellt [49, S. 6]. Ein bekanntes Beispiel ist Carsharing, bei welchem das Auto als Fahrzeug-as-a-service angeboten wird. Kritik an diesem Geschäftsmodell ist, dass in einigen Fällen keine Produkte substituiert werden [47, S. 6]. Ist dies der Fall, verfehlt das Geschäftsmodell die Verringerung und Verlangsamung des Konsums.

Classic longlife model: Das Geschäftsmodell fokussiert sich auf die Langlebigkeit der Produkte. Diese werden mit Blick auf Widerstandsfähigkeit und der Möglichkeit zur Reparatur entworfen. [40, S. 313] Ökonomischer Gewinn lässt sich dann z. B. durch Reparaturen generieren. Ein Beispiel bietet die Firma Miele, die mit der Langlebigkeit ihrer Produkte wirbt und zusätzlich einen eigenen Reparaturservice unterhält [50].

Extending product value: Hiermit ist das Ausnutzen der Restwerte von Produkten gemeint. Der Hersteller nimmt nach Ende der Lebenszeit das Produkt wieder zurück. [40, S. 313] Eine Wiederaufbereitung ermöglicht es den Unternehmen, das Produkt danach erneut zu verkaufen [49, S. 6].

Encourage sufficiency: Dieses Modell sucht aktiv nach Möglichkeiten, den Konsum der Nutzenden zu reduzieren. Dazu zeichnen die Firmen ihre Produkte mit Eigenschaften wie Widerstandsfähigkeit, Erweiterungsfähigkeit, Service, Garantie und Reparierbarkeit aus. Zwei Firmen, die dieses Konzept umgesetzt und entwickelt haben, sind Patagonia und Vitsø, welche Kleidung und Möbel herstellen. [40, S. 313]

2.1.4 Kritik an der Kreislaufwirtschaft

Die Möglichkeit, dass zirkuläre Geschäftsmodelle die unternehmerische Antwort auf ökologische Herausforderungen des 21. Jahrhunderts bereitstellen [51, S. 21], steht hinter den Diskussionen über dieses Thema. Doch nicht immer wird die grundlegende Vision des Konzeptes, das Handeln innerhalb planetarer Grenzen [34, S. 16], erfüllt. In manchen Fällen (z. B. Glasrecycling) ist der ökologische Mehrwert unklar und durch fehlende Substitution kann sogar ein gegenteiliger Effekt eintreten (z. B. Carsharing-Konzepte). Grundsätzliche Kritiken an dem

Konzept wurden durch Corvellec et al. zusammengetragen. Es wird allgemein die Unschärfe des Konzeptes kritisiert und belegt, dass das Konzept nahezu ausschließlich aus der Praxis entstanden ist und keine theoretische Basis erarbeitet wurde [52]. Gezeigt wird, dass das Konzept schwer zu implementieren ist und sich zusätzlich nicht am Kunden orientiert, was wiederum weitere Probleme hervorbringen kann [52]. Außerdem wird angemerkt, dass ein großes Risiko durch den Einsatz von Circular Economy entsteht, wenn Prioritäten über soziale Belange gesetzt werden [52]. Trotz allem wird der Schluss gezogen, dass der Einsatz von Zirkularität von Staat und Herstellern zurückerobert werden sollte [52].

2.2 Materialkreisläufe in der Baubranche

Der folgende Abschnitt zeigt zunächst, wieso eine Etablierung der Kreislaufwirtschaft in der Baubranche notwendig ist, wie Recycling zu verstehen ist und welche Abstufungen es dort gibt. Drauffolgend wird kurz beschrieben, inwiefern Gebäude abgebrochen und Materialien verwertet werden können. Die Verwertung wird unter einem rechtlichen Aspekt betrachtet und abschließend wird vorgestellt, welche Optionen es für die Messbarkeit von ressourcenschonendem Abbruch gibt, und welche Ansätze für die Rückführung von Materialien bekannt sind.

2.2.1 Kreislaufbedarf

Ziel einer Kreislaufwirtschaft ist, die Qualität möglichst lange und möglichst verlustfrei zu erhalten. Momentan stehen sich nach wie vor zwei Materialflüsse entgegen und wirken nur in geringem Maße aufeinander ein.

In der Problemstellung wurde bereits der hohe Ressourcenverbrauch der Baubranche, auch an den mineralischen Rohstoffen Deutschlands beschrieben. Heisel und Hebel berechneten, dass der direkte Materialverbrauch Deutschlands von der Masse pro Jahr einen Betonwürfel mit den Kantenlängen 800 m ergeben würde, welcher das höchste Gebäude Deutschlands, den Berliner Fernsehturm mit 368 m Höhe, deutlich überragen würde [53, S. 22]. Etwa 40 % von diesem Würfel können der Baubranche zugeschrieben werden [3]. Demnach entfällt auf jede Person in Deutschland ein Materialbestand von 362 t, davon sind 187 t Gebäude- und 175 t Infrastrukturgewicht [54, S. 22]. Zum Vergleich entstehen bei dem Abbruch eines Einfamilienhauses von 130 m² Fläche ungefähr 400 t Bau- und Abbruchabfälle [54, S. 20].

Die Bau- und Abbruchabfälle belasten die deutsche Abfallbilanz mit über 54 % und auf die nächsten Jahre gesehen wird noch bedeutend mehr Material anfallen [11, 13, S. 22]. Ein Grund für die immer kürzere Lebensdauer von Gebäuden ist die exponentiell gestiegene Bevölkerungsdichte und der damit verbundene Bodenpreisdruck, der eine immer höhere Ausnutzung von Gebäuden erzwingt [55, S. 58]. Im Jahr 2050 könnten die Masse des Rückbaus die des Neubaus um das 1,5-fache übersteigen (s. Abbildung 2). Dies wiederum führt dazu, dass in vielen Bundesländern der Deponiebedarf für die nächsten Jahre teilweise sehr weit mit den Kapazitäten auseinanderklafft [13, S. 23]. Die Bundesländer Bayern, Nordrhein-Westfalen

(NRW) und Rheinland-Pfalz haben jeweils Bedarfsprognosen in Auftrag gegeben, welche zu dem Schluss kommen, dass die Kapazität inkl. geplanter und genehmigter Deponien vor dem Jahr 2030 erschöpft sein wird [56, S. 124]. Auch die Absatzmöglichkeit im Straßenbau sinkt, da weniger Straßen neugebaut und bei Sanierungen weniger Material benötigt wird, welches erhöht aus Altmaterialien gewonnen wird [57, S. 5].

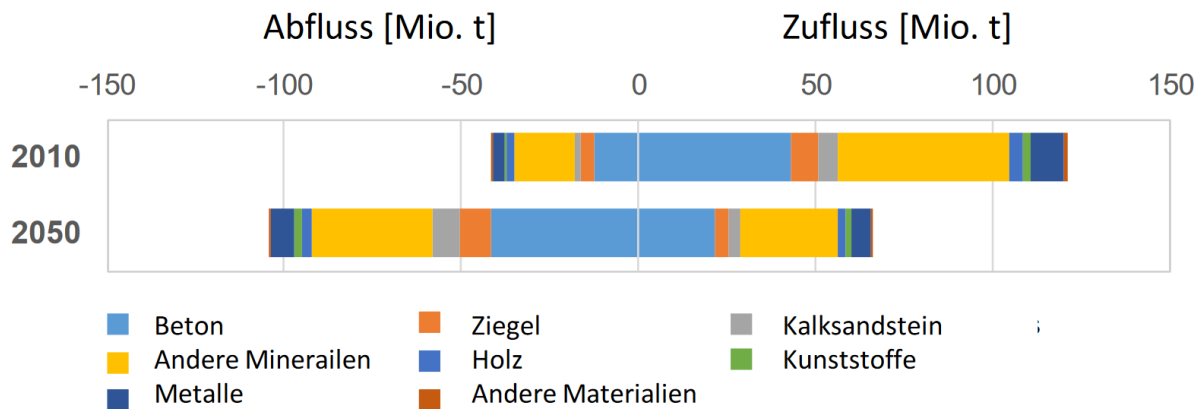


Abbildung 2: Materialflüsse im deutschen Gebäudebestand 2010 und 2050 [58, S. 32]

Beides spricht für eine Etablierung von Kreisläufen, um die Symptome der jeweiligen Materialflüsse zu lindern. Daher werden in diesem Abschnitt die Möglichkeiten betrachtet, die der Baubranche vorliegen. Ebenso wird dargestellt, wie mit alten Materialien aktuell umgegangen wird und welche Entwicklungen sich schon herauskristallisiert haben. Der größte Kreislaufbedarf besteht bei dem Baustoff Beton, da dieser mit knapp 42 % den Großteil des deutschen Gebäudebestandes ausmacht [13, S. 23]. Abbildung 2 verdeutlicht, dass sich die Stoffströme in den nächsten Jahrzehnten deutlich verändern werden, wodurch die Abbruchmenge weiter zunimmt. Begründet ist diese Entwicklung besonders durch den demografischen Wandel [59, S. 102]. Ebenfalls ist in Abbildung 2 sichtbar, dass der Anteil von Beton und mineralischen Baustoffen im Output den größten Anteil ausmachen. Deshalb wird in dem folgenden Abschnitt immer wieder der Fokus auf diese Baustoffe gelegt.

2.2.2 Begriffseinordnungen

Aus einer Analyse der Abfallhierarchie der EU gemeinsam mit der Praxis, wie mit Abbruchabfällen innerhalb der EU umgegangen wird, entwickelten Zhang et al. folgende Wege für eine hohe Zirkularität in der Baubranche (s. Abbildung 3). Die Sortierung berücksichtigte ebenfalls theoretische Konzepte wie die 9R-Strategie. Abgesehen von den politischen Veränderungen, die vorgenommen werden sollen, wird die Reihenfolge *Prevention*, *Reuse*, *Recycling*, *Downcycling* und *Landfilling* aufgestellt.

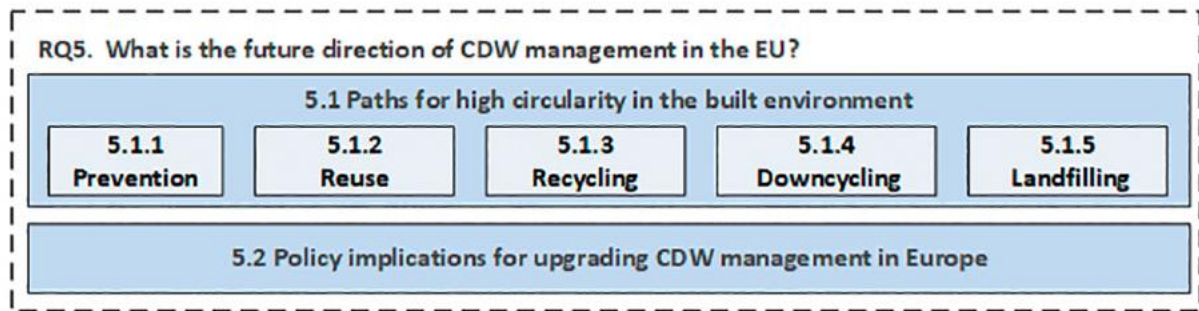


Abbildung 3: Ordnung von Wegen für eine hohe Zirkularität in der Baubranche [26, S. 4]

Prevention: Für den Bereich der Prävention ist das Six-Layers Prinzip von Steward Brand zu beachten. Dieses schreibt verschiedenen Teilen eines Gebäudes verschiedenen lange Nutzungszeiträume zu. Dabei unterteilt Brand das Gebäude folgende Teile: Grundstück, Struktur (tragende Wände und Gründung), Außenverkleidung, Grundriss, Technik und Möbel [60] (s. Abbildung 4). Den Komponenten wird eine unterschiedlich lange Lebensdauer zugeordnet. Konventionell werden Gebäude für eine Lebenszeit von 40-60 Jahren gebaut, wobei Materialeigenschaften und Technologiestandards die vierfache Dauer zulassen würden [2, S. 518]. Um diese Lebensdauer zu verlängern, können die Komponenten eines Gebäudes differenziert

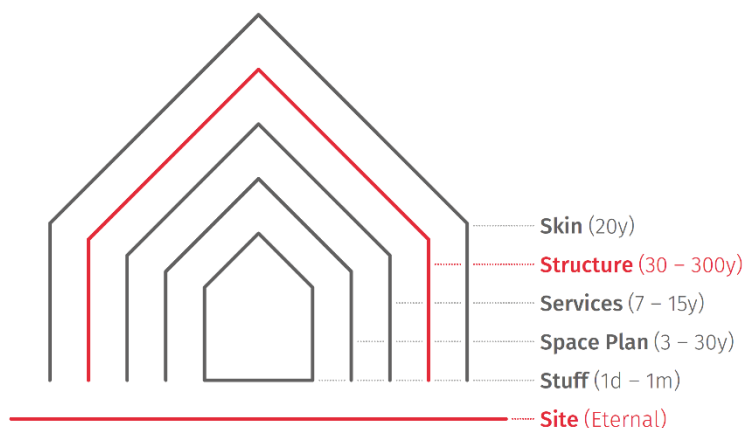


Abbildung 4: Six-Layers Prinzip nach Steward Brand [2, S.522]

betrachtet werden, wie z. B. nach dem Six-Layers Prinzip. Weiterhin steckt die meiste Energie im Rohbau, weshalb dieser auch als besonders erhaltenswert gilt.

Reuse / Recycling: Es lassen sich außerdem die Begrifflichkeiten Wiederverwendung, Wiederverwertung und Weiterverwertung für den Hochbau nutzen. Wiederverwendung

schließt ein, dass Bauteile in ihrer ursprünglichen Form erhalten werden. Ein Ziegel kann z. B. nach Rückbau und Reinigung wieder als Mauerstein verwertet werden (auch *reuse*). Die Wiederverwertung bedeutet, dass aus Baustoffen derselbe Baustoff wieder erhalten werden kann, z. B. bei einem Stahlträger, der zu einem neuen Stahlträger eingeschmolzen wird (auch *recycling*). Bei der Weiterverwertung wird die Produktgestalt nicht verändert aber dient später einem anderen Zweck (auch *repurposing*). Die Weiterverwertung bedeutet sowohl eine Veränderung der Form als auch der Funktion und bringt demnach häufig einen Qualitätsverlust mit sich, wie z. B. wenn aus Flachglas Profilbauglas entsteht. Die Weiterverwertung ist nur bei

nachwachsenden Rohstoffen als positiv einzustufen, sonst kann hier von Downcycling gesprochen werden. [nach 55, S. 59, 61, S. 47] In Abbildung 5 werden die erläuterten Begriffe dargestellt.

	-Verwendung	-Verwertung	Definition
Wieder-	mehrmalige Verwendung einer (Pfand-)Flasche <i>engl. re-use</i>	Herstellung von neuen Glasflaschen aus Altglas <i>engl. recycling</i>	Produkt erfüllt dieselbe Funktion
Weiter-	Nutzung von Senfgläsern als Trinkgläser <i>engl. repurposing</i>	Einsatz von Altglas als Streugut <i>engl. reprocessing</i>	Produkt erfüllt eine andere Funktion
Definition	Produktgestalt bleibt erhalten	Produktgestalt wird aufgelöst	

Abbildung 5: Begriffserläuterungen und -beziehungen im Stoffkreislauf [61, S. 47]

Für ein hochwertiges Recycling von Baustoffen ist die Sortenreinheit wichtig. Sortenreine Materialien sind nicht gemischt, eloxiert, laminiert, beschichtet oder anderweitig mit einem weiteren Material unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften verbunden [53, S. 22]. Beton besteht aus Zement, Gesteinskörnung und Wasser [62, S. 74] und kann nicht durch ein mechanisches Verfahren in seine Einzelteile zerlegt werden, da zuvor eine chemische Verbindung der Stoffe stattgefunden hat.

Downcycling: Die Nutzung von Rohstoffen in einer minderwertigeren Qualität als zuvor wird als Downcycling bezeichnet [14, S. 1171]. Es entspricht der oben beschriebenen Weiterverwertung. Von Zhang et al. wird es als kritische Verbindung zwischen Beseitigung und Wiederverwertung bezeichnet [26, S. 11]. Es wird zwar die Deponierung vermieden und die EU-Bestimmungen erfüllt, dennoch bildet Downcycling keine langfristige Lösung.

Landfilling: Die Problematik der Deponierung ist im Abschnitt 2.2.1 beschrieben. Deshalb gilt dies auch als am wenigsten favorisierte Option für Bau- und Abbruchabfälle. Die Deponierung von mineralischen Abbruchabfällen liegt in Deutschland bei unter 10 %, womit Deutschland im europäischen Mittelfeld liegt [26, S. 7].

2.2.3 Beseitigung von Bauwerken

Der Fokus bei der Beseitigung eines Gebäudes liegt zumeist auf der Wiedergewinnung der Fläche [13, S. 20]. Die für den Abbruch verantwortliche Person hat zumeist kein großes Interesse an der Qualität der Verwertung, im Vordergrund steht die ordnungsgemäße Entsorgung [55, S. 58]. Wird ein Gebäude beseitigt, kommen verschiedene Möglichkeiten für den Abbruch in Frage.

Konventioneller Abbruch: Der konventionelle Abbruch ist die gröbste Art der Beseitigung. Das Gebäude wird dabei ohne vorherige Entkernung oder begleitende Separierung abgebrochen. Die Abbruchmaterialien vermischen sich zwangsläufig miteinander und werden später als Baumischabfall entsorgt. [13, S. 20]

Selektiver Abbruch: Die anfallenden Materialien werden vor, während oder nach dem Abbruch separiert [13, S. 20]. Aktuell ist dies die häufigste Art für den Komplettabbruch eines Bauwerkes und löst damit den konventionellen Abbruch ab [63, S. 24].

Selektiver Rückbau: Die Materialien werden vor dem Abbruch der Tragkonstruktion sortenrein zurückgebaut [13, S. 20]. Der Ausbau erfolgt in der Regel von Hand oder mittels Kleingeräten oder Spezialwerkzeugen, die Gesamtkosten für dieses Verfahren sind entsprechend höher [63, S. 243]. Diese Vorgehensweise ermöglicht das Trennen der Komponenten eines Gebäudes, um möglichst alle darin bestehenden Qualitäten zu erhalten [64, S. 12]. Beim selektiven Rückbau entsteht der größte Nutzen durch die Rückgewinnung von Materialien wie Holz und Metall [28, S. 19].

Demontage: Beseitigung durch Abheben des zu demontierenden Elementes bei weitgehender Erhaltung von Form und Stabilität [63, S. 26]. Der Fokus der Demontage liegt in der Wiederverwendung von Materialien. Abgrenzend zum selektiven Rückbau, bei dem die Sortenreinheit im Vordergrund steht.

Welche Art des Abbruches genutzt wird, hängt vom Auftraggebenden ab. Das Bundesland Rheinland-Pfalz hat 2012 eine Vereinbarung mit verschiedenen Akteuren der Baubranche getroffen, um die Kreislaufwirtschaft im Bausektor zu fördern, welche unter anderem eine Förderung des selektiven Abbruchs festlegt [65, S. 3]. Doch die seit 2017 strengeren Trennvorschriften der Gewerbeabfallverordnung und auch die steigenden Entsorgungskosten werden auf den erhöhten Einsatz des selektiven Rückbaus einwirken. Solange keine erhöhten Anforderungen an die Qualität der Verwertbarkeit gestellt werden, wird auch der Abbruch den hohen Ansprüchen im Sinne des selektiven Rückbaus nicht gerecht [13, S. 18].

2.2.4 Verwertung

Der größte Anteil des Stoffstromes bei einem Abbruch besteht aus mineralischen Baustoffen und besonders aus Beton, dieser Anteil verändert sich voraussichtlich auch in den nächsten Jahrzehnten nicht, sondern wird lediglich in der Masse ansteigen [66, S. 20].

Die weitere Nutzung von Beton ist stark abhängig von der Art des Rückbaus, wie Abbildung 6 zeigt. Für eine besonders hochwertige Verwendung ist ein ambitionierter selektiver Rückbau erforderlich, sodass der Beton aus einem abgebrochenen Gebäude wieder für die Betonherstellung eines neuen Gebäudes genutzt werden kann. Geschredderter Altbeton kann als Belag unter Straßen oder als Recycling-Gesteinskörnung als Ersatz für Kies oder Naturstein genutzt werden [62, S. 74]. Nach dem Abbruch wird Beton zu Großteilen in einer minderwertigen Qualität weiterverwertet. Genutzt wird die Recycling-Gesteinskörnung zu 53,8% im Straßenbau

und nur zu 0,8% als Gesteinskörnung für neuen Beton [13, S. 18]. Bei wiederverwendetem Beton ist der Stoffkreislauf nicht geschlossen, da aus gebrochenem Beton ohne Zugabe von neuem Zement kein neuer Beton entstehen kann [13, S. 19].

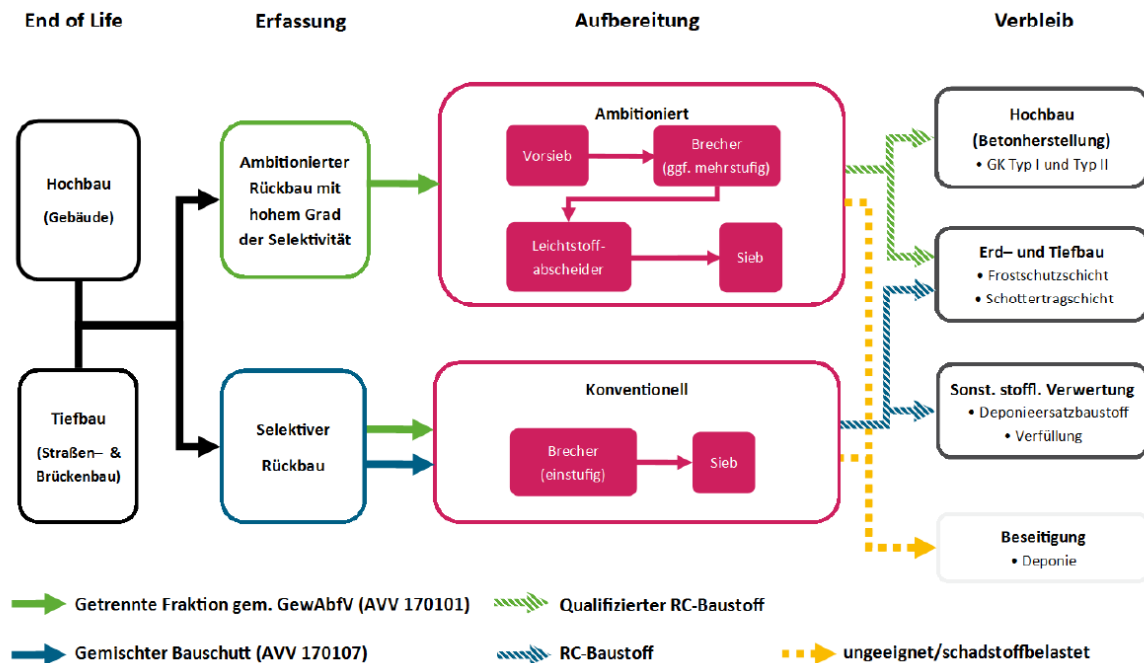


Abbildung 6: aktuelle und potenzielle Verwertungswege von Beton [57, S. 4]

Werden die gesetzlichen Grundlagen betrachtet, ist seit 2020 vorgeschrieben nicht gefährliche Bau- und Abbruchmaterialien zu 70 % zu verwerten [67, Art. 11 Abs. 2 (b)]. Diese Quote wird auch durch nachrangige sonstige stoffliche Verwertung erfüllt, die Verbleibmöglichkeiten werden in Abbildung 6 gezeigt. Lediglich die Deponierung und energetische Verwertung zählt nicht auf die Quote ein [13, S. 18]. Im engeren Sinn bedeutet Recycling die Rückführung eines Abfallstoffs in den Produktionsprozess [6, S. 21]. Beim primären Recycling wird durch ein rein mechanisches Verfahren derselbe Primärrohstoff wieder ersetzt, wie es durch die erneute Betonherstellung für den Hochbau der Fall wäre [47, S. 6]. Primärrohstoffe sind Rohstoffe, die aus natürlichen Reserven gewonnen wurden [61, S. 19]. Ein weiteres Verfahren ist das sekundäre Recycling, hierbei wird auch oft von Downcycling gesprochen. Es werden ebenfalls mechanische Verfahren angewandt, jedoch werden später Produkte niedrigerer Qualität hergestellt, z. B. bei der Nutzung für Erd- und Tiefbau. Bei dem tertiären Recycling werden Materialien in ihre chemischen Einzelheiten zerlegt und später wieder zusammengesetzt. [47, S. 6] Die letzte Möglichkeit ist das quaternäre Recycling, darunter wird die thermische Verwertung bzw. die Energierückgewinnung verstanden [40, S. 312]. Die letzten beiden Recyclingmöglichkeiten kommen für Beton nicht in Betracht, daher gibt es kein Äquivalent in der Grafik.

2.2.5 Rechtliche Einflüsse auf die Zirkularität

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz ist die öffentliche Hand dazu verpflichtet, Ressourcen und Materialien, die unter dem Einsatz von Recyclingmaterial hergestellt worden sind, zu bevorzugen, ebenso wie die, die sich durch Wiederverwendbarkeit auszeichnen [68, § 45 (2)].

Doch die Klassifikation von Ressourcen als Abfall erschwert eine Wiederverwendung massiv, da in diesem Fall andere rechtliche Rahmenbedingungen gelten. Vor Ort weiterverwendeter Bodenaushub gilt nicht als Abfall, im Gegensatz zu Bodenaushub, welcher von der Baustelle weggeschafft wurde [69, S. 36]. Auch durch den Abbruch werden Materialien rechtlich teils als Abfall deklariert und können damit nicht wiedereingebracht werden [70, S. 86]. Durch einen hohen Grad der Separierung lassen sich einzelne Bauteile extrahieren und die Abfallmenge reduzieren. Bei dem (Wieder-)Einbau von Bauteilen ist jedoch die Zulassung dieser relevant.

Die Zulassung von Bauteilen vereinfacht bzw. ist teilweise notwendig für die Einhaltung der deutschen Bauordnung, wie z. B. bei Brandschutztüren [71]. Normalerweise wird ein Bauteil für 5 Jahre zugelassen und die produzierende Firma kann die Zulassung ihres Produktes weiter verlängern. Diese Zulassung erlischt lediglich durch den Ablauf der Zeit, nicht durch einen Ausbau. [72] Demnach können Produkte, deren Zulassung weiterhin besteht auch wieder eingesetzt werden und erfüllen dort die Anforderungen z. B. an den Brandschutz.

Ein weiteres Problem des Wiedereinsatzes ist die Steuerbelastung. Es herrscht ein Ungleichgewicht zugunsten von Primärrohstoffen, welche wenig Arbeitskraft und viele Ressourcen brauchen und gegen Sekundärrohstoffe, welche viel Arbeitskraft und kaum neue Ressourcen benötigen, da nur Arbeitskraft besteuert wird [70, S. 86].

2.2.6 Zertifizierung von ressourcenschonendem Abbruch

Um die Nachhaltigkeit im Bauwesen zu erhöhen, existieren in über 100 Ländern *Green Building Councils* [73, S. 62]. In Deutschland ist dies die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB). Eines der Kernthemen des deutschen Green Building Councils, DGNB, ist die Zertifizierung, durch diese soll nachhaltiges Bauen messbar, vergleichbar und somit praktisch anwendbar sein [74]. Die Zertifizierung des DGNB wird international anerkannt [74]. Zusammen mit den Zertifizierungen des Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM) aus Großbritannien und dem Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) aus den USA bilden diese drei die weltweit am verbreitetsten Zertifizierungen [73, S. 62]. Die Zertifizierungen des DGNB werden vermehrt für Neu- und Sanierungsbauten angeboten, jedoch gibt es auch ein Zertifikat für Abbrucharbeiten. LEED und BREEAM bieten aktuell keine Zertifizierung für Rückbauvorhaben an [75, 76].

Beim Rückbau sind die Vorteile einer Zertifizierung nicht so offensichtlich, wie es für die investierende Instanz bei Neu- und Sanierungsbauten erscheint. Durch die Zertifizierung wird eine Vergleichbarkeit geschaffen, welche sich positiv z. B. bei der Beantragung von Fördermitteln auswirkt.

Bei der Zertifizierung werden fünf Themenfelder geprüft: Ökologie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Ökonomie, Technik und Prozesse [77]. Die Abbildung 7 fasst die Themenfelder grafisch zusammen. Besonders relevant für diese Arbeit ist, dass in dem Katalog von Kriterien für die Zertifizierung in vier Themenfeldern extra Punkte für die Unterstützung von Circular Economy vergeben werden. Diese sind folgende [77]:



Abbildung 7: Darstellung der Grundsätze eines nachhaltigen Gebäuderückbaus [74]

Soziokulturelle und funktionale Qualität:

- Information zur Förderung der Wiederverwertung: auf Plattformen, die Wiederverwendung fördern

Ökonomie:

- Generierung von Erlösen und Gewinnen durch die Abgabe von Bauteilen, -produkten, Einbauten oder Möbeln

technische Qualität:

- Aufbereitung und Verwertung von nicht-mineralischen Stoffströmen auf oder nahe der Baustelle
- Produkte werden im Rahmen einer Rücknahmelogistik zu dem jeweiligen Hersteller zurückgeführt
- Wiederverwendung maximieren

Prozessqualität:

- Anwendung digitaler Methoden (Nutzung von BIM und Nutzung von Apps auf der Baustelle)
- Übergabe der Dokumentation an die Verantwortlichen der Folgeneubauten
- integrale Betrachtung des Prozesses (Anlehnung an Lean Construction Prinzip)

2.2.7 Ansätze zur Rückführbarkeit

Abschließend für diesen Abschnitt der Theorie werden Möglichkeiten vorgestellt, die die Bereiche Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft bieten, um die Rückführbarkeit von Baustoffen und -teilen zu befähigen. Teile dieser Ansätze werden in der DGNB Rückbauzertifizierung bereits genannt.

Gesellschaftlich

Einige Ansätze für die Bauindustrie nannte der RNE, z. B. die Empfehlung konkrete Ziele für die Minderung von Primärrohstoffen auszustellen und den Aufbau von Rückbau- und Recyclingnetzwerken zu stärken [19, S. 10]. Einzelne Rückbau- und Recyclingnetzwerke gibt es bereits in Deutschland, restado und bauteilnetz e.V. sind dafür Beispiele [78, 79]. Beide Seiten bieten die Möglichkeit Bauteile oder auch Baustoffe auf deren Plattform einzustellen und aus einem Katalog ebendiese auszuwählen. Der Fokus der bauteilnetz e.V. liegt dabei neben dem Bauteilkatalog auf der Öffentlichkeitsarbeit und der Hilfestellung zum Aufbau neuer Bauteilbörsen [79]. restado bezeichnet sich als europaweit führender Marktplatz für Baustoffe aus dem Rückbau oder übriggebliebener Baustoffe [78]. Die Lagerung findet bei den Bauteilbörsen vor

Ort statt und bei restado in Kooperationen mit Bauteilbörsen oder in privatem Besitz. Zwei Bauteilbörsen (Berlin-Brandenburg und Hannover) sind sowohl Partner der bauteilnetz e.V. als auch von restado. [78, 79]

Wissenschaftlich

Im Unterabschnitt zu Rechtlichen Einflüssen wurde bereits die Deklaration als Abfall thematisiert. Eine Lösung dazu untersuchten Bao et al. mit dem On-Site Recycling. Dabei werden Abbruchmaterialien vor Ort direkt für die Herstellung neuer Materialien verwendet. Beim Einsatz von On-Site Recycling in Hong Kong wurde festgestellt, dass limitierte Möglichkeiten mit den recycelten Produkten zu handeln bestehen, der Business-Case labil und der Platz vor Ort beschränkt ist, sowie die Unterstützung der öffentlichen Hand und der des externen Recyclings fehlt. Möglichkeiten wiederum waren in diesem Fall die Weiterentwicklung von passgenauen Recyclingmöglichkeiten, der gesteigerte Wettbewerb mit den externen Recyclingmöglichkeiten, die Entwicklung einer Austauschplattform für Güter sowie mehr politische Unterstützung. [80]

Neben Forschungen, die sich auf CO₂-ärmeren bis CO₂-negativen Beton aus Restprodukten anderer Branchen fokussieren [81, 82], entwickelte HeidelbergCement eine Möglichkeit Altbeton zu zerkleinern und nahezu sortenrein in seine Bestandteile zu zerlegen, wobei der gewonnene Zementstein als Ersatz für Kalkstein in der Zementherstellung genutzt werden kann [83].

Weitere Forschungsansätze beschäftigen sich mit einer direkten Wiederverwendung von Betonteilen. Suchorzewski et al. untersuchten dies in Schweden, mit dem Ergebnis, dass vorgespannte Fertigbauteile besonders hohes Potenzial zur Wiederverwendung bieten, auf Grund der geringen Risse und der guten Demontierbarkeit [84]. Zusätzlich betonten Küpfer et al., dass die Wiederverwendung von Betonteilen ein notwendiger Weg für Nachhaltigkeit und Zirkularität, gleichzeitig aber auch ein unterrepräsentiertes Feld in der Nachhaltigkeitsbetrachtung ist [85]. Weiterhin wurde in der Schweiz die Möglichkeit untersucht, Ortbetonbauten (vor Ort gegossenem Beton) in Blöcke zu schneiden und dann als Brücke bzw. Fahrbahnbelag zu nutzen [86].

Wirtschaftlich

Die Entsorgung verwendeter Bauprodukte ist häufig mit Kosten verbunden und nur wenige Materialien, wie z. B. Altmetall werden von Schrottplätzen angekauft. Trotz dessen setzen sich einzelne Firmen für die Wiederverwendung ihrer Produkte ein. Firma Veka hat den Materialkreislauf ihrer Fenster- und Türprofile untersucht und einen Weg gefunden das Material nahezu vollständig bis zu 7-mal weiter zu verwerten, wodurch lässt sich die Lebensdauer auf 280 Jahre erhöhen, unter der Annahme einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 40 Jahren [87]. Dazu ist die Firma Gesellschafter der Initiative rewindo, die als Zusammenschluss von deutschen Kunststoffprofilherstellern ein Annahmenetzwerk für alte Fensterrahmen, Rollläden und Türen stellt [88]. Da PVC der am Meisten verwendete Kunststoff in der Bauindustrie ist, und hier bereits Technologie und industrielle Erfahrung besteht, gibt es mehrere Anbieter, die

sich mit dessen Recycling beschäftigen [89, S. 69]. Dabei gibt es jedoch keine Firmen, die ihre eigenen Produkte zurücknimmt.

Anders bei den Firmen Rigips und Isover, sie garantieren ab 2023 erworbene Produkte nach dem Rückbau wieder anzunehmen, Voraussetzung hierfür ist die Sortenreinheit und Trockenheit der Dämm- und Gipsprodukte [90].

Für Patrick Bergmann, Geschäftsführer von Madaster Deutschland, setzt HeidelbergCement (s. Urban Mining) auf einen Trend, der in Zukunft immer stärker werden dürfte: „Die Hersteller von heute werden die Recyclingunternehmen von morgen sein.“ [91].

Eine Rücknahmepflicht, wie sie für Autohersteller und Fahrzeuge ihrer Marke gilt [92, §3 (1)], gibt es in der Bauindustrie jedoch noch nicht.

2.3 Material als werthaltige Ressource

Im vorherigen Abschnitt wurde dargestellt, welche Rohstoffkreisläufe in Deutschland vorhanden sind, und durch welche Komponenten diese beeinflusst werden. In diesem Abschnitt wird genauer auf den monetären Faktor eingegangen. Dazu wird das Konzept Urban Mining genauer betrachtet und inwiefern vorhandene Materialien und Ressourcen in eine strategische Bewirtschaftung eingebettet werden können. Es wird zunächst Urban Mining als Konzept vorgestellt, dann die vorhandenen Ressourcen betrachtet und abschließend, wie aus den vorhandenen Ressourcen Wert generiert wird.

2.3.1 Urban Mining

Es wurde im Unterabschnitt Kreislaufbedarf dargestellt, dass die nächsten Jahre der Stoffstrom, der als Output aus dem Hochbau entsteht, stark anwachsen wird. Gleichzeitig findet eine Verschiebung in Ballungsräume statt und damit der Bedarf an Wohnraum in diesen. Urban Mining beschäftigt sich mit der Rückgewinnung von verwend- oder verwertbaren Baumaterialien und Bauteilen aus der gebauten Umwelt, welche nicht kreislaufgerecht konzipiert und errichtet wurde [61, S. 21]. Das Umweltbundesamt bezieht Urban Mining nicht nur auf Gebäude, sondern alle Güter im anthropogenen Lager. Dabei unterteilt es das anthropogene Lager in drei Klassen zuerst genutzte Lagerstätten, Güter in Verwendung, als Zweites das ungenutzte anthropogene Lager, Güter, die nicht mehr verwendet, aber auch nicht entsorgt wurden und als Drittes anthropogene Ablagerungen, wie z. B. Deponien oder Bergbauhalden [93]. Bereits 2015 wurde das anthropogene Lager in Deutschland kartiert, um eine Grundlage für die Sekundärrohstoffherstellung zu bekommen, und diese integral bewirtschaften zu können [94]. Demnach geht Urban Mining insofern weiter als die Abfallwirtschaft, als dass Stoffströme prognostiziert und daraus bestmögliche Verwertungswege abgeleitet werden [95].

Für den Umgang mit existierenden Gebäuden als Materiallager ist nach Rose und Stegmann eine Datenbank notwendig, die gefüllt wird mit Informationen aus pre-redevelopment audits (Audit vor Sanierungen/Abbruch), aus Bestandsforschung und Scan-to-BIM (s. BIM beim Abbruch) [96, S. 133].

Die Stadt Heidelberg hat sich dem Thema Urban Mining durch ein Pilotprojekt „Circular City Heidelberg“ genähert. Das Ziel ist die Erstellung eines digitalen Gebäudekatasters, um den aktuellen Gebäudebestand in Zukunft als Rohstofflager nutzen zu können. Durch das Wissen, welche Materialien in welcher Qualität und Menge bei einem Abbruch erwartet werden, sollen sich Deponien und Aufbereitungsanlagen daran anpassen können, durch regionale Lieferketten die regionale Wertschöpfung erhöht werden und auch neue Geschäftsmodelle angestoßen werden. [97] Begonnen wurde bei dem Stadtteil Patrick-Henry-Village, dort wurden 325 Gebäude aufgenommen und die Qualität der Materialien bestimmt. Es wurde festgestellt, dass es 465.884 t Material in dem Stadtteil gibt, wovon ca. die Hälfte Beton ist, ca. 1/5 Mauersteine und 5 % Metalle. [98] Diese Datenerhebung soll nun auf die restliche Stadt ausgeweitet werden. Dies erfolgt durch den für diesen Zweck entwickelten Urban Mining Screener der Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA), das Softwareprogramm schätzt die materielle Zusammensetzung auf Grundlage von Gebäudedaten wie Bauort, Baujahr, Gebäudevolumen und Gebäudetyp. Die Daten können und werden kontinuierlich ergänzt, die Grundlage bildeten verschiedene Datenbanken, wie z. B. solche aus Begehungen und Ökobilanzen. Für diese Vorgehensweise müssen keine Privatgrundstücke betreten werden. In einem anderen Projekt von EPEA wurden Abweichungen der Datenlage von 15 – 20 % festgestellt. [99] Zu den Kooperationspartnern dieses Projektes zählen außer EPEA noch Madaster und HeidelbergMaterials [97]. Der Geschäftsführer von HeidelbergMaterials sieht Beton als „viel zu wertvoll, um ihn bei Umbau oder Abbrucharbeiten auf der Deponie oder im Straßenunterbau zu entsorgen“ [91].

2.3.2 Vorhandene Werte

Welche Möglichkeiten für die Verwertung bestehen bzw. woran geforscht wird, wurde in Unterschnitt Ansätze zur Rückführbarkeit beschrieben. Der Architekt Thomas Rau nennt in dem Buch „Material Matters“ ein Beispiel, bei dem sein Architekturbüro bei einem Gebäude, welches mit einer Million € Abbruchkosten berechnet war, einen Materialwert von 600.000 € feststellen konnte [30, S. 135]. Öffentliche Belege gibt es für dieses Beispiel nicht, daher lässt sich die Information nicht validieren.

Die Wertentwicklung eines Gebäudes ist unter der Annahme einer zirkulären Wirtschaft höher als in der konventionellen Wertbetrachtung [100, S. 91]. Vorhandene Ressourcen werden mit zunehmender Ressourcenknappheit oder Lieferengpässen an Wert gewinnen. Auch durch den zunehmenden Fokus auf Zirkularität und durch neue Forschungserkenntnisse, wie z. B. neue Möglichkeiten aus vorhandenem Beton wichtige Komponenten für neuen Beton zu gewinnen, gewinnen die verbauten Rohstoffe an Wert. Durch die Betrachtung im Nachhinein können die Gebäude als Materialmine gesehen werden. Wird schon vor dem Bau darauf geachtet, rückbaugerecht zu bauen, so können Gebäude als Materialdepots gesehen werden [30, S. 136]. Alleinig durch einen sortenreinen Neubau lassen sich die Probleme, die durch die Linearwirtschaft entstanden sind, nicht lösen. Jedoch ließe sich durch die Bereitstellung von

Sekundärrohstoffen das Geschäftsfeld der Entsorgungswirtschaft erweitern und ein weiteres umweltpolitisches Standbein schaffen [101, S. 14].

2.3.3 Wertsicherung

Um Gebäude zu Materialdepots zu entwickeln, wurden bereits einige Planungshandbücher erarbeitet. Auch wurden vereinzelt sortenreintrennbare Bauwerke gebaut. Noch 2017 wurde die Circular Economy in der Baubranche noch als junges Forschungsgebiet beschrieben [102, S. 588]. Deshalb gibt es wenig Erfahrungswerte über den Rückbau von sortenreinen Gebäuden, da Gebäude durchschnittlich mit einer Lebensdauer von 40 – 60 Jahren geplant werden.

Ein Beispiel für einen Bau mit vollständigem Rückbau gibt es bereits. Für die Dutch Design Week 2017 sollte ein Pavillon als Hauptveranstaltungsort konstruiert werden und gleichzeitig hohe Ansprüche an die Rückbaubarkeit erfüllen. Für neun Tage wurde ein Gebäude errichtet, welches ohne Schrauben, Kleber, Sägen oder Bohren auskommen musste, damit alle Materialien unbeschädigt bleiben und nach der Veranstaltungswoche wieder an die Hersteller zurückgegeben werden konnten. [103, 155ff] Ein weiteres Beispiel bietet die niederländische Gemeinde Brummen, die 2013 den Erweiterungsbau des Rathauses so konzipiert haben wollte, dass dieser nach 20 Jahren eventuell wieder zurückzubauen ist, weshalb die Zulieferer verpflichtet wurden, Bauteile so zu konzipieren, dass sie sie nach 20 Jahren wieder zurücknehmen [30, S. 132].

Im Atlas Recycling werden drei beispielhafte Kostenvergleiche für Gebäude (Schule, Einfamilienhaus und Bürogebäude) jeweils für eine konventionelle Bauweise und eine recyclinggerechte Bauweise verglichen. In allen drei Beispielen lässt sich deutlich erkennen, dass die Errichtung des recyclinggerechten Bauens teurer ist. Die kumulierten Kosten für Errichtung und Instandhaltung (Grundlage 50 Jahre Lebenszyklus) fallen bei Schulen und Bürogebäuden zugunsten des recyclinggerechten Bauens aus. Die Abbruch- und Entsorgungskosten für die Gebäudetypen nach konventioneller Bauweise sind bei allen Beispielen deutlich höher als bei den Recyclinggerechten. Die Gesamtkosten eines recyclinggerechten Gebäudes liegen dann bei allen drei Beispielen deutlich unter denen eines konventionellen Gebäudes. [56, 128ff] Zusätzlich kann der Einsatz von recyclinggerechten Materialien bei öffentlichen Bauten ein Impulsgeber für die Kreislaufwirtschaft sein [13, S. 17].

Dieses Beispiel zeigt nicht direkt eine Wertsicherung, sondern eher eine Kostenreduktion. Derzeit decken die Einnahmen durch den Verkauf der zurückgebauten Materialien noch nicht die erhöhten Personalkosten. Bei zunehmender Verknappung werden vorhandene Ressourcen immer teurer. Auf Grund des hohen Rohstoffhungers ist davon auszugehen, dass Technologien, die vorhandene Rohstoffe möglichst effizient aufbereiten, immer ausgefeilter werden. Demnach zählen dann auch vorhandene Rohstoffe immer stärker in das Angebot mit rein und werden langfristig stark im Wert steigen.

Beispielhaft kann hier Kupfer betrachtet werden. Da Kupfer ohne Qualitätsverlust unendlich oft recycelt werden kann, hat es recht hohen Schrottpreis. Es wird vermutet, dass die natürlichen Kupferreserven zwischen 2030 und 2050 versiegen werden [56, S. 123, 104, S. 37], was den Preis abermals steigert. Im Vergleich zu 2000 ist der Preis bereits um das 4,8-fache gestiegen. Trotzdem ist weltweit viel Kupfer auf Deponien gelandet, geschätzt wird es auf die 20-fache Menge der Weltproduktion von 2010 [104, S. 38]. Vor dem Hintergrund der steigenden Nachfrage für die Elektromobilität wurde als Lösung Urban Mining vorgeschlagen [104, S. 38]. Es ist zu erwarten, dass diese Entwicklung auch bei anderen Rohstoffen vorkommen wird. Kupfer hat in der Architektur eher kleine Einsatzgebiete wie z. B. Leitungen und Kabel, aber auch Dächer, Fassaden oder Regenrinnen sind möglich.

Hier lässt sich ein Kreis schließen, denn je sortenreiner die Materialien verbaut und somit auch zurückgebaut werden können, und je einfacher damit das Recycling wird, desto höher wird beim Rückbau auch der Wert sein.

