



Handbuch für Ausbilder: Kreislaufwirtschaft im Bausektor





No. 2020-1-ES01-KA202-083246

Erasmus+ Programm der Europäischen Union, Aufruf 2020.

Leitaktion 2 der Zusammenarbeit für Innovation und den Austausch bewährter Verfahren im Rahmen der strategischen Partnerschaften für die Berufsbildung.



Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

INHALTSVERZEICHNIS

ZIELE	5
EINFÜHRUNG	5
KAPITEL 1. KREISLAUFWIRTSCHAFT	7
Einführung	7
Kreislaufwirtschaft: Grundprinzipien	9
9R-Modell	12
Schmetterlingsdiagramm	13
KAPITEL 2. KREISLAUFWIRTSCHAFT IM BAUSEKTOR	15
Einführung	15
Umweltauswirkungen im Zusammenhang mit dem Bausektor	17
Instrumente zur Messung und Unterstützung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor	20
Lebenszyklusanalyse (LCA)	20
Umwelt-Produktdeklarationen (EPD)	23
Level(s)	24
Materialausweise	25
Cradle-to-Cradle-Zertifizierung	26
KAPITEL 3. STRATEGIEN ZUR VERWIRKLICHUNG EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT IM BAUSEKTOR	27
Einführung	27
Auswahl von Materialien mit geringen Umweltauswirkungen während ihres gesamten Lebenszyklus	28
Rückbaugerechte und anpassungsfähige Bauweise	29
Kreislaufwirtschaftliche Strategien in Bezug auf die bebaute Umwelt	33
Rückbau	35
Zirkuläre Lieferkette: Rückgewinnung und Recycling	38
Verlängerung der Produktlebensdauer	39
Rückgewinnung von Ressourcen aus Abfällen	39
Produkte als Dienstleistung	40
Plattform-Sharing	40
KAPITEL 4 . EUROPÄISCHE POLITIK ZUR KREISLAUFWIRTSCHAFT	41
Europäischer Grüner Deal	41
Neue Renovierungswelle	43
QUELLENVERZEICHNIS	45

Ziele

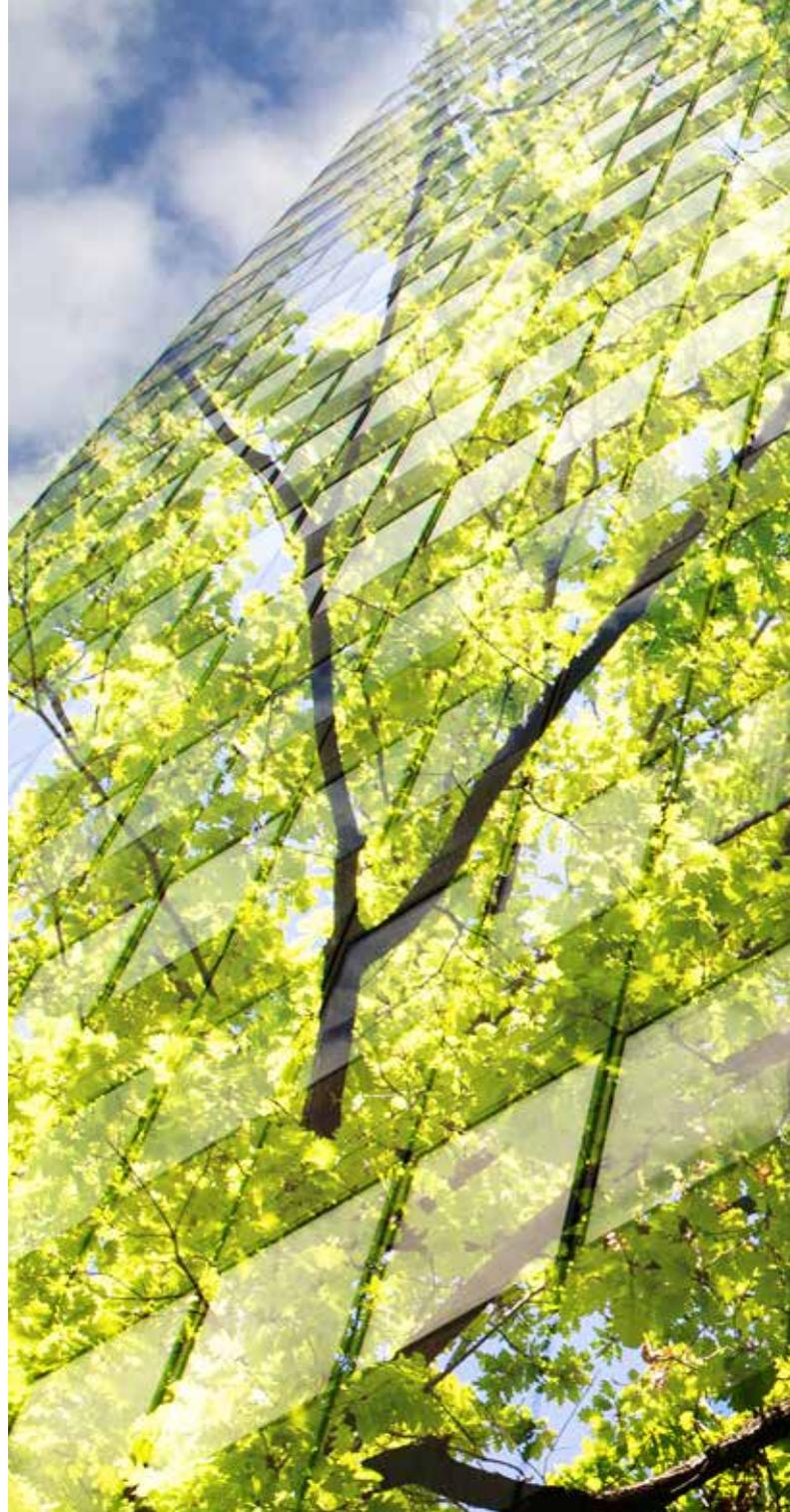
- Kenntnis des Konzepts der Kreislaufwirtschaft und ihrer Grundprinzipien
- Identifizierung der verschiedenen Dimensionen, der Phasen und des Lebenszyklus der bebauten Umwelt sowie der Umweltauswirkungen, die in jeder Phase entstehen
- Kenntnis der Instrumente zur Messung und Unterstützung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor
- Ermittlung von Strategien zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft in allen Phasen des Bausektors
- Kenntnis der neuen Geschäftsmodelle, die durch die Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor entstehen können
- Kenntnis europäischer Kreislaufwirtschaftspolitik in Bezug auf die bebaute Umwelt

Einführung

In diesem Kurs erhalten Sie einen Überblick über die Kreislaufwirtschaft und lernen, wie kreislaufwirtschaftliche Prinzipien auf den Bausektor angewendet werden können.

Kapitel 1 befasst sich mit dem Konzept der Kreislaufwirtschaft und ihren Grundprinzipien als Alternative zum derzeitigen linearen Wirtschaftsmodell. Außerdem werden das 9R-Gesetz und das Schmetterlingsdiagramm erläutert, in dem die verschiedenen technischen und biologischen Kreisläufe von Produkten erklärt werden.

Kapitel 2 beschreibt die Umweltauswirkungen des Bauprozesses in jeder Lebenszyklusphase, die verschiedenen Ebenen, auf denen kreislaufwirtschaftliche Prinzipien berücksichtigt werden sollten, und die verfügbaren Instrumente zur Messung und Unterstützung der Kreislaufwirtschaft während des Bauprozesses.

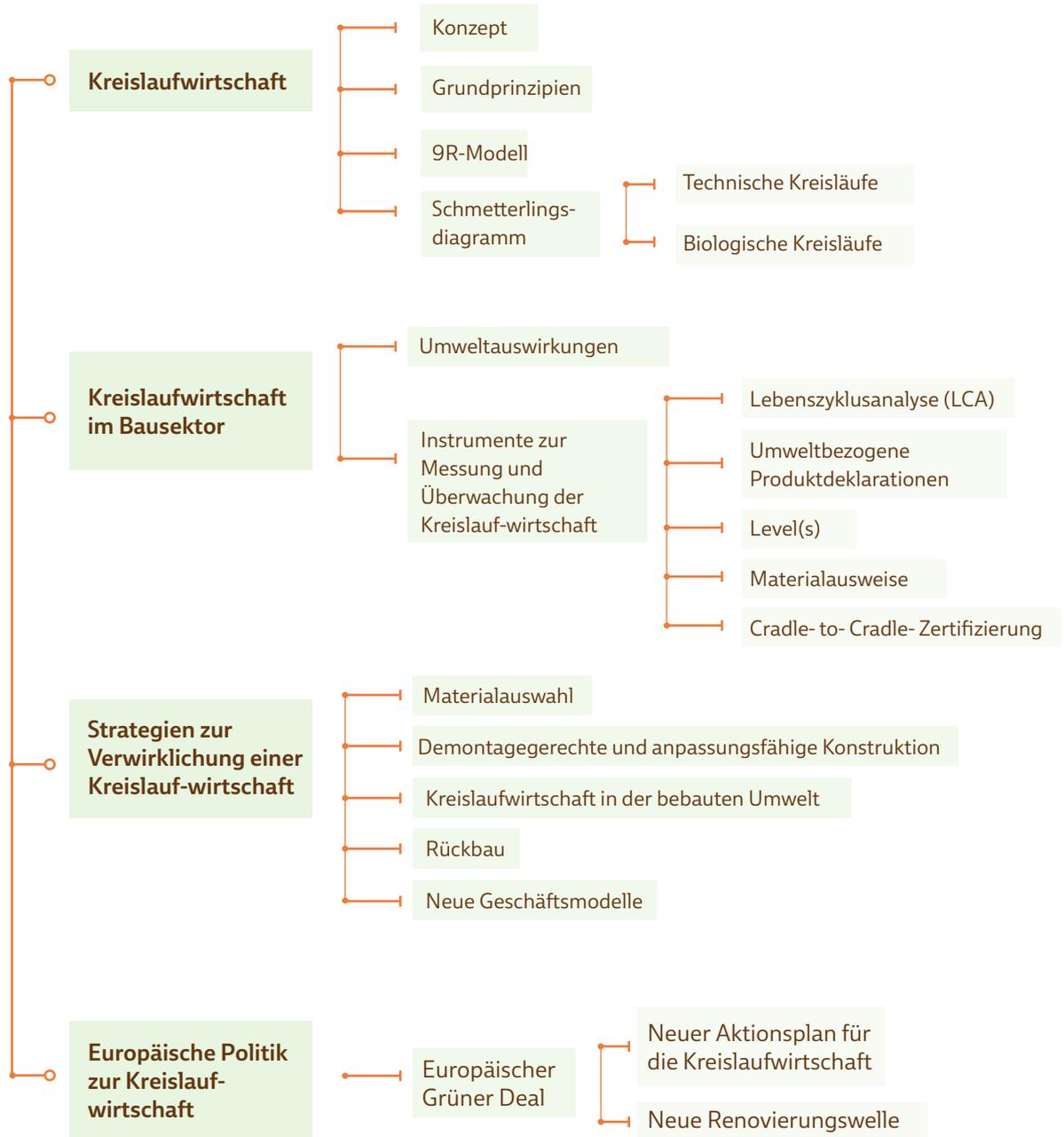


In Kapitel 3 werden anhand von drei Szenarien Strategien zur Verwirklichung einer Kreislaufwirtschaft im Bausektor vorgestellt: die Planung neuer Gebäude, die Sanierung des vorhandenen Gebäudebestands und die Techniken zum Rückbau, wenn ein Gebäude das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat. Neue Geschäftsmodelle, die im Bausektor durch die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft entstehen, werden ebenfalls in diesem Kapitel aufgezeigt.

Abschließend wird in Kapitel 4 die aktuelle europäische Politik zur Kreislaufwirtschaft im Bausektor erläutert.

Übersichtskarte

Handbuch für Ausbilder: Kreislaufwirtschaft im Bausektor



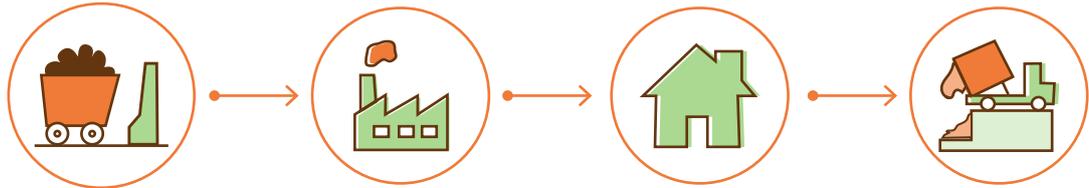


Kapitel 1. Kreislaufwirtschaft

Einführung

Der Klimawandel, der Verlust der biologischen Vielfalt und die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen haben eine beispiellose globale Krise ausgelöst, die nach Ansicht einiger Wissenschaftler ein neues geologisches Zeitalter eingeläutet hat: das Anthropozän.

Diese Situation ist zum großen Teil auf das derzeitige **Produktions- und Konsummodell**, die so genannte „**lineare Wirtschaft**“, zurückzuführen. Dieses Wirtschaftsmodell, das seit der ersten industriellen Revolution besteht, basiert auf dem Muster „produzieren, verbrauchen und wegwerfen“ und geht davon aus, dass die natürlichen¹ Ressourcen unerschöpflich sind. Das lineare Modell stößt jedoch an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit und hat zu erheblichen negativen Umweltauswirkungen² geführt, die die Bewohnbarkeit der Erde für künftige Generationen gefährden.

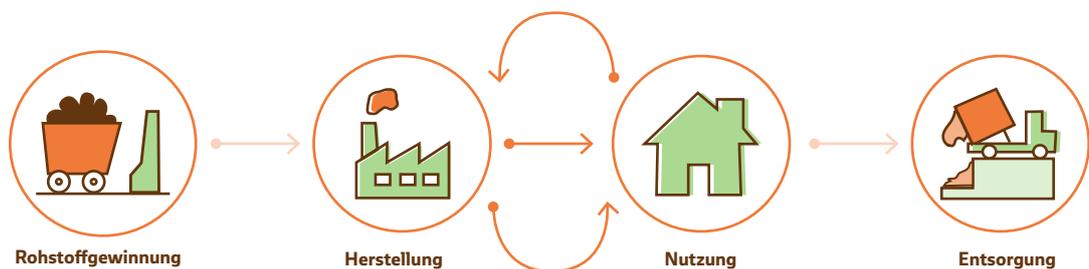


Schema der linearen Wirtschaft. Quelle: GBCE. Circular economy in building.2021

Als Alternative zum „linearen Modell“ hat sich ein **neues Produktions- und Konsummodell** herausgebildet, das als „**Kreislaufwirtschaft**“ bezeichnet wird und dessen Ziel es ist, effizientere und nachhaltigere Produktions- und Konsumsysteme zu schaffen, die weniger Umweltverschmutzung verursachen, den Verbrauch natürlicher Ressourcen minimieren und die von ihnen genutzten Ressourcen in kontinuierlichen Kreisläufen erhalten und deren Wert somit erhalten oder verbessern.

Die Kreislaufwirtschaft muss auf alle Produktionssektoren angewandt werden und erfordert einen neuen Ansatz in folgenden Bereichen: Gestaltung von Produkten und Dienstleistungen, Management- und Marktmodelle, Umwandlung von Abfällen in Ressourcen, nationale Vorschriften und das Engagement der Bürger, ihre Konsumgewohnheiten zu ändern. All dies setzt einen Paradigmenwechsel voraus.

Die Verringerung des CO₂-Gehalts der europäischen Wirtschaft bis zum Jahr 2050 ist das Kernstück des Ende 2019 verabschiedeten Europäischen Grünen Deals (Green Deal), und die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ist der Schlüssel zur Verwirklichung eines klimaneutralen Europas.



Schema der Kreislaufwirtschaft. Quelle: GBCE. Circular economy in building.2021

¹ Natürliche Ressourcen sind natürliche Rohstoffe, die der Mensch zur Erreichung von wirtschaftlichem Wachstum und zur Erhaltung seines Wohlbefindens nutzt und verarbeitet. Diese Ressourcen können erneuerbar oder nicht erneuerbar sein. Nicht erneuerbare Ressourcen sind begrenzt und können nicht in einer Zeit ersetzt, regeneriert oder in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden, die kürzer oder gleich der Zeit ist, die für ihren Verbrauch benötigt wird, z. B. mineralische Rohstoffvorkommen und fossile Brennstoffe. Erneuerbare Ressourcen gelten als unbegrenzt und können ersetzt, regeneriert oder in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden. Dazu gehören zum Beispiel Sonneneinstrahlung, Wind, Gezeiten, Wasser, Pflanzen- und Tierarten. Das am meisten verwendete erneuerbare Material im Bauwesen ist Holz und dessen Folgeprodukte, sofern es aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt.

² Umweltauswirkungen sind Veränderungen der Umwelt durch menschliche Aktivitäten. Die Auswirkungen können negativ, unbedeutend oder positiv sein. Sie sind negativ, wenn sie die Umwelt schädigen.



Kreislaufwirtschaft: Grundprinzipien

Das Konzept der **Kreislaufwirtschaft** und die möglichen praktischen Anwendungen in Wirtschaft und Industrie haben seit den siebziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts an Bedeutung gewonnen. Es integriert verschiedene Denkschulen wie die „Grenzen des Wachstums“-Theorie des Club of Rome, die „Regenerative Design“-Theorie von John T. Lyle, die „Performance Economics“-Theorie von Walter Stahel, das „Cradle-to-Cradle“-Konzept von Braungart und McDonough, die „Industrial Ecology and Biomimicry“ von Janine Benyus, die „Blue Economy“ und den „Natural Capitalism“.

Laut der Ellen MacArthur Foundation, einer Organisation, die sich der Förderung des Übergangs zu einer Kreislaufwirtschaft widmet, lässt sich dies in drei Handlungsgrundsätzen zusammenfassen, die für auch für den Bausektor gelten:

➤ **„Vermeiden von Abfällen und Umweltverschmutzung durch das Design.“** Um dies zu erreichen, ist es notwendig, die Menge an Rohstoffen, Wasser und Energie zu reduzieren, die zur Deckung des jeweiligen Bedarfs benötigt wird, und vorrangig erneuerbare Energie und Sekundärrohstoffe⁴ zu nutzen.

➤ **„Produkte und Materialien so lange wie möglich nutzen.“** Um dies zu erreichen, ist eine effiziente Bewirtschaftung der eingesetzten Ressourcen unerlässlich. Ziel ist es, die materiellen Ressourcen so lange wie möglich zu nutzen und sie durch Wiederverwendung⁵ und Recycling⁶ so oft wie möglich in die Wertschöpfungskette zurückzuführen. Die energetische Verwertung⁷ von Abfällen sollte immer die letzte Option sein, die Deponierung ist im theoretischen Rahmen der Kreislaufwirtschaft nicht vorgesehen.

3 Der ökologische Fußabdruck gibt an, wie viele Rohstoffe wir konsumieren und wie viele Schadstoffe wir mit unserem Konsum verursachen. Quelle: WWF.

4 Sekundärrohstoffe sind Rohstoffe, die durch Aufarbeitung aus entsorgtem Material gewonnen werden.

5 **Wiederverwendung** bedeutet „jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren.“ Quelle: Europäische Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC.

6 **Recycling** wird definiert als „jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“ Quelle: Europäische Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC.

7 Energetische Verwertung ist die Umwandlung von Abfällen, die nicht wiederverwendet oder recycelt werden können, in Energie (z. B. in Strom, Dampf oder Heißwasser für den häuslichen oder industriellen Gebrauch).

Mehr erfahren

Derzeit übersteigt die jährliche Ressourcennachfrage aufgrund anthropogener (menschlicher) Aktivitäten die Regenerationskapazität der Erde. Im Jahr 2019 verbrauchte die Menschheit eine Menge an natürlichen Ressourcen, die 1,6 Planeten entsprach. ▶

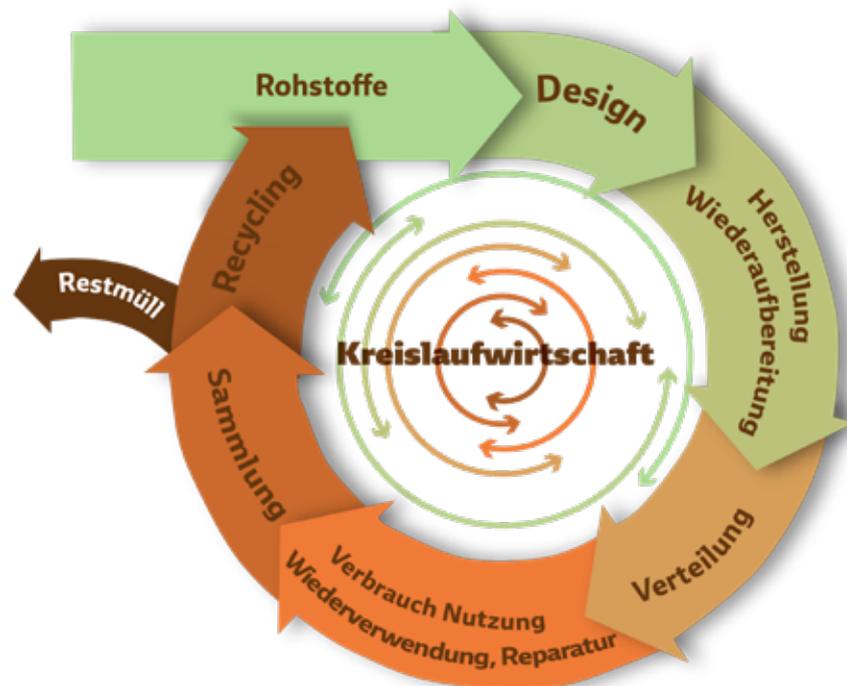
Auf der folgenden Webseite können Sie Daten über den ökologischen Fußabdruck³ pro Person in Ihrem Land einsehen: 

➤ **„Regenerierung des Naturkapitals“⁸.** Dieser Grundsatz ist unerlässlich, um die Versorgung mit natürlichen Gütern und Dienstleistungen zu gewährleisten, von denen das Überleben und Wohlergehen der Menschheit abhängt.

Die Kreislaufwirtschaft ist regenerativ und orientiert sich an den Kreisläufen der Natur, in denen alles, was entsteht und wächst, zu seinem Ursprung, der Erde, zurückkehrt und von dort aus wieder entsteht und somit ein ständiges dynamisches Gleichgewicht bildet. In der Natur gibt es keinen „Abfall“, alle Elemente haben eine Funktion und werden verwertet und umgewandelt, um in verschiedenen Phasen erneut Verwendung zu finden.



Kreislaufwirtschaft steht in direktem Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung, da sie ein neues Modell von Wachstum definiert, das ökologische, soziale und wirtschaftliche Ziele miteinander verknüpft. Daraus ergeben sich nicht nur Vorteile für die Umwelt, sondern es werden auch Wettbewerbsfähigkeit und die Schaffung von Arbeitsplätzen gefördert, indem durch die Kreislaufwirtschaft neue Geschäftsmöglichkeiten und Innovationen bei Produkten und Dienstleistungen entstehen. Die fortschreitende Digitalisierung und die Einführung neuer Technologien sind der Schlüssel zur Verwirklichung einer Kreislaufwirtschaft.



Schema der Kreislaufwirtschaft. Quelle: Europäische Kommission. COM (2014) 398 final

⁸ **Naturkapital** sind die natürlichen Ressourcen des Planeten, einschließlich Geologie, Boden, Luft, Wasser sowie aller Lebewesen. Vom Naturkapital leiten sich die Ökosystemleistungen ab, die das menschliche Leben ermöglichen. Zu den Ökosystemleistungen gehören Nahrung, Trinkwasser, Klimaregulierung, Bestäubung durch Insekten usw. Beispiel: Ein Wald produziert nicht nur neue Bäume zur Holzgewinnung, sondern erbringt auch Ökosystemleistungen wie Kohlenstoffbindung, Erosionsschutz und bietet Wildtieren Lebensraum.

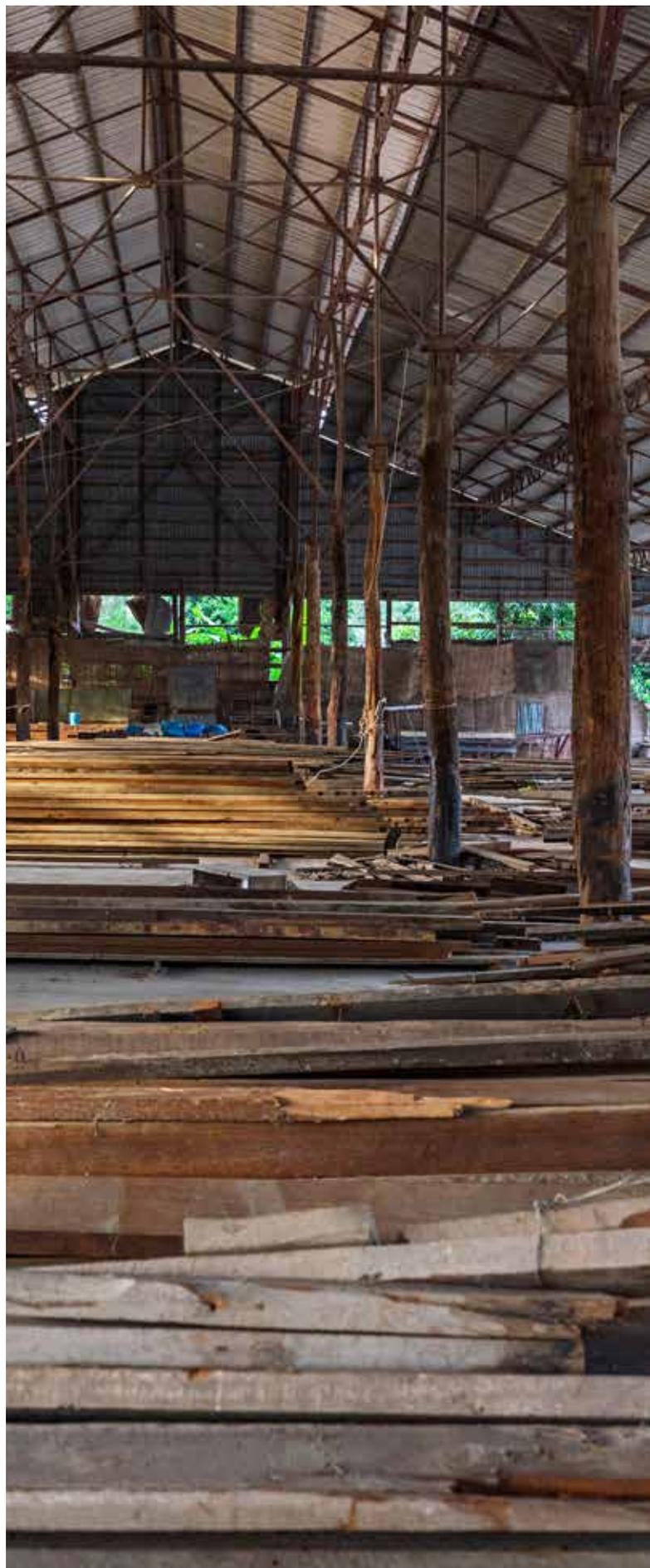
⁹ Dem Brundtland-Bericht zufolge bedeutet **nachhaltige Entwicklung** die Befriedigung der Bedürfnisse der heutigen Generation, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Ziel ist es, ein Gleichgewicht zwischen Wirtschaftswachstum, Umweltschutz und sozialem Wohlergehen zu gewährleisten. **Nachhaltigkeit** bezeichnet die Fähigkeit, entsprechend der Produktionskapazität des Landes zu leben und gleichzeitig seine natürlichen Ressourcen zu erhalten, d. h. ohne ökologisches Defizit zu leben. Nachhaltigkeit ist das Ziel der nachhaltigen Entwicklung.

Einige Grundsätze der Kreislaufwirtschaft wurden bereits zu früheren Zeiten in der Geschichte angewandt. Im vorindustriellen Zeitalter waren Wiederverwendungs- und Recyclingpraktiken üblich, wenn auch eher wegen des Mangels an Ressourcen wie Rohstoffen, Arbeitskräften, Maschinen, Brennstoffen, Logistik und Infrastruktur usw. als aus Gründen des Umweltschutzes. So wurden z. B. die im Bauwesen verwendeten Rohstoffe wie Steinquader von einer Zivilisation zur anderen wiederverwendet. Römische Fundamente dienten als Grundlage für westgotische Tempel, dann für Moscheen und später für romanische Tempel.



Mehr erfahren

- Weitere Informationen über die Grundlagen der Kreislaufwirtschaft finden Sie auf der folgenden **Webseite**: 
- Auf dieser Webseite finden Sie acht **Videos**, die die Kreislaufwirtschaft erklären. 
- Unter diesem **Link** finden Sie den Film „Closing the Loop“, er beinhaltet Kommentare von Experten aus der ganzen Welt sowie innovative Beispiele zur Kreislaufwirtschaft. 

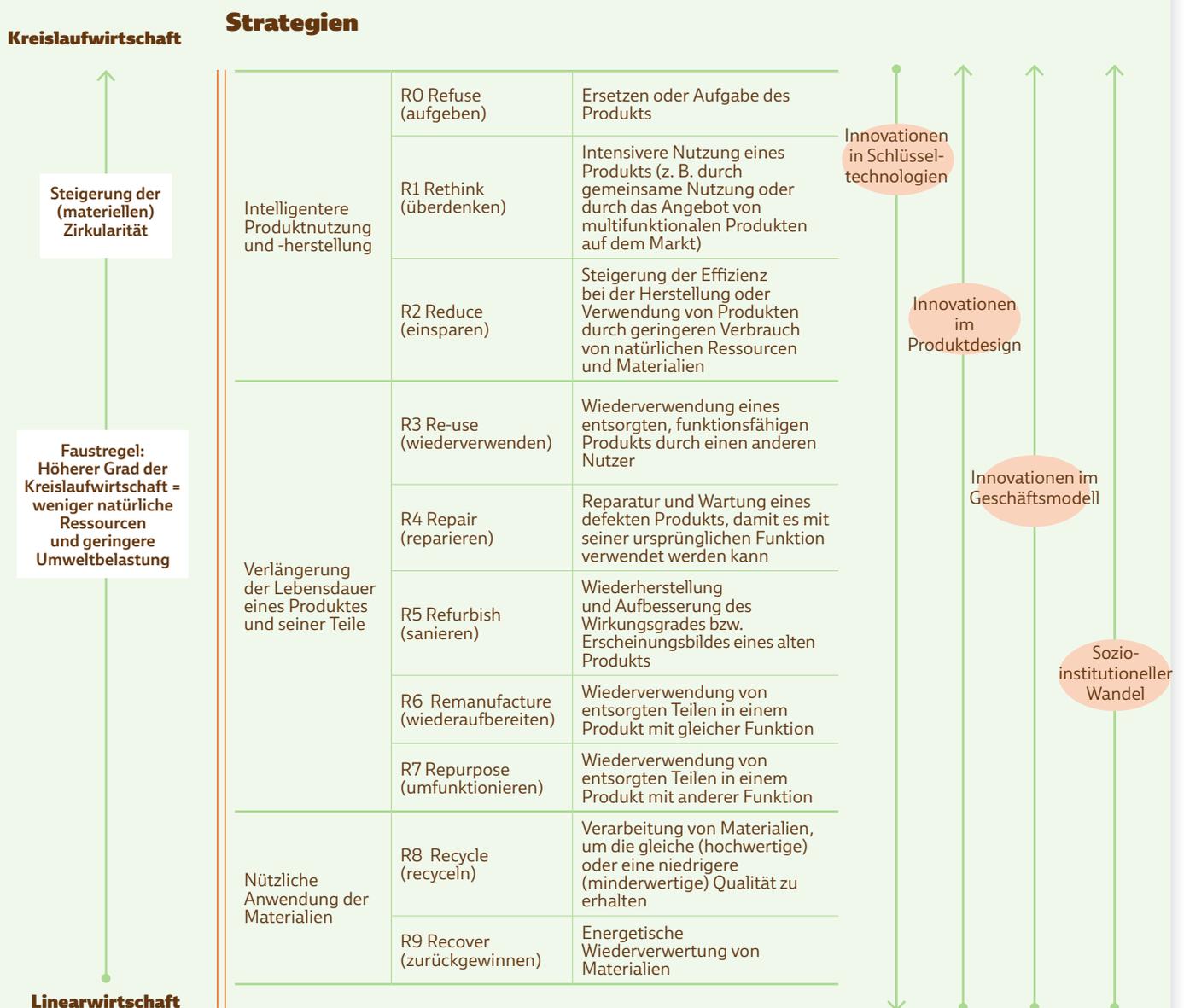


Mehr erfahren

9R-Modell

Die R-Liste enthält drei Schlüsselstrategien zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und der Innovation im Produktdesign. Jeder Strategie sind drei Aktionen zugeordnet. Die folgende Abbildung zeigt die Strategien und Aktionen in der Reihenfolge ihrer Priorität:

Kreislaufwirtschaftliche Strategien innerhalb der Produktionskette, in der Reihenfolge ihrer Priorität

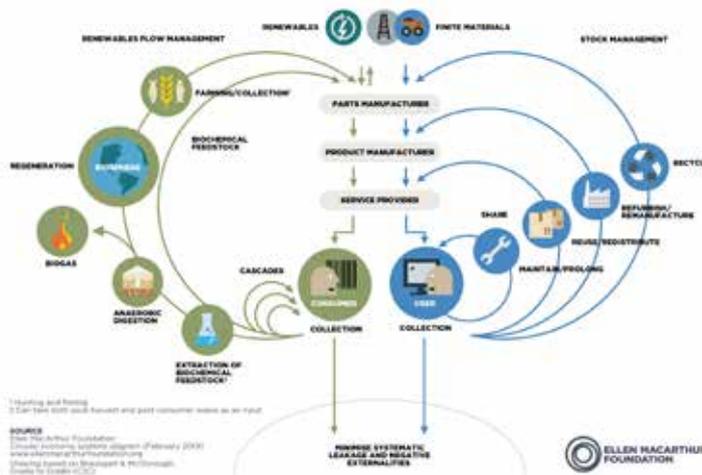


Das 9R-Modell. Quelle: Plotting et al. 2017, et RLI (2015)

Schmetterlingsdiagramm

Die Kreislaufwirtschaft berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus eines Materials oder Produkts, von der Gewinnung natürlicher Ressourcen bis zur Behandlung von Abfällen am Ende der Nutzungsdauer.

Das folgende „Schmetterlingsdiagramm“ wurde von der Ellen McArthur Foundation veröffentlicht und basiert auf der von McDonough und Braugart formulierten Cradle-to-Cradle-Theorie (engl. „von Wiege zu Wiege“, sinngemäß „vom Ursprung zum Ursprung“).



Die Materialflüsse sind in zwei Gruppen von interagierenden Kreisläufen organisiert: technische und biologische. Die Kreisläufe sind konzentrisch, wobei ein größerer Kreislauf einen höheren Verbrauch an Material- und Energieressourcen als beim vorangegangenen Kreislauf bedeutet.

Biologische Kreisläufe

In biologischen Kreisläufen können biologisch abbaubare Materialien wie Holz und Baumwolle nach mehreren Nutzungszyklen durch natürliche Prozesse wie Kompostierung oder anaerobe Vergärung sicher als Nährstoffe in die Natur zurückgeführt werden.

Die Wiederverwendung von Produkten kann sich über mehrere Stufen erstrecken, was als Mehrfachnutzung bzw. Kaskadennutzung bezeichnet wird. Wolle wird zum Beispiel zur Herstellung von Kleidung verwendet, in einem nächsten Schritt wird sie als Gebrauchtmaterial wiederverwendet, und schließlich kann sie zur Herstellung von Wärmedämmung verwendet werden. In einem letzten Schritt wird die Wolle, die ein biologisch abbaubares Material ist, sicher in die Biosphäre zurückgeführt.

Technische Kreisläufe

In technischen Kreisläufen werden nicht biologisch abbaubare Materialien und Komponenten, wie z. B. Metalle, Kunststoffe und synthetische Chemikalien, kontinuierlich in der Wertschöpfungskette gehalten. Materialien und Komponenten müssen so konstruiert sein, dass sie leicht zu reparieren sind und ihre Bestandteile

Mehr erfahren

Mehr erfahren 

Arthur Huang Lecture 



am Ende der Nutzungsdauer leicht entfernt, wiederverwendet, -aufbereitet oder zu anderen Produkten recycelt werden können. Durch solch geschlossene Kreisläufe wird die Entstehung von Abfall vermieden, der ansonsten auf Deponien landen würde.

Der erste Kreislauf umfasst das Teilen, Tauschen oder Mieten von Waren oder Dienstleistungen, anstatt sie zu besitzen, um die Nutzung eines Produkts zu intensivieren und zu optimieren. Ein Beispiel dafür ist die gemeinschaftliche Nutzung von Maschinen, Fahrzeugen, Arbeitsplätzen usw. Dazu gehört auch die Reparatur und Wartung eines Produkts durch Verlängerung seiner Nutzungsdauer. Der Wert einer Klimaanlage etwa bleibt größtenteils erhalten, wenn sie repariert oder aufgerüstet wird. Bei Produkten, deren Betrieb Energie erfordert, z. B. bei einem Heizkessel, sollte eine Verbesserung der Energieeffizienz im Laufe der Zeit in Betracht gezogen werden.

Wenn die Wartung eines Produkts nicht möglich ist, leitet der Dienstleistungs- oder Produkthanbieter im zweiten Kreislauf die Wiederverwendung und Redistribution von Produktkomponenten in die Wege. Am Ende seiner Nutzungsdauer können so beispielsweise Teile eines Fahrzeugs für die Reparatur eines anderen, noch in Gebrauch befindlichen Fahrzeugs oder für einen anderen Zweck verwendet werden.

Im dritten Kreislauf, der Wiederaufbereitung und Wiederverwendung, stellt der Hersteller des Produkts ein neues Produkt aus Teilen eines beschädigten Produkts her, das die gleiche Funktion hatte. Im Falle von Gebäuden umfasst dies die Sanierung oder Renovierung.

Der vierte Kreislauf ist das Recycling. Hat ein Produkt das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht, werden dessen Grundstoffe in diesem Kreislauf getrennt und durch industrielle Verarbeitung zur Herstellung eines anderen Produkts verwendet.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist es besonders förderlich, dass Produkte und ihre Komponenten aus reinen, nicht kontaminierten und leicht zu trennenden Materialien bestehen, da so das Sammeln und Wiedereingliedern in die Wertschöpfungskette erleichtert und die Lebensdauer erhöht wird.

Sehr oft können recycelte Materialien nicht für dieselbe Art von Produkt oder für ein Produkt mit höheren Qualitätsanforderungen wiederverwendet werden (upcycling), sondern für ein anderes Produkt mit geringeren Qualitätsanforderungen (downcycling). Verunreinigungen und die Vermischung von Materialien mindern die Qualität der zurückgewonnenen Materialien.

Das Einbringen der Materialien, aus denen ein Altprodukt besteht, in einen neuen Kreislauf kann große Mengen an Energie erfordern.



Kapitel 2. Kreislaufwirtschaft im Bausektor

Einführung

Der Bausektor stellt Infrastrukturen, städtische Räume und Gebäude bereit, auf die sich alle anderen Wirtschaftszweige stützen, und ist daher ein Schlüsselsektor für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung Europas, der 18 Millionen direkte Arbeitsplätze schafft.



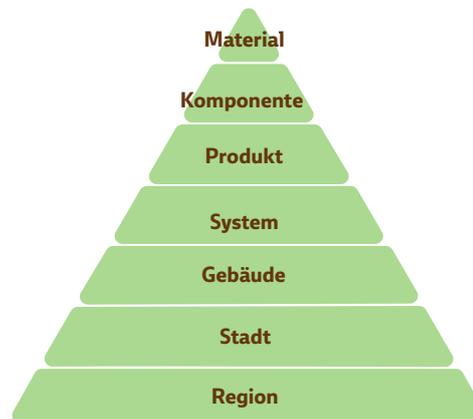
Nachhaltigkeit im Bauwesen basiert auf folgenden Aspekten: Innovation zur Erzielung von Qualität und Effizienz zu erschwinglichen Kosten; Verwendung umweltfreundlicher Produkte, effizienter Einsatz von Wasser und Energie während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes; Minimierung des Verbrauchs nicht erneuerbarer natürlicher Ressourcen und verstärkte Nutzung erneuerbarer Ressourcen; weitestgehende Reduzierung von Abfällen und effiziente Bewirtschaftung der anfallenden Abfälle.

Im Bausektor wie auch in den übrigen Wirtschaftszweigen erfordert der Übergang von einem linearen Modell offener Kreisläufe zu einem Kreislaufmodell mit geschlossenen Kreisläufen einen vollständigen System- bzw. Paradigmenwechsel. In dem neuen Modell müssen alle beteiligten Akteure gemeinsame Strategien zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft entwickeln, wobei alle Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden und Infrastrukturen zu berücksichtigen sind.

Das Kreislaufmodell ist ein nachhaltiges Modell, das neben erheblichen Vorteilen für die Umwelt auch neue Beschäftigungs- und Geschäftsmöglichkeiten im Bausektor bieten kann.

Langfristig verbessern diese Maßnahmen nicht nur die Umwelt und wirken sich positiv auf die Gesundheit und das Wohlbefinden von Gebäudenutzern aus, sondern führen auch zur Steigerung der Produktivität und zur Einsparung von Kosten.

Die Integration der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft in den Bausektor erfordert die Berücksichtigung verschiedener Ebenen: Material, Komponente, Produkt, System, Gebäude, Stadt und Region.



Auf regionaler und städtischer Ebene müssen die geologischen, biologischen und klimatischen Besonderheiten des Gebiets berücksichtigt werden mit dem Ziel, eine nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser, Energie, Abfall und anderen lebenswichtigen Ressourcen zu gewährleisten. Einige Beispiele für die Umsetzung des Kreislaufgedankens auf diesen Ebenen sind: die Wiederverbindung und Aufwertung natürlicher Ökosysteme mit grünen städtischen Infrastrukturen¹⁰ und die Renaturierung der Stadt durch die Integration von naturbasierten Lösungen, d. h. Lösungen¹¹, die von natürlichen Prozessen inspiriert sind, wie z. B. städtische Grünkorridore¹², das Überdenken des Mobilitätsmodells und der Lebensweise der Bürger.

Ein Gebäude besteht aus einer Reihe von Systemen (Struktur, Dach, Fassade, Trennwände, Installationen, Treppenhaus etc.), die wiederum aus Produkten (Türen, Fenster etc.) und Bauteilen (Balken, Träger etc.) bestehen, die wiederum aus Materialien (Holz, Keramik etc.) zusammengesetzt sind.



¹⁰ Grüne Infrastruktur ist „ein strategisch geplantes Netzwerk natürlicher und naturnaher Flächen mit unterschiedlichen Umweltmerkmalen, das mit Blick auf die Bereitstellung eines breiten Spektrums an Ökosystemdienstleistungen angelegt ist und bewirtschaftet wird und terrestrische und aquatische Ökosysteme sowie andere physische Elemente in Land- (einschließlich Küsten-) und Meeresgebieten umfasst, wobei sich grüne Infrastruktur im terrestrischen Bereich sowohl im urbanen als auch im ländlichen Raum befinden kann.“ Quelle: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Grüne Infrastruktur (GI) – Aufwertung des europäischen Naturkapitals.

¹¹ **Naturbasierte Lösungen** sind „von der Natur inspirierte und unterstützte Lösungen, die kosteneffizient sind, gleichzeitig ökologische, soziale und wirtschaftliche Vorteile bieten und zum Aufbau einer Klima-Resilienz beitragen; solche Lösungen bringen durch lokal angepasste, ressourceneffiziente und systemische Interventionen mehr Natur sowie natürliche Merkmale und Prozesse mit größerer Vielfalt in Städte, Landschaften und Meereslandschaften“. Quelle: Europäische Kommission.

¹² **Grünkorridore** sind „Landstriche mit linearen Elementen, die für verschiedene Zwecke geplant, gestaltet und verwaltet werden, darunter ökologische, erholsame, kulturelle, ästhetische oder andere Zwecke, die mit dem Konzept der nachhaltigen Landnutzung vereinbar sind.“ Quelle: Ahern (1995).



Städtischer Grünkorridor, Madrid Rio. Quelle: Ana Müller and Jeroen Musch, veröffentlicht in Burgos & Garrido Arquitectos. <https://burgos-garrido.com/>

Mehr erfahren

➤ [EU-Webseite](#) zu den Formen und Funktionen der grünen Infrastruktur.

➤ [Video](#) über die Vorteile einer städtischen grünen Infrastruktur, Landscape Institute, UK.

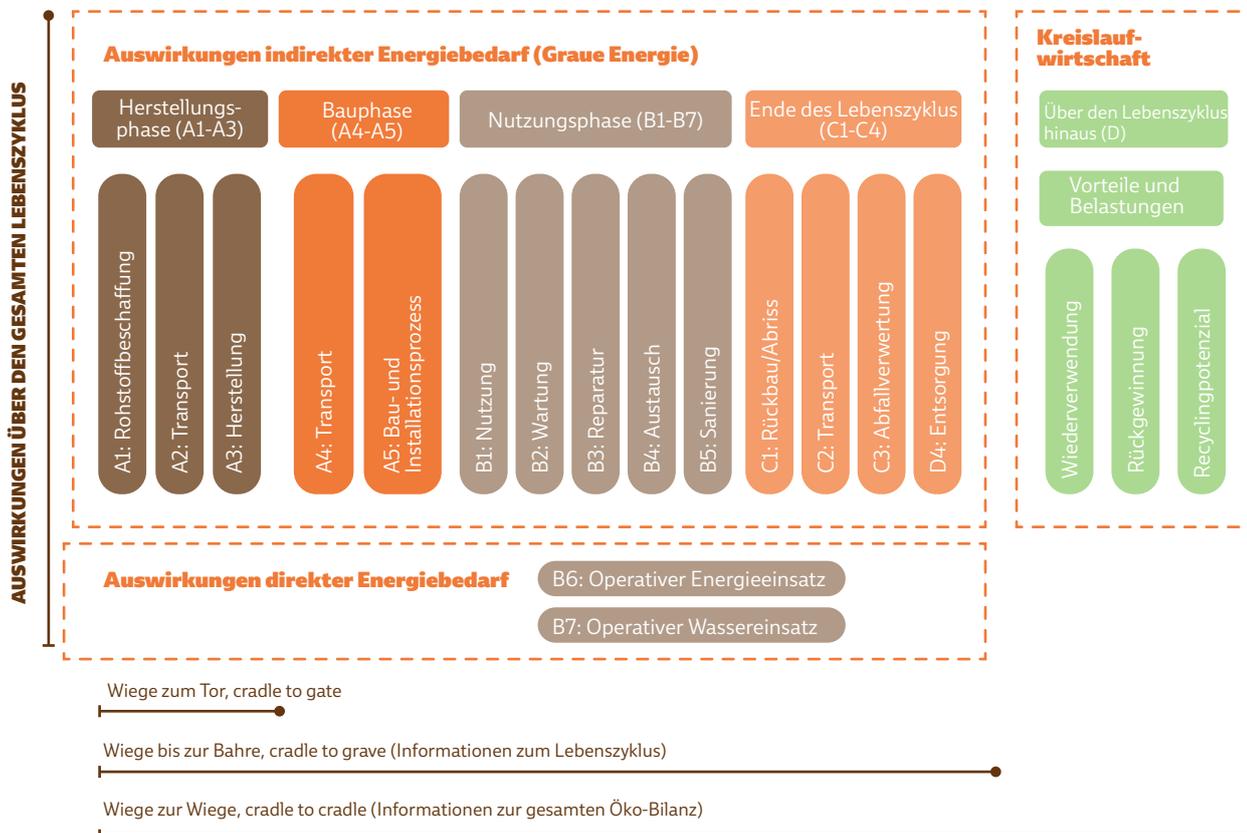
➤ [EU-Webseite](#) zu naturbasierten Lösungen

Die Ebene der Städte und Gebiete ist allerdings nicht weiter Inhalt dieses Kurses.

Umweltauswirkungen im Zusammenhang mit dem Bausektor

Während ihres Lebenszyklus beeinflussen Bauwerke die Gebiete, in denen sie errichtet wurden und verbrauchen eine große Menge an nicht erneuerbaren natürlichen Ressourcen, emittieren Schadstoffe in die Atmosphäre und sind für die Erzeugung von Abfällen aller Art durch die Bewohner verantwortlich.

Die Norm EN 15798:2011 (Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode) legt in allgemeiner Form die Phasen des Lebenszyklus eines Bauwerks fest und fügt eine Nomenklatur für jede dieser Phasen hinzu. Die Phasen sind in der folgenden Grafik dargestellt:





Rohstoffgewinnung in einem Steinbruch



Zementfabrik

Beispielsweise verursacht alleine die Zementherstellung etwa 8 % der weltweiten CO₂-Emissionen. Sechzig Prozent dieser Emissionen sind auf die chemischen Reaktionen während dieses Prozesses zurückzuführen.



Jede Phase hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Umwelt, die von Faktoren wie den Merkmalen der Umgebung, den verwendeten Materialien und Bautechniken, dem Energie- und Wasserverbrauch, der Abfallerzeugung usw. abhängen.

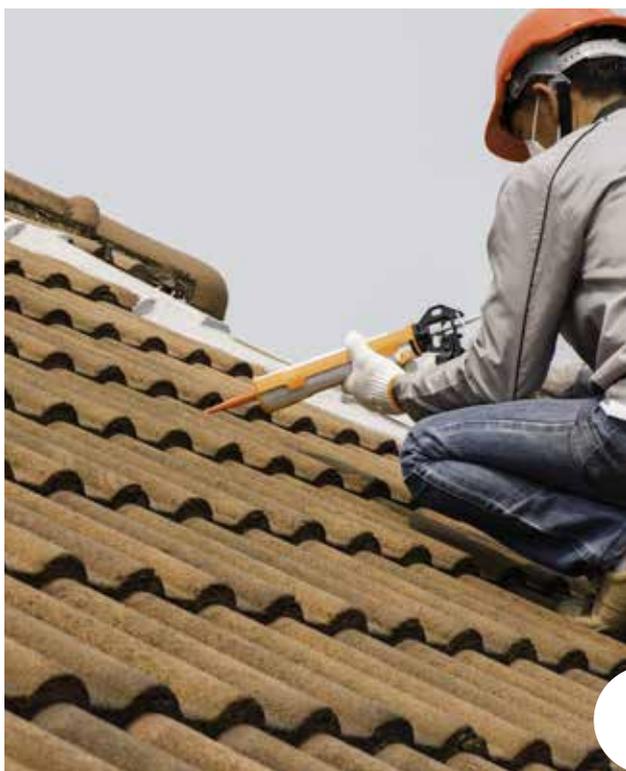
In der Herstellungsphase werden die Rohstoffe gewonnen, transportiert und zu Baumaterialien verarbeitet. Diese Phase ist mit erheblichen negativen Umweltauswirkungen verbunden. Viele Rohstoffe und Mineralien werden in Steinbrüchen und Kiesgruben im Tagebau abgebaut, was die Beseitigung der Vegetation, den Verlust der organischen Bodenschicht und deren Erosion in dem betroffenen Gebiet zur Folge hat.

Des Weiteren entstehen durch die physikalisch-chemischen Prozesse, denen das Rohmaterial bei seiner Verarbeitung unterworfen wird, Schadstoffemissionen in die Atmosphäre und den Boden, und ein Teil des Materials wird als Abfall entsorgt. Darüber hinaus werden bei der Gewinnung, dem Transport und der Verarbeitung umweltschädliche Gase in die Atmosphäre abgegeben, sofern für diese Vorgänge Energie aus fossilen Brennstoffen verwendet wird. Die Baustoffindustrie zählt somit zu den energieintensivsten Industrien der Welt.

In der Bauphase nimmt das Gebäude Gestalt an und viele Akteure (Stadtverwaltung, Architekten, Bauunternehmer usw.) sind daran beteiligt. Diese Phase umfasst den Transport der Materialien zur Baustelle sowie den Bau- und Installationsprozess und beinhaltet die Umweltauswirkungen, die durch das Einsetzen des Gebäudes in das Gebiet verursacht werden, den Verbrauch einer großen Menge an Materialien, Wasser und Energie sowie die Produktion von Abfällen aus weggeworfenen Materialien, Verpackungen usw.

Die Nutzungsphase dauert am längsten an und beinhaltet zudem die Wartung, Reparatur und Renovierung des Gebäudes. Sie ist verbunden mit dem Verbrauch von Wasser und Betriebsenergie¹³ sowie der Emission von Treibhausgasen als Folge des Verbrauchs von Energie aus fossilen Brennstoffen. Der Bau energieeffizienter¹⁴ Gebäude und die Integration lokaler Systeme zur Erzeugung erneuerbarer Energien auf Gebäude- oder Stadtteilebene verringern den Verbrauch nicht erneuerbarer Energie erheblich. Dies ist der Fall bei Niedrigstenergiegebäuden¹⁵ (engl. nearly zero energy buildings, nZEB) mit nahezu Null-Energie-Standard.

Kreislaufwirtschaftliche Strategien wie Reparaturen und Sanierungen verlängern die Lebensdauer eines Gebäudes in dieser Phase.

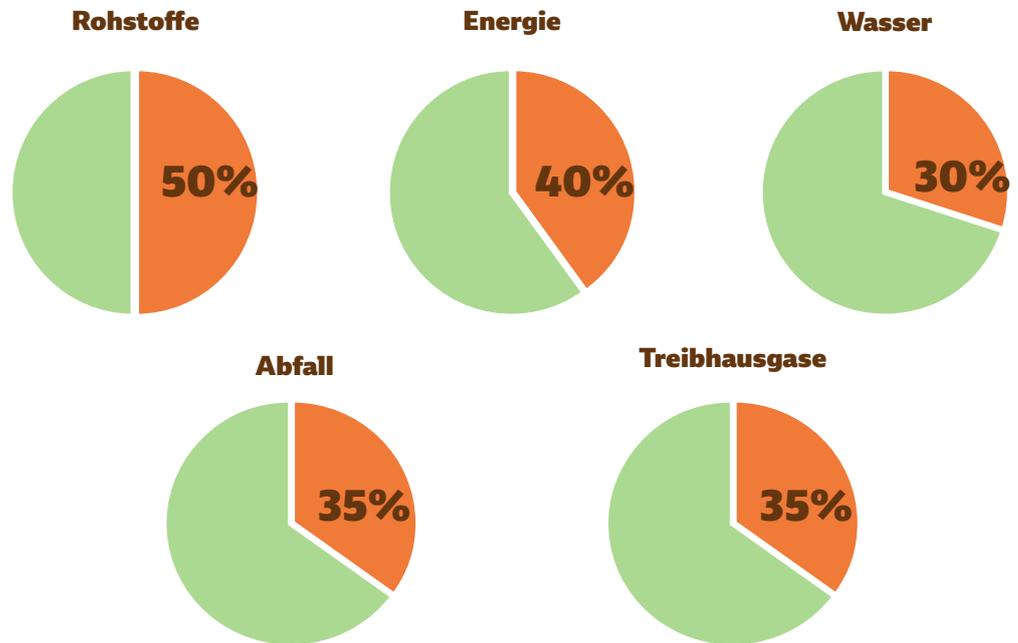


13 **Betriebsenergie**, auch bekannt als Nutzungsenergie, ist die Energie, die während der Nutzungsphase des Gebäudes verbraucht wird, d. h. die Energie, die für Heizung, Kühlung, Belüftung, Beleuchtung, Geräte und weitere Ausstattungen verwendet wird (Harvey, 2006).

14 Unter der **Gesamtenergieeffizienz** eines Gebäudes versteht man „die berechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um den Energiebedarf im Rahmen der üblichen Nutzung des Gebäudes (u. a. Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung) zu decken“. Quelle: Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates

15 **Niedrigstenergiegebäude**, engl. nearly zero energy building (nZEB): „ein Gebäude, das eine sehr hohe [...] Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden“ Quelle: Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates.

In Europa wurden in den letzten Jahren die folgenden Daten über die Auswirkungen des Bausektors ermittelt:



Auswirkungen des Bausektors in Europa. Quelle: Eurostat 2016 data. Green Building Council Spain, 2021. Report on circular economy in building in Spain

Instrumente zur Messung und Unterstützung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor

„Was sich nicht messen lässt, kann man nicht verbessern“, sodass eine Reihe von Instrumenten entwickelt wurde, um die Umweltleistung von Gebäuden und Materialien quantitativ und nachprüfbar zu messen und zu vergleichen sowie die Kreislaufwirtschaft im Bausektor zu fördern. Zu diesen Instrumenten gehören:

Lebenszyklusanalyse (LCA)

Eine Lebenszyklusanalyse, auch bekannt als Ökobilanz bzw. unter der im Deutschen ebenfalls geläufigen englischen Abkürzung LCA (Life Cycle Assessment), ist eine Methode zur quantitativen Analyse und Bewertung der potenziellen Umweltauswirkungen von Produkten, Prozessen oder Dienstleistungen während ihres gesamten Lebenszyklus oder Teilen davon.

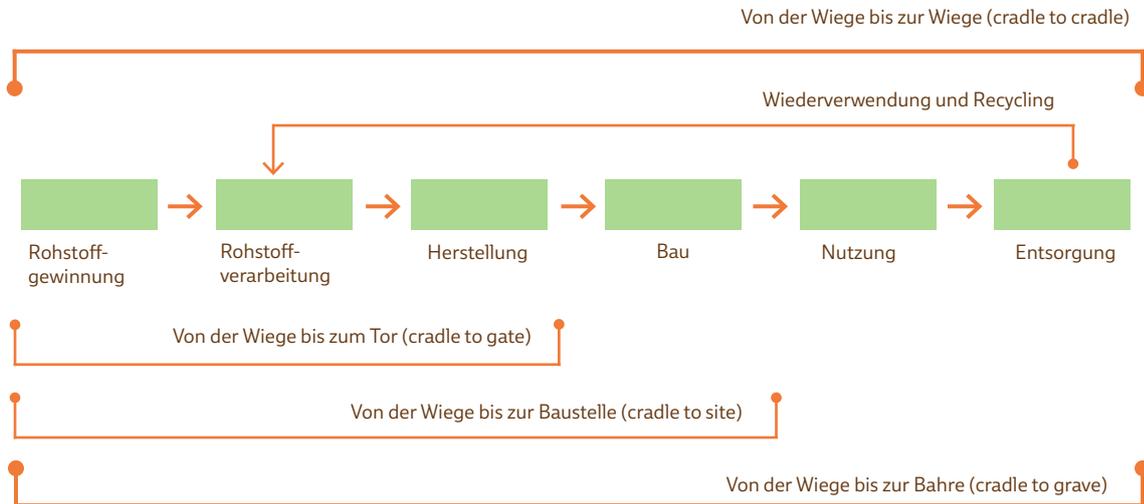
Die Umweltauswirkungen eines Gebäudes, eines Systems oder eines Bauprodukts können in bestimmten Abschnitten seines Lebenszyklus gemessen werden, diese Abschnitte sind:

➤ „Von der Wiege bis zum Tor“ (engl. cradle to gate). Hiermit ist die „Herstellungsphase“ gemeint, die neben der Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen den Transport zum Werk und die Produktion von Baumaterialien umfasst.

➤ „Von der Wiege bis zur Baustelle“ (engl. cradle to site). Umfasst die „Herstellungsphase“ und die „Bauphase“.

➤ „Von der Wiege bis zur Bahre“ (engl. cradle to grave). Deckt den gesamten Lebenszyklus ab, einschließlich Abriss und Abfallentsorgung.

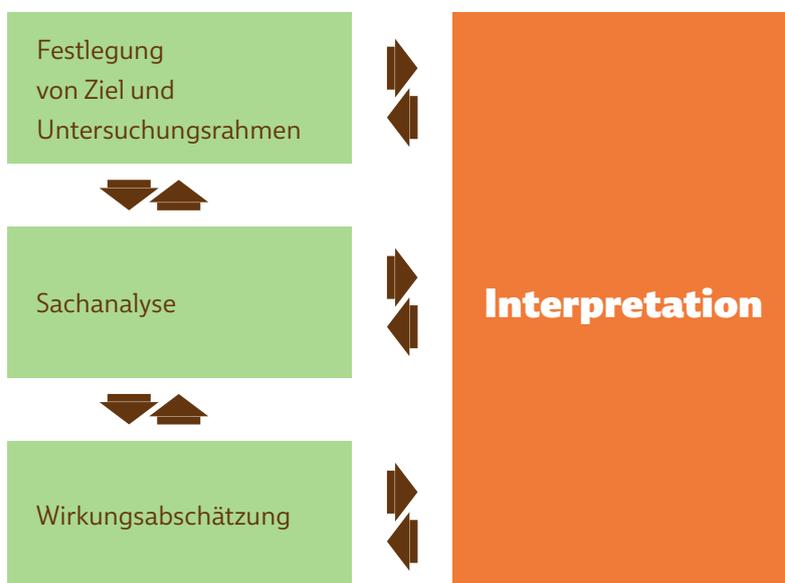
➤ „VonderWiegebiszurWiege“ (engl. cradle to cradle). Umfasst den vollständigen Lebenszyklus des Produkts unter Berücksichtigung seiner Wiedereingliederung in die Produktionskette, nachdem es wiederverwendet oder recycelt wird.



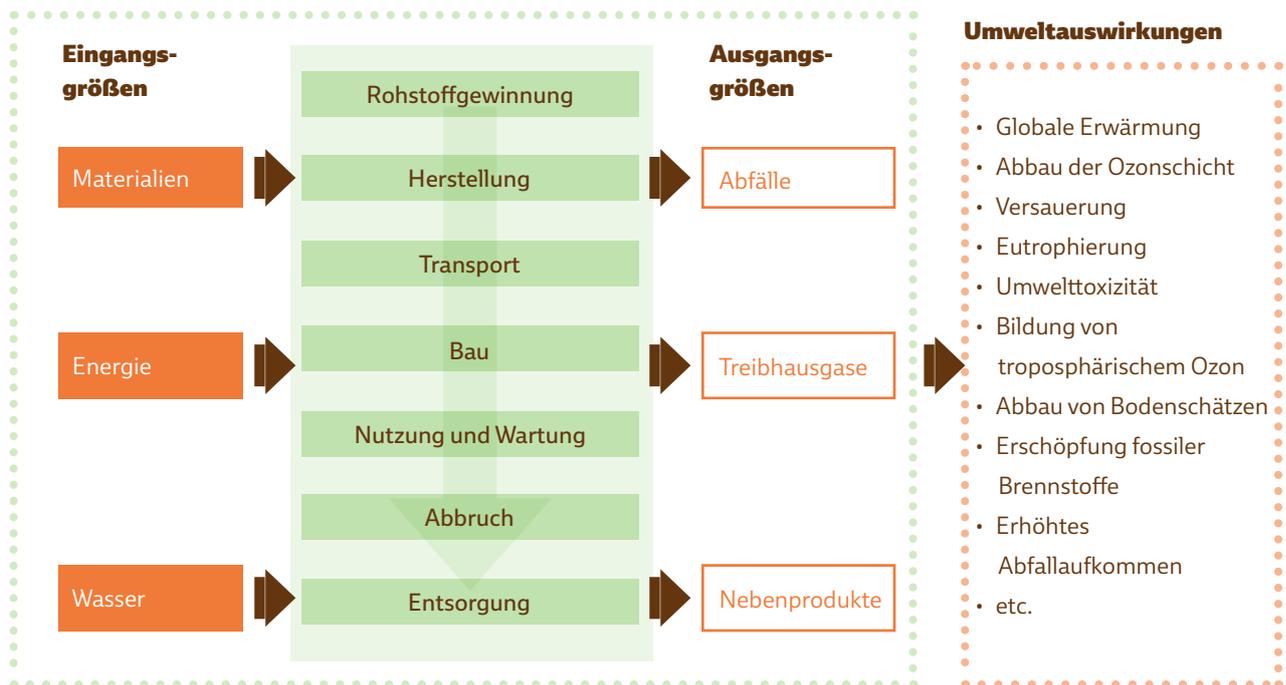
Im Bereich des Bauwesens ist die Lebenszyklusanalyse auf ein Material, ein Bausystem, ein Gebäude oder eine Infrastruktur anwendbar.

Als Referenzdokumente für die Entwicklung einer Lebenszyklusanalyse gelten die internationalen Normen ISO 14040:2016:2006 (Umweltmanagement- Ökobilanz- Grundsätze und Rahmenbedingungen) und ISO 14044:2006 (Ökobilanz: Anforderungen und Richtlinien).

Eine Lebenszyklusanalyse ist in vier miteinander verbundene Phasen unterteilt: Zielsetzung, Sachanalyse, Wirkungsabschätzung und Interpretation.



Bei der Durchführung einer Lebenszyklusanalyse werden in einem ersten Schritt das zu untersuchende Ziel bzw. Produkt und der Untersuchungsrahmen festgelegt. Es folgt die „Sachanalyse“, bei der eine Bestandsaufnahme aller Eingangs- und Ausgangsgrößen des Systems durchgeführt wird, und zwar für jede Lebenszyklusphase. Hierbei werden die Mengen an Materialressourcen, Energie und Wasser, die eingesetzt werden (Eingänge), sowie die Abfälle und Emissionen in die Atmosphäre und die Nebenprodukte, die erzeugt werden (Ausgänge), ermittelt. In der „Wirkungsabschätzung“ werden schließlich die potenziellen Umweltauswirkungen, die mit den Eingangs- und Ausgangsgrößen in jeder Phase verbunden sind, bewertet. Abschließend werden die Ergebnisse in Bezug auf das Ziel der Lebenszyklusanalyse interpretiert.



Mehr erfahren

Die Indikatoren für die Auswirkungen im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse (LCA) sind im Bauwesens gemäß EN 15978 folgende:

Indikatoren Umweltauswirkung	Einheit
Globales Treibhausgaspotenzial (GWP)	kg CO ² eq.
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg CFC 11 eq.
Versauerungspotenzial (AP)	kg SO ² - eq.
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ eq.
Potenzial zur Bildung für troposphärisches Ozon (POCP)	kg ethylene eq.
Potenzial für den abiotischen Ressourcenabbau – Elemente für nichtfossile Ressourcen (ADP-Stoffe)	kg Sb eq.
Potenzial für den abiotischen Ressourcenabbau – fossile Brennstoffe (ADP-fossile Energieträger)	MJ
INDIKATOREN ANFALLENDE ABFÄLLE	Einheit
Gefährliche Abfälle zur Deponierung (HWD)	Kg
Entsorgung nicht gefährlicher Abfall (NHWD)	Kg

INDIKATOREN RESSOURCENEINSATZ	Einheit
Einsatz erneuerbarer Primärenergie ohne die als Rohstoff verwendeten erneuerbaren Energieträger (PERE)	MJ, net cal. value
Einsatz der als Rohstoff verwendeten erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung) (PERM)	MJ, net cal. value
Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergieträger ohne die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger (PENRE)	MJ, net cal. value
Einsatz der als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung) (PENRM)	MJ, net cal. value
Einsatz von Sekundärstoffen (SM)	MJ
Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen (RSF)	MJ
Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen (NRSF)	MJ
Einsatz von Süßwasserressourcen (FW)	M3
INDIKATOREN OUTPUT STOFF- UND ENERGIEFLÜSSE	Einheit
Komponenten für die Weiterverwendung (CRU)	Kg
Stoffe zum Recycling (MFR)	Kg
Stoffe für die Energierückgewinnung (MER)	Kg
exportierte Energie (EE + Medium)	MJ for supplier

Umwelt-Produktdeklarationen (EPD)

Unter einer Umwelt-Produktdeklaration, im Deutschen ebenfalls unter der englischen Abkürzung EPD (Environmental Product Declaration) bekannt, versteht man ein standardisiertes Dokument, das quantitative und objektive Informationen über die Umweltauswirkungsindikatoren eines Produkts auf der Grundlage einer Lebenszyklusanalyse enthält. EPDs sind Umweltkennzeichnungen des Typs III, die durch ISO 14025 geregelt sind und von einer unabhängigen dritten Partei überprüft werden können.

Die den EPDs zugrunde liegenden Lebenszyklusanalysen werden nach festgelegten Produktkategorieregeln (PKR) durchgeführt, um einheitliche Kriterien für Produktfamilien mit derselben Funktion zu gewährleisten.

Die EPD-Informationen ermöglichen den Vergleich der Umweltauswirkungen von Materialien, Produkten und Dienstleistungen, wie z. B. der Wartung. Ihr Ziel ist es, die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen zu fördern, die die Umwelt weniger belasten.

Die Nachfrage nach EPDs auf dem Markt nimmt zu. So werden EPDs beispielsweise bei den Kriterien berücksichