



Geschäftsmodelle für zirkuläres Bauen und Sanieren

**Die Rolle innovativer Geschäftsmodelle
in der Transformation des Bausektors**



Impressum

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin
Tel.: + 49 30 66 777-0
Fax: + 49 30 66 777-699
E-Mail: info@dena.de / info@gebaeudeforum.de
Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de

**Redaktion:**

José Mercado, dena

Autorinnen und Autoren:

Dina Padalkina, Circular Berlin
Julius Schäufele, Concular GmbH
Patrick Teuffel, Circular Structural Design

Konzeption und Gestaltung:

Heimrich & Hannot GmbH

Bildnachweis:

Titel: shutterstock/Virrage Images

Stand: 11/2023

Bitte zitieren als:

Deutsche Energie-Agentur (dena, 2023):
„Geschäftsmodelle für zirkuläres Bauen und Sanieren –
Die Rolle innovativer Geschäftsmodelle in der
Transformation des Bausektors “
Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem
Zustimmungsvorbehalt der dena.

Das Veröffentlichungsdatum entspricht nicht zwangsläufig
dem Stand dieser Publikation, da es zwischen Erstellung
und Veröffentlichung einer Studie bereits Änderungen der
inhaltlichen Rahmenbedingungen gegeben haben kann.



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.
Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt
die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur
Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im
Rahmen der Energiewende.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
1. Zusammenfassung	5
2. Hintergrund und Zielsetzung	6
3. Methodik	7
4. Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor	8
4.1 Regulatorischer Rahmen: Europa	10
4.2 Regulatorischer Rahmen: Deutschland.....	12
5. Lebenszyklusphasen von Gebäuden und zirkuläre Spezifika	13
5.1 Planung, Herstellung und Errichtung.....	14
A0 Planung.....	14
A1 bis A3 Material- und Bauteilherstellung.....	14
A4 bis A5 Bauausführung	15
5.2 Nutzungsphase	16
B1 bis B5 Nutzung	16
B6 bis B7 Energie- und Wasserverbrauch im Betrieb	17
5.3 Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus	18
C1 bis C4, D Entsorgungsphase, Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen	18

6.	Zirkuläre Geschäftsmodelle für die Bauindustrie	19
6.1	Zirkuläre Geschäftsmodelle: Wertgenerierung im Fokus	19
	Value Hill und seine Bedeutung für Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft.....	19
	Entscheidung über das zirkuläre Geschäftsmodell	20
6.2	Innovative Geschäftsmodelle für die Bauindustrie: praktische Überlegungen über die Theorie hinaus	20
	Eingrenzung der Untersuchung	22
	Planung, Herstellung und Errichtung.....	22
	Nutzung.....	25
	Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus	27
6.3	Abschließende Einordnung.....	29
7.	Hemmnisse und Hebel für die Implementierung in Deutschland	30
7.1	Wirtschaftliche Hebel und Hemmnisse	30
7.2	Organisatorische Hebel und Hemmnisse	31
7.3	Technologische Hebel und Hemmnisse	31
7.4	Regulatorische Hebel und Hemmnisse.....	32
	Anhang	33
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	34
	Literaturverzeichnis.....	35

1. Zusammenfassung

Die Studie „Geschäftsmodelle für zirkuläres Bauen und Sanieren“ untersucht das komplexe Feld der Kreislaufwirtschaft im Bausektor. Die Studie setzt sich dabei intensiv mit dem regulatorischen Rahmen auf europäischer und deutscher Ebene auseinander.

Im Fokus der Studie stehen die verschiedenen Lebenszyklusphasen von Gebäuden und ihre spezifischen zirkulären Aspekte. Angefangen von der Planung über die Herstellung bis hin zur Nutzungs- und Entsorgungsphase werden relevante Punkte detailliert behandelt.

Besonderes Augenmerk wird auf zirkuläre Geschäftsmodelle gelegt, die auf die Wertschöpfung im Bausektor abzielen. Dabei wird sowohl auf etablierte Ansätze als auch auf innovative Modelle eingegangen, die über die Theorie hinausgehen. Es wurden bis zu neun relevante Geschäftsmodelle entlang der Lebenszyklusphasen von Gebäuden identifiziert:

1. Grünes Gebäudedesign
2. Advanced Design Software und Datenmanagement
3. Circular-Supply-Geschäftsmodelle
4. Ressourceneffizientes Bauen
5. Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle)
6. Nutzungsdauerverlängerung
7. Umnutzung und Aufstockung
8. Material-Marktplätze
9. Materialrückgewinnung und Recycling

Die Studie geht auch auf Hemmnisse und Hebel für die Implementierung zirkulärer Praktiken in Deutschland ein. Wirtschaftliche, organisatorische, technologische und regulatorische Faktoren werden analysiert, um die Herausforderungen und Chancen für eine zirkulär ausgerichtete Bauindustrie zu identifizieren.

Insgesamt bietet die Studie einen fundierten Einblick in die zirkuläre Transformation des Bausektors, indem sie den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und die Vielfalt der Geschäftsmodelle und Praktiken beleuchtet, die eine zirkuläre Zukunft in der Bauindustrie ermöglichen.

2. Hintergrund und Zielsetzung

Die neueste EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel legt fest, wie die EU sich an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels anpassen und bis 2050 klimaneutral und widerstandsfähig werden kann.¹ Diese Strategie hat auch Auswirkungen auf den Bausektor und erfordert eine Transformation. Der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft schlägt Maßnahmen entlang des gesamten Produktlebenszyklus vor.² Er zielt darauf ab, wie Produkte gestaltet werden, fördert kreislauf- und umweltfreundliche Prozesse, ermutigt zu nachhaltigem Konsum und kündigt eine Überprüfung der EU-Abfallgesetzgebung mit dem Schwerpunkt auf Abfallvermeidung an. Die Strategie für eine nachhaltig gebaute Umwelt gewährleistet Kohärenz in den relevanten Politikbereichen wie Klima, Energie und Ressourceneffizienz, Management von Bau- und Abbruchabfällen, Barrierefreiheit, Digitalisierung und Kompetenzen.

Die Kreislaufwirtschaft wird Unternehmen dabei helfen, im Einklang mit der EU-Abfallrahmenrichtlinie sowohl Rohstoffkosten als auch Kosten für die Abfallbewirtschaftung einzusparen. Angesichts steigender Deponiekosten in der EU würde die Verringerung der Abfallmengen erhebliche finanzielle und ökologische Vorteile bieten.

Ein weiterer wesentlicher Schwerpunkt für die künftige Transformation des Bausektors ist die Renovierungswelle.³ Ziel ist es, die jährliche Rate der Gebäudesanierungen in der EU mindestens zu verdoppeln. In der Praxis würde dies bis 2030 zu einer Sanierung von 35 Millionen Gebäuden führen. Zur Erreichung dieses Ziels steht eine Mischung aus politischen Instrumenten, Finanzierung und technischer Unterstützung zur Verfügung. Die Umsetzung dieser Ziele bietet die Möglichkeit, Betriebsabläufe, Humankapital und technologische Grundlagen des Bau-Ökosystems zu modernisieren.

Das Potenzial der Kreislaufwirtschaft für die Dekarbonisierung der Bauwirtschaft kann nur durch die Etablierung nachhaltiger, für alle Akteure attraktiver zirkulärer Geschäftsmodelle gehoben werden. Zirkuläre Geschäftsmodelle können als Hebel genutzt werden, um die Ressourcen und Fähigkeiten des Privatsektors für den Übergang zu einer kreislaufgerechten Bauwirtschaft zu nutzen und den Einsatz von Baumaterialien zu minimieren.

In dieser Studie werden wir

- einen Blick auf die neuesten Trends der Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der DACH-Region werfen,
- konkrete Beispiele für Bauvorhaben nach den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft betrachten und
- bestehende zirkuläre Geschäftsmodelle in der DACH-Region analysieren.

Dennoch gibt es erhebliche Unsicherheit darüber, wie die zirkulären Geschäftsmodelle in den bestehenden Wertschöpfungsketten der Bauindustrie umgesetzt werden können und welche Werteflüsse dadurch entstehen. Um diese Lücke zu schließen, beleuchtet diese Studie die Frage auf Basis einer umfassenden Recherche von wissenschaftlicher, grauer und institutioneller Literatur.

Die Motivation für die Durchführung der Studie „Geschäftsmodelle für zirkuläres Bauen und Sanieren“ ist in einem drängenden Bedarf an Veränderung im Bauwesen verwurzelt. Die bisherige Entwicklung, die in einer Vorstudie des Gebäudeforums Klimaneutral zu zirkulären Geschäftsmodellen im Bauwesen zusammengefasst wurde, legt den theoretischen Rahmen für dieses Projekt fest.

Die Zielsetzung dieser Studie besteht darin, die Vorstudie zu vertiefen und konkrete Best-Practice-Beispiele für zirkuläre Geschäftsmodelle im deutschen Bauwesen zu ermitteln. Dieses Projekt wird dazu beitragen, den Weg für nachhaltiges und ressourceneffizientes Bauen in Deutschland weiter zu ebnen und die Branche in Richtung Klimaneutralität zu führen.

1 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en

2 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>

3 https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en

3. Methodik

Das Verfahren sowie die für die Analyse ausgewählten wissenschaftlichen und technischen Literaturquellen werden detailliert dargestellt. Das Ziel ist es, die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten und Transparenz hinsichtlich der Auswahl der Referenzen sicherzustellen.

Die Studie besteht aus mehreren Teilen:

In Kapitel 4 „Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor“ wird die grundlegende Definition der Kreislaufwirtschaft erläutert und es werden Informationen zu den Schlüsselprinzipien für ihre Umsetzung bereitgestellt. Im Rahmen der angewandten Methodik wurde eine breite Palette wissenschaftlicher Literatur analysiert, um die Definition auch im Kontext des Baugewerbes anzuwenden. In dieser Studie werden wir den englischen Begriff „Circular Economy“ synonym zu „Kreislaufwirtschaft“ oder „Zirkuläre Wirtschaft“ verwenden. Um die aktuellen Trends der Kreislaufwirtschaft zu erfassen, wurde die Literaturrecherche hauptsächlich auf die neuesten Entwicklungen in der EU und in Deutschland ausgerichtet.

In Kapitel 5 „Lebenszyklusphasen von Gebäuden und zirkuläre Spezifika“ wird die Hauptstruktur des Lebenszyklusdenkens im Baugewerbe vorgestellt. Die Autorinnen und Autoren verwenden diesen Ansatz, um die Besonderheiten der Kreislaufwirtschaft hervorzuheben und in diesem Kapitel Definitionen für die einzelnen Hauptphasen bereitzustellen:

- Planung, Herstellung und Errichtung
- Nutzungsphase
- Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus

Dieser Ansatz wird auch in Kapitel 6 verwendet, um die wichtigsten Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft für den Bausektor zu gruppieren und zu organisieren.

In Infoboxen werden Beispiele für Gebäude erläutert, bei denen ein besonderer Fokus auf die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft gelegt wurde.

Kapitel 6 „Zirkuläre Geschäftsmodelle für die Bauindustrie“ erläutert den theoretischen Ansatz für zirkuläre Geschäftsmodelle, die auf der Idee der Wertgenerierung beruhen und mithilfe der Methodik des „Value Hill“ dargestellt werden. Für die qualifizierte Untersuchung zirkulärer Geschäftsmodelle wurden insbesondere Modelle ausgewählt, die über die rein thematische Ausprägung von klassischen Geschäftsmodellen und Dienstleistungen hinausgehen und einen innovativen, transformativen und teilweise disruptiven Ansatz haben.

Um die Theorie in die Praxis umzusetzen, haben die Autorinnen und Autoren die Methodik der Lebenszyklusphasen im Bauwesen und der Wertschöpfung kombiniert. Dies hat dabei geholfen, bis zu neun relevante Geschäftsmodelle zu identifizieren. Die präsentierten Geschäftsmodelle und Beispiele orientieren sich an der folgenden Struktur:

- **Wertversprechen:** Hier wird das Wertversprechen der Geschäftsmodelle beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Hauptvorteilen für die Zielgruppe und den Umwelteinflüssen liegt.
- **Zielgruppe:** Dieser Abschnitt erläutert die Hauptakteure, die an der Umsetzung des jeweiligen zirkulären Geschäftsmodells beteiligt sind.
- **Aspekte der Zirkularität:** Hier wird verdeutlicht, inwiefern die Geschäftsmodelle auf Aspekte der Kreislaufwirtschaft abzielen.
- **Relevanz für:** Dieser Abschnitt gibt an, ob die Geschäftsmodelle für Neubau, Sanierung oder für beide Bereiche geeignet sind.
- **Beispiele:** Dieser Abschnitt präsentiert eine vielfältige Auswahl von Geschäftsmodellen am Beispiel von Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind. Eine Liste der Unternehmen ist im Anhang dieser Studie zu finden.

Kapitel 7 „Hemmnisse und Hebel für die Implementierung in Deutschland“ erörtert, wie Hindernisse und Hebel die effektive Umsetzung und Verbreitung zirkulärer Praktiken im Bauwesen beeinflussen können. Die Hindernisse und Hebel sind nach wirtschaftlichen, organisatorischen, technologischen und regulatorischen Aspekten dargelegt. Gleichzeitig wird auch auf die spezifischen Merkmale jedes Geschäftsmodells eingegangen.

Mithilfe von Infoboxen werden die wichtigsten Informationen in der Darstellung hervorgehoben.

4. Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor

Die traditionelle lineare Wirtschaftsweise, die in den meisten Branchen, einschließlich des Bausektors, vorherrscht, beruht auf dem „Nehmen-Herstellen-Entsorgen“-Modell. In diesem Modell werden Ressourcen abgebaut, zu Produkten verarbeitet und nach ihrem Gebrauch oft verschwendet. Der Baubereich ist bekanntermaßen ressourcenintensiv und generiert einen erheblichen Anteil an Abfall. Zudem stehen viele Baumaterialien im Verdacht, Schadstoffe zu enthalten, die die Umwelt gefährden können. Diese Herausforderungen des linearen Wirtschaftsmodells haben weitreichende Konsequenzen sowohl ökologischer als auch wirtschaftlicher Natur. In Anbetracht der begrenzten Ressourcen auf unserem Planeten und der Notwendigkeit, Umweltauswirkungen zu minimieren, ist eine Neuorientierung erforderlich.

Die Ellen MacArthur Foundation hat die Circular Economy als ein System konzipiert, das auf der Vorstellung beruht, Materialströme in zwei Kreisläufe zu unterteilen: den technischen und den biologischen Ressourcenkreislauf.⁴ In der Kreislaufwirtschaft werden Produkte und industrielle Prozesse so gestaltet, dass sich Materialien entweder in biologischen oder in technischen Kreisläufen befinden und genutzt werden.

Beim technischen Kreislauf geht es um die kontinuierliche Kreislaufführung von Produkten, Komponenten und Materialien durch Wartung, Reparatur, Wiederverwendung, Wiederproduktion und Recycling.

Der biologische Kreislauf bezieht sich auf organische Rohstoffe (das heißt erneuerbare Einsatzstoffe) als Grundlage für die Entwicklung biologisch abbaubarer oder kompostierbarer Produkte. Sie werden als „Verbrauchsprodukte“ bezeichnet, weil sie sicher in die natürliche Umgebung zurückgeführt und potenziell wieder zu Nährstoffen für lebende Systeme werden können.

Die Definitionen der Kreislaufwirtschaft beziehen sich meist auf die Kombination von Reduzierungs-, Wiederverwendungs- und Recyclingaktivitäten. Laut der Circular Economy Initiative Deutschland ist es das Ziel, das destruktive „Nehmen-Herstellen-Entsorgen“-Wertschöpfungsparadigma zu überwinden.⁵

Die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft umfasst vier zentrale Maßnahmen. Diese Maßnahmen sind (siehe Abbildung 1):

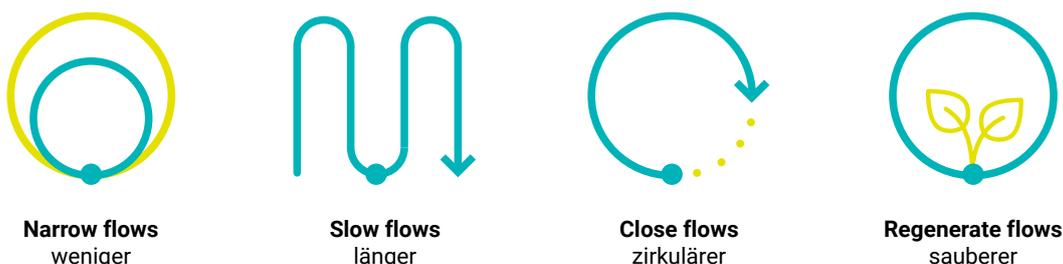
Verengen – Narrow: Ressourcenströme minimieren, indem unnötige Verschwendung vermieden wird.