2.4 Digitalisierung in der Baubranche

Dieser Abschnitt gibt einen allgemeinen Überblick über Digitalisierung in der Baubranche. Dazu wird zunächst der aktuelle Status betrachtet, dann für einen Abbruch relevante Tools vorgestellt. Nachfolgend wird die Bedeutung von Plattformlösungen dargestellt, da diese eine Möglichkeit der Materialdistribution darstellen. Danach folgt eine Erläuterung zu BIM, was einen relevanten Teil der Digitalisierung in der Baubranche einnimmt. Abgeschlossen wird der Abschnitt durch den Materialpass, in welchem Daten über ein Gebäude zusammengefasst werden.

2.4.1 Aktueller Status

Die Baubranche hat das Image recht träge gegenüber Veränderungen zu sein. Zum Beispiel ist Energieeffizienz einer der wichtigsten Hebel in Bezug auf die Einhaltung der Emissionsziele der Branche. Trotzdem werden pro 1 \$ für Energieeffizienz 37 \$ in konventionelle Bauweise investiert [105]. Dies zeichnet sich auch in Bezug auf die Digitalisierung der Branche ab. In Deutschland ist die Baubranche die am wenigsten digitalisierte Branche [106, S. 4]. Die größte Hürde für die Digitalisierung sind die Kosten, sowohl für Softwarelizenzen, als auch für den Aufbau von Equipment oder für beratende Personen aus der IT-Branche [107, S. 101]. Dem gegenüber steht die erhöhte Genauigkeit und Vertrauenswürdigkeit, die durch Digitalisierung erreicht werden kann, ebenso wie die Erhöhung von Qualität und Standards [107, S. 100]. Trotz der geringen Digitalisierung gibt es viele Ansätze, wie diese in der Branche nützlich werden kann. Darunter zählt der Einsatz von Drohnen, von künstlicher Intelligenz, von Robotik, Augmented Reality und 3-D-Druck [108, S. XXf]. Und besonders auch BIM (s. 2.4.3). Nur wenige der Innovationen beziehen sich auf Abbruchmaterialien. Dabei bremsst dieser Bereich die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in der Baubranche mit dem Faktor Technologie, da hier Prozesse, Werkzeuge und Praktiken fehlen, die Abbruchabfälle einbeziehen [18, S. 11]. Dazu zählen zum Beispiel die fehlenden Werkzeuge um automatisch Materialien identifizieren und

klassifizieren zu können oder auch die Komplexität der Materialien und Konstruktionen abzubilden [18, S. 5]. Hierbei könnte der Einsatz von einer Datenbank, so wie sie im Unterabschnitt Urban Mining erwähnt wurde, helfen. Die Kombination von einer Datenbank, die Materialdaten enthält und zusätzliche aus BIM und Scandaten sammelt, mit physischen Materialbanken zur Wiederverwendung von Bauressourcen wurde als Verbindung von Urban Mining mit Digitalisierung und mögliche Lösung für die Schließung von Kreisläufen betrachtet [109]. Ebenfalls eine Kombination aus BIM und Materialpass entwickelten auch Kovacic et al. [110]. Abbildung 8 zeigt den Aufbau des erstgenannten Vorschlags:

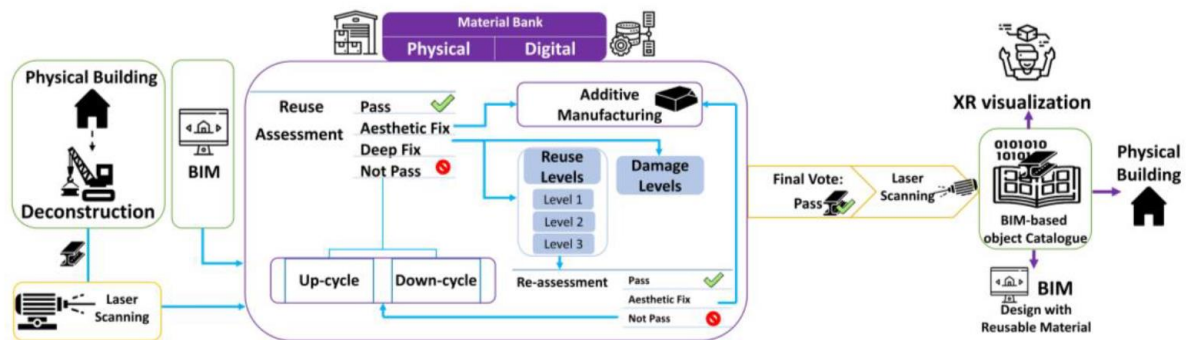


Abbildung 8: Entwurf einer Materialdatenbank [109, S. 352]

Zur Umsetzung einer solchen Materialdatenbank spielt BIM eine wichtige Rolle, ebenso wie Daten über Materialien zu sammeln. Die Elemente, die zur Umsetzung einer solchen Materialdatenbank benötigt werden, werden im Folgenden näher betrachtet. Digitale Plattformlösungen bieten eine Möglichkeit der digitalen Materialbank, wie sie in Abbildung 8 in lila dargestellt ist. Während BIM Daten über Bauteile und Materialien zusammenstellt. Der Materialpass, welcher den Abschnitt abschließt, stellt eine niedrighschwelligere Lösung zu BIM dar und lässt sich gleichzeitig aus einem BIM – Modell erstellen.

2.4.2 Rolle von digitalen Plattformlösungen

Eine digitale Plattform wird definiert als ein Geschäftsmodell, welches durch digitale Technologien die Interaktion zwischen zwei oder mehr Marktseiten ermöglicht und dessen Nutzen maßgeblich durch Netzwerkeffekte geprägt ist [111, S. 27]. Der Bau- und Immobilienbranche bieten Plattformen u. a. die Möglichkeit Ineffizienzen in Logistikprozessen und mangelnde Informations- und Datenlage zu verbessern [112, S. 97]. Relevante Formen von Plattformlösungen für die Bauindustrie sind z. B. Lead- & Auftragsplattformen, dessen Ziel es ist Unternehmen mit potenziellen Auftraggebern zu verbinden, oder Kooperationsplattformen, bei denen der Communitygedanke im Vordergrund steht [113, S. 386]. Je kleiner und undurchsichtiger ein Markt ist, desto mehr kann eine Plattformlösung zu dessen Erfolg beitragen [114, S. 85]. Wichtig für beide Arten von Plattformen sind die Netzwerkeffekte, die eine Plattform mit sich bringt. Diese können selbstverstärkend wirken, je mehr Teilnahme von einer Marktseite vorhanden ist, desto attraktiver ist die Plattform auch für die andere Marktseite [111, S. 34].

Plattformangebote, in Bezug auf diese Arbeit, können sich besonders auf die Weitervermittlung von Bauteilen beziehen. Dies kann wie eine digitale Bauteilbörse begriffen werden, die neben Materialien, wie Sand oder Kies, auch ganze Bauteile führt. Beispielhafte Angebote in diesem Service kommen von der bauteilbörse e.V. und Concular. Die bauteilbörse e. V. ist bereits im Unterabschnitt Ansätze zur Rückführbarkeit erläutert worden. Concular bietet Leistungen wie die Bestandserfassung und Analyse, Rückbau und Materialvermittlung sowie Beratungen und Zertifizierungen an [115]. Damit bietet das Unternehmen zusätzlich zur Plattform, die der Vermittlung dient, auch den Service über den Verkaufsprozess an.

Eine weitere Plattform wird durch das Unternehmen Madaster betrieben. Das Unternehmen hat sich darauf spezialisiert, Gebäudedaten von Kunden durch deren Datenbank zu verknüpfen, um Auswirkungen der Materialien sowie Nachhaltigkeits- und Zirkularitätsziele ableiten zu können [116]. Zusätzlich wurde die Madaster Foundation gegründet, eine Non-Profit Organisation, ebenso wie Madaster mit dem Sitz in den Niederlanden, welche den Auftrag hat die internationale Ausweitung, Kommerzialisierung und Geschäfte von Madaster zu überwachen und zu unterstützen [117]. Es sollen außerdem durch die Madaster Foundation Standards für die Dokumentation von Materialien gesetzt werden [30, S. 143]. Für die Plattform wurde Madaster 2018 in der Kategorie „Tech for Social Impact“ des Digital Top 50 Awards ausgezeichnet [118].

2.4.3 Building Information Modeling

BIM ist ein auf einem 3-D-Modell basierender Prozess, der Informationen und Werkzeuge für Planung, Entwurf, Konstruktion, Verwaltung und Betrieb von Gebäuden und Infrastrukturen bereitstellt [7, S. 216]. Es existiert seit dem Jahr 2002 und ist die Weiterentwicklung des Bauplanungsstandard CAD [119, S. 2]. Die Nutzung von BIM ist und wird der Standard zur Digitalisierung des Gebäudes und aller Prozesse der Wertschöpfung [120, S. 601]. Es wird auch als Schlüssel zu ressourcenschonendem, günstigeren und hochwertigeren Bauprojekten gesehen [121, S. 213]

Durch BIM werden bereits bei der Planung Daten eines Gebäudes erfasst. Dies funktioniert auch im Nachhinein, jedoch unter größerem Aufwand. Unterlagen, die beim Zeitpunkt des Baus eines Gebäudes dem/der EigentümerIn zur Verfügung gestellt werden, sind später häufig nicht verfügbar, unvollständig oder unzuverlässig [96]. So gehen wertvolle Informationen verloren und beim Abbruch besitzt das Material keine Identität mehr. Durch eine Identität werden Materialien messbar und nutzbar, und können effizienter weiter vermittelt werden [2, S. 532].

2.4.3.1 Marktentwicklung von BIM

BIM ermöglicht Gebäude digital zu planen und virtuell zu bauen und zu betreiben. BIM basiert auf einem 3-D-Modell des Gebäudes. Durch den Faktor Zeit, im Sinne einer optimierten Bauzeitenplanung, kommt eine 4. Dimension hinzu und bei 5-D die Erfassung der Kosten. Bis 9-

Existieren Definitionen wie BIM gefasst werden soll, danach wird es mit nBIM betitelt – weitere Faktoren hierfür werden sich mit der Zeit entwickeln. Daten sind dabei das strategische Kapital, welches beim qualifizierten Einsatz das Werkzeug für Prozess- und Ergebnisoptimierung ist. [120, S. 602] In einigen Ländern, wie den USA, UK und in skandinavischen Ländern, ist BIM als Standard etabliert. Es wird als stille Revolution betitelt, die sich zuerst in der Planung, dann bei den Baufirmen und später auch beim Kunden ausbreitet. [119] Auch der wirtschaftliche Erfolg sollte nicht außer Acht gelassen werden. Die Baubranche ist weltweit der größte Wirtschaftszweig [122, S. 7], und damit steckt auch ein großes Kapital in diesem Bereich. Forschungsbereiche von u. a. Google und Amazon zeigen ein gesteigertes Interesse am Bausektor und suchen nach mehr Präsenz am Markt [119, S. 2]. Der Größenvergleich in Abbildung 9 zeigt das Verhältnis des Kapitals im Vergleich zum Informations- und Kommunikationstechnik (ICT)-Sektor – und auch, dass BIM bereits einen nicht zu ignorierenden Einfluss erlangt hat.

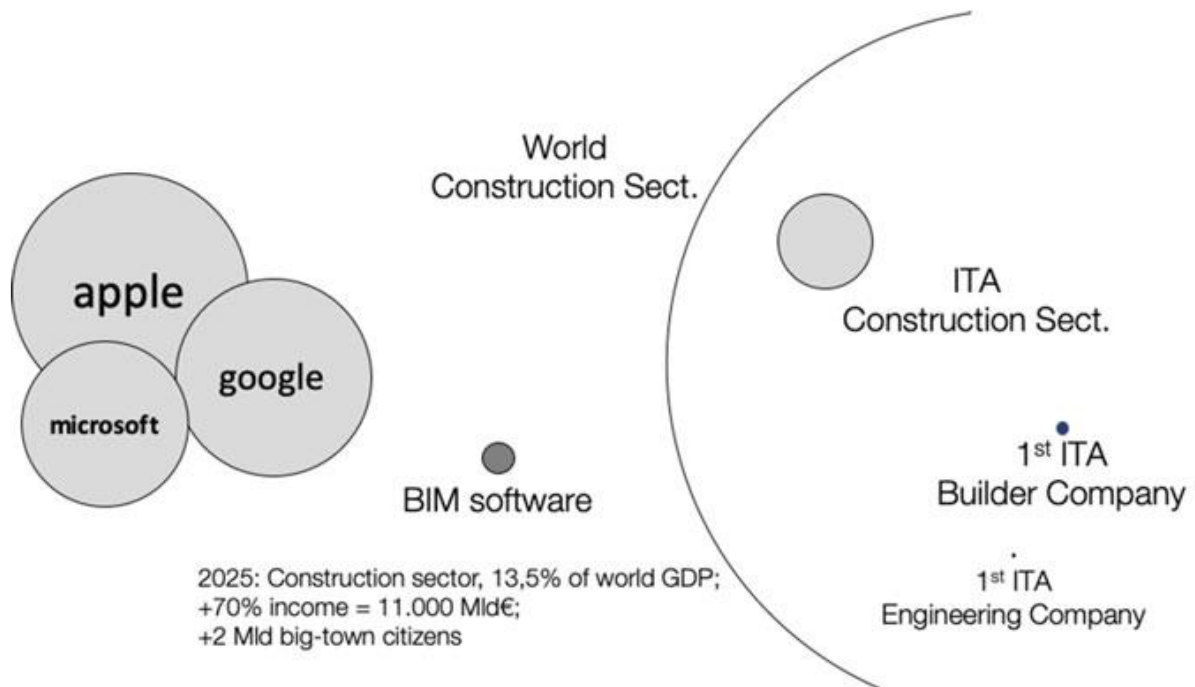


Abbildung 9: Vergleich des Kapitals vom ICT Sektor und dem Bausektor [119, S. 3]

2.4.3.2 Erstellung BIM für Bestandsgebäude

BIM bietet einen hohen Detailgrad der Informationen über ein Gebäude. Es ist zu jedem Zeitpunkt transparent, welche und wie viele Materialien in einem Produkt oder einer Komponente verbaut sind, außerdem woher das Material stammt, ob es bearbeitet wurde und an welcher Stelle im Gebäude es sich befindet [30, S. 134]. Doch dieser Detailgrad macht auch eine Erfassung von Bestand deutlich komplexer als z. B. das Erstellen eines Materialpasses, welches sich lediglich auf die Aufarbeitung der Bestandsdaten beschränkt. Durch 3-D-Laserscanner wird eine zunehmend automatisierte und effiziente Erfassung von Bestandsdaten und die Umwandlung in BIM ermöglicht (Scan-to-BIM) [123, S. 221]. Die Messungen finden vor Ort statt und bedürfen einer vorherigen Prüfung der Bestandsunterlagen und einer Objektbegehung,

für eine genaue Erfassung, wenn die Ansprüche an die Modellierung höher sind (in allen Fällen außer beim Abbruch) ist außerdem eine Anbringung von Zielmarkern (Messtechnik) vor dem Laserscan nötig [124, S. 76]. Die Laserscanner können eine Punktwolke aufnehmen, also viele Punkte in einem Vektorraum, die dann die Grundlage für die Modellierung bilden. Für die Umsetzung von dem Laserscan zum BIM-Modell wird empfohlen außer der Punktwolke noch eine Fotodokumentation und die Bestandsunterlagen hinzuzuziehen [125, S. 566]. Die Stadt Duisburg hat für die Erfassung ihres Rathauses in BIM die äußeren Laserscans per Drohne durchgeführt [126]. Auf Grundlage von den erstellten Punktwolken kann dann eine stufenweise Modellierung vorgenommen werden. Der entscheidende Unterschied zwischen einem geometrischen Modell und einem objektbasierten BIM-Modell ist die Attributzuweisung einzelner Bauteile und die Kategorisierung dieser Bauteile. Die Attribute der Bauteile, wie z. B. Materialgüte, Profilabmessungen, Bauteillängen werden zur Grundlage für spätere Auswertungen. [125, S. 569] Die unbearbeitete Punktwolke ist momentan nahezu nutzlos ohne die nachträgliche händische Bearbeitung des Modells. Damit ist die Datenerfassung und -speicherung mit hohem Zeit- und Geldaufwand verbunden, jedoch bringt die konsequente Erfassung von Materialdaten den EigentümerInnen zeitliche und finanzielle Vorteile [127].

2.4.3.3 BIM beim Abbruch

Da BIM in Deutschland noch nicht in der Fläche angewendet wird, liegt häufig der Fokus eher auf der Planung, da dort BIM im Verhältnis mit weniger Aufwand etabliert werden kann. Doch auch für Abbrüche kann BIM nützlich sein, z. B. für die Kalkulation der entstehenden Abbruchabfälle sowie die Schätzung der Entsorgungskosten und der Anforderungen an die Entsorgung, da dies durch den Einsatz von BIM deutlich vereinfacht wird [128]. Im Gegensatz zur Planungs- oder Betriebsphase werden in der Abbruchphase nur Informationen aus dem BIM gezogen, u. a. Informationen über Materialien, Verbindungen und Statik, jedoch normalerweise keine Informationen neu hinzugefügt [129, S. 2027]. Der Aufwand für die Erstellung eines BIM Modells allein für den Abbruch lohnt sich aktuell noch nicht. Dafür ist es zuerst nötig die Erstellung eines BIM Modells auf die Anforderungen für den Abbruch anzupassen, ganz besonders muss der Aufwand an Personalkosten erheblich reduziert werden.

In einer Studie über BIM basierte Tools für Bau- und Abbruchabfälle wurde untersucht, dass die aktuellen Forschungen sich viel mit den technologischen Aspekten von BIM beschäftigen, jedoch deutlich mehr Forschung in Tools gesteckt werden muss, um eine Lösung für die größte Herausforderung – die Bau- und Abbruchabfälle – finden zu können. Die Entwicklung von BIM-basierten Tools für das Managen von Bau- und Abbruchabfällen wird in der Forschung recht wenig betrachtet, nur 4 % der Publikationen, die die Themen BIM und Bau- und Abbruchabfälle enthalten, beschäftigen sich aktuell mit solchen Tools. Andere Forschungen gehen u. a. in die Richtung, welche Möglichkeiten das Wissen über Bauteile aus BIM-Prozessen für den Abbruch bzw. mögliche Wieder und Weiterverwertung genutzt werden kann. [130]

Trotz dieser geringen Repräsentanz in der Anzahl der Publikationen, betonen einige Forschungen die Bedeutung von BIM, um die Stoffkreisläufe, angefangen bei den Abbruchmaterialien, zu schließen. Kovacic et al. sehen BIM bereits als fest etabliert, jedoch benötigt es für die Nutzung im Bereich der Abbruchmaterialien eine höhere Automatisierung, z. B. beim Scan-to-BIM, um das große Potenzial dahinter entfalten zu können [110]. Auch Rose und Stegemann kommen zu dem Schluss, dass die Datenbereitstellung durch BIM die Wiederverwendung erleichtern wird und benötigte Lösungen ermöglicht, ebenso wie BIM eine Grundlage für deren vorgeschlagene Datenbank stellt (s. Aktueller Status) [96]. Dieses Ergebnis unterstützen Akbarieh et al. und fügen weiter hinzu, dass ohne technologiebasierte Automatisierung eine globale Wiederverwendung nicht möglich ist. Außerdem sehen sie BIM als Plattform, die den Outcome anderer, z. B. additiver Fertigungstechniken wie IoT oder RFID aufbereitet und für andere Technologien verfügbar macht. Dadurch ermöglicht BIM die Transformation, sowohl durch die Datengrundlage für einen Markt von wiederverwendbaren Materialien als auch die Visualisierungsmöglichkeit für zirkuläres Design [109]. Auch ein Forschungsprojekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt kommt zu dem Schluss, dass BIM als Methode wesentlich zur zukünftigen Optimierung von Stoffkreisläufen beiträgt [131].

2.4.3.4 Abgrenzung BIM vom digitalen Zwilling

Die Bauindustrie hat mit BIM bereits einige Fortschritte in die statische Informationsverarbeitung gebracht, dies gilt es zu nutzen um einen höheren Grad der KI-Implementierung anzustreben [132, S. 12]. Um einen digitalen Zwilling von einem Gebäude zu erstellen, ist die effizienteste Möglichkeit dies auf BIM aufzubauen [133]. Die Entwicklung von BIM zu einem digitalen Zwilling eines Gebäudes wird von Durmisevic et al. in sechs Stufen aufgeteilt. Die erste Stufe besteht aus BIM als Konstruktions- und Designtool, weiterentwickelt mit einer Simulationmöglichkeit ermöglicht BIM den Betrieb eines Gebäudes und in der dritten Stufe durch Sensoren eine Echtzeitauswertung. Die vierte Stufe besteht dann in der Verbindung mit künstlicher Intelligenz, die Entscheidungsverfahren enthält und Vorhersagen treffen kann. Erst in der fünften Stufe wird von einem digitalen Zwilling gesprochen, dies inkludiert Optimierung und Interaktion. [134, S. 61] Bisher wird noch an Ansätzen und Konzepten geforscht, welche Eigenschaften ein optimaler digitaler Zwilling der gebauten Umwelt besitzen müsste [134, S. 70].

2.4.4 Materialpass

Der Materialpass stellt ein weiteres Instrument dar, um Bauteilen eine Identität zu geben und somit eine hochwertige Wiederverwendung zu erwirken. Zunächst wird der Ausdruck definiert und abgegrenzt von ähnlichen Konzepten. Darauffolgend werden Möglichkeiten der strukturellen sowie praktischen Umsetzbarkeit vorgestellt.

2.4.4.1 Begriffsdefinition und -abgrenzung

Materialpass ist ein digitales Inventar aller in einem Gebäude verbauten Materialien, Komponenten und Produkte mit detaillierten Informationen über deren Mengen, Qualität, Behandlung,

Abmessungen, Positionen und Nutzungsgeschichte [61, S. 18]. Die Materialpässe eines Gebäudes sollten bestmöglich in einer digitalen Hausakte gehalten und geführt werden [135]. Die Daten für den Materialpass bestehen aus geometrischen Daten und Materialdaten, die sich aus der Kombination der Daten des BIM-Modells mit einer Datenbank über das Recyclingpotenzial und potenziellen Umwelteinwirkungen eines Materials ergeben [136, S. 3].

Materialkataster bilden regionale Materiallager und -flüsse im Bauwerksbestand ab. Außerdem beziehen sie sich auf größere zusammenhängende Bestände, innerhalb derer bei den erfassten Gebäuden alle Phasen des Lebenszyklus zeitgleich auftreten können [137, S. 21]. Es entscheidet sich nach dem Anwendungszweck, welche Daten benötigt werden und somit auch, wie man diese erheben sollte. Bei Materialkatastern stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung, zum einen eine bottom-up oder eine top-down Berechnung. Bei bottom-up werden auf Grundlage von bauwerkstypologischen Kennzahlen Hochrechnungen erstellt, dazu werden Geo- und Sachdaten herangezogen [137, S. 191]. Je nach Gebäude Typ und Alter gibt es sehr unterschiedliche Mengen und Zusammensetzungen von Material [58, S. 34]. Bei der top-down Analyse werden Materialflüsse aus ökonomieweiten Daten genutzt, es lassen sich besonders gut Materialflüsse darstellen [137, S. 191].

Zusammenspiel mit BIM Die Definition Building Information Modeling besagt, dass BIM ein Prozess ist und somit ist es ein vielschichtiges Werkzeug, welches weiterführende Ziele hat als die Inventarisierung von Materialien. BIM bietet einen Teil der Datengrundlage für die Erstellung eines Materialpasses, aus einem Modell kann die Anzahl und Menge von Baumaterialien extrahiert werden. Doch auch ohne BIM ist die Erstellung eines Materialpasses möglich, dabei können die Daten, die aus BIM automatisch erstellt werden, händisch in einer Excelliste eingepflegt werden. Dies ist besonders für Bestandsgebäude relevant, von denen es keine BIM-Planung gibt.

2.4.4.2 Möglichkeiten der Umsetzbarkeit

Aktuell gibt es in Deutschland wenig allgemein anerkannte Lösungen für die Bereitstellung und Weitergabe von Informationen zu relevanten Gebäudemerkmalen. Dazu gehört der Energieausweis, mit einer „befriedigenden Zufriedenstellung“ außerdem gibt es einen Schallschutzpass und einen Hochwasserpas. Doch für die Beschreibung von Materialien oder Stoffströmen gibt es keine Vorgehensweise. [137, S. 81]

Die aktuelle Koalition möchte einen digitalen Gebäuderessourcenpass einführen [138, S. 71], ein Äquivalent zu dem hier beschriebenen Materialpass. Ebenfalls schlägt der RNE eine zukünftige breite Nutzung von Materialkatastern und Ressourcenpässen harmonisierte Vorgaben für die Instrumente in der digitalen Gebäudeplanung (BIM) vor [19, S. 12]. Das Umweltbundesamt ergänzt diesen Punkt noch und fordert zusätzlich die Aufnahme der Anforderungen in Nachhaltigkeitsbewertungssysteme, Förderprogramme sowie in die besonderen Leistungen gemäß Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) [135]. Außerdem wird ange-

merkt, dass Materialkataster besonders erfolgreich sind, wenn sie im Rahmen von Förderprogrammen etabliert werden und dann in kommunaler Obhut verbleiben sowie wenn Nebenanforderungen in Ausschreibungen von Stadtumbau- und Strukturwandelprojekte aufgenommen werden [135]. Der RNE empfiehlt außerdem den digitalen Gebäuderessourcenpass, welcher im Koalitionsvertrag angekündigt wurde schnell einzuführen [19, S. 12].

Die DGNB hat einen Gebäuderessourcenpass entwickelt, der nach eigenen Angaben angepasst werden kann, sobald übergeordnete Instanzen weiter fortgeschritten sind. Der Gebäuderessourcenpass der DGNB ist frei zugänglich und lässt sich als Excel-Datei ausfüllen, wobei die Datengrundlage ein Bauteilkatalog oder Daten aus BIM-Modellen sein kann. Weiterhin arbeitet die DGNB daran die Komptabilität mit anderen Anbietern für die Inventarisierung von Materialien, und die Anschlusssicherheit an Maßnahmen des Bundes und der EU sicher zu stellen. [139]

Die Firma Madaster bietet ebenfalls einen Materialpass, welcher aus den vom Kunden eingegebenen Daten zusätzlich zur Materialverteilung Auskunft gibt über Umwelteinflüsse und Kreislaufwirtschaftspotenziale sowie den Restwert der Materialien [116].

3 Analyse

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Datenerhebung und -auswertung. Zunächst wird eine IST-Aufnahme vom Abbruchprozess im Kreis Lippe vorgenommen und dessen Schwachstellen lokalisiert. Nachfolgend werden best practice in öffentlichen Verwaltungen untersucht, um Methoden zur langfristigen Erhöhung der Zirkularität von Abbruchmaterialien zu identifizieren. Diese Analyse teilt sich in öffentliche Verwaltungen innerhalb von Deutschland und im europäischen Ausland. Anschließend wird das RE-BUILD Projekt des Kreis Lippe betrachtet, um Potenziale des Kreises zu identifizieren. Die vier Analyseabschnitte sind jeweils gegliedert in Methodik, Ergebnisteil und Schlussfolgerung. Das Kapitel wird abgeschlossen durch die Diskussion der Ergebnisse.

3.1 IST – Prozess

Die Analyse wird begonnen mit der Aufnahme des aktuell gelebten Prozesses für Abbruch im technischen Gebäudemanagement (TGM) des Kreis Lippe. Ziel ist, Schwachstellen des Prozesses vor dem Hintergrund der hochwertigen Materialwiedereinbringung zu lokalisieren.

3.1.1 Methodik

Durch die Aufnahme des Prozesses wurde die Erkenntnis darüber gewonnen, wie der Kreis Lippe momentan mit einem Abbruch und den dadurch entstehenden Materialien umgeht. Dabei ist relevant, welche Entscheidungen getroffen werden, welche Instanzen an Entscheidungen beteiligt sind und welche Anforderungen an die Personen bestehen. Dies entspricht dem Aufgabenfeld der Prozessorganisation des Geschäftsprozessmanagements. Hierbei wird der Prozess identifiziert, modelliert und dokumentiert [140, S. 15].

Zur Identifikation des Prozesses werden Daten mithilfe von ExpertInneninterviews erhoben, da es im Kreis Lippe bisher keine schriftliche Aufzeichnung des Prozesses gibt. Als Leitfaden wurde das Werk von Feldbrügge und Brecht-Hadrashiek herangezogen. Die ExpertInneninterviews wurden gewählt, da im Kreis Lippe eine geringe Personenanzahl Berührungspunkte mit dem Abbruchprozess haben und deren Wissen durch die Methode detailliert erhoben wurde.

Die ersten Interviews wurden als offene bzw. unstrukturierte Interviews geführt, dazu wurden offene Fragen bzw. „W-Fragen“ gewählt, um möglichst viele Informationen zu gewinnen [vgl. 141, S. 132]. Stand ein Grundgerüst des Prozesses, wurden die Interviews halbstrukturiert mit gezielteren Fragen geführt. Um den Prozess zu validieren, wurden in den späteren Interviews unter anderem die Ergebnisse der ersten Interviews besprochen. Es wurden außerdem Personen aus den verschiedenen Abteilungen, die am Prozess beteiligt sind, befragt, um Einfärbung des Prozesses aus einer bestimmten Sichtweise zu vermeiden. Die Interviews wurden in mündlicher Form durchgeführt.

Die Abteilung TGM ist hauptverantwortlich für den Abbruch eines Gebäudes, weshalb aus dieser Abteilung drei Personen befragt wurden. Zu Beginn wurden zwei Personen, um das Grundgerüst des Prozesses aufzustellen und abschließend eine Person, um den entworfenen

Prozess zu validieren. Es ist notwendig, drei Personen aus demselben Bereich zu befragen, da es keinen geordneten Prozess gibt und das Risiko zu hoch ist, dass persönliche Vorgehensweisen im Prozess als Standard-Vorgehensweise abgebildet werden. Dazwischen wurde zusätzlich je eine Person aus dem Vergabemanagement und der technischen Bauaufsicht befragt. Es wurden keine Personen oder Unternehmen außerhalb des Kreis Lippe interviewt, da sich die Forschungsfrage auf die Handlungsmöglichkeiten im Kreis Lippe bezieht und der Umfang dieser Arbeit den Untersuchungsgrad nicht zulässt. Von den Interviews wurden Gedächtnisprotokolle erstellt, welche im Anhang 1-5 eingesehen werden können.

Der Prozess startet mit der Entscheidung, dass ein Gebäude abgebrochen werden soll und endet damit, dass alle Materialien vom Gelände entfernt sind. Dieser Rahmen wurde auf Grund der Forschungsfrage hergeleitet und unter dieser Prämisse wurden die Gespräche geführt.

Für die anschließende Modellierung des Prozesses wurde das Business Process Model and Notation (BPMN) genutzt. BPMN ist eine von der International Organisation for Standardisation und der International Electrotechnical Commission standardisierte Notation, mit dem primären Ziel, einen Prozess für alle am Geschäftsprozess beteiligten Instanzen (wie der Implementierung, der Analyse und des Monitorings) verständlich und eindeutig darzustellen [142, S. 1].

Nachfolgend wurde zur Identifizierung, Modellierung und Dokumentierung des Prozesses ausgewertet, an welchen Stellen der Prozess Schwachstellen für die Zirkularität birgt. Schwachstellen werden hier definiert als Entscheidungen oder Handlungen, die sich negativ auf die Wiedereinbringung von Baustoffen und Materialien auswirken.

Zur Identifizierung der Schwachstellen wurde der Prozess nach der Vorgehensweise von Feldbrügge und Brecht-Hadrashek auf Prozessmängel untersucht. Da diese Untersuchung wenig Ergebnis brachte, wurden zusätzlich die Interviews ausgewertet, um qualitativ die Aussagen der Mitarbeitenden und somit der Prozessumgebung zu untersuchen.

Um die Interviews auszuwerten, wurde in Anlehnung an Mayring und Fenzl zunächst eine Fragestellung aufgestellt und ein Kodierleitfaden für die Aussagen definiert [143, S. 639f]. Die Fragestellung ergibt sich aus dem Ziel dieses Abschnittes und lautet: *Welche Hindernisse birgt der aktuelle Prozess für die Wiedereinbringung von Baustoffen und -materialien?*

Aus den Interviews wurden Aussagen entnommen, die auf Schwachstellen hindeuten bzw. von der interviewten Person als solche verstanden wurden. Für den Kodierleitfaden wurden drei Gruppen gebildet. Abweichend von Mayring und Fenzl wurde in diesen Gruppen eine Interpretation für die Weiterverwendung der Aussagen in dieser Arbeit vorgenommen. Die Gruppen sind wie folgt definiert:

Gruppe 1 (G1): Die erste Gruppe besteht aus Aussagen, die auf strukturelle oder rechtliche Voraussetzungen hindeuten. Die implizierte Problematik ist nicht durch mögliche Ergebnisse dieser Arbeit veränderbar.

Gruppe 2 (G2): Die zweite Gruppe bezieht sich auf Aussagen, die im weiteren Sinne mit dem Forschungsfeld verknüpft sind, jedoch keinen direkten Einfluss auf die o.g. Frage haben.

Gruppe 3 (G3): Die dritte Gruppe bezieht sich auf Aussagen, die sowohl Möglichkeiten zur Veränderung als auch einen Bezug zur o.g. Frage bieten. Damit ergibt sich eine hohe Relevanz für die Weiterbearbeitung innerhalb dieser Arbeit.

3.1.2 Kurzvorstellung des Kreis Lippe

Der Kreis Lippe, im Nordosten von NRW gelegen, besteht aus zehn Städten und sechs Gemeinden hat seinen Regierungssitz in Detmold [144]. Der Kreis ist einem Regierungsbezirk unterstellt, in diesem Fall der Bezirksregierung Detmold [145, 146]. Die übergeordnete Instanz ist das Bundesland Nordrhein-Westfalen und dies wiederum ist der Bundesrepublik Deutschland unterstellt [145].

Für die modellhafte Untersuchung der Forschungsfrage wurde der Kreis Lippe ausgewählt, da seit einigen Jahren bestrebt wird, die Zirkularität in der Wirtschaft des Kreises zu fördern. Es wurde Ende 2018 ein Konsortium unter dem Namen Lippe zirkulär gegründet, welches aktuell mehr als 40 Akteure aus Wirtschaft, Gesellschaft, Forschung sowie kommunaler Politik und Verwaltung verbindet. Das Ziel ist, Produkt- und Prozessinnovationen auf den Weg zu bringen und diese über Modellprojekte zu etablieren. Lippe zirkulär ist eingebettet in die Aktivitäten „Nachhaltige Verwaltung im Kreis“. [147] Hierbei sollen verschiedene Handlungsfelder des Kreis Lippe messbare Indikatoren bekommen und somit Entscheidungen und Handlungen nach den Sustainable Development Goals der United Nations gestaltet werden [148].

Unabhängig von der Organisation der Kreisverwaltung wurde von Lippe zirkulär das Projekt RE-BUILD OWL gestartet. Dieses Projekt legt ebenfalls den Fokus auf die Baubranche des Kreis Lippe [147]. Im Abschnitt RE-BUILD OWL wird das Projekt und dessen Ziele näher beschrieben (vgl. 3.4).

3.1.3 Beschreibung des Prozesses

Es wird lediglich der Abbruchprozess betrachtet. Informationen, die am Rand in den Interviews aufgenommen wurden, sind in den Protokollen einzusehen (s. Anhang 1-5). Ebenso ist im Anhang 6-10 eine vollständige Darstellung des Prozesses und der Unterprozesse zu finden, während in diesem Abschnitt relevante Ausschnitte des Prozesses genutzt werden.

3.1.3.1 Hauptprozess

Der Prozess startet, indem dem TGM die Zustimmung einer Maßnahme mitgeteilt wird (s. Entstehung Maßnahme) und somit die Geldmittel für die Durchführung bereitgestellt werden. Die Maßnahme wird je nach Spezifikation/Schwerpunkt einer Person im TGM zugewiesen. Diese Person beschäftigt sich anschließend intensiv mit dem Objekt. Dazu werden Bestands-

unterlagen gesichtet und eine Objektbegehung durchgeführt. Im TGM arbeitet vor allem Personal mit einem Hintergrund der Architektur oder des Ingenieurwesens, definierte Stellenanforderungen gibt es nicht (vgl. Frage 30).

Nach diesem Schritt kann gleichzeitig das Schadstoffgutachten beauftragt und die Feinplanung gestartet werden. Je nach Größe des Objektes und Umfang der Abbrucharbeiten entscheidet die zuständige Person, ob die Feinplanung eigenständig durchgeführt werden soll, oder ob ein externes Planungsbüro damit beauftragt wird. Die Feinplanung baut auf der Entwurfsplanung auf, welche für die Zustimmung der Maßnahme bereits angefertigt wurde. Mit der Planung wird auch ein Leistungsverzeichnis für das Abbruchunternehmen erstellt. Ist die Planung extern vorgenommen worden, entscheidet die bearbeitende Person bei Sichtung der Planungsunterlagen, ob eine Abbruchstatik erforderlich ist und beauftragt diese gegebenenfalls. Sind diese Schritte durchgeführt, gilt die Planung als abgeschlossen. Gleichzeitig zu der Planung wurde das Schadstoffgutachten in Auftrag gegeben. Sollten im besonderen Maße Schadstoffbelastungen vorliegen, entscheidet die bearbeitende Person, ob sie Unterstützung des Umweltamtes und/oder einer/eines externen FachingenieurIn einholt. Wenn der Umgang mit Schadstoffen geklärt wurde, werden die Ergebnisse für das Leistungsverzeichnis des Abbruchunternehmens vorgemerkt. Danach laufen die Pfade des Schadstoffumgangs und der Feinplanung wieder zusammen.

Der folgende Schritt besteht daraus, eine Anzeige über das Vorhaben an das Bauamt zu übermitteln (s. Antrag Bauamt). Im Ermessen des Bauamtes liegt es, zuständige Ämter (z. B. Umweltamt, Denkmalschutzbehörde) einzubinden. Das TGM bekommt möglicherweise Auflagen von den o.g. Ämtern und kann daraufhin das Leistungsverzeichnis für das Abbruchunternehmen finalisieren. Anhand von diesem wird die Leistung ausgeschrieben. Ab diesem Punkt läuft der Prozess wieder parallel weiter, während das Abbruchunternehmen den Auftrag ausführt, behält das TGM die Bauaufsicht. Die Rohstoffe gehen nach dem Abbruch in das Eigentum des Abbruchunternehmens über (vgl. Frage 37). Der Prozess endet, nachdem die Dokumentation des Abbruchs im Kreis Lippe angekommen ist und alle Rechnungen bezahlt wurden (s. Rechnungsprüfung und Zahlung). Abbildung 10 zeigt eine vereinfachte Darstellung des Hauptprozesses, die detaillierte Darstellung ist in Anhang 6 hinterlegt.

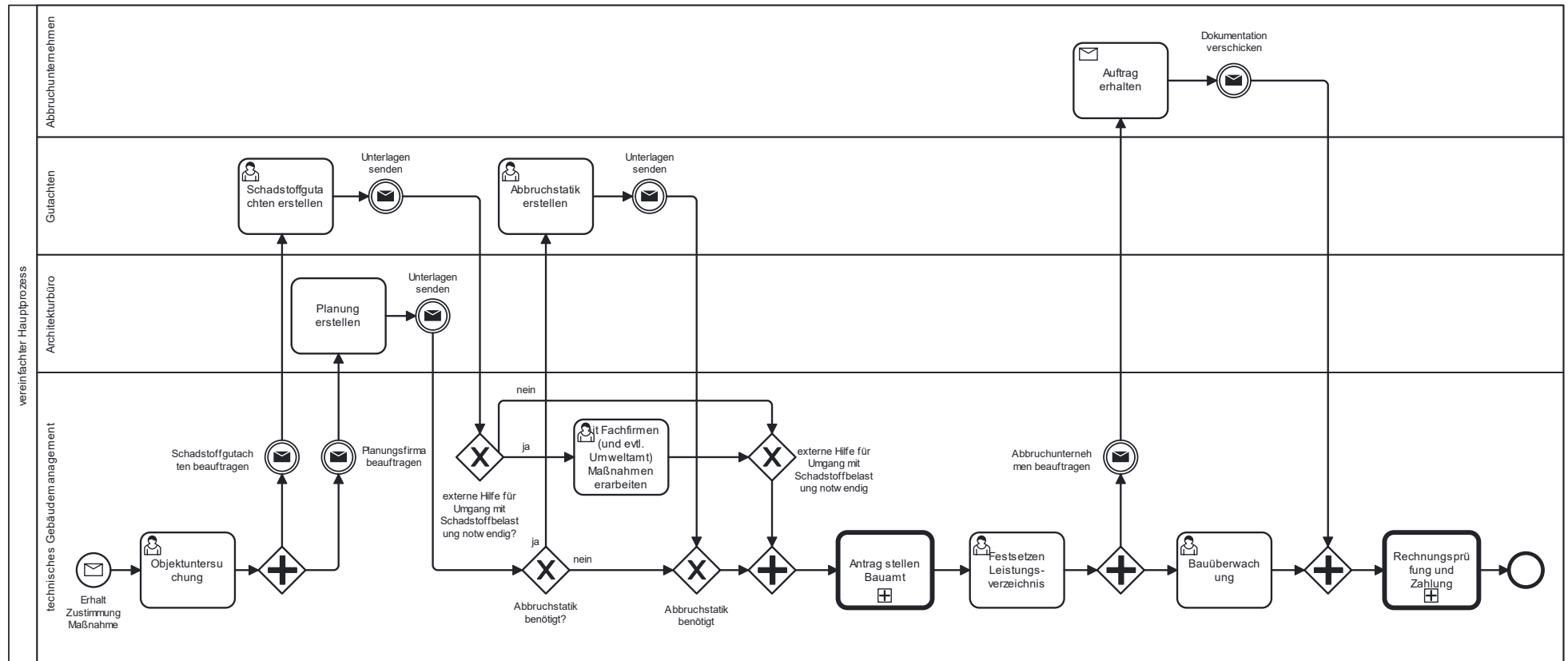


Abbildung 10: Vereinfachte Darstellung des Abbruchprozesses [eigene Darstellung]

3.1.3.2 Rechnungsprüfung und Zahlung

Im Rahmen der Rechnungsprüfung wird das Format, der Rechnungsbetrag und der Inhalt der Rechnung kontrolliert. Zur Zahlungsfreigabe ist eine Zweitprüfung notwendig, um Korruption vorzubeugen. Dieser Prozess hat eine geringe Relevanz für den Abbruchprozess und wird folglich nicht weiter betrachtet. Details können dem Anhang 7 entnommen werden, die Datengrundlage ist in Anhang 2 zu finden.

3.1.3.3 Auftragsvergabe

Bei der Auftragsvergabe arbeitet die Zentrale Vergabestelle (ZVS) mit der jeweiligen Bedarfsstelle, in diesem Fall dem TGM, zusammen. Dieser Teilprozess ist der einzige, über den es eine Dienstanweisung gibt, welche z. B. die Wertgrenzen definiert. Ab einem Betrag von über 15.000 € muss die Leistung europaweit ausgeschrieben werden. Bei besonders großen Bauvorhaben müssen die durchführenden Unternehmen nicht zwingend aus der unmittelbaren Umgebung kommen. Die ZVS führt die Ausschreibung durch und prüft am Ende der Frist, ob die Angebote formell korrekt sind. Die Auswahl trifft die Bedarfsstelle. Dabei können verschiedene Kriterien angesetzt werden und es muss nicht zwingend das günstigste Angebot den Zuschlag bekommen. Der Bedarfsstelle wird durch die Formulierung des Leistungsverzeichnisses und durch das Ansetzen der Bewertungskriterien eine gewisse Gestaltungsfreiheit gewährt. Weitere Informationen können in Anhang 8 eingesehen werden, die Datengrundlage findet sich in Anhang 2 und 3.

3.1.3.4 Entstehung Maßnahme

Maßnahmen werden nicht vom TGM initiiert. Obwohl diese Abteilung später hauptverantwortlich ist, werden Bedarfe von anderen Abteilungen, wie z. B. dem Fachbereich Schulen, an das TGM herangetragen. Im TGM wird dann in Absprache mit den zuständigen Abteilungen ein Grobkonzept entworfen. Der entsprechende Fachbereich bringt die Maßnahmen in einen Wirtschaftsplan der nächsten Jahre ein. Aus dem Grobkonzept wird zusammen mit dem Wirtschaftsplan eine Ausschussvorlage für den zuständigen Ausschuss (z. B. Ausschuss für Bildungsentwicklung, Digitalisierung, Sport und Betriebsausschuss Schulen) erstellt. Der zuständige Ausschuss stimmt über den Vorschlag ab. Sollte dieser abgelehnt werden, besteht die Möglichkeit, die Ausschussvorlage anzupassen. Diese Option besteht bei den höheren Instanzen, dem Kreisausschuss und dem Kreistag nicht mehr. Wenn einer Maßnahme zugestimmt wurde, wird diese an die nächsthöhere Instanz zur Abstimmung weitergegeben. Nach Zustimmung des Kreistages wird diese der antragstellenden Abteilung mitgeteilt. Von dort wird die Zustimmung an das TGM weitergeleitet, und startet damit den Hauptprozess.

Der Prozess ist in Anhang 9 dargestellt und basiert auf Grundlage der Daten aus Anhang 1.

3.1.3.5 Antrag Bauamt

Die Entsorgung von Baustoffen bzw. Abbruchmaterialien wird durch verschiedene Richtlinien auf europäischer Ebene, Bundesebene, Länderebene und kommunaler Ebene geregelt und beeinflusst [13, S. 17]. Seit 2019 besagt die Bauordnung im Kreis Lippe, dass Abbrüche genehmigungsfrei durchgeführt werden können (vgl. Anhang 4, Frage 21). Teilabbrüche hingegen sind immer genehmigungspflichtig. Eine Unterscheidung gibt es darin, dass das Vorhaben verfahrensfrei oder genehmigungsfrei ist. Bei einem genehmigungsfreien Vorhaben muss eine Anzeige über den Abbruch gestellt werden. Die Entscheidung, ob ein Verfahren nötig ist, hängt von Größe und Typ des Gebäudes ab [149, §62]. Auch wenn die Abbrüche nicht genehmigt werden müssen, bedeutet dies nicht, dass jeder Abbruch rechtens ist. Eine Anzeige muss mindestens einen Monat vor Abbruch gestellt werden. Außerdem müssen Bestimmungen der Bauordnung und ggf. Bestimmungen zum Denkmalschutz eingehalten werden. Das Bauamt prüft die Anzeige auf Vollständigkeit und hat dadurch die Möglichkeit, Informationen über den Abbruch an andere Ämter (z. B. Umweltamt, Amt für Artenschutz, Wasserschutz, Amt für Arbeitsschutz) zu versenden. Als Rückmeldung auf die Anzeige wird die Bestätigung des Erhalts und der Vollständigkeit der Unterlagen ausgestellt.

