

Lehrmaterialien zu Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung im Baubereich

Modul 1: Einführung in die Kreislaufwirtschaft

Modul 2: Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens

Modul 3: Tool zur Bewertung der Kreislauffähigkeit
von Gebäuden

Modul 4: Betrachtung der Umweltauswirkungen
entlang des Lebenszyklus

Modul 5: Abbildung der Kreislauffähigkeit auf
Produkt- und Gebäudeebene

Einleitung

Der Baubereich ist für zwei Drittel des Abfallaufkommens und die Hälfte des Ressourcenverbrauches in Österreich verantwortlich. Um in Zukunft mit den begrenzten, zur Verfügung stehenden Ressourcen in wirtschaftlicher und umweltverträglicher Weise umgehen und Potentiale in hohem Maße nutzen zu können, ist ein Umdenken in Richtung Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Gebäudegestaltung unabdingbar.

Vorliegendes Modul ist Teil der im Projekt AbBau - Lehrmaterialien zu Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung im Baubereich ausgearbeiteten Materialien. Die Unterlagen bestehen aus vier theoretischen Modulen und einem praktischen Modul (Tool zur kreislauffähigen Gestaltung von Gebäuden), die zur freien und flexiblen Verwendung für HTLs im Bereich Bau und Produktdesign vorliegen. Die Anwendung ist fächerübergreifend und für kooperative Lernformen möglich, es können individuelle Schwerpunkte gesetzt werden. Möglich ist die Integration der Lehrmaterialien beispielsweise in Fächern wie Baukonstruktionstechnik, Hochbautechnologie oder die Anwendung im Bau- oder Designlabor.

Die Lehrmodule leisten einen Beitrag zur Integration vielschichtiger Aspekte rund um Kreislaufwirtschaft in die berufliche Aus- und Weiterbildung und können auch von Unternehmen genutzt werden.

*Projektleitung: TU Wien, Forschungsbereich Ecodesign
Kooperation: Österreichisches Ökologie-Institut
Wien, März 2020*

Die Ausarbeitung wurde durch die Abfallvermeidungsförderung der Sammel- und Verwertungssysteme für Verpackungen finanziert.

Modul 1: Einführung in die Kreislaufwirtschaft

Zusammenfassung Modul 1

Die Baubranche zählt Input- wie Output seitig zu den Ressourcen intensivsten Wirtschaftsbereichen. Im einführenden Modul wird der Ressourcenverbrauch und das Abfallaufkommen im Baubereich skizziert und wie unser vorherrschendes Wirtschaftssystem kurze Lebensdauern und hohe Ressourcenverbräuche begünstigt. Der Weg hin zu einer „echten“ Kreislaufwirtschaft ist Kernthema und Strategien zur Umsetzung auf Produkt- und Gebäudeebene werden vorgestellt. Kreislaufwirtschaft geht dabei weit über Recycling hinaus und bietet neue Lösungsansätze und Potentiale wie Wertschöpfung und Nutzen generiert werden können bei gleichzeitiger Reduktion des Ressourcenverbrauches. Aktuelle Entwicklungen im Baubereich, Studien und nationale wie internationale Pionierprojekte weisen den Weg in Richtung kreislauffähigen Gestaltens und Bauens, die EU fungiert hier mit ambitionierten Aktionsplänen und Projekten als Motor.

Lernziele

- Zusammenhang Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen verstehen
- Entwicklungen im Baubereich beschreiben können
- Definition und Strategien zur Umsetzung von Kreislaufwirtschaft kennen
- Anwendung auf eigene Beispiele

Inhalt

1. Warum wir einen neuen Zugang zu Produktion und Konsum brauchen.....	4
2. Vom linearen Wirtschaftssystem zu einer Kreislaufwirtschaft	7
3. Strategien der Kreislaufwirtschaft und Gestaltungsmöglichkeiten	11
4. Bauen und Kreislaufwirtschaft	14
5. Projekte und Beispiele.....	17
Literatur	18
Anhang mit Abbildungen.....	18

1. Warum wir einen neuen Zugang zu Produktion und Konsum brauchen

Auswirkungen von Bevölkerungsentwicklung und Wirtschaftswachstum

In den letzten Jahrzehnten hat die industrielle und wirtschaftliche Entwicklung in vielen Ländern, vor allem in Europa und Nordamerika, einen deutlichen Schub erlebt. Dies kann man zum Beispiel an der Entwicklung des globalen Bruttoinlandsproduktes (BIP) sehen, das seit 1900 um den Faktor 25 gewachsen ist. Hinzu kommt ein erwarteter Anstieg der Weltbevölkerung von sieben auf etwa zehn Milliarden Menschen in den nächsten 40 Jahren.

In Österreich steigt der Flächenverbrauch für Siedlungen nach wie vor wesentlich stärker als die Bevölkerungsentwicklung. Der individuelle Bedarf an Wohnraum nimmt zu. 1971 kamen in Österreich auf jede Person knapp mehr als 20 m² Wohnfläche. 2011 waren es mehr als 40 m². In 40 Jahren hat sich die Wohnfläche pro Person verdoppelt.¹ Zudem sind drei Viertel aller Gebäude Österreichs Ein- und Zweifamilienhäuser, in denen derzeit 58% aller Menschen leben. Der Flächenverbrauch ist enorm, der Sanierungs- und Revitalisierungsbedarf des Bestandes an Einfamilienhäusern hoch. Tatsächlich werden nur 0,4 % der Bauvorhaben durch Sanierung realisiert, der Rest wird neu gebaut.

Diese beiden Entwicklungen gehen mit einem steigenden Ressourcenbedarf einher – in den letzten 30 Jahren hat sich der weltweite Materialabbau mehr als verdoppelt. Besonders betroffen sind mineralische Rohstoffe für die Industrie und Baubranche, in denen ein Zuwachs von 240% aufgrund des steigenden Bedarfs v.a. in Entwicklungsländern zu beobachten ist. Der **Bedarf an Baurohstoffen** wie Sand, Kies, Ton und Natursteinen liegt in Österreich in den letzten Jahren zw. **100 - 105 Mio. Tonnen pro**

Jahr. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Baurohstoffen liegt derzeit in Österreich bei rund 12-15 Tonnen pro Jahr.

Ressourcenbedarf und Abfallaufkommen in der Baubranche

Die Baubranche ist ein großer Wirtschaftszweig für Österreich, schafft Arbeitsplätze und lokale Wertschöpfung. Sie generiert etwa 9% des BIPs der EU und 18 Millionen Jobs direkt in der Branche, weswegen sie ein wichtiger Faktor unseres Wohlstandes ist. Nachteilig zu sehen ist der enorme Ressourcenverbrauch, der damit einhergeht: Die Bauwirtschaft verursacht rund 40-50 % des gesamten österreichischen Energie- und Ressourcenverbrauchs und rund 72 % des gesamten Abfallaufkommens (inklusive Aushubmaterialien, siehe Abb. 1). Anmerkung: Eine größere Version der Grafiken befindet sich jeweils im Anhang. Im Jahr 2015 fielen in Österreich rd. 10 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle an.

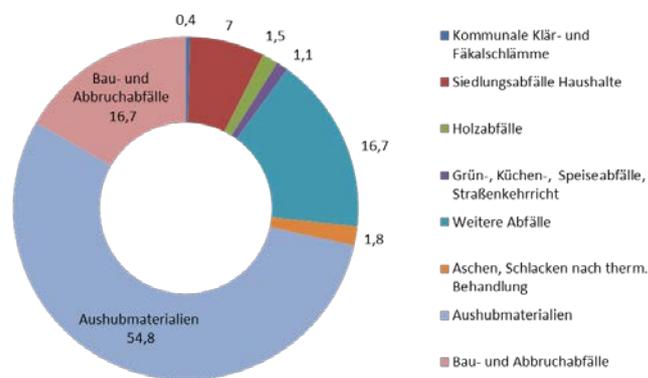


Abbildung 1: Abfallaufkommen in Österreich in %²

90 % der Bau- und Abbruchabfälle entstehen bei Abbruch, Umbau und Sanierung, nur 10 % bei der Errichtung³. Das **Abfallaufkommen und die Zusammensetzung der Abfälle und damit einhergehende Maßnahmen zur Verwertung und Entsorgung werden durch Entscheidungen in der Planung, Errichtung und Ausführung von Gebäuden maßgeblich**

¹ <https://www.wienerzeitung.at/themen/stadt-und-land/854969-Wie-gross-wollen-wir-wohnen.html>

² BAWPL 2017, Bundesabfallwirtschaftsplan 2017

³ BAWPL 2017, Bundesabfallwirtschaftsplan 2017

beeinflusst. Die einzelnen Komponenten tragen durch deren **Materialwahl, Verbindungstechnik und Lebensdauer wesentlich** dazu bei. Mehr dazu in → *Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens.*

In Österreich dominiert die Massivbauweise, daher bestehen **70-90 % der Bau- und Abbruchabfälle aus Beton, Ziegel- und sonstigen Mauerwerksabbrüchen.**

Massenmäßig weniger relevant, doch aufgrund ihrer Gefährlichkeit für Mensch, Tier und Umwelt besonders zu handhaben sind z. B. Dämmmaterialien aus lungengängigen Mineralfasern oder mit FCKW geschäumte Platten. Gefährliche Abfälle sind nach Möglichkeit zu vermeiden, auf ein absolutes Minimum zu beschränken und erfordern beim Abbruch der Materialien wie auch bei der Entsorgung gesonderte Sicherungsvorkehrungen.

Qualitative Abfallvermeidung

= Reduzierung der Menge

Quantitative Abfallvermeidung

= Reduzierung der Gefährlichkeit

Steigende Bautätigkeit

Wirtschaftswachstum und Wohlstand fördern eine vermehrte Bautätigkeit, geprägt durch:
→ erhöhten Flächenverbrauch
→ hohen Ressourcenbedarf
→ hohes Abfallaufkommen
→ Komfortbedürfnis und Steigerung der Komplexität von Produkten
→ Kunststoffe und Materialverbunde

Wusstest du, dass

- für den Bau eines Einfamilienhauses ca. 10 Tonnen Eisen erforderlich sind?
- ein Einfamilienhaus mit Keller aus rd. 440 Tonnen mineralischen Rohstoffen besteht?
- auch du – statistisch gesehen – pro Jahr 12-15 Tonnen Baurohstoffe verbrauchst? ⁴

Aufgrund des Komfortbedürfnisses und der stetigen Weiterentwicklung hinsichtlich der

Energieeffizienz steigt die Komplexität und Zusammensetzung von Gebäuden, was den Rohstoffbedarf weiter erhöht.

Baustoffe sind auf Gewährungszeiträume optimiert und möglichst günstige Ausgangsmaterialien werden bevorzugt. Die Entsorgungskosten liegen bei den Verbrauchern und Verbraucherinnen bzw. werden von der Gesellschaft getragen. In Ballungsräumen sinkt die Lebensdauer von Gebäuden u.a. aufgrund des Bodenpreises, welcher eine bessere Ausnutzung fordert und Erneuerungszyklen von Gebäuden verkürzen sich aufgrund steigender Anforderungen an die Performance.