Verlangsamen – Slow: Verlangsamung von Ressourcenströmen, um ihre Lebensdauer zu verlängern. Hierbei geht es darum, Produkte und Materialien so zu gestalten und zu nutzen, dass sie länger halten und weniger häufig ersetzt werden müssen.

Schließen – Close: Alle Aktivitäten, die darauf abzielen, Kreisläufe zu schließen, indem Produkte und Materialien am Ende ihres Lebenszyklus wiederverwertet oder recycelt werden.

Regenerieren – Regenerate: Wiederherstellung von Ökosystemen und natürlichen Ressourcen. Hierbei geht es darum, die Umweltauswirkungen der Ressourcennutzung auszugleichen und die natürlichen Ressourcen zu regenerieren.

Abbildung 1: Maßnahmen der Kreislaufführung: Narrow, Slow, Close und Regenerate



Quelle: Eigene Darstellung.

⁴ <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

⁵ <https://www.acatech.de/publikation/zirkulaere-geschaeftsmodelle-barrieren-ueberwinden-potenziale-freisetzen/>

Diese Maßnahmen lassen sich auf die bekannten R-Strategien (siehe Abbildung 2) anwenden, die Ansätze zur Ressourceneffizienz und Kreislaufführung aufzeigen. Dazu wird die Wiederverwendung von Produkten, Komponenten und Materialien in höchstmöglicher Qualität über möglichst dauerhafte Zyklen vorangetrieben.

Diese Studie verfolgt in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft im Bausektor einen systemorientierten Ansatz, der es ermöglicht, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes und die Wertschöpfungskette des Bauwesens zu verstehen. Der Schwerpunkt liegt daher auf der Umsetzung von Geschäftsmodellen in den drei Hauptphasen des Lebenszyklus:

- I. Planung, Herstellung und Errichtung
- II. Nutzungsphase
- III. Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus

Die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft im Bauwesen weist einige besondere Merkmale auf. Zum einen haben Gebäude und Bauinfrastrukturen oft eine lange Lebensdauer, die Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte beträgt. Dies erfordert eine langfristige Planung und eine umfassende Berücksichtigung von Materialien und Ressourcen, um sicherzustellen, dass sie während ihrer gesamten Lebensdauer nachhaltig genutzt werden. Gleichzeitig ist die Bauindustrie eine der ressourcenintensivsten Branchen weltweit, da sie große Mengen an Baumaterialien, Energie und Wasser verbraucht. In einer Kreislaufwirtschaft müssen diese Ressourcen effizient genutzt und recycelt werden, um Abfall und Umweltauswirkungen zu minimieren.

Zudem gibt es eine Vielfalt von Baustoffen, die in Bauwerken verwendet werden, wie Beton, Stahl, Glas, Holz und Kunststoffe. Jedes Material hat seine eigenen Recycling- und Wiederverwendungseigenschaften, was die Implementierung von Kreislaufpraktiken komplexer macht. Bauvorhaben sind oft sehr komplex und es sind zahlreiche Akteure aus den Bereichen Architektur, Ingenieurwesen, Bauindustrie und Zulieferer involviert. Eine erfolgreiche Umstellung auf Kreislaufwirtschaft erfordert daher die enge Zusammenarbeit und Koordination aller Beteiligten. Schließlich muss in einer Kreislaufwirtschaft im Bauwesen der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes betrachtet werden, angefangen bei der Planung über den Bau bis hin zur Nutzung und letztendlich zur Entsorgung oder Wiederverwendung. Dies ermöglicht die Identifizierung von Möglichkeiten zur Maximierung der Ressourceneffizienz während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks.

Abbildung 2: R-Strategien für die Maßnahmen Narrow, Slow und Close

	R-STRATEGIEN	BESCHREIBUNG
Effektivere Nutzung & Produktion	REFUSE – vermeiden	Produkte und Materialien überflüssig machen.
	RETHINK – neu denken	Produktnutzung intensivieren, beispielsweise durch Sharing-Angebote.
	REDUCE – reduzieren	Materialeinsatz reduzieren (beispielsweise Ressourceneinsatz minimieren, Materialeffizienz in der Herstellung).
Lebensverlängernde Maßnahmen für Produkte und Komponenten	REUSE – wiederverwenden	Produkt kann durch einen neuen Nutzer wiederverwendet werden. Das Produkt erfüllt den gleichen Nutzen wie zuvor.
	REPAIR – reparieren	Defekte Produkte reparieren, um den gleichen Nutzen wiederherzustellen.
	REFURBISH – aufarbeiten	Ein altes Produkt instand setzen durch kleinere Reparaturen, Säuberungsmaßnahmen, Updates. Das Produkt wird dabei nicht in seine Einzelteile zerlegt.
	REMANUFACTURE – überarbeiten	Teile aus einem alten Produkt in ein neues Produkt mit derselben Funktion einsetzen. Das Produkt wird dabei in seine Einzelteile zerlegt und neu zusammengesetzt.
	REPURPOSE – umnutzen	Teile aus einem alten Produkt in ein neues Produkt mit einer anderen Funktion einsetzen.
Nutzen aus Materialien	RECYCLE – Materialien recyceln	Materialien umwerten mit gleicher oder schlechterer Qualität.
	RECOVER – verwerten	Thermische Verwertung von Materialien.

Quelle: In Anlehnung an Potting, J. & Hanemaaijer, A. (2018)

4.1 Regulatorischer Rahmen: Europa

So positiv sich der Bausektor auf viele Wirtschaftszweige, die Arbeitsplätze vor Ort und die Lebensqualität der Menschen auswirkt, so enorm ist der Ressourcenverbrauch. Die Branche verantwortet laut EU-Kommission etwa 50 Prozent der Rohstoffgewinnung in der Europäischen Union, meist primäre Rohstoffe.⁶ Zugleich entfallen auf den Baubereich auch mehr als 35 Prozent des EU-weiten Abfallaufkommens.⁷ In der EU sind Gebäude für etwa 40 Prozent des gesamten Energieverbrauchs und für etwa 36 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich.⁸

Die europäische Bauindustrie weist hohe Recyclingquoten auf, ist jedoch heute nur zu 30 Prozent zirkulär.⁹ Die Menge an Abbruch- und Baustellenabfällen (C&DW) von abgerissenen oder demontierten Gebäuden, die recycelt wird, scheint hoch zu sein: 83 Prozent. Aber von den recycelten Materialien werden die meisten „downcycelt“ oder für das Verfüllen (recycelte Baustoffe) verwendet – größtenteils Anwendungen mit geringem Wert. Jedoch stammen nur etwa 19 Prozent der Baumaterialien für neue Gebäude aus recycelten oder nachwachsenden Quellen.¹⁰

Die Steigerung der Kreislaufwirtschaft geht nicht nur mit hohen Recyclingraten einher, sondern zielt auch darauf ab, den Wert und die Komplexität von Materialien so lange wie möglich zu erhalten. In Europa hat sich im Laufe des letzten Jahrhunderts ein erheblicher Baubestand an Wohn- und Gewerbegebäuden angesammelt, darunter Wohnhäuser,

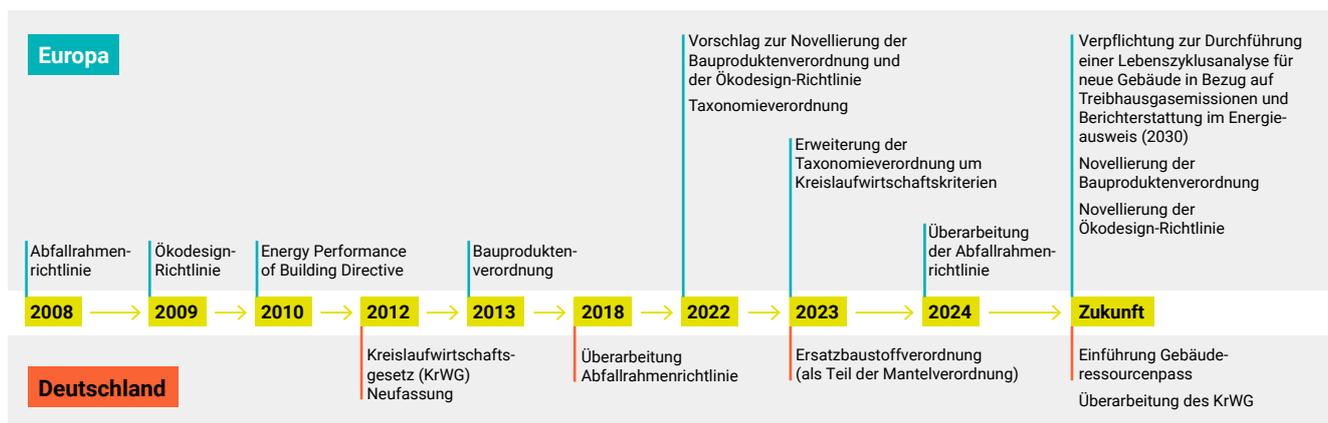
öffentliche Gebäude, Büros, Einzelhandelsgebäude, Hotels und Bildungseinrichtungen, mit insgesamt rund 74 Milliarden Tonnen Materialbestand. Dieser Bestand entspricht einer geschätzten Fläche von 52 Milliarden Quadratmetern, wovon etwa 40 Milliarden Quadratmeter auf Wohnflächen und 12 Milliarden Quadratmeter auf Gewerbeflächen entfallen. Jedes Jahr gelangen rund 642 Millionen Tonnen Materialien in die europäische Bauindustrie, von denen etwa 21 Prozent für Wartung und Sanierung verwendet werden.¹¹

Die Europäische Union hat in den letzten Jahren verstärkt die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen anerkannt und diverse politische und rechtliche Maßnahmen eingeleitet, um diesen Sektor nachhaltiger zu gestalten.

Im Zentrum dieser Bemühungen steht der 2020 eingeführte Europäische Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft¹². Er legt den Grundstein für verschiedene Maßnahmen, die die Kreislaufwirtschaft in der gesamten EU stärken sollen. Speziell im Bauwesen zielt die Richtlinie über Abfälle (2008/98/EG) darauf ab, Abfallmengen zu reduzieren und die Wiederverwendung sowie das Recycling von Bau- und Abbruchabfällen zu fördern.

Darüber hinaus hat die EU die Produktpolitik angepasst, insbesondere durch die Ökodesign-Richtlinie¹³, um Produkte von Anfang an so zu gestalten, dass sie am Lebensende leichter wiederverwendet oder recycelt werden können. Dies beeinflusst direkt die Bauwelt, da Materialauswahl und Bauverfahren durch die Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD, 2010/31/EU) stärker auf Energieeffizienz ausgerichtet werden müssen.

Abbildung 3: Übersicht über Richtlinien, Verordnungen und Gesetze zur Regulatorik



Quelle: In Anlehnung an Wealthcap / JLL (2023)

6 https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en
7 https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en
8 https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en
9 Circle Economy (2022): A Circular future for the European Construction sector: Light commercial and residential buildings. https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/637ba9560d6807424adb1f3f_20221121%20-%20BAIN%20report%20-%20Construction%20Sector%20-%20210x297mm.pdf.
10 Circle Economy (2022): A Circular future for the European Construction sector: Light commercial and residential buildings. https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/637ba9560d6807424adb1f3f_20221121%20-%20BAIN%20report%20-%20Construction%20Sector%20-%20210x297mm.pdf.
11 Circle Economy (2022): A Circular future for the European Construction sector: Light commercial and residential buildings. https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/637ba9560d6807424adb1f3f_20221121%20-%20BAIN%20report%20-%20Construction%20Sector%20-%20210x297mm.pdf.
12 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_420
13 <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/eu-oekodesign-richtlinie.html>

Ein weiteres relevantes Instrument ist Level(s)¹⁴, ein von der Europäischen Kommission entwickeltes freiwilliges Rahmenwerk, das dazu beiträgt, die Nachhaltigkeitsleistung von Gebäuden zu standardisieren. In dieselbe Richtung zielt auch die EU-Strategie für eine nachhaltige Bauwirtschaft, die die Umweltauswirkungen von Gebäuden über ihren Lebenszyklus hinweg reduzieren möchte.

Das EU-Bauabfall-Protokoll¹⁵ wiederum stellt Richtlinien und Best Practices bereit, um die Handhabung und das Recycling von Bau- und Abbruchabfällen zu optimieren. Die nationale Organisation DIN unterstützt den Sektor zusätzlich durch die Entwicklung von Standards, beispielsweise für Recyclingmaterialien¹⁶. Ein weiterer Pfeiler ist das Green Public Procurement (GPP)¹⁷, mit dessen Hilfe öffentliche Auftraggeber durch ihre Beschaffungsvorgänge zu Umwelt- und Innovationserfolgen beitragen können.

Besonders hervorzuheben ist zuletzt die EU-Taxonomie¹⁸. Sie dient als Klassifikationssystem, um festzulegen, welche Wirtschaftstätigkeiten als nachhaltig gelten.

Durch die Taxonomie sollen Investitionen in nachhaltige Projekte gefördert werden, wobei sie auch klare Kriterien für nachhaltiges Bauen und Sanieren festlegt. Dies schafft Anreize für das Bauwesen, nachhaltigere und ressourcenschonendere Ansätze zu verfolgen. Mit der Taxonomie sollen Unternehmen, Investoren und andere Stakeholder Klarheit darüber erhalten, welche Wirtschaftsaktivitäten als umweltfreundlich eingestuft werden können.

Die EU-Taxonomie verfolgt sechs übergeordnete Umweltziele:

- Abmilderung des Klimawandels: Investitionen und Aktivitäten, die zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beitragen und so den Klimawandel bekämpfen
- Anpassung an den Klimawandel: Hierunter fallen Maßnahmen, die dazu dienen, die negativen Auswirkungen des Klimawandels abzuschwächen und die Resilienz von Ökosystemen und Gesellschaften zu erhöhen.
- Nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen: Dieses Ziel bezieht sich auf den Schutz und die Wiederherstellung von Gewässern sowie die nachhaltige Nutzung von Meeresressourcen.
- Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft: Förderung von Maßnahmen, die den Verbrauch von Ressourcen reduzieren, Abfall minimieren und das Recycling fördern
- Vermeidung und Verringerung von Umweltverschmutzung: Aktivitäten, die darauf abzielen, die Umweltverschmutzung in all ihren Formen zu bekämpfen und zu verringern
- Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme: Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung von natürlichen Lebensräumen, Schutz gefährdeter Arten und allgemeiner Erhalt der Biodiversität

Laut Circle Economy gibt es fünf wesentliche kreislaufwirtschaftliche Chancen für die europäische Bauindustrie:¹⁹

10. Verbesserung der Gebäudenutzung und Sanierung

11. Leichtbau von Bauelementen

12. Erhöhung des Einsatzes erneuerbarer Ressourcen

13. Erhöhung des Einsatzes kreislaufwirtschaftlicher Materialien

14. Integration von Rückgewinnungsdienstleistungen und -technologien

14 https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

15 <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/de/renditions/native>

16 <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy>

17 https://green-business.ec.europa.eu/green-public-procurement_en

18 <https://eu-taxonomy.info/de>

19 Circle Economy (2022): A Circular future for the European Construction sector: Light commercial and residential buildings. <https://www.circle-economy.com/resources/a-circular-future-for-the-european-construction-sector-light-commercial-and-residential-buildings>

4.2 Regulatorischer Rahmen: Deutschland

In Deutschland wird die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft im Bauwesen von einer Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen reguliert.

Das zentrale Rechtsinstrument hierfür ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), das den Ressourcenschutz durch die Förderung von Abfallvermeidung, Abfallvorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und andere Verwertungsformen zum Ziel hat. Ergänzend dazu legt die Bauabfallverordnung konkrete Anforderungen an den Umgang mit mineralischen Bau- und Abbruchabfällen fest, während das Bundes-Bodenschutzgesetz den Schutz des Bodens bei Baumaßnahmen sicherstellt.

Auch die mittlerweile überholte Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) spielen eine Rolle, indem sie Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden stellen und so die Auswahl von Materialien und Technologien im Bauwesen regulieren. Auch wenn sie nicht direkt das Bauwesen betrifft, kann die Ökodesign-Richtlinie der EU Auswirkungen auf Bauprodukte und -komponenten haben, da sie das umweltgerechte Design von energieverbrauchsrelevanten Produkten vorgibt²⁰. Über die Durchführungsverordnungen, die mittlerweile für 29 Produktgruppen vorliegen, gibt es europaweit geltende und somit auch in Deutschland rechtsverbindliche Vorgaben, die das Design und den Energieverbrauch von energieverbrauchsrelevanten Produkten regeln. Dies betrifft beispielsweise Heizungsanlagen oder Beleuchtungstechnik.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Produktverantwortung gemäß dem KrWG, das Herstellerfirmen und Vertreiber dazu verpflichtet, die Umweltauswirkungen ihrer Produkte während des gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen. Da jedes Bundesland in Deutschland seine eigene Bauordnung hat, gibt es auch hier regionale Vorgaben, die die Kreislaufwirtschaft betreffen können. Zudem fördert der Bund Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich Kreislaufwirtschaft im Bauwesen und diverse DIN-Normen und technische Regelwerke geben weiterführende Standards und Richtlinien vor²¹.

Die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft im Gebäudesektor erfordert klare, verbindliche politische Rahmenbedingungen. Entscheidungsträger auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene sollten diese nicht nur festlegen, sondern auch bei ihren eigenen Bauprojekten als Vorreiter fungieren.

Der WWF Deutschland hebt die folgenden Punkte hervor²²:

- Priorisierung des Erhalts und der Sanierung von Bestandsgebäuden, einschließlich einer verpflichtenden Abrissgenehmigung für Bestandsgebäude und einer Steigerung der Sanierungsquote auf mindestens 3 Prozent
- Einführung einer von Beginn an zirkulären Planung für Neubauten, mit verpflichtenden Ökobilanzierungen, dem Einsatz von Sekundärrohstoffen gemäß festgelegten Quoten und der Etablierung eines Rückbaukonzepts als Grundlage für Baugenehmigungen
- Förderung des verstärkten Einsatzes von Holz im Bauwesen und die Reduzierung baurechtlicher Hürden, insbesondere im Brandschutz
- Förderung der Wiederverwendung im Gebäudesektor durch alternative Nutzungskonzepte, die Einrichtung von Rücknahmesystemen für Bauprodukte, die Unterstützung von Baustoffbörsen und die Einführung von ökologischen Baumaterialstandards
- Betonung der Rolle öffentlicher Gebäude und der Beschaffung als zentrale Hebel für den Wandel, mit Forderungen nach verpflichtender zirkulärer Beschaffung, Erstellung von Modernisierungsplänen und einer erhöhten Förderquote für energetische Sanierungen
- Hervorhebung der Bedeutung zirkulärer Maßnahmen zum Schutz von Klima und Umwelt, darunter klare Vorgaben für nachhaltige öffentliche Beschaffung und die Integration von Circular-Economy-Kriterien in EU-Beschaffungsrichtlinien
- Unterstreichung der Dringlichkeit verbindlicher politischer Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger und zirkulärer Bauweisen

²⁰ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/eu-oekodesign-richtlinie.html>

²¹ DIN e.V. (2023): Deutsche Normungsroadmap Circular Economy. Deutsches Institut für Normung. Retrieved September 22, 2023, <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b608640aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap-circular-economy-data.pdf>.

²² WWF Deutschland (2022): Zirkuläre Maßnahmen im Bestand und Neubau zum Schutz von Klima- und Ökosystemen ergreifen. WWF Deutschland. Retrieved September 22, 2023, <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/Hintergrundpapier-Circular-Economy-im-Gebaedesektor.pdf>.

5. Lebenszyklusphasen von Gebäuden und zirkuläre Spezifika

Die Lebenszyklusanalyse gemäß den internationalen Normen DIN ISO 14040 bzw. 14044 bietet einen Rahmen zur Bewertung der Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung. Ziel einer solchen Analyse ist es, Potenziale für ökologische Verbesserungen zu identifizieren und fundierte Entscheidungen zu ermöglichen.

Durch die Kategorisierung der unterschiedlichen Lebenszyklusphasen – von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung oder zum Recycling – können spezifische Umweltauswirkungen systematisch identifiziert und analysiert werden. Dies ermöglicht es, gezielte Lösungsansätze zur Reduzierung der Umweltbelastung in den jeweiligen Phasen zu entwickeln und umzusetzen.

Diese Kategorisierung wird im Folgenden als Grundlage zur Beschreibung verschiedener Ansätze genutzt und um den Lebenszyklus A0, das heißt den Planungsprozess, ergänzt (siehe Abbildung 4).

Mit der Einführung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft sind in den Lebenszyklusphasen spezifische Anpassungen verbunden, um sicherzustellen, dass die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft umgesetzt werden. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Abbildung 4: Angaben zum Lebenszyklus eines Gebäudes

	Material- und Bauteilherstellung			Bauausführung		Nutzungsphase							Entsorgungsphase			
A0	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
Planung	Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Inspektion, Wartung, Reinigung	Reparatur	Austausch, Ersatz	Verbesserung, Modernisierung	Betrieblicher Energieeinsatz	Betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung
Ergänzende Informationen außerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes																
D																
Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen																

Quelle: In Anlehnung an Klimaleichtblock GmbH (n. d.)

5.1 Planung, Herstellung und Errichtung

A0 Planung

Der traditionelle Planungsablauf beim Bauen beginnt in einigen Fällen mit einer Vorstudie („HOAI-Phase 0“): Hier wird zwischen Planungsteam und Auftraggeber noch einmal der tatsächlich vorhandene Bedarf geklärt und abgestimmt, ob ein Rück- mit anschließendem Neubau oder doch eine Transformation des Gebäudebestands sinnvoller ist. Aktuelle Diskussionen beschäftigen sich hier auch mit einem Abrissverbot²³. Dann folgt die Grundlagenermittlung, in der die Notwendigkeit eines Neubaus und der Zweck des Bauprojekts festgelegt werden. Anschließend folgt die Vorplanung, die sich auf die Funktionalität des Gebäudes und die Wirtschaftlichkeit konzentriert. In der Entwurfsplanung werden gestalterische und technische Aspekte ausgearbeitet und im Rahmen der Genehmigungsplanung weiterentwickelt, die dann bei der zuständigen Behörde eingereicht wird. Hier werden technische Aspekte berücksichtigt, wie zum Beispiel der operative Energieverbrauch sowie die Standsicherheit des Gebäudes.

Bevor mit dem Bau begonnen werden kann, erfolgt die Ausführungsplanung, in der dann offene Fragen im Detail geklärt werden. In der anschließenden Ausschreibung werden Bauunternehmen zur Abgabe von Angeboten eingeladen. Nach Auswahl des geeigneten Unternehmens und Vertragsabschluss beginnt die Bauausführung. Abschließend erfolgen die Abnahme und die Übergabe des Gebäudes an den Bauherrn, bevor es in die Phase der Nutzung und Instandhaltung übergeht.

Auch wenn es hier in der Praxis typischerweise Iterationen im Prozess gibt, handelt es sich trotzdem im Großen und Ganzen um einen linearen Vorgang.

Im Kontext einer Kreislaufwirtschaft wird der Planungsablauf beim Bauen durch einen spezifischen Planungsmethodenansatz ergänzt, der den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes berücksichtigt, um die Wiederverwendung, Ressourceneffizienz und Suffizienz zu maximieren.

Entwurf für Demontage: Bei dieser Methode wird ein Gebäude so konzipiert, dass es am Ende seiner Lebensdauer leicht demontiert werden kann. Das Ziel ist die Wiederverwendung oder das Recycling der Bauteile, anstatt sie zu entsorgen. Das Design berücksichtigt einfache Verbindungsmethoden, die eine Trennung der Materialien ermöglichen, ohne sie zu beschädigen.

Modulares Bauen: Modulare Gebäude werden aus vorgefertigten Einheiten zusammengesetzt, die an verschiedenen Orten wiederverwendet werden können. Diese Einheiten können einfach ausgetauscht oder erneuert werden, was die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit des Gebäudes im Laufe der Zeit erhöht.

Langlebigkeit: Hier wird besonderer Wert auf die Langlebigkeit von Materialien und Konstruktionen gelegt, um die Lebensdauer des Gebäudes zu verlängern. Dies kann durch den Einsatz robuster Materialien und durchdachter Konstruktionsmethoden erreicht werden.

Low-Tech-Entwurf: Bei diesem Ansatz wird der Einsatz komplexer Technologien vermieden und stattdessen auf einfache, bewährte Methoden und natürliche Materialien zurückgegriffen. Dies erleichtert nicht nur die Wartung, sondern reduziert auch den Energie- und Ressourcenverbrauch.

Adaptivität: Anstatt ein starres, endgültiges Design anzuwenden, wird das Gebäude so geplant, dass es sich an im Laufe der Zeit veränderte Anforderungen und Bedingungen anpassen kann.

Ökobilanzierung: Die Auswahl der Materialien steht auch beim konventionellen Entwurf im Mittelpunkt. Beim zirkulären Ansatz wird aber besonderer Wert darauf gelegt, recycelbare, wiederverwendbare oder kompostierbare Materialien zu verwenden, um die Umweltauswirkungen zu minimieren.

Der Planungsablauf in einer Kreislaufwirtschaft betrachtet nicht nur den Bau und die Nutzung eines Gebäudes, sondern auch dessen Lebensende. Deshalb kann er zeitaufwendiger sein. Das Ziel ist es, Gebäude als langlebige, aber auch anpassungsfähige Systeme nachhaltig zu betrachten, die im Einklang mit ihrer Umgebung und den verfügbaren Ressourcen stehen. Dies wird beispielsweise in Kapitel 6 („Zirkuläre Geschäftsmodelle für die Bauindustrie“) unter „Grünes Gebäudedesign“ bzw. „Advanced Design Software und Datenmanagement“ näher erläutert.

A1 bis A3 Material- und Bauteilherstellung

Die Module A1 bis A3 betreffen die Produktionsphase und können im traditionellen Sinne wie folgt betrachtet werden:

A1, die Rohstoffgewinnung, umfasst alle Umweltauswirkungen, die mit dem Abbau der für das Bauprodukt benötigten Rohstoffe einhergehen. Dies beinhaltet den Energie- und Wasserverbrauch sowie Emissionen und andere Umweltauswirkungen, die beim Abbau von Materialien wie Sand, Kies oder Metall entstehen.

In Modul A2, dem Transport, werden alle Umweltauswirkungen berücksichtigt, die durch den Transport dieser Rohstoffe zum Herstellungsort anfallen. Faktoren wie Transportdistanz, Transportmittel und die transportierte Materialmenge sind hierbei entscheidend.

²³<https://abrisssmorum.de/>

Schließlich konzentriert sich A3 auf die Herstellung. Hier werden alle Umweltauswirkungen erfasst, die während der Verarbeitung der Rohstoffe in ein fertiges Bauprodukt entstehen. Energieverbrauch, Wassernutzung sowie entstehende Abfälle und Emissionen während der Herstellungsprozesse sind in dieser Phase besonders relevant. Der gesamte Produktionsprozess, von den eingesetzten Maschinen bis hin zu den verwendeten Hilfsstoffen, wird in dieser Phase betrachtet.

In traditionellen Bauansätzen liegt oft ein starker Fokus auf den direkten Kosten und der Funktionalität, weniger auf dem ökologischen Fußabdruck. Indem Bauakteure die Module A1 bis A3 in ihre Überlegungen einbeziehen, können sie informierte Entscheidungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes treffen.

Im Rahmen der Lebenszyklen A1 bis A3 bieten zirkuläre Geschäftsmodelle innovative Lösungen, um diese Herausforderungen anzugehen und die Branche nachhaltiger zu gestalten. Dabei steht das Prinzip der Kreislaufwirtschaft im Vordergrund, das die Rückführung von Ressourcen in den Kreislauf und die Minimierung von Abfall betont.

Hier können verschiedene Ansätze verfolgt werden, um diese Vision in die Realität umzusetzen:

Die Verwendung von Materialien von unendlichem Wert: In diesem Fall geht es um Stein und Sand.

Recycelte und wiederverwendete Materialien: Baumaterialien, die nach dem Abriss eines Gebäudes nicht einfach als Abfall behandelt, sondern wieder in den Bauprozess integriert werden.

Die Verwendung von biobasierten und erneuerbaren Materialien: Diese werden aus nachwachsenden Quellen wie Holz, Bambus oder Hanf gewonnen. Ihr Vorteil liegt nicht nur in ihrer Nachhaltigkeit, da sie stetig nachwachsen, sondern auch in ihrer Fähigkeit, CO₂ zu binden und somit den Treibhauseffekt zu reduzieren.

Die Standardisierung von Bauelementen ist ebenfalls ein Schlüsselaspekt nachhaltigen Bauens. Indem Bauteile standardisiert werden, können sie leichter ausgetauscht, wiederverwendet oder recycelt werden, wodurch Gebäude langlebiger und ressourceneffizienter werden.

Für den umweltbewussten Bauprozess ist Transparenz in der Lieferkette unerlässlich.²⁴ Es ist von zentraler Bedeutung, zu wissen, wo und wie die Materialien produziert werden. Dies stellt sicher, dass ethische und umweltfreundliche Praktiken während des gesamten Herstellungsprozesses eingehalten werden.

Ein weiteres zentrales Element nachhaltigen Bauens ist die Lokalität von Materialien. Durch die Verwendung lokaler Baumaterialien können Transportwege und damit verbundene CO₂-Emissionen erheblich reduziert werden. Dies unterstützt nicht nur die örtliche Wirtschaft, sondern ermöglicht auch den Bau von Gebäuden, die kulturell und architektonisch mit ihrer Umgebung harmonieren.

Schließlich gibt es noch das Konzept des „Materialkatasters“. Dabei geht es um die gezielte Suche und Verwendung von bereits existierenden, aber ungenutzten oder abzureißenden Materialien für neue Bauprojekte. Von historischen Holzbalken bis zu alten Ziegelsteinen – das Prinzip dahinter ist, das Potenzial dieser Materialien zu erkennen und sie erneut nutzbar zu machen, anstatt sie zu entsorgen und neue Materialien zu produzieren.

Diese zirkulären Ansätze bilden die Grundlage für die Entwicklung der damit verbundenen Geschäftsmodelle im Bauwesen. Dies können zum Beispiel „Circular-Supply-Geschäftsmodelle“ oder „Modulare, serielle und zirkuläre Bausysteme“ sein (siehe Kapitel 6.2).

Ein Beispiel für ein Gebäude, das einige Elemente der zirkulären Material- und Bauteilnutzung realisiert hat, ist K.118, das vom baubüro in situ in Zürich errichtet wurde.²⁵

K.118, baubüro in situ (Zürich)

- Dieser Bau besteht hauptsächlich aus wiederverwendeten und biobasierten Materialien und berücksichtigt sowohl den biologischen als auch den technologischen Kreislauf.
- In der Vorbereitungsphase des Gebäudes war es entscheidend, wiederverwendbare Bauteile zu finden, die nur eine minimale Aufarbeitung für ihre neue Verwendung benötigten. Nach Angaben der Architekten führte dieser Ansatz zu einer Einsparung von 60 Prozent der Kohlenstoffemissionen und vermied die Verwendung von 500 Tonnen Rohmaterial im Vergleich zur Planung eines neuen Gebäudes mit der gleichen Größe und Funktion.²⁶

A4 bis A5 Bauausführung

Die Module A4 und A5 im Bauwesen behandeln zwei entscheidende Phasen im Lebenszyklus von Bauprodukten: den Transport zum Bauort und den Einbau im Gebäude. Diese Phasen sind charakteristisch für einen linearen Ansatz im Bauen, der oft zu einem signifikanten Abfallaufkommen führt.

²⁴ <https://www.bmz.de/de/themen/lieferkettengesetz>

²⁵ <https://insitu.ch/projekte/196-k118-kopfbau-halle-118>

²⁶ Stricker, E. et al. (2021), in Hubmann, G. & van Maaren, V. (2022:6): Circular Material Systems: anticipating whole- system design in architecture and construction. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1078/1/012002/pdf>.

Bei Modul A4, dem Transport zum Bauort, werden Bauprodukte vom Produktions- oder Lagerort zur Baustelle befördert. Hier spielt die Logistik eine zentrale Rolle, da die Auswahl des Transportmittels, die Routenplanung und das Timing den Energieverbrauch und die Emissionen beeinflussen. Nach Ankunft auf der Baustelle ist die Lagerung ein weiterer kritischer Punkt. Eine unsachgemäße Lagerung kann zu beschädigten Produkten und somit zu zusätzlichem Abfall führen.

Diese beiden Phasen, Transport und Einbau, sind bezeichnend für das traditionelle Bauen. Eine bewusste Planung und Koordination könnten das Abfallaufkommen reduzieren, aber im linearen Bauansatz sind solche Abfälle fast unvermeidlich. Das Bewusstsein für diese Abfallproblematik ist ein erster Schritt zur Entwicklung nachhaltigerer Bauverfahren.

Die fortschreitende Transformation der Bauindustrie (z. B. Wiederverwendung, Recycling, nachwachsende Rohstoffe, Digitalisierung), um die Klimaschutzziele zu erreichen, beinhaltet eine intensivere Betrachtung der Lebenszyklusphasen eines Gebäudes, insbesondere der Phasen A4 und A5, die sich auf den Produktherstellungsprozess und die Vorbereitungsphase zur Nutzung beziehen. Hierbei geht es darum, den ökologischen Fußabdruck während dieser Phasen zu minimieren und innovative Technologien und Methoden einzusetzen. Einige der zentralen Ansätze in diesem Bereich sind:

Emissions- und Abfallvermeidung: Ziel ist es, schädliche Emissionen während des Bauvorgangs zu reduzieren und gleichzeitig die Entstehung von Abfall zu minimieren. Dies kann durch den Einsatz nachhaltiger Materialien und optimierte Bauverfahren erfolgen.

3D-Druck: Die 3D-Drucktechnologie revolutioniert die Bauindustrie, indem sie den schnellen und präzisen Aufbau von Gebäudeteilen ermöglicht. Dies reduziert nicht nur Abfall durch Überproduktion, sondern erlaubt auch die Verwendung von umweltfreundlichen Druckmaterialien, wie etwa Lehm.

Transport und Lagerung: eine der Herausforderungen bei der Umsetzung von Kreislaufwirtschaft für die Bauindustrie, insbesondere bei wiederverwendeten Bauelementen. Durch die Optimierung von Transportwegen und das Angebot für die Zwischenlagerung können Emissionen und Energieverbrauch signifikant reduziert werden.

Digitalisierung des Materialbestands: Mit digitalen Werkzeugen, zum Beispiel durch eine Kombination von 3D-Scan und BIM, kann der Materialbestand genau erfasst und verwaltet werden. Dies ermöglicht eine genauere Planung, weniger Verschwendung und einen verbesserten Überblick über die Lebensdauer und die Wiederverwendungspotenziale von Materialien.

Diese Ansätze bieten nicht nur ökologische Vorteile, sondern können auch wirtschaftlich sinnvoll sein und die Effizienz und Qualität von Bauvorhaben steigern. Im Sinne von Geschäftsmodellen, wie in Kapitel 6.2 ausgeführt, sind beispiel-

haft „Advanced Design Software und Datenmanagement“, „Modulare, serielle und zirkuläre Bausysteme“ oder „3D-Druck“ zu nennen.

EU-Projekt ReCreate, Jugendzentrum Hohenmölsen

- Das Projekt ReCreate²⁷ revolutioniert den Bau durch die Wiederverwendung von Stahlbetonfertigteilen und eine ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungskette. Dieser Ansatz garantiert eine effiziente Ressourcennutzung, reduziert Abfall und senkt den CO₂-Ausstoß.
- Durch einen elementorientierten Rück- und Neubau sowie den Einsatz eines innovativen Entwurfsprozesses werden Materialien optimal wiederverwendet. Zudem entwickelt das Projekt nachhaltige Geschäftsmodelle, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch und sozial verantwortungsvoll sind, wodurch die Ökobilanz von Gebäuden signifikant verbessert wird.

5.2 Nutzungsphase

B1 bis B5 Nutzung

In der linearen Wirtschaft liegt der Fokus in der Regel auf der Produktion und Nutzung von Gütern und Gebäuden, ohne den gesamten Lebenszyklus der Materialien und Ressourcen zu berücksichtigen. In der Nutzungsphase von Gebäuden der linearen Wirtschaft wird der Materialität oft wenig Beachtung geschenkt. Das bedeutet, dass während der Nutzungsdauer eines Gebäudes nur wenige Kenntnisse über die verwendeten Materialien vorhanden sind und diese meist erst bei Wartungsarbeiten oder Reparaturen ins Bewusstsein rücken.

Bezogen auf die Nutzungsphase von Gebäuden in einer Kreislaufwirtschaft ergeben sich im Gegensatz zur linearen Wirtschaft folgende Unterschiede:

Gebäuderessourcenpass: Dies ist ein digitales Dokument, das detaillierte Informationen über die im Gebäude verwendeten Materialien sowie ihre Menge, ihren Zustand und ihren Ort enthält. Es dient als zentrale Informationsquelle zu den Ressourcen eines Gebäudes und erleichtert deren Wiederverwendung oder Recycling am Ende der Nutzungsdauer.

Restwert für die Eigentümerinnen und Eigentümer: In einer Kreislaufwirtschaft wird die Materialität nicht nur als Kostenfaktor, sondern auch als Wertanlage betrachtet. Das bedeutet, dass die im Gebäude verbauten Materialien und Ressourcen am Ende ihrer Nutzungsdauer nicht einfach als Abfall angesehen werden. Stattdessen haben sie einen Restwert, der monetarisiert werden kann, sei es durch den Verkauf von wiederverwendbaren Bauteilen, durch das Recycling von Materialien oder durch andere Verwertungsmethoden.

²⁷ <https://recreate-project.eu/>

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in einer Kreislaufwirtschaft durch Digitalisierung, den Gebäuderessourcenpass und den anerkannten Restwert der Materialien eine proaktive, ressourcenbewusste und wertorientierte Herangehensweise an die Nutzungsphase von Gebäuden verfolgt wird. Dies steht im Gegensatz zur reaktiven und oft verschwenderischen Herangehensweise der linearen Wirtschaft. Hier bieten sich zirkuläre Geschäftsmodelle wie „Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS)“ oder „Nutzungsdauerverlängerung“ an (siehe Kapitel 6.2).

The Cradle in Düsseldorf, HPP Architekten

- Im Einklang mit dem Cradle-to-Cradle®-Konzept wurde das Gebäude als Materialdepot betrachtet. Alle im „The Cradle“²⁸ verwendeten Materialien wurden in einem Gebäudematerialpass über ein 3D-BIM-Modell dokumentiert. Dies ermöglicht eine optimale Auswahl der Materialien in der Planung und bietet eine präzise Dokumentation der verfügbaren Materialien für den Dekonstruktionsprozess.
- Die Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung ökologischer Auswirkungen wie Gesundheitsklasse, CO₂-Fußabdruck, Dekonstruierbarkeit, Trennbarkeit von Materialien und Recyclingfähigkeit von Materialien und Produkten.

B6 bis B7 Energie- und Wasserverbrauch im Betrieb

In einer linearen Wirtschaft stehen oft die kurzfristige Verwendung und der schnelle Verbrauch im Vordergrund, ohne die längerfristigen Auswirkungen auf die Umwelt oder die Erschöpfung der Ressourcen ausreichend zu berücksichtigen.

Beim Energieverbrauch in der linearen Wirtschaft werden Gebäude häufig ohne besondere Berücksichtigung von Energieeffizienz oder erneuerbaren Energien entworfen und gebaut. Das führt zu einem hohen Energieverbrauch durch ineffiziente Heiz- und Kühlsysteme sowie durch eine unzureichende Gebäudeisolierung. Traditionelle Energiequellen wie fossile Brennstoffe dominieren, während erneuerbare Energien oft ungenutzt bleiben oder nur in begrenztem Maße integriert werden. Das Ergebnis sind höhere Betriebskosten und ein größerer CO₂-Fußabdruck.

Beim Wasserverbrauch in einem linearen System wird Wasser häufig als unerschöpfliche Ressource betrachtet. Wenig Aufmerksamkeit wird wassersparenden Technologien oder Systemen zur Wiederverwendung und Aufbereitung von Wasser geschenkt. Stattdessen fließt Wasser, nachdem es einmal genutzt wurde, direkt in die Abwasserkanäle, ohne eine weitere Nutzung oder Aufbereitung zu erleben. Das führt zu einem erhöhten Wasserverbrauch, einer größeren Belastung der Kläranlagen und einem verschwenderischen Umgang mit einer lebenswichtigen Ressource.

Im Gegensatz dazu wird beim zirkulären Bauen berücksichtigt, dass unter anderem erneuerbare Energiequellen zum Einsatz kommen und auch Wasser in geschlossenen Kreisläufen betrachtet wird.

Technologien für effizientes Gebäudemanagement: Dies wird durch die Integration von energieeffizienten Baumaterialien und -technologien sowie durch die Umsetzung von wassersparenden Maßnahmen erreicht. Dazu gehören beispielsweise der Einsatz von energieeffizienten Heiz- und Kühlsystemen, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen und die Implementierung von Wasseraufbereitungsanlagen, die den Wasserverbrauch minimieren.

Synergien in der Energieerzeugung: Dies bedeutet, dass Gebäude und Infrastrukturen so gestaltet werden, dass sie Energie erzeugen und teilen können. Das kann durch die Integration von Solaranlagen, Windkraft oder anderen erneuerbaren Energiequellen in Gebäuden und die Nutzung von Energiespeichersystemen erreicht werden. Hier bieten sich zirkuläre Geschäftsmodelle wie „Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS)“ oder „Nutzungsdauerverlängerung“ an (siehe Kapitel 6.2).

Geschlossenes Wasseraufbereitungssystem: Dabei werden graues und schwarzes Wasser getrennt und wiederverwendet. Graues Wasser aus Haushalten und Gebäuden kann nach einer Aufbereitung beispielsweise zur Bewässerung von Grünflächen oder zur Toilettenspülung genutzt werden. Schwarzes Wasser wird aufbereitet und kann dann erneut verwendet oder sicher entsorgt werden. Dies reduziert den Frischwasserverbrauch und minimiert die Belastung der Abwassersysteme.

Nutzung von Abwärme: Industrielle Prozesse, Datenzentren und sogar Haushalte erzeugen oft Abwärme, die bisher ungenutzt bleibt. Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft kann diese Abwärme erfasst und in Heiz- oder Kühlsystemen für Gebäude verwendet werden. Dies reduziert den Bedarf an zusätzlicher Heizenergie.

²⁸ <https://www.hpp.com/en/projects/fallstudien/the-cradle/>

5.3 Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus

C1 bis C4, D Entsorgungsphase, Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen

Von der Produktion über die Nutzung reicht der Weg oft direkt zur Entsorgung. Am Ende seiner Lebensdauer findet für ein Produkt oder ein Gebäude in diesem Modell kaum eine weitere Überlegung statt. Es wird schlichtweg ausgemustert und häufig auf Deponien entsorgt.

Durch diese Herangehensweise gehen nicht nur wertvolle Ressourcen verloren, sondern es entstehen auch signifikante Umweltauswirkungen, beispielsweise aufgrund der durch energetische Verwertung entstehenden CO₂-Emissionen. Obwohl einige Recyclingmaßnahmen existieren, sind sie oftmals begrenzt und beschränken sich auf spezifische Materialtypen. Auch wird das Recycling nicht immer wirtschaftlich oder technisch effizient umgesetzt.

Ein zentrales Problem der linearen Wirtschaft ist das fehlende Anreizsystem. Produzenten werden nicht dazu ermutigt, ihre Produkte von vornherein so zu gestalten, dass sie am Ende ihrer Nutzungsdauer einfach recycelt oder wiederverwendet werden können. Der Fokus liegt primär auf Aspekten wie Kosten, Funktionalität und Ästhetik, anstatt auf einem nachhaltigen und zukunftsorientierten Umgang mit Ressourcen.

Der zirkuläre Ansatz steht im Gegensatz zur linearen Wirtschaft und bietet in Bezug auf die Entsorgungsphase eines Gebäudes oder Produkts viele Chancen zur Maximierung des Wertes und der Effizienz:

Materialien für eine neue Verwendung vorbereiten: Dies beinhaltet oft Verfahren, um Materialien in einem Zustand zu erhalten oder um einen Zustand wiederherzustellen, der ihre erneute Verwendung in ähnlichen oder neuen Anwendungen ermöglicht.

Zertifizierung von wiederverwendeten Materialien: Durch solche Zertifizierungen werden die Qualität und Sicherheit von recycelten oder wiederverwendeten Materialien gewährleistet, was das Vertrauen der Nutzer in solche Produkte erhöht und ihre Akzeptanz fördert.

Vor-Abriss-Prüfung und kontrollierter Rückbau: Dabei wird das Gebäude systematisch untersucht, um wiederverwendbare Materialien und Komponenten zu identifizieren. Der darauf folgende kontrollierte Rückbau stellt sicher, dass diese Materialien effizient und ohne Beschädigung zurückgewonnen werden, sodass sie in zukünftigen Projekten wiederverwendet werden können.

Hier schließt sich der Kreis bei der Einführung zirkulärer Geschäftsmodelle auch für den Gebäudelebenszyklus, weil über die zirkulären Geschäftsmodelle „Umnutzung und Aufstockung“ sowie „Material-Marktplätze“ die Lebenszyklusphasen C1 bis C4 und D im Idealfall ohne Verluste in den „Startzyklus“ A0 überführt werden können.

6. Zirkuläre Geschäftsmodelle für die Bauindustrie

Die Bauindustrie steht weltweit vor enormen Herausforderungen hinsichtlich ihres ökologischen Fußabdrucks und der Ressourcenverschwendung. Angesichts dieser Dringlichkeit sind zirkuläre Geschäftsmodelle zu einem zentralen Ansatzpunkt geworden, der es Unternehmen ermöglicht, die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft gezielt in ihrer unternehmerischen Strategie zu verankern. Die Relevanz dieser Geschäftsmodelle wird durch eine Reihe von bedeutenden Schätzungen unterstrichen.

Das International Resource Panel (IRP) hebt hervor, dass Materialeffizienzstrategien die Treibhausgasemissionen im Materialzyklus von Wohngebäuden in den G7-Ländern um 80 bis 100 Prozent reduzieren könnten.²⁹ Material Economics und die Ellen MacArthur Foundation prognostizieren, dass durch zirkuläre Wirtschaftsstrategien die Treibhausgasemissionen der vier Schlüsselmaterialien (Zement, Stahl, Kunststoffe und Aluminium), die im Bauwesen verwendet werden, bis 2050 in der EU oder weltweit um 34 bis 38 Prozent gesenkt werden könnten. Der Circularity Gap Report hat das Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasen durch kreislauforientierte Lösungen im Wohnungsbau sogar auf beeindruckende rund 13 Gigatonnen geschätzt (Circle Economy 2021).³⁰

6.1 Zirkuläre Geschäftsmodelle: Wertgenerierung im Fokus

Der Kern von zirkulären Geschäftsmodellen liegt darin, Unternehmen in die Lage zu versetzen, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit miteinander zu verknüpfen. In einem idealen Szenario verbindet ein solches Geschäftsmodell zirkuläre Wertschöpfungsaktivitäten mit unternehmerischen Chancen, um nicht nur ökologischen, sondern auch wirtschaftlichen Wert zu generieren. Pionierunternehmen spielen eine entscheidende Rolle bei der Initiierung der notwendigen Transformationsprozesse in Industrie und Gesellschaft. Ihre Handlungen setzen eine sich selbst verstärkende Eigendynamik in Richtung einer Kreislaufwirtschaft in Gang, indem zirkuläre Geschäftsmodelle von anderen Unternehmen übernommen werden.

Im Mittelpunkt dieser unternehmerischen Anstrengungen steht die Wertschöpfung, die sich aus der Kreation von Mehrwert (Value Creation), der Weitergabe dieses Mehrwertes (Value Transfer) und der eigenen Teilhabe an diesem Mehrwert (Value Capture) zusammensetzt, das sogenannte **Value-Hill-Konzept**³¹ (siehe Abbildung 5).

Ziel zirkulärer Geschäftsmodelle:

Unternehmen dabei zu unterstützen, Ressourcen in mehreren Kreisläufen zu nutzen, Abfall zu reduzieren und den Verbrauch zu minimieren. Dies geschieht nicht nur durch die Vermeidung von Abfällen, sondern auch durch die Integration erneuerbarer Energien.

Value Hill und seine Bedeutung für Geschäftsmodelle in der Kreislaufwirtschaft

Value Hill ist ein Konzept, das die verschiedenen Ebenen der Wertschöpfung in einem Geschäftsmodell visualisiert und erläutert. Dieses Modell wird häufig verwendet, um die Struktur und den Ablauf von Geschäftsprozessen sowie die Schaffung von Mehrwert zu erklären.

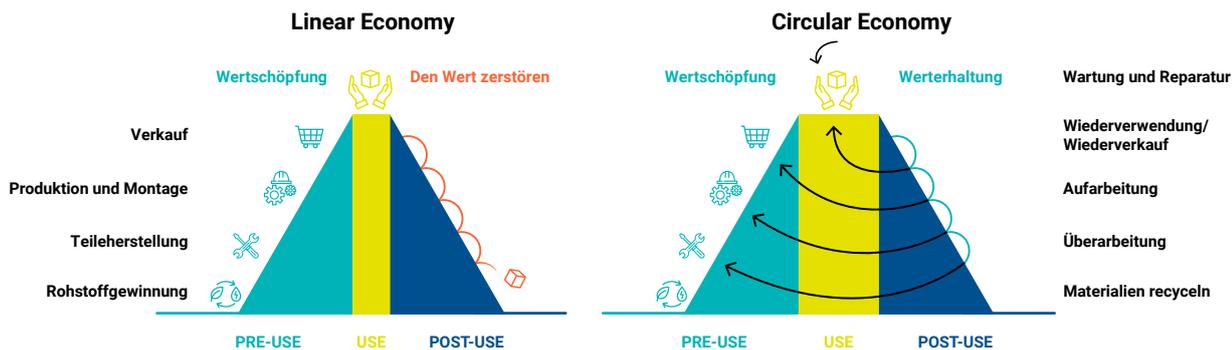
Wertschöpfung (Value Creation): Auf der Basis des Value Hill beginnt der Prozess mit der Wertgenerierung. In Bezug auf zirkuläre Geschäftsmodelle bedeutet dies, dass Unternehmen innovative Wege finden, um Werte zu schaffen. Dies kann beispielsweise durch die Entwicklung von Produkten oder Dienstleistungen erfolgen, die Ressourceneffizienz fördern, Abfall reduzieren und den Lebenszyklus von Materialien verlängern.

Wertübertragung (Value Transfer): Die nächste Stufe betrifft die Übertragung des geschaffenen Wertes an die Kunden. Dies beinhaltet die eigentliche Bereitstellung der Produkte oder Dienstleistungen, die die aktuelle Nutzung des Produkts verlängern.

Werterhaltung (Value Capture): Auf der letzten Ebene des Value Hill steht die Werterhaltung. Am Ende der Nutzungsphase muss der Wert von Roh- und Werkstoffen so lange wie möglich durch Wieder- und Weiterverwendung erhalten bleiben.

29 PACE (2022): WORKING PAPER, Circular economy as a climate strategy: current knowledge and calls-to-action. <https://pacecircular.org/sites/default/files/2022-11/Circular-Economy-as-a-Climate-Strategy-paper-11.22-PACE-WRI-CH-NREL.pdf>.
30 PACE (2022): WORKING PAPER, Circular economy as a climate strategy: current knowledge and calls-to-action. <https://pacecircular.org/sites/default/files/2022-11/Circular-Economy-as-a-Climate-Strategy-paper-11.22-PACE-WRI-CH-NREL.pdf>.
31 Achterberg, E. (2016): Master Circular Business with the Value Hill. Circular Economy Europa. Retrieved October 17, 2023, https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/master_circular_business_with_the_value_hill.pdf.

Abbildung 5: Wertschöpfung mit dem Value-Hill-Konzept



Quelle: Achterberg, E., Hinfelaar, J. & Bocken, N. (2016): Master Circular Business with the Value Hill

Entscheidung über das zirkuläre Geschäftsmodell

Diese Entscheidung kann in jeder Phase des Value Hill getroffen werden, abhängig von den aktuellen Innovationen. Der entscheidende Wandel im Geschäftsmodell liegt jedoch in der Interaktion mit dem Endnutzer und dem Endproduktbesitz. Dieses Geschäftsmodell wird den Prozess der Wertschöpfung beeinflussen.

Dies kann durch unterschiedliche Geschäftsmodelle erreicht werden, wie zum Beispiel durch den Verkauf von Dienstleistungen anstelle von Produkten, die Sicherung von Einnahmen aus der Wiederverwertung von Materialien oder die Einführung von Abonnementmodellen.

Im Kontext der Geschäftsmodelle der Kreislaufwirtschaft, die sich um das Thema Eigentum drehen, wird dieser Aspekt in jeder Phase des Value Hill wichtig. Dies bedeutet, dass die Geschäftsmodelle vom klassischen Verkaufsmodell abweichen, bei dem Herstellerfirmen den Fokus auf die Produktgestaltung und -entwicklung legen und Einnahmen durch den Verkauf des Produkts generieren, bis hin zu einem System, in dem das Produkt zu einem Service wird und die Herstellerfirmen das Produkt über alle Phasen der Wertschöpfungskette hinweg behalten.

6.2 Innovative Geschäftsmodelle für die Bauindustrie: praktische Überlegungen über die Theorie hinaus

Die Bauindustrie steht vor der Herausforderung, ihre traditionellen Geschäftsmodelle zu überdenken, um die Ressourceneffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu steigern. Um einen effektiven Paradigmenwechsel in Richtung nachhaltiger Praktiken zu erreichen, müssen in der Praxis verschiedene Ansätze berücksichtigt werden.

Laut Bericht von ARUP & BAM (2019)³² beinhaltet ein zirkuläres Geschäftsmodell im Bausektor:

- Die Erhaltung eines Vermögenswertes auf seinem höchsten Wert über die Zeit hinweg und die Förderung der Verbesserung des natürlichen Kapitals
- Verschiedene zirkuläre Geschäftsmodelle sind zu verschiedenen Phasen im Lebenszyklus eines Vermögenswertes erforderlich und können unabhängig voneinander oder in Zusammenarbeit angewendet werden.
- Die erfolgreiche Umsetzung dieser Geschäftsmodelle erfordert die Kooperation von Designern, Lieferanten, Dienstleistern, Auftragnehmern und Unternehmen, die sich mit dem Lebensende von Produkten befassen, indem sie Materialien, Systeme, Energie sowie Informationen und Dienstleistungen gemeinsam nutzen.

32 ARUP & BAM (2019): Circular Business Models for the Built Environment. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment>.

Zirkuläre Geschäftsmodelle im Baubereich weisen spezifische Merkmale auf, die sich auf die verschiedenen Phasen des Gebäude- oder Produktlebenszyklus beziehen. Diese Modelle können sowohl in der Anfangsphase zur Generierung innovativer Ideen und Konzepte als auch während des Betriebs oder am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes eingesetzt werden. Noch komplexer wird es dadurch, dass die Geschäftsmodelle im Baugewerbe auch auf verschiedenen Ebenen der Gebäude angewendet werden können:

Materialien: Einsatz von recycelten Materialien und nachwachsenden Rohstoffen. Dies kann die Reduzierung der Umweltauswirkungen und die Förderung von Kreislaufwirtschaftsansätzen ermöglichen.

Komponenten oder Bauteile: Ansätze wie Wiederverwendung, Modulbauweise und flexible Gestaltung stehen im Vordergrund. Es geht um die Einführung von Materialmärkten (Bauteilbörsen) für die Verwendung der Komponenten sowie Recycling und Upcycling von Materialien aus bestehenden Gebäuden.

Gebäude: Auf dieser Ebene wird zwischen Neubauten und bestehenden Gebäuden unterschieden. Bei neuen Gebäuden geht es um nachhaltige Planung und Konstruktion. Der Fokus liegt auf Design für Langlebigkeit und Wiederverwendung von Materialien, Integration von recycelten und erneuerbaren Materialien, Energieeffizienz und erneuerbaren Energiequellen, Nutzung von Bauteilen in Modulbauweise und Materialpassports. Während bei bestehenden Gebäuden der Fokus auf Sanierung und Bestandserhaltung, Wiederverwendung und Recycling liegt, geht es auch um solche Konzepte wie Gebäude als Materiallager.

Tabelle 1: Zirkuläre Geschäftsmodelle entlang der Lebenszyklusphasen für Gebäude

Value Hill	Phasen	Geschäftsmodelle
Value Creation – Wertschöpfung	Planung	1. Grünes Gebäudedesign 2. Advanced Design Software und Datenmanagement
	Material und Bauteilherstellung	3. Circular-Supply-Geschäftsmodelle
	Bauausführung	4. Ressourceneffizientes Bauen
Value Transfer – Wertübertragung	Nutzung	5. Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle) 6. Nutzungsdauerverlängerung
	Energie und Wasser	Energie- und wassereffiziente Dienstleistungen ³³
Value Capture – Werterhaltung	Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus	7. Umnutzung und Aufstockung
		8. Material-Marktplätze
		9. Materialrückgewinnung und Recycling

³³ Energie- und wassereffiziente Dienstleistungen könnten ebenfalls Teil der Kreislauf-Geschäftsmodelle sein. Da sie jedoch hauptsächlich auf die Effizienz bei der Nutzung von Energie und Wasser abzielen und nicht auf die Verwendung von Materialien, werden diese Geschäftsmodelle in dieser Studie nicht analysiert.

Eingrenzung der Untersuchung

Für die qualifizierte Untersuchung zirkulärer Geschäftsmodelle (ZGM) wurden insbesondere Modelle ausgewählt, die über die rein thematische Ausprägung von klassischen Geschäftsmodellen und Dienstleistungen hinausgehen und einen innovativen, transformativen und teilweise disruptiven Ansatz haben. Das bedeutet, dass insbesondere herkömmliche Dienstleistungen wie Beratung, Planung und Abriss mit zusätzlichen Aspekten des zirkulären Bauens, wie beispielsweise die Planung nach zirkulären Prinzipien, nicht von vornherein als innovatives, zirkuläres Geschäftsmodell betrachtet, sondern als neue Kompetenzen dem Dienstleistungssektor zugeordnet wurden. Als Innovation verstanden und damit Gegenstand der Untersuchung werden also neuartige Prozesse oder Werkzeuge, die skalierbar sind und somit nachhaltige Transformation unterstützen.

Die aufgeführten zirkulären Geschäftsmodelle begründen sich aus dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft und dienen der Vermeidung von Abfall, der Senkung von Emissionen und der Reduzierung des Bedarfs an nicht nachwachsenden Primärressourcen. Es wird für jedes vorgestellte Geschäftsmodell ein Bezug zu den in Kapitel 5 dargestellten Lebenszyklusphasen hergestellt und somit gezeigt, in welchen Lebenszyklusabschnitten das ZGM zielführend zum Einsatz kommen kann.

Zur Veranschaulichung der Geschäftsmodelle werden einige Unternehmen als Beispiele aufgeführt. Es gibt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die ausgewählten Unternehmen stehen stellvertretend für weitere, nicht genannte Marktteilnehmer. Herangezogen wurden dabei Unternehmen aus dem deutschsprachigen Raum. Fokus der Untersuchung sind nicht die Unternehmen selbst, sondern das verbindende, neuartige Geschäftsmodell.

Planung, Herstellung und Errichtung

Value Hill: Wertschöpfung

Die Geschäftsmodelle in dieser Phase des Bauprozesses zielen darauf ab, Produkte zu entwickeln und herzustellen, die umweltfreundlicher sind, länger halten und nachhaltigere Materialien verwenden. Sie zeichnen sich durch bestimmte Merkmale aus:

- **Materialeffizientes Design:** Die Produkte sollten ein materialeffizientes Design berücksichtigen, was bedeutet, dass bei der Gestaltung darauf geachtet wird, Materialien möglichst effizient einzusetzen, um Abfall und Ressourcenverschwendung zu minimieren.

- **Substitution durch recycelte oder biobasierte Materialien:** Der Fokus liegt darauf, recycelte oder biobasierte Materialien als Ersatz für herkömmliche Materialien zu verwenden. Dies trägt dazu bei, den ökologischen Fußabdruck der Produkte zu reduzieren und den Einsatz nachhaltiger Alternativbaustoffe zu steigern.
- **Materialien und Produkte mit erhöhter Haltbarkeit:** Langlebige Produkte müssen durch ihre erhöhte Lebensdauer seltener ausgetauscht werden, wodurch die Herstellung neuer Produkte vermieden wird. Entscheidend hierfür ist ein robustes und langlebiges Design von Produkten und Komponenten durch die Herstellerfirmen.

1. Grünes Gebäudedesign

Wertversprechen: Das Geschäftsmodell „Grünes Gebäudedesign“ konzentriert sich auf die erste Phase eines Bauprojekts. Es ermöglicht, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes beginnend in der Entwurfsphase zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass von Anfang an geplant wird, welche Verfahren und Maßnahmen für die Baustoffe, -komponenten und -systeme ein umweltfreundliches und nachhaltiges Gebäudedesign schaffen.

Zielgruppe: Designschaffende, Bauverantwortliche sowie Planungs-, Architektur- und Ingenieurbüros

Aspekte der Zirkularität: Entwurf für Demontage, Low-Tech-Entwurf, Ökobilanzierung, Adaptivität

Relevanz für: Neubau

Beschreibung: Im Sinne des Suffizienzprinzips muss dabei ebenfalls der Bestand miteinbezogen werden und eine Prüfung stattfinden, ob und wie mit dem Bestand zielführend umgegangen werden kann, um einen Abriss und Neubau im Zweifel zu vermeiden bzw. angesichts von Rohstoffknappheit und weltweiter Urbanisierung zu rechtfertigen.

Mit Blick auf die klassischen Dienstleistungsmodelle von Architektur- und Ingenieurbüros bietet der Fokus auf Grünes Gebäudedesign und zirkuläres Bauen ein klares Differenzierungsmerkmal zu anderen Marktteilnehmern. In einigen Büros entstehen dabei neue Berufsbilder, wie beispielsweise „Material Scouts“ oder Bauteiljäger, die die Aufgabe übernehmen, Bauteile auf Baustellen, Vermittlungsplattformen und Marktplätzen aufzuspüren und den Wiedereinsatz zu organisieren. Die Rolle wird vor allem von Ingenieurinnen und Ingenieuren oder Architektinnen und Architekten übernommen.

Grundsätzlich kann man sagen, dass zirkuläres Bauen entlang der Wertschöpfungskette Einflüsse auf klassische Geschäftsmodelle hat, neue Berufsbilder, Rollen und Tätigkeiten hervorbringt und neue Geschäfts- und Differenzierungsmöglichkeiten bietet.

Beispiele: Durch die Vermeidung von Abriss durch Bauen im Bestand und den Einsatz kreislaufgerechter Baustoffe, wiederverwendeter Bauteile und rückbaufreundlicher Gebäude-Designs können Büros wie ZRS Architekten Ingenieure (Berlin), baubüro in situ (Basel), Partner & Partner (Berlin), Sven Urselmann Interior (Düsseldorf), Circular Structural Design (Berlin) oder TRNSFRM (Berlin) einen wachsenden Nischenmarkt bedienen. Der Schlüssel liegt im Know-how, in den Werkzeugen und in den Erfahrungen, die die Büros oder Unternehmen in diesem Bereich bieten können. Diese Expertise ist entscheidend, um zirkuläre Bauprojekte zu realisieren.

Beratungsunternehmen sind eine weitere Branche, in der sich spezialisierte Anbieter finden, die zu kreislaufgerechtem Bauen beraten und eigene Lösungen entwickeln, um neue Geschäftszweige für das Beratungsgeschäft zu erschließen. Beispiel hierfür ist das Unternehmen Drees & Sommer mit der Marke „Cradle to Cradle®“ und der Beteiligung an der Madaster GmbH.

2. Advanced Design Software und Datenmanagement

Wertversprechen: fortschrittliche Designsoftware und effizientes Datenmanagement für zirkuläres Bauen, um nachhaltige Entscheidungen zu unterstützen und den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden zu optimieren

Zielgruppe: Softwareunternehmen, digitale Dienstleistungsunternehmen, Designschaffende, Bauverantwortliche sowie Planungs-, Architektur- und Ingenieurbüros

Aspekte der Zirkularität: Digitalisierung des Materialbestands, Gebäuderessourcenpass

Relevanz für: Planung, Sanierung und Rückbau

Beschreibung: Beim Bereich „Advanced Design Software“ handelt es sich um eine fortschrittliche Designsoftware, die Architektur-, Ingenieur- und Planungsbüros verwenden, um Gebäude mit einem starken Fokus auf Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft zu gestalten. Diese Software ermöglicht es, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu berücksichtigen, einschließlich Materialauswahl, Energieeffizienz, Abfallminimierung und Wiederverwendung.

Im Bereich „Datenmanagement“ geht es um die effiziente Verwaltung von Daten, insbesondere in Bezug auf Gebäudedaten für zirkuläres Bauen. Hierbei werden Informationen über Materialien, Komponenten und Ressourcen in Gebäuden erfasst, organisiert und analysiert. Dadurch können Bauverantwortliche und Planungsbüros fundierte Entscheidungen treffen und den Einsatz von Ressourcen optimieren.

Beispiele: Plattformen, die Ressourceninformationen in sogenannten Materialpässen speichern, liefern Auswertungen zu grauen Emissionen in Gebäuden und Bauprojekten, bewerten Rückbaufreundlichkeit, Recyclingfähigkeit und Wiederverwendungspotenzial beispielsweise innerhalb eines Zirkularitätsindex und ermöglichen damit Einschätzungen zu einem ressourcenoptimierten Gebäudedesign. So lassen sich bereits frühzeitig und planungsbegleitend datenbasiert nachhaltige Entscheidungen treffen. Sie unterstützen sowohl bei der Erfüllung von Compliance-Anforderungen und der Materialwahl als auch bei nachhaltigen Finanzierungsmodellen und bieten bei Um- und Rückbaumaßnahmen eine entscheidende Datengrundlage. Beispiele dafür sind die Unternehmen Concular oder Madaster.

3. Circular-Supply-Geschäftsmodelle

Wertversprechen: ermöglicht die Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks, da Materialien von Anfang an auf eine zirkuläre Verwendung ausgelegt sind. Es wird eine breite Palette von natürlichen Baustoffen und recycelten Materialien als Alternativen zu konventionellen Baustoffen geboten.

Zielgruppe: Herstellerfirmen für Bauprodukte

Aspekte der Zirkularität: die Verwendung von Materialien mit unendlichem Wert und recycelten und wiederverwendeten wie auch nachwachsenden und erneuerbaren Materialien

Relevanz für: Herstellung, Planung und Rückbau

Beschreibung: Die Circular-Supply-Geschäftsmodelle beinhalten die Ersetzung herkömmlicher Produktionsmaterialien durch biobasierte, erneuerbare oder wiedergewonnene Rohstoffe. Indem sie zu Beginn der Produktentwicklung strategische Beschaffungsentscheidungen treffen, können Unternehmen die Umweltauswirkungen ihrer Lieferketten reduzieren und sicherstellen, dass die in ihren Produkten enthaltenen Materialien nicht am Ende zu Abfall werden. In diesem Sinne kann das Circular-Supply-Modell als eine Art Ressourcenwiederherstellungsmodell betrachtet werden. Allerdings wird die Materialrückgewinnung bereits in einer viel früheren Phase des Produktlebenszyklus berücksichtigt. Im Wesentlichen wird Abfall von vornherein vermieden.³⁴

Zirkuläres Produktdesign

Herstellerfirmen können bei der Gestaltung und Produktion auf die Trennbarkeit von Komponenten achten und somit die Rückgewinnung von sortenreinen Recyclingrohstoffen wie auch die bessere Reparaturfähigkeit ihrer Produkte gewährleisten. Hierbei sind insbesondere lösbare Verbindungstechniken entscheidend und die Rohstoffreinheit einzelner Komponenten ist hilfreich. Kombiniert mit Trackinglösungen über RFID oder aufgedruckte Codes lassen sich die Produkte als Ganzes und sogar als Einzelkomponenten nachverfolgen und identifizieren und so später einfacher warten oder verwerten. Viele Herstellerfirmen berücksichtigen diese Designprinzipien für die Erreichung öffentlichkeitswirksamer Produktlabels wie des Cradle-to-Cradle-Zertifikats.

Als Beispiel und stellvertretend für weitere Herstellerfirmen kann der Fensterhersteller SCHÜCO genannt werden, der nach Cradle-to-Cradle zertifizierte Fenster anbietet, die sich sowohl mit einem RFID-Tracker zur Identifizierung als auch durch sortenreine Trennbarkeit im Markt differenzieren.

Nachwachsende Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe sind Materialien, die aus natürlichen Ressourcen gewonnen werden, ohne chemische Verarbeitung oder synthetische Zusätze. Sie sind umweltfreundlich und biologisch abbaubar. Beispiele für Naturbaustoffe sind Holz, Lehm, Kalk, Bambus und Schilfrohr, die im Bauwesen und in der Architektur verwendet werden, um gesunde und ökologische Gebäude zu schaffen.

Beispiele: Meist bilden dabei Naturfasern wie Hanf, Gras, Algen oder Holz sowie natürlicher Lehm oder Kalk die Baustoffgrundlage. Anwendungsgebiete sind insbesondere Dämmung, Akustik, Farbe und Putz sowie viele Arten von Verkleidung. Herstellerfirmen wie [Claytec](#), [Neptusan](#) und [Hempstatic](#) gehen hier voran.

Recyclingbaustoffe

Die Geschäftsmodelle für recycelte Baustoffe konzentrieren sich auf die Herstellung und Bereitstellung von Baustoffen, die aus recycelten Materialien hergestellt werden. Diese Modelle zielen darauf ab, den Einsatz von Primärrohstoffen zu reduzieren und stattdessen auf bereits vorhandene Materialien zurückzugreifen, die aus anderen Bauprojekten oder Abfällen stammen. Beispiele für recycelte Baustoffe sind recyceltes Betonrecyclat, recycelte Holzprodukte oder recyceltes Metall.

Die Akteure sind meist sowohl in der End-of-Life-Phase im Bereich der Materialrückgewinnung tätig als auch in der Bereitstellung von recycelten Baumaterialien für neue Bauprojekte, wodurch üblicherweise ihr Schwerpunkt in der effizienten Logistik zwischen Rückbau und Bau liegt.

Beispiele: Die Bereitstellung von Rezyklaten durch effiziente Aufbereitung und intelligente Logistik ist entscheidend für die Nutzung von Recyclingbaustoffen. Durch die Digitalisierung der Wertschöpfungsketten von insbesondere mineralischen Rezyklaten mittels Software, die Anbieter (Abbruchbaustelle) mit Logistikanbietern und mobilen Brechanlagen bis hin zum Abnehmer verbindet und so Angebot und Nachfrage zusammenbringt, kann innerhalb von vier Stunden der passende RC-Beton zur Zielbaustelle geliefert werden. Unternehmen wie beispielsweise [Schüttflix](#) realisieren diese Effizienz durch mobile Anwendungen und die Koordination von Baulogistikunternehmen.

CO₂-bindende Materialien

Die Geschäftsmodelle für innovative Baustoffe konzentrieren sich auf die Entwicklung und Bereitstellung neuartiger Baustoffe, die fortschrittliche Materialien und Technologien nutzen, um nachhaltige und umweltfreundliche Lösungen für das Bauwesen zu schaffen. Beispielsweise wird Biokohle durch Pyrolyse gewonnen, bei der Biomasse so verändert wird, dass der in den biogenen Abfallstoffen enthaltene Kohlenstoff isoliert wird. So entsteht ein wertvoller Rohstoff, der CO₂ bindet. Die Verwendung von Kohlenstoff als Hauptbestandteil trägt zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks bei und ermöglicht gleichzeitig eine effiziente Nutzung von Ressourcen. Auch die Herstellung aus recycelten Schadstoffen ist möglich und trägt zur Verbesserung der Luftqualität bei, indem schädliche Substanzen aus der Atmosphäre entfernt werden. Dieser Ansatz liefert einen Beitrag zur Dekarbonisierung und damit zur klimaneutralen Gebäudewirtschaft.

Beispiele: Durch mittels technischer Verfahren erzeugte CO₂-bindende, innovative Materialien entstehen technologische CO₂-Senken mit einer hohen Lebensdauer, die durch ihren hohen Anteil an karbonisierten Materialien der Luft langfristig Treibhausgase entziehen und in Gebäuden binden. Diese Materialien wie zum Beispiel von [Carbonauten](#) oder [Made of Air](#) sind für eine Vielzahl von Anwendungsfällen einsetzbar.

4. Ressourceneffizientes Bauen

Wertversprechen: Geschäftsmodelle für ressourceneffizientes Bauen zielen darauf ab, den Materialverbrauch durch verschiedene innovative Ansätze zu reduzieren. Dazu gehören unter anderem 3D-Druck, Vorfertigung, modulare, serielle und zirkuläre Bausysteme und die Wiederverwendung von Schalungsmaterialien. Leicht rückbaubare Baumodule ermöglichen die Wiederverwendung von Bauteilen wie auch eine einfache und kostengünstige Errichtung von Gebäuden.

Zielgruppe: Hersteller von Bauprodukten, Bauunternehmen, Bauverantwortliche

Aspekte der Zirkularität: Emissions- und Abfallvermeidung während des Baus, 3D-Druck, Transport und Lagerung, Digitalisierung des Materialbestands

Relevanz für: Neubau und Sanierung

Beschreibung: modulare, serielle und zirkuläre Bausysteme

Die Unternehmen zeichnen sich durch eine schlanke Lieferkette und ein schnell aufzubauendes, vorgefertigtes System aus, das vor Ort abfallfreie Gebäude entstehen oder sanieren lässt.

Oftmals zeichnen sich die Systeme durch eine leichte Rückbaubarkeit und dadurch Flexibilität für sich ändernde Nutzungsgegebenheiten aus, was der Kreislaufwirtschaft sehr dienlich ist. Die Baumodule sind meist über Schraub-, Steck- und Druckverbindungen befestigt, sodass sie sich mit dem Ziel einer Wiederverwendung als Bauteile einfach und zerstörungsfrei rückbauen lassen. So entstehen durch Wiederverwendbarkeit langfristige Werte und kreislauffähige Gebäude mit verkürzten Bauzeiten und effizientem Rück- oder Umbau.

Beispiele: kreislaufgerechte Holzsysteme: Holz ist als nachwachsender Rohstoff von Natur aus kreislauffähig und kohlenstoffspeichernd und bietet ein hohes Wiederverwertungspotenzial in Kaskaden vom Bauteil bis zum Dämmmaterial. Produkte wie das Betaport-System von [Urban Beta](#) oder die Holzbausysteme von [DERIX](#) oder [TRIQBRIQ](#) nutzen Holz in unterschiedlichen Formfaktoren, setzen aber gleichermaßen auf reversible Verbindungssysteme für eine einfache Demontage. Im Fall von TRIQBRIQ ist sogar die Kaskadennutzung von Holz aus dem Rückbau oder die Verwendung von Kalamitätsholz aus der Forstwirtschaft als Ausgangsmaterial möglich.

Mineralische Bausysteme: Mineralische Bausysteme sind langlebige Produkte, die als Bausystem durch ihren modularen Formfaktor abfallarm und rückbaubar werden und durch die Verwendung neuer Materialmischungen der Ressourcenknappheit bei kritischen Rohstoffen vorbeugen können, wie zum Beispiel das SEMBLA System von Polycare, bei dem Wüstensand zum Einsatz kommt.

3D-Druck

Dieses Geschäftsmodell nutzt fortschrittliche 3D-Drucktechnologien, um Bauelemente und Strukturen in einer effizienten und ressourcenschonenden Weise herzustellen. Der 3D-Druck ermöglicht die präzise Herstellung von Bauteilen nach Bedarf, ohne Materialverschwendung. Dies trägt dazu bei, den Materialdurchsatz und Abfälle zu reduzieren.

Beispiele: mineralische Filamente: Durch den Druck von Mörtel oder Beton wie bei Hous3Druck oder PERI werden Gebäude mit einer flüssigen, mineralischen Masse (bis 8 mm Körnung) nahezu abfallfrei „gedruckt“, wodurch sich im Vergleich zu Fertigbausystemen potenziell hoch individuelle Gebäudedesigns verwirklichen lassen.

Nutzung

Value Hill: Wertübertragung

Geschäftsmodelle für die kreislaufgerechte Nutzung (Circular Use) werden während der Betriebsphase angewandt. Ihr Hauptziel ist es, den Wert eines Produkts oder Gebäudes über seine ursprüngliche Lebensdauer hinaus zu erhalten. Einige dieser Modelle, die im Folgenden erläutert werden, basieren auf der Idee, dass die Herstellerfirmen die Eigentümer des Produkts bleiben und nicht die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer oder die Nutzerinnen und Nutzer. Relevante Geschäftsmodelle konzentrieren sich hierbei auf die Beziehung zwischen Produkt und Service.

Da die Hauptumweltauswirkungen eines Gebäudes während seiner Nutzungsphase auftreten, ist es von großer Bedeutung, Strategien zu verfolgen, die einen energie- und ressourceneffizienten Betrieb des Gebäudes ermöglichen.

5. Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle)

Wertversprechen: Einsparungen bei natürlichen Ressourcen und Flächenverbrauch durch intensive Nutzung. Gleichzeitig kann es zu Kosteneinsparungen bei den Gebäudebetreibern kommen, da weniger Aufwand erforderlich ist. In diesen Fällen steht die kontinuierliche Bereitstellung der Dienstleistung im Mittelpunkt, ohne dass die Kunden die physischen Produkte erwerben müssen.

Zielgruppe: Herstellerfirmen für Bauprodukte, Bauverantwortliche, Gebäudebetreiber, Gebäudenutzerinnen und -nutzer

Aspekte der Zirkularität: Gebäuderessourcenpass, Restwert für die Eigentümerinnen und Eigentümer

Relevanz für: Betrieb und Renovierung

Beschreibung: Nutzungsintensivierung

Im Kontext des Bauwesens konzentriert sich die Nutzungsintensivierung auf Ansätze, bei denen Produkte und Strukturen durch Sharing, Leasing oder Produkt-Dienstleistungs-Systeme (Product-as-a-Service, PaaS) intensiver genutzt werden.³⁵ Dies führt zu erheblichen Einsparungen bei natürlichen Ressourcen und auch beim Flächenverbrauch. Diese Geschäftsmodelle tragen nicht nur dazu bei, Ressourcen zu schonen, sondern fördern auch eine effizientere Nutzung von Raum und Infrastruktur im Bauwesen. Sie ermöglichen es, vorhandene Ressourcen besser auszulasten und gleichzeitig den ökologischen Fußabdruck des Bausektors zu reduzieren.

Entscheidend dabei sind unter anderem die veränderten Eigentumsverhältnisse von Produkten. Durch den Verbleib des Eigentums bei der Herstellerfirma entstehen besser planbare, attraktive Finanzierungsmöglichkeiten für die Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern, eine höhere und längere Gewährleistung für die Funktion der Produkte sowie ein erhöhter Serviceanreiz bei der Herstellerfirma, was zu einem nachhaltigeren Produktdesign führen kann.

Leistungsbasierte Dienstleistungsmodelle

Der Bausektor hat sich in letzter Zeit zu einem besonderen Hotspot für die Entwicklung von zirkulären leistungsorientierten Servicemodellen entwickelt. Dies kann damit erklärt werden, dass die meisten Vermögenswerte in oder als Teil von Gebäuden – Bodenbeläge, Innenwände, Decken, Beleuchtung usw. – eine lange Nutzungsdauer, hohe anfängliche Kosten und erhebliche Kosten für Wartung und Außerbetriebnahme aufweisen. Entwickler und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer bewerten in der Regel die Kosten von Bauprojekten aus einer Gesamtlebenszyklusperspektive und möchten übermäßige Kosten und Unannehmlichkeiten bei Reparaturen vermeiden. Gleichzeitig sind die Kosten für das Abfallmanagement im Baubereich gestiegen, ebenso wie das Bewusstsein für Recycling und eine nachhaltigere Materialverwaltung. Daher haben leistungsorientierte Geschäftsmodelle einen klaren Vorteil gegenüber herkömmlichen Verkaufsmodellen, da sie kostengünstiger sind, weil die Kosten über den Lauf der Zeit verteilt werden, operationelle Probleme beseitigen und die Phase am Ende des Lebenszyklus von gebäudebezogenen Vermögenswerten berücksichtigen.³⁶

Resultatorientierte Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle) befinden sich am Dienstleistungsende des PSS-Spektrums. Anstelle von herkömmlichen Marketingansätzen für hergestellte Güter oder Vermögenswerte vermarkten Unternehmen, die solche Modelle übernehmen, die Dienstleistungen oder Ergebnisse, die durch diese Güter erbracht werden. Zum Beispiel könnte ein Unternehmen, das einen solchen Ansatz verfolgt, ein Heizungsergebnis verkaufen (wie etwa die Aufrechterhaltung einer bestimmten Raumtemperatur in einem Gebäude) anstelle der zugrunde liegenden Heizungsanlage oder der Energieeinsätze. Alternativ könnte ein Unternehmen die Herstellung von Produkten einer bestimmten Marke übernehmen, anstatt die Kapitalausstattung selbst zu verkaufen. Grundsätzlich beschreiben Verträge zwischen Lieferanten und Kunden daher ein spezifisches Ergebnis, ohne notwendigerweise die Mittel zu spezifizieren, durch die es erreicht wird. Dies schafft starke Anreize für die effiziente Nutzung von variablen (und potenziell verschmutzenden) Ressourcen wie Energie oder Chemikalien.³⁷

As-a-Service-Modelle gibt es heute insbesondere in der Haustechnik und im Innenausbau. Das Konzept ist tendenziell für viele Produktarten denkbar, wie zum Beispiel Fassaden, Böden, Dach und sogar konstruktive Gebäudeteile.

Beispiele:

Light-as-a-Service: Light-as-a-Service umfasst nicht nur das physische Leuchtmittel, sondern auch einen Service, der dafür sorgt, dass ausgestattete Räumlichkeiten rund um die Uhr mit Licht versorgt werden. Fällt eine Leuchte aus, wird sie umgehend ersetzt und das Wertversprechen nach Licht dauerhaft gewährleistet. Dafür entfällt die Anschaffung und wird durch eine monatliche Servicegebühr ersetzt. Unternehmen wie [Signify](#) schaffen damit eine langfristige Kundenbindung und Wertschöpfung.

Heizung-as-a-Service: Wie bei anderen Service-Modellen stehen bei Heizung-as-a-Service die Anwender und ihr Bedürfnis nach Wärme im Vordergrund. Dabei werden die Bereitstellung und Installation neuester technischer Geräte zur Wärmeerzeugung, Kundendienst und Reparatur sowie die Entsorgung in einem Rundum-sorglos-Paket zusammengefasst. Unternehmen wie [Viessmann](#) können dadurch ein attraktives Angebot schaffen.

Furniture-as-a-Service: Die Service-Nutzung von Büroeinrichtung bietet gerade jungen Unternehmen viel Flexibilität beim eigenen Wachstum. Mit der Bereitstellung, der Reparatur und dem Ersatz von Einrichtungsgegenständen und Bürobedarf setzen Unternehmen wie [NorNorm](#) auf einen wachsenden Markt, in dem Eigentum und Instandhaltung für die Nutzer mit einer sinkenden Attraktivität verbunden sind.

35 Ecologic Institute (2021): Zirkuläres Bauen in Berlin – Transformationsroadmap. Ecologic Institute. Retrieved September 22, 2023, <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2022/30010-Report10-CiBER-Transformationsroadmap-Bauen.pdf>.

36 Dils, E. (2021): ETC/WMGE Report 2/2021: Business Models in a Circular Economy. Eionet. Retrieved September 22, 2023, <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/business-models-in-a-circular-economy>.

37 OECD (2019): Business Models for the Circular Economy. OECD Library. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/e59f8dd6-en/index.html?itemId=/content/component/e59f8dd6-en>.

6. Nutzungsdauerverlängerung

Wertversprechen: Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten und Strukturen sowie Erhaltung von Gebäuden und Bauteilen in gutem Zustand, Reduzierung des Einsatzes von Neuprodukten und natürlichen Ressourcen durch Instandhaltung und Reparatur, Förderung lokaler Arbeitsmärkte durch Reparaturarbeiten

Zielgruppe: Handwerksbetriebe, Hersteller von Bauprodukten, Bauverantwortliche, Gebäudebetreibende, Gebäudenutzerinnen und -nutzer

Aspekte der Zirkularität: Gebäuderessourcenpass, Restwert für die Eigentümerinnen und Eigentümer

Relevanz für: Betrieb, Sanierung

Beschreibung: Ansätze im Bereich Nutzungsdauerverlängerung zielen darauf ab, die Nutzungsdauer von Produkten und Strukturen (oder deren Komponenten) durch Maßnahmen wie Instandhaltung und Reparatur zu verlängern, um die Nutzungsphase im Lebenszyklus auszuweiten. Dies ermöglicht eine Reduzierung des Bedarfs an Neuprodukten und somit eine verringerte Beanspruchung natürlicher Ressourcen.³⁸

Instandhaltung

Die regelmäßige Wartung und Instandhaltung von Gebäuden und Bauteilen gewährleisten, dass sie sich in einem guten Zustand befinden und ihre Lebensdauer verlängert wird. Dies kann Reparaturen, Renovierungen und den Austausch von abgenutzten Teilen umfassen. Mit der Entwicklung digitaler Lösungen ist auch die Implementierung von intelligenter und vorausschauender Instandhaltung ein Ansatz, der diese Dienstleistungen effizienter gestaltet.

Reparatur

Defekte Bauteile werden repariert, anstatt sie zu ersetzen. Dies erfordert spezialisierte Handwerksarbeit und fördert lokale Arbeitsmärkte.

Take-back-Vereinbarungen

Dies sind Vereinbarungen zwischen Bauunternehmen, Herstellerfirmen von Baumaterialien oder Bauprodukten und ihren Kunden, die sicherstellen, dass bestimmte Bauelemente, Produkte oder Materialien nach ihrer Nutzungsdauer zurückgenommen werden.

Beispiel: Reparaturdienstleistungen, Rücknahmegarantien oder Aufbereitung bieten einen effektiven Ansatz zur Kundenbindung, zur Rückgewinnung von Rohstoffen und zur Reduzierung von Scope-3-Emissionen, um eigene Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Unternehmen wie [DERIX](#), [Clestra](#) oder [Lindner](#) schaffen dabei nachhaltigen Mehrwert für sich und ihre Kunden.

Entsorgungsphase und Ende des Lebenszyklus

Value Hill: Werterhaltung

Zirkuläre Geschäftsmodelle für die Entsorgungsphase im Bauwesen konzentrieren sich darauf, Ressourcen aus abgebauten oder nicht mehr benötigten Gebäuden und Bauprojekten zurückzugewinnen und erneut zu nutzen, anstatt sie einfach zu entsorgen. Diese Modelle tragen dazu bei, den Abfall zu minimieren, natürliche Ressourcen zu schonen und die Umweltauswirkungen des Bauwesens zu reduzieren.

7. Umnutzung und Aufstockung

Wertversprechen: Erhaltung des Gebäudebestands und Einsparung von grauer Energie

Zielgruppe: Designschaffende, Bauverantwortliche sowie Planungs-, Architektur- und Ingenieurbüros

Aspekte der Zirkularität: Restwert für die Eigentümerinnen und Eigentümer

Relevanz für: Betrieb

Beschreibung: Statt Gebäude abzureißen, können sie für neue Zwecke umgenutzt werden. Ein Bürogebäude oder eine geeignete Dachfläche können beispielsweise durch minimalinvasiven Umbau oder Aufstockung zu Wohnraum umgewandelt werden. Dies reduziert die Notwendigkeit für Neubauten und spart Materialien. Im Rahmen der Baugeschäftsmodelle wird der Prozess unter Rückgriff auf die Beratungspraxis des Grünen Gebäudedesigns realisiert.

Beispiel: Ein Beispiel ist das Unternehmen [Roofuz](#), das durch die Aufstockung von Bestandsimmobilien neuen Wohn- und Arbeitsraum schafft, ohne die Substanz im Wesentlichen zu verändern.

8. Material-Marktplätze

Wertversprechen: Möglichkeit zur Verlängerung der Nutzung von Baukomponenten in den gleichen oder anderen Anwendungsbereichen sowie Schaffung eines Marktes für gebrauchte Baustoffe

Zielgruppe: Betreiber von Material-Marktplätzen, Planungsbüros, Hersteller von Bauprodukten, Rückbauunternehmen, Abbruchunternehmen

Aspekte der Zirkularität: Materialien für eine neue Verwendung vorbereiten, Zertifizierung von wiederverwendeten Materialien, Vor-Abriss-Prüfung und ein kontrollierter Rückbau

38 Ecologic Institute (2021): Zirkuläres Bauen in Berlin – Transformationsroadmap. Ecologic Institute. Retrieved September 22, 2023, <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2022/30010-Report10-CiBER-Transformationsroadmap-Bauen.pdf>.

Relevanz für: Rückbau und Bau

Beschreibung: Zusätzlich zu den bereits genannten Ansätzen verfolgen diese Geschäftsmodelle auch die Schaffung von Material-Marktplätzen, auf denen Materialien verkauft, gekauft oder ausgetauscht werden können. Die Integration solcher Plattformen in ein Ressourceninformationsmanagement und in moderne Designsoftware ermöglicht es, diese Märkte effizient in den Kreislaufprozess einzubeziehen.

Beispiele: In Deutschland gibt es bereits einige Beispiele für die Wiederverwendung von Baukomponenten, wenn auch noch in begrenztem Umfang. Seit einigen Jahren sind verschiedene Bauteilbörsen aktiv und haben sich insbesondere auf den Weiterverkauf historischer Bauteile spezialisiert, wie sie in Gebäuden aus der Gründerzeit zu finden sind. Diese Börsen konzentrieren sich hauptsächlich auf hochwertige Ein- und Ausbauelemente wie Türen, Fenster und Sanitärgegenstände. Diese Initiativen sind im Bundesverband Bauteilnetz e.V. in Deutschland organisiert. Ähnliche Bauteilbörsen existieren auch im Ausland, wie in der Schweiz unter [Use Again](#), in den Niederlanden auf der HarvestMap-Plattform und europaweit auf der Plattform opalis.eu. Darüber hinaus bieten allgemeine Online-Verkaufsplattformen wie [restado.de](#) und eBay Privatpersonen und Händlern die Möglichkeit, Gebrauchte Bauteile anzubieten. Trotz dieser positiven Ansätze ist die groß angelegte Wiederverwendung von Bauteilen in der Baupraxis nach wie vor selten.³⁹

In Basel müssen Bauteile öffentlicher Gebäude vor einem Abriss erfasst und in einem öffentlichen Bauteilkatalog angeboten werden. Im Rahmen dieser lokalen Regulatorik stellt die Plattform [SALZA](#) die erfassten Bauteile im Netz aus, um sie wiederum in geplante Projekte einzubinden.

9. Materialrückgewinnung und Recycling

Wertversprechen: Ressourcenrückgewinnung für weitere Nutzung

Zielgruppe: Rückbauunternehmen, Abbruchunternehmen, Handwerksbetriebe, Entsorgungsunternehmen, Bauprodukterhersteller

Aspekte der Zirkularität: Materialien für eine neue Verwendung vorbereiten, Zertifizierung von wiederverwendeten Materialien, Vor-Abriss-Prüfung und ein kontrollierter Rückbau

Relevanz für: Rückbau, Herstellung

Beschreibung: In dieser Phase werden Materialien wie Beton, Holz, Metall und Glas aus alten Gebäuden extrahiert und für die Herstellung neuer Baustoffe recycelt. Die Sortierung umfasst die Trennung eines bestimmten Abfallstroms in seine Bestandteile. In einigen Fällen erfolgt dies in öffentlichen Einrichtungen und in anderen durch den privaten Sektor. Die

Sekundärproduktion beinhaltet die Umwandlung von sortiertem Abfallmaterial zurück in fertige Rohstoffe. Sie wird in der Regel von Unternehmen im privaten Sektor durchgeführt. Die resultierenden Sekundärrohstoffe, wie Metalle, Kunststoffe, Papier usw., werden dann an verschiedene Fertigungsunternehmen verkauft. Die Idee hinter den Geschäftsmodellen zur Ressourcenrückgewinnung konzentriert sich auf die Verwertung der in den Abfallströmen enthaltenen Materialien.

Die Übernahme des Geschäftsmodells zur Ressourcenrückgewinnung ist nur unter bestimmten Bedingungen wahrscheinlich. Erstens muss es einen Markt für Sekundärrohstoffe geben. Aufgrund von Bedenken hinsichtlich der Qualität oder der Zusammensetzung dieser Materialien ist dies nicht immer der Fall. Zweitens erfordert die Übernahme des Geschäftsmodells, dass ein ausreichendes Volumen an Abfallmaterial erzeugt wird. Auch dies ist nicht immer gegeben, insbesondere in Regionen mit geringer Bevölkerungsdichte oder niedrigem Konsumniveau. Obwohl der Transport von Abfall zu zentralen Verarbeitungseinrichtungen technisch möglich ist, ist er aufgrund der sperrigen und geringwertigen Beschaffenheit vieler Abfallströme nicht immer wirtschaftlich machbar.⁴⁰

Für Rückbauunternehmen oder Handwerksbetriebe, die sich auf den zerstörungsfreien Rückbau einzelner Bauteile spezialisieren, entsteht dadurch ein Differenzierungsmerkmal gegenüber klassischem Abriss. Interessanterweise liegt dabei oftmals der Rückbau näher am Prozess des Bauens als beim klassischen Abriss, da die Dekonstruktion ähnliche Fertigkeiten wie die Konstruktion von Gebäuden erfordert. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass gerade Handwerksbetriebe und Bauunternehmen zukünftig einen gewissen Marktanteil des zerstörungsfreien Rückbaus bedienen können.

Beispiele: Marktplätze und Vermittlungslösungen: Grundlegend für die Kreislaufschließung ist das effiziente Zusammenbringen von Angebot und Nachfrage. Die Nachfrage entsteht sowohl bei der Planung von Bauprojekten als auch vorgelagert durch Rücknahmesysteme von Produzenten und Verwertern. Unternehmen wie [Schüttflix](#), [Resourcify](#), [Concular](#) oder [Cyrkl](#) nutzen datenbasierte Ansätze, um einen Match zwischen verfügbaren und benötigten Materialien zu schaffen, und fördern so ein messbares, kreislaufgerechtes Ressourcenmanagement.

39 Viola, J. (2021): Wieder- und Weiterverwendung von Baukomponenten (RE-USE). BBSR. Retrieved September 22, 2023, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-27-2021-dl.pdf;jsessionid=8D7CFDDF085836C96959F282920F8D6B.live11311?__blob=publicationFile&v=3.

40 OECD (2019): Business Models for the Circular Economy. OECD Library. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/e59f8dd6-en/index.html?itemId=/content/component/e59f8dd6-en>.

6.3 Abschließende Einordnung

Die vorgestellten Geschäftsmodelle grenzen sich durch ihren direkten Bezug zur Kreislaufwirtschaft und den fortschrittlichen Innovationsgrad von klassischen Geschäftsmodellen im Bausektor ab. Die angeführten Unternehmensbeispiele sollen die Existenz und Relevanz der Geschäftsmodelle unterstreichen, jedoch kann daraus nicht direkt eine Markttauglichkeit der Produkte und Leistungen abgeleitet werden. Die Kreislaufwirtschaft ist gerade in einem Aufwind und konsolidiert sich in vielen Bereichen erst über die nächsten Jahre oder Jahrzehnte. Die genannten Beispiele sind zumeist in den letzten drei bis fünf Jahren entstanden und somit in dem Megatrend Kreislaufwirtschaft gestartet. Anhand dieser jungen Beispiele lässt sich noch schwer sagen, welche Geschäftsmodelle sich als tragfähig und erfolgreich herausstellen und welche Unternehmen substantiell den sich entwickelnden Markt gestalten werden.

Die Untersuchung zeigt aber auch, dass alle Ebenen des Value Hill bereits bespielt werden und sich Unternehmen daran versuchen, neue Geschäftsmodelle zu etablieren, denen der Nachhaltigkeitsgedanke inhärent ist, und damit wirtschaftlichen Erfolg anstreben.

Diese enge Kopplung von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit ist nicht unbedingt eine neue Erfindung, aber dennoch bemerkenswert stark ausgeprägt. Sie geht einher mit einem gesellschaftlichen Wandel, der durch die neue Präsenz des Klimawandels vorangetrieben wird.

Dennoch kann dies nur der Anfang sein. Denn für eine echte Zirkulärwirtschaft fehlen noch viele Puzzlestücke, die die einzelnen Konzepte zu einer ineinandergreifenden Wertschöpfung verbinden. Das liegt einerseits an der Diversität und den Verarbeitungsebenen von Produkten und andererseits auch an fehlenden Infrastrukturen, Forschungslücken, gegenläufiger Regulatorik und mangelnder Digitalisierung der Branche. Bei den aufgeführten Beispielen handelt es sich um Pioniere in ihrem Feld, die teilweise große Hürden überwinden müssen, um wirtschaftlich arbeiten zu können.

7. Hemmnisse und Hebel für die Implementierung in Deutschland

Die zirkulären Geschäftsmodelle im Bau, die zum Teil neuartig und zum Teil bereits in etablierten Ansätzen wie dem Recycling von Baumaterialien und nachhaltiger Bauplanung vorhanden sind, stehen vor Herausforderungen bei der Skalierung. Die effektive Umsetzung und Verbreitung zirkulärer Praktiken im Bauwesen wird durch verschiedene wirtschaftliche, organisatorische, technologische und regulatorische Hindernisse eingeschränkt.⁴¹

7.1 Wirtschaftliche Hebel und Hemmnisse

Risiken für die Entwicklung neuer Materialien im Rahmen von Circular-Supply-Geschäftsmodellen

Es kann eine Diskrepanz zwischen dem Angebot und der Nachfrage nach zirkulären Materialien und Bauteilen geben. Dies kann Lieferanten davon abhalten, in deren Entwicklung und Produktion zu investieren, da sie möglicherweise keinen ausreichenden Markt dafür sehen. Auf der anderen Seite sind Bauunternehmen unter Umständen nicht über die Verfügbarkeit oder die Vorteile dieser Materialien informiert, was die Nachfrage nach ihnen verringern kann.

Fehlende Anreize für Grünes Gebäudedesign

In vielen Fällen fehlen wirtschaftliche Anreize für Grünes Gebäudedesign. Öffentliche Ausschreibungen priorisieren oft Kosten- und Effizienzkriterien, was nachteilig für zirkuläre Bauprozesse sein kann. Dies kann dazu führen, dass Baupraktiken nicht ausreichend gefördert werden. Ebenso werden Architekturleistungen in Verbindung mit den Kosten von Bauprojekten bezahlt, was keine Anreize für Ressourcenschonung setzt.

Ausgebaute Bauteile und -materialien müssen oftmals (extern) kostenintensiv zwischengelagert werden, da der Wiedereinbau selten auf derselben Baustelle oder zu einem ähnlichen Zeitpunkt stattfindet wie der Rück- und Ausbau.

Kostentreibende Faktoren, mangelnde Marktakzeptanz und fehlende Strukturen für Material-Marktplätze

Die Demontage und Vermarktung von Bauteilen aus abgerissenen Gebäuden als wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell können schwierig sein. Dies liegt daran, dass die Rückbauarbeiten zeitaufwendig und mit zusätzlichen Kosten für Schadstoffanalysen, Laborarbeiten, Transporte, Lagerung und Reparaturen verbunden sind. Diese Kosten machen rückgebaute Komponenten im Vergleich zu neuen Bauprodukten wirtschaftlich unattraktiv, insbesondere angesichts der niedrigen Preise für Primärrohstoffe.⁴²

Es gibt derzeit nur eine geringe Nachfrage nach wiederverwendeten Bauteilen und es fehlen etablierte Marktstrukturen für sekundäre Baumaterialien. Gebrauchte Bauteile leiden unter Akzeptanzproblemen, da ihre technischen Materialqualitäten schwer zu beurteilen sind. Dies führt dazu, dass die gesamte Prozesskette von der Entnahme über die Aufbereitung bis zur Wiederverwendung von Bauteilen wirtschaftlich wenig attraktiv ist.

Möglichkeiten, um diese Herausforderungen zu bewältigen:

- Externe Fördermaßnahmen und strukturelle Veränderungen, wie beispielsweise nationale Förderprogramme oder eine CO₂-Bepreisung
- Eine verbesserte Koordination von Demontageprozessen zwischen verschiedenen Akteuren
- Eine genaue Erfassung von Bauelementen sowie die Einführung einer systematischen Verfügbarkeitsüberwachung

Dies würde die Wiederverwendung von Bauteilen erleichtern und den Markt für sekundäre Baumaterialien stärken.

Die Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft kann Bauunternehmen dabei helfen, Kosten im Zusammenhang mit Abfallentsorgung und Materialbeschaffung zu reduzieren, indem sie die Verwendung von recycelten und wiedergewonnenen Materialien fördern. Dies kann auch zu einer verbesserten Geschäftsfestigkeit und Unabhängigkeit von Ressourcen führen.

⁴¹ Ecologic Institute (2021): Zirkuläres Bauen in Berlin – Transformationsroadmap. Ecologic Institute. Retrieved September 22, 2023, <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2022/30010-Report10-CiBER-Transformationsroadmap-Bauen.pdf>.

⁴² Viola, J. (2021): Wieder- und Weiterverwendung von Baukomponenten (RE-USE). BBSR. Retrieved September, 2023, https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-27-2021-dl.pdf;jsessionid=8D7CFDDF085836C96959F282920F8D6B.live11311?__blob=publicationFile&v=3

Verbraucherinnen und Verbraucher werden sich ebenso wie Unternehmen zunehmend der Umweltauswirkungen der von ihnen verwendeten Produkte bewusst und die Nachfrage nach nachhaltigem Bauen steigt. Zertifizierungssysteme wie DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) und BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) können dazu beitragen, die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen zu fördern, indem sie Leitlinien für nachhaltiges Design und nachhaltige Bauverfahren bereitstellen.

7.2 Organisatorische Hebel und Hemmnisse

Grünes Gebäudedesign

Die vollständige Umstellung der Wertschöpfungsketten auf Zirkularität stellt den Wandel hin zum zirkulären Bauen vor große Herausforderungen. Aktuelle Debatten um Bauen im Kontext der Schaffung von Wohnraum greifen Nachhaltigkeitsaspekte kaum auf.

Advanced Design Software und Datenmanagement

Strukturanalyse und -design erfordern genaue Daten zu den verwendeten Materialien und Komponenten. Die Verfügbarkeit von Daten zu neuen und wiederverwendeten Elementen kann begrenzt sein, insbesondere für solche, die noch in der Entwicklung oder Erprobung sind.

Circular-Supply-Geschäftsmodelle

Die Verfügbarkeit von zirkulären Materialien und Komponenten kann begrenzt sein, was es für Bauunternehmen schwierig macht, sie zu beschaffen. Einige Materialien sind möglicherweise nicht in allen Regionen verfügbar oder erfordern aufgrund fehlender Standardisierung besondere Genehmigungen oder Zertifizierungen, was die Kosten und die benötigte Zeit erhöhen kann.

Produkt-Dienstleistungs-Systeme (PSS-Modelle)

Die Bauindustrie umfasst viele verschiedene Stakeholder wie Architektur- und Ingenieurbüros, Bauunternehmen, Lieferanten und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer. Die fehlende Koordination, das Vertrauensproblem und die mangelhafte Kommunikation unter diesen Stakeholdern können zu fragmentierten Ansätzen in Bezug auf Material- und Abfallmanagement führen, was die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft erschwert.

Regierungen und internationale Organisationen übernehmen die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft im Rahmen ihrer Initiativen zur unternehmerischen und sozialen Verantwortung, da sie die Bedeutung der Reduzierung ihres ökologischen Fußabdrucks und ihren Beitrag zu einer nachhaltigeren Zukunft erkennen. Die Einhaltung dieser Vorschriften kann dazu beitragen, die Kreislaufwirtschaft zu fördern und die Umweltauswirkungen zu reduzieren.

7.3 Technologische Hebel und Hemmnisse

Circular-Supply-Geschäftsmodelle

Die Materialeigenschaften zirkulärer Baumaterialien (insbesondere Sekundärrohstoffe) sind teilweise noch nicht ausreichend erforscht oder erprobt, was mögliche Einsatzzwecke limitiert.

Advanced Design Software und Datenmanagement, Material-Marktplätze sowie Materialrückgewinnung und Recycling

Konventionell eingesetzte Baumaterialien sind oft Verbundmaterialien, was eine Wiederverwendung bei Abbruch eines Gebäudes erschwert oder einen erheblichen Aufwand bedingt.

Baumaterialien enthalten teilweise gefährliche bzw. kritische Stoffe, sodass sie nicht für eine Kreislaufführung geeignet sind.

Material-Marktplätze

Unzureichende Qualifikationen des Abbruchpersonals erschweren den selektiven Rück- und ressourcenschonenden Ausbau von Bauteilen.

Neue Technologien wie das Building Information Modeling (BIM) erleichtern die Gestaltung und den Bau von ressourceneffizienten, nachhaltigen Gebäuden, die Abfall reduzieren. BIM kann auch den Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten erleichtern, was die Zusammenarbeit fördern und Fehler reduzieren kann. Darüber hinaus stehen zunehmend nachwachsende Materialien und andere nachhaltige Baustoffe zur Verfügung.

7.4 Regulatorische Hebel und Hemmnisse

Circular-Supply-Geschäftsmodelle

Fehlende Standards und unklare Haftungs- bzw. rechtliche Fragen erschweren den Einsatz zirkulärer Baumaterialien und hemmen die Nachfrageentwicklung.

Fehlende Qualitätsstandards reduzieren die Verfügbarkeit an Sekundärrohstoffen in gleichbleibender Qualität und räumlicher Nähe.

Bestehende Imageprobleme und unklare Haftungsfragen bzw. rechtlicher Klärungsbedarf bedingen Akzeptanzprobleme hinsichtlich des Einsatzes von zirkulären Baumaterialien (insbesondere Sekundärrohstoffen).

Umnutzung und Aufstockung

Die restriktive Auslegung bestehender Vorschriften durch die Behörden kann die Umnutzung von Gebäuden behindern, da Vorbehalte bestehen, für Entscheidungen haftbar gemacht zu werden.

Material-Marktplätze

Die fehlende Deklaration von Baustoffinhalten kann die Auswahl nachhaltiger, kreislauffähiger Baustoffe behindern und somit die Nachfrage auf Material-Marktplätzen beeinflussen.

Für ein demontiertes Bauteil ist daher vor dessen Wiederverwendung eine bauaufsichtliche Zulassung gefordert, wie für ein neues Bauteil (§ 18 LBO [10]). Die Wiederverwendung von Holzbauteilen wird durch die Altholzverordnung aus dem Jahr 2002 erschwert. Sie regelt die Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz. Auch hochwertige Bauteile wie Holzfensterrahmen oder konstruktiv verwendete Holzsparren fallen in der Praxis häufig in die Altholzkategorie A IV. Möchte man ein Holzbauteil dieser Kategorie demonstrieren und wiederverwenden, muss es daher zunächst einer Schadstoffprüfung unterzogen werden.

Regierungen und internationale Organisationen führen zunehmend Vorschriften ein, um die Kreislaufwirtschaft in der Bauindustrie zu fördern. Zum Beispiel hat die Europäische Union eine Taxonomie zur Klassifizierung nachhaltiger wirtschaftlicher Aktivitäten und Level(s) als Rahmen für nachhaltige Gebäude eingeführt. Die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – von der Planung bis zum Abriss – kann dazu beitragen, Möglichkeiten zur Reduzierung der Umweltauswirkungen zu identifizieren und die Kreislaufwirtschaft zu fördern. Dies kann die Gestaltung von Gebäuden für die Demontage und Wiederverwendung, die Auswahl von Materialien mit geringeren Umweltauswirkungen und die Berücksichtigung von Szenarien am Ende der Lebensdauer von Gebäudekomponenten umfassen.

Anhang

Liste von in der Studie berücksichtigten Unternehmen

Baukarussell

<https://www.baukarussell.at>

Bauteilbörse Bremen

<http://www.bauteilboerse-bremen.de>

Bauteilbörse Hannover

<http://bauteilboerse-hannover.de>

Carbonauten

<https://carbonauten.com/>

Carboninstead

<http://carboninstead.de>

Concular

<https://concular.de>

Claytec

<https://www.claytec.de>

Clestra

<https://www.clestra.com/de/>

Cyrkl

<https://www.cyrkl.com>

DERIX

<https://derix.de/>

Digitalicht

<https://digitalicht.de>

Ecosoil „Rewindo“

<https://www.ecosoil-umwelt.de/>

Ecoworks

<https://ecoworks.tech>

Hempstatic

<https://hempstatic.at>

Hous3Druck

<https://www.housedruck.de/>

Lindner

https://www.lindner-group.com/de_DE/kompetenzen/green-building/zirkulaeres-bauen/

Madaster

<https://madaster.de>

materialnomaden

<https://www.materialnomaden.at/about/>

Neptusan

<http://neptusan.com>

NorNorm

<https://nornorm.com/de/>

PERI 3D construction

<https://www.peri3dconstruction.com/>

Polycare

<https://sembla.de>

Resourcify

<https://www.resourcify.com/de/baugewerbe>

Restado

<https://restado.de>

Roofuz

<https://en.roofuz.com>

SALZA

<https://www.salza.ch/>

SCHÜCO

<https://www.schueco.com/de/nachhaltigkeit/zertifizierungen/cradle-to-cradle>

Schüttflix

<https://schuettflix.com/de/de/>

Steelcase

<https://www.steelcase.com>

Straehle

<https://www.straehle.de>

TRIQBRIQ

<https://triqbriq.de>

Urban Beta

<https://www.urban-beta.de>

Use Again / Sumami

<https://www.useagain.ch/de/>

Viessmann

<https://www.viessmann.de/de/mehrwertdienstleistungen/viessmann-waerme-strom.html>

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Maßnahmen der Kreislaufführung: Narrow, Slow, Close und Regenerate, S. 8

Abbildung 2: R-Strategien für die Maßnahmen Narrow, Slow und Close, S. 9

Abbildung 3: Übersicht über Richtlinien, Verordnungen und Gesetze zur Regulatorik, S. 10

Abbildung 4: Angaben zum Lebenszyklus eines Gebäudes, S. 13

Abbildung 5: Wertschöpfung mit dem Value-Hill-Konzept, S. 20

Tabellen

Tabelle 1: Zirkuläre Geschäftsmodelle entlang der Lebenszyklusphasen für Gebäude, S. 21

Literaturverzeichnis

acatech, Circular Economy Initiative Deutschland & SYSTEMIQ (2021): Circular Business Models: Overcoming Barriers, Unleashing Potentials. Abrufbar unter: <https://en.acatech.de/publication/circular-business-models-overcoming-barriers-unleashing-potentials/> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Achterberg, E., Hinfelaar, J. & Bocken, N. (2016): Master Circular Business with the Value Hill. Abrufbar unter: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/master-circular-business-value-hill> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

ARUP & BAM (2019): Circular Business Models for the Built Environment. Abrufbar unter: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-business-models-for-the-built-environment> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (n. d.): EU- Ökodesign-Richtlinie für eine umweltgerechte Gestaltung von Produkten. Abrufbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/eu-oekodesign-richtlinie.html> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Circle Economy (2022): A Circular future for the European Construction sector: Light commercial and residential buildings. Abrufbar unter: https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/637ba9560d6807424adb1f3f_20221121%20-%20BAIN%20report%20-%20Construction%20Sector%20-%20210x297mm.pdf (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Deilmann, C., Reichenbach, J., Krauß, N. & Gruhler, K. (2016): Materialströme im Hochbau: Potenziale für eine Kreislaufwirtschaft. Zukunft Bauen Forschung für die Praxis, Band 6. Abrufbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2017/band-06-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

DGNB (2019): Circular Economy – Kreisläufe schließen, heißt zukunftsfähig sein. Abrufbar unter: https://issuu.com/dgnb1/docs/dgnb_report_circular_economy (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Dils, E. (2021): ETC/WMGE Report 2/2021: Business Models in a Circular Economy. Eionet. Abrufbar unter: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/business-models-in-a-circular-economy/@@download/file/2.1.2.4.%20ETC%20Eionet%20Report%20Circular%20Business%20Models_final_edited%20for%20website.pdf (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

DIN e.V. (2023): Deutsche Normungsroadmap Circular Economy. Deutsches Institut für Normung. Abrufbar unter: <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b6086%2040aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap%20circular%20eco-%20nomy-data.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Ecologic Institute (2021): Zirkuläres Bauen in Berlin – Transformationsroadmap. Abrufbar unter: <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2022/30010-Report10-CiBER-Transformationsroadmap-Bauen.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Ellen MacArthur Foundation (n. d.): The Butterfly Diagram: Visualising the Circular Economy. Abrufbar unter: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Hubmann, G. & van Maaren, V. (2022): Circular Material Systems: anticipating whole-system design in architecture and construction. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Abrufbar unter: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1078/1/012002/pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Klimaleichtblock GmbH (n. d.): Umwelt-Produktdeklaration. Abrufbar unter: <https://www.klb-klimaleichtblock.de/umwelt-produktdeklaration.html> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Konietzko, J., Bocken, N. & Hultnik, E. (2020): Circular Ecosystem Innovation: An Initial Set Of Principles. ResearchGate. Abrufbar unter: https://www.researchgate.net/publication/338286462_Circular_Ecosystem_Innovation_An_Initial_Set_Of_Principles (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

McKinsey (2021): Net Zero Deutschland. Abrufbar unter: https://www.mckinsey.de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2021/2021-09-10%20net-zero%20deutschland/210910_mckinsey_net-zero%20deutschland.pdf (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

OECD (2019): Business Models for the Circular Economy. OECD Library. Abrufbar unter: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/business-models-for-the-circular-economy_g2g9dd62-en (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

PACE (2022): Circular economy as a climate strategy: current knowledge and calls-to-action. Platform for Accelerating the Circular Economy. Abrufbar unter: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular-economy-as-a-climate-strategy-paper-11.22-pace-wri-ch-nrel.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Potting, J. & Hanemaaijer, A. (2018): Circular economy: what we want to know and can measure. European Circular Economy Stakeholder Platform. Abrufbar unter: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/pbl-2018-circular-economy-what-we-want-to-know-and-can-measure-3216.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Viola, J. (2021): Wieder- und Weiterverwendung von Baukomponenten (RE USE). Potenzial zur systematischen Wieder- und Weiterverwendung von Baukomponenten im regionalen Kontext und Realisierung eines Pilotprojektes. Abrufbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-27-2021.html> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

Wealthcap /JLL (2023): Circular Economy – Potenziale für Bestandsimmobilien. Abrufbar unter: https://www.wealthcap.com/wp-content/uploads/2023/06/Research_Studie_CircularEconomy.pdf (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

WWF Deutschland (2022): WWF-Hintergrundpapier: Circular Economy im Gebäudesektor. Abrufbar unter: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/Hintergrundpapier-Circular-Economy-im-Gebaeudesektor.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).

WWF Deutschland (2023): Modell Deutschland Circular Economy. Abrufbar unter: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Modell-Deutschland-Circular-Economy-Broschuere.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.11.2023).



GEBÄUDEFORUM
KLIMANEUTRAL