Der Prozess ist in Anhang 10 dargestellt und basiert auf Grundlage der Daten aus Anhang 4.

3.1.4 Identifizierung der Schwachstellen

Für die Auswertung werden zwei verschiedene Betrachtungswinkel eingenommen. Zum einen wird der Prozess betrachtet, zum anderen werden die Interviews ausgewertet, um daraus übergreifende Schwachstellen aufnehmen zu können.

3.1.4.1 Prozessauswertung

Feldbrügge und Brecht-Hadrashek definieren Indizien für grundsätzliche Prozessmängel des Geschäftsprozesses. Dazu zählen z. B. Wartepunkte bzw. Engstellen, redundante Informationshaltung oder veraltete Informationen [141, 143 f].

In diese Art der Prozessmängel kann die Schleife des Abbruchartrages gezählt werden. Im Abbruchartrag muss ein Abbruchunternehmen eingetragen werden, gleichzeitig wird für die Beauftragung des Unternehmens die Antragsbestätigung benötigt. Hier hat sich eine inoffizielle Regelung ergeben, dass das Abbruchunternehmen im Abbruchartrag nachgetragen werden darf (vgl. Frage 8). Da sich eine interne Regelung ergeben hat und der Prozessmangel keinen Einfluss auf die Zirkularität hat, wird dies nicht weiter behandelt.

Außer diesem Prozessmangel konnten keine weiteren lokalisiert werden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der Prozess sich stark nach den Planungsphasen der HOAI richtet und damit auf eine klar definierte Vorgehensweise aufbaut. In der aktuellen Form des Prozesses wird dabei die Zirkularität von Baustoffen und Materialien nicht betrachtet. Aus diesem sehr allgemeinen Problem ergeben sich besonders drei Risiken für die Zirkularität:

Risiko 1 (R1): Wiederverwendung /-verwertung wird aus Zeit- und Kostenspargründen niedrig priorisiert

Durch die starke Prägung der HOAI werden Aspekte unterschiedlich bearbeitet, die nicht durch die HOAI definiert sind, worunter eine Wieder- und Weiterverwertung zählt. Diese ist damit auf die Eigeninitiative der zuständigen planenden Person angewiesen. Es ergibt sich daraus ein hohes Risiko, dass der Themenbereich besonders unter Zeit- und Kostenspargründen nicht oder mit geringer Priorität bearbeitet wird.

Risiko 2 (R2): Nachhaltigkeitsbetrachtung von Maßnahmen wird nicht durchgeführt

Kreisverwaltungen sind verpflichtet, die nachhaltige Handlungsweise von Unternehmen bei der Beauftragung einzubeziehen. Außerdem unterstehen sie dem Klimaschutzziel, dass der Gebäude- und Wohnsektor in Deutschland bis 2045 klimaneutral ist [150]. Doch die Nachhaltigkeitsbetrachtung im Regelprozess ist nicht sichtbar. Es wurde in Interview 1 und 3 (s. Anhang 1 und 3) benannt, dass eine Nachhaltigkeitsbewertung möglich sei, für eine Umsetzung konnte jedoch durch die Interviews kein Beleg gefunden werden.

Risiko 3 (R3): Zu wenige Informationen über das Bauwerk

Ein weiteres Risiko für den Prozess stellen die Unterlagen über Gebäude dar. In den theoretischen Grundlagen wurde aufgeführt, dass Unterlagen zum Zeitpunkt des Abbruch häufig nicht verfügbar, unvollständig oder unzuverlässig sind [96]. Dies wurde auch für die öffentlichen Gebäude des Kreis Lippe bestätigt (s. Anhang 1). Dadurch besteht das Risiko der Unklarheit über verbaute Materialien und die Konstruktion, wodurch wiederum die Rückbaubarkeit und die Wiederverwendung beeinträchtigt werden.

3.1.4.2 Interviewauswertung

In Tabelle 1 sind die Aussagen aus den Interviews zusammengetragen und den in der Methodik vorgestellten Gruppen zugeordnet. In Spalte A gibt die erste Zahl Auskunft über das Interview, aus welchem die Aussage extrahiert wurde und welches als Quelle im Anhang eingesehen werden kann. Die zweite Zahl verläuft aufsteigend mit den genannten Aussagen innerhalb dieses Interviews. Es wurde ebenfalls eine Begründung der Einordnung vorgenommen.

Tabelle 1: Einordnung der Interviewaussagen anhand des Kodierleitfadens

A	Identifizierte Aussage	Einordnung	Begründung
1.1	Wahl des Angebotes in der Realität zumeist basierend auf dem Preis	Kenntnisnahme (G1)	Die finanzielle Lage der Kreisverwaltung kann nicht beeinflusst werden.

1.2	Weiternutzung von Bauteilen muss wirtschaftlich gegenüber neuen Produkten sein	Kenntnisnahme (G1)	Diese Entscheidungsgrundlage kann nicht geändert werden.
1.3	BIM-Modelle können von Planenden nicht geöffnet/verwendet werden [da das TGM kein BIM-System hat]; müssen teilweise per Hand nachgezeichnet werden	Kenntnisnahme (G2)	In Abschnitt 2.4 sind die Möglichkeiten durch BIM bezogen auf Abbrüche dargestellt. Es besteht dennoch kein direkter Bezug dieser Aussage zu der Möglichkeit der Wiederverwendung von Bauteilen.
1.4	Inkonsistente Datenspeicherung über die Jahre + Verlust von Daten	Handlungsbedarf (G3)	Es gibt keine Möglichkeit, diese Voraussetzung rückwirkend zu ändern. Dennoch stellt diese Aussage eine veränderbare Situation dar.
2.1	Wissen über die Regelung der Zulassung von Bauteilen beim Abbruch nicht vorhanden	Handlungsbedarf (G3)	Fehlendes Wissen der Mitarbeitenden stellt einen konkreten Handlungsbedarf dar; speziell in diesem Fall fehlt die Sensibilisierung für mögliche Werte der Bauteile.
2.2	Kein Informationsaustausch über Maßnahmen und Materialien intern	Handlungsbedarf (G3)	Die Aussage ergibt ein mögliches Potenzial zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit.
2.3	Verantwortlichkeit für Verwertung der Materialien und Baustoffe liegt beim Baustoffhändler	Handlungsbedarf (G3)	Die Aussage ergibt ein mögliches Potenzial zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit.
3.1	Wenn die Einnahmen des Materials nicht direkt mit den Abbruchkosten verrechnet werden, ist deren Verkauf nicht durch das Vergaberecht behandelt	Kenntnisnahme (G1)	Keine Veränderbarkeit, da sich diese Aussage auf rechtliche Bedingungen bezieht. Der Verkauf ist dennoch möglich.
4.1	Keine direkte Handhabung bzw. keine Möglichkeit Abbrüche abzulehnen	Kenntnisnahme (G1)	Keine Veränderbarkeit, da sich diese Aussage auf rechtliche Bedingungen bezieht.

4.2	Keine Möglichkeit vom Bauamt, Bedingungen an den Antragsteller zu stellen (z.B. an die Trennung von Materialien) s. 4.1	Kenntnisnahme (G1)	Keine Veränderbarkeit, da sich diese Aussage auf rechtliche Bedingungen bezieht.
5.1	Entscheidung der Verwertung wird dem Abbruchunternehmen überlassen	Handlungsbedarf (G3)	Die Aussage ergibt ein mögliches Potenzial zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit. (vgl. 2.3)
5.2	Keine Wieder-/Weiterverwendungsquoten vorgeschrieben (vom TGM)	Handlungsbedarf (G3)	Die Aussage ergibt ein mögliches Potenzial zur Erhöhung der Wiederverwendbarkeit.
5.3	Keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung, meist nur energetische Betrachtung des Gebäudes	Handlungsbedarf (G3)	Die energetische Betrachtung zeigt, dass eine Bearbeitung von Themen möglich ist, wenn diese Strategisch beschlossen wurde (Einfluss auf Aussage 5.4).
5.4	Personell nicht möglich, z. B. mehr Aufwand in die Weiter-/Wiederverwertung zu investieren	Kenntnisnahme (G1)	Die Personalpolitik des Kreis Lippe kann nicht beeinflusst werden.

3.1.5 Schlussfolgerung

Die Aussagen der Gruppen 1 und 2 werden für die Ergebnisauswertung beachtet, jedoch nicht weiterbearbeitet. Aus der Interviewauswertung ergeben sich sieben Aussagen, die einen Einfluss auf die Forschungsfrage haben und bei denen eine Veränderbarkeit durch mögliche Ergebnisse dieser Arbeit gegeben ist. Zusammen mit den drei Risiken aus der Prozessauswertung ergeben sich zehn Punkte, die Schwachstellen des Prozesses aufzeigen. Da Überschneidungen noch nicht ausgeschlossen wurden, lassen sich diese Schwachstellen weiter clustern.

Die größte Schwachstelle besteht darin, dass keine Verantwortung für die Wieder- und Weiterverwendung übernommen wird. Dies wird gestützt durch Risiko 1, welches besagt, dass Wieder- und Weiterverwendung aus Zeit- und Kostenspargründen niedrig priorisiert werden könnte. Außerdem besagt Aussage 2.3, dass die Verantwortung für die Verwertung der Materialien an den Baustoffhandel abgegeben wird. Diese Aussage überschneidet sich mit Aussage 5.1 insofern, dass der Kreis Lippe sich dieser Verantwortung nicht annimmt. Außerdem wirkt Aussage 5.2 sich noch auf diese Stelle aus, da keine Wieder- oder Weiterverwendungsquoten vorgeschrieben werden. Aus diesem Punkt ergibt sich der größte Handlungsbedarf, da ohne Verantwortungsübernahme für die Abbruchmaterialien keine Verbesserung der Zirkularität möglich ist.

Die zweite Schwachstelle ergibt sich aus dem Risiko 2, nach welchem die Nachhaltigkeitsbetrachtung von Maßnahmen nicht ausreichend durchgeführt wird und Aussage 5.3, welche besagt, dass die Nachhaltigkeitsbetrachtung einer Maßnahme nicht ganzheitlich sondern nur energetisch durchgeführt wird. Dies ergibt die Schwachstelle, dass keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung stattfindet.

Die dritte Schwachstelle lässt sich zusammenfassen aus dem Risiko 3, welches besagt, dass zu wenige Informationen über das Bauwerk vorliegen und aus Aussage 1.4, welche von einer inkonsistenten Datenspeicherung der letzten Jahre ausgeht. Das Resultat daraus ist, mit einem Verlust von Daten und Unterlagen zu rechnen.

Die letzten beiden Schwachstellen basieren jeweils nur auf einer im Interview genannten Aussage. Es fehlt Wissen über die Regelung der Zulassung von Bauteilen beim Abbruch, was in Aussage 2.1 genannt wird und hier die vierte Schwachstelle darstellt. Die fünfte und schließlich letzte Schwachstelle des Prozesses liegt darin, dass intern kein Informationsaustausch über Maßnahmen stattfindet und KollegInnen untereinander nicht von anderen Abbruchmaßnahmen erfahren, wie in Aussage 2.2 genannt.

Tabelle 2: Gruppierung der identifizierten Schwachstellen

R1	Wieder- und Weiterverwendung wird aus Zeit- und Kostenspargründen niedrig priorisiert	Keine Verantwortungsübernahme für Wieder- oder Weiterverwendung	S1
A2.3	Verantwortlichkeit für Verwertung -> Baustoffhandel		
A5.1	Verantwortlichkeit für Verwertung -> Abbruchunternehmen		
A5.2	Keine Wieder- oder Weiterverwendungsquoten vorgeschrieben		
R2	Nachhaltigkeitsbetrachtung von Maßnahmen wird nicht durchgeführt	Keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung	S2
A5.3	Keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung, meist nur energetische Betrachtung des Gebäudes		
R3	Zu wenige Informationen über das Bauwerk	Unzureichende Informationen über das Bauwerk	S3
A1.4	Inkonsistente Datenspeicherung und Verlust von relevanten Daten		
A2.1	Wissen über die Regelung der Zulassung von Bauteilen beim Abbruch nicht vorhanden	Fehlendes Wissen über Wiederverwendungsmöglichkeiten	S4
A2.2	Kein interner Informationsaustausch über Maßnahmen		S5

Durch die Aussagen der Interviews wird unterstützt, was sich bereits in der Prozessauswertung gezeigt hat. Die Schwachstellen für die Wiedereinbringung von Materialien liegen nicht in einzelnen Prozessschritten, sondern vielmehr in der Prozessumgebung. In Kombination mit der Eigenverantwortung, die den Mitarbeitenden gegeben wird, erfordert es eine hohe Bereitschaft, zusätzliche Arbeit zu investieren, um die Wiedereinbringung von Materialien zu erwirken.

Die in Tabelle 2 zusammengefassten fünf Schwachstellen des Prozesses bilden die Grundlage für die Erstellung des Konzeptes.

3.2 Best practice in Deutschland

Die folgende Analyse hat das Ziel herauszufinden, welche Methoden öffentliche Verwaltungen in Deutschland entwickelt haben, um Abbruchmaterialien in den Wiedereinsatz zu bringen. Dazu wird zunächst die Methodik der Untersuchung erläutert, folgend wird kurz auf die Rahmenbedingungen in Deutschland eingegangen, dann die Recherche dargestellt und das Ergebnis erläutert. Abschließend wird eine Schlussfolgerung aus den Ergebnissen gezogen.

3.2.1 Methodik

Um das zuvor definierte Ziel zu erreichen, wird eine best practice Recherche durchgeführt. Die Einschränkung auf öffentliche Verwaltungen wurde gewählt, da hier von ähnlichen Voraussetzungen bzgl. rechtlichen Bedingungen und finanziellen Möglichkeiten ausgegangen wird. Als best practice gilt, was laut Bretschneider et al. die drei Charakteristika erfüllt: zum einen handelt es sich um einen vergleichbaren Prozess, dann gibt es eine Handlung und eine Verbindung zwischen Handlung und einem Ziel [151, S. 309]. Dies bedeutet für die Untersuchung, dass die best practice Beispiele diese Charakteristika erfüllen müssen. Zum einen entspricht der vergleichbare Prozess dem Abbruchprozess bzw. dem Umgang mit Abbruchmaterialien. Zum anderen wird die Handlung aus konkret formulierten/durchgeführten Maßnahmen beschrieben und die Verbindung zwischen Handlung und einem Ziel besteht aus einer beschlossenen Absichtserklärung.

Die Untersuchung wurde als Gruppenfallstudie durchgeführt, da durch die Zusammenfassung der Fälle sich die Eigenheiten der Einzelfälle abstrahieren lassen und so eine Übertragbarkeit auf den Kreis Lippe möglich ist. Für die Durchführung einer Gruppenfallstudie wurde eine Stichprobe von Fällen aus der Grundgesamtheit untersucht und ausgewertet. [152, S. 215] Da es sich um eine qualitative Forschungsmethode handelt, war eine gezielte Wahl der Stichproben möglich. In diesem Fall wurden heterogen gezielte Stichproben genutzt. [152, S. 304] Die Stichproben wurden dabei über unterschiedliche Wege rekrutiert. Ein Teil stammt aus Unterlagen des RE-BUILD OWL Projektes, in welchen best practice Bauprojekte untersucht wurden, ein weiterer Teil wurde durch eine systematische Suche hinzugefügt. Außerdem wurden Verwaltungen in die Untersuchung aufgenommen, die in der Untersuchung der theoretischen Grundlagen relevant waren.

Die systematische Suche wurde in Anlehnung an eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dazu wurde eine Suchanfrage formuliert, die im Unterabschnitt Recherche beschrieben wird [153, S. 16]. Da die Ergebnisse auf den Internetseite von Städten, Kreisen oder Kommunen erwartet wurden, konnte keine wissenschaftliche Suchmaschine genutzt werden. Auf Grund des größten Marktanteils in Deutschland wurde Google genutzt [154]. Die Ergebnisse wurden in einer Tabelle protokolliert, um die Ergebnisse später synthetisieren zu können und irrelevante Informationen auszugrenzen. Es wurden Kriterien formuliert, die eine Vergleichbarkeit schaffen. Diese Kriterien werden im Unterabschnitt Recherche beschrieben.

3.2.2 Rahmenbedingungen

Die öffentlichen Verwaltungen auf Kreisebene (Kreisverwaltung, kreisfreie Stadtverwaltung, Stadtkreis, Landkreis oder Regionalverbund) sind in Deutschland dem zugehörigen Bundesland und damit der Bundesregierung unterstellt [145]. Dadurch erhält die Bundesregierung eine Vorbildfunktion gegenüber den Verwaltungen, so wie die Verwaltungen diese gegenüber der Bevölkerung einnimmt. Aus diesem Grund werden vorgelagert zur Analyse die Maßnahmen der Bundesregierung in Richtung zirkulärem Bauen betrachtet.

Im August 2023 ist eine Ersatzbaustoffverordnung in Kraft getreten [155, Art. 5], welche bundeseinheitlich Anforderungen an die Herstellung und den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen definiert. Damit wird das Ziel verfolgt, die Kreislaufwirtschaft zu fördern und die Akzeptanz von Ersatzbaustoffen zu verbessern. [156] Kritik an der Verordnung kommt von dem Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, dem Zentralverband Deutsches Baugewerbe und dem Deutschen Abbruchverband, welche die Verordnung für eine Absichtserklärung halten, jedoch an der Wirksamkeit für die Steigerung des Recyclings von Bau- und Abbruchabfällen zweifeln [157]. Weiterhin forderte der Bundesrat die Bundesregierung 2022 auf, den Einsatz von rezyklierten Baustoffen bei öffentlich-rechtlichen Bauvorhaben primär zu fördern [158]. Der Einsatz von Recyclingmaterialien ist auch Teil des Qualitätssiegels Nachhaltige Gebäude welches vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen entwickelt wurde [159]. Bei Nichtwohnungsbauten ist es Teil der Anforderungen, dass je nach angestrebtem Zertifizierungsniveau mindestens 30 % oder mindestens 50 % der eingesetzten Masse die entsprechenden Recyclinganteile verwendet wurden [160, S. 16]. Die Nutzung dieses Siegels ist für öffentliche Bauten jedoch nicht vorgeschrieben.

Weiterhin wird an der Digitalisierung von Bauten gearbeitet. Die Planung von Neubauten durch den Bund wird ab Juli 2023 verpflichtend digital durchgeführt und darauffolgend werden schrittweise weitere Aufgabenfelder eingeführt [161]. Beispielsweise wurde im Bundesland NRW im Koalitionsvertrag 2017 festgehalten, dass ab 2020 alle Vergaben des Bau- und Liegenschaftsbetriebes NRW und von Straßen NRW verpflichtend in BIM ausgeschrieben werden [162, S. 31]. Im folgenden Koalitionsvertrag von 2022 wird dann das Ziel gesetzt, BIM weiterauszurollen und bei allen geeigneten Projekten zu nutzen [163, S. 25]. Der Bund beschrieb die Nutzung vom BIM für den Rückbau für die ferne Zukunft [164].

3.2.3 Recherche

Wie im Unterabschnitt Methodik beschrieben wurde, wird die Stichprobenmenge der Verwaltungen aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt. Die ersten Verwaltungen ergaben sich durch die Austragung von Konferenzen.

17.10.2023 CARTEC Wirtschaftsförderung in Lippstadt (u.a. Vortrag von Dr. Braungart)

09.11.2023 Nachhaltigkeitstag der Handwerkskammer in Münster (u.a. Vortrag von Dr. Rosen)

21.11.2023 Symposium RE-BUILD OWL vom Kreis Lippe in Lage

Drei Verwaltungen waren durch die vorhergehende Arbeit bereits bekannt. Durch den Meilensteinbericht 1.1, welcher den Status-Quo der Potenziale und Wertschöpfungsmöglichkeiten von regionalem zirkulärem Bauen untersucht, konnten 15 weitere Verwaltungen gefunden werden, die mindestens ein Bauvorhaben modellhaft durchgeführt haben. Um ein vollständiges Bild zu erschaffen, wurde ausbauend die systematische Recherche durchgeführt. Dazu wurde eine Suchstrategie entworfen, die verschiedene Begriffe mit Booleschen Operatoren verbindet. Da die Ergebnisse auf deutschsprachigen Seiten erwartet werden, werden ausschließlich deutschsprachige Begriffe verwendet. Die Suchbegriffe lauten: „(Zirkulär Bauen \vee Kreislauf Abbruch Bauen) \wedge (Kommune \vee Kreisverwaltung \vee Stadtverwaltung) \vee (Urban Mining \vee BIM)“. Es wird zusätzlich ein Filter für die wortwörtliche Suche gesetzt.

Letztlich konnten durch die systematische Suche 30 weitere Verwaltungen zu der Liste hinzugefügt werden. Um die Ergebnisse zu protokollieren und eine Vergleichbarkeit zu schaffen, werden zu jeder Verwaltung folgende Daten erhoben:

- Werden aufklärende Informationen bzgl. zirkulärem Bauen gestellt?
- Wird über eigene Initiativen informiert?
- Wurden langfristige Veränderungsansätze beschlossen?
- Gibt es beschlossene Methodiken, die sich auf Abbruchmaterialien beziehen?
- Falls sich die Methodiken nicht auf zirkuläres Bauen beziehen, worauf liegt dann der Schwerpunkt?

Durch die ersten beiden Fragen werden zunächst Verwaltungen eliminiert, bei denen die Informationsgrundlage nicht ausreichend ist für eine weitere Auswertung. Die dritte und vierte Frage eliminiert Verwaltungen, die sich nicht auf Abbruchmaterialien beziehen bzw. keinen langfristigen Ansatz verfolgen.

Die Protokollierung kann in Anhang 11 eingesehen werden.

3.2.4 Ergebnis

Die Gesamtliste umfasst 50 Verwaltungen, bei denen folgend näher untersucht wird, ob sich daraus best practice Ansätze ergeben. In Abbildung 11 ist eine Übersicht der Datenquellen und die spätere Aufteilung der Ergebnisgruppen sowie die Filterung zu den best practice Ansätzen dargestellt.

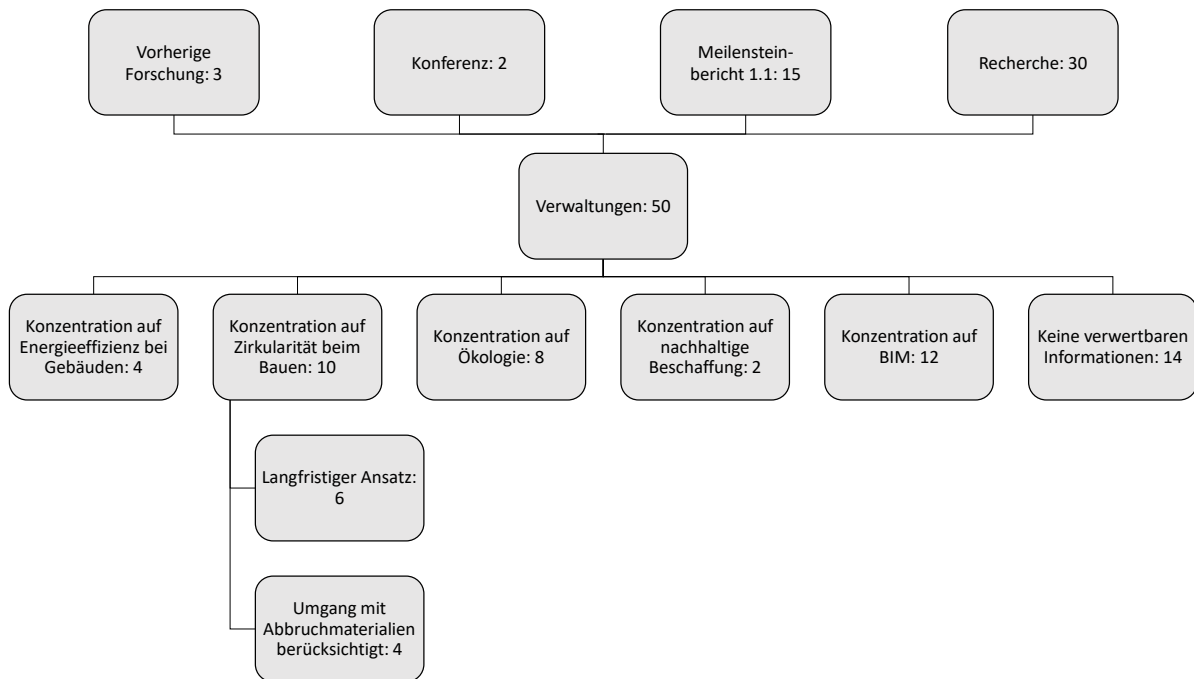


Abbildung 11: Darstellung der Datenquellen und Ergebnisgruppen [eigene Darstellung]

Vier Verwaltungen konnten identifiziert werden, die einen stetigen Ansatz beschlossen haben und dabei den Umgang mit Abbruchmaterialien berücksichtigt haben. Diese vier Verwaltungen bzw. ihre Konzepte werden im Folgenden vorgestellt.

Kassel

In der Stadt Kassel soll die Förderung von zirkulärem Bauen durch eine Bauteilbörse gelingen. Der Fokus liegt darauf, die Bauteilbörse möglichst virtuell aufzubauen, um so die Lagerfläche gering zu halten. Trotz dessen ist geplant, einen Ort einzurichten, an dem einige Materialien zwischengelagert werden können. Zielsetzung ist, die Bauteilbörse im Jahr 2024 zu eröffnen. Zuvor muss das Konzept beschlossen werden, ein Standort gefunden und eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe für die Arbeit und für eine Stoffstromanalyse gebildet werden [165]. Die Standortsuche soll möglichst zeitnah, jedoch spätestens in 2023 begonnen werden [166]. Die Stadt Kassel hatte Kontakt zu einer Vertreterin des bauteilnetz e.V. (s. Ansätze zur Rückführbarkeit) aufgenommen [167].

Berlin

In Berlin gibt es mehrere Ansätze für den Umgang mit Abbruchmaterialien. Zum einen wird an einem Konzept zur Reduzierung des Abfallaufkommens und der Erhöhung der Wiederverwertbarkeit im Bausektor gearbeitet, zur Erarbeitung wurden drei Fachdialoge durchgeführt und die Meinung der Bevölkerung eingeholt [168]. Zum anderen wurde ein Urban Mining Hub vom Senat für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt zusammen mit den Unternehmen Concular (s. Ansätze zur Rückführbarkeit) und Alba, dem städtischen Entsorgungsunternehmen, eröffnet [169]. Hier können Bauteile eine gewisse Zeit zwischengelagert werden, gleichzeitig wird anvisiert, eine Vorbildfunktion für weitere Hubs in Berlin einzunehmen [170].

Die Stadt Berlin hat ein Abfallwirtschaftskonzept beschlossen, welches auf der Zero-Waste Strategie gründet. Darin werden Bauabfälle intensiv thematisiert und Recyclingstrategien vorgestellt. Es wurde u. a. beschlossen, dass bei öffentlichen Abbruchvorhaben Bauteile auf Weiterverwendung geprüft werden müssen. Als Beispiel seien Doppelkaskadenfenster genannt, welche bereits heute aufbereitet werden müssen und teilweise Wartungsverträge für diese geschlossen wurden. Weiterhin sollen private Initiativen (wie z. B. das bauteilnetz e. V.) gefördert werden. Außerdem wird der Einsatz von Recycling-Beton im Hochbau gefördert und der Einsatz von Recyclingbaustoffen ist bei öffentlichen Bauten verpflichtend. [171, S. 92 ff]

München

Bis 2022 war die Stadt München Partnerin des europaweiten *URGE: Circular City Buildings* Projektes und dabei begann die Stadt Prozesse in Richtung des zirkulären Bauens zu lenken [172]. Vor Abschluss des Projektes wurde durch den Stadtrat u. a. beschlossen, eine Fläche für eine Materialbörse zu suchen und zu prüfen, wie der Einsatz von Recycling-Beton bei städtischen Vorhaben sukzessive gesteigert werden kann. Des Weiteren sollte ein Fortbildungskonzept für die betroffenen städtischen Dienststellen erstellt und die Einbindung eines digitalen Zwillings überprüft werden. [173] Zusätzlich dazu hat sich München 2022 verpflichtet eine Zero-Waste-Stadt zu werden. Dieses Projekt betrachtet auch den Bausektor und soll die Arbeit aus dem *URGE: Circular City Buildings* Projekt weiterführen. Aufgenommene Maßnahmen sind:

1. Stoffströme der Abbruchmaterialien erfassen
2. Eine Baustoffbibliothek aufbauen, um verbaute Materialien zu speichern und die Kreislaufkriterien bewerten zu können (anfänglich in Kooperation mit Madaster)
3. Lösungen für temporäre Zwischenlagerung von Abbruchmaterialien zu vereinfachen
4. Ein Reallabor aufzubauen, in welchem Bauunternehmen und Privatpersonen involviert werden und wiederverwendbare Baustoffe getestet und kennengelernt werden können

Alle Maßnahmen verfolgen das Ziel die Datenlage zu den Bau- und Abbruchabfällen zu verbessern und so mehr Möglichkeiten für den Erhalt zu schaffen. [174, S. 86-94]

Heidelberg

In Heidelberg wurde ein Projekt zur Aufbereitung von Abbruchmaterialien in Kooperation mit einem lokalen Betonmischwerk bereits etabliert und verstetigt (s. 2.2.7) [97, 175]. Teil dessen ist eine zuvor durchgeführte Stoffstromanalyse. In dem Unterabschnitt 2.3.1 wurde die Vorgehensweise der Stadt näher beschrieben.

Besonderheiten:

In der Analyse wurde die Ausrichtung von Verwaltungen festgehalten, die ihren Baubetrieb umweltschonender aufbauen möchten, dafür jedoch keine Zirkularität wählten. Diese Vorgehensweise kann dennoch für Synergieeffekte nützlich sein, weshalb hier auf einige eingegangen wird.

Aufgefallen ist, dass die Verwaltungen Berlin, Ludwigsburg, München, Straubenhardt und Wuppertal ihre Beschaffung auf zirkuläre (Bau-) Materialien fokussiert haben, abgesehen von Berlin und München jedoch ohne den Einsatz von Abbruchmaterialien zu fördern [176–180]. Der Kreis Viersen gestaltet dies mit ihrem Grundsatzbeschluss in Zukunft nur noch zirkulär und nachhaltig zu bauen weiter aus. Um dies messbar zu machen und eine Grundlage für eine Restwertberechnung zu legen, werden alle Neubauprojekte mit einer DGNB-Zertifizierung und einer Qualitätssiegel Nachhaltige Gebäude-Zertifizierung durchgeführt. [181] Der Kreis Viersen hat darüber hinaus seit 2019 einen BIM Manager, der sowohl die Einführung als auch erste Projekte umsetzt [182].

Auf BIM haben sich 12 weitere Verwaltungen in unterschiedlicher Intensität fokussiert. Die Stadt Bochum konzentrieren sich zunächst darauf Planende einzuweisen [183]. Die Stadt hatte zuvor am Projekt BIM.ruhr teilgenommen, zusammen mit Herne und Recklinghausen [184]. Die Einführung von BIM ist in Bonn, Borken, Hamburg und Stuttgart sowie beim Zusammenschluss der Städte Wülfrath und Heiligenhaus bereits geplant bzw. begonnen [185, S. 41, 186, 187, 188, S. 9, 189]. In Duisburg wurde 2019 mit der Einführung begonnen, heute ist die Stadt damit beschäftigt alle städtischen Liegenschaften in BIM zu übertragen [126, 190]. Mit der Übertragung aller städtischen Liegenschaften hat auch Wuppertal begonnen und plant dies bis 2026 abzuschließen [180]. Köln hat 2015 mit der Einführung begonnen [191] und im Jahr 2020/2021 durch die Entwicklung einer Handlungsempfehlung ihre Arbeit mit BIM definiert [192]. Auffällig viele Städte befinden sich in NRW, was mit der Zielsetzung des Bundeslandes begründet werden kann (s. 3.2.2). Außerdem beziehen nur zwei Städte Bestandsbauten in ihre Überlegungen für BIM ein.

3.2.5 Schlussfolgerung

In den Methodiken der Verwaltungen gibt es einige Überschneidungen, trotz unterschiedlicher Namen oder Umsetzungsweisen. In der Tabelle 3 werden die Maßnahmen in Hinblick auf den Zeithorizont ihrer Wirksamkeit bewertet und welchen Gebäudebestand sie betreffen.

Die von Berlin, Kassel und München geplante bzw. umgesetzte Bauteilbörse ist ein Mittel, welches kurzfristig die Zirkularität erhöhen kann und alle Gebäude einer Region inkludiert, da besonders auch Personen außerhalb der Verwaltung angesprochen werden sollen. Im Gegenteil stellt ein digitaler Zwilling bzw. ein BIM Modell für den Abbruchprozess erst sehr langfristig einen Erkenntnisgewinn dar. Da bisher nur vereinzelte Gebäude in BIM modelliert sind, bezieht sich die Maßnahme hier nur auf die verwaltungseigenen Gebäude. Die Zusammenarbeit mit regionalen Firmen um z.B. Rohstoffe wie Beton aufzuarbeiten hat einen mittelfristigen Einfluss auf die Gebäude und wirkt sich auf alle Bautätigkeiten in der Region aus. Der Wissensaufbau, wie er von der Stadt München geplant ist, bezieht sowohl Bauunternehmen als auch die Gesellschaft mit ein. Damit wirkt die Maßnahme langfristig und auf die Bautätigkeit der Region.

Tabelle 3: Bewertung der Wirkung der best practice Maßnahmen

	kurzfristig	mittelfristig	langfristig	öffentliche Gebäude	Alle Gebäude
Bauteilbörse	X				X
Digitaler Zwilling/ BIM			X	X	
Betonaufbereitung		X			X
Wissensaufbau			X		X

Die Varianz in der Größe der Verwaltungen war in der Datengrundlage vorhanden und hat sich auch in der Endauswertung gezeigt. Der Umfang der Maßnahme lässt dennoch unterschiedlich hohe Budgetmöglichkeiten vermuten. Große Projekte sind eher bei den Metropolen zu finden, wobei die Städte Kassel und Viersen eine hohe Eigeninitiative aufweisen und die Maßnahmen ohne Projektförderungen umsetzen.

Wenige Verwaltungen gehen transparent mit Informationen über Vorgehensweisen in Projekten oder über interne Prozesse um. Häufig ist der aktuelle Status von Projekten nicht einsehbar oder von Verwaltungen durchgeführte Projekte nicht auf deren Internetauftritt zu finden. Außerdem ist auffällig, dass sich viele Verwaltungen am Anfang oder mitten im Veränderungsprozess befinden. Die Menge der Stichprobe zeigt, dass vielen Verwaltungen die Notwendigkeit einer Veränderung ihrer Bautätigkeit bewusst ist. Jedoch scheint die Formulierung konkreter Maßnahmen und die Beschließung dieser zögerlich.

3.3 Best practice im europäischen Ausland

Nach der Untersuchung deutscher öffentlicher Verwaltungen, wird in diesem Kapitel der Suchkreis erweitert, um die Ergebnismenge zu erweitern. Die Einschränkung auf das europäische Ausland wird eingeführt, da sich in diesem Gebiet rechtlichen Rahmenbedingungen ähneln und trotzdem eine größere Vielfalt bei dem Aufbau und der Arbeitsweise der öffentlichen Verwaltung erwartet wird. Zunächst wird die Methodik, dann Rahmenbedingungen vorgestellt und folgend die Vorgehensweise der Recherche erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse evaluiert und zum Ende dieses Abschnittes wird ein Fazit mit Bezug auf die Forschungsfrage gezogen.

3.3.1 Methodik

Die Methodik der folgenden Analyse ist identisch zu der best practice Analyse 3.2 in Deutschland, daher wird sie an dieser Stelle nicht wiederholt (s. Methodik).

3.3.2 Rahmenbedingungen

In der folgenden Analyse werden öffentliche Verwaltungen, die Ländern unterstellt sind, miteinander verglichen. Dabei wird akzeptiert, dass die rechtlichen Grundlagen divergieren können. Die EU stellt für diese Länder einen gesetzlichen Rahmen und gleichzeitig Fördermittel, um eine Transformation zu ermöglichen.

Bereits in der Problemstellung wurde die europaweite Verwertungsquote von 70 % der Bau- und Abbruchabfälle erwähnt [12, Art. 11 §2 (b)]. Diese gesetzliche Vorgabe zur Verwertung von Abbruchabfällen soll im Rahmen der Kreislaufstrategie der EU überprüft werden [17, S. 11]. Die Strategie wurde 2020 von der Europäischen Kommission veröffentlicht und nennt das Bauwesen explizit als Handlungsfeld. Außerdem sollen die Anforderungen an Rezyklate spezifiziert werden und allgemein ein Rahmen für einen funktionierenden Sekundärmaterialienmarkt geschaffen werden [17, S. 14]. Der Aktionsplan soll die vom europäischen *Green Deal* geforderte Transformation zur CO₂-Neutralität bis 2050 beschleunigen [17, S. 2f, 193]. Im Rahmen des *Green Deal* wurden Finanzmittel für das Forschungsprogramm *Horizon 2020* und später für das Nachfolgeprogramm *Horizon Europe* zur Verfügung gestellt. Durch diese Förderung wurde das Projekt *CityLoops* und das Projekt *circular cities declaration* finanziert [194–196]. *CityLoops* beschäftigt sich u. a. mit der Verwertung von Abbruchabfällen, während in der *circular cities declaration* Verwaltungen, die Zirkularität fördern möchten verbunden werden [195, 197]. Beide Projekte lieferten einen Beitrag zur Stichprobenmenge.

3.3.3 Recherche

Wie auch bei der vorhergehenden Analyse wird die Stichprobenmenge aus unterschiedlichen Quellen bezogen. Die erste Quelle ist der Meilensteinbericht 1.1 des RE-BUILD OWL Projektes aus welchem 17 Verwaltungen übernommen werden [198]. Darauf aufbauend wird ein Monitorbericht der Bertelsmann Stiftung hinzugezogen zum Thema nachhaltige Kommunen mit dem Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft. Neun Verwaltungen aus dem europäischen Inland befinden sich im Bericht [199]. Durch das oben genannte *circular cities declaration* Projekt können 74 Verwaltungen und das *CityLoops* Projekt acht weitere Verwaltungen aufgenommen werden [195, 200]. Aus der best practice Deutschland Untersuchung ist das Projekt URGE, mit dem Thema zirkulärem Bauen bekannt. Hierüber konnten neun weitere neun Städte/Kommunen zur Untersuchung hinzugefügt werden [201]. Zusammen mit fünf Verwaltungen, die im Laufe der Recherche hinzugefügt wurden und abzüglich der Duplikate ergeben sich 103 Verwaltungen, welche analysiert werden.

Die Untersuchung wird durchgeführt, indem von der Verwaltung veröffentlichte Unterlagen über Strategien ausgewertet werden. Ähnlich der ersten Untersuchung wird die Protokollierung anhand von drei Kriterien festgehalten:

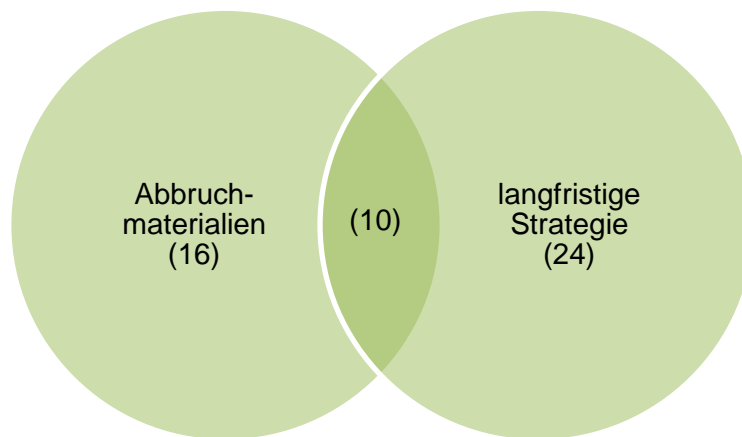
- Wird das Thema Bauen/ Bausektor in den gefundenen Unterlagen behandelt?
- Handelt es sich, in Bezug auf den Bausektor, um eine langfristige Strategie?

- Wird in der Strategie ein Ansatz für die Verwertung oder Nutzung von Bau- und Abbruchmaterialien geliefert?

Die Protokollierung der Recherche kann in Anhang 12 eingesehen werden.

3.3.4 Ergebnis

Nach den zuvor definierten Kriterien wurde die betrachtete Menge wieder dezimiert. Zuerst wurden sieben Städte ausgeschlossen, da sie sich in Deutschland befinden und somit Teil der vorherigen Untersuchung waren. Weiter standen bei zwölf öffentlichen Verwaltungen keine Informationen, oder keine Informationen in englischer Sprache zur Verfügung. Von den restlichen 84 öffentlichen Verwaltungen haben sich 40 mit Themenbereichen der Kreislaufwirtschaft



auseinandergesetzt, jedoch den Bausektor nicht betrachtet. Von den nun übrigen 44 Verwaltungen haben 24 eine langfristige Strategie veröffentlicht, die auch den Bausektor betrachtet, und 16 Verwaltungen haben sich mit dem Umgang mit Abbruchmaterialien beschäftigt. Die Schnittmenge aus beiden besteht aus zehn öffentlichen Verwaltungen, welche Abbildung 12 darstellt.

Abbildung 12: Venn-Diagramm der Ergebnismenge [eigene Darstellung]

Die Maßnahmen dieser zehn Verwaltungen wurden extrahiert und in Tabelle 4 gruppiert. Zusammengetragen wurden nur Maßnahmen, die von der Verwaltung als langfristige Handlung beschlossen wurden. Modellvorhaben werden hier nicht betrachtet.

Tabelle 4: Gruppierung der best practice Maßnahmen

Maßnahme	Anzahl	Namen der Verwaltungen	Quellen
Materialpass	2	Rotterdam, Turku	[202, S. 17], [203, S. 51]
Baustoff-/Materialbörse	4	Helsinki, Kopenhagen, Rotterdam, Stockholm	[204, S. 11], [205, S. 68], [202, S. 17], [206, S. 11,15]
Davon auch digital	2	Rotterdam, Stockholm	[202, S. 17], [206, S. 11,15]

Einsatz zirkulärer Materialien	7	Amsterdam, Helsinki, Kopenhagen, Rotterdam, Stockholm, Tampere, Turku	[207, S. 7], [204, S. 11], [208, S. 10], [202, S. 17], [206, S. 25], [209, S. 73], [203, S. 51]
Zirkuläre Bauweise	3	Espoo, Helsinki, Kopenhagen	[210, S. 9], [204, S. 11], [211, S. 68]
Zertifizierung	1	Roskilde	[212, S. 4]
Lebenszyklusanalyse / CO2-Berechnung	5	Helsinki, Kopenhagen, Roskilde, Tampere, Umeå	[204, S. 11], [211, S. 66], [212, S. 4], [209, S. 72], [213, S. 7]
Wissensaufbau			
in der Verwaltung	2	Stockholm, Turku	[206, S. 9], [203, S. 48]
in der Gesellschaft	2	Amsterdam, Kopenhagen	[207, 52f], [205, S. 68]
in der Wirtschaft	2	Kopenhagen, Turku	[214, S. 43], [203, S. 50]
auf Länderebene	1	Turku	[203, S. 51]

Hinter den Maßnahmen verbirgt sich eine Varianz bezüglich der Herangehensweise und der Umsetzung, welche sich durch die Synthese der Ergebnisse ergibt. Für den Erkenntnisgewinn aus der Analyse ist es notwendig auf diese Details einzugehen. Daher werden im Folgenden vier Maßnahmen beschrieben. Die Maßnahmen zur zirkulären Bauweise, die Zertifizierung und die Lebenszyklusanalyse oder auch CO2-Berechnung werden hier nicht weiter betrachtet, da diese Maßnahmen sich nicht auf Abbruchmaterialien auswirken, auch wenn es die Strategie der Verwaltung tut. Die Maßnahme zum Wissensaufbau wirkt sich ebenfalls nicht direkt auf Abbruchmaterialien aus, ist jedoch langfristig relevant, weshalb sie mit aufgeführt wird.

Wie auch in der vorherigen Ergebnisdarstellung werden am Ende Besonderheiten aufgezeigt, die während der Analyse aufgefallen sind.

Materialpass: Bei Abbrüchen in Turku werden zuvor systematische Audits eingeführt, bei welchen dann ein Materialpass angelegt wird. Ziel bis 2029 ist es, Materialien eines Abbruchs zurückzugewinnen und möglichst hochwertig wiedereinzusetzen. Außerdem wird bis zu diesem Zeitpunkt eine hohe Verwendung von Sekundärmaterialien bei Bauten und Renovierungen beabsichtigt. [203, S. 51] Rotterdam nennt den Materialpass nicht im Zusammenhang mit Abbrüchen. Die Nutzung soll durch die Bauvorschriften unterstützt werden, und eine nationale Datenbank für Materialpässe angelegt werden, um einen einfacheren Austausch mit Stakeholdern zu ermöglichen. [202, S. 17]

Baustoff- und Materialbörse: Von den vier Städten, deren Konzepte der Baustoff- und Materialbörsen zugeordnet werden können, beziehen sich zwei auch auf einen digitalen Ansatz. In Stockholm sollen bis 2024 sowohl digitale Tools und Marktplätze getestet werden, als auch, unabhängig von diesem Schritt, ein Center für Baumaterialien aufgebaut werden [206, S. 11-15]. Rotterdam hat bereits 1990 eine zirkuläre Austauschstelle für Böden und Abfallmaterialien etabliert, welche sich weiterentwickelt hat in eine Materialbörse. Inzwischen werden hier außerdem Objekte gelagert, untersucht, repariert und weiterverteilt. Es wird untersucht, was dieser Ort zukünftig für Baufirmen ermöglichen sollte. Eine weitere Vergrößerung soll durch ein digitales System erfolgen, das Angebot und Nachfrage verdichtet. [202, S. 17] Helsinki arbeitet ebenfalls daran eine Bau- und Materialbörse zu etablieren, in dieser sollen Bauteile und Möbel aus Abbruch und Renovationsprojekten angeboten werden [204, S. 11]. In Kopenhagen existiert bereits ein recycling und reuse Center, welches einen Repairshop, einen Secondhandshop sowie Baumaterialien und ein Lernzentrum beinhaltet [205, S. 68].

Einsatz zirkulärer Materialien: In Amsterdam werden beim Bau öffentlicher Plätze nur bereits existierende Materialien genutzt [207, S. 7]. In Kopenhagen ist es notwendig anfallende Gesteinsbaustoffe auf einer Baustelle weiterzuverwenden – sofern dies für die Umwelt unschädlich ist [208, S. 10]. Ähnlich dazu geht Tampere vor, hier ist vorgesehen Abbruchmaterialien erhöht im Bauprozess einzusetzen und wenn ein Gebäude abgebrochen wird, findet zunächst eine Prüfung statt, ob die vorhandenen Materialien weitergenutzt werden können [209, S. 51]. Stockholm geht wiederum so vor, dass in der Beschaffung weternutzbare Materialien eingekauft werden [206, S. 25]. Rotterdam und Helsinki wollen beide recycelte oder umgenutzte Materialien einsetzen [202, S. 17, 204, S. 11]. Einen Schritt weiter geht Turku, einerseits wollen sie die Kapazität der Operatoren des Bausektors für die Weiterverwendung von Komponenten und Materialien stärken, und andererseits den Markt für recycelte Materialien durch die öffentliche Beschaffung regulieren. Bis 2029 soll so ein Markt für Sekundärbaustoffe entstanden sein, der strukturell unterstützt wird. [203, S. 51] Trotz den teilweise ambitionierten Zielen, die sich die Städte gesetzt haben, konnten keine konkreten Angaben z.B. in Form von prozentualem Einsatz gefunden werden.

Wissensaufbau: Stockholm möchte Trainings innerhalb der Verwaltung zum Thema zirkulärem Bauen durchführen und an dieser Stelle auch die Zusammenarbeit mit der Industrie fördern [206, S. 9]. In Turku werden für die Verwaltung Sensibilisierungsmaßnahmen über die

Potenziale von ungenutzten Räumen durchgeführt, mit dem Ziel bestehende Gebäude effizient zu nutzen und deren Nutzungszeitraum zu verlängern [203, S. 48]. Für die Wirtschaft in Turku ist geplant eine Community über zirkuläres Bauen aufzubauen und die Lebenszykluskosten zu beleuchten [203, S. 50]. Der letzte Baustein von Turkus Wissensaufbau besteht aus der Förderung von Baumaterialdaten auf Länderebene [203, S. 51]. Amsterdam hingegen fördert das Wissen über biologische Baustoffe in der Gesellschaft und plant potenzielle KäuferInnen mit Verkaufenden zu verbinden, um die Entwicklung des Marktes zu fördern. Dazu wird ein Tool aufgebaut, womit KundInnen prüfen können, welche Materialien sich für ihre Bedarfe eignen und außerdem Förderungen finden können, damit der Bau nicht teurer wird als ein konventioneller. [207, S. 52] Kopenhagen hat in der Bau- und Materialstoffböse auch ein Lernzentrum für die Gesellschaft eingerichtet [205, S. 68]. Darüber hinaus ist Kopenhagen an der Förderung von selektivem Rückbau interessiert, um Bauteile so intakt wie möglich zu behalten, dazu wird ein Praxisbericht für BauingenieurInnen entwickelt [214, S. 43].

Besonderheiten ohne langfristige Strategie: Zwei Städte sind während der Recherche besonders aufgefallen. Obwohl deren Ansätze nur auf Projekten beruhen und noch nicht absehbar ist, ob diese nach ihrem Ende verstetigen, sollten die beiden Städte hier Erwähnung finden. Bodø in Norwegen hat im Rahmen des *CityLoops* Projektes ihr 500 ha großes Militärflughaufengelände inklusive dessen Gebäuden umgebaut zu einem öffentlichen Flughafen mit angrenzendem Wohngebiet. Ein Teilziel bestand darin, 100% der Materialien zu kartieren und auf ihr Weiterverwendungspotenzial zu bewerten [215, S. 4]. Dies wollte Bodø erreichen durch einen weitgefassten digitalen Ansatz. Eine 3-D-Visualisierung auf Grundlage von Geoinformationen für das Monitoring und die Planung angestrebt [216]. Dann wurde ein digitaler Zwilling des Bereiches angelegt, wozu Microsoft Power BI, die BIM Software ARCHICAD und ArcGIS, ein Geoinformationssystem, genutzt wurden. Damit konnte u. a. eine qualitative Beschreibung der Bodenmengen und eine Klassifikation der Verunreinigung getroffen werden oder Scans der abzubrechenden Gebäude eingefügt und ausgewertet werden, Klasse, Qualität und Quantität der Materialien sowie Weiterverwendungsmöglichkeiten. Dies erleichterte die Planung der Wiedereinbringung in die Neubauten. [216, S. 8-16]

Die zweite Stadt ist Maribor in der Slowakei. Neben der Zusammenarbeit mit dem WCYCLE Institut, für die generelle Förderung der zirkuläre Wirtschaft im Nordosten Sloweniens [217], wurde ein EU Projekt durchgeführt, gefördert durch das Horizon 2020 Programm mit dem Fokus auf der Entwicklung neuer zirkulärer Businessmodelle für einen nachhaltigeren Bausektor [218]. Ein Teil dieses Projektes ist der Aufbau von CinderOSS, einem One-stop-shop, also einer zentralisierten Plattform für BürgerInnen, Unternehmen oder auch öffentliche Instanzen, auf welcher relevante Informationen und Service von unterschiedlichen öffentlichen Instanzen zusammen gestellt werden [219, S. 95]. Dabei soll CinderOSS verschiedene Service in Verbindung mit waste-to-product-Geschäftsmodellen beinhalten. Die Plattform teilt sich dabei auf

in drei Sparten. Die eine Sparte um Unternehmen zu verbinden, dann einen digitalen Marktplatz für Abbruchmaterialien und die dritte Sparte stellt Informationen rund um die zirkuläre Geschäftsmodelle bzw. den Markt zu Verfügung [220].

3.3.5 Schlussfolgerung

Die aufgeführten Maßnahmen der öffentlichen Verwaltungen gleichen sich mit den Praktiken, die in der aktuellen Forschung diskutiert werden. Das Interesse an BIM oder anderen digitalen Lösungen war innerhalb von Projekten erheblich höher als für die langfristige Umsetzung, wie z. B. Maribor und Bodø zeigen.

An dieser Stelle gilt zu beachten, dass die Verwaltungen ihre Strategien von unterschiedlichen Punkten aus verfasst haben. Es kann davon ausgegangen werden, dass Praktiken, die bereits als etabliert gelten, deutlich schwerer nachzuvollziehen sind. Dadurch lässt sich erklären, weshalb wenig Ergebnisse aus den Ländern stammen, die in Bezug auf die Wiedereinbringung von Abbruchmaterialien weit entwickelt sind (Niederlande, Luxemburg, Italien, Irland und das vereinigte Königreich) [26, S. 7], während in dieser Auswertung der Großteil der Verwaltungen im europäischen Nordens lokalisiert sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit Suchanfragen in der jeweiligen Landersprache mehr Ergebnisse erzielt und mehr Informationen extrahiert worden wären. Ebenfalls gilt zu erwähnen, dass es sich bei der Datengrundlage meist um Strategien handelt, die zwar die Absicht der Stadt wiedergeben, jedoch nicht die Umsetzung garantieren.

Während der Recherche war auffällig, dass ein Großteil der Verwaltungen, die Informationen bereitstellen, Projekte mit Universitäten oder Instituten durchführen. Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten war jedoch für diese Fragestellung nicht nützlich, da sie keine politische Richtung beschreiben.

3.4 RE-BUILD OWL

Auch wenn der IST-Prozess für Abbrüche noch nicht zukunftsfähig ist, entwickelt sich die Sensibilisierung für zirkuläre Wirtschaft im Kreis Lippe seit einigen Jahren weiter. Seit Sommer 2019 hat der Kreis Lippe eine Geschäftsstelle für zirkuläre Prozesse ins Leben gerufen [221]. Für den genaueren Blick auf den Bausektor ist bei der Geschäftsstelle Lippe Zirkulär die Idee für das Projekt RE-BUILD OWL entstanden, welches von 2021-2023 durchgeführt wurde. Das Projekt wurde als Teil der Initiativen „Region gestalten“ und „Heimat 2.0“ von dem Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert [222].

Zunächst wird das Ziel des Modellprojektes dargestellt und darauffolgend die entwickelte Herangehensweise des Kreises beschrieben und bewertet. Es folgt die Abgrenzung vom Projekt zu dieser Arbeit und der Abgleich der Überschneidungen mit den Maßnahmen, die im best practice Kapitel eliminiert wurden. Abschließend werden die Potenziale aus dem Projekt betrachtet und eine Schlussfolgerung aus der Untersuchung gezogen.

3.4.1 Methodik

Durch die Gruppenfallstudie der best practice Analysen wurden übertragbare Maßnahmen untersucht, im Gegensatz dazu wurde in diesem Abschnitt ein Einzelfall untersucht. Dies geschieht im Rahmen einer qualitativen Einzelfallstudie, da sich hierbei Daten erheben lassen, wobei eine quantitative Untersuchung Theorien überprüfen würde [152, S. 215]. Auf Grund des Umfangs der Analyse wurde sich darauf beschränkt, die durch das Projekt entstandenen Potenziale zu untersuchen. Dazu wurden die Projektmaßnahmen auf ihre Wirksamkeit in Bezug auf die Förderung der Kreislaufwirtschaft beim Abbruch öffentlicher Gebäude untersucht werden. Dazu werden u. a. die Projektmaßnahmen in Zusammenhang gebracht mit den Erkenntnissen aus den bisherigen Analyseschritten.

3.4.2 Projektziel

Das Ziel des Projektes war es, die Bauwende zum zirkulären Bauen in der Region Lippe und Ostwestfalen-Lippe (OWL) aktiv mitzugestalten und weiterzuentwickeln [223]. Dieses allgemeine Ziel wurde weiter gesplittet in drei Themenfelder, die jeweils auf das Gesamtziel einzahlen sollten. Zum einen sollte die Digitalisierung der kommunalen Bau- und Sanierungstätigkeiten ausgebaut werden. Als Ergebnis dazu sollte eine Innovations- und Transferplattform entstehen [224]. Mit dieser sollte die Möglichkeit des Austausches von Stakeholdern aus dem Baugewerbe, besonders Planung und Verwaltung, geschaffen werden und Wissen rund um zirkuläre Bauprozesse gesammelt, vermehrt und weitergegeben werden [225]. Das zweite Teilziel war die Transformation zur zirkulären Bauwirtschaft aktiv zu gestalten, hierzu sollte eine Roadmap erstellt werden [224], die den Kompetenzaufbau zwischen Kommunen, Handwerksbetrieben und Unternehmen erleichtert [225]. Das dritte Teilziel war kommunale Bewusstseins- und Entscheidungsrouninen zu durchbrechen. Um dies zu erreichen sollten Netzwerke gebildet werden und lokale Akteure zusammengebracht werden [224].

In einem Beitrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen werden ebenfalls als Ziele benannt: der Aufbau eines Marktes für zirkuläre Bauprodukte sowie die Befähigung strukturschwacher Kommunen eigene Bautätigkeiten zirkulär zu gestalten [226]. Diese Ziele tauchen in den eigenen Veröffentlichungen des Projektes jedoch nicht auf.

3.4.3 Vorgehensweise

Die Aufgaben hinter den drei Projektteilzielen wurden gegliedert in vier Arbeitspakete. Eine Zusammenfassung ist in Abbildung 13 erkennbar.

Arbeitspaket 1

Das erste Arbeitspaket setzte Schwerpunkte in der Recherche, Analyse und den Umsetzungsstrategien bezüglich zirkulärem Bauen [225]. Übernommen wurde diese Aufgabe größtenteils vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) [227, S. 7]. Das IfaS ist Teil des Umwelt Campus Birkenfeld der Hochschule Trier und forscht in nationalen und internationalen

Projekten an dem intelligenten und ressourceneffizienten Umgang mit Stoff- und Energieströmen [228]. Für das erste Arbeitspaket wurde zuerst eine Analyse des zirkulären Bauens im DACH-Bereich und danach in OWL durchgeführt. Für die DACH-Region sollte der Stand der Forschung, sowie best practice Anwendungen festgestellt werden, die Ergebnisse wurden im Meilensteinbericht 1.1 veröffentlicht. Zusätzlich wurden Begriffe für ein einheitliches Vokabular definiert und die öffentliche Bauwirtschaft auf ihre Entwicklung zum zirkulären Bauen hin untersucht. Detailuntersuchungen wurden anhand von ausgewählten Gebäuden der Region OWL durchgeführt und aus den Ergebnissen energetische Sanierungskonzepte erstellt [229]. Abschließend wurde eine potenziell zukünftige Entwicklung der Bauwirtschaft in OWL modelliert und das Urban Mining Potenzial bestimmt. [227, S. 7ff]

Arbeitspaket 2

Das zweite Arbeitspaket fokussiert Akteure, diese zu vernetzen und die Erstellung einer Roadmap. Diese Aufgabe wurde vom Wirtschaftsladen e.V. (WILA) aus Bonn übernommen. Der WILA versteht sich als Zukunftsgestaltende, es soll über viele Generationen hinweg ein Beitrag geschaffen werden für große gesellschaftliche Herausforderungen [230]. Während des Projektes wurden über 500 Akteure recherchiert und Interviews mit potentiellen Schlüsselakteuren geführt [231, S. 3]. Zu Beginn des Projektes wurden zwei Visions-Workshops durchgeführt, zuerst, um eine Vision für die Transformation zum zirkulären Bauen zu erarbeiten und danach um über Entscheidungsrouinen, Digitalisierung und Materialien und Bauteilen des zirkulären Bauens zu sprechen [231, S. 4-5]. Aufbauen auf den Visions-Workshop wurden drei Fach- und Strategiedialoge durchgeführt, in denen Herausforderungen der Visionen besprochen wurden [227, S. 11]. Außerdem wurden drei „Zirkuläre Impulse“ durchgeführt, in denen kommunale, kreislaufgerechte Bauprojekte präsentiert wurden [232], sowie ein Kreisgespräch, welches kommunale Akteure mit Unternehmen zusammenbringen sollte. Zum Ende des Projektes wurde im Rahmen dieses Arbeitspaketes die Roadmap entwickelt, die als Policy Paper die Ergebnisse des Projektes der politischen Vertretung kommunizieren soll und gleichzeitig nächste Schritte für die Politik verdeutlicht. [227, S. 13]

Arbeitspaket 3

Das dritte Arbeitspaket umfasst die Konzeption der interkommunalen Innovations- und Transferplattform und Realisierung des „Zukunftsatlas für zirkuläres Bauen“. Dieses Aufgabenpaket ist dem Kreis Lippe zugeordnet, bestehend aus drei Personen aus dem TGM und einer Person aus der Geschäftsstelle Lippe zirkulär [233]. Die Konzeptionierung bestand aus der Gestaltung der Benutzungserfahrung und der Benutzungsoberfläche der Plattform. Außerdem wurde in diesem Arbeitspaket an dem Zukunftsatlas gearbeitet, welcher eine Wissenssammlung zum zirkulären Bauen und ein ExpertInnennetzwerk enthält. Außerdem wurde eine Datenbank angelegt, um die Daten aus der Transferplattform zu speichern. [227, S. 13ff] Die Ergebnisse aus diesem Arbeitspaket basieren auf den Erkenntnissen der Arbeitspakete 1 und 2 [231, S. 5], da die Transferplattform sowohl den Zukunftsatlas als auch die Projektergebnisse enthält.

Arbeitspaket 4

Das vierte und letzte Arbeitspaket beschäftigt sich mit dem Projektmanagement, der Evaluation, Verbreitung und Verwertung der Ergebnisse, auch dieses Arbeitspaket liegt in der Verantwortung des Kreis Lippe. Der Großteil der Aufgaben zieht sich über die gesamte Laufzeit des Projektes. Dies umschloss die Koordination der Arbeitspakete und Partner, die Teilnahme an Arbeitskreisen und die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit inkl. der Projektwebsite. Weitere Aufgaben sind die Evaluation und die Durchführung eines Syntheseworkshops am Ende des Projektes. [227, S. 14ff]

3.4.4 Potenziale des Projektes für den Rückbau

In diesem Teilabschnitt soll überprüft werden, welche Potenziale sich, vor dem Hintergrund der bisherigen Analysen, aus dem RE-BUILD Projekt für den Rückbau öffentlicher Gebäude ergeben. Dabei gilt zu beachten, dass sich das Projekt auf die Region, dessen Wirtschaft und Gesellschaft fokussierte, während sich die Forschungsfrage auf die Verwaltung des Kreis Lippe bezieht. Durch das Projekt wurden bereits einige Grundlagenuntersuchungen durchgeführt, die für weitere Untersuchungen des Rückbaus des Kreis Lippe nützlich sein können. Außerdem bietet das Projekt das Potenzial, eine Sensibilität der Mitarbeitenden für zirkuläres Bauen erwirkt zu haben. Die durchgeführten Arbeitspakete bzw. dessen Aufgaben können nicht danach klassifiziert werden, ob sie für Rückbau nützlich sind, weshalb die Wirkung der Aufgaben betrachtet wird. Die Ergebnisse, die stetige Möglichkeiten für die Erhöhung von der Kreislauffähigkeit von Bauteilen und -materialien bieten, werden anschließend näher erläutert. Abbildung 13 zeigt eine grafische Zusammenfassung dieses Analyseteils.

Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Zirkuläre Impulse • Transferplattform als Wissenshub 	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige Kooperationsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterbarkeit • Vernetzung
	Wissensvermittlung	Stakeholder Verbund	Transferplattform
Durchführung	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagenanalyse im DACH-Raum • Analyse zirkuläres Bauen in OWL • Energetische Analyse Modellgebäude • Modellierung zukünftiges Urban Mining Potenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Akquise von Akteuren • Visions-Workshops • Fach- & Strategiedialoge • Zirkuläre Impulse • Kreisgespräch • Entwicklung einer Roadmap 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptionierung Transferplattform • Erstellung Zukunftsatlas (Wissenssammlung und ExpertInnennetzwerk) • Datenbankerstellung
	Recherche, Analyse, Umsetzungsstrategien	Netzwerk, Akteure, Roadmap	Transferplattform, Datenbank, Zukunftsatlas
gpl. Ergebnis	Transferplattform	Roadmap	Netzwerke
Ziele	Digitalisierung	Aktive Transformation	Routinen durchbrechen

Abbildung 13: grafische Zusammenfassung der RE-BUILD Analyse [eigene Darstellung]

Wissensvermittlung

Das RE-BUILD OWL Projekt fokussierte sich auf die Vernetzung von und mit Stakeholdern, auf Analyse des Status Quo und den Wissensaufbau sowie die Wissensvermittlung. Um Wissen zu fördern, wurde im RE-BUILD Projekt der aktive Kontakt zu Stakeholdern gesucht, und dieser auf Veranstaltungen ausgebaut. Ein Teil des Wissensaufbau, die zirkulären Impulse, werden im Kreis Lippe verstetigt und auch nach Ende des Projektes weitergeführt [234]. Das Format wurde nach Ende des Projektes der Geschäftsstelle Lippe zirkulär übergeben. Stetige Ansätze haben Kopenhagen und Turku, welche ein Wissenszentrum bzw. eine Community aufbauen. In Deutschland haben Berlin und München Bestrebungen unternommen, das Wissen über zirkuläres Bauen langfristig in Gesellschaft und am Markt zu fördern.

Ein weiterer Aspekt, um Wissen langfristig weiter auszubauen, sind Art Hubs bzw. Wissenszentren. Dies ist im Kreis Lippe nicht in einer analogen Form vorgesehen, jedoch digitale durch die Transferplattform angestrebt worden. Diese enthält grundlegendes Wissen zum zirkulären Bauen und auch Rückbauen. Im Abschnitt zur Transferplattform wird erläutert, wie der Support geregelt ist. Es gibt jedoch keine Planung, wie die Bekanntheit und die Nutzung gefördert werden sollen.

Stakeholder Verbund

Ein Fokus wurde gesetzt auf die Zusammenarbeit mit vielfältigen Stakeholdern aus dem regionalen und überregionalen Bausektor sowie mit eigenem Interesse an zirkulärem Bauen. Durch die aktive Recherche und Kontaktaufnahme wurde das Risiko minimiert, Stakeholder zu versäumen. Ebenso wurden durch die Planung von Präsenztreffen und Workshops die Bindung der Stakeholder und Experten zu dem Projekt intensiviert und die Einbindung erhöht. So wurde das Interesse am Erfolg, die Unterstützung und die Zusammenarbeit mit den Stakeholdern gefördert. Resultierende Potenziale können optimal genutzt werden, durch eine an das Projekt anschließende Verstetigung der Kooperation. Bei zwei Veranstaltungen wurden explizit Sekundärrohstoffe thematisiert [227, S. 19 & 39]. Aus dem Bereich Ver- und Entsorgungsunternehmen, Abbruch- und Recyclingunternehmen und Unternehmen der Weiterverwendung haben über alle Veranstaltungen hinweg vier Akteure teilgenommen [235]. Aus Datenschutzgründen ist keine detailliertere Auswertung dieser Unternehmen möglich. Insgesamt zeigt dies jedoch das Interesse am Thema zirkulärem Bauen, weshalb die Möglichkeit einer intensiveren Zusammenarbeit durch den Kreis Lippe bzw. das TGM geprüft bzw. angefragt werden könnte.

Im Rahmen der Netzerkennung konnte die Smart Recycling Factory aktiviert werden [227, S. 10]. Hierbei handelt es sich um eine Deponie in OWL, welche teilweise im Rahmen eines Forschungsprojektes zu einem Innovationsstandort für Recycling und Kreislaufwirtschaft entwickelt werden soll [236]. Dies birgt das Potenzial einer Zusammenarbeit vergleichbar zu Heidelberg, wo Abbruchmaterialien in Zusammenarbeit mit einem Baustoffhändler aufbereitet werden.

Transferplattform

Die Transferplattform als digitale Plattformlösung stellt eine Transaktionsfläche dar. In diesem Fall wird nicht mit Produkten gehandelt. Es werden Daten bereitgestellt und eine Austauschmöglichkeit gegeben. Die Transferplattform entspricht damit am ehesten einer Kooperationsplattform, da die Verbindung von Stakeholdern untereinander vordergründig ist (vgl. 2.4.2).

Das Ziel für die Transferplattform war der Aufbau einer Datenbank für kommunale PlanerInnen [227]. Darüber hinaus stellt das Endergebnis der Plattform auch die Möglichkeit zur Vernetzung. Das Netzwerk ist ein Bereich, in dem sich Personen, Organisationen oder Unternehmen eintragen können, um von anderen Akteuren gefunden werden zu können [237].

Die Transferplattform wurde auf Basis des Content-Management-Systems Wordpress aufgebaut, um die Hürde zur Weiterentwicklung möglichst niedrigschwellig zu halten. [227, S. 24] Zukünftig bietet sich damit die Möglichkeit, die Transferplattform vollständig zu reproduzieren und für eine andere Verwaltung anzupassen, als auch Beiträge von anderen Verwaltungen aufzunehmen und mit diesen zusammen zu wachsen. Zusätzlich wurde die Plattform damit an die IT des Kreis Lippe angepasst, damit der Support durch die kreiseigene IT übernommen werden kann. Die redaktionelle Weiterentwicklung liegt bei Lippe zirkulär. Wichtige Einflüsse für die Qualität nach der Inbetriebnahme werden durch die Wartbarkeit und die Brauchbarkeit bestimmt [238, S. 22]. Die Wartbarkeit wird in diesem Fall beeinflusst durch die Anpassung der Plattform an die kreiseigene IT und die Sicherung des Supports durch diese. Hingegen wird die Brauchbarkeit maßgeblich durch die redaktionelle Betreuung der Geschäftsstelle Lippe zirkulär beeinflusst.

Die Unterlagen des Projektes beinhalten außer der Übergabe an Lippe zirkulär und die kreiseigene IT kein Konzept für die zukünftige Vermarktung/Einbindung der Plattform. Dies birgt ein hohes Risiko, dass die Plattform wenig bis gar nicht genutzt wird und die Beiträge veralten.

3.4.5 Schlussfolgerung

Durch die Analyse des RE-BUILD OWL Projektes konnte festgestellt werden, dass trotz des anderen Fokus des Projektes die Lösungswege des RE-BUILD Projektes Potenziale für die langfristige Erhöhung der gleichwertigen Wiedereinbringung von Materialien nach einem Abbruch bieten. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass sich Maßnahmen des RE-BUILD Projekt mit Maßnahmen aus der best practice Analyse überschneiden. Die Interpretation der Potentiale in Synergie mit den anderen Analyseschritten wird in der Diskussion vorgenommen und Nutzungsmöglichkeiten schließlich in den Handlungsempfehlungen beurteilt.

3.5 Diskussion

Dieser Abschnitt führt die vorangegangene Forschung zusammen und diskutiert die Einwirkung der Ergebnisse aufeinander. Nachfolgend wird die Auswahl und Vorgehensweise der Forschung bewertet.

Durch die IST-Analyse wurde anhand von ExpertInneninterviews gezeigt, dass fünf Schwachstellen im Prozess bestehen. Die best practice Analyse diente danach dazu, Lösungsansätze anderer Städte für die Verwertung von Abbruchmaterialien zu finden und zu untersuchen. Letztlich hat die Untersuchung des RE-BUILD OWL Projektes des Kreis Lippe die Potentiale, die die Kreisverwaltung durch die Durchführung mitbringt, aufgezeigt. In Abbildung 14 werden die Zusammenhänge zwischen der IST-Analyse, der best practice Untersuchung und der Betrachtung des RE-BUILD Projektes grafisch dargestellt. Durch die Farben der Verbindungspfeile bleiben die Zusammenhänge thematisch sortiert und die Anzahl der Verbindungspfeile verdeutlicht, welche und wie viele Themen auf eine Schwachstelle einwirken. Die Nachvollziehbarkeit einzelner Verbindungen ist nicht durch die Grafik beabsichtigt. Anschließend folgt die Erläuterung dieser Zusammenhänge. Wie im weiteren Verlauf dieses Abschnittes erläutert wird, verfügt die best practice Analyse über eine höhere Güte als die Untersuchung des RE-BUILD OWL Projektes, aus diesem Grund sind die Verbindungspfeile ausgehend von den best practice-Ansätzen breiter.

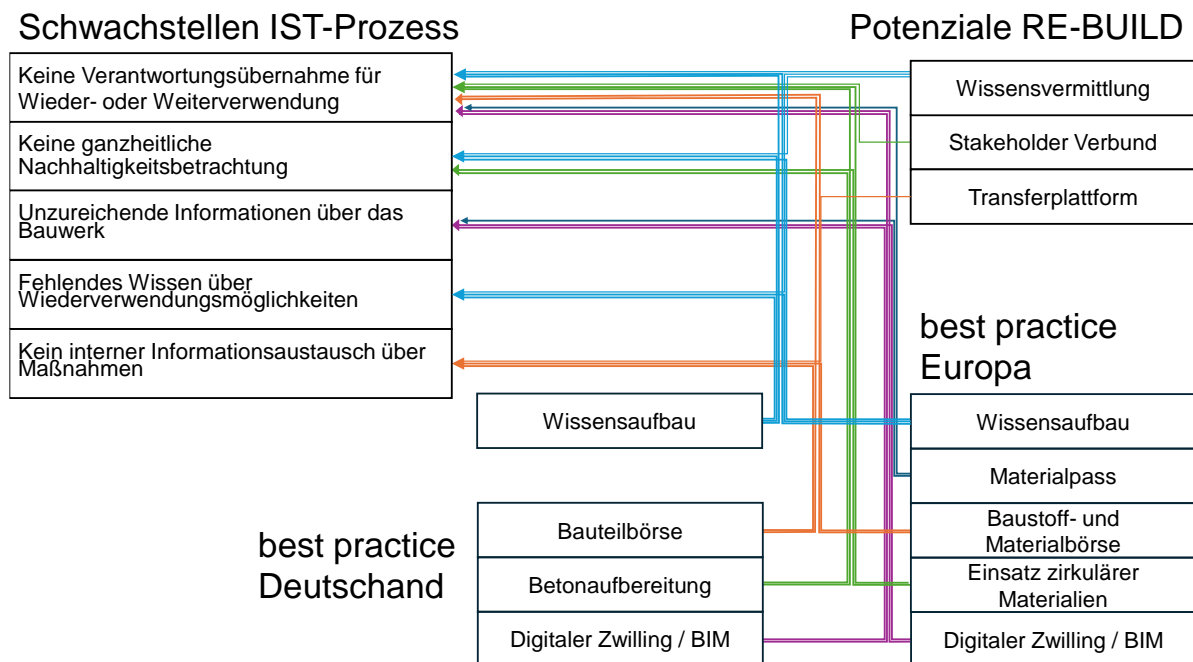


Abbildung 14: Zusammenhänge zwischen den durchgeführten Analysen [eigene Darstellung]

1. Keine Verantwortungsübernahme für Wieder- oder Weiterverwendung

Durch die ExpertInneninterviews ist deutlich geworden, dass die Verantwortung über die Verwertung von Materialien den Subunternehmen überlassen wird. In der best practice Analyse wurde gezeigt, inwiefern Städte Einfluss nehmen auf die Gestaltung des Marktes. Die Beispiele in Europa zeigen, dass in sieben Städten der Einsatz von Sekundärbaustoffen vorgeschrieben wird, wodurch ein Markt für diese geschaffen wird und wie bei den Beispielen Amsterdam und Turku, der Markt sogar aktiv beeinflusst werden soll. In Heidelberg nutzt die Stadt die Verbindung zum ortsansässigen Betonmischwerk, um Abbruchbeton in Recyclingbeton zu verwerten. Außer Heidelberg gab es unter deutschen Verwaltungen keine Beispiele, die sich auf die Wieder- oder Weiterverwendung der eigenen Materialien beziehen. Lediglich durch die

Förderung von Baustoff- und Materialbörsen findet eine indirekte Einflussnahme vor. Besonders relevant für einen Abbruch, wenn die Materialien wieder eingebracht werden sollen, ist die Art des Rückbaus. Durch die Nutzung von BIM würden bereits Informationen über das Bauwerk und dessen Rückbaubarkeit zur Verfügung stehen, wodurch die Wieder- und Weiterverwendung erleichtert wird.

Die Grundlage für den Wiedereinsatz bilden Sensibilisierungen, wie sie jeweils in deutschen und in europäischen Verwaltungen durchgeführt werden. Die IST-Analyse hat gezeigt, dass für den Wiedereinsatz von Materialien viel Eigenverantwortung von den Mitarbeitenden verlangt wird, daher ist Wissen und Bewusstsein für das Thema grundlegend für Veränderungen.

2. Keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung

Es wurde außerdem kritisiert, dass bei einer nachhaltigen Bauweise aktuell lediglich eine energetisch nachhaltige Bauweise anvisiert wird. Speziell für diese Schwachstelle gab es durch die Analysen keinen Ansatz, jedoch kann diese Schwachstelle grundsätzlich mit dem Aufbau von Wissen auf einer personeller sowie entscheidungstragenden Ebene gelöst werden.

Des Weiteren würde sich der Einsatz zirkulärer Materialien positiv auf die Nachhaltigkeitsbetrachtung auswirken. Kopenhagen zum Beispiel veranlasste, dass auf Baustellen anfallende Gesteinsbaustoffe wiederverwendet werden müssen. Ebenfalls aus den best practice kann Tampere hervorgehoben werden, hier muss geprüft werden, inwieweit Materialien wieder- oder weiterverwendet werden können. Auch haben im europäischen Umfeld fünf Verwaltungen eine Lebenszyklusanalyse bzw. eine CO₂-Berechnung von Maßnahmen eingeführt. Durch solche Schritte werden automatisch neue Perspektiven in die Nachhaltigkeitsbetrachtung eingebracht.

3. Unzureichende Informationen über das Bauwerk

Der Abbruch bzw. ein gezielter (selektiver) Rückbau, wird deutlich erleichtert durch die Verfügbarkeit von Daten über den Bau eines Gebäudes. Laut IST-Analyse gab es über die letzten Jahrzehnte eine inkonsistente Datenspeicherung, was dazu führt, dass notwendige Unterlagen beim Abbruch eines Gebäudes nicht mehr oder nur teilweise zur Verfügung stehen. Durch fehlende Informationen entsteht ein hoher Mehraufwand, um denselben Sortiergrad zu erreichen, wie dies mit guter Datenqualität möglich ist. Durch den Einsatz von BIM würden eine besonders hohe Datenqualität zur Verfügung stehen, doch bisher konnten weder im Inland noch im europäischen Ausland Verwaltungen gefunden werden, die BIM für Abbrüche einsetzen, welches vermutlich mit dem hohen Aufwand der Einführung von BIM zusammenhängt. Dies deckt sich mit der Aussage aus dem Theorieteil, dass der Einsatz von BIM-Tools für das Management der Abbruchmaterialien unterrepräsentiert ist (vgl. 2.4.3.3).

4. Fehlendes Wissen über Wiederverwendungsmöglichkeiten

Durch die ExpertInneninterviews ist bekannt, dass Wissen z. B. über Zulassungen bei der Wiedereinbringung von Bauteilen nicht ausreichend ist. Im best practice Kapitel über Deutschland wurden Berlin, mit einem Urban Mining Hub, und München, mit einem Reallabor, ermittelt. Beide Ansätze sind jeweils für Privatpersonen sowie Unternehmen zugänglich. Stockholm und Turku streben an gezielt die Verwaltung schulen zu wollen. Ebenso wird in weiteren Städten Wissen der Gesellschaft und Wirtschaft vermittelt. Im RE-BUILD Projekt wurde besonders die Wissenssammlung und der Wissensaustausch gefördert und an diesem gearbeitet. Außerdem wurde die Transferplattform entwickelt, die diese Wissenssammlung und ein Wissensnetzwerk wiedergibt.

5. Kein interner Informationsaustausch über Maßnahmen

Ebenfalls im Interview mit dem TGM wurde genannt, dass unterhalb der Personen im TGM kein Austausch über Maßnahmen stattfindet und somit auch nicht über verfügbar werdende Materialien und Baustoffe gesprochen wird. Eine mögliche Lösung bieten da die Baustoff- und Materialbörsen, die diese Informationen organisieren. Der Einsatz von diesen wird bereits in Deutschland sowie Europa in insgesamt sieben Städten gefördert. Im RE-BUILD Projekt bietet die Erweiterbarkeit der Transferplattform die Möglichkeit Funktionen nachzurüsten, die für eine Verbesserung des Austausches nützlich sein können.

Die Ergebnisse der IST-Analyse zeigten weniger die Schwachstellen im Prozess als die Schwachstellen der Prozessumgebung. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die in der HOAI definierten Leistungsphasen den Prozess stark beeinflussen, wodurch es dann weniger Probleme im Prozess gibt. Aus diesem Grund wurde auch keine klassische Prozessoptimierung durchgeführt. Durch die Interviews ließ sich die Prozessumgebung untersuchen. Hier wirken monetäre und kapazitative Engpässe stark auf zirkuläre Vorhaben, ebenso wie fehlendes Bewusstsein. Auffällig war außerdem, dass bei den Gesprächen wenig Präsenz des RE-BUILD OWL Projektes festgestellt werden konnte.

Die best practice Untersuchung stellt fortschrittliche Lösungen für die Wieder- und Weiterverwendung von Abbruchmaterialien vor. Dabei war auffällig, dass von den 153 Verwaltungen, die über beide Untersuchungen analysiert wurden, die 15 Verwaltungen, die schließlich Lösungsansätze boten, einen recht geringen Anteil darstellen. Möglicher Grund kann die Sorge vor komplexen, zeitaufwändigen sowie teuren Prozessen sein, und die Ansicht Abbruchmaterial eher als Problem als als Potential zu sehen. Außerdem wurde in der Theorie die konventionelle Arbeitsweise der Baubranche beschrieben (vgl. 2.4.1), die ebenfalls ein Grund für die Schwerfälligkeit der Veränderung sein kann und die niedrige Digitalisierungsquote in Verwaltungen. Zusätzlich wird in vielen Verwaltungen auf die Veränderung im Neubau gesetzt. Es sollen für die Zukunft zirkuläre Produkte genutzt werden, während Abbruchmaterialien ein un-

terrepräsentierter Bereich bleiben. Zusätzlich wurden durch die Analyse wenig digitale Lösungen gefunden. Wenn diese eingesetzt wurden, handelte es sich zumeist um BIM oder um Ansätze mit einem digitalen Zwilling, was eine geringe Varietät darstellt. Niedrigschwellige Lösungen wurden in der Analyse nicht aufgenommen, was im Zusammenhang mit der geringen Digitalisierungsquote in der Baubranche stehen könnte. Die Themen Zertifizierung und Materialpass sind jeweils von Wissenschaft und Politik stärker gewichtet, als das in der Analyse in der Anwendung sichtbar wurde. Eine mögliche Begründung dafür ist aus der IST-Analyse hervorgegangen, dass zusätzliche Aufwände, besonders monetäre, schwer umsetzbar sind. In dieses Feld fallen beide Themenfelder.

Bei der Untersuchung des RE-BUILD OWL Projektes sollten die Lösungsansätze untersucht werden, besonders in Hinblick auf Potenziale für diese Forschungsfrage. Das Projekt hat besonders auf die Verbindung von und mit Stakeholdern der Region und den Wissensaustausch und -aufbau gesetzt. Damit sollte besonders die Entwicklung des Marktes und die Sensibilisierung gefördert werden. Der langfristige Erfolg der entwickelten Maßnahmen ist nicht direkt messbar.

Im Folgenden werden die Forschungsmethoden evaluiert.

Der IST-Prozess wurde mit dem Ziel durchgeführt, die Schwachstellen am Abbruchprozess hinsichtlich der Wiederverwendung von Bauteilen und -materialien zu identifizieren. Dazu wurde das ExpertInneninterview als qualitative Forschungsmethode gewählt. Die ExpertInnen wurden aus verschiedenen Abteilungen gewählt, um die Reliabilität der Ergebnisse zu erzielen. Für den Umfang des Prozesses, welcher sich im Laufe der Interviews ergab, wären drei bis vier Interviews mehr nötig gewesen, um eine ideale Reliabilität zu erzielen. Bereits mit den fünf durchgeführten Interviews und da die Personen aus unterschiedlichen Abteilungen gewählt wurden, wurde die Reliabilität ausreichend erfüllt. Durch die weiteren Analysen ergab sich, dass die größten Hebel zur Förderung zirkulären Bauens, sich außerhalb der exakten Prozessschritte befinden. Der Detailgrad, der durch das BPMN-Diagramm gegeben wird, übertrifft die Notwendigkeit für die Auswertung. Diese Methode war zur Erfassung der IST-Situation und zum Verständnis der Arbeitsweise notwendig. Weiterhin erfüllt der Prozess den Anspruch der Validität, da dieser im Vorhinein klar abgegrenzt wurde und die Interviews unter gleichen Voraussetzungen durchgeführt wurden.

Das Ziel der best practice Methode war es, die Vorgehensweisen anderer öffentlichen Verwaltungen festzustellen und zu abzuleiten, welche Handlungen sowohl innerhalb von Deutschland als auch außerhalb als fortschrittliche Entwicklung zum zirkulären Bauen angesehen werden können. Hierzu wurde eine best practice Recherche durchgeführt, für die die Datengrundlage nach Vorbild einer systematischen Literaturrecherche geschaffen wurde, die Ergebnisse in einer Extraktionstabelle zusammengetragen und schließlich in der Auswertung synthetisiert wurden. Die Ergebnisse, besonders vom zweiten Teil der best practice Analyse, lassen sich

generalisieren, da die Vielzahl der Verwaltungen im Rahmen der Gruppenfallstudie die Eigenheiten des Einzelfalls abstrahieren [152, S. 214].

Für den Teil der Recherche in Deutschland wird durch die Definition der Suchbegriffe die Reliabilität sichergestellt. Eine Beschränkung gilt durch die Suchmaschine, da sowohl die Limitierung der Suchergebnisse als auch die Auswertung aller Suchergebnisse im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war. Durch die Wahl verschiedener Suchbegriffe wurde das Risiko, Städte in Deutschland mit einem zirkulären Ansatz zu übersehen minimiert, ausgeschlossen werden kann es jedoch nicht. Um die Ergebnisse der best practice Analyse zu validieren und zu erweitern, wurde die best practice Analyse in Europa durchgeführt.

Bei der Recherche im europäischen Ausland wurde durch die Recherche über EU-Projekte eine Begrenzung gesetzt, die die Reliabilität gewährleistet. Positiv auf die externe Validität wirken sich die verschiedenen Größen der Städte aus und, dass sie in einem ähnlichen Rahmen agieren. Für die externe Validität wäre es sinnvoll, die unterschiedlichen Länderrechte einzubeziehen. Dies war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Ebenfalls wäre eine Wiederholung der Recherche zu einem späteren Zeitpunkt sinnvoll, um die Ergebnisse und den Erfolg der durchgeführten Vorhaben zu prüfen. Die interne Validität wird dadurch beeinflusst, da die Datengrundlage nicht durch eine offene Suchanfrage ergänzt wurde. Durch die Stichprobengröße und die Förderung der Vorhaben durch die EU, ist für das Gesamtziel, fortschrittliche Entwicklungen zum zirkulären Bauen im europäischen Ausland zu untersuchen, die interne Validität gewährleistet. Außerdem wurden vor der Recherche für das europäische Ausland die Auswertungskriterien schärfer abgegrenzt, was die interne Validität im Gegensatz zur ersten best practice Analyse verbessert.

Das RE-BUILD Projekt kann als erweiterte IST-Aufnahme gesehen werden und untersucht durch das Projekt entstandene Potenziale, die für die Erarbeitung des Konzeptes relevant sind. Dazu wurden die Ziele und die Herangehensweise des Projektes beleuchtet und im Nachgang die Potenziale interpretiert. Die Untersuchung ist eingeschränkt valide und reliabel, da kein eindeutiges Bewertungsschema zu Grunde gelegt wurde.

Insgesamt konnten durch die gewählten Forschungsmethoden sowohl Ansätze für die Förderung der Kreislaufwirtschaft bei öffentlichen Gebäuden gefunden werden als auch der Status Quo im Kreis Lippe für die Einzelfallbetrachtung festgestellt werden. Diese Forschung könnte weiter ausgeführt werden durch eine zeitlich spätere Untersuchung, die die Vorgehensweisen nach deren Einführung untersucht oder durch eine Analyse, die rechtliche Grundlagen auf europäischer und Bundesebene miteinschließt. In der Übertragbarkeit für die wissenschaftliche Diskussion wird noch genauer auf die weiterführenden Möglichkeiten eingegangen.

Auf Grundlage der erarbeiteten Ergebnisse wird folgend das Konzept für die vorgeschlagene zukünftige Umsetzung im Kreis Lippe erläutert.

4 Konzept

Grundsätzlich gilt für das Konzept, dass nach der Verwertungsreihenfolge von Zhang et al. entschieden werden sollte (vgl. 2.2.2). Danach ist die Vermeidung eines Abbruches gewinnbringender als die Steigerung des Kreislaufpotentials von beim Abbruch anfallenden Materialien.

Das Konzept stellt die Antwort darauf, welche Handlungsoptionen eine Kreisverwaltung hat, um die Wiedereinbringung von Materialien in einen Kreislauf zu erhöhen. Eine Grundlage bilden strukturelle Veränderungen, in Handlungsempfehlung 1, 2 und 3, welche nicht direkt messbar, aber langfristig notwendig sind für die Förderung der Zirkularität. Messbar wird der Einfluss auf die Zirkularität beim Rückbau in den operativen Veränderungen der Handlungsempfehlung 4 und im SOLL-Prozess. Durch die Kombination aus top-down und bottom-up Ansätzen soll eine besonders effiziente Veränderung erfolgen, da die Veränderungsprozesse Sanduhr-förmig aufeinander zulaufen. Dieser Ansatz wird auch vom *CityLoops*-Projekt bestätigt [200, S. 9]. Natürlich müssen alle Veränderungen, besonders bei einem monetären oder zeitlichen Mehraufwand vom Kreistag beschlossen werden, trotzdem soll dieses Konzept die hierarchischen Stufen näher zusammenbringen.

4.1 Handlungsempfehlungen

Für die Entwicklung der Handlungsempfehlungen wurden durch diese Arbeit entstandene Ideen mit Handlungsempfehlungen der Bertelsmann Stiftung, der Roadmap des RE-BUILD OWL Projektes und des *CityLoops*-Projektes zusammengebracht und die Schwerpunktthemen weiterbearbeitet. Auf Grundlage dessen wurden die folgenden vier Handlungsempfehlungen erarbeitet.

In der Roadmap des RE-BUILD-Projektes ist als erster Schritt der Beschluss einer nachhaltigen Strategie beschrieben [239, S. 73]. Die Legitimierung durch die Politik (Kreistag) und der Beschluss einer langfristigen Strategie ist die Grundlage für die Umsetzung folgender Handlungsempfehlungen. Diese Handlungsempfehlungen sind nicht wirksam umsetzbar ohne ein langfristiges Ziel und die Bestärkung der Umsetzung durch die strategische Ebene.

4.1.1 Handlungsempfehlung 1: Wissensaufbau

Ein wichtiger Schritt, für die Erweiterung der Zirkularität beim Bauen im Kreis Lippe ist der Wissensaufbau. Diese Handlungsempfehlung wirkt als Enabler für weitere Entwicklungen. Durch das RE-BUILD OWL Projekt haben sich bereits einzelne Personen intensiv mit zirkulärem Bauen beschäftigt, ein gemeinsames Verständnis ist jedoch die Grundlage für weitere Entwicklungen. Es gilt eine umfassende Sensibilisierung für das Thema auf allen Hierarchieebenen zu entwickeln. Die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft muss als strategisches Thema ebenso betrachtet werden, wie Materialien und Prozesse, welche häufiger im Fokus stehen [47, S. 9].

In sieben europäischen Verwaltungen ist Wissensaufbau eine Maßnahme zur Förderung von Zirkularität. Diese Handlungsempfehlung bezieht sich lediglich auf den Wissensaufbau innerhalb der Verwaltung. Durch eine starke Position kann die Kreisverwaltung sowohl eine Vorbildfunktion einnehmen als auch eine beratende Funktion erfüllen und damit Weitere befähigen. Zwei Schwachstellen der IST-Situation können durch Wissensaufbau behoben werden, einerseits fehlendes Wissen über Wiederverwendungsmöglichkeiten und andererseits das Fehlen einer ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung. Durch das RE-BUILD Projekt wollte der Kreis Lippe eine Vorreiterrolle einnehmen, um diese Position langfristig zu sichern ist weiterer Wissensaufbau notwendig. Das Projekt wirkt dabei als Förderung dieser Handlungsempfehlung, da in dessen Rahmen bereits Wissen zusammengetragen und sich mit Wissensvermittlung auseinandergesetzt wurde.

Der Wissensaufbau sollte zielgruppenspezifisch gegliedert werden, um eine hohe Wirksamkeit zu erreichen. Dazu findet die Aufteilung in strategische und operative Zielgruppen statt.

Strategisch:

Die strategische Ebene bezieht sich auf politische Entscheidungstragende (Kreistag, Kreisausschuss, Ausschüsse, Fachbereiche, o. ä.) sowie fachliche Entscheidungstragende (Fachbereichsleitung, Betriebsleitung, o. ä.) mit Bezug zum Bauwesen. Für diese Zielgruppe ist je ein Vortrag erforderlich, bei dem eine Übersicht über das Thema gegeben wird. Dieser Vortrag kann z. B. als Tagesordnungspunkt bei Sitzungen aufgenommen werden. Die Präsentation kann von einer/einem ExpertIn aus dem Kreis Lippe gehalten werden. Alternativ könnten Projektpartner des RE-BUILD OWL Projektes (IfaS oder WiLa) angefragt werden, da es sich hierbei um ExpertInnen handelt, die den Kreis Lippe durch das Projekt bereits gut kennen. Der Inhalt sollte sehr grundlegend beginnen mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft, sich dann auf zirkuläres Bauen beziehen. Außerdem ist es notwendig die Relevanz für die Zukunft und die Vorteile für eine Kreisverwaltung durch die Umsetzung von zirkulärem Bauen herauszustellen. Zusätzlich sollte Raum für die Diskussion der nächsten Schritte eingeplant werden, damit die Teilnehmenden eine Verbindung zu dem Thema herstellen und bereits Verantwortliche für nächste Schritte bestimmen zu können. Für die Organisation dieses Vortrages eignet sich am besten Lippe zirkulär.

Operativ:

Die operative Ebene bezieht sich auf Abteilungen, die beim Bau oder Rückbau von Gebäuden beteiligt sind. Abteilungen, die mit Gebäudemanagement betreut sind, können optional dazu genommen werden. Auch hier wird zunächst ein einleitender Vortrag geplant. Dabei sollte sichergestellt werden, dass alle Mitarbeitenden am Vortrag teilnehmen können, um sicherzustellen, dass danach derselbe Wissensstand angenommen werden kann. Der Inhalt kann auf Grund des Interessensgebietes der Zielgruppe variieren im Vergleich zum Vortrag der strategischen Gruppe. Die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft und der Kreislaufwirtschaft beim Bau sollten ebenfalls aufgenommen werden, damit keine Person thematisch ausgeschlossen wird.

Dennoch sollte der Vortrag spezifischer auf die Praxis eingehen, dazu bieten best practice Beispiele einen guten Rahmen. Weiterhin ist es sinnvoll nächste Schritte zu diskutieren. Einen Vorschlag für nächste Schritte, die auf operativer Ebene etabliert werden können, wird im SOLL-Prozess (4.2) gegeben. Die Organisation dieses Vortrages kann durch das TGM erfolgen, da Personen dieser Abteilung Teil des Projektteams von RE-BUILD OWL waren und somit die stärkste Verbindung zu dem Thema haben.

Zusätzlich zu diesem einleitenden Vortrag, ist ein regelmäßiger Austausch (z. B. einmal monatlich) innerhalb der Abteilung oder mit mehreren Abteilungen sinnvoll. Fragestellungen zum zirkulären Bauen, aus der täglichen Arbeit oder bzgl. der Umsetzung, können in diesem Rahmen diskutiert oder Gelerntes geteilt werden. Hier bietet sich eine Kooperation mit Lippe Zirkulär an, damit Erkenntnisse in die Transferplattform aufgenommen werden und damit dieses Gremium Themenanfragen an die Redaktion geben kann. Dies beinhaltet das Potenzial, dass im Arbeitsalltag vermehrt auf die Transferplattform zurückgegriffen wird.

Zirkuläre Impulse:

Aus dem RE-BUILD Projekt entstand das Format „Zirkuläre Impulse“, welches nun durch Lippe zirkulär weitergeführt wird. Dieses Format kann durch beide Bereiche genutzt werden, aktuell ist es besonders nützlich für die operative Ebene. Durch einen Austausch zwischen Lippe Zirkulär und den jeweiligen Bereichen lassen sich Themen stärker an die Interessen anpassen. So kann die Teilnahme von Personal des Kreis Lippe und damit deren Wissen gesteigert werden.

Tabelle 5 beschreibt den Zeithorizont und welche Instanz optimalerweise die Initiative/ Organisation der Teilschritte übernimmt.

Tabelle 5: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 1

Handlungsschritt	Zeithorizont	Initiative von
Einleitender Vortrag „Zirkuläres Bauen“ für strategische Ebene je Instanz	Einmalig in 2024	Lippe Zirkulär
Einleitender Vortrag „Zirkuläres Bauen“ für operative Ebene	Einmalig in 2024	TGM
Regelmäßiger Wissensaustausch über Hindernisse und Gelerntes der operativen Ebene	Regelmäßig, nach einleitendem Vortrag	TGM
Zirkuläre Impulse auf Bedarfe des Kreis Lippe abstimmen	unmittelbar	Lippe zirkulär

4.1.2 Handlungsempfehlung 2: Digitalisierungsstrategie

Aufbauend auf den Wissensaufbau im Kreis Lippe, soll die Digitalisierung bezogen auf die Gebäudeplanung und -verwaltung im Kreis Lippe ausgebaut werden. Alleinig durch das Wissen, welche Materialien und Ressourcen in einem Gebäude vorhanden sind, können diese sowohl monetär als auch ökologisch nutzbar gemacht werden. Dieses Wissen lässt sich nur durch Digitalisierung effizient bereitstellen.

Teilschritt 1: Transferplattform

Die Transferplattform wurde im RE-BUILD OWL Projekt entwickelt als Ergebnis des Digitalisierungsaspektes (vgl. 3.4.4). Für eine gewinnbringende Nutzung ist die Einbindung in den Arbeitsalltag notwendig. Sie kann als Brückentechnologie bis zur Einführung von BIM gesehen werden und als niedrighschwellige Möglichkeit für den Einsatz von digitalen Tools. Dabei besteht nicht der Anspruch, dass sie BIM-Funktionalitäten erfüllt. In Handlungsempfehlung 4 (s. 4.1.4) wird detailliert erläutert, inwiefern die Transferplattform eingebunden werden kann.

Teilschritt 2: Vorbereitung für die Einführung von BIM durch Change-Management

Durch BIM ist beim Rückbau neben erhöhter Prozessqualität eine effizientere Rückbaubarkeit und eine gesteigerte Sortenreinheit möglich, auch wenn die Hauptgründe für die Einführung von BIM häufig andere sind. Das Land NRW fördert die Einführung sukzessiv (vgl. 3.2.2), während BIM, auch als stille Revolution bezeichnet [119], immer mehr Raum einnimmt. Im Kreis Lippe werden die ersten Auswirkungen spürbar, indem BIM Planungen von Partnerunternehmen nicht nutzbar sind. Im best practice Kapitel wurde gezeigt, dass in Deutschland 12 Verwaltungen bereits aktiv bei der Einführung sind (vgl. 3.2.4). Doch der Umfang der Einführung ist groß, mit hohen Kosten verbunden und BIM würde nicht nur die Art der Planung ändern, sondern die grundlegende Arbeitsweise. Langfristig wird BIM eingeführt, es gilt, diese Einführung bereits jetzt zu befähigen.

Um diese Veränderung durchzuführen, ist es sehr wichtig mit einem umfangreichen Change-Management zu arbeiten. Dies beschäftigt sich damit Mitarbeitende vorbereiten, auszurüsten und dabei zu unterstützen Veränderungen erfolgreich umzusetzen [240, S. 48]. Bei der Umstellung auf BIM handelt es sich um einen kontinuierlichen Wandel, da momentan keine akute Krise diese Veränderung erfordert. Außerdem ist es ein Wechsel bei welchem grundsätzliche Werte der Organisation verändert werden. Die Kombination aus diesen beiden Einschätzungen ergibt, dass es sich um ein Integrationsmodell handelt. [241, S. 3f] Bestehendes wird nicht optimiert, sondern neu gedacht. Das ist die Aufgabe und die Voraussetzung für die Einführung von BIM. Die Bildung eines Change-Management Teams ist hier ein sinnvoller erster Schritt. Dieses Team könnte aus Personen der Stabstelle Digitalisierung, dem TGM sowie der technischen Bauaufsicht zusammengesetzt werden und hätte zunächst zur Aufgabe die Einstellung der Mitarbeitenden, deren Wissensstände und Motivationen zu untersuchen. Die Technologieakzeptanz von Digital Immigrants, Personen, die den Umgang mit Computern im Erwachsenenalter erlernt haben [242, S. 409], sollte ein Fokusthema sein. Für diese Gruppe wird die

Veränderung des Arbeitsalltags und die steigenden Anforderungen, die mit BIM einhergehen, besonders ins Gewicht fallen. Eine weitere Aufgabe des Teams wäre es Vorurteile aufzuräumen, die Motivation der Mitarbeitenden sowie die volle Überzeugung der strategischen Ebene für dieses Vorhaben sicher zu stellen.

Das Change-Management sollte vor dem Beginn der Einführung starten und diese bis zu einem erfolgreichen Abschluss begleiten, da der Veränderungsprozess nicht von vorneherein geplant werden kann, sondern im Laufe des Prozesses nach und nach optimiert werden muss. Das Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen hat eine Handlungsempfehlung für die Einführung von BIM in der öffentlichen Verwaltung erstellt, wonach zuerst eine Orientierungsphase vorgesehen ist [243, S. 9].

Tabelle 6 beschreibt den Zeithorizont und welche Instanz optimalerweise die Initiative/ Organisation der Teilschritte übernimmt.

Tabelle 6: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 2

Handlungsschritt	Zeithorizont	Initiative von
Transferplattform als Brückentechnologie	kurzfristig	TGM + Lippe Zirkulär
Entscheidung zur Einführung von BIM	kurzfristig	Kreistag
Ernennen eines Change-Management Teams	mittelfristig	Kreistag
Aufnahme eines Status-Quo	mittelfristig	Kreistag
Einführung von BIM	langfristig	Kreistag
Begleitung der Einführung durch Change-Management Team	langfristig	Kreistag

4.1.3 Handlungsempfehlung 3: aktive lokale Marktgestaltung

Diese Handlungsempfehlung knüpft an das Ziel des RE-BUILD Projektes an, welches die Bauwende in OWL aktiv mitgestalten will (vgl. 3.4.2). Gleichzeitig wird der Schwachstelle entgegengewirkt, dass aktuell keine Verantwortung für den Verbleib von Materialien übernommen wird. Durch eine aktive Marktgestaltung gewinnen zirkuläre Ansätze an Relevanz, ebenso wie damit auch der Fokus auf den Rückbau gelegt wird. Da der Deponieplatz nicht die Bedarfe der nächsten Jahre deckt ebenso wie andere Verwertungswege an Kapazität verlieren (vgl. 2.2.1), muss gehandelt werden. Um diesen Problemen vorzubeugen, müssen möglichst hochwertige Verwertungsmöglichkeiten (nach Zhang et al. vgl. 2.2.2) etabliert werden und die öffentliche Verwaltung ist in der Position Anreize für diese Veränderung zu bieten.

Teilschritt 1: Erhöhung der Nachfrage von Sekundärmaterialien

Die erhöhte Nachfrage von Sekundärmaterialien (damit werden sowohl Baustoffe, Bauteile als auch Möbel gemeint) ermöglicht es neuen Märkten zu entstehen und zu wachsen. Dr. Anna

Braune betonte beim Symposium des RE-BUILD OWL Projektes, dass der Schlüssel für zirkuläres Bauen darin liegt, die Nachfrage von Primärrohstoffen zu reduzieren und nicht die Sekundärrohstoffe zu fördern [244]. Diese Einstellung teilt auch der RNE, welcher konkrete Minderungsziele für den Einsatz von Primärmaterialien fordert und bezogen auf nachwachsende Rohstoffe empfiehlt, durch Nachfrageimpulse neue Märkte anzureizen [19, S. 10f]. In Amsterdam und Turku werden eindeutige Schritte gewählt, um den lokalen Markt zu verändern und entweder mit Subventionen die Nutzung bestimmter Materialien für Amsterdams Bevölkerung zu fördern oder Unternehmen in Turku Region zu befähigen Rohstoffe wiederzuverwerten und dann durch öffentliche Beschaffung den Markt zu regulieren (vgl. 3.3.4). Auch im *CityLoops*-Projekt der EU wird geraten, dass öffentliche Behörden durch die Stimulation von Angebot und Nachfrage eine führende Rolle in der Transformation einnehmen [200, S. 9].

Durch die Verwendung von Sekundärmaterialien werden einerseits Unternehmen gestärkt, die bereits mit diesen arbeiten, und andererseits werden Unternehmen gefordert, diesen Umgang zu erlernen. Hier ist ein Beschluss einer langfristigen Strategie für den Einsatz von Sekundärmaterialien notwendig, am besten mit konkreten Zielen, um eine Messbarkeit zu ermöglichen. Durch eine offene Kommunikation dieses Beschlusses, werden die Stakeholder darin bestärkt, sich langfristig zusätzliches Wissen anzueignen. Langfristig stärkt dies den Wirtschaftszweig des Recyclings in OWL. Je nach Entwicklungsstand, kann es sinnvoll sein die Anforderungen an die Firmen stufenweise zu erhöhen. Als Übergang zu einer langfristigen Etablierung wird durch *CityLoops* empfohlen zunächst Modellprojekte durchzuführen [200, S. 9] durch diese können Erfahrungen gesammelt werden, um politisch eine langfristige Strategie zu legitimieren.

Teilschritt 2: Angebot an Sekundärmaterialien erhöhen

Die Umsetzung des zweiten Teilschrittes kann gleichzeitig mit dem ersten Teilschritt begonnen werden. Zunehmend wirksam wird dieser Teilschritt jedoch durch die steigende Nachfrage an Sekundärmaterialien und wenn Kompetenzen für die Aufbereitung von Abbruchmaterialien aufgebaut wurden. Als nächstes Ziel sollte verfolgt werden, dass der Rückbau mehr Sekundärmaterialien für eine hochwertige Weiternutzung anbietet.

Dazu wird empfohlen ein pre-demolition-Audit durchzuführen, wie es im best practice festgestellt wurde (vgl. 3.3.4). Die Ansätze werden mit der DGNB-Rückbauzertifizierung (vgl. 2.2.6) abgeglichen und im SOLL-Prozess verankert. Nur durch das Wissen, welche Materialien verbaut wurden und wie diese rückgebaut werden, kann eine hochwertige Verwertung erzielt werden. Fehlende Unterlagen oder Daten müssen durch die Vor-Ort-Untersuchung ausgeglichen werden, und können dann als Datengrundlage für hochwertige Verwendungsmöglichkeiten wirken.

Im Rahmen des RE-BUILD OWL Projektes wurde eine Bewertung eines öffentlichen Gebäudes in Auftrag gegeben, um die Wiederverwendungsmöglichkeit festzustellen. Daraus ergab

sich, dass aus dem 45 Jahre alten, fünfgeschossigen Berufskolleg im brutalistischen Baustil 24,7 % der Masse weiterverwendet und 47,3 % wiederverwendet werden kann [245, S. 16].

Da dieser Prozentsatz nicht generalisierbar ist, muss vor jedem Abbruch festgestellt werden, welche Materialien in einem Gebäude vorhanden sind. Durch eine entsprechende Vorarbeit kann später auch die Weiternutzung maximiert werden. Die Weiternutzungsmöglichkeiten von Materialien werden im SOLL – Prozess näher definiert.

Mit Aussage 5.4 wird genannt, dass die Personalsituation keine zusätzlichen Bestrebungen bez. Weiterverwendung oder Wiederverwertung hergibt. Eine mögliche Lösung dazu ist die Vergabe von Aufgaben, wie es bei der Bewertung im RE-BUILD OWL Projekt getan wurde. Dies gilt sowohl für das pre-demolition audit als auch für die Feststellung von Verwendungsmöglichkeiten oder der Vermittlung von Materialien.

Teilschritt 3: Innovative Technologien fördern

Für die Zukunftsfähigkeit des Marktes ist es zusätzlich zu den beiden vorhergehenden Schritten wichtig Innovationen einzubringen. In der Theorie wurden verschiedene Ansätze für die Wiedereinbringung von Materialien dargestellt (vgl. 2.2.7). In München wurde z. B. zur Testung von Baustoffen eigens ein Reallabor errichtet. Ein internationales Beispiel liefert Maribor, wo mithilfe eines One-stop-Shops die Entwicklung neuer und (ökologisch) nachhaltiger Businessmodelle gefördert wird (vgl. 3.3.4). Der Kreisverwaltung ist es hier eine Aufgabe den durch das Projekt entstanden Stakeholder Verbund aufrecht zu erhalten, um hier entstehende Ideen und Kooperationen aktiv zu fördern. Eine Finanzierungsmöglichkeit solcher Vorhaben besteht durch das Förderprogramm „Innovation im Bau“ [246].

Tabelle 7 beschreibt den Zeithorizont und welche Instanz optimalerweise die Initiative/ Organisation der Teilschritte übernimmt.

Tabelle 7: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 3

Handlungsschritt	Zeithorizont	Initiative von
Zirkuläre Modellprojekte	kurzfristig	TGM mit Lippe zirkulär
Langfristige Strategie beschließen und kommunizieren	mittelfristig	Kreistag
Planung mit Sekundärmaterialien	sofort	TGM
Zusammenarbeit mit Baustoffunternehmen	mittelfristig	TGM mit Lippe zirkulär
Etablierung von pre-demolition audits (s. 4.1.4)	Mittelfristig	TGM
Vermittlung von Materialien (s. 4.1.4)	mittelfristig	TGM
Stakeholder Verbund halten	dauerhaft	TGM
Innovationen aktiv einholen	Mittelfristig	TGM

4.1.4 Handlungsempfehlung 4: Baustoff- und Materialdistribution

Die vierte Handlungsempfehlung empfiehlt die Baustoff- und Materialdistribution auszubauen. Dies ist eine Möglichkeit das Angebot an Sekundärmaterialien zu erhöhen und führt damit die vorhergehende Handlungsempfehlung weiter. Ebenso wird damit konkretisiert, wie eine Verantwortungsübernahme für den Verbleib von Materialien gelingen kann. Durch diesen Schritt lässt sich die Wertrückgewinnung steigern und gleichzeitig kann durch den Verkauf von einer hochwertigen Verwendung ausgegangen werden. Zusätzlich ist der Einfluss von diesem Schritt klar erkennbar und messbar. Die Beliebtheit einer Bau- und Materialstoffbörse, die eine Möglichkeit der Distribution darstellt, ist bei einer Vielzahl der best practice Beispiele zum Einsatz gekommen. Die Städte Kassel, Berlin und München, ebenso wie Helsinki, Kopenhagen, Rotterdam, Stockholm und auch Maribor setzten eine Baustoff- und Materialbörse um (vgl. 3.2.4 und 3.3.4). Wichtig ist zu beachten, dass hierbei die Zwischenlagerung von Materialien minimiert oder vermieden wird. Hierdurch können die Kosten schnell steigen und die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens minimieren. Deshalb bietet sich eine Kombination mit digitalen Lösungen an. An dieser Stelle werden zwei verschiedene Möglichkeiten für die Umsetzung geboten.

Option 1: Fremdleistungen einkaufen

Die erste Möglichkeit ist die Beauftragung eines Unternehmens, welches sowohl die Begehung, die Inventarisierung als auch den Verkauf über eigene Plattformen übernimmt. Dabei wird viel Belastung von dem Personal genommen, welches laut A5.4 diese Aufgaben nicht leisten könnte.

Vorteil dieser Vorgehensweise ist die geringe Personalbelastung, das Wissen, welches vom auftragnehmenden Unternehmen mitgebracht wird, und die Reichweite von dessen Verkaufsplattformen. Diese Dienstleistung muss jedoch bezahlt werden und mindert so die Wirtschaftlichkeit. Die Beispielbeauftragung von Concular im Rahmen des RE-BUILD OWL Projektes kann als Entscheidungshilfe betrachtet werden. Hierbei wurde lediglich der erste Schritt vorgenommen, die Klassifizierung des Gebäudes.

Option 2: Interne Umsetzung

Aus der best practice Analyse lässt sich ableiten, dass trotz häufigem Einsatz von Baustoff- und Materialbörsen die Verwaltung von diesen nicht von der öffentlichen Verwaltung übernommen wird. Es werden entweder Kooperationen mit Anbietern geschlossen oder Unternehmen beauftragt. Daher wird auch dem Kreis Lippe nicht empfohlen dies zu übernehmen, dennoch lassen sich intern Aufgaben übernehmen, die der hochwertigen Materialdistribution, ähnlich einer Baustoff- und Materialbörse entsprechen.

Pre-demolition audit

Zunächst wird ein pre-demolition-audit eingeführt, die Notwendigkeit für die Weitervermittlung von Materialien wurde bereits in Handlungsempfehlung 3 erläutert. Dazu wird mit der Objektbegehung eine Inventarisierung durchgeführt und die Demontierbarkeit von Bauteilen bewertet. Im SOLL – Prozess wird dies genauer beschrieben.

Erweiterung Transferplattform

Der nächste Schritt soll die Wiederverwendung von Bauteilen und -materialien fördern. In Handlungsempfehlung 2: Digitalisierungsstrategie wurde die Transferplattform erwähnt, hier soll nun erläutert werden, welche Anforderungen an die Transferplattform zur wirksamen Einsetzung im Regelprozess und zur Erhöhung der Zirkularität von Abbruchmaterialien bestehen. Dazu wird eine Wiederverwendungs-Unterlage genutzt, in der Informationen eingetragen werden können. Diese Unterlage enthält Informationen zu: möglichen Verkäufen, den Rücknahmen, den Wertstoffe, den Gefahrstoffen, der Sortierquote und der verbleibende Baumischabfallquote. Bei den Gefahrstoffen wird eine Begründung hinterlegt, wie diese ausgebaut werden, und bei der verbleibenden Baumischabfallquote wird ebenfalls eine Begründung hinterlegt, warum keine weitere Sortierung möglich ist. Diese Unterlage ist zentral für diesen Teilschritt. Im SOLL – Prozess wird beschrieben, wie diese Informationen gesammelt werden.

Durch die Wiederverwendungs-Unterlage kann eine Auswertung der Quoten stattfinden, welche der technischen Bauaufsicht anvertraut wird. Hierdurch lassen sich Kennzahlen schaffen, um eine interne Transparenz und die Messbarkeit zukünftiger Maßnahmen zu ermöglichen. Für den Austausch lässt sich die Transferplattform einbinden, die im Rahmen des RE-BUILD OWL Projektes erstellt wurde. Die Plattform wurde erweiterbar konzipiert. Hier vorgeschlagen wird eine optische Darstellung der Maßnahmen im TGM, um sichtbar zu machen welche Maßnahmen zeitgleich oder zu einem ähnlichen Zeitpunkt durchgeführt werden. Weiterhin können kurze Informationen zu der Maßnahme, etwa der Ort und die Wiederverwendungs-Unterlage hinterlegt werden. Durch einen obligatorischen Prozessschritt bei der Planung neuer Gebäude, zur Einbindung dieser Informationen könnten Abbruch- und Bauprojekte miteinander verknüpft werden und die Wiederverwendung von Bauteilen und -materialien erhöht. Die Informationsbasis dieses Tools sollte lediglich zur Entscheidung ausreichen, ob die Maßnahmen Überschneidungspunkte haben. Die Details können durch eine Kontaktaufnahme besprochen werden. Außerdem dient dieses Tool einer Messbarkeit bezüglich der Wiedereinbringung von Materialien. Dies wird im SOLL – Prozess näher erläutert.

Die Anforderungen an die Erweiterung wären demnach:

- Ein interner Bereich für den Kreis Lippe
- Dateneingabe: Adresse, geplanter Beginn (Datum), geplantes Ende (Datum)
- Dateupload: min. eine Datei pro Vorhaben hochladen und löschen können, Datei muss mit Vorhaben verknüpft sein)
- Archivieren von einem Vorhaben (wenn erledigt)

- Übersicht Zeitachse
- Evtl. Übersicht Kartenansicht

Dieser Prozessschritt hätte außer dem internen Informationsaustausch auch den Vorteil, dass die Transferplattform in den Regelprozess eingebettet ist und dadurch eine regelmäßige Nutzung erfährt. Indirekt werden so die weiteren Informationen der Plattform verbreitet, wie die Information über zirkuläres Bauen und die Netzwerkkarte von Unternehmen, die sich mit zirkulärem Bauen auseinandersetzen.

Ebenfalls technisch möglich ist es die Transferplattform in Richtung einer Baustoff- und Materialbörse auszubauen. Diese Erweiterung wird nicht weiterverfolgt, da die Kreisverwaltung Lippe für eine umfangreichere Nutzung im Sinne einer e-Commerce-Plattform nicht die richtige Betreibende ist.

Zusammenarbeit mit Stakeholdern

Ein weiterer Schritt ist die Zusammenarbeit mit Stakeholdern im Kreis Lippe weiter auszubauen. Durch das RE-BUILD OWL Projekt sind Kontakte zu einigen Stakeholdern hergestellt worden, auch wenn Abbruchunternehmen hier eine Minderheit waren, kann hieran angeknüpft werden. Private Initiativen sollten gefördert werden, wie z. B. die Bauteilbörse in Kassel. Es kann außerdem die Stadt Turku als Vorbild genommen werden, welche Stakeholder befähigen will die Kapazität für Zwischenlagerungen zu erhöhen. Durch die Zusammenarbeit mit bestimmten Firmen könnte dem Kreis Lippe eine Zwischenlagerung bzw. ein Verkauf abgenommen werden. Dies funktioniert jedoch nur in Kombination mit der dritten Handlungsempfehlung gewinnbringend.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass Synergieeffekte, die durch das RE-BUILD OWL Projekt und durch die dritte Handlungsempfehlung entstehen, bestmöglich genutzt werden. Es entsteht zusätzlicher Aufwand für die Maßnahmen, jedoch ist eine Senkung der Gesamtkosten des Abbruchs zu erwarten.

Tabelle 8 beschreibt den Zeithorizont und welche Instanz optimalerweise die Initiative/ Organisation der Teilschritte übernimmt.

Tabelle 8: Teilaufgaben von Handlungsempfehlung 4

Handlungsschritt	Zeithorizont	Initiative von
Vergabe von Inventarisierung, Vermarktung und Verkauf	kurzfristig	TGM
Eigene Umsetzung:		
Einführung pre-demolition Audit	kurzfristig	TGM
Erweiterung der Transferplattform	mittelfristig	TGM und Lippe Zirkulär
Zusammenarbeit mit Stakeholdern ausbauen	mittelfristig	TGM und Kreistag

4.2 SOLL – Prozess

Der SOLL-Prozess bildet die Veränderungen auf operativer Ebene durch die Umsetzung der vorhergehenden Handlungsempfehlungen ab.

Der Prozess bleibt weitgehend unberührt von Veränderungen, die sich durch die Handlungsempfehlungen 1 und 2 ergeben. Erst in Handlungsempfehlung 3 wirkt die Steigerung des Angebotes sich direkt auf den operativen Prozess aus. In Handlungsempfehlung 4 wurde näher erläutert, wie sich diese Steigerung des Angebotes umsetzen lässt, und im SOLL-Prozess werden nun die konkreten Schritte hierfür benannt. Dabei wird die zweite Option der vierten Handlungsempfehlung dargestellt, da bei der ersten Option bis auf die Auftragsvergabe und Betreuung keine nennenswerten Veränderungen für den Prozess entstehen.

Für die Erstellung des SOLL-Prozesses wurde außerdem die DGNB-Zertifizierung für Rückbau hinzugezogen, da hier verschiedene Aspekte eines nachhaltigen Rückbauprozesses beschrieben und messbar gemacht werden (vgl. 2.2.6). Außerdem wurde die DIN SPEC 91484 und die Auswertung der am *CityLoops*-Projekt teilnehmenden Stadt Mikkeli für die Gestaltung des pre-demolition Audits verwendet.

Durch den dargestellten SOLL-Prozess ist es möglich Ressourcenschonung und Klimaschutz auch auf der operativen Ebene in den Prozess einzufügen. Zuvor waren dies keine Kriterien, die an den Abbruchprozess gestellt wurden.

Die Veränderungen im Prozess lassen sich vier Aufgaben zuordnen.

1. Vermeidung von Abbrüchen
2. Durchführung eines pre-demolition audits (s. 4.1.3 und 4.1.4)
3. Verwenden einer Wiederverwendungs-Unterlage (s. 4.1.4)
4. Interner Austausch und Review von Projekten (s. 4.1.4)

Die zusätzlichen Prozessschritte werden im Prozess in vier unterschiedlichen Farben dargestellt. Dadurch lässt sich die Zugehörigkeit zu diesen Aufgaben feststellen.

Aus der Analyse des IST-Prozess wurde festgestellt, dass nicht einzelnen Prozessschritte als Schwachstelle für die Wiedereinbringung von Materialien gesehen werden können, sondern die Prozessumgebung. Eine Ausnahme dazu bildet die Überprüfung der Bestandsunterlagen. Fehlende Daten erschweren die Vorbereitung des Abbruches. Ein Problem, welches langfristig durch eine Digitalisierungsstrategie (s. Handlungsempfehlung 2) in den Planungen behoben werden kann. Es wurde deutlich, dass eine hohe Eigeninitiative von den Mitarbeitenden gefordert ist, um eine erhöhte Wiedereinbringung zu ermöglichen. Durch den Beschluss des SOLL-Prozesses soll dies verändert werden.

Im Folgenden werden die vier Aufgaben und die jeweils zugehörigen Prozessschritte erläutert.

1. Vermeidung von Abbrüchen (Veränderungen in rot)

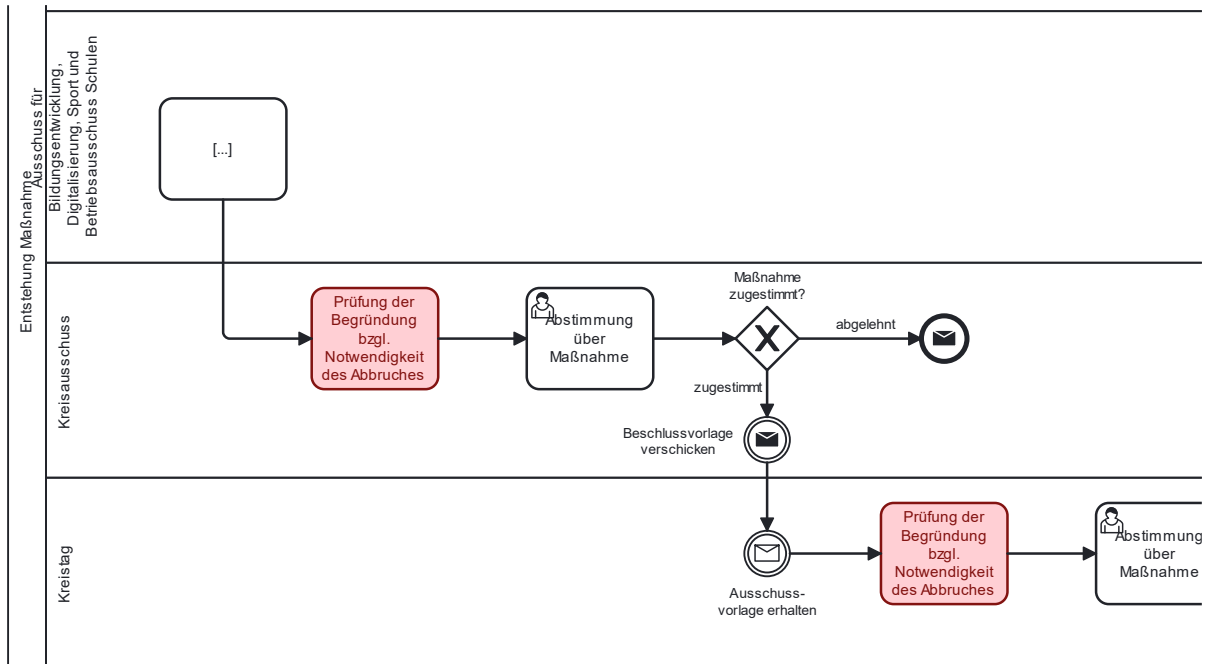


Abbildung 15: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Entstehung Maßnahme [eigene Darstellung]

Zunächst wird ein zusätzlicher Mechanismus eingeführt, der nach Zhang et al. der erste Schritt für hohe Zirkularität im Bauwesen ist (vgl. 2.2.2). Das Ziel ist es Abbrüche möglichst zu vermeiden. Daher wird im technischen Gebäudemanagement nach der Erstellung des Grobkonzeptes eines Abbruchs eine ausführliche Begründung erstellt, warum das Vorhaben nicht ohne einen Abbruch lösbar ist. Diese ausführliche Begründung wird in den folgenden Prüfungen und Abstimmungen über die Maßnahme bei allen Instanzen berücksichtigt (s. Abbildung 15). Der SOLL-Prozess für die Entstehung einer Maßnahme kann in Anhang 14 eingesehen werden.

2. Durchführung eines pre-demolition audits (Veränderungen in lila)

Ist durch erste Prozessveränderung abgesichert, dass nur noch gut begründete Abbrüche durchgeführt werden, folgt mit der nächsten Prozessanpassung die Einführung von pre-demolition audits. Im BPMN-Diagramm sind die Schritte, die auf dieses Ziel einzahlen lila markiert.

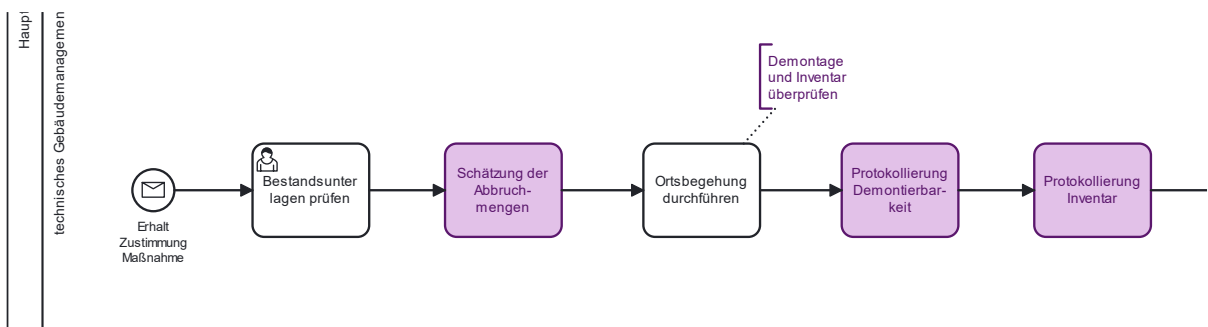


Abbildung 16: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess [eigene Darstellung]

Die beschriebenen Veränderungen sind in Abbildung 16 sichtbar. Zu Beginn des Hauptprozesses und nach der Prüfung der Bestandunterlagen wird die Abbruchmenge geschätzt. Dies ist die Grundlage, um die Verwertung der Abbruchmengen messbar zu machen. Danach wird eine Ortsbegehung durchgeführt, wo u. a. die Demontierbarkeit von Bauteilen vermerkt und die Inventarisierung von Möbeln und Bauteilen durchgeführt wird. Nach der Begehung wird ein Protokoll über die Demontierbarkeit und das Inventar erstellt. Diese Daten können dann für die Planung verwendet und später kann durch die Planung die Schätzung der Abbruchmengen konkretisiert werden. Der detaillierte SOLL-Prozess kann in Anhang 13 eingesehen werden.

3. Verwenden einer Wiederverwendungs-Unterlage (Veränderungen in blau)

Nachdem die Feinplanung durchgeführt wurde und während die Schadstoffentfernung läuft, werden mögliche Rücknahmen durch die Herstellungsfirmen und danach Firmen, die Produkte abnehmen oder vermitteln könnten, geprüft. Hierzu bietet sich u. a. die Netzwerkkarte der Transferplattform an, auf der sich mit zirkulärem Bauen verbundene Stakeholder eintragen können. Dies bedeutet die aktive Kontaktaufnahme zu Unternehmen, deren Produkte in dem Abbruchgebäude verbaut sind. Diese Aufgabe beinhaltet einigen Mehraufwand für die planende Person, deshalb gilt an dieser Stelle zu beachten, dass der Vorschlag eine Alternative zur Vergabe dieser Aufgabe darstellt. Es können auch die eben genannten Schritte eingekauft werden. Um diese Aufgabe zu beginnen, muss lediglich die Planung fertig gestellt sein, die Informationen aus dem Schadstoffgutachten sind nicht notwendig. Nachdem dieses jedoch eingetroffen ist, kann die Zusammenstellung von Informationen in der Wiederverwendungs-Unterlage (s. 4.1.4) begonnen werden. Die Veränderungen sind in Abbildung 17 in den Prozess eingebettet sichtbar.

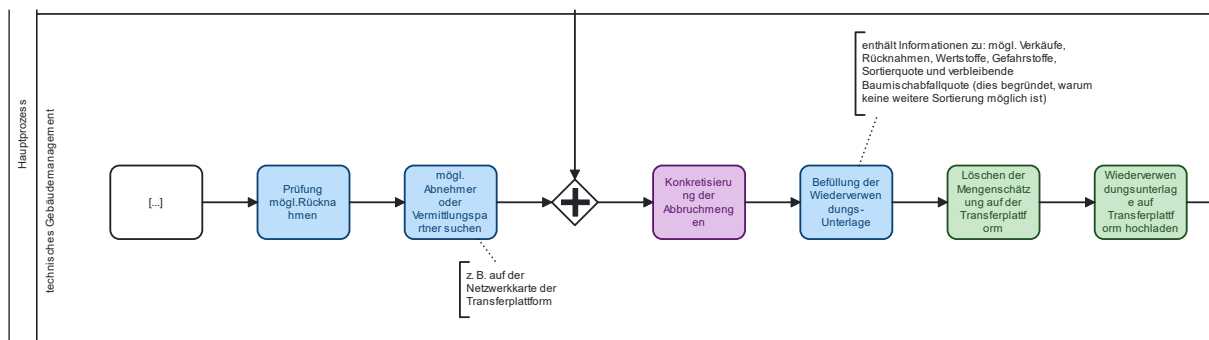


Abbildung 17: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess [eigene Darstellung]

Diese Unterlage schlüsselt die Weiterverwendung der Materialien und Bauteile auf und verfolgt dadurch das Ziel durch die Messbarkeit eine hochwertige Verwertung zu fördern. Damit eine gewisse Verpflichtung entsteht wird das Dokument dem Abbruchartrag für die technische Bauaufsicht hinzugefügt. Bei der Prüfung wird diese Unterlage berücksichtigt und zusätzlich, für den Fall, dass die Unterlage und besonders die Begründung für den Bauschutt nicht schlüssig begründet ist, eine Rückmeldung an die bearbeitende Person und die Leitung des TGM geschickt. Eine Ablehnung ist rechtlich nicht möglich. Dennoch könnte eine interne Regelung diesbezüglich angedacht werden. Abseits vom Prozess kann die technische Bauaufsicht mit

den Daten nun jährlich eine Auswertung zu den abgebrochenen Mengen und jeweils dessen Verwertung erstellen und diese an das TGM und die Leitung des Fachdienstes Planen und Bauen senden. Diese Aufgabe ist in der technischen Bauaufsicht eingeordnet, um eine neutrale Prüfinstanz zu erhalten. Der SOLL-Prozess für den Antrag beim Bauamt ist in Anhang 15 einzusehen.

Wenn Planung und Schadstoffbelastung, sowie erste Kontakte zu Unternehmen bzgl. der Verwertung hergestellt wurden, können die Abbruchmengen entsprechend angepasst werden. Diese werden dann in die Wiederverwendungs-Unterlage eingepflegt. Danach gilt es die Daten in die Transferplattform einzupflegen. Dazu muss zunächst die dann veraltete Schätzung der Mengen entfernt und dann die neue Wiederverwendungsunterlage hochgeladen werden.

Nachfolgend wird der Antrag inkl. der Wiederverwendungs-Unterlage zur technischen Bauaufsicht geschickt. Nach dessen Prüfung werden Ergebnisse der Rücknahmen und Verkäufe gesammelt und abgestimmt darauf das Leistungsverzeichnis für den Rückbau festgesetzt. Die Ausschreibung des Rückbaus wird an die Anforderungen von Rücknahmen und Verkäufen angepasst wird. Damit werden Kriterien wie z. B. selektiver Rückbau/Demontage bei der Vergabe aufgenommen. Mit Start des Abbruchs muss sichergestellt werden, dass die Auftragnehmenden über die Rückgaben sowie über Demontierbarkeiten von Bauteilen unterrichtet sind. Im Laufe des Abbruchs wird die Einhaltung kontrolliert. Während der Durchführung des Abbruchs läuft parallel die Rückgabe, der Verkauf und die Anrechnung der Wertstoffe.

4. Austausch untereinander (Veränderungen in grün)

Das dritte Ziel wird durch den Austausch über die Transferplattform abgebildet, auch wenn der Großteil des Austausches untereinander abseits von diesem Prozess stattfindet. Nach der Erstellung der Abbruchunterlagen, zu Beginn des Prozesses, legt die bearbeitende Person auf der Transferplattform die Maßnahme an und gibt die Adresse sowie den geplanten Abbruchzeitraum an. Dann wird die Datei mit der Mengenschätzung hochgeladen.

Für diesen Austausch ist es wichtig ein Review von den Abbruch-Maßnahmen zu verfassen. Darin wird ein Vergleich festgehalten zwischen Planmengen und den Mengen, die verkauft, dem Hersteller zurückgeliefert und getrennt werden konnten. Erneut wird hier die technische Bauaufsicht als unabhängige Instanz eingebunden, die aus den beiden Unterlagen (Planung und Review) die jährliche Auswertung erstellen kann. In einem regelmäßigen Austausch (s. 4.1.1) kann die Review-Unterlage als Diskussionsgrundlage dienen, um Learnings zu festigen und zu teilen. Die zusätzlichen Prozessschritte sind in Abbildung 18 sichtbar.

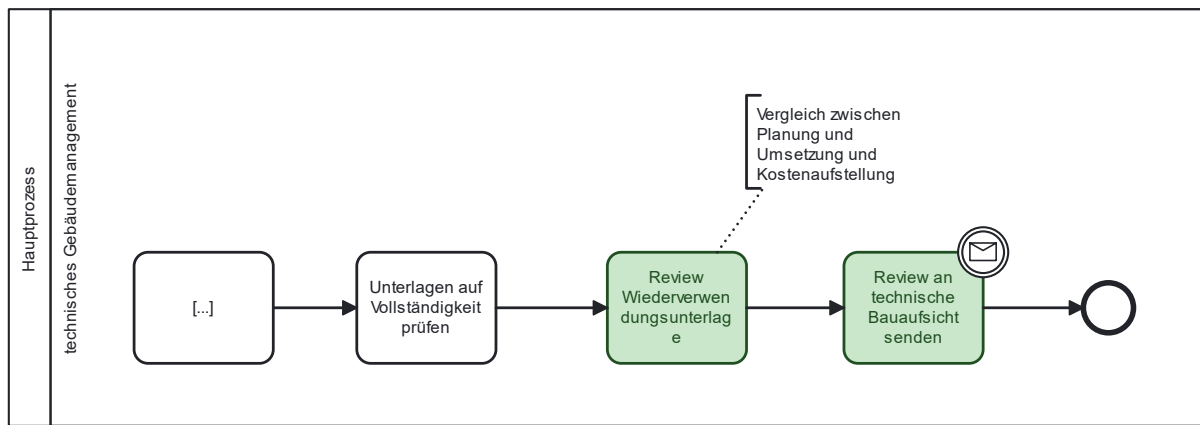


Abbildung 18: Ausschnitt aus SOLL-Prozess Hauptprozess [eigene Darstellung]

Aus dem Abgleich des Prozesses mit der DGNB-Zertifizierung ergibt sich, dass es möglich ist, 50,6 % des Gesamterfüllungsgrades zu erreichen und damit die Silber-Zertifizierung zu erhalten. Eine höhere Zertifizierung ist durch Ausbau dieses Prozesses und die besondere Beachtung von soziokulturellen und funktionalen Aspekten möglich.

4.3 Grafische Zusammenfassung des Konzeptes

Abschließend zu dem Konzept wird in Abbildung 19 eine grafische Zusammenfassung des Konzeptes geliefert. Handlungsempfehlung 1 und 2 bilden eine Grundlage, die keine direkten Einflüsse auf die Zirkularität haben, während Handlungsempfehlung 3 und 4 und der SOLL-Prozess sich immer weiter in einem Thema vertiefen. Durch die Farbgestaltung wird Bezug genommen auf die Themenfelder der Diskussion (vgl. Abbildung 14). Die Grafik stellt keine zeitliche oder priorisierende Sortierung der Handlungsempfehlungen oder Teilschritte dar.

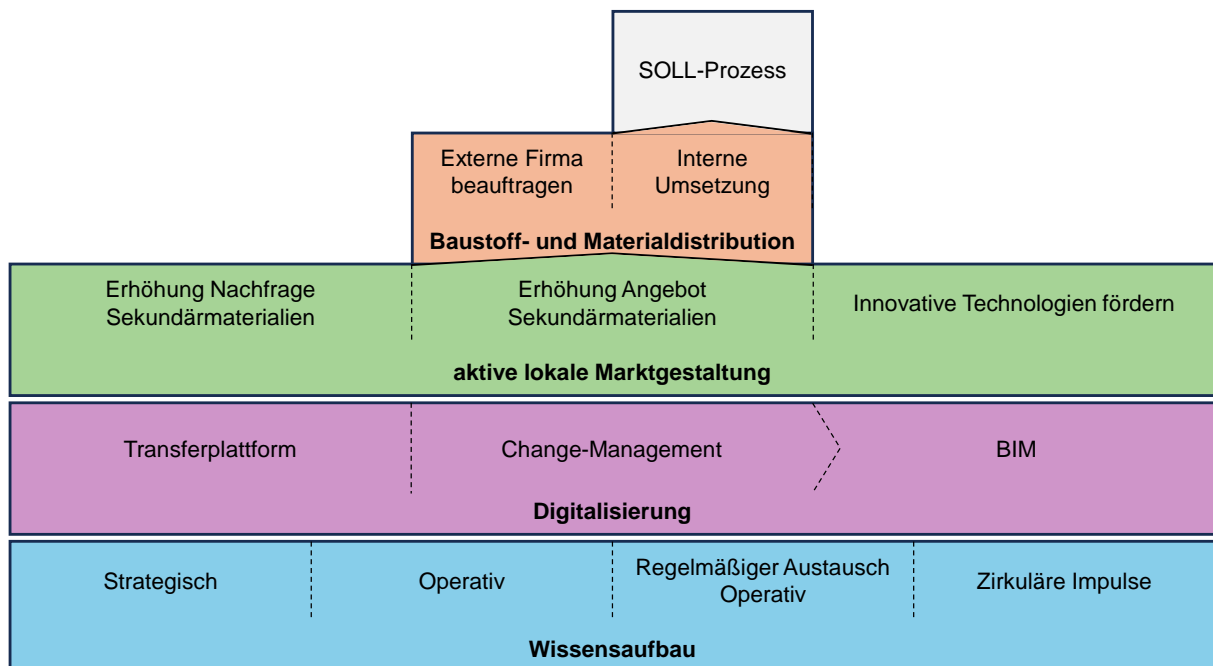


Abbildung 19: grafische Zusammenfassung des Konzeptes [eigene Darstellung]

5 Übertragbarkeit für die wissenschaftliche Diskussion

Nach der Präsentation des Konzeptes für den Kreis Lippe wird in diesem Kapitel die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse für die wissenschaftliche Diskussion geprüft. In der wissenschaftlichen Diskussion ist die Betrachtung von Bau- und Abbruchmaterialien zunehmend relevant. Ebenfalls in der Forschung betrachtet werden die Verwertungsmöglichkeit des Downcyclings und Aufwertungsoptionen für dieses. Die Politik ist gefordert, Handlungsempfehlungen in die Umsetzung zu bringen, wobei der Fokus bisher auf EU- und Bundesebene und damit auf strategischen Instanzen liegt.

Durch die best practice Analyse wurde ausgewertet, welche Lösungsansätze von europäischen Verwaltungen verfolgt werden, um die Kreislauffähigkeit ihrer Abbruchabfälle zu verbessern. Diese Ergebnisse sind allgemeingültig einsetzbar, da sie unabhängig vom Praxisbeispiel erhoben wurden. Durch den Umfang der Stichproben wird ein repräsentatives und umfassendes Bild der aktuell verfolgten Lösungsansätze öffentlicher Verwaltungen in Deutschland und in Europa geschaffen. Wichtig ist bei der Weiterverwertung der Ergebnisse, dass die Daten zumeist auf Strategie basieren. Da es sich damit eher um Absichtserklärungen handelt, lässt sich keine Schlussfolgerung aus den Ergebnissen darauf vornehmen, wie Verwaltungen aktuell mit Bau- und Abbruchabfällen umgehen.

Die Ergebnisse lassen sich als Grundlage nutzen, um allgemeinere Untersuchungen anzustellen z. B. warum sich über verschiedene Länder dieselben Maßnahmen entwickeln oder welche Varianz sich in diesen durch die Länderrechte ergeben. Es ist außerdem möglich einen generalisierten Maßnahmenpool zu erstellen, aus welchem sich durch die Definition von Kriterien schneller individualisierte Konzepte erstellen lassen. Für Untersuchungen ähnlicher Vorhaben, der Entwicklung von Handlungsschritten für Verwaltungen, können die best practice Ergebnisse als Grundlage dienen eigene Handlungsempfehlungen aufzubauen. Lösungen an die entsprechende IST-Situation bzw. die Potenziale einer Verwaltung anzupassen, bietet dabei einen hohen Wirkungsgrad. Ebenso kann das Konzept unter der nötigen Beachtung von Spezifizierungen auf andere Verwaltungen übertragen werden. Die Erkenntnisse dieser Arbeit lassen sich deshalb besonders gut auf weitere Praxisbeispiele übertragen.

6 Fazit

Das Thema dieser Arbeit ist die Entwicklung strategischer Handlungsempfehlungen für die Förderung der Kreislaufwirtschaft beim Rückbau öffentlicher Gebäude. Mit Bezug auf das untersuchte Praxisbeispiel wurde ein entsprechendes Konzept entwickelt, bestehend aus grundlegenden Maßnahmen und spezifizierenden Vorgehensweisen. Der allgemeine Wissensaufbau und erste Schritte in der Digitalisierung sind grundlegend, um die Wiedereinbringung von Materialien in Zukunft zu vereinfachen und effizienter gestalten zu können. Als Aspekt der aktiven lokalen Marktgestaltung spezifiziert die Umsetzung von Baustoff- und Materialdistribution im SOLL-Prozess, wie sich die Wiedereinbringung von Materialien aus dem Rückbau konkret fördern lässt.

Das Konzept beantwortet die zu Beginn gestellte Forschungsfrage, welche durch die Untersuchung leitete. Sie fragt zunächst nach den Anpassungsmöglichkeiten einer Kreisverwaltung, um die Kreislaufwirtschaft von Bauteilen und /-materialien beim Rückbau öffentlicher Gebäude zu fördern und bezieht sich dann spezifischer auf die Rolle von digitalen Lösungen am Beispiel der Transferplattform aus dem RE-BUILD OWL Projekt. Aus diesem Grund wurde in den durchgeführten Analysen zusätzlich konsequent ein Fokus auf den Einsatz von digitalen Tools gelegt. Welche jedoch in diesem Untersuchungsbereich nur gering in Erscheinung traten.

Durch die Analyse der aktuellen Vorgehensweise beim Rückbau öffentlicher Gebäude wurde deutlich, dass im Regelprozess zurzeit kein Fokus auf die Wiedereinbringung von Materialien gelegt wird. Dies zeigt sich beispielsweise dadurch, dass keine Verantwortung für den Verbleib der Materialien nach einem Abbruch übernommen wird. Durch die Abbildung des Prozesses und die Auswertung der ExpertInneninterviews wurden insgesamt fünf Schwachstellen evaluiert, welche teilweise grundlegende und teilweise spezifische Veränderung erfordern.

Mögliche Handlungen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft beim Rückbau wurden durch eine best practice Analyse öffentlicher Verwaltungen in Deutschland und in Europa ermittelt. Aus beiden Schritten ergaben sich Überschneidungen in den langfristigen Ansätzen zur Wieder- oder Weiterverwendung von Bau- und Abbruchmaterialien. Die Ergebnisse im Verhältnis zur Stichprobengröße zeigen, dass sich wenig Verwaltungen mit Bau- und Abbruchabfällen auseinandersetzen, oder dies tun, ohne ihre Vorgehensweise zu kommunizieren. Viele der Verwaltungen, die Handlungen liefern, stehen am Anfang einer Transformation. Die von ihnen gewählten Handlungen sind größtenteils strategisch ausgerichtet, wie z. B. in Form von Wissensaufbau oder der Einführung von BIM. Spezifischer ist der Aufbau von Bauteil- und Materialbörsen oder auch der Einsatz von Sekundärrohstoffen.

Bevor Vorgehensweisen anderer Verwaltungen auf den Kreis Lippe angepasst wurden, wurde das RE-BUILD OWL Projekt der Kreisverwaltung Lippe analysiert, um mögliche Potenziale der Strategien aus der best practice Analyse in Verbindung zu bringen. Im Projekt wurde schwerpunktmäßig an der Wissensvermittlung gearbeitet. Durch viele Austauschformate ergab sich außerdem ein Stakeholder Verbund, von am zirkulären Bauen interessierten Instanzen. Diese

beiden Aspekte waren für das Projekt geplant, lassen sich jedoch auch langfristig vom Kreis Lippe nutzen. Einen dritten Aspekt bildet die Transferplattform, welche durch ihre Erweiterbarkeit Optionen für die Einbindung digitaler Tools liefert und seit Projektbeginn über dessen Laufzeit hinaus geplant war.

Die Handlungsempfehlungen und der SOLL-Prozess, welcher Teile von diesen abbildet, basieren schließlich auf der Kombination von Handlungen, die best practice in Deutschland und Europa gewählt haben, zusammen mit den Potenzialen, die das RE-BUILD OWL Projekt bietet und lösen die Schwachstellen, die aktuell im Kreis Lippe bzgl. der Kreislauffähigkeit bestehen. Ebenso konnte durch die Analyse die Rolle von digitalen Lösungen festgestellt werden. Digitale Tools, grade auch ergänzende Tools zu BIM, scheinen bisher keine relevante Rolle für Abbrüche in öffentlichen Verwaltungen zu spielen. Auch wenn die Einführung von BIM von einigen Verwaltungen verfolgt wird, so wird das Zusammenspiel mit Abbrüchen nicht betrachtet. Die Transferplattform, welche aktuell eine Wissenssammlung und Austauschmöglichkeiten darstellt, hat keinen direkten Einfluss auf die Steigerung der Wieder- und Weiterverwendung. Dennoch birgt sie ein großes Potenzial, welches der Kreis Lippe durch die Umsetzung des Konzeptes nutzen sollte.

Die Erkenntnisse der Arbeit können erweitert werden, indem die best practice Analyse zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt wird und dadurch die Ergebnisse der Strategien der öffentlichen Verwaltungen geprüft werden. Die Ergebnisse lassen sich vertiefen, indem länderspezifische Grundlagen und rechtliche Voraussetzungen analysiert oder Maßnahmen außerhalb der öffentlichen Verwaltung untersucht werden. Dies war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Weiterführende Forschungsfragen könnten sich damit beschäftigen, wie die Anreize für Stakeholder bemessen werden müssen, um die aktive Marktgestaltung effektiv umzusetzen. Gleichzeitig müssen öffentliche Verwaltungen in die ökonomische Lage versetzt werden, diese Transformationen zu fördern. Die Untersuchung dieser Zusammenhänge bildet ein weiteres mögliches Forschungsgebiet. Ergänzend könnte recherchiert werden, welche Geschäftsmodelle der Circular Economy sich in Bezug auf Bau- und Abbruchmaterialien umsetzen lassen und wie diese von der öffentlichen Verwaltung gefördert werden könnten. Außerdem lassen sich aus den Ergebnissen der best practice Untersuchung übliche Maßnahmen der öffentlichen Verwaltung ableiten. Diese können als Grundlage für eine Untersuchung dienen, wie übertragbare Maßnahmen und generalisierte Vorgehensweisen aussehen könnten, die Kreislaufwirtschaft beim Rückbau öffentlicher Gebäude fördern.

Insgesamt liefert diese Arbeit Handlungsempfehlungen, durch welche der Kreis Lippe langfristig eine gleichwertige Wiedereinbringung von Abbruchmaterialien erwirkt und somit stetig die Kreislaufwirtschaft im Bau fördert.

Literaturverzeichnis

- [1] UNEP. "2022 global status report for buildings and construction: towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector." Zugriff am: 17. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>
- [2] D. Campanella, J. Schäufler, C. Schall und J. Kuntzsch, "Echte Materialkreisläufe schaffen: Möglichkeiten und Herausforderungen der Wiederverwertung von Baustoffen," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 517–535.
- [3] Statistisches Bundesamt, "Direkter und indirekter Einsatz von Rohstoffen bei der Herstellung der Güter für Konsum und Investitionen ("Rohstofffußabdruck", Raw Material Consumption, RMC) nach Gütergruppen, 2010 bis 2021: Tabelle 85132-14," in *Rohstoffäquivalente: Berichtszeitraum 2000-2021*, Statistisches Bundesamt, Hg., 2023. Zugriff am: 21. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005.xlsx>
- [4] Statistisches Bundesamt. "Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Was sind Rohstoffäquivalente?" Zugriff am: 18. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Glossar/was-sind-rohstoffaequivalente.html>
- [5] Statistisches Bundesamt, "Direkter und indirekter Einsatz von Rohstoffen bei der Herstellung aller Güter für Investitionen in Bauten, 2010 bis 2021: Tabelle 85132-07," in *Rohstoffäquivalente: Berichtszeitraum 2000-2021*, Statistisches Bundesamt, Hg., 2023. Zugriff am: 21. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/statistischer-bericht-rohstoffaequivalente-5853101217005>
- [6] H. Elsner. "Bericht zur Rohstoffsituation in Deutschland 2019." Zugriff am: 18. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/studie_sand_und_kies_Band_I_2022.pdf
- [7] A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen und J.-K. Seggewies, Hg. *Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource*. Detail, 2021.
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. "Rohstoffstrategie der Bundesregierung: Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen." Zugriff am: 19. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf>
- [9] Kreislaufwirtschaft Bau. "Mineralische Bauabfälle Monitoring 2016: Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016." Zugriff am: 18. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-11.pdf>

- [10] Kreislaufwirtschaft Bau. "Mineralische Bauabfälle Monitoring 2020: Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2020." Zugriff am: 15. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-13.pdf>
- [11] Statistisches Bundesamt. "Abfallbilanz: Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen." Zugriff am: 18. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publicationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf>
- [12] Europäischen Parlaments und des Rates, *Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien*, 2008. Zugriff am: 18. Dezember 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>
- [13] A. Rosen, "Rückbau, Verwertung und Entsorgung im Bauwesen," in *Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource*, A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen und J.-K. Seggewies, Hg., Detail, 2021, S. 16–23.
- [14] C. Helbig *et al.*, "A terminology for downcycling," *J of Industrial Ecology*, Jg. 26, Nr. 4, S. 1164–1174, 2022, doi: 10.1111/jiec.13289.
- [15] BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. "Deutschland – Rohstoffsituation 2022." Zugriff am: 19. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2022.pdf
- [16] Circle Economy, *The Circularity Gap Report 2022*. Amsterdam: Circle Economy, 2022.
- [17] European Commission. "Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions: A new Circular Economy action plan for a cleaner and more competitive Europe." Zugriff am: 19. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>
- [18] M. R. Munaro und S. F. Tavares, "A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective," *Cleaner and Responsible Consumption*, Jg. 8, 2023, doi: 10.1016/j.clrc.2023.100107.
- [19] Rat für Nachhaltige Entwicklung. "Zirkulär, klimagerecht, begrünt, bezahlbar und qualitativ: Nachhaltige Wege in der Stadtentwicklungs-, Bau- und Verkehrspolitik: Stellungnahme des Rates für Nachhaltige Entwicklung (RNE)." Zugriff am: 18. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/2023/06/230627_RNE-Stellungnahme-Stadtentwicklung-Bauen-Mobilitaet.pdf
- [20] bauindustrie.de. "Öffentliche Bautätigkeit." Zugriff am: 19. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/weiteres/bauwirtschaft-im-zahlenbild/oeffentliche-bautaetigkeit>
- [21] Bundesministerium für Justiz, *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG): GEG*. Zugriff am: 19. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/_4.html

- [22] European Parliament. "How the EU wants to achieve a circular economy by 2050." Zugriff am: 20. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2021/2/story/20210128STO96607/20210128STO96607_en.pdf
- [23] B. Euler-Roller und H. Oevermann, "Konversion und Transformation – Denkmalpflege light?," in *Transformation des Bestandes: Die Auseinandersetzung mit dem Bestand ist eine der großen Zukunftsaufgaben in der Architektur und Raumplanung*, future.lab und TU Wien, Hg., Wien, 2023, S. 3. Zugriff am: 21. Februar 2024. [Online.] Verfügbar unter: https://futurelab.tuwien.ac.at/content/download/113891/file/Magazin_19_Transformation%20des%20Bestands.pdf
- [24] Bund deutscher Architektinnen und Architekten, Architects for future und Bauhaus Erde. "Abrissmatorium: Ein offener Brief." Zugriff am: 20. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bda-bund.de/2022/09/abrissmatorium/>
- [25] W. Lu und H. Yuan, "A framework for understanding waste management studies in construction," *Waste management (New York, N.Y.)*, Early Access. doi: 10.1016/j.wasman.2011.01.018.
- [26] C. Zhang, M. Hu, F. Di Maio, B. Sprecher, X. Yang und A. Tukker, "An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe," *The Science of the total environment*, Early Access. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149892.
- [27] C. Zhang *et al.*, "Upgrading construction and demolition waste management from downcycling to recycling in the Netherlands," *Journal of Cleaner Production*, Jg. 266, S. 121718, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121718.
- [28] A. Di Maria, J. Eyckmans und K. van Acker, "Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making," *Waste management (New York, N.Y.)*, Early Access. doi: 10.1016/j.wasman.2018.01.028.
- [29] Global Footprint Network. Zugriff am: 21. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.footprintnetwork.org/>
- [30] T. Rau und S. Oberhuber, *Material Matters: Wie wir es schaffen, die Ressourcenverschwendung zu beenden, die Wirtschaft zu motivieren, bessere Produkte zu erzeugen und wie Unternehmen, Verbraucher und die Umwelt davon profitieren*. Berlin: Econ, 2018.
- [31] Mathias Schluep *et al.* "Market potential of innovative e-waste recycling technologies in developing countries." Zugriff am: 25. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.researchgate.net/publication/228895223_Market_potential_of_innovative_e-waste_recycling_technologies_in_developing_countries
- [32] A. Anand, M. Kumar Jha, V. Kumar und R. Sahu, "Recycling of precious metal gold from Waste Electrical and Electronic Equipments (WEEE): A review," *Proceedings of the XIII International Seminar on Mineral Processing Technology*, S. 916–923, 2013. [Online.] Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/269106739_Recycling_of_

- Precious_Metal_Gold_from_Waste_Electrical_and_Electronic_Equipments_WEEE_A_review
- [33] Deutscher Bundestag (18. Wahlperiode), *Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit* (16. Ausschuss), 2016.
- [34] F. von Unruh und J. Mast, "Circular Economy: Nur Altes unter neuem Namen?: Die verwandten Konzepte der Circular Economy," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 13–17.
- [35] S. Mackenbach, "Chancen zirkulärer Geschäftsmodelle für die Bauwirtschaft," in *30. BBB-Assistententreffen 2019 in Karlsruhe*, S. 192–202.
- [36] J. Kirchherr, D. Reike und M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, Jg. 127, S. 221–232, 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
- [37] M. Braungart und W. McDonough, *Cradle to Cradle: Einfach intelligent produzieren*, 4. Aufl. München, Berlin, Zürich: piper, 2016.
- [38] J. Mast, F. von Unruh und W. Irrek. "Was sind eigentlich Kreislaufwirtschaft, die Industrial Ecology, das Cradle-to-Cradle-Konzept und die Circular Economy?" Zugriff am: 25. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://prosperkolleg.ruhr/wp-content/uploads/2022/08/prospektiven_22-01_begriffsdschungel-zirkulaere-wertschoepfung_auf1-2.pdf
- [39] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. Bocken und E. J. Hultink, "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?," *Journal of Cleaner Production*, Jg. 143, S. 757–768, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
- [40] N. M. P. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker und B. van der Grinten, "Product design and business model strategies for a circular economy," *Journal of Industrial and Production Engineering*, Jg. 33, Nr. 5, S. 308–320, 2016, doi: 10.1080/21681015.2016.1172124.
- [41] N. M. P. Bocken, W. Stahel, G. Dobraz, A. Koumbarakis, M. Obst und P. Matzdorf. "Circularity as the new normal: Future fitting Swiss business strategies." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2021-01/Circularity-as-the-new-normal_whitepaper-EN.pdf
- [42] Circle Economy, *The Circularity Gap Report 2023*. Netherlands: Circle Economy, 2023.
- [43] T. Cooper, "Slower cycles: An essential characteristic of the Circular Economy," in *The Circular Economy in the European Union*, S. Eisenriegler, Hg., Cham: Springer International Publishing, 2020, S. 99–116.
- [44] J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell und A. Hanemaaijer. "Circular Economy: Measuring innovation in product chains."
- [45] McKinsey&Company. "Europe's circular-economy opportunity." Zugriff am: 26. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/europes-circular-economy-opportunity>

- [46] Europäischer Rechnungshof, Hg. *Kreislaufwirtschaft: Langsame Umsetzung in den Mitgliedstaaten trotz EU-Maßnahmen*, 2023. Zugriff am: 26. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-17/SR-2023-17_DE.pdf
- [47] L. Stumpf und R. J. Baumgartner, "Die Circular Economy - ein Konzept mit vielen Perspektiven: Eine Einführung in die R-Strategien und die Vielfalt des Konzeptes," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 5–11.
- [48] A. Tukker, "Product services for a resource-efficient and circular economy – a review," *Journal of Cleaner Production*, Jg. 97, S. 76–91, 2015, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.11.049.
- [49] P. Planing. "Business model innovation in a circular economy reasons for non-acceptance of circular business models." Zugriff am: 26. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.researchgate.net/publication/273630392_Business_Model_Innovation_in_a_Circular_Economy_Reasons_for_Non-Acceptance_of_Circular_Business_Models
- [50] Miele Vertriebsgesellschaft Deutschland KG. "Reparatur." Zugriff am: 28. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.miele.de/c/reparatur-26.htm>
- [51] F. Hofmann, "Mythos: Zirkuläre Geschäftsmodelle sind immer nachhaltig: Systemische Veränderung braucht mehr," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 21–24.
- [52] H. Corvellec, A. F. Stowell und N. Johansson, "Critiques of the circular economy," *J of Industrial Ecology*, Jg. 26, Nr. 2, S. 421–432, 2022, doi: 10.1111/jiec.13187.
- [53] D. E. Hebel und F. Heisel, *Besser - Weniger - Anders Bauen: Kreislaufgerechtes Bauen und Kreislaufwirtschaft: Grundlagen - Fallbeispiele - Strategien*. Basel: Birkhäuser, 2022.
- [54] C. Gunßer, *Mit Freude sanieren: Ein Handbuch zur Umbaukultur*, 2021. Aufl. Potsdam, Deutschland: Bundesstiftung Baukultur, 2021. Zugriff am: 9. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.bundesstiftung-baukultur.de/fileadmin/files/content/BBK_SAN-Web.pdf
- [55] A. Hillebrandt und J.-K. Seggewies, "Recyclingpotentiale von Baustoffen," in *Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource*, A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen und J.-K. Seggewies, Hg., Detail, 2021, S. 58–101.
- [56] P. Riegler-Floors und A. Hillebrandt, "Kostenvergleich konventioneller und recyclinggerechter Konstruktionen," in *Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource*, A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen und J.-K. Seggewies, Hg., Detail, 2021, S. 120–133.
- [57] Umweltbundesamt. "Beton: Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen.“" Zugriff am: 28. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet_beton_fi_barrierefrei.pdf

- [58] G. Schiller, "Kreislaufwirtschaft und Stadtentwicklung: Materialkataster zur Unterstützung kreislauforientierter Ansätze in der Planung," in *Wege zur Nachhaltigkeit in der Stadtentwicklung*, P. Gans und P. Westerheide, Hg., 2020, S. 31–45. Zugriff am: 12. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.vwl.uni-mannheim.de/media/Lehrstuehle/vwl/Wohnungsseminar/Neueste/WKR23_Gesamtdatei.pdf
- [59] C. Deilmann, N. Krauß, K. Gruhler und J. Reichenbach, "Sensitivitätsstudie zum Kreislaufwirtschaftspotenzial im Hochbau," 2014.
- [60] S. Brand, *How buildings learn: What happens after they're built*. New York, NY: Penguin Books, 1995.
- [61] F. Heisel und D. E. Hebel, Hg. *Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen: Die Stadt als Rohstofflager*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2021.
- [62] A. Potrykus, F. Zotz, J. F. Aigner und J. Weißenbacher, *Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen zur Verwendung recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte*. Dessau-Roßlau, 2020. Zugriff am: 27. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_01_11_texte_05-2021_bauprodukte_recycling.pdf
- [63] Deutscher Abbruchverband e.V., Hg. *Abbrucharbeiten: Grundlagen, Vorbereitung, Durchführung*, 3. Aufl. Rudolf Müller Mediengruppe, 2015.
- [64] C. Küpfer und C. Fivet, *Selektiver Rückbau - Rückbaubare Konstruktion: Studie zur Förderung der Abfallreduktion und der Wiederverwendung in der Baubranche*. Zenodo, 2021.
- [65] Rheinland-Pfalz Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung. "Vereinbarung: Bündnis Kreislaufwirtschaft auf dem Bau." Zugriff am: 22. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://mwkel.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung_5/Kreislaufwirtschaft/Stoffstrommanagement/Vereinbarung_Buendnis_Kreislaufwirtschaft_auf_dem_Bau.pdf
- [66] L. Bergmann und S. Steger. "Abschätzung zukünftiger Stoffströme im Bausektor Nordrhein-Westfalens: Abschätzung der durch Abriss, Neubau, Sanierung und Austausch induzierten Materialströme im Wohngebäudesektor von 2022 bis 2060." Ein Bericht aus SCI4climate.NRW. Zugriff am: 29. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/8470/file/8470_Bausektor.pdf
- [67] Amtsblatt der Europäischen Union, *Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien: 2008/98/EG*. Zugriff am: 18. Dezember 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>
- [68] Bundesministerium für Justiz, *Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen: KrWG*. Zugriff am: 1. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/_45.html

- [69] T. M. Romm und T. Kasper, "Ökoeffizientes Bauen mit Ressourcen vor Ort," in *Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource*, A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen und J.-K. Seggewies, Hg., Detail, 2021, S. 36–39.
- [70] D. Campanella und L. Knödler, "Mythos: Wiedereinbringung von Materialien ist nicht möglich: Wie Materialpässe zu einer zirkulären Baubranche beitragen können," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 85–89.
- [71] Deutsches Institut für Bautechnik. "Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)/ Allgemeine Bauartgenehmigung (aBG)." Zugriff am: 1. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dibt.de/de/wir-bieten/zulassungen-etas-und-mehr/abz-abg>
- [72] Mitarbeiterin des Deutsches Institut für Bautechnik, "Zulassung von Bauteilen", Telefonat.
- [73] C. Lemaitre und P. Hettinger, "Heute unsere positive Zukunft bauen," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 57–76.
- [74] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Zugriff am: 25. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/das-wichtigste-zur-dgnb-zertifizierung/ueber-das-dgnb-system>
- [75] TÜV Süd Industrie Service GmbH. Zugriff am: 29. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://breeam.de/breeam/zertifizierungssysteme/>
- [76] U.S. Green Building Council. Zugriff am: 29. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.usgbc.org/leed>
- [77] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Zugriff am: 29. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebaeude/rueckbau>
- [78] Concular GmbH. Zugriff am: 30. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://restado.de/>
- [79] bauteilnetz.de. Zugriff am: 31. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_thema/bauteilnetz.html
- [80] Z. Bao, W. M. W. Lee und W. Lu, "Implementing on-site construction waste recycling in Hong Kong: Barriers and facilitators," *The Science of the total environment*, Early Access. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141091.
- [81] A. Six. "Rezeptur für Öko-Beton: Alternativer Zement." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.empa.ch/web/s604/a-recipe-for-eco-concrete>
- [82] VTT Technical Research Centre of Finland. "Carbonaide aims for carbon negative concrete technology." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/carbonaide-aims-carbon-negative-concrete-technology>
- [83] C. Beumelburg. "HeidelbergCement erhält Deutschen Innovationspreis für Klima und Umwelt (IKU)." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.heidelbergmaterials.com/de/pi-16-05-2022>

- [84] J. Suchorzewski, F. Santandrea und K. Malaga, "Reusing of concrete building elements – Assessment and quality assurance for service-life," *Materials Today: Proceedings*, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2023.07.195.
- [85] C. Küpfer, M. Bastien-Masse und C. Fivet, "Reuse of concrete components in new construction projects: Critical review of 77 circular precedents," *Journal of Cleaner Production*, Jg. 383, S. 135235, 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135235.
- [86] C. Küpfer, M. Bastien-Masse, J. Dev nes und C. Fivet, "Environmental and economic analysis of new construction techniques reusing existing concrete elements: two case studies," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, Jg. 1078, Nr. 1, S. 12013, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1078/1/012013.
- [87] VEKA AG. "Nachhaltig unterschätzt: Kunststoff ist Werkstoff mit Zukunft!" Zugriff am: 2. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://architekten.veka.de/magazin/artikel/nachhaltig-unterschaetzt>
- [88] Rewindo GmbH. "Fenster-Recycling-Service." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://rewindo.de/>
- [89] Umweltbundesamt. "Förderung einer hochwertigen Verwertung von Kunststoffen aus Abbruchabfällen sowie der Stärkung des Rezyklateinsatzes in Bauprodukten im Sinne der europäischen Kunststoffstrategie." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-11-23_texte_151-2021_rebaupro_0.pdf
- [90] Compagnie de Saint-Gobain. "Rücknahme nach Rückbau." Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.easy-eco.org/ruecknahme-nach-rueckbau/>
- [91] Stadt Heidelberg. "Bergbau in der Stadt: Heidelberg wird Europas erste kreislauffähige Kommune: Pilotprojekt „Circular-City-Heidelberg“ auf dem Greentech-Festival in Berlin vorgestellt." Zugriff am: 5. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.heidelberg.de/hd/HD/service/23_06_2022+bergbau+in+der+stadt_+heidelberg+wird+europas+erste+kreislauffaehige+kommune.html
- [92] Bundesministerium für Justiz, *Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Verordnung - AltfahrzeugV)*. Zugriff am: 2. März 2024. [Online.] Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/altautov/_3.html
- [93] Umweltbundesamt. "Das anthropogene Lager." Zugriff am: 3. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/das-anthropogene-lager#verschiedene-arten-anthropogener-lagerstatten>
- [94] G. Schiller *et al.* "Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekund rrohstoffwirtschaft." Zugriff am: 8. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_83_2015_kartierung_des_anthropogenen_lagers.pdf

- [95] Umweltbundesamt. "Urban Mining." Zugriff am: 7. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining#was-ist-urban-mining->
- [96] C. M. Rose und J. A. Stegemann, "Characterising existing buildings as material banks (E-BAMB) to enable component reuse," *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, Jg. 172, Nr. 3, S. 129–140, 2019, doi: 10.1680/jensu.17.00074.
- [97] Stadt Heidelberg. "Urban Mining im Bausektor: Gebäudebestand als Rohstofflager für die Bauten von morgen." Zugriff am: 5. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.heidelberg.de/hd/HD/entwickeln/urbanmining.html>
- [98] Stadt Heidelberg. "Heidelberg präsentierte Großprojekte auf Immobilienmesse Expo Real in München." Zugriff am: 5. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.heidelberg.de/hd/HD/service/07_10_2022+heidelberg+praesentiertere+grossprojekte+auf+immobilienmesse+expo+real+in+muenchen.html
- [99] dabonline.de. "Urban Mining: Materialkataster für Gebäude." Zugriff am: 5. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dabonline.de/2022/11/29/urban-mining-madaster-materialkataster-gebaeude-cradle-to-cradle-recycling/>
- [100] A. Heil, "Mythos: Zirkuläres Bauen ist nicht profitabel: Das heutige Wirtschaften - von der Wiege zur Bahre (Cradle-to-Grave)," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 91–94.
- [101] H. Bardt, *Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung von Sekundärrohstoffen*, 33. Aufl. Köln, 2006. Zugriff am: 23. Januar 2024.
- [102] D. A. Ness und K. Xing, "Toward a resource-efficient built environment: A literature review and conceptual model," *J of Industrial Ecology*, Jg. 21, Nr. 3, S. 572–592, 2017, doi: 10.1111/jiec.12586.
- [103] P. van Assche, "Kreislaufdenken als neue Systemlogik," in *Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen: Die Stadt als Rohstofflager*, F. Heisel und D. E. Hebel, Hg., Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2021, S. 144–156.
- [104] G. Angerer, A. Mohring, F. Marscheider-Weidemann und M. Wietschel. "Kupfer für Zukunftstechnologien: Nachfrage und Angebot unter besonderer Berücksichtigung der Elektromobilität." Zugriff am: 9. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2010/Bericht_FSEM_Cu.pdf
- [105] UNEP. "Buildings and construction factsheet." Zugriff am: 5. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35850/BC.pdf>
- [106] D. Bakalis, J. Büchel und M. Scheufe. "Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex 2023." Zugriff am: 4. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2023-kurzfassung.pdf>

- [107] S. Perera, X. Jin, M. Samaratunga und K. Gunasekara, "Drivers and barriers to digitalisation: A cross-analysis of the views of designers and builders in the construction industry," *ITcon*, Jg. 28, S. 87–106, 2023, doi: 10.36680/j.itcon.2023.005.
- [108] C. Jacob und S. Kukovec, Hg. *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*. Springer Vieweg, 2022.
- [109] A. Akbarieh, M. Schäfer, D. Waldmann und F. N. Teferle, "Post-Urban Mining Automation and Digitalisation for a Closed- Loop Circular Construction," *Proceedings of the the Joint Conference CIB W78*, S. 346–356.
- [110] I. Kovacic, M. Honic und M. Sreckovic, "Digital platform for Circular Economy in AEC Industry," *Engineering Project Organization Journal*, Vol. 9, Okt. 2020. [Online]. Verfügbar unter: https://publik.tuwien.ac.at/files/publik_290949.pdf
- [111] J. Förderer, *Erfolgsmodell digitale Plattformen: Geschäftsmodelle - Netzwerkeffekte - Community-Management*, 1. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2022.
- [112] J. Zielinski, "Kreation wertstiftender Geschäftsmodelle in neuen Wertschöpfungsformen, Ökosystemen und Plattformen," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 89–99.
- [113] M. Urbanek, "Plattformlösungen im Handwerk & Zusammenspiel Immobilienwirtschaft," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 377–391.
- [114] M. Dallos, "Erfolgreiche Geschäftsmodelle der Zukunft," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 77–87.
- [115] Concular GmbH. Zugriff am: 30. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://concular.de/>
- [116] Madaster. "Unsere Plattform: Berechnet verlässlich Zirkularität und CO₂-Emissionen." Zugriff am: 9. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://madaster.de/plattform/>
- [117] Madaster Foundation. Zugriff am: 6. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://madaster-foundation.org/>
- [118] McKinsey&Company. "Gewinner der Digital Top 50 Awards 2018 gekürt." Zugriff am: 15. August 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.mckinsey.com/de/news/presse/gewinner-der-digital-top-50-awards-2018-gekurt>
- [119] B. Daniotti, A. Pavan, S. Lupica Spagnolo, V. Caffi, D. Pasini und C. Mirarchi, *BIM-based collaborative building process management*, 1. Aufl. (Springer Tracts in Civil Engineering). Cham: Springer International Publishing, 2020.
- [120] S. Kukovec und C. Jacob, "Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung in der Baubranche," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 595–608.

- [121] B. Goldshteyn und E. Ritz, "Building Information Modeling: Der Leitfaden für die erfolgreiche Implementierung," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 213–226.
- [122] C. Jacob, "Der traditionelle Weg der Bau- und Immobilienwirtschaft in die digitalisierte Welt," in *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen, effizienten und profitablen Wertschöpfung*, C. Jacob und S. Kukovec, Hg., Springer Vieweg, 2022, S. 3–23.
- [123] Y. Arayici, "Towards building information modelling for existing structures," *Structural Survey*, Jg. 26, Nr. 3, S. 210–222, 2008, doi: 10.1108/02630800810887108.
- [124] M. Helmus, S. Anders, A. Meins-Becker, H. Kesting, A. Bresser und N. Koch to Krax. "Building Information Modeling (BIM) als Basis für den Umgang mit digitalen Informationen zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen." Zugriff am: 7. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/BIM-Prozesse_Stoffkreislauf/Forschungsbericht-BIM-Prozesse-Stoffkreislauf.pdf
- [125] H. Mischo, J. Seifried, K. Thiele, S. Schanzenbach und M. Grassl, "Vom 3-D-Laserscan zum BIM-Modell," *Bautechnik*, Jg. 96, Nr. 7, S. 564–571, 2019. doi: 10.1002/bate.201900031. [Online]. Verfügbar unter: https://www.grassl-ing.de/files/ueber_uns/veroeffentlichungen/Vom_3D-Laserscan-zum-BIM-Modell.pdf
- [126] Stadt Duisburg. "Smart City Duisburg: BIM und CAFM." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.duisburg.de/microsites/smartcityduisburg/news/20-03-12_BIM_CAFM.php
- [127] P. Bergmann, "Mythos: Die Dokumentation von Baumaterialien und -produkten kostet viel Zeit und Geld," in *Mythen der Circular Economy*, A. Böckel, J. Quaing, I. Weissbrod und J. Böhm, Hg., Leuphana Universität Lüneburg, 2022, S. 81–83.
- [128] J. C. P. Cheng und L. Y. H. Ma, "A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning," *Waste management (New York, N.Y.)*, Early Access. doi: 10.1016/j.wasman.2013.01.001.
- [129] G. Cai und D. Waldmann, "A material and component bank to facilitate material recycling and component reuse for a sustainable construction: concept and preliminary study," *Clean Techn Environ Policy*, Jg. 21, Nr. 10, S. 2015–2032, 2019, doi: 10.1007/s10098-019-01758-1.
- [130] B. Nikmehr, M. R. Hosseini, J. Wang, N. Chileshe und R. Rameezdeen, "BIM-based tools for managing Construction and Demolition Waste (CDW): A scoping review," *Sustainability*, Jg. 13, Nr. 15, S. 8427, 2021, doi: 10.3390/su13158427.
- [131] M. Helmus, S. Anders und A. Meins-Becker. "Building Information Modeling (BIM) als Basis für den Umgang mit digitalen Informationen zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen." Zugriff am: 8. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/BIM-Prozesse_Stoffkreislauf/Forschungsbericht-BIM-Prozesse-Stoffkreislauf.pdf

- [132] C. Boje, A. Guerriero, S. Kubicki und Y. Rezgui, "Towards a semantic construction digital twin: Directions for future research," *Automation in Construction*, Jg. 114, S. 1–16, 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103179.
- [133] T. D. Nguyen und S. Adhikari, "The role of BIM in integrating digital twin in building construction: A literature review," *Sustainability*, Jg. 15, Nr. 13, S. 1–26, 2023, doi: 10.3390/su151310462.
- [134] E. Durmisevic, A. Guerriero, C. Boje, B. Domange und G. Bosch, "Development of a conceptual digital deconstruction platform with integrated reversible BIM to aid decision making and facilitate a circular economy," *Proceedings of the the Joint Conference CIB W78*, S. 902–911, 2021.
- [135] Umweltbundesamt. "Materialinventare und -kataster: Kreislaufwirtschaft im Bauwesen." Zugriff am: 8. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/materialinventare-kataster-kreislaufwirtschaft-im>
- [136] M. Honic, I. Kovacic, P. Aschenbrenner und A. Ragossnig, "Material Passports for the end-of-life stage of buildings: Challenges and potentials," *Journal of Cleaner Production*, Jg. 319, S. 1–10, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128702.
- [137] G. Schiller *et al.* "Kartierung des anthropogenen Lagers IV: Erarbeitung eines Gebäudepass- und Gebäudekatasterkonzepts zur regionalisierten Erfassung des Materialhaushaltes mit dem Ziel der Optimierung des Recyclings: Konzepte für Materialinventare und -kataster." Abschlussbericht. Zugriff am: 7. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kartierung-des-anthropogenen-lagers-iv-erarbeitung>
- [138] Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und Freie Demokratische Partei (FDP). "Mehr Fortschritt wagen Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit: Koalitionsvertrag 2021-2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SDP), Bündnis 90/die Grünen und den freien Demokraten (FDP)." Zugriff am: 9. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf
- [139] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. "Der Gebäude-ressourcenpass der DGNB: Dokumentieren Sie zentrale Informationen über alle Lebenszyklusphasen eines Gebäudes." Zugriff am: 24. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/zirkulaeres-bauen/gebaeuderessourcenpass>
- [140] H. J. Schmelzer und W. Sesselmann, *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen*, 9. Aufl. München: Carl Hanser Verlag, 2020.
- [141] R. Feldbrügge und B. Brecht-Hadraschek, *Prozessmanagement leicht gemacht: Geschäftsprozesse analysieren und gestalten*. Redline Wirtschaft, 2008.

- [142] *Information technology - Object Management Group: Business Process Model and Notation*, 19510:2013(E), International Organization for Standardization und International Electrotechnical Commission, Nov. 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.omg.org/spec/BPMN/ISO/19510/PDF/>
- [143] P. Mayring und T. Fenzl, "Qualitative Inhaltsanalyse," in *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, N. Baur und J. Blasius, Hg., Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019, S. 633–648.
- [144] Kreis Lippe. "Der Kreis Lippe stellt sich vor." Zugriff am: 12. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.kreis-lippe.de/kreis-lippe/lippe/unser-kreis.php>
- [145] Statistisches Bundesamt. "Verzeichnis der Regional- und Gebietseinheiten Definitionen und Beschreibungen." Zugriff am: 12. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/beschreibung-gebietseinheiten.pdf>
- [146] Bezirksregierung Detmold. "Wir über uns." Zugriff am: 12. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bezreg-detmold.nrw.de/wir-ueber-uns>
- [147] Lippe Zirkulär. "Zirkuläre Wertschöpfung im Kontext der Klima- und Nachhaltigkeitspolitik des Kreises Lippe." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.lippe-zirkulaer.de/>
- [148] Kreis Lippe. "Nachhaltige Struktur mit klaren Zielen." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.kreis-lippe.de/kreis-lippe/verwaltung-und-service/themen-und-projekte/fachbereich-umwelt-energie/umweltrecht-controlling/nachhaltigkeit/nachhaltige-verwaltung.php>
- [149] Ministerium des Inneren des Landes Nordrhein-Westfalen, *Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen: BauO NRW*. Zugriff am: 2. April 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?bes_id=39224&anw_nr=2
- [150] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. "BMWSB und BMWK legen Sofortprogramm mit Klimaschutzmaßnahmen für den Gebäudesektor vor: Mit den geplanten Maßnahmen sollen die CO₂-Emissionen bis 2030 um 65 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden." Zugriff am: 20. November 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2022/07/sofortprogramm-klimaschutz-gebaeude.html>
- [151] S. Bretschneider, F. J. Marc-Aurele und J. Wu, "'Best Practices' research: A methodological guide for the perplexed," *Journal of Public Administration Research and Theory*, Jg. 15, Nr. 2, S. 307–323, 2004, doi: 10.1093/jopart/mui017.
- [152] N. Döring und J. Bortz, *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, 5. Aufl. Springer-Verlag GmbH, 2016.
- [153] C. Okoli und K. Schabram, "A guide to conducting a systematic literature review of information systems research," *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 2010, doi: 10.2139/ssrn.1954824.

- [154] Statista. "Most used search engines by brand in Germany as of September 2023." Zugriff am: 28. November 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.statista.com/forecasts/998761/most-used-search-engines-by-brand-in-germany>
- [155] Bundesregierung, *Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung*, 2021. Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar unter: <http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav>
- [156] Bundesministerium für Umwelt, Natur, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. "Mantelverordnung." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmuv.de/FQ47>
- [157] Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Zentralverband Deutsches Baugewerbe und Deutsche Abbruchverband. "Gemeinsame Pressemitteilung." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.bauindustrie.de/fileadmin/user_upload/210512_gemPM_Mantelverordnung_ZDB-HDB-DA_final.pdf
- [158] Bundesrat. "Entschließung des Bundesrates „Stärkung des Einsatzes von wiederverwendbaren Baustoffen und Bauteilen sowie von ressourcenschonenden Recycling-Baustoffen“: Beschluss des Bundesrates." Zugriff am: 13. März 2024. [Online.] Verfügbar: [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2022/0101-0200/139-22\(B\).pdf](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2022/0101-0200/139-22(B).pdf)
- [159] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. "QNG - Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/bauen/bauwesen/qng/qng-artikel.html>
- [160] S. Dorn-Pfahler. "Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG): Neubau und Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/bauen/qng-neubau-und-modernisierung-von-wohn-und-nichtwohngebaeuden.pdf>
- [161] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. "Umsetzungsstrategie BIM für Bundesbauten." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.fib-bund.de/Inhalt/Themen/BIM_fuer_Bundesbauten/2023-03_Umsetzungsstrategie_BIM_Bundesbauten.pdf
- [162] CDU Nordrhein-Westfalen und FDP Nordrhein-Westfalen. "Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen: 2017-2022." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.cdu-nrw.de/sites/www.neu.cdu-nrw.de/files/downloads/nrwkoalition_koalitionsvertrag_fuer_nordrhein-westfalen_2017_-_2022.pdf
- [163] CDU Nordrhein-Westfalen und DIE GRÜNEN Nordrhein-Westfalen. "Zukunftsvertrag für Nordrhein-Westfalen: Koalitionsvereinbarung von CDU und GRÜNEN 2022-2027." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.cdu-nrw.de/sites/www.neu.cdu-nrw.de/files/zukunftsvertrag_cdu-grune.pdf

- [164] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Verteidigung. "Masterplan BIM: Erläuterungsbericht." Zugriff am: 13. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2021/10/masterplan-bim.pdf>
- [165] Klimaschutzrat Stadt Kassel. "Wiederverwendung I: Aufbau einer Baustoff- und Materialbörse." Zugriff am: 10. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: https://www.kassel.de/umwelt-und-klimaschutz/klimaschutzrat-mit-themenwerkstaetten/massnahmenempfehlungen/themenfelder/konsum-abfall/2021-KA-03_Bauteilboerse.pdf
- [166] Stadtverordneten der Stadt Kassel. "Beschluss zur Vorlage 101.19.530." Zugriff am: 10. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: https://ratsinfo.kassel.de/sdnet4/sdnetrim/UG-hVM0hpd2NXNFdFcExjZbdLOfdwzPi8rz5KGNEJLLO8t7vbXI38_di0hxVhzcFF/Beschlusstext_101.19.530_-oeffentlich-_Ausschuss_fuer_Klima-_Umwelt_und_Energie_29.09.2022.pdf
- [167] InRess Bau Kassel. "Baustoffbörse Kassel am 17.11.2022 im SCIENCE PARK." Zugriff am: 10. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://inressbau.org/baustoffboerse-kassel-am-17-11-2022-im-science-park>
- [168] Der Regierende Bürgermeister von Berlin – Senatskanzlei. "Erarbeitung eines Leitfadens zum Rückbau von Gebäuden." Zugriff am: 17. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://mein.berlin.de/projekte/erarbeitung-eines-leitfadens-zum-ruckbau-von-gebau/>
- [169] Britta Elm. "Senatorin Schreiner eröffnet erstes Urban Mining Hub in Berlin." Zugriff am: 17. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/pressemitteilungen/2023/pressemitteilung.1342796.php>
- [170] Urban Mining Hub Berlin. "Über uns." Zugriff am: 17. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://urbanmininghub.berlin/pages/uber-uns>
- [171] Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. "Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme: Planungszeitraum 2020 bis 2030 - Zero Waste Strategie des Landes Berlin-." Zugriff am: 14. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/kreislaufwirtschaft/strategien/abfallwirtschaftskonzepte/awkberlin2020-2030.pdf
- [172] Stadt München. "EU-Projekt URGE." Zugriff am: 10. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://stadt.muenchen.de/infos/urge.html>
- [173] Stadtrat München. "Beschlussseite zu TOP B 19." Zugriff am: 11. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://risi.muenchen.de/risi/sitzung/detail/6718040/tagesordnung/oeffentlich?topid=7145150>
- [174] C. Koop *et al.* "Zero-Waste-Konzept für die Landeshauptstadt München." Zugriff am: 11. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: https://www.awm-muenchen.de/fileadmin/Daten_pdfs/presse/Presse_2022/Zero-Waste-Konzept.pdf

- [175] HeidelbergMaterials AG. „Circular City Heidelberg“: HeidelbergCement ist Teil von europaweit erstem kommunalen Urban-Mining-Projekt." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.heidelbergmaterials.de/de/media/baufachpresse/circular-city-heidelberg>
- [176] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt. "Neufassung der Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU)." Zugriff am: 15. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.berlin.de/nachhaltige-beschaffung/_assets/vwvbu_verordnungstext.pdf
- [177] Stadt Ludwigsburg. "Nachhaltige Beschaffung: Stadt Ludwigsburg." Zugriff am: 15. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet-2020/get/params_E-653356121/18408292/Nachhaltige_Beschaffung_Stadt_Ludwigsburg.pdf
- [178] Stadt München. "Fairer Handel und nachhaltige Beschaffung: Die Landeshauptstadt München fördert als Fairtrade Stadt nachhaltige Beschaffung und fairen Handel." Zugriff am: 15. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://stadt.muenchen.de/infos/fairer-handel-nachhaltige-beschaffung.html>
- [179] Stadt Straubenhardt. „Cradle to Cradle“-Modellgemeinde." Zugriff am: 15. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.straubenhardt.de/cradle-to-cradle/cradle-to-cradle-modellgemeinde-id_3083/
- [180] Stadt Wuppertal. "Zielstrategie: Nachhaltigkeitsstrategie für Wuppertal." Zugriff am: 8. Dezember 2023. [Online.] Verfügbar: <https://www.wuppertal.de/microsite/nachhaltigkeitsziele/Zielstrategie.pdf>
- [181] Kreis Viersen. "Beschluss der 25. Sitzung des Kreistages am Donnerstag, 15.06.2023." Zugriff am: 17. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://kis.kreis-viersen.de/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZY5Se5292r2M5k6znp7389_ozCWp2mbNF_qxUxYsi-pS/Beschlusstext_148-2023-_1._Ergaenzung_-oeffentlich-_Kreistag_15.06.2023.pdf
- [182] Kreis Viersen. "Nachhaltigkeit - 08.02.2019 Jan van der Fels wird BIM-Manager des Kreises." Zugriff am: 17. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.kreis-viersen.de/themen/klima/nachhaltigkeit>
- [183] E. Kollmeyer und L. Kelling. "Smart City Bochum - Mit BIM zum Bauantrag." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bochum.de/Die-Bochum-Strategie%2FDie-Kompetenzen-der-Strategie%2FVorreiterin-modernen-Stadtmanagements%2FSmart-City-Bochum---Mit-BIM-zum-Bauantrag>
- [184] BIM.ruhr. "Detaillierte Projektbeschreibung des „Netzwerks Building Information Modeling Mittleres Ruhrgebiet“ (BIM.Ruhr)." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.bim-ruhr.net/fileadmin/user_upload/detaillierte_projektbeschreibung_bim.ruhr_stand_4_2023.pdf

- [185] Stadt Bonn. "Strategiepapier Digitale Verwaltung: Smarte Stadt Bonn." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.bonn.de/medien-global/amt-10/Strategiepapier-und-Massnahmenliste-Digitale-Verwaltung.pdf>
- [186] BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. "Einführung des „Building Information Modeling“." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://gruene-kreis-borken.de/einfuehrung-des-building-information-modeling/>
- [187] Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung. "BIM.Hamburg." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.hamburg.de/bsw/lgv-gremien-projekte/14878276/bim-hamburg/>
- [188] BIM-AG. "Positionspapier zu Building Information Modeling in der Landeshauptstadt Stuttgart." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: [https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDredsystem.nsf/0/FD677EE24534A82BC125871900375C7B/\\$File/Anlage_2_Positionspapier_BIM-AG.pdf](https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDredsystem.nsf/0/FD677EE24534A82BC125871900375C7B/$File/Anlage_2_Positionspapier_BIM-AG.pdf)
- [189] Stadt Wülfrath. "BIM Building Information Modeling." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.wuelfrath.net/planen-bauen/bim-building-information-modeling>
- [190] Stadt Duisburg. "Im Verbund ins digitale Bauzeitalter: Stadt Duisburg arbeitet mit Landesministerium NRW an BIM-Methode zum kommunalen Hochbau." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.duisburg.de/microsites/smartcityduisburg/news/im-verbund-ins-digitale-bauzeitalter.php>
- [191] J. Müllenberg. "Auszeichnungen für Projekte der Gebäudewirtschaft." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.stadt-koeln.de/politik-und-verwaltung/presse/mitteilungen/23453/index.html>
- [192] Stadt Köln. "Weitere Erprobung der BIM-Methodik." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.innovative-stadt.koeln/bim-methodik-virtuelle-3d-modelle-von-gebaeuden>
- [193] European Commission. "The European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de
- [194] European Commission, "CityLoops: Closing the loop for urban material flows," doi: 10.3030/821033.
- [195] circular cities declaration. "Current signatories." Zugriff am: 2. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://circularcitiesdeclaration.eu/current-signatories>
- [196] European Commission. "Horizon 2020." Zugriff am: 2. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en
- [197] ICLEI Europe. "cityloops.eu." Zugriff am: 30. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://cityloops.eu/>

- [198] P. Heck *et al.*, "Meilensteinbericht M 1.1: Bericht zu empirischen Ergebnissen zum Status-Quo, den Potenzialen und den Wertschöpfungsmöglichkeiten im regionalen zirkulären Bauwesen," Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, unveröffentlicht, Jan. 2023.
- [199] P. Dhawan, J. Beckmann und Bertelsmann Stiftung, "Monitor Nachhaltige Kommune Bericht 2019," 2019, doi: 10.11586/2019060.
- [200] C. Coluccia und L. Petitjean. "Circular construction in Europe: handbook for local and regional governments." Zugriff am: 2. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://city-loops.eu/fileadmin/user_upload/Resources/City-Loops-Circular-Construction-handbook.pdf
- [201] URBACT. "URGE: circular building cities." Zugriff am: 2. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://urbact.eu/networks/urge>
- [202] City of Rotterdam. "From trash to treasure: Rotterdam circularity programme 2019 - 2023." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://rotterdamcirculair.nl/wp-content/uploads/2019/05/Rotterdam_Circularity_Programme_2019-2023.pdf
- [203] Circular Turku und City of Turku. "CIRCULAR TURKU: A roadmap toward resource wisdom." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://circulars.iclei.org/wp-content/uploads/2021/11/Circular-Turku-Roadmap_final_comp.pdf
- [204] Urban Environment Division. "The city of Helsinki's roadmap for circular and sharing economy." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/the-city-of-helsinki-s-roadmap-for-circular-and-sharing-economy.pdf>
- [205] G. Floater *et al.* "Copenhagen - green economy leader report: A report by the economics of green cities programme at the London School of Economics and Political Science." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://international.kk.dk/sites/default/files/2021-09/Green%20Economy%20Leader%20Report%20-%20Copenhagen.pdf>
- [206] J. Hummelmán. "The City of Stockholm's way forward to a circular construction and demolition process." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://stockholm-region.org/wp-content/uploads/2022/06/220602-Nordic-capital-regions-Circular-buildings-City-of-Stockholm.pdf>
- [207] City of Amsterdam. "Implementation agenda for a circular Amsterdam 2023-2026." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/1043702/implementation-agenda-circular.pdf>
- [208] The City of Copenhagen und The Technical and Environmental Administration. "Sustainability in construction and civil works." 2016. Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/2071_554dcd831319.pdf
- [209] City of Tampere. "Climate neutral Tampere 2030." Zugriff am: 4. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.tampere.fi/sites/default/files/2023-04/climate_neutral_tampere_roadmap_0.pdf

- [210] Espoon Kaupunki. "Circular economy in 2022: The City of Espoo's report on the circular and sharing economy in 2022." Zugriff am: 4. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://static.espoo.fi/cdn/ff/_o3DfO-odDTZIHKDrSvVN3ICdGR6dHeGbD0oPdNql/1677745782/public/2023-03/The%20City%20of%20Espoo%E2%80%99s%20report%20on%20the%20circular%20and%20sharing%20economy%20in%202022.pdf
- [211] Technology and Environment Department. "Architecture policy for people 2017–2025: Architecture for people." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1904_4b203fafa9a8.pdf
- [212] Roskilde Kommune. "Aftale om budget 2023 for Roskilde Kommune." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.roskilde.dk/media/2zehm4hb/budgetforlig-for-2023.pdf>
- [213] European Commission. "Circular Economy: Contributing to the Agenda 2030-SCP." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.umea.se/download/18.463658d2177d4c931e0a14/1614698746649/EU%20och%20h%C3%A5llbar%20konsumtion%20och%20produktion%20-%20v%C3%A5rt%20bidrag%20till%20Agenda%202030.pdf>
- [214] Københavns Kommune. "Circular Copenhagen: Resource and waste management plan 2024." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1991_245978ceff91.pdf
- [215] T. G. Kristensen. "Evaluation Plan: CDW sector, Bodø: Deliverable 6.2." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Evaluation_plans/CityLoops_D6.2_Evaluation_Plan_Bod%C3%B8_CDW.pdf
- [216] Municipality of Bodø. "3D GIS-based visualisation tools for monitoring and planning: Blueprint for replication." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Tools/Data_and_material_passports/Data_and_material_passports_-_Instrument_Bod%C3%B8_-_3D_GIS-based_visualisation_tools_for_monitoring_and_planning.pdf
- [217] European Commission. "Podravje – Maribor." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/pilots/podravje-maribor>
- [218] Slovenian National Building and Civil Engineering Institute. "Cinderela." Zugriff am: 11. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.cinderela.eu/>
- [219] M. A. Wimmer, "A European perspective towards online one-stop government: the eGOV project," *Electronic Commerce Research and Applications*, Jg. 1, Nr. 1, S. 92–103, 2002, doi: 10.1016/S1567-4223(02)00008-X.
- [220] Slovenian National Building and Civil Engineering Institute. "CinderOss." Zugriff am: 3. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.cinderela.eu/CinderOss>
- [221] Lippe Zirkulär. "Geschäftsstelle." Zugriff am: 13. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.lippe-zirkulaer.de/ueber-uns/geschaeftsstelle/>
- [222] RE-BUILD-OWL. "Förderung." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://re-build-owl.de/projekt/foerderung/>

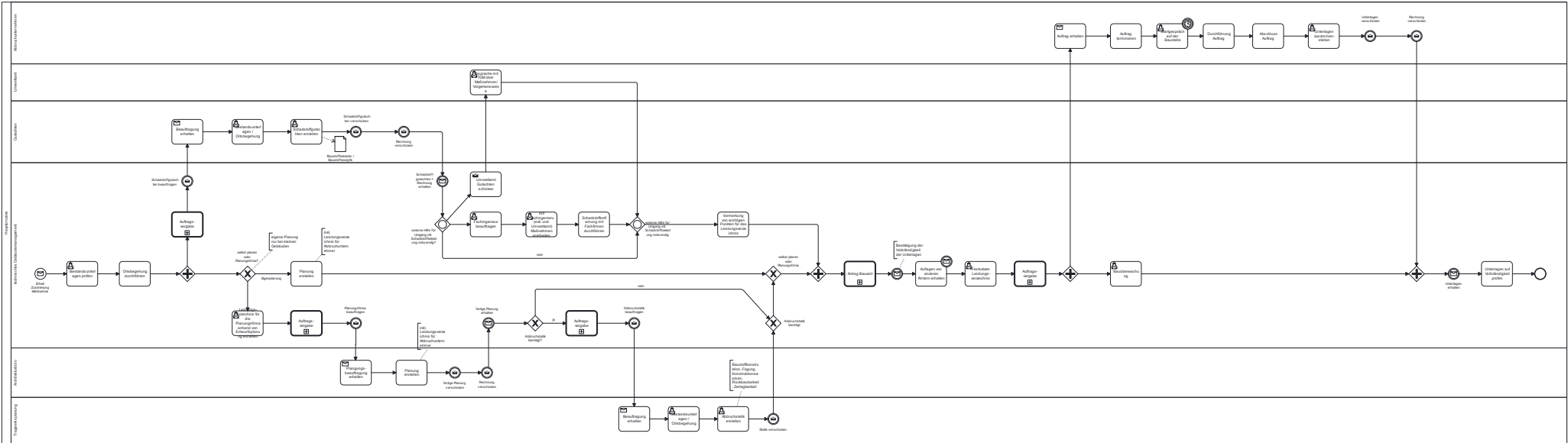
- [223] Kreis Lippe. "RE-BUILD-OWL - Digitalisierungskompetenz für zirkuläres Bauen in Ostwestfalen-Lippe (OWL)." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.kreis-lippe.de/kreis-lippe/verwaltung-und-service/themen-und-projekte/fachbereich-service-finanzen-wirtschaft/rebuild-owl.php>
- [224] L. Pusch und G. Knauf. "VDI OWL Fachgruppen-Austausch." Zugriff am: 14. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/vor_ort/bv/owl/dateien/2022_09_01_RE-BUILD-OWL_VDI_OWL_Fachgruppe_TGA.pdf
- [225] RE-BUILD-OWL. "Projekt." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://re-build-owl.de/projekt/>
- [226] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. "Modellvorhaben Kreis Lippe, Detmold | RE-BUILD-OWL- Digitalisierungskompetenz für zirkuläres Bauen in Ostwestfalen-Lippe." Zugriff am: 14. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.region-gestalten.bund.de/Region/DE/vorhaben/heimat20/uebersicht/modellvorhaben-re-buildowl.html>
- [227] L. Pusch und B. Essling, "interner Ergebnisbericht vom RE-BUILD OWL Projekt," unveröffentlicht, Dez. 2023.
- [228] Institut für angewandtes Stoffstrommanagement. "Über uns." Zugriff am: 13. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.stoffstrom.org/institut/ueber-uns/>
- [229] RE-BUILD-OWL. "Analysen + Tools." Zugriff am: 31. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://plattform.re-build-owl.de/zukunftsatlas/analysen-szenarien/>
- [230] Wirtschaftsladen e.V. Bonn. "Menschen zum Handeln bewegen - unser Leitbild." Zugriff am: 13. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://wilabonn.de/ueber-uns.html>
- [231] L. Pusch, "1. interner Sachstandsbericht vom RE-BUILD OWL Projekt," unveröffentlicht, Mrz. 2022.
- [232] RE-BUILD-OWL. "Aktuelles." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://re-build-owl.de/aktuelles/zirkulaere-impulse/>
- [233] RE-BUILD-OWL. "Projektteam." Zugriff am: 15. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://re-build-owl.de/projekt/projektteam/>
- [234] Lippe Zirkulär. "Zirkuläre Impulse 4: Kommunale kreislaufgerechte Bauprojekte aus der Praxis - Veranstaltungsreihe von Lippe Zirkulär und WILA Bonn." Zugriff am: 20. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.lippe-zirkulaer.de/termine/zirkulaere-impulse-4/>
- [235] L. Pusch, mündliche Information, Jan. 2024.
- [236] Smart Recycling Factory. "Über uns." Zugriff am: 20. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: <https://smart-recycling-factory.com/ueber-uns/>
- [237] Kreis Lippe. "Über die Transferplattform." Zugriff am: 17. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://plattform.re-build-owl.de/netzwerk/>
- [238] K. Frühauf, J. Ludewig und H. Sandmayr, *Software-Projektmanagement und -Qualitätssicherung*, 4. Aufl. (Vdf Praxis und Lehre. Informatik). Zürich: vdf Hochschulverl., 2002.

- [239] G. Knauf. "Roadmap: Zirkuläres Bauen für den Kreis Lippe." Zugriff am: 11. Februar 2024. [Online.] Verfügbar: https://plattform.re-build-owl.de/wp-content/uploads/2024/02/RE-BUILD-OWL_ROADMAP.pdf
- [240] K. N. Tang, *Leadership and Change Management*. Singapore: Springer Singapore, 2019.
- [241] M. Lang *et al.*, "Das Change Management Workbook," 2022, doi: 10.3139/9783446474413.
- [242] Q. Wang, M. D. Myers und D. Sundaram, "Digital natives und digital immigrants," *Wirtschaftsinf*, Jg. 55, Nr. 6, S. 409–420, 2013, doi: 10.1007/s11576-013-0390-2.
- [243] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen. "BIM-Qualifizierungsleitfaden für die kommunalen Bauverwaltungen und die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen." Zugriff am: 21. März 2024. [Online.] Verfügbar: https://www.mhkbd.nrw/system/files/media/document/file/bim_qualifizierungsleitfaden_final.pdf
- [244] A. Braune, "Keynote," [Online]. Verfügbar unter: <https://re-build-owl.de/aktuelles/nachklapp-symposium/>
- [245] T. Dörries, A. Weiner und J. Hering. "Machbarkeitsstudie: Felix-Fechenbach-Berufskolleg - Detmold Circularity Assessment September 2023." Zugriff am: 30. Januar 2024. [Online.] Verfügbar: https://re-build-owl.de/wp-content/uploads/Machbarkeitsstudie_Felix-Fechenbach-Berufskolleg_10_23.docx.pdf
- [246] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen. "Innovation in der Bauwirtschaft." Zugriff am: 22. März 2024. [Online.] Verfügbar: <https://www.mhkbd.nrw/foerderprogramme/innovation-der-bauwirtschaft>

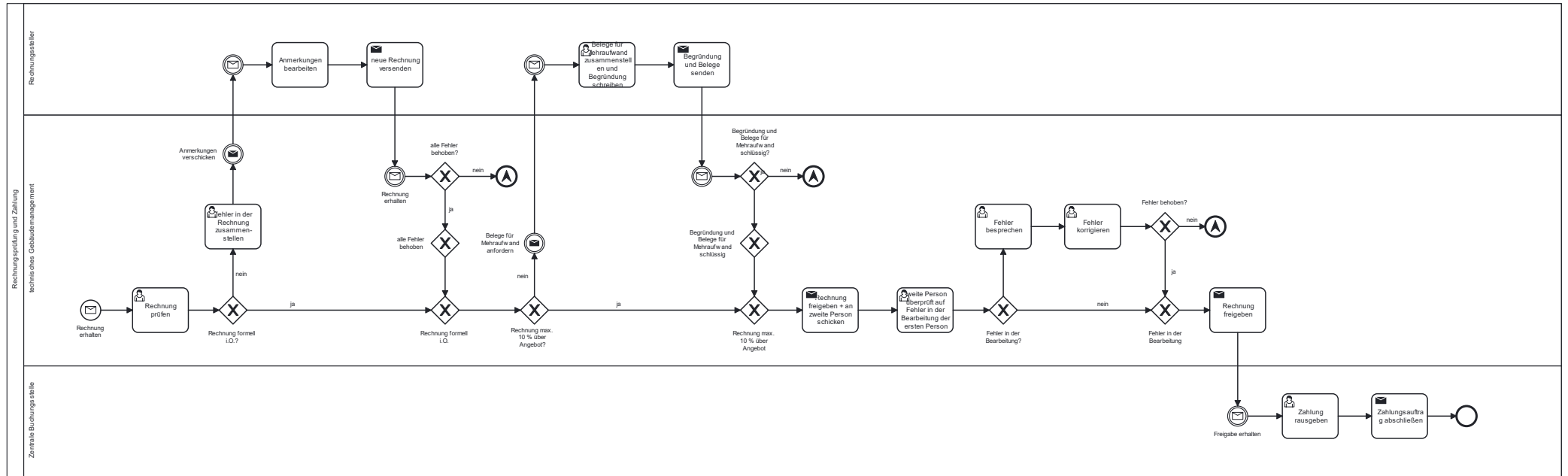
Anhang

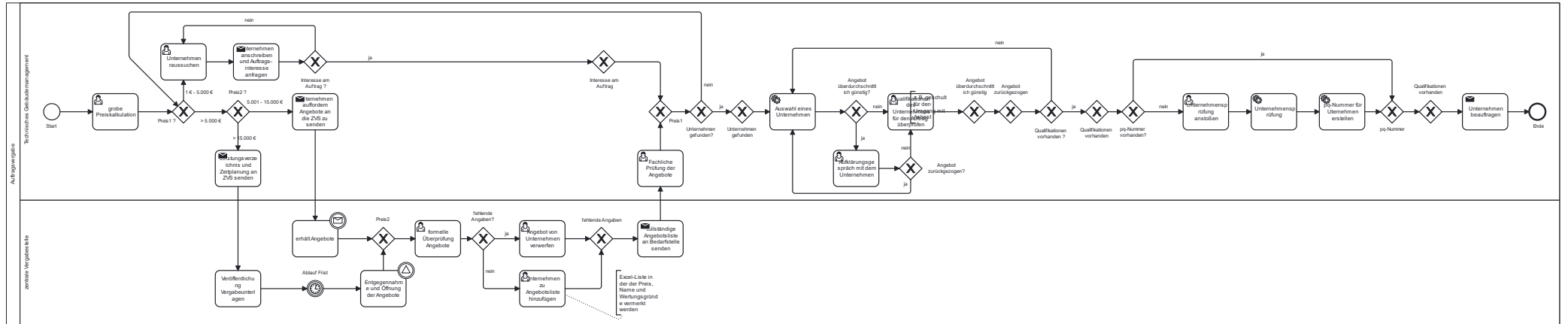
Anhang 01: Interviewprotokoll 1	XXVII
Anhang 02: Interviewprotokoll 2.....	XXX
Anhang 03: Interviewprotokoll 3.....	XXXIII
Anhang 04: Interviewprotokoll 4.....	XXXV
Anhang 05: Interviewprotokoll 5.....	XXXVII
Anhang 06: IST-Prozess Hauptprozess.....	XLIV
Anhang 07: IST-Prozess Rechnungsprüfung und Zahlung	XLV
Anhang 08: IST-Prozess Auftragsvergabe	XLVI
Anhang 09: IST-Prozess Entstehung Maßnahme	XLVII
Anhang 10: IST-Prozess Antrag Bauamt.....	XLVIII
Anhang 11: Informationssammlung deutsche Verwaltungen.....	XLIX
Anhang 12: Informationssammlung europäische Verwaltungen	LII
Anhang 13: SOLL-Prozess Hauptprozess.....	LVII
Anhang 14: SOLL-Prozess Entstehung Maßnahme	LVIII
Anhang 15: SOLL-Prozess Antrag Bauamt.....	LIX

Anhang 06: IST-Prozess Hauptprozess

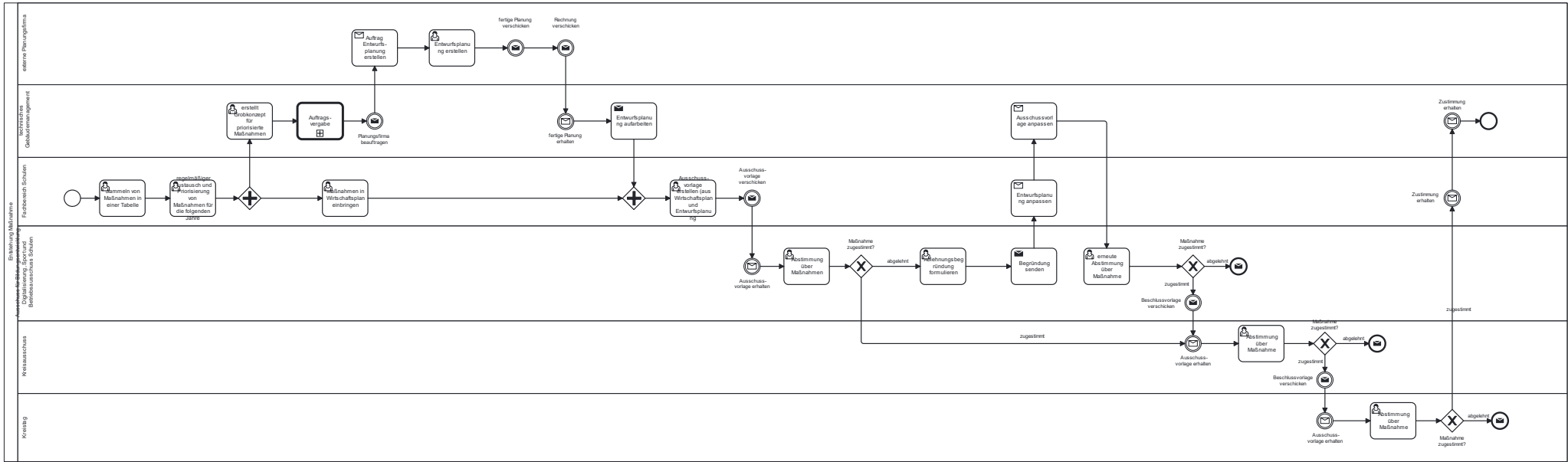


Anhang 07: IST-Prozess Rechnungsprüfung und Zahlung

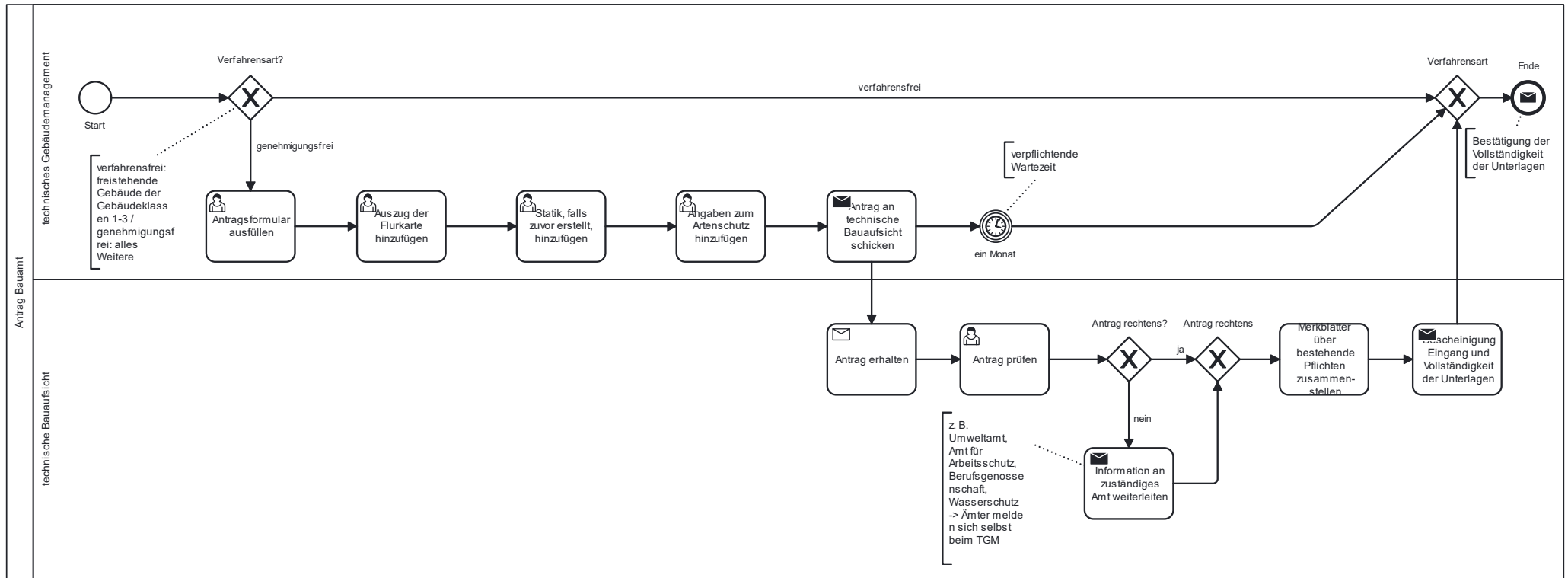




Anhang 09: IST-Prozess Entstehung Maßnahme



Anhang 10: IST-Prozess Antrag Bauamt



Anhang 11: Informationssammlung deutsche Verwaltungen

Ursprung (MB 1.1: Meilensteinbericht 1.1; SR: systematische Recherche; LR: Literaturrecherche)

Verwaltung	Ursprung	Schwerpunkt	Modellvorhaben durchgeführt?	aufklärende Informationen	Informationen zu eigenen Initiativen	langfristiger Ansatz	Ansatz für Abbruchmaterialien	Methodik der Verwaltung	Quelle
Aachen	LR	ökologisch	nein	nein (5.)	ja	-	nein	Die Internetseite der Stadt gibt den Anschein, dass bereits an dem Thema gearbeitet wird, jedoch sind keine belastbaren Informationen auffindbar. 1. Informationen zu nutzenden Baustoffen -> keine R-Baustoffe genannt 4. Klimaschutzziele, ebenfalls kein Bezug Bauen	1. https://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/planen_bauen/gebaeudemanagement/ABTEILUNG/4_Hochbautechnisches_GM/Aachener_Planungsbausteine_20131/Aachener_Planungsbausteine_10_05_2013.pdf 2. https://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/umwelt/nachhaltigkeit/oekologisch/index.html 3. https://aachen.de/DE/stadt_buerger/energie/konzepte_veranstaltungen/klimaschutzkonzept/KSK_Juni_2020.pdf 4. https://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/energie/konzepte_veranstaltungen/klimaschutzkonzept/index.html 5. https://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/planen_bauen/gebaeudemanagement/GEBAEUDEMANAGEMENT/2Nachhaltigkeit/index.html
Ahrweiler	SR	-	nein	nein	nein	-	nein	Modellprojekt: Workshop thematisiert Nachhaltigkeit im Neubau	https://kreis-ahrweiler.de/bauen_wohnen/
Augsburg	SR	Energie	ja	nein	nein	nein	nein	Konzentration auf Energieeffizienz	https://www.br.de/nachrichten/bayern/neubauten-aus-alten-teilen-zirkulaeres-bauen-in-schwaben,TKag2bG
Bad Aibling	MB 1.1	-	ja	nein	nein	-	nein	Modellprojekt: Forschungshäuser Bad Aibling	
Bad Bentheim	SR	Energie	nein	nein	ja	nein	nein	1. grüne Hausnummern, für besonders klimafreundliche Sanierungen; zwei KlimaschutzmanagerInnen; viele Infoveranstaltungen. Aber vor allem Konzentration auf Energetische Sanierungen (2.)	https://www.grafschaft-bentheim.de/grafschaft/umwelt-bauen-ordnung/klimaschutz/gruenehausnummer.php https://www.grafschaft-bentheim.de/grafschaft/umwelt-bauen-ordnung/klimaschutz/KEAN_BR_Sanierung_Bentheim_Web-002.pdf
Berlin	MB 1.1	zirkulär	ja	ja (2.)	ja	ja	ja	Modellprojekt: CRCLR House - Berlin; Hotel Wilmina; Verwaltungsgebäude Tierpark; Werkstattgebäude der Konrad-Zuse-Schule; Earthship Tempelhof 1. Einzelne Umsetzung von zirkulären Gebäuden, Modellprojekten, auch von der Stadt initiiert. 2. Beschaffung soll ökologische Materialien unterstützen & Lebenszyklusberechnungen (nicht für zirkuläres Bauen relevant) C2C Tempelhof / Pankow Dr. Koch Bürgermeisterin / 3. Urban Mining Hub Berlin 4. Abfallwirtschaftskonzept 202-2030: Prüfung bei öffentlichen Bauten, ob Teile weiterverwendet werden können (z. B. Aufbereitung Fenster und Wartungsverträge für diese); Förderung privater Initiativen (bauteilbörse); Verpflichtender Einsatz recyclingbasierter Baustoffe bei öffentlichen Bauten (Einsatz von R-Beton im Hochbau) -> keine konkreten Zahlen	1. https://www.berlin.de/suche/?q=zirkul%C3%A4r&hq=https://mein.berlin.de/projekte/erarbeitung-eines-leitfadens-zum-ruckbau-von-gebau 2. https://www.berlin.de/nachhaltige-beschaffung/_assets/vwvbu_verordnungs-text.pdf?ts=1705104100 3. https://concular.de/urban-mining-hub/ 4. https://circular.berlin/portfolio-item/understanding-berlins-circular-construction-ecosystem/ 5. https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/kreislaufwirtschaft/strategien/abfallwirtschaftskonzepte/awkbBerlin2020-2030.pdf?ts=1705017671
Bochum	SR	BIM	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: BIM.ruhr	1. https://www.bochum.de/Die-Bochum-Strategie%2FDie-Kompetenzen-der-Strategie%2FWeiterin-modernen-Stadtmanagements%2FSmart-City-Bochum---Mit-BIM-zum-Bauantrag 2. https://www.bim-ruhr.net/fileadmin/user_upload/detaillierte_projektbeschreibung_bim_ruhr_stand_4_2023.pdf
Bonn	SR	BIM	nein	ja	nein	ja	nein	1. Einführung von BIM (Januar 2021) 2. Nachhaltigkeitsstrategie und Nachhaltigkeits Hubs, jedoch wenig Betrachtung des Bausektors in diesen	1. https://www.bonn.de/medien-global/amt-10/Strategiepapier-und-Massnahmenliste-Digitale-Verwaltung.pdf 2. https://www.bonn.de/themen-entdecken/wirtschaft-wissenschaft/nachhaltigkeits-hub-regio-bonn/nachhaltigkeits-hub-themen.php 3. https://www.bonn.de/medien-global/amt-02/Nachhaltigkeitsstrategie.pdf
Borken	SR	BIM	nein	nein	nein	nein	nein	Auf der Seite der Stadt konnten keine Informationen oder Belege dafür gefunden werden.	https://gruene-kreis-borken.de/einfuehrung-des-building-information-modeling/
Bremen	SR	-	nein	nein	nein	nein	nein	Es wurde über Holzbauten nachgedacht. Jedoch eher Aufnahme des Status Quo, lassen sich keine konkreten Beschlüsse/Handlungen festhalten	https://bau.bremen.de/sixcms/media.php/13/220727_EndBericht_GoodPractice_Entwurf_p%20t%281%29.pdf https://stadtleben-ellenerhof.de/
Chemnitz	MB 1.1	ökologisch	ja	nein	ja	nein	nein	Modellprojekt: Wohnhaus Casa Rosso Anleitungen zum ökologischen Bauen; aber von 2011 und früher	
Coesfeld	SR	-	nein	ja	nein	nein	nein	Modellprojekt: Anwendung des Bewertungssystems BNB nichts über den bnb gefunden ? Nur energetische Sanierungen und konzentration auf Energie	
Dortmund	SR	zirkulär	ja	nein	ja	nein	nein	1. Projekt zur Förderung der zirkulären Wirtschaft, jedoch außer Infos zur Auftaktveranstaltung nichts veröffentlicht	1. https://www.wirtschaftsfoerderung-dortmund.de/dozirkulaer2030 2. https://www.dortmund.de/dortmund/projekte/rathaus/publikationen/downloads/awk_2021_gesamtdokument_endfassung.pdf.5.116

Anhang

								2. im Abfallwirtschaftskonzept von 2021 wird die Zuarbeit mit der TU Dortmund und dem Entsorgungsunternehmen in Dortmund bestätigt	
Duisburg	SR	BIM	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: BIM; SmartCity 1. BIM eingesetzt, flächendeckend - langfristiger Einsatz 2. BIM Kompetenz erhalten durch internen Austausch 3. Modellprojekt SmartCitys von 2021-2026 / 4. BIM nur in Zusammenhang mit Sanierungen; nicht für Abbruchmaterialien verwendet	1. https://www.duisburg.de/microsites/smartcityduisburg/news/20-03-12_BIM_CAFM.php und https://www.duisburg.de/microsites/smartcityduisburg/news/im-verbund-ins-digitale-bauzeit-alter.php 2. https://sessionnet.krz.de/duisburg/bi/getfile.asp?id=1708754&type=do&#se-arch=%22BIM%22 3. https://sessionnet.krz.de/duisburg/bi/getfile.asp?id=1653267&type=do&#se-arch=%22BIM%22 4. https://sessionnet.krz.de/duisburg/bi/getfile.asp?id=1588001&type=do&#se-arch=%22BIM%22
Düsseldorf	MB 1.1	zirkulär	ja	ja	ja	nein	ja	Modellprojekt: The Cradle Zusammenarbeit mit Concular; the Cradle / / Suche auf Stadt-Seite nach the Cradle / ein Neubau städtische Verwaltung wird in DGNB-Platin zertifiziert / Ziel C2C Metropole zu werden (2022), jedoch keine neuen Infos dazu / 1. Zero Waste Düsseldorf; Ziel als solche Stadt zertifiziert zu werden, Konzept zur Umsetzugn in Arbeit 2. BIM Einführung (bis 2024 oder darüber hinaus) 3. Umbauten in den Vordergrund stellen, Wenn enugebaut wird Anforderungen von cradle-to-cradle und Urban Mining stellen	1. https://www.duesseldorf.de/umweltamt/zero-waste/konzept-in-arbeit 2. BIM in der Verwaltung: https://ris-duesseldorf.itk-rheinland.de/sessionnetduebi/getfile.asp?id=487123&type=do&#search=%22urban%20Mining%22 & https://ris-duesseldorf.itk-rheinland.de/sessionnetduebi/getfile.asp?id=505077&type=do / 3. https://ris-duesseldorf.itk-rheinland.de/sessionnetduebi/getfile.asp?id=459828&type=do
Eberswalde	SR	-	nein	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Paul-Wunderlich-Haus	
Essen	SR	-	nein	nein	nein	nein	nein	Informationen zu Urban Mining beziehen sich nur auf die Sammlung von Elektroschrott, nicht aber auf Abbruchmaterialien	https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/gha/2021_dokumente/2021_02-23_18-53_GHE-Fortschrittsbericht_web.pdf S.174 https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/0115_1/gruene_hauptstadt_5/Bewer-bung_Essen_GHE_2017_Komplett_eBook_deutsch.pdf S. 137 https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/0115_1/gruene_hauptstadt_5/PLA-KAT_127iele_englisch.pdf
Esslingen	SR	zirkulär	ja	ja	nein	nein	ja	Modellprojekt: Abbruch Landratamt Beton wurde auf der Baustelle gebrochen und gesiebt und danach an umliegende Betonwerke geliefert; Zurückgebaut und möglichst weit getrennt, um die Ressourcen wiederaufbereiten zu können	https://www.landkreis-esslingen.de/site/LRA-Esslingen-ROOT/node/20938800/zahlen_daten_fakten_neubau_lra.html
Frankfurt	LR	ökologisch	nein	nein	ja	ja	nein	Ansatz nur für wirtschaftliches und nachhaltiges Bauen, hat nur sehr geringe Überschneidungen mit dem zirkulären Bauen	https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen.pdf
Freiburg	SR	ökologisch	nein	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Circular City GreenCycle / Circular Economy Strategie; Bautätigkeiten werden nur am Rand genannt und außer der Wiederverwendung vom Bodenaushub bei einer Maßnahme wird nichts theatisiert / 2. Pilotprojekt eines Brückenbaus und dem Einsatz von BIM, aber keine Versteigung	2. https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpf/abt4/ref43/gauchachtalbruecke/
Hamburg	SR	BIM	nein	ja	ja	ja	nein	1. virtuelle Organisation BIM.Hamburg gegründet 2. Leitfaden veröffentlicht, ohne Nennung der Nutzung von BIM für Abbrüche	1. https://www.hamburg.de/bsw/lgv-gremien-projekte/14878276/bim-hamburg/ 2. https://bim.hamburg.de/resource/blob/58556/a453ea31393884ebb033d764d8ed0fb0/d-bim-leitfaden-fhh-v004-data.pdf S. 7
Hannover	MB 1.1	-	ja	ja	nein	nein	nein	Modellprojekt: Recyclinghaus von Cityförster	
Heidelberg	LR	zirkulär	ja	ja	ja	ja	ja	Umsetzung von Urban Mining durch Erstellung eines Materialkataster; Kooperation mit vier Institutionen u. a. HeidelbergCement; Unternehmen hat ReConcrete Projekt, Wiedereinbringung von Beton und das Projekt wird mit Urban Mining Projekt der Stadt verknüpft	https://www.presseportal.de/pm/134210/5255294 https://www.heidelberg.de/hd/Lde/HD/Leben/Masterplan+Klimaschutz.html
Herne	SR	BIM	ja	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: BIM.ruhr Teilnahme am BIM.ruhr Projekt, bei dem ein Innovationsnetzwerk aufgebaut wird und Modellprojekte durchgeführt werden / sonst keine Informationen über Vorhaben der Stadt zu dem Thema	https://www.bim-ruhr.net/fileadmin/user_upload/detaillierte_projektbeschreibung_bim.ruhr_stand_4_2023.pdf
Holstein	MB 1.1	-	ja	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Stadtwerke Neustadt in Holstein angeblich das Gebäude komplett zirkulär aufgebaut; jedoch keine Infos auf Stadteigener Seite	
Kassel	SR	zirkulär	ja	?	ja	ja	ja	Etablierung der bauteilbörse ab 2024 - wurde das realisiert?	https://www.kassel.de/umwelt-und-klimaschutz/klimaschutzrat-mit-themenwerkstaetten/masnahmenempfehlungen/themenfelder/konsum-abfall/2021-KA-03_Bauteilboerse.pdf
Kiel	SR	ökologisch	nein	ja	ja	-	nein	Modellprojekt: Zero Waste Stadt es lassen sich kaum Ansätze bzgl. Des Bausektors finden: hat sich der bundesweiten Bodenbörse angeschlossen; Infopoint über ressourcenschonenden Bau / Recyclingbeton, aber nur einmalig	
Köln	SR	BIM	ja	ja	nein	ja	nein	1. Projekt zur Erprobung von BIM 2. BIM bereits im Jahr 2021 in 15 Projekten genutzt, Einführung ab 2015 3. Verstärkte Zusammenarbeit mit der TH Köln	1. https://www.innovative-stadt.koeln/bim-methodik-virtuelle-3d-modelle-von-gebaeuden 2. https://www.stadt-koeln.de/politik-und-verwaltung/presse/mittelungen/23453/index.html 3. https://www.stadt-koeln.de/politik-und-verwaltung/presse/mittelungen/20602/index.html
Korbach	MB 1.1	-	ja	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Rathaus Korbach	
Kreis Recklinghausen	SR	BIM	ja	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: BIM.ruhr Informationen für BürgerInnen bereitgestellt (Erklärung), keine eigenen Projekte in Bim zu bauen erkennbar	
Lindlar	SR	zirkulär	ja	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: mit Bonn zusammen; Lindlarer Freiräume für die Verwertung von Recyclingstoffen, kein Hinweis auf einen langfristigen Ansatz	

Anhang

Lippe	MB 1.1	zirkulär	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Fassadensanierung Kreishaus Lippe; RE-BUILD OWL	
Lippstadt	Konferenz-ort	-	nein	nein	nein	nein	nein		
Ludwigsburg	SR	Beschaffung	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: C2C Beschaffung 1. öffentliche Beschaffung nach C2C Prinzip 2. definierte Kriterien Nachhaltigkeitskriterien für den Einkauf im Hochbau /	1. https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet-2020/get/params_E-653356121/18408292/Nachhaltige_Beschaffung_Stadt_Ludwigsburg.pdf 2. https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet-2020/get/params_E1604330474/20141289/Nachhaltigkeitskriterien-Bau-und-instandhaltung-2022.pdf https://opus-hslb.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1699/file/Kurz_Natalie_PM_2021_BA.pdf
Ludwigshafen	MB 1.1	Energie	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Doppelhäuser in Ludwigshafen-Edigheim; Projekt Rheinallée Richtlinie für klimaneutrale städtische Gebäude - auch Informationen über zirkuläre Planung, aber sehr oberflächlich gehalten.	https://www.ludwigshafen.de/nachhaltig/planen-bauen-wohnen/klimaneutrale-staedtische-gebäude
Lüneburg	SR	ökologisch	ja	ja	nein	nein	nein	Modellprojekt: Neubau Holz/Stroh Mischung bisher einmaliges Projekt, jedoch keine Ansätze, wie es danach weitergehen könnte	https://www.hansestadt-lueneburg.de/rathaus/aktuelles/pressemitteilungen/neubau-holz-stroh.html https://www.landkreis-lueneburg.de/ueber-den-landkreis/politik-und-verwaltung/kreisentwicklung/cradle-to-cradle-modellregion.html
Mainz	MB 1.1	ökologisch	ja	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: Umweltbildungszentrum Mainz Mainz hat eine Abteilung für Umweltfragen; unter anderem einen Artikel veröffentlicht zu Baumaterialien und ein Modellprojekt s. v.	https://www.mainz.de/verwaltung-und-politik/buergerservice-online/umwelttipps/gesund-heit/umwelt-unfreundliche-baustoffe.php#c3
Mainz-Bingen	MB 1.1	-	ja	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Neubau der Kreisverwaltung Mainz-Bingen	
München	SR	zirkulär	ja	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: URGE 1. Nachhaltige Beschaffung 2. Zero-Waste-Munich: interessiert vor allem an Haushaltsmüll, aber es wurde auch das Thema Bau knapp mit angeschnitten / München tut einiges, bei einigen Projekten wird das Thema mit angeschnitten 3. Beschluss für Etablierung von Kreislaufwirtschaft beim Bau 4. + 5. Teilnahme URGE	1. https://stadt.muenchen.de/infos/fairer-handel-nachhaltige-beschaffung.html 2. https://www.awm-muenchen.de/vermeiden/zero-waste-city-muenchen 3. https://risi.muenchen.de/risi/sitzung/detail/6718040/tagesordnung/oeffentlich?to-pid=7145150 4. https://stadt.muenchen.de/infos/urge.html 5. https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:9156906d-05da-47a1-9ebb-79624912d1fa/Case%20study_Munich%20URGE.pdf
Münster	Konferenz-ort	Energie	ja	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: Projekt "Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster" Konzentration auf energetische Sanierung, aber nicht auf den Einsatz von Recycling-Materialien	https://www.stadt-muenster.de/fileadmin/user_upload/stadt-muenster/23_immobilien/pdf/Gebaeudeleitlinien_2020_komplett.pdf
Recklinghausen	SR	BIM						Modellprojekt: BIM.ruhr 1. Aufbau Innovationsnetzwerk + Durchführung Modellvorhaben	1. https://www.bim-ruhr.net/fileadmin/user_upload/detaillierte_projektbeschreibung_bim.ruhr_stand_4_2023.pdf
Remscheid	SR	-	ja	nein	nein	-	nein	Modellprojekt: Teil von bergisch circular (Forschungsprojekt)	
Rinteln	MB 1.1	-	nein	nein	nein	-	nein	Modellprojekt: IGS Rinteln keine weiteren Infos, außer denen im Meilensteinbericht aufzufinden	
Solingen	SR	-	ja	nein	nein	-	nein	Modellprojekt: Teil von bergisch circular (Forschungsprojekt) keine Suchergebnisse auf der Internetseite	
Starnberg	MB 1.1	ökologisch	ja	nein	nein	?	nein	Modellprojekt: Erweiterungsbau Landratsamt Starnberg	https://www.starnberg.de/assets/downloads/wirtschaft-planen-bauen/Bauamt/Oekologisches_Bauen/OEKOlogischer_Kriterienkatalog_Zimmermann.pdf
Straubenhardt	MB 1.1	Beschaffung	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Recycling-Feuerwehrhaus – Straubenhardt 1. Kommune ist Mitglied der C2C Beschaffung / hat Haus nach C2C Prinzip errichtet	1. https://www.straubenhardt.de/cradle-to-cradle/cradle-to-cradle-modellgemeinde-id_3083/
Stuttgart	SR	BIM	nein	ja	ja	ja	nein	1. BIM Einführung, als Teil davon auch Rückbau 2. Start 2019 (Gründung einer Arbeitsgruppe)	https://www.domino1.stuttgart.de/web/ksd/KSDredsys-tem.nsf/0/FD677EE24534A82BC125871900375C7B/\$File/Anlage_2_Positionspapier_BIM-AG.pdf_1_S.7.2_S.9
Viersen	MB 1.1	zirkulär	ja	nein	ja	ja	nein	Modellprojekt: Kreisarchiv Viersen 1. Viersen hat einen BIM Manager, BIM zentral in Veränderung 2. Bauvorhaben grundsätzlich nach DGNB bzw. BNB Zertifizierung gebaut werden 3. zirkulär planen, auch sodass MHKBD NRW eine Restwertberechnung durchführen kann, Qualitätssiegel Nachhaltige Gebäude berücksichtigen, möglichst auch für Sanierungs- & Erweiterungsbauten durchführen	1. https://www.kreis-viersen.de/themen/klima/nachhaltigkeit_-_01.03.2020_Erste_Konferenz_kommunal_Bauen_mit_BIM 2. https://kis.kreis-viersen.de/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNfFcExjZUN_ewxZPuzgLFttqd-ho46y12qUeOGcyXniMPz-SYdq/Beschlusstext_79-2023_-_oeffentlich_-_Kreistag_30.03.2023.pdf 3. https://kis.kreis-viersen.de/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNfFcExjZY5Se5292r2M5k6znp7389_ozCWp2mbNF_qxUXysi-pS/Beschlusstext_148-2023_-_1_Ergaenzung_-_oeffentlich_-_Kreistag_15.06.2023.pdf
Wülfrath	SR	BIM	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: BIM Einführung 1. Einführung von BIM ab September 2022 - 2025 2. Finanzierung über die Landesregierung / keine Informationen über das Haupteinsatzgebiet von BIM (sprich, ob es für Rückbauplanungen genutzt wird)	1. https://www.wuelfrath.net/planen-bauen/bim-building-information-modeling 2. https://interkommunales.nrw/projekt/einrichtung-eines-interkommunalen-bim-managements/
Wuppertal	SR	BIM	ja	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Teil von bergisch circular (Forschungsprojekt) 1. BIM für alle Gebäude der Stadt implementiert 1.4.2 2. faire Beschaffung 5.2.2	1. + 2. https://www.wuppertal.de/microsite/nachhaltigkeitsziele/Zielstrategie.pdf https://www.wuppertal.de/microsite/WiFoe/Projekte/oekoprofit-bergisches-staedtdeck-wuppertal.php.media/490526/Oekoprofit-Broschue-2023.pdf

Anhang 12: Informationssammlung europäische Verwaltungen

Ursprung: (CCC: Teil der circular cities declaration; BS: Monitoringbericht der Berstelsmann Stiftung; MB 1.1: Meilensteinbericht 1.1; CL: CityLoops Projekt; R: während der Recherche)

Verwaltungen	Ursprung	Informationen verfügbar?	Bauen thematisiert?	langfristiger Ansatz?	Abbruchmaterialien?	Kommentar	Quelle
Aachen (DE)	CCC					nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Águeda (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: zirkuläre Beschaffung	
Albergaria-a-Velha (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Reduktion von Plastikverpackungen und von Müll allgemein	
Alcoi (ES)	CCC	nein	-	-	-	keine Informationen auf der Cityloops Seite und auch nicht auf der Seite der Kommune (außer, dass es vereinfacht wurde Unternehmen mit zirkulärem Geschäftsmodell zu gründen)	
Amsterdam (NL)	BS + MB 1.1	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: CIRCL pavilion 1. für öffentliche Bauprojekte werden nur vorhandene Materialien genutzt, bzw. Materialien auf zirkulärer Basis (S.7, 15) 2. Erhöhen von zirkulären Materialien inkl. Förderung von privaten Haushalten um dies umzusetzen (S. 52, 53) + Zusammenarbeit Universitäten, Institute, Hochschulen	https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/ https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/1043702/implementation-agenda-circular.pdf
Apeldoorn (NL)	CL	ja	ja	nein	ja	1. Materialpass, Datenbank und Marketplace; Einbindung der Bevölkerung	https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Evaluation_plans/City-Loops_D6.2_Evaluation_Plan_Apeldoorn_CDW.pdf Materialpassport: https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Factsheet_tools/City-Loops_Tool_factsheet_-_Collecting_and_storing_data_for_material_passports.docx
Arnhem-Nijmegen GMR (NL)	CCC	ja	ja	?	-	es gibt den Schwerpunkt zirkular Bauen, die Informationen stehen jedoch nur auf Niederländisch zur Verfügung	
Basel (CH)	MB 1.1	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: Temporärer Pavillon in Basel Umsetzung von Netto-Null bis 2040, keine Informationen über spezielle Umsetzung von zirkulärem Bauen; Fokus liegt eher auf Energieeffizienz von Gebäuden	https://basel2030.ch/wp-content/uploads/2022/04/KlimagerechtigkeitsinitiativeBasel_kurz-erklart_20200514.pdf
Bergen	CCC	nein	-	-	-	auf der circular Cities declaration website wird davon gesprochen, dass Bergen einen Leitfaden für re-use of construction materials hätte. Dieser oder vergleichbare Informationen konnten nicht gefunden werden	
Berlin (DE)	CCC					nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Bodø (NO)	CL	ja	ja	nein	ja	1. detaillierte Kalkulation der Stoffströme 2. innerhalb Projekt: Ziel 100% der Materialien einzusortieren nach Wiederverwendungsmöglichkeit; Abbruchpläne werden in 3D dargestellt und LCA tool genutzt; Plätze für Zwischenlagerung der Materialien gefunden 3. Nutzung eines digitalen Zwillings + Einbindung der Bevölkerung in Entscheidungen	1. https://cityloops.metabolismofcities.org/media/uploads/libraryitem/report/Sector-wide_Circularity_Assessment_for_the_Construction_Sector_-_Bod%C3%B8.pdf 2. https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Evaluation_plans/City-Loops_D6.2_Evaluation_Plan_Bod%C3%B8_CDW.pdf 3. https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/D2.9_CDW_Demonstration_Report_for_Bod%C3%B8.pdf
Braga (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Bodensanierung	
Brüssel (BE)	MB 1.1 + CCC	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Mode and Design Brussels MAD vermutlich sehr gute Ansätze, aber primär Quellen nur auf französisch englische Zusammenfassung: 1. voluntary measures by construction businesses by 2025 2. comprehensive regulation for circular public buildings by 2030 3. reforming all relevant local planning regulations to include circularity by 2040	https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/be_becircular_feuille-de-route-cd_def_fr1.pdf https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/strategies/brussels-construction-industry-roadmap-towards-circular-economy
Budapest (HU)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Energieerzeugung, Müllsammeln	
Burgas (BG)	CCC	ja	nein	-	-	Es gibt eine Strategie um das Abfallsystem zu erneuern. Es gibt einen Bezug auf Abbruchmaterialien, jedoch wird nur von der Sammlung von diesem gesprochen, was danach damit passiert wird nicht spezifiziert.	https://projects2014-2020.interreg.europa.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1652824138.pdf
Davos (CH)	MB 1.1	nein	-	-	-	Modellprojekt: ICEhouse	
Delft (NL)	MB 1.1	nein	-	-	-	Modellprojekt: Building Demountable zum Thema zirkulärem Bauen nur Beiträge von der TU Delft gefunden, die scheinbar viel zu dem Thema forscht. Die Stadtverwaltung scheint jedoch nicht viel zu dem Thema implementiert zu haben (abgesehen von dem Modellbauprojekt)	
Dübendorf (CH)	MB 1.1	nein	-	-	-	Modellprojekt: Next Evolution in Sustainable Building Technologies	
Dublin (IR)	CL	ja	ja	ja	nein	Reduktion der Abbrüche;	https://www.dublincity.ie/dublin-city-development-plan-2016-2022/5-quality-housing/55-policies-and-objectives/558-demolition-and-re-use-housing

Anhang

Dún Laoghaire-Rathdown County (IR)	CCC	ja	nein	-	-	Themenvielfalt, jedoch keine Infos zum Bauen oder Abbruch	
Esch-sur-Alzette (LU)	CCC	ja	ja	nein	nein	Energieeffizienz und Beschaffung; keine konkreten Umsetzung für Abbruch	
Eskilstuna (SE)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Wiederverwendung von Gegenständen, Möbeln	
Espoo (FI)	CCC	ja	ja	ja	ja	Möglichkeit für eine zeitweise Zwischenlagerung von Erden und die Wiederverwendbarkeit von Baustoffen untersucht; öffentliche Bauten werden bei Renovierungen auf Umnutzungen vorbereitet, um eine lange Nutzungsdauer zu gewährleisten	https://static.espooli.fi/cdn/f/f/03dfo-odDT2HKDrR-voYN3iCdG86dHeGbD0oPdNq/1677745782/public/2023-03/The%20City%20of%20Espoo%E2%80%99s%20report%20on%20the%20circular%20and%20sharing%20economy%20in%202022.pdf_Punkt_4
Évora (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Essensabfälle	
Fingal County (IR)	CCC	ja	nein	-	-	Themenvielfalt, jedoch keine Infos zum Bauen oder Abbruch	
Florence (IT)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Plastikfreie Stadt	
Frankfurt am Main (DE)	CCC					nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Freiburg im Breisgau (DE)	CCC					nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Geldern (NL)	R	ja	nein	nein	nein	Es wurde ein zirkuläres Rathaus (evtl. Rückbau nach 20 Jahren) gebaut, jedoch gibt es keinen langfristigen Ansatz, um zirkuläres Bauen zu etablieren. 2024 soll angefangen werden an einer allgemeinen Strategie zu arbeiten.	s. Abschnitt 2.5.3; https://www.brummen.nl/omgevingsvisie
Genoa (IT)	CCC	ja	nein	-	-	Strategie bis 2050 - kein Bezug auf den Bausektor	
Gentbrugge (BE)	MB 1.1 + CCC	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Curved house by BLAF Tests zu Recyclingbeton und die Einführung von GRO (Messbarkeit von Nachhaltigkeitskriterien beim Bau)	https://stad.gent/en/city-governance-organisation/city-policy/ghents-climate-actions/circular-materials-management-within-city-organisation#124788
Glasgow (UK)	CCC	ja	ja	ja	-	Entwicklung einer zirkulären Strategie für Bauprojekte, Orientierung an den Niederlanden zur Umsetzung eines digitalen Tools und der Katalogisierung der Materialien (Materialpass)	https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=50900&p=0_S.81
Göteborg (SE)	CCC	ja	ja	ja	nein	Zusammenarbeit mit Forschung zu nachhaltigen Methoden und Baustoffen, nachhaltige Beschaffung, Standards, wenn Spielplätze oder öffentliche Parks, Plätze gebaut werden wird auf reduzierte Gesundheits- und Umwelteinflüsse geachtet	
Granada (ES)	URGE + UR-BACT	ja	ja	nein	nein	Teil des URGE Projectes, ansonsten keine Informationen oder Weiterführung des Projektes auffindbar / keine Gesetzesänderungen / will zweimal jährlich einen "Demoday" durchführen	
Grenoble (FR)	CCC	ja	nein	-	-	Modellprojekt: Green Capital Europe 2022	
Guimarães (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Wasser, Abfälle, öffentlicher Nahverkehr	
Haar (DE)	CCC					Modellprojekt: URBACT / Themen: Abfallreduktion, Forschung zu Bioplastik und Bodensanierung	
Haarlem (NL)	CCC	nein	-	-	-	nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Helsinki (FI)	MB 1.1 + CCC	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: Little Finlandia + Teilnahme an CIRCUIT Projekt 1. es werden bei Projekten zirkuläre Standards angesetzt, z.B. eine Modularität, flexible Modifikation, Erleichterung der Demontage, Wiederverwendbarkeit, der Einsatz von recycelten oder repurposed Materialien. Berechnung der Lebenszykluskosten und CO2 Abdruck für jedes Projekt 2. Ausarbeitung eines Konzeptes um Materialien und Gegenstände wiederzuverwerten 3. Koordinierung der Wiederverwertung von Aushubmaterial, dadurch 47 Mio € gespart	https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/the-city-of-helsinki-roadmap-for-circular-and-sharing-economy.pdf_S.11 https://circularcitiesdeclaration.eu/cities/helsinki
Høje Taastrup (DK)	CL + CCC	ja	ja	nein	ja	1. Pre-demolition Screening / lessons learned: Dänemark hat bereits einen hohen Standard und weitere Tools sind zu komplex; keine weiteren Schritte	https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Tools/Circular_demolition/Circular_demolition_-_Demo_Report_Extract_H%C3%B8je-Taastrup.pdf
Izmit (TR)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Müllsammeln und langfristig reduzieren	
Kavala (GR)	URGE	ja	ja	ja	nein	Integrated Action Plan: 1. Vorbereitung eines Frameworks, wie der Markt für Sekundärrohstoffe durch die Beschaffung gepusht werden kann 2. Schulungen & Sensibilisierung	https://archive.urbact.eu/insights-urge-network-thematic-report-6
Kopenhagen (DK)	BS + MB 1.1 + CCC + URGE	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: 'Klimametropole' + Teilnahme URGE Projekt + Recycled bricks from facade 1. Zusammenarbeit mit DGNB 2. Bereitstellen von Testflächen für zirkuläre Projekte im Stadtbild 3. Anforderungen an Gebäude: Möglichkeiten der Umnutzung zu bieten, Unterstützung von Lifecycle Assessment für Bauteile, Berechnen der Lebenszykluskosten nicht nur der Investition 4. Beispiel: Nutzung von Beton mit 60 % Recyclinganteilen 5. von der Stadt eröffnetes recycling und reuse center, als Tauschbörse für Abbruchmaterialien und für Lehrmöglichkeiten 6. seit 2016 verpflichtend, dass nichtkontaminiertes Gesteinsmaterial muss zerbrochen und auf der Baustelle wiederverwendet werden + es muss vor einem Abbruch eine Analyse durchgeführt werden, welche Materialien weiterhin nutzbar sind	1. https://international.kk.dk/sites/default/files/2021-09/Copenhagen%20solutions%20for%20sustainable%20cities.pdf_S.39 2. https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1904_4b203fafa9a8.pdf_S.16 3. https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1904_4b203fafa9a8.pdf_S.66 4. https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1904_4b203fafa9a8.pdf_S.69 5. https://international.kk.dk/sites/default/files/2021-09/Green%20Economy%20Leader%20Report%20-%20Copenhagen.pdf_S.68 6. https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/2071_554dc831319.pdf_S.10
La Spezia (IT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Abfallmanagement (Spezifikation Plastik, Mobilität)	
Lappeenranta (FI)	CCC	ja	ja	ja	nein	viel Zusammenarbeit mit Universitäten; Forschung zu neuen Bauweisen (3D Druck mit Geopolymer)	https://issuu.com/roister9/docs/2106-uir-hanke-a4-eng-web

Anhang

Leuven (BE)	CCC	ja	nein	-	-		
Liège (BE)	CCC	ja	nein	-	-	Es wird davon gesprochen, dass zirkuläre Grundsätze in der Stadtplanung eingebunden werden sollen. Diese Aussage ist jedoch sehr allgemein	https://www.liege.be/fr/vie-communale/ville-engagee/chartes-et-labels/zero-dechet-zero-plastique/telechargements/european-circular-cities-declaration_liege.pdf
Lille Métropole (FR)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Haushaltsmüll und Textilindustrie	
Lissabon (PT)	R	ja	ja	nein	nein	laut DOI doi:10.1016/j.resconrec.2011.06.010 (2010) ist Lissabon dem CDW nicht gewachsen / laut Bericht von Deloitte 2015, ist die Sortierung, die Trennung von Gefahrenstoffen und eine grüne Beschaffung vorgeschrieben	https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/deliverables/CDW_Portugal_Final.pdf
Ljubljana	CCC	ja	nein	-	-	Modellprojekt: Green Capital 2016 Themen: Food system, forest based value chains, manufacturing industry, mobility	
London (UK)	BS + CCC	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Teilnahme an CIRCUI Projekt Anweisungen recht offen formuliert, Unterlage von 2014 1. Nutzung von BRE Green Guide (Zusammenhängend mit BREEAM) für Plan-dende der öffentlichen Gebäude Londons	1. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/gla_migrate_files_destina-tion/Sustainable%20Design%20%26%20Construction%20SPG.pdf S. 62
Loures (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Kompostierung, Wasserkreislauf	
Maastricht (NL)	MB 1.1	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: De Gouverneur keine konkrete Aussage. Es soll ein Fokus auf die Wiederverwendung und die Zirkularität von Baumaterialien gelegt werden.	https://www.gemeentemastricht.nl/sites/default/files/2022-07/Coalition%20agree-ment%20EN%202022-2026_0.pdf S. 18
Madrid (ES)	R	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: Urban Good Camp Es wurde eine Kooperation zwischen MWCC und CIEC; von der Stadtverwaltung mit einer Organisation, geschlossen (Okt 2023) um Stra-tegien für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft, mit besonderem Fokus auf die Baubranche zu entwickeln; außerdem bis Ende 2023 Teil des Projektes Urban Good Camp	https://www.madridwcc.com/en/the-center-for-innovation-in-circular-economy-and-the-mad-rid-capital-mundial-capital-association-sign-a-collaboration-agreement/ https://www.madridmasd.org/en/urban-good-camp-0
Malmö (SE)	CCC						https://nordic.climate-kic.org/wp-content/uploads/sites/15/2018/05/Municipalities-as-drivers-for-circular-economy.pdf
Mangualde (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Wasserkreislauf, zirkuläre Beschaffung, Decarbonisierung, Digitalisierung	
Manresa (ES)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: lokale circular economy, Bauen nicht thematisiert	
Maribor (SI)	BS + CCC + URGE	ja	ja	nein	ja	Modellprojekt: Teilnahme an URGE Projekt Strategie um die Region Maribor zirkulärer zu gestalten, u.a. Teil von einem Projekt, welches ein lokales Unternehmen befähigt ein Busi-ness Modell aus dem Rahmen von zirkulärem Bauen (in Maribor) zu entwickeln 2. es befähigt Unternehmen mithilfe von digitalen Tools, besonders BIM aber nicht ausschließlich, ihr Businessmodell zu entwickeln	https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_wcyde_final.pdf S.22 https://www.cinderela.eu/Cinderela-One-Stop-Shop/Circular-business-models/Cinderela-pilot-project-Maribor-By-Nigrad 2. https://www.cinderela.eu/CinderOss
Matosinhos (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Arbeit an eine Studie über Stoffströme; später wird daraus eine Roadmap für Zirkularität entwickelt	
Mealhada (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Energieeffizienz, Mülltrennung	
Mechelen (BE)	CCC	nein	-	-	-	Abfallvermeidung und Sortierung ist auf deren Informationen zur nachhaltigen Stadt Europas genannt, jedoch keine weitergehenden Informationen und kein Bezug zur Baubranche	https://klimaatneutraal.mechelen.be/mechelen-european-green-leaf-city-2020
Melgaço (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Mülltrennung, Arbeit an Decarbonisierungsstrategie	
Mikkeli (FI)	CL + CCC	ja	ja	nein	ja	1. Pre-demolition Audits -> Pre-demolition Audits as a service (S. 30), 3D Modellierung anhand einer Drohne (teuer, nicht automatisch) - um die Stoffströme zu identifizieren und zu quantifizieren, Umwelt und Gesundheitsprüfungen während des Abbruchs // Umsetzungen nur während des Projektes erkennbar, keine langfristige Strategie gefunden -> Beschaffung sollte Anreize für eine zirkuläre Wirtschaft setzen außerdem sollte geprüft werden, ob das Audit und der Verkauf von Dinge aus dem privaten Sektor eingekauft werden kann, da das Personal bei der Stadt mikkeli dies nicht mittragen könnte (S. 33)	1. https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Tools/Circular_demolition/Cir-cular_demolition_-_Demo_Report_Extract_Mikkeli.pdf Grundlagen: https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Resources/City-Loops-Circular-Construction-handbook.pdf S. 15
Munich (DE)	URGE					nicht betrachtet, da in Deutschland lokalisiert	
Murcia (ES)	CCC	ja	ja	nein	nein	Es wird eine Optimierung des Managements von Bau- und Siedlungsabfällen angestrebt (ohne konkrete Maßnahmen) und die Priorität ist bei 2 von 4 eingestuft.	
Oslo (NO)	BS + CCC	nein	nein	nein	nein	Modellprojekt: Green Capital Europe 2019 1. Projekt für zirkuläre Beschaffung in allen nordischen Ländern 2. erste zero-emission construction site, aber keine offiziellen Infos dar-über gefunden 3. FutureBuild Projekt, jedoch weder von der Regierung, noch mit konkreten Informationen	1. https://anskaffelser.no/en/english/circular-and-climate-friendly-public-procurements/about-project-circular-and-climate-friendly-public-procurements 2. https://www.futurebuilt.no/content/download/37011/file/FutureBuilt%20Circular%20-%20Criteria%20for%20Circular%20Buildings%20v3.0_200423.pdf
Oulu (FI)	CCC	ja	ja	ja	nein	Zielsetzung CO2 neutral zu Bauen: soll umgesetzt werden indem Gebäude auf lange Nutzung gebaut und von der Stadt CO2 neutrale Bauten in Auftrag gegeben werden und es soll einen neuen Leitfaden für Umbauten geben.	https://www.ouka.fi/sites/default/files/attachments/Environmental%20Pro-gramme%202026_ENG.pdf S. 10
Paris (FR)	BS + CCC	ja	ja	nein	nein	nur Vorschläge aus dem White Paper, bisher nichts verstetigt ! 1. Vorschlag, die Regierung könnte sich für selektiven Rückbau einsetzen, re-use von zurückgebauten Materialien, den Einsatz von biobasierten oder recycelten Materialien 2. Vorschlag: Nutzung von Datenban-ken um Informationen über vorhandene Materialien auszutauschen und Zwischenlagerung von Materialien ermöglichen 3. Im Moment muss vor einem Abbruch die Materialien analysiert werden, jedoch nicht für die Wiederverwertung. Vorschlag dies zur Weiterverwer-tung zu nutzen, on site oder auch für Austauschplattformen (s. 2.) außerdem sollte es verbunden werden mit der Einführung von BIM 4. Personal schulen, zum einen Entscheidungsträger, andererseits ArchitektInnen schulen	1. https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/5eb38bb179120a6993d25d649613803c.pdf S. 19 2. S. 26 3. S. 51 4. S. 63
Peterborough (UK)	BS	ja	ja	nein	nein	Es soll untersucht werden, wie mehr Abbruchmaterialien genutzt werden können, außerdem wurden Kontakte zum BAMB Projekt der EU geknüpft. Jedoch keine konkreten Schritte	https://www.opportunitypeterborough.co.uk/app/uploads/2022/08/PREVIEW_Peterboroughs-Circular-City-Roadmap.pdf S. 39
Picanya (ES)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Abfallmanagement (Haushaltsmüll)	

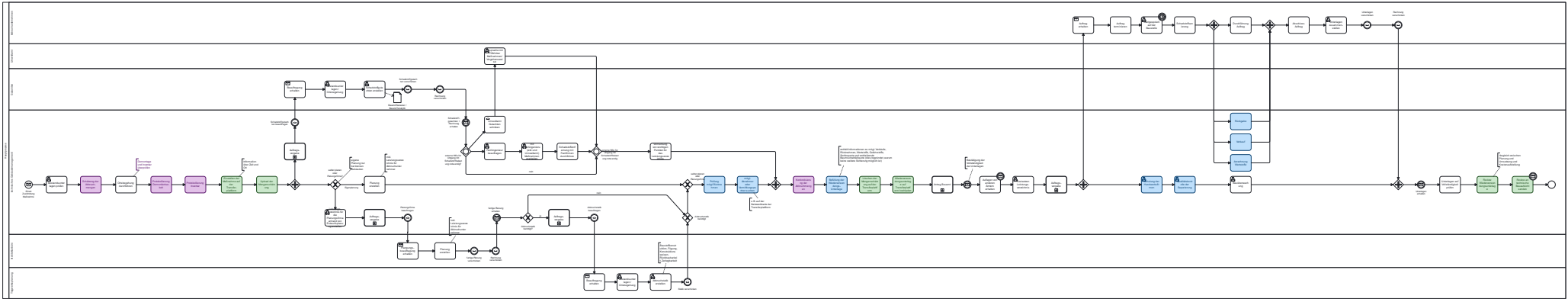
Anhang

Porto (PT)	CL + CCC	ja	nein	-	-	1. Ziele bis 2030: Aufbau einer Materialbank für Baumaterialien (5.4); Nutzung von BIM und RFID (7.1); Schrittweise Erhöhung der Anforderungen an Wiederverwendung von Bau- und Abbruchabfällen (7.5) // Bei Cityloops Konzentration auf Biowaste, kein zirkuläres Bauen innerhalb von dem Projekt	https://ambiente.cm-porto.pt/files/uploads/cms/ambiente/30/files/1203/roadmap-porto-circular-2030-versao01.pdf
Portugal Oeste (PT)	URGE	ja	ja	nein	nein	Action plan, enthält u.a. die Einführung von Materialpässen, die Protokollierung über die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen, bei öffentlichen Bauten einen Cradle-to-Cradle Standard anzusetzen, nachhaltige Beschaffung, Materialbörse, Fokus auf Verringerung von Primärmaterialien - bezieht sich aber auch auf ganz Portugal	https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_-_portuguese_action_plan_paec_en_version_3.pdf S. 49ff
Prague (CH)	CCC	ja	ja	ja	nein	Viele Case Studys zur Hilfe genommen, jedoch die Ansätze (Madaster, Marketplace, etc) nicht in Strategie aufgenommen. Die Strategie besagt erstmal, dass ein Ausschreibungsteam gegründet wird, und ein Pilotprojekt aufgesetzt. Danach werden die Erkenntnisse verarbeitet	https://assets-global.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5de95a133e0b522c1f9d4ea6_Prague-Final-Report-20190406_MR-compressed%20(1).pdf S. 29 ff
Prato (IT)	URGE + CCC	ja	ja	ja	nein	Teil des URGa und URBACT Projektes; Ziel die Stadt zirkulär zu gestalten; an einer Strategie wird gearbeitet	https://www.pratocircularcity.it/it/pagina1486.html https://www.pratocircularcity.it/minisiti/prato-circular-city/prato-next-generation/media11179.php https://www.pratocircularcity.it/minisiti/prato-circular-city/documentazione-tavoli/media10932.php
Riga (LV)	URGE + URBACT	ja	ja	nein	nein	Eine Publikation von einem niederländischen Ministerium für auswärtige Angelegenheiten empfiehlt Schritte für die Regierung in Riga. Darin wird im Anhang genannt, dass Riga an einer langfristigen Strategie arbeitet. Bisher ist jedoch nur dies veröffentlicht	https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022/02/Circularity-in-the-Construction-Sector-in-Latvia.pdf S.45
Rivas Vaciamadrid (ES)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Abfallmanagement (Sammlung, Haushaltsmüll)	
Roeselare (BE)	CCC	ja	ja	nein	nein	keine langfristige Strategie gefunden; Projekt auf circular cities declaration Seite besagt, dass die Stadt 80 Wohnungen mit Secondhand Möbeln renoviert hat	https://circularcitiesdeclaration.eu/cities/roeselare
Roskilde (DK)	CL + CCC	ja	ja	ja	ja	1. Predemolition Audit (Materialpass; Datenbank basierend auf BIM und digitaler Marktplatz für Waren) (BIM ist verpflichtend bei der Ausschreibung); Rückbau der einzelnen Teile (z.B. möglichst Große Teile bei Stahl und Rückbau zu einzelnen Steinen einer Mauer) 2. Einführung der DGNB-Zertifizierung (für Bauten, die von der Kommune durchgeführt werden) + ein max. Energieverbrauch von 8,5 kg CO2 pro m2 und Jahr (Einbezug von Materialproduktion und Transport)	1. https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Tools/Circular_demolition/Circular_demolition_-_Demo_Report_Extract_Roskilde.pdf 2. https://www.roskilde.dk/media/22ehm4hb/budgetforlig-for-2023.pdf
Rotterdam (NL)	MB 1.1 + CCC	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: Stadswonen op de Lloydpier + Blue City unterteilt in vier Schritte: 1. Einführung eines materialpassport; 2. Abkommen mit anderen Städten über zirkulären Beton; 3. ein Börse für Materialien und Baustoffe 4. ein digitaler Marktplatz als Erweiterung für die Börse	https://rotterdamcircular.nl/wp-content/uploads/2019/05/Rotterdam_Circularity_Programme_2019-2023.pdf S. 17
Samso (DK)	BS	nein	-	-	-	Informationen über die Umsetzung zur Klimaneutralität bis 2023 gefunden, jedoch kein Bezug zum zirkulären Bauen	https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Fact%20Sheet%202021%20_Samso.pdf
Sanem (LU)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: Soziale Gerechtigkeit + gemeinsame Gärten	
Schwarzach (AT)	MB 1.1	nein	-	-	-	Modellprojekt: Wohnungsbauprojekt Schwarzach	
Seville (ES)	CL + CCC	ja	ja	nein	ja	1. eine App, für den Betrieb von Clean Points: zeigt Nutzenden eine Anleitung, wie/ wo sie ihre Abfälle am Besten ablegen; und für die Betreibenden um die Mengen verstehen und analysieren zu können und langfristig kostendeckend arbeiten zu können 2. Recyclingprojekt von einer Abwasseranlage (Beton, Boten, Füllmaterial, straßenbelag)	https://cityloops.eu/fileadmin/user_upload/Materials/Deliverables/D2_5_City-Loops_OIP_Seville.pdf
Skelleftea (SE)	R	nein	-	-	-	Modellprojekt: wood house Es gibt viele Leuchtturmprojekte (Industriepark, Holzhochhaus, zirkuläres Sägewerk) alle von der Kommune gefördert; aber keine langfristige (öffentliche) Strategie	https://group.skanska.com/projects/247854/Skelleftea-Site-East%2c-Skelleftea/Skekraft.se/hjartat https://skelleftea.se/invanare/startside/trafik-och-samhallsutveckling/planering-i-kommunen/tyck-om/scharinsomradet/arkitektavling-scharinsomradet/bidrag/2023-10-06-10-uf212-live-by-the-sawmill
Stockholm (SE)	R	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: wood city + European Green Capital Award 2010 Aufbau eines internen Center für zirkuläre Bauweisen / interne Trainings und Kooperationen zur Industrie / Testen von digitalen Tools und Marktplätzen / Realisierung einer Materialbörse in Stockholm / Methoden zum Monitoring Leitfaden für zirkuläres Design / Einsatz von reused Materialien fordern (Stand 06.2022)	https://stockholmregion.org/wp-content/uploads/2022/06/220602-Nordic-capital-regions-Circular-buildings-City-of-Stockholm.pdf
Tampere (FI)	CCC	ja	ja	ja	ja	Beitritt in den Green Deal for Sustainable Demolition, außerdem soll die Recyclingquote erhöht werden und bei einem Neubau die Möglichkeiten der Nutzung von Abbruchmaterialien geprüft werden; Erhöhung des Einsatzes von Recyclingbeton; Berechnung des CO2 Fußabdruckes vor jedem Bau	https://www.tampere.fi/sites/default/files/2023-04/climate_neutral_tampere_roadmap_0.pdf S. 73 3.1.9 / S. 84 3.7.3
Temse (BE)	CCC	ja	nein	-	-	nur Informationen auf circular cities declaration; Wille weniger Primärrohstoffe zu nutzen, konnte allerdings nicht validiert werden	
Tilburg (NL)	MB 1.1	nein	-	-	-	Modellprojekt: Neubau der Universität der Neubau der Universität wird zirkulär gebaut, es gab jedoch keine Informationen über eine Strategie der Stadtverwaltung	
Tirana (AL)	CCC	ja	nein	-	-	zirkuläre Bauweise ist nicht in dem Green City Action Plan genannt	https://www.ebrdgrecencies.com/assets/Uploads/PDF/Tirana-GCAP.pdf
Torres Vedras (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Thema: zirkuläre Beschaffung	
Trikala (GR)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Essen, E-Mobilität	
Turku (FI)	CCC	ja	ja	ja	ja	Durchführung von Vor-Abbruch Audits und Einführung von Materialpässen bis 2029; Kapazitäten der Stakeholder stärken um Materialien mehrfach zu verwenden; Verknüpfung von Abbrucharbeiten mit Recycling über eine digitale Plattform und einen Recyclingpark; den Bedarf für recycelte Materialien durch die öffentliche Beschaffung regulieren; auf nationaler Ebene zusammenarbeiten um die Verfügbarkeit von Materialdaten zu erhöhen	https://circulars.iclei.org/wp-content/uploads/2021/11/Circular-Turku-Roadmap_fi-nal_comp.pdf S. 51

Anhang

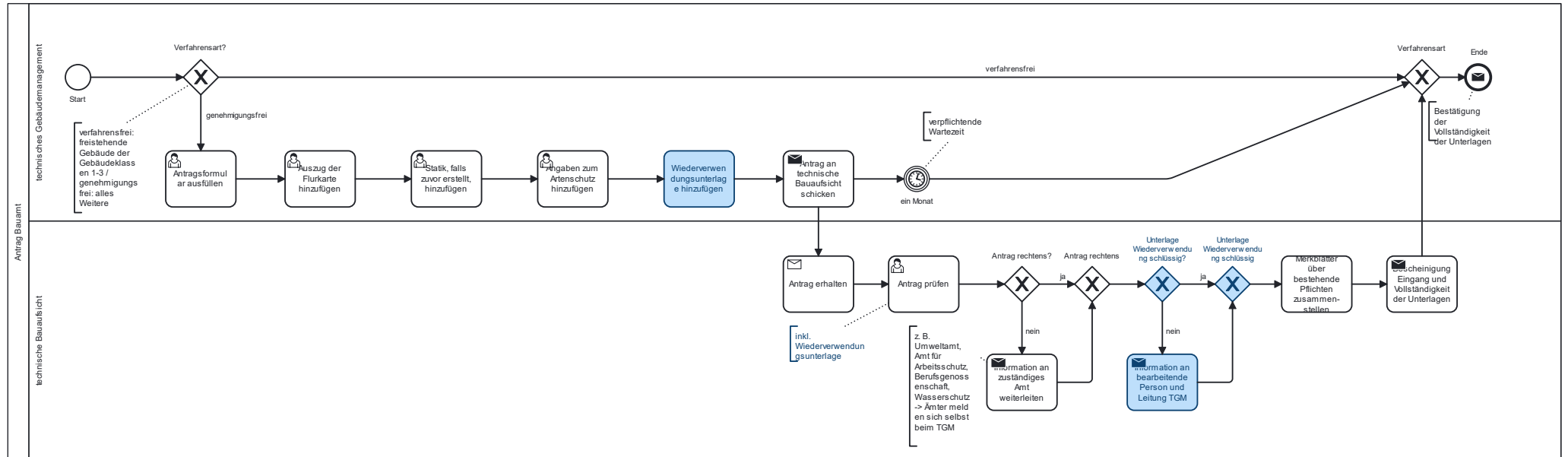
Umeå (SE)	CCC	ja	ja	ja	ja	Modellprojekt: Circular Region (wie Oslo) Leitfaden vor dem Abbruch für den Bausektor; freiwilliges Recyclingprotokoll für Bauschutt; Lebenszyklusindikatoren zur Bewertung der Umwelteinflüsse und Anreize für dessen Verwendung (alles seit 2016)	https://www.umea.se/download/18_463658d2177d4c931e0a14/1614698746649/-EU%20och%20h%C3%A5llbar%20konsumtion%20och%20produktion%20-%20v%C3%A5r%20bidrag%20till%20Agenda%202030.pdf S. 7
Utrecht (NL)	MB 1.1 + Leitung URGE	ja	ja	ja	nein	Modellprojekt: Triodos Bank Bürogebäude 1. Einführung Materialpass, um langfristig den Kennwert für die Umweltverträglichkeit von Gebäuden (MPG) auf 0 zu senken 2. Die Gemeinde will bis 2023 aus Modellprojekten lernen und dann einen langfristigen Leitfaden auf der nationalen Plattform CB23 (national gültig) aufsetzen 3. Fokus auf die Zusammenarbeit mit Universitäten (in Utrecht und Amsterdam) sowie anderen Bildungseinrichtungen.	https://utrecht.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Document/858f33a4-02a8-426a-a2cf-e93b24a8e740?documentId=853cc5b5-f973-4a05-8045-b4e3319e3c91&agendaItemid=1aa5b71f-f370-492e-8fdf-95d83f4dcefe S. 13-25
Valladolid (ES)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: erneuerbare Energien, Transport, Stadtentwicklung	
Vallès Occidental (ES)	CCC	ja	nein	-	-	unter zirkulären Lösungen keine Informationen zu Abfällen im Gebäudebereich / Abbruchabfälle	https://vallescircular.com/?al_product-cat=soluciosn-residus
Valongo (PT)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Energieeffizienz, Mülltrennung	
Venlo (NL)	BS + MB 1.1	ja	ja	nein	nein	Modellprojekt: C2C Metropole + Venlo City Hall 1. Rathaus komplett nach C2C Standards gebaut - restlichen offiziellen Information sind von der Gemeinde nur auf Niederländisch zur Verfügung gestellt	1. https://c2cvenlo.nl/en/city-hall-venlo/
Vistabella del Maestrat (ES)	CCC	ja	nein	-	-	Themen: Abfallmanagement (keine Informationen zu CDW), Essenslieferungen	
Wien (AT)	MB 1.1	ja	ja	ja/n ein	nein /ja	Modellprojekt: Bau-Cycle, Biotope City, Magdas Wien, Seestadt Aspern, VIVIHOUSE, Wildgarten Wien, UMKAT (Urban Mining Kataster) 1. langfristige Umstellung auf kreislauffähiges Bauen geplant, dazu gibt es eine Definitionsphase bis 2024, eine Operationalisierungsphase bis 2017 und bis 2030 wird implementiert. Schafft ganzheitlichen Ansatz, jedoch kein Bezug auf Abbruchmaterialien / 2. Projekt von der Steiermark, Entwicklung eines Urban Mining Katasters: Materialzusammensetzung und Massenberechnung; Bezug zu Abbruchmaterialien, jedoch kein langfristiger Ansatz. Endete 2015 nach der Berechnung	1. https://viecycle.wien.gv.at/roadmap 2. http://www.rma.at/sites/new.rma.at/files/Projekt%20UMKAT%20-%20Endbericht%20Vers.%201.0a.pdf
Wiltz (LU)	CCC	ja	ja	ja	nein	Erhalt der Gebäude möglichst lang; Rückbaubarkeit beachten; Umnutzung einplanen	https://www.wiltz.lu/media/dc2c83fb-b1a0-486e-9d1e-8ca387edd86f/les-mesures-en-economie-circulaire-a-wiltz.pdf
Wolverhampton (UK)	CCC	ja	nein	-	-	In der Stadt wird sich das National Brownfield Institut befinden, was an neuen Lösungen für zirkulärem Bauen forschen wird; sonst Thema der Stadtverwaltung: nachhaltige Energieerzeugung	
Zürich (CH)	MB 1.1 + CCC	ja	nein	nein	nein	Modellprojekt: Kopfbau 118 Winterthur Strategieplan für eine Kreislaufwirtschaft. Es wird auch der Bausektor betrachtet, jedoch sind keine konkreten Maßnahmen erkennbar	https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/gud/Deutsch/UGZ/ugz/umweltpolitik/dokumente/KLW-Strategie_Circular%20-%20brich.pdf

Anhang 13: SOLL-Prozess Hauptprozess





Anhang 15: SOLL-Prozess Antrag Bauamt



10/2023

I. Eigenständigkeitserklärung*

*Declaration of originality**

Hiermit versichere ich

Hereby, I

Name, Vorname

Last name, First name

Matrikelnummer

Student ID number

Studiengang

Study programme

dass ich die vorliegende

affirm that I have prepared the present

(bei Gruppenarbeit mein bearbeiteter Teil) mit dem Thema

(in case of group work the part I have prepared) with the topic

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

selbstständig und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen – einschließlich Tabellen, Karten, Abbildungen etc. –, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Werken und Quellen (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen wurden, sind in jedem einzelnen Fall mit exakter Quellenangabe kenntlich gemacht worden.

independently and without using any other than the indicated aids. All passages – including tables, maps, figures, etc. – taken verbatim or rephrased from published and unpublished works and sources (including Internet sources) have been identified in each individual case with exact reference to the source.

Zusätzlich versichere ich, dass ich beim Einsatz von generativen IT-/KI-Werkzeugen (z. B. ChatGPT, BARD, Dall-E oder Stable Diffusion) diese Werkzeuge in einer Rubrik „Übersicht verwendeter Hilfsmittel“ mit ihrem Produktnamen, der Zugriffsquelle (z. B. URL) und Angaben zu genutzten Funktionen der Software sowie Nutzungsumfang vollständig angeführt habe. Wörtliche sowie paraphrasierende Übernahmen aus Ergebnissen dieser Werkzeuge habe ich analog zu anderen Quellenangaben gekennzeichnet.

In addition, I assure that, when using generative IT/AI tools (e.g., ChatGPT, BARD, Dall-E, Stable Diffusion), I have listed these tools in full in a section "Overview of tools used" with their product name, the access source (e.g., the URL) and information on the functions of the software used as well as the scope of use. I have marked verbatim and paraphrased quotes from the results of these tools in the same way as I have marked other sources.

Mir ist bekannt, dass es sich bei einem Plagiat um eine Täuschung handelt, die gemäß der Prüfungsordnung sanktioniert werden wird.

I am aware that plagiarism is a form of cheating that will be penalised according to the examination regulations.

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit oder Teile daraus nicht bereits anderweitig innerhalb oder außerhalb der Hochschule als Prüfungsleistung eingereicht habe.

10/2023

I certify that I have not already submitted the present work or parts thereof as an examination performance elsewhere within or outside the university.

Ort, Datum
Place, date

Unterschrift
Signature

* Bitte legen Sie diese Eigenständigkeitserklärung ausgefüllt und unterzeichnet Ihrer Arbeit am Ende bei. Sollte diese fehlen, wird die Arbeit nicht korrigiert bzw. bei endgültiger Nichtvorlage als Täuschungsversuch gewertet.

* *Please complete and sign this declaration of originality and enclose it with your work at the end. If this is missing, the work will not be evaluated or, in case of final non-submission, it will be considered an attempt to cheat.*