Allerdings gibt es eine natürliche Beschränkung der uns Menschen zur Verfügung stehenden Ressourcen. Nicht nur erdölbasierte Rohstoffe sind begrenzt verfügbar. Im Bereich der mineralischen Rohstoffe stoßen wir ebenfalls an unsere Grenzen, wie die abnehmende Verfügbarkeit z. B. von Sand als Bauzuschlagsstoff belegt. Wüstensand ist nicht zur Betonherstellung geeignet. Deshalb haben Baukonzerne bislang Sand aus Flussbetten oder Kiesgruben abgebaut. Doch dieser Vorrat geht langsam zur Neige und Sand vom Meeresboden wird verstärkt gewonnen. Der weltweite Bauboom gefährdet mitunter ganze Ökosysteme.⁵⁶

Man spricht in diesem Zusammenhang von der **natürlichen Tragfähigkeit** der Erde. Ökosysteme wie Luft, Wasser, Boden haben eine bestimmte Aufnahmekapazität von Schadstoffen wie etwa CO₂ und die Fähigkeit zur Regenerierung nach Schadstoffeinträgen. Die Nachbildung von natürlichen Ressourcen, wie Holz oder Rohstoffen auf pflanzlicher Basis wie Öle oder Fasern ist zeitlich und flächenmäßig limitiert.

Dass die Menschheit die Tragfähigkeit der Erde bereits überschritten hat, illustrieren Indikatoren, wie z. B. der **ökologische**

⁴ BMNT, Energie und Bergbau (Sektion VI)

⁵ <https://netzfrauen.org/2018/04/22/sand/>

Fußabdruck. Gemessen wird der ökologische Fußabdruck in global hectar (gha). Wenn die gesamte nutzbare Erdoberfläche auf alle Menschen gleich aufgeteilt wird, stehen jedem Menschen rein rechnerisch 1,8 Hektar zur Verfügung - das entspricht etwa drei Fußballfeldern. Im Jahr 2019 hätten wir etwa 1,7 Erden gebraucht, um unseren Ressourcenbedarf nachhaltig zu decken und unseren Abfall aufnehmen zu können.

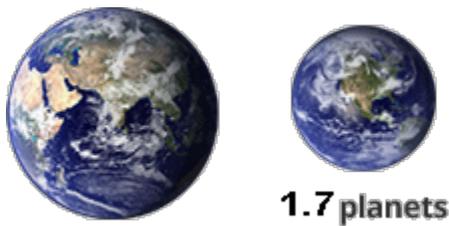


Abbildung 2: 1,7 Erden wären global nötig

Jede Österreicherin und jeder Österreicher braucht im Durchschnitt 5,31 gha auf der Erde, um ihre/seine persönlichen Ansprüche zu erfüllen. Zur Verfügung stehen uns jedoch nur 1,8 gha.^{7, 8}. D.h. wenn alle so leben würden wie wir, bräuchten wir drei Erden!

Wie hoch ist dein Fußabdruck?

Unter <https://www.mein-fussabdruck.at/> kannst du deinen persönlichen ökologischen Fußabdruck berechnen.

Am 1. August 2018 haben wir weltweit gesehen mehr natürliche Ressourcen verbraucht, als die Natur im ganzen Jahr regenerieren konnte und mehr CO₂ ausgestoßen, als die Atmosphäre aufnehmen konnte. Fachleute haben dieses Datum für den Welterschöpfungstag „Earth Overshoot Day“ 2018 berechnet. Im Jahr 2019 war dieser Tag am 29. Juli, also noch früher.

Freitag der 13. April 2018 war Overshoot Day für Österreich. An diesem Tag haben wir in Österreich alle Naturressourcen aufgebraucht, die uns - weltweit betrachtet - fairer Weise zustehen würden. Wir leben für den Rest des Jahres im ökologischen Defizit. 2019 hielten wir zwei Tage länger durch: 15.4.2019⁹

Wann werden wir heuer alle Naturreserven aufgebraucht haben?

Unter <https://www.overshootday.org/> kannst du Berechnungen für das laufende Jahr zum Erreichen des Welterschöpfungstages verfolgen.

Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen

83 % der Bau- und Abbruchabfälle werden bereits verwertet.¹⁰ Derzeit wird aber der Großteil im Straßenbau und zur Verschüttung, d.h. wertmindernd eingesetzt. Ganze Bauteile wie Fenster, Türen, Parkettböden oder Stiegen werden nur selten wiederverwendet. Bei **Holz- und Kunststoffabfällen** überwiegt die thermische Verwertung (Verbrennung unter Energiegewinnung), weil die Inhaltsstoffe (Holzschutz, flammhemmende Additive u.a.) eine stoffliche Verwertung (= Recycling) verhindern. Bei **Verbundstoffen** (= mehrere Materialien sind nicht trennbar miteinander verbunden, bei z. B.

Wärmedämmverbundsysteme) hindert die Nichttrennbarkeit eine stoffliche Verwertung. **Metalle können gut recycelt werden** und es hat sich ein Markt dafür etabliert. Nicht trennbare Verbundstoffe werden verbrannt und die Reststoffe werden deponiert.

⁷https://www.bmnt.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit/bildung_nachhaltige_entwicklung/fussabdruck_rechner.html

⁸<http://www.footprint.at/index.php?id=8116>

⁹<https://www.umweltbildung.enu.at/der-oekologische-fussabdruck>

¹⁰ BAWPL 2017, Bundesabfallwirtschaftsplan 2017

2. Vom linearen Wirtschaftssystem zu einer Kreislaufwirtschaft

Das derzeitige lineare Wirtschaftssystem mit steigendem Ressourcenbedarf und Abfallaufkommen kann drastische Konsequenzen für unsere Lebens- und Arbeitsbedingungen haben. Ein Wandel ist notwendig, um die Klimakrise meistern zu können. Die Produktion von Gütern, die Errichtung, Nutzung und der Abbruch von Gebäuden sind vom Wandel betroffen.

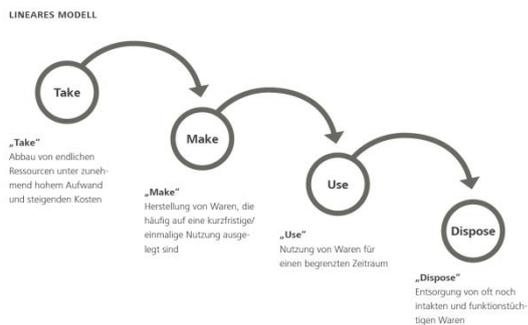


Abbildung 3: Lineares Modell des Wirtschaftens¹¹

- ➔ Was heißt das für die Baubranche? Dürfen wir jetzt nichts mehr bauen? Wie können wir anders bauen? Wie können wir den Rohstoffverbrauch reduzieren?
- ➔ In einer Kreislaufwirtschaft werden Rohstoffe auf möglichst hohem Niveau werterhaltend eingesetzt.
- ➔ Recycling ist ein wesentlicher Aspekt, aber es gibt zahlreiche Strategien und Maßnahmen, die Rohstoffe auf viel höherem Niveau nutzen können.

Ein Denken in Kreisläufen kann helfen, viele der genannten Probleme hinsichtlich Rohstoffabbau, Abfallaufkommen und Schadstoffproduktion anzugehen. Lineare Wirtschaftssysteme gehen von der Prämisse aus, dass Ressourcen reichlich vorhanden, einfach abzubauen und billig zu entsorgen sind. Dies stimmt jedoch nicht. Wir brauchen daher eine grundlegende Umstellung auf ein nachhaltigeres Modell:

In einer Kreislaufwirtschaft werden durch vorausschauende Planung und intelligente Gestaltung Abfall und Emissionen vermieden. Produkte und Materialien werden so lange wie möglich genutzt, um ihren Produktionswert auf hohem Niveau zu halten.

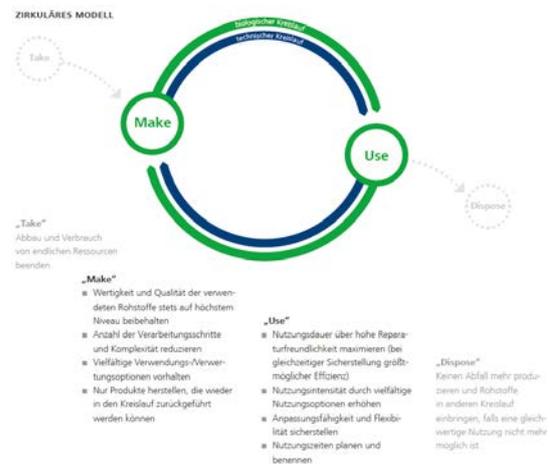


Abbildung 4: Auf Kreisläufe ausgerichtetes Modell des Wirtschaftens¹²

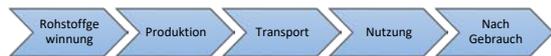
Nachdem in Österreich hohe Umweltauflagen vorherrschen, ist es gängige Praxis, dass Unternehmen durch verschiedene Maßnahmen - wie z. B. den Einbau von Filtern und eine saubere Produktionsweise - den Ausstoß von Emissionen und negative ökologischen Auswirkungen geringhalten. Steigende Produktions- und Verkaufszahlen machen die Einsparungen jedoch wieder wett. Eine zunehmend globale und komplexe Produktion erfordert daher eine andere Perspektive. Diese bezieht die ganze Wertschöpfungskette - vom Rohstofflieferanten bis zum Abbruchunternehmen - mit ein und setzt auf Langfristigkeit und Nachhaltigkeit statt auf schnelle Gewinne.

Das Denken in Kreisläufen erlaubt es, die Auswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung entlang seines ganzen Lebenszyklus von der Wiege bis zur Bahre zu verstehen und zu optimieren.

¹¹ DGNB 2019, Circular Economy Report 2019

¹² DGNB 2019, Circular Economy Report 2019

Lebenszyklus von Produkten



Entlang des Lebenszyklus sind verschiedene Akteure involviert und agieren in der so genannten Wertschöpfungskette miteinander.

Lebenszyklus von Gebäuden

- Rohstoffgewinnung
- Produktion Komponenten
- Entwurf/Gestaltung/Design
- Errichtung
- Nutzung/Betrieb
- Renovierung
- Abbruch

In einer Kreislaufwirtschaft werden Stoff- und Materialströme in allen Lebenszyklusphasen geschlossen und nicht erst am Ende, wie z. B. beim Recyceln. Kreislaufwirtschaft reicht also weit über „erweitertes Recycling“ hinaus.

Unser lineares Wirtschaftsmodell ...

- begünstigt kürzere Nutzungsdauern von Gebäuden und Nutzungsgegenständen.
- erzeugt Wohlstand für wenige und Armut für viele.
- verursacht schädliche Emissionen für Mensch, Tier und Umwelt.

Was wäre, wenn?

- Wie können wir Wohlstand erzielen, ohne unseren Planeten auszubeuten?
- Wie können wir Arbeitsplätze schaffen ohne Produktionszahlen zu steigern und damit Ressourcen zu verbrauchen?
- Wie können wir Produkte gestalten, die schön, funktionell und langlebig sind?
- Wie können wir Häuser bauen, ohne die nächsten Generation damit zu belasten?

Bautätigkeit trägt zur Versiegelung von Flächen bei. Sie verursacht Druck auf Ökosysteme und die Abnahme der Biodiversität. Alle Akteure in der

Wertschöpfungskette tragen zum Rohstoffverbrauch und Abfallaufkommen bei. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Produkten bzw. Gebäuden ist erforderlich, um die negativen Auswirkungen beurteilen und vergleichen zu können, sowie Verbesserungspotentiale auszuloten. → *Siehe auch Modul 4: Betrachtung der Umweltauswirkungen entlang des Lebenszyklus*

Die EU als Motor der Kreislaufwirtschaft

In den letzten Jahrzehnten hat die Europäische Kommission einige Initiativen ins Leben gerufen, um Ressourceneffizienz und – seit kurzem – den Übergang in eine Kreislaufwirtschaft zu fördern (siehe auch Literaturverzeichnis).

Umweltschutz, erhöhte Versorgungssicherheit für Rohstoffe, Förderung von Wettbewerb und Innovation, Wachstum und Arbeitsplätze sind nach Meinung des Europäischen Parlaments die **Chancen der Kreislaufwirtschaft**. Auf EU-Ebene werden aber auch einige damit einhergehende Herausforderungen gesehen, zum Beispiel die Finanzierung und wirtschaftliche Anreize, passende Geschäftsmodelle, nötige Fertigkeiten und Ausbildungsmöglichkeiten, Konsummuster und die Notwendigkeit einer politischen Steuerung auf mehreren Ebenen (z. B. lokal, regional, national und international)¹³.

Seit dem Beschluss des Kreislaufwirtschaftspaketes der EU ist der Begriff in aller Munde. Das Konzept ist nicht neu, es stammt aus den 1960er- und 1970er-Jahren, der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ bzw. „Circular Economy“ wurde aber erst 1990 eingeführt. Mit der Gründung und Tätigkeit der Ellen MacArthur Foundation¹⁴ und der Annahme des Aktionsplans für Kreislaufwirtschaft¹⁵ durch die EU hat das Konzept eine breite Öffentlichkeit und

¹³ Europäisches Parlament, 2018.

¹⁴ Ellen MacArthur Foundation, 2012.

¹⁵ COM (2015) 614: Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft

Akzeptanz erreicht. Mit der Verabschiedung des Kreislaufwirtschaftspaketes im Jahr 2018 gibt die Europäische Kommission verbindliche Ziele zur Wiederverwertung von Abfällen für die Mitgliedstaaten vor. **Ab dem Jahr 2025 müssen 55 % der Siedlungsabfälle zur Wiederverwendung vorbereitet oder recycelt werden, ab 2030 gilt das für 60 % und ab 2035 für 65 % der Abfälle.** In Österreich beträgt die Recyclingquote für Siedlungsabfälle 52 %.

Ellen McArthur Foundation

Die britische Ellen MacArthur Foundation (EMF) ist aktuell ein großer Treiber für die Transformation von einem linearen Durchflussmodell hin zu einer Kreislaufwirtschaft und bündelt hochkarätige Kompetenzen aus Wirtschaft und Wissenschaft.



Abbildung 5: Ellen MacArthur, Gründerin EMF

Was man lernt, wenn man alleine um die Welt segelt¹⁶

Ellen MacArthur, [Weltrekordhalterin im Einhandsegeln](#), hat auf ihren Segelturns gelernt, was es heißt vorausschauend zu planen, zielgerichtet zu handeln, und sich die begrenzten Ressourcen an Board gut einzuteilen. Die notwendige „gute Haushaltsführung“ mit endlichen Ressourcen und diverse globale Umweltprobleme haben sie zur Gründung der Ellen MacArthur Foundation bewegt.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

¹⁶

https://www.ted.com/talks/dame_ellen_macarthur_the_surprising_thing_i_learned_sailing_solo_around_the_world/discussion?language=de

Wie Kreisläufe entlang des Produktlebens geschaffen und damit Werterhalt auf hohem Niveau erreicht werden kann, verdeutlicht das sogenannte **Butterfly Diagramm** der Ellen McArthur Foundation:

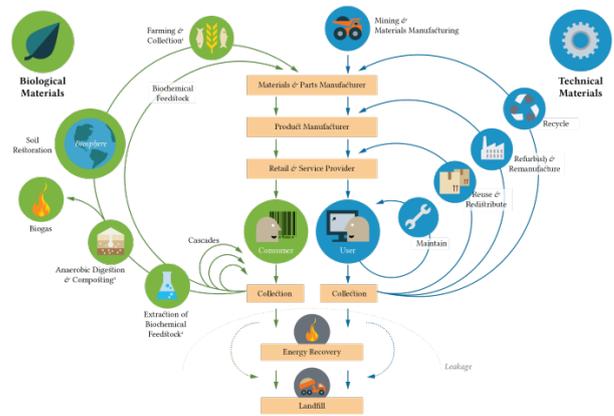


Abbildung 6: Butterfly Diagramm¹⁷

Das Diagramm zeigt zwei Kreisläufe, die ein wenig an Schmetterlingsflügel erinnern. Links ist der Kreislauf biologischer Nährstoffe zu sehen, die als **Verbrauchsgüter** während der Nutzung aufgebraucht werden, z. B. Reinigungs- oder Schmiermittel. Haben sie ihren Zweck erfüllt, gelangen sie über Boden, Wasser oder Luft zurück in die Biosphäre und sollten dort im Idealfall als gesunde Nährstoffe bzw. Ressourcen dienen. Die Unbedenklichkeit für Natur und Menschen ist dafür zentral.

Rechts abgebildet ist der Metabolismus technischer Nährstoffe bzw. **Servicegüter**. Das sind die Güter, die wir uns genauer ansehen möchten - sie werden bei ihrem Einsatz nicht aufgebraucht, z. B. Autos, Textilien, Möbel oder Gebäude. Diese Güter sollten so gestaltet sein, dass Ressourcen möglichst sparsam eingesetzt, lange genutzt und am Lebensende wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden. Die Nutzungsdauer kann durch eine flexible Gestaltung, Services für Wartung oder Reparatur verlängert werden. Durch gemeinschaftliche Nutzung, direkte

¹⁷ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/infographic>

Wiederverwendung und Aufbereitung gebrauchter Güter können Rohstoffe gespart werden. Die Sanierung bestehender Gebäude trägt wesentlich zur Abfallvermeidung und Ressourcenschonung bei.

Je kleiner der Kreis/die Schleife (=loop), desto kleiner der benötigte Ressourcen- und Energieaufwand für die erneute Nutzung, und desto höher der bewahrte Wert eines Produkts.

Nun könnte man denken, dass ein unbehandeltes Holzmöbelstück auch in den biologischen Kreislauf passt. Das stimmt zwar, aber der Fokus sollte nicht nur auf Recycling oder gar Downcycling (Qualität des Materials nimmt ab) liegen, sondern auf dem Nutzen, den ein Rohstoff bzw. ein Produkt entlang der Wertschöpfungskette erhalten hat. Dieser sollte so lange wie möglich bewahrt werden. Dies kann mithilfe von geschlossenen Kreisläufen geschehen. Der Nutzwert eines Holzmöbelstücks zu Wohnzwecken liegt viel höher als der Materialwert des Holzes z. B. für Heizzwecke oder als Inputmaterial für Spanplatten. Ziel einer „echten“ Kreislaufwirtschaft ist es, Produkte auf möglichst hohem Niveau möglichst lange zu nutzen. Für das Möbelstück stellt z. B. Wiederverwendung (Re-use) für denselben Zweck (als Möbelstück) oder Weiterverwendung für einen anderen Zweck (als Gestaltungselement, Behälter für Pflanzen dgl.) eine werterhaltende Option dar.



Abbildung 7: Fenster vor und nach Abbruch eines Gebäudes¹⁸

Kreislaufwirtschaft ist mehr als Recycling

Kreislaufwirtschaft wird häufig mit Recycling oder im deutschsprachigen Raum auch mit Abfallwirtschaft gleichgesetzt. Beides greift zu kurz. Kreislaufwirtschaft geht viel weiter.

Kreislaufwirtschaft ist ein auf Regeneration ausgelegtes Wirtschaftssystem, das mit dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen erhält, sowie Nutzen und Wohlbefinden für Menschen schafft.

Kreislaufwirtschaft ermöglicht die verstärkte Nutzung von lokal verfügbaren und bereits vorhandenen Rohstoffen, schafft Arbeitsplätze und Wertschöpfung vor Ort und damit auch Unabhängigkeit!

So kann Kreislaufwirtschaft gelingen

Abbruch, Wiederaufbau oder zukünftige Anpassungen von Gebäuden sollten bereits in der Planung berücksichtigt werden. Die **kreislauffähige Gestaltung** muss dazu bereits in den ersten Phasen der Projektplanung und -entwicklung berücksichtigt werden. Planende und ArchitektInnen sollten lokale Behörden und die zukünftigen Eigentümer der Anlagen in die Planung der Strategie für den Lebenszyklus des Gebäudes miteinbeziehen, damit Kreisläufe tatsächlich möglich werden.

Informationsmanagement hilft zu verstehen, wann und wo Kosten entstehen, wie Ressourcen möglichst sinnvoll eingesetzt werden können, welchen Lebenszyklus die Komponenten durchlaufen bzw. was mit ihnen am Lebensende passiert und wer im Zweifelsfall haftet z. B. bei wieder verwendeten Produkten.

Kooperationen zwischen Akteuren können für mehr Transparenz und Innovation sorgen. Neue Produkte und Geschäftsmodelle z. B. Mieten statt Kaufen oder Rücknahmesysteme können sich etablieren.

¹⁸ Fotos: Baukarussell

3. Strategien der Kreislaufwirtschaft und Gestaltungsmöglichkeiten

Die Ellen MacArthur Foundation hat mit ReSOLVE einen strategischen Rahmen entwickelt, der spezifische Methoden für ein Wirtschaften in Kreisläufen aufzeigt:

- **Regenerate (Regenerieren):** Einsatz erneuerbarer Energien und Materialien.
- **Share (Teilen):** Verlangsamung der Geschwindigkeit innerhalb von Produktkreisläufen und Nutzenmaximierung durch Teilen.
- **Optimize (Optimieren):** Die Leistung und Effektivität von Produkten entlang des ganzen Lebenszyklus erhöhen.
- **Loop (Schleifen bilden):** Materialien und Bestandteile in geschlossenen Kreisläufen führen und die inneren (kleineren) Schleifen bevorzugen.
- **Virtualize (Virtualisieren):** Nutzen und Information nach Möglichkeit digital bereitstellen.
- **Exchange (Austauschen):** Alte Materialien durch Verbesserte ersetzen, neue Technologien, Produkte und Dienstleistungen nutzen.

Arbeitsaufgabe 1: ReSOLVE



Welche Beispiele fallen euch für Produkte oder ganze Gebäude ein?

Gestaltung und Innovation für die Kreislaufwirtschaft

Die meisten Produkte, die heutzutage erzeugt werden, sind so konzipiert, dass man sie regelmäßig austauschen muss. Das erfordert Ressourceninput auf der einen und Abfallentsorgung auf der anderen Seite. Materialien und Produkte, die in einer

Kreislaufwirtschaft zum Einsatz kommen, sollten hingegen für geschlossene Lebenszyklen entwickelt werden. Es handelt sich dabei um einen Zugang zu Produktdesign und Gestaltung, der seine Wurzeln im **Ökodesign** hat. Ziel von Ökodesign ist die Reduktion **der negativen Umweltauswirkungen durch Produktgestaltung bei gleichbleibendem oder höherem Nutzen.**

Was kann die Produktgestaltung zu einer kreislauffähigeren Bauwirtschaft beitragen?

Wie müssen Komponenten für Gebäude gestaltet sein?

In der Planungsphase ist der Hebel am Größten!

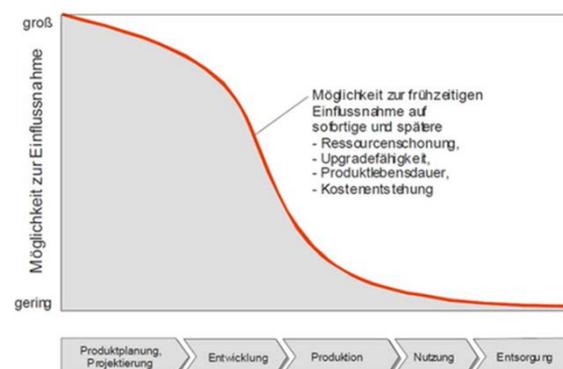


Abbildung 8: Einfluss Produktplanung auf nachfolgende Lebensphasen¹⁹

Beitrag der Produktgestaltung zur Ressourcenschonung und Abfallvermeidung

Design für Kreislaufwirtschaft (design for circularity) umfasst die Gestaltung von Produkten und die Entwicklung von Dienstleistungen, die das herkömmliche Konzept vom „Lebensende“ eines Produkts ersetzen. Das Schließen von Ressourcenströmen passiert dabei in verschiedenen Lebenszyklusphasen. Das wird durch **Innovation und neue Unternehmens- und Organisationsmodelle** ermöglicht und zielt auf **nachhaltige Entwicklung durch den Erhalt der Funktionsfähigkeit von Ökosystemen und des menschlichen**

¹⁹ Heßling, T. 2006

Wohlbefindens ab. Innovationen im Sinne einer Kreislaufwirtschaft sollen Nutzen stiften, Werte erhalten und nachhaltig sein. In diesem Zusammenhang bedeutet Design Produktgestaltung, die Form, Funktionalität und Nutzen miteinschließt und weit über die äußere Form hinausgeht. → *Siehe Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens*

Design for Circularity - Prinzipien

- weniger Rohstoffe einsetzen - narrow resource flows
- Ressourcen lange nutzen - slow resource flows:
- Kreisläufe schließen - close loops

In der praktischen Umsetzung wird häufig Bezug zu den sogenannten **3Rs – Reduce, Reuse, Recycle** – genommen. Das Konzept wurde zu den **9Rs** weiterentwickelt und die „klassischen Drei“ um folgende Strategien ergänzt: **Refuse, Rethink, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose und Recover Energy** (siehe Grafik Seite 23 im Anhang für weitere Informationen).

Arbeitsaufgabe 2: 9Rs



Findet Beispiele für die einzelnen Strategien.

In diesem Zusammenhang steht die Änderung in der EU-Abfallgesetzgebung durch die **Abfallrahmenrichtlinie**.²⁰ Die vormals dreistufige Abfallhierarchie wurde auf fünf Stufen (siehe Abbildung 9) erweitert: Neu sind die **Vorbereitung zur Wiederverwendung** und die Auftrennung von **Recycling** (gleiche Materialeigenschaften) und sonstigen Verwertungsmöglichkeiten (Verbrennung unter Energiegewinnung, Verfüllung, chemische Verwertung). **Beseitigung** beinhaltet Deponierung und Verbrennung ohne energetische Nutzung.

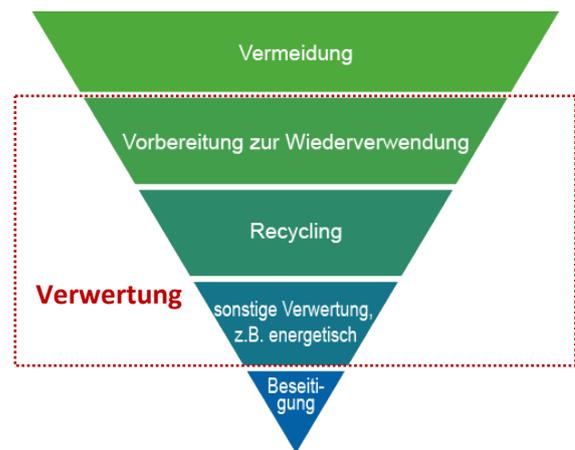


Abbildung 9: Ressourcenhierarchie

Um den Stellenwert der Ressourcenschonung und Abfallvermeidung zu bekräftigen, wird hier die Abfallhierarchie auf den Kopf gestellt und **Ressourcenhierarchie** genannt. Auf **Vermeidung sollte das größte Augenmerk gelegt** werden, da hier der Hebel hinsichtlich der Einsparung an Ressourcen und Emissionen am größten ist. Dieser nimmt von oben nach unten hin ab (siehe Grafik Seite 24 im Anhang für weitere Informationen).

Arbeitsaufgabe 3: Ressourcenhierarchie



Ordnet Beispiele den fünf Stufen zu. Versucht, allgemeine und bauspezifische zu finden.

Aus den 9 Rs wird ersichtlich, dass die prinzipielle Frage gestellt werden sollte, ob ein **physisches Produkt grundsätzlich nötig** ist oder ob man ein Bedürfnis z. B. nach sauberer Wäsche auch mit einer Produktdienstleistung (Teilen von Waschmaschinen) decken kann. Das heißt nicht das Besitzen des Produktes, sondern der Nutzen steht im Vordergrund.

Welches Bedürfnis hast du?

Brauchst du eine Waschmaschine oder brauchst du saubere Wäsche?“

-> Das Bedürfnis nach sauberer Wäsche kann auch durch ein Angebot von Waschküchen in

²⁰ Richtlinie 2008/98/EG, nationale Umsetzung durch AWG Novelle 2010, BGBl I Nr. 9/2011, in Kraft seit 16.02.2011

Mehrparteienhäusern oder durch Nutzen von Waschservices gedeckt werden.

Nutzen statt Besitzen

Wie oft verwendest du eine Bohrmaschine? Musst du selbst eine besitzen oder kannst du sie dir auch ausleihen?

Im Baubereich sollten Entwicklerinnen und Entwickler die Frage stellen, ob ein Abriss oder Neubau sinnvoll und notwendig ist, und ob der notwendige Bedarf für Wohn- oder Arbeitszwecke auch anders gedeckt werden kann, z. B. durch Sanierung, Nutzung von Leerständen, Nachverdichtung oder Teilen von wenig ausgelasteten Räumlichkeiten („Refuse“). → *Siehe auch Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens*

Als Nächstes sollte man darüber nachdenken, ob man das System, in dem sich ein **Produkt** befindet, so ändern kann, dass es **intensiver genutzt** wird, z. B. durch Teilen (Sharing → „Reduce“). Ein Produkt sollte derart konzipiert sein, dass es durch **Energie- und Ressourceneinsparungen im ganzen Lebenszyklus so effizient wie möglich** ist und als Gesamtes wiederverwendet („Reuse“), repariert („Repair“), saniert („Refurbish“), wiederaufbereitet („Remanufacture“), umgenutzt („Repurpose“) und recycelt („Recycle“) werden kann.

Im Zuge der Produktentwicklung ist es auch wichtig darüber nachzudenken, **ab wann** oder **wieso ein Produkt bzw. eine alternative Lösung kreislauffähig(er) ist**. Die Antwort auf diese Frage ist nicht immer einfach. Zum Beispiel kann ein Produkt kreislauffähiger sein, wenn durch eine längere Lebensdauer große Mengen an Ressourcen eingespart werden können, es am Ende aber entsorgt werden muss - jedenfalls ist eine **vergleichende Umweltbewertung** nötig. → *Siehe Modul 4 Umweltauswirkungen entlang des Lebenszyklus, Modul 5 Abbildung der Kreislauffähigkeit auf Produkt- und Gebäudeebene*

Ein zu hundertprozentig kreislauffähiges bzw. abfallfreies Produkt, das aus Sekundärrohstoffen besteht und am Nutzungsende vollständig in den Kreislauf zurückgeführt wird, ist ein eher theoretisches Konstrukt. Am ehesten wäre das im biologischen Kreislauf realisierbar. In der Realität lassen sich Verluste nicht vermeiden, weswegen der **Fokus** auf dem oben beschriebenen **Schließen von Kreisläufen und der Verringerung und Verlangsamung des Ressourcenverbrauchs** liegt.

Nicht nur die Menge des Verbrauchs bzw. des anfallenden Abfalls, sondern auch die Art bzw. die Gefährlichkeit gilt es zu reduzieren. Dies kann durch eine geeignete Materialwahl und Funktionsweise gelingen. → *Siehe auch Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens*

Kreislaufwirtschaft braucht neue Geschäftsmodelle

Das Denken in Kreisläufen geht mit einem neuen Verständnis von „Wert“ in einem wirtschaftlichen System einher. In einem linearen Modell wird Erfolg am Durchsatz gemessen, z. B. als BIP. Wohingegen das Hauptaugenmerk im Kreislaufmodell auf dem Erhalt des Bestandes und des Wertes von Ressourcen liegt. Dadurch entstehen neue Wege für Hersteller und Produzenten, Wert(schöpfung) zu erzeugen: Im Gegensatz zum Generieren von Profit durch den Verkauf von Produkten erwirtschaften die Unternehmen ihren Profit nun durch Material- und Produktströme im Verlauf. Dies bedeutet eine Abkehr vom Prinzip, Produkte für eine kurze Lebensdauer zu produzieren, wozu ein lineares Modell einen inhärenten Anreiz bietet. Dazu ist es für ein Unternehmen wichtig zu **verstehen, wie der Wert eines Produktes oder einer Dienstleistung zustande kommt** bzw. erzeugt werden kann. Kreislaufwirtschaft verändert die Wertschöpfungskette **und deren Akteure werden neu bzw. anders kooperieren. Gegebenenfalls bilden sich komplett neue Unternehmensnetzwerke.**

Neue Ideen und Kooperationen sind gefragt

Die Ausrichtung von Produktion und Bautätigkeit in Richtung Kreislaufwirtschaft ist komplex, aber möglich. Wir haben uns an das etablierte lineare System gewöhnt, genauso wie Zulieferer, Hersteller, Abnehmer, Kundinnen und Kunden, Entsorger etc. Hier sind neue Wege und Lösungen gefragt, um mit weniger gleich viel bzw. mehr Nutzen zu erreichen!

Um ein kreislauffähigeres System erst möglich zu machen, müssen neue Modelle entwickelt werden, zum Beispiel Produkt-Service-Systeme, Leasing, gemeinschaftliche Nutzung und Sharing-Plattformen, und solche, die sich auf Reparatur und Wartung konzentrieren, um die Lebensdauer zu verlängern. → *Nähere Erläuterungen und Beispiele dazu im Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens*

Kreislaufwirtschaft wird auch durch Geschäftsmodelle unterstützt, in denen die Funktion des Produkts am Markt angeboten wird und nicht das Produkt selbst, z. B. Streaming-Dienste statt DVD-Verkauf. Oft wird dabei auch uns KonsumentInnen eine neue Rolle zugeschrieben. So entsteht ein Wandel vom traditionellen Konzept der Zuliefererkette hin zu einer Wertschöpfungskette, die Teil anderer Netzwerke ist, die verschiedene Flüsse von Ressourcen, Wissen und Fähigkeiten ermöglichen.

OpenDesk²¹, eine Online-Plattform aus London, vernetzt Designschaffende, Kundschaft und Herstellende und fördert damit lokale Kooperationen mit Handwerksbetrieben vor Ort. Über die Online-Plattform können Konstruktionsentwürfe von Designerinnen und Designer gekauft werden, die von Handwerksbetrieben in der Nähe der Kundschaft ausgeführt werden. Durch die Nähe zur Kundschaft fallen geringere Transportkosten und -emission an und es ist weniger Verpackungsaufwand nötig.



Abbildung 10: Beispiel OpenDesk-Plattform, Bauteil

4. Bauen und Kreislaufwirtschaft

Gebaute Umgebung beinhaltet Gebäude und Infrastruktur inklusive Transport-, Telekommunikations-, Energie-, (Ab)Wasser- und Abfallsysteme. Ihre Gestaltung, Planung und Errichtung tragen maßgeblich zu Gesundheit, Wohlbefinden und Produktivität der Menschen bei. Wenngleich die Erzeugnisse der Baubranche stabil und langlebig sind, wird diese ständig von sozialen Veränderungen beeinflusst, wie in untenstehender Tabelle ersichtlich ist.

TRENDS IN DER BAUBRANCHE

1	Mangel an ausgebildeten Fachkräften, sehr konjunkturabhängig
2	Vorfertigungsgrad steigt, Bauzeit sinkt
3	kleinere, smartere Eigenheime
4	Offene Grundrisse
5	Nachhaltiges Bauen
6	Building Information Modelling - BIM
7	Sicherheit von Gebäuden
8	Einfamilienhaushalte nehmen zu, Mehrgenerationenhäuser ab
9	Neue Technologien in der Planungsphase
10	Umbauten und Sanierungen, vor allem im Luxussegment
11	Erwerber von Eigentum suchen kurze Wege in fußläufiger Distanz, Quartiere
12	Renovierung und Anpassung Gebäuden im Bestand

²¹ <https://www.opendesk.cc/>

Entwicklungen in Österreich

Etablierte und neue Bauweisen:

- Vorherrschende Massivbauweise: mineralische Baustoffe wie Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton etc.
- Schlüsselfertige Häuser mit flexibler und möglichst offener Raumaufteilung
- „Fertighaus“ – Fertigbauweise mit hohem Vorfertigungsgrad der Bauteile
- Kurze Errichtungszeiten mit vorgefertigten Bauteilen zw. vier und sechs Monaten
- Leichtbau: Außenwände mit tragender Holzkonstruktion
- Holzriegelbau mit Dämmstoffen gefüllt und Innenseite mit Holz- oder Gipskartonplatten auf Baustelle beplankt
- Holztafelbau: Wandkonstruktion aus Holz/Dämmstoff/Holz

Veränderte Nutzungsgewohnheiten:

- Weniger Mehrgenerationenhäuser
- Steigender Flächenbedarf pro Person
- Familiengrößen nehmen ab
- Zunehmende Leerstände
- Steigende Immobilienpreise
- Sinkende Lebensdauer bzw. Nutzungsdauer von Gebäuden, vor allem in den Ballungsräumen aufgrund des Preisdruckes

Umweltauswirkungen entstehen in allen Phasen des Gebäudelebenszyklus: angefangen von der Rohstoffgewinnung und Herstellung der Bauprodukte über die Gebäudekonstruktion und Nutzungsphase, bis hin zu Sanierung und Umgestaltung und schlussendlich dem Abfallmanagement. In der Planungsphase besteht der größte Hebel zur Beeinflussung des späteren Material- und Energieverbrauches. Alle Lebensphasen müssen diesbezüglich in der Planung mit bedacht werden. → *Siehe auch Modul 4 Umweltauswirkungen entlang des Lebenszyklus*

Abfall zu reduzieren bedeutet nicht nur, die richtigen Materialmengen zu bestellen. Bei

den derzeitigen Methoden der Bauwirtschaft ist **Abfall durch die Ausgestaltung vorprogrammiert**, besonders dort, wo Standardgrößen verwendet werden, z. B. bei klassischem Mauerwerk oder Bogenware.

Gebäudeschichten und Lebenszyklen

Ein Gebäude ist eine komplexe Einheit mit zahlreichen Komponenten, die wiederum verschiedene Ressourcen beanspruchen und eine unterschiedliche Lebensdauer haben. Deshalb gibt es in der Branche auch verschiedenste Herausforderungen und Möglichkeiten bei der Entwicklung und Nutzung nachhaltiger und kreislauffähiger Gebäude. Der **britische Architekt Frank Duffy** hat **Gebäude als Schichtmodell** betrachtet. Er verdeutlichte damit den Umstand, dass einzelne Bestandteile (Schichten) unterschiedlich lange halten und unterschiedlich oft ausgetauscht werden. Um dies möglichst effizient und ressourcenschonend zu gestalten, müssen die Schichten voneinander lösbar sein, ansonsten kommt es zum gesamten Abriss oder unnötigen Austausch von Gebäudeteilen und damit vermeidbaren Ressourcenverbräuchen und Abfallaufkommen. Darauf ist bei der Planung Rücksicht zu nehmen, damit das Gebäude einfach wartbar, anpassbar, modular etc. ist. Je nach Lebensdauer sind demnach unterschiedliche Möglichkeiten zur Kreislaufschließung aus dem technischen Kreislauf anwendbar und realisierbar.

Der Rohbau (Struktur) hat eine Lebensdauer von 50 – 100 Jahren, die Fassade (Hülle) von 25 – 50 Jahren, also die Hälfte. Die Einbauten wie Böden oder Fenster (Innenausbau) haben eine Lebensdauer von 15 – 25 Jahren und Installationen (Technik) wie Armaturen von 5 – 15 Jahren. Des Weiteren können sich Nutzende und Besitzende im Zeitverlauf ändern und neue Bedürfnisse und Ideen für die Gebäudenutzung mit sich bringen²².

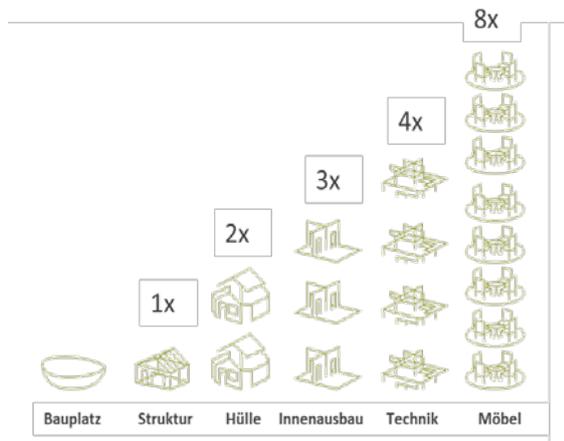


Abbildung 11: Materialumsatz im Schichtenmodell²³

Die Komplexität unserer gebauten Umgebung führt dazu, dass ein lineares Modell bei Gebäuden und Infrastruktur bevorzugt wird. Immerhin ist es nicht leicht, so viele Faktoren aufeinander abzustimmen!

Negative externe Effekte

Eines der Kernziele der Kreislaufwirtschaft ist es, **negative externe Effekte zu internalisieren**. Das bedeutet, sie als Preis in den Handel am Markt einfließen zu lassen. Produkte und Dienstleistungen mit negativen Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Umwelt müssten eigentlich höhere Preise haben, um die Kosten für z. B. Gesundheitsleistungen oder Wiederherstellung von Ökosystemen abdecken zu können. Derzeit werden diese Kosten auf die Allgemeinheit - unsere Gesellschaft - übertragen, obwohl sie sie nicht verursacht hat.

Externe Effekte nennt man alle Effekte, die durch den Austausch von Leistung und Gegenleistung am Markt verursacht werden, für die aber niemand bezahlt. Leicht nachvollziehbare negative externe Effekte der Baubranche sind insbesondere der Beitrag zum Klimawandel, Lärm, Luftverschmutzung und die Beeinträchtigung der Ressourcen Boden und Wasser. Dazu kommen noch Auswirkungen wie Effekte auf das

Wohlbefinden und die Gesundheit von Menschen, Tieren und Biosphäre, Beschäftigung und soziale Gerechtigkeit. Diese externen Effekte treten entlang des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes auf - in der Nutzphase, bei Rohstoffgewinnung, Produktion, Transport, Installation und Montage von Materialien/Komponenten und deren Rückbau/Abriß. Die negativen externen Effekte einzudämmen ist ein wichtiges Ziel, um unser natürliches Kapital zu pflegen und die Nutzung, den Wert unserer Ressourcen zu steigern und für die nächsten Generationen zu erhalten.

Ein **positiver externer Effekt** ist beispielsweise die Verschönerung der Umgebung durch die sorgfältige Renovierung eines Gebäudes, von der auch Passantinnen und Passanten profitieren. Diese können am renovierten Gebäude vorbeigehen und sich über die schöne Fassade freuen, ohne etwas für die Renovierung bezahlt zu haben. Ein negativer externer Effekt der gleichen Renovierung könnten der Feinstaub und Lärm der Baustelle sein.

Zusammenfassung

Der Baubereich zeichnet für 2/3 des Abfallaufkommens und die Hälfte des Ressourcenverbrauches in Österreich verantwortlich. Um in Zukunft mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen in wirtschaftlicher und umweltverträglicher Weise umgehen und Potentiale in hohem Maße nutzen zu können, ist ein Umdenken in Richtung Kreislaufwirtschaft und Nachhaltiger Produktgestaltung notwendig. In einer Kreislaufwirtschaft werden durch vorausschauende Planung und intelligente Produktgestaltung Abfall und Emissionen vermieden und ein möglichst hoher Nutzen erzielt. Der Planung und Gestaltung von Gebäuden kommt hier einer großen Bedeutung zu, da in der frühen Phase des Produktlebenszyklus der Hebel für positive Veränderungen am Größten ist.

²³ Nach Frank Duffy, 1970er und Stuart Brand Layers Diagram 1990er

5. Projekte und Beispiele

Es gibt aktuell einige Studien und Projekte, zur Auslotung und Vorbereitung einer kreislauffähigeren und ressourcenschonenderen Baubranche.

Die genannten Unternehmen und Produktbeispiele sind zur inhaltlichen Orientierung gedacht und stellen keine Empfehlung oder Bewertung dar. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Details zu Produktgestaltung und Gebäudeplanung finden sich in *Modul 2 Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens*.

Projekt und Studien

[Circular Economy in the Built Environment](#)
ARUP (2016), Report; <https://www.arup.com/>

BAMB – Building As Material Banks,
<https://www.bamb2020.eu/>

[Circular House](#) – Sustainable and reusable housing in Denmark, Orbicon.com

KATCH_e <https://www.katche.eu/de/>,
Ausbildungsmaterialien zur Kreislaufwirtschaft im Bau- und Möbelbereich, zugänglich auf der [Knowledge Platform](#)

NEST - [Forschungsprojekt NEST](#) Next Evolution in Sustainable Building Technologies

Beispiele aus Österreich:

Nachwachsende und regionale Rohstoffe – z. B. Life Cycle Tower, Dornbirn; HoHo Wien, Häuser aus Stroh, Massivholzbau mit Holzdübel

[Holz-Lehm-Haus](#), ökologische und baubiologisch gesunde Energiesparhäuser

Bsp. Vivihouse der TU Wien, Bausystem zur Errichtung mehrgeschossiger Gebäude für gemischte Nutzungen. Das System basiert auf einer modularen Holzskelettbauweise, die speziell für den Einsatz ökologischer Materialien optimiert ist: wie Strohballen als

Dämmstoff, Holzrahmen oder Kalk- und Lehmputze.

[Materialnomaden](#) – Reuse von Bauteilen und Konzeptentwicklung, AT

Beispiel Strohhaus
<http://www.unserstrohhaus.at/>

Nachverdichtung, Sanierung – z. B. magdas Hotel: Umbau eines ehemaligen Seniorenheims aus den 1960er Jahren in ein Hotel mit 78 Zimmern, das als Social-Business Projekt läuft und Arbeitsplätze für Asylwerber bietet. Einrichtung aus upgecyclten Möbeln. 1020 Wien

Modulares Bauen und Industrialisierung der Fertigungsprozesse – z. B. [Lukas Lang Building Technologies](#), [HoHo Wien](#)

Alternative zu Wärmedämmverbundsystemen – **lösbare Fassadendämmung**, Kleberlose Klettfassade von [STO StoSystain® R](#)

Modulares Fassadensystem [Winterface](#)

Nutzung – Gemeinschaftliches Wohnen und Arbeiten – [VinziRast-mittendrin](#) ist ein innovatives, weltweit einmaliges soziales Wohnprojekt. Ehemals wohnungslose Menschen und Student*innen wohnen, arbeiten und lernen gemeinsam unter einem Dach. Plus: **Sanierung, Umbau und Erweiterung** eines. Wien 1090

Plattform zum Kauf und Verkauf von Baumaterialien - [Bautastisch](#)

Verwertungsorientierter Rückbau – BauKarussell, <https://www.baukarussell.at/>

UrbanMining - TU Wien hat das vierjährige Forschungsprojekt "[Mining the European Anthroposphere](#)", COST Action

[Christian Doppler Labor Anthropogene Ressourcen](#), TU Wien, Case Study A: Ressourcenpotential der gebauten Infrastruktur

Literaturverzeichnis

Amtsblatt der Europäischen Union (2018): RICHTLINIE (EU) 2018/851 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle, S. 1.

Brand, Stewart (1994): How buildings learn. What happens after they're built. New York, NY: Viking

COM/2011/21: Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020, <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2011/DE/1-2011-21-DE-F1-1.Pdf>

COM/2011/57: Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa, Präzision von Zielen

COM/2017/490: Liste kritischer Rohstoffe für die EU. Definiert die Rohstoffe, die für die europäische Wirtschaft wichtig sind, aber ein hohes Versorgungsrisiko haben; wird alle drei Jahre von der EU herausgegeben.

COM/2015/614: Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft

DGNB 2019: Circular Economy - Kreisläufe schließen, heißt zukunftsfähig sein, Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Report 2019

Europäisches Parlament (2018): Circular economy package. Four legislative proposals on waste. Briefing on EU Legislation in Progress, July 2018.

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625108/EPRS_BRI\(2018\)625108_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/625108/EPRS_BRI(2018)625108_EN.pdf)

Heßling, Thomas (2006): Einführung der Integrierten Produktpolitik in kleinen und mittelständischen Unternehmen, Dissertation am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München

Richtlinie 2018/851 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle (PE/11/2018/REV/2). Die Novellierung der AbfallrahmenRL wird mit der Umgestaltung der klassischen Abfallwirtschaft zu einer „nachhaltigen Materialwirtschaft“ zur Schonung von Mensch, Umwelt und natürlichen Ressourcen begründet.

Richtlinie 2018/851 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle (PE/11/2018/REV/2). Die Novellierung der AbfallrahmenRL wird mit der Umgestaltung der klassischen Abfallwirtschaft zu einer „nachhaltigen Materialwirtschaft“ zur Schonung von Mensch, Umwelt und natürlichen Ressourcen begründet.



Vertiefungsmöglichkeit und Lehrmaterialien in englischer Sprache - siehe Ergebnisse des EU Projektes KATCH_e zu Kreislauffähiger Gestaltung im Bau- und Möbelbereich. Zielgruppe sind Studierende, Lehrende und Unternehmen, aber ausgewählte Teile sind durchaus für HTL Schüler und Schülerinnen geeignet. Der online Kurs (MOOC) bietet einen guten Überblick über die Inhalte und Tools.

Allgemeine Informationen: <https://www.katche.eu/de/>

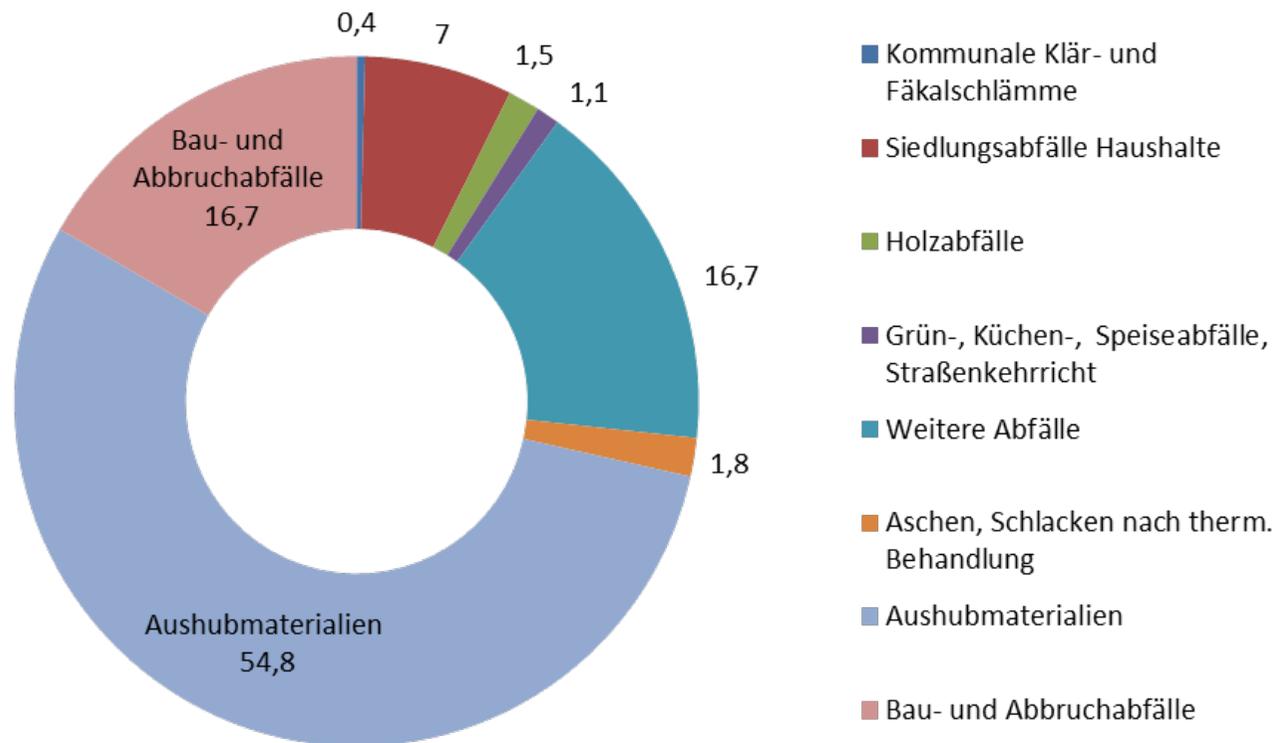
Wissensplattform mit theoretischen Modulen und praktischen Tools und Best-Practice Beispielen:

<https://www.katche.eu/knowledge-platform/>

Die Inhalte stehen nach einer einmaligen Registrierung und Anmeldung frei zur Verfügung.

Anhang

Abbildung 2: Abfallaufkommen in Österreich in %²⁴



²⁴ BAWPL 2017, Bundesabfallwirtschaftsplan 2017

Abbildung 3: lineares Modell des Wirtschaftens²⁵

LINEARES MODELL

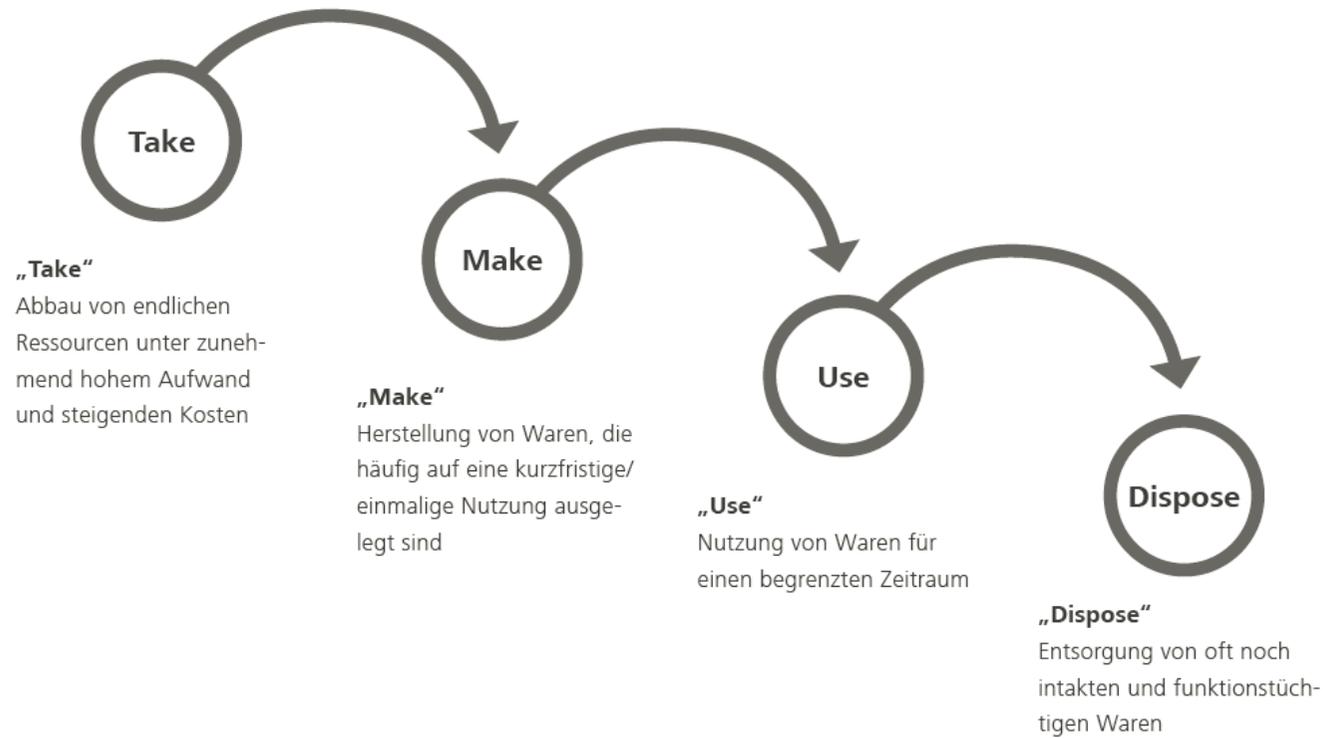


Abbildung 4: auf Kreisläufe ausgerichtetes Wirtschaften²⁶

²⁵ DGNB 2019: Circular Economy, Kreisläufe schließen, heißt zukunftsfähig sein, Report 2019

²⁶ DGNB 2019: Circular Economy, Kreisläufe schließen, heißt zukunftsfähig sein, Report 2019

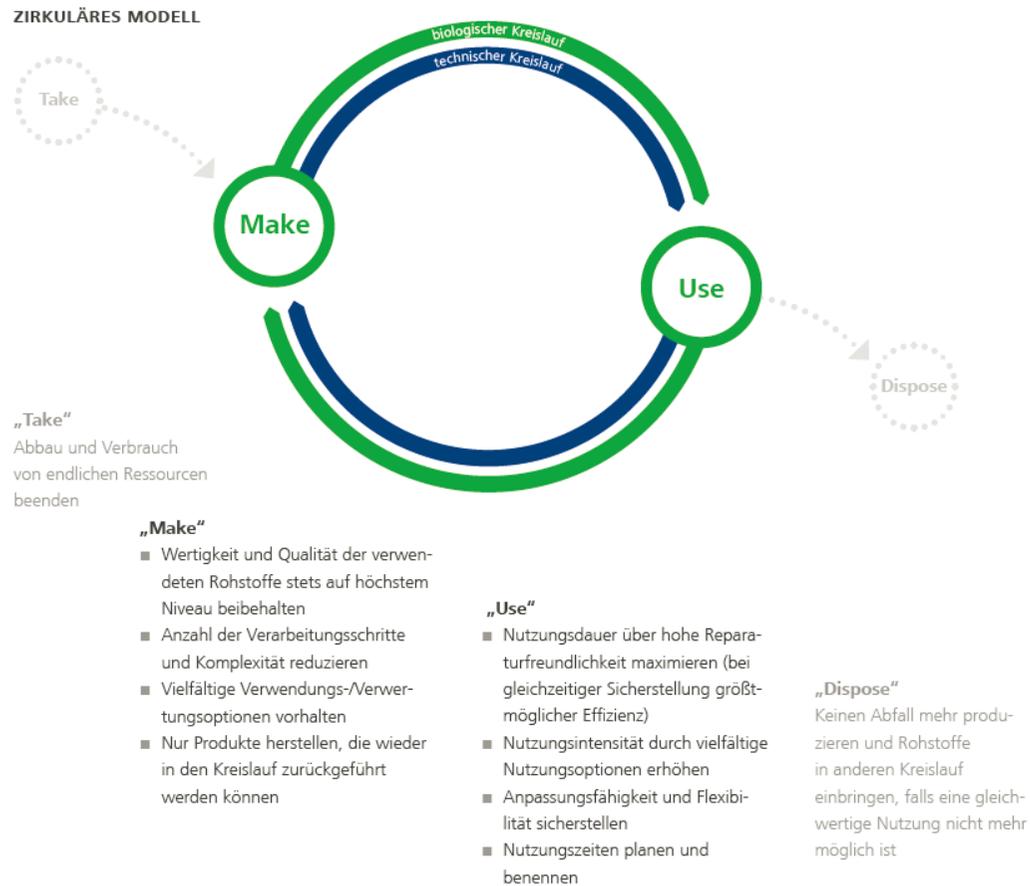


Abbildung 6: Butterfly Diagramm der Ellen McArthur Foundation²⁷

²⁷ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/infographic>

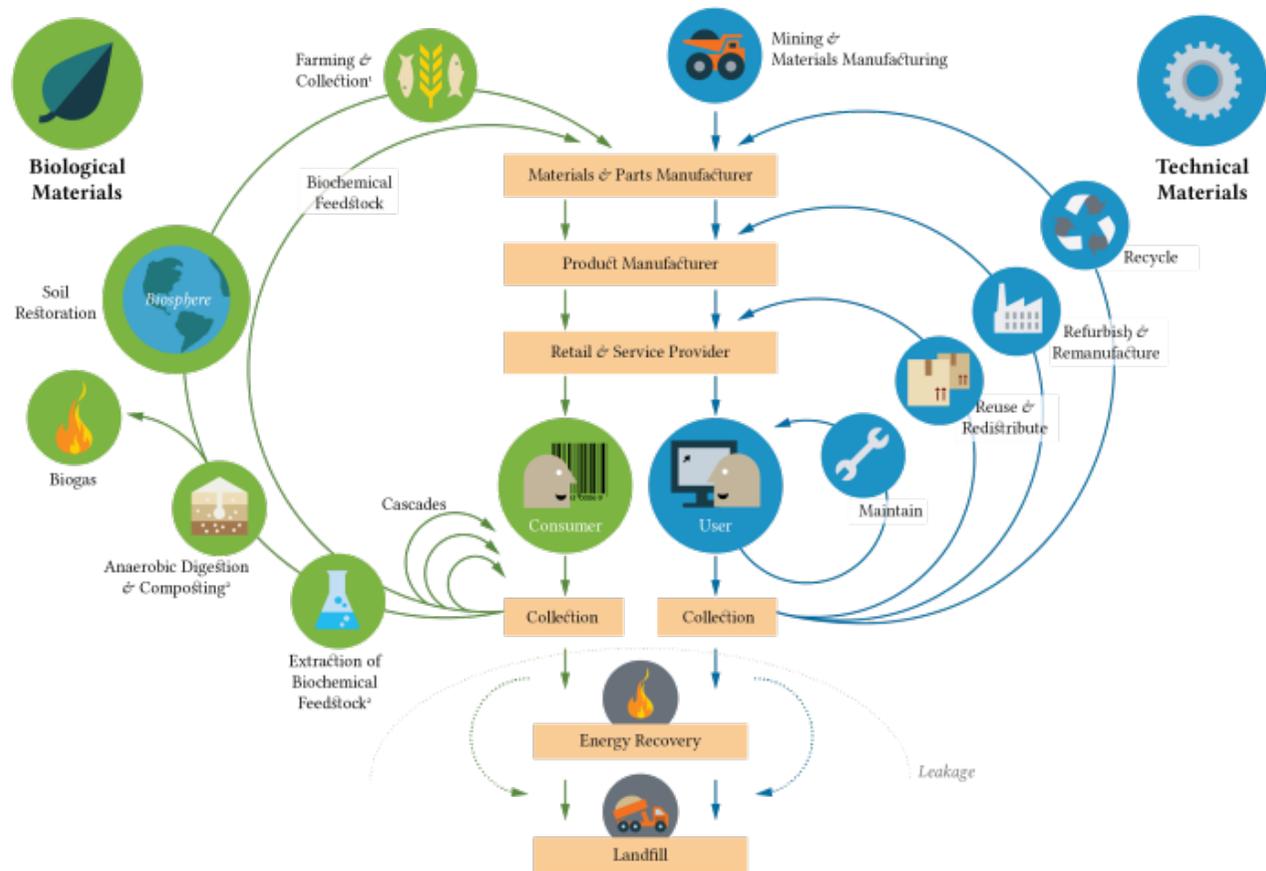
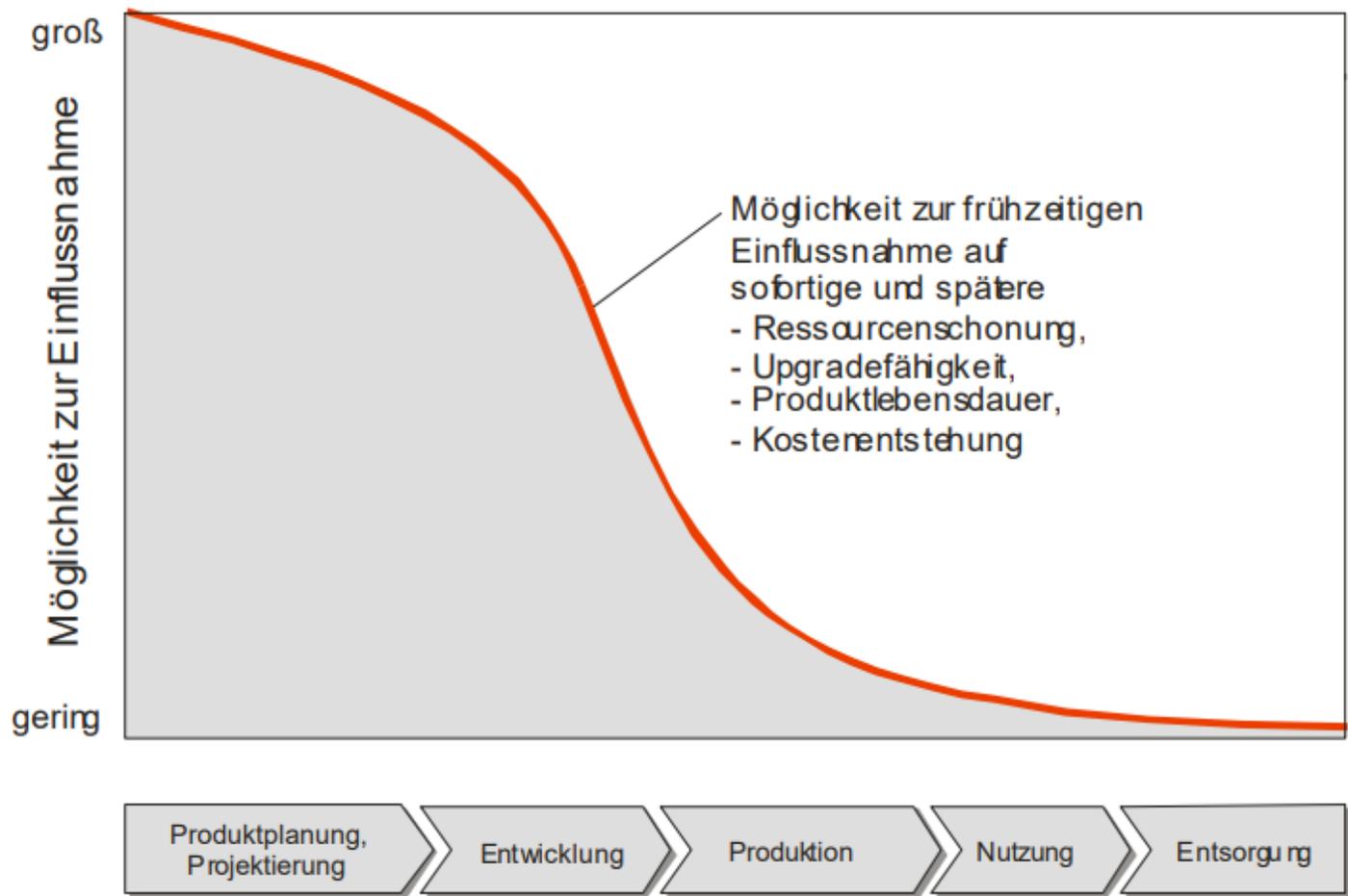


Abbildung 8: Einfluss Produktplanung auf Umweltwirkung²⁸

²⁸Heßling, T. 2006, nach LINDEMANN, U.; MÖRTL, M.



9R Strategien zur Unterstützung einer Kreislaufwirtschaft

Circular economy		Strategies	
Smarter product use and manufacture	R0 Refuse	Make product redundant by abandoning its function or by offering the same function with a radically different product	
	R1 Rethink	Make product use more intensive (e.g. by sharing product)	
	R2 Reduce	Increase efficiency in product manufacture or use by consuming fewer natural resources and materials	
Extend lifespan of product and its parts	R3 Reuse	Reuse by another consumer of discarded product which is still in good condition and fulfils its original function	
	R4 Repair	Repair and maintenance of defective product so it can be used with its original function	
	R5 Refurbish	Restore an old product and bring it up to date	
	R6 Remanufacture	Use parts of discarded product in a new product with the same function	
	R7 Repurpose	Use discarded product or its parts in a new product with a different function	
Useful application of materials	R8 Recycle	Process materials to obtain the same (high grade) or lower (low grade) quality	
	R9 Recover	Incineration of material with energy recovery	

Increasing circularity

Linear economy

Hilfestellung zu Arbeitsaufgabe 2, Kapitel 3, Seite 11

→ **Arbeitsaufgabe zu den 9Rs:**
Findet Beispiele für die einzelnen Strategien

Refuse: Kauf/Produktion hinterfragen

Rethink: Neu/anders konzipieren

Reduce: Ressourceneinsatz reduzieren

Reuse: Wiederverwenden

Repair: Reparieren, Wartung

Refurbish: sanieren, upgraden

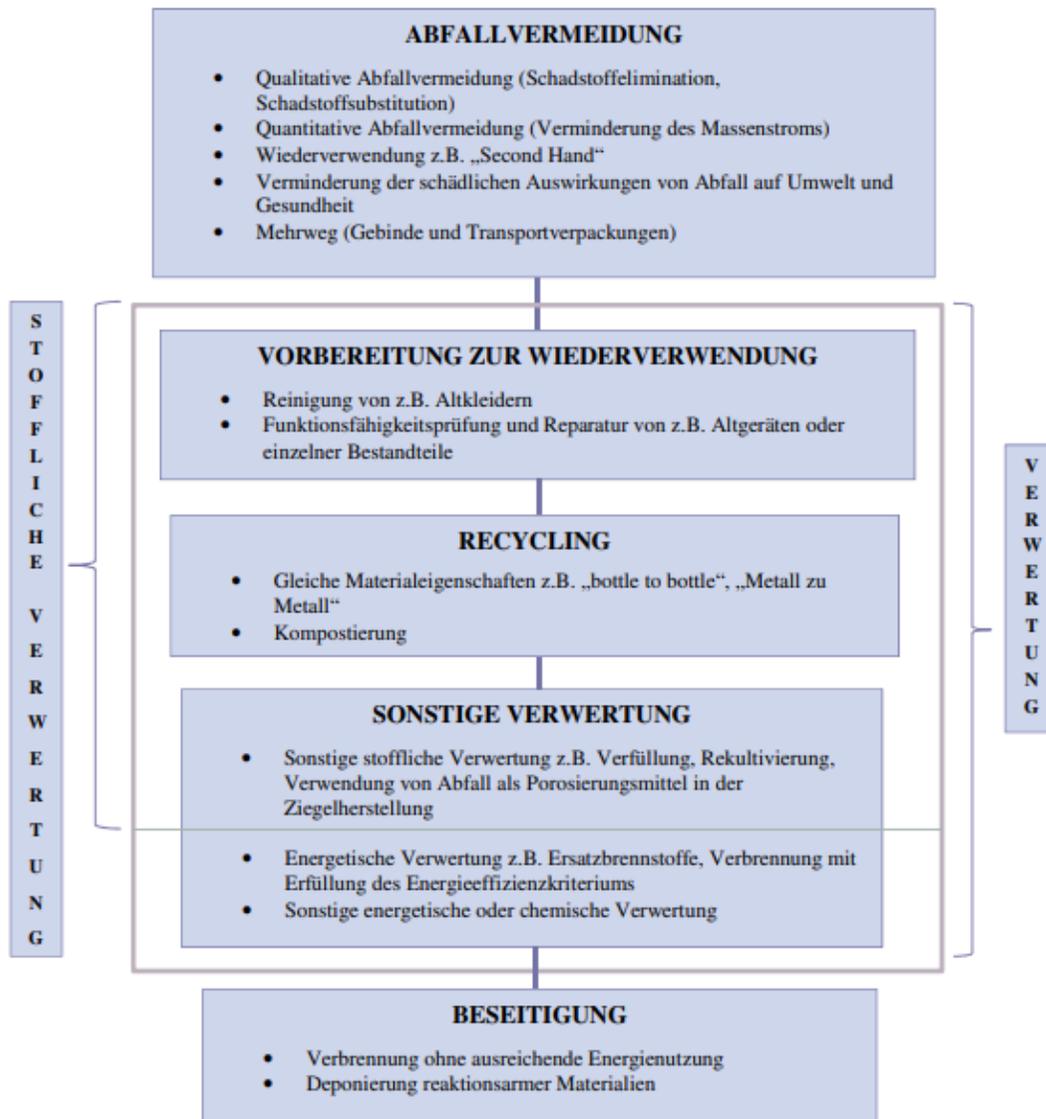
Remanufacture: Bauteile wiederaufbereiten

Repurpose: für anderen Zweck umfunktionieren

Recycle: stoffliches Recycling

Recover: Energie rückgewinnen

5 Stufen der Ressourcenhierarchie



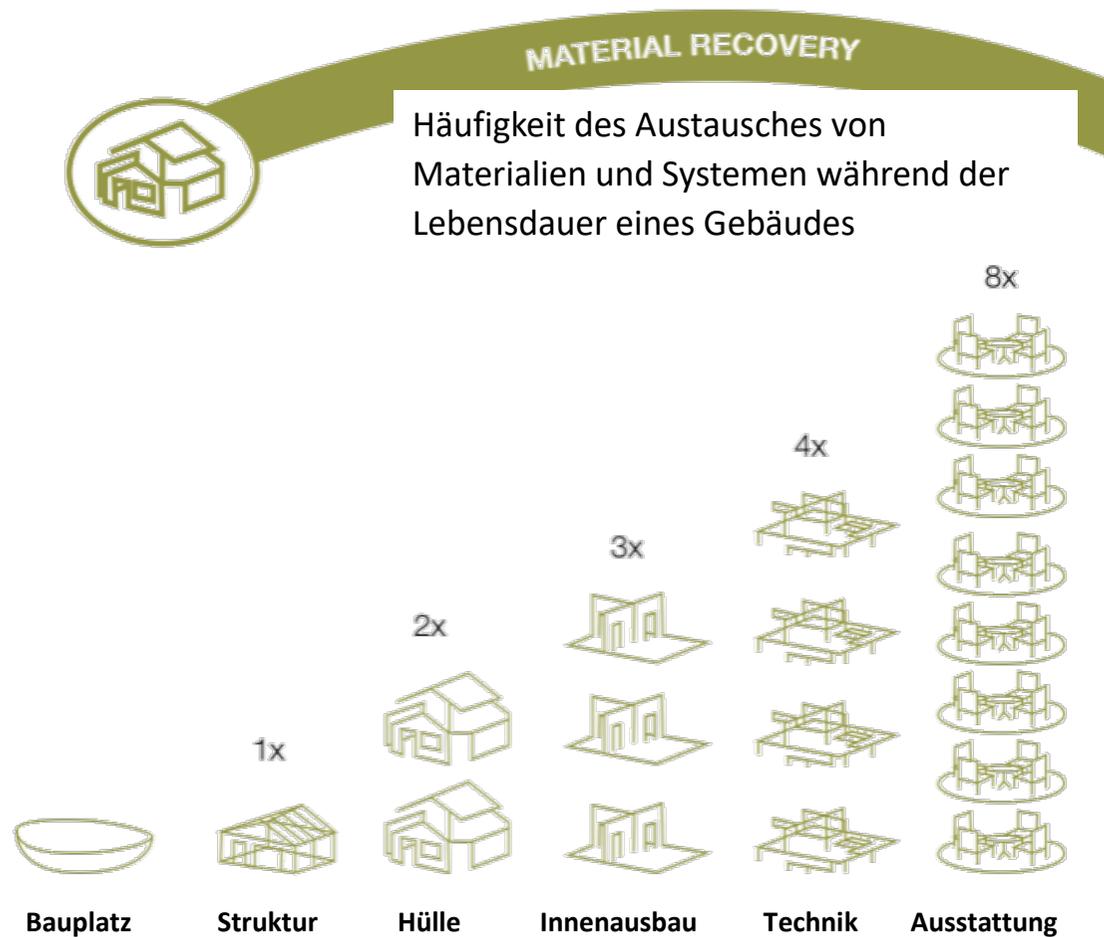
Hilfestellung zu Arbeitsaufgabe 3, Kapitel 3, Seite 11

→ **Arbeitsaufgabe zur Ressourcenhierarchie:** Ordnet Beispiele den fünf Stufen zu. Versucht, allgemeine und bauspezifische zu finden.

Wichtig ist die Unterscheidung von Maßnahmen zur Abfallvermeidung, wo Abfälle erst gar nicht anfallen und Möglichkeiten der Abfallverwertung. Hier sind Abfälle bereits entstanden - Besitzende, Verursachende haben sich der Güter bereits entledigt – und verschiedene Maßnahmen zur möglichst hochwertigen Verwertung sollen ausgewählt werden.

Generell gilt, Abfallvermeidung hat die oberste Priorität, vor der Wiederverwendung, Recycling etc.

Abbildung 11: Materialumsatz im Schichtenmodell²⁹



Bauplatz	Gebäudestandort
Struktur	Grundgerüst des Gebäudes
Hülle	Fassade und Außengestaltung
Innen- ausbau	Innenausstattung des Gebäudes (Wände, Böden, Türen, Fenster, etc.)
Technik	Technische Gebäudeausstattung (Strom-, Wärme-, Wasserversorgung)
Aus- stattung	Keine fix verbauten Einrichtungsgegenstände, Licht, IKT

²⁹ Brand, Steward (1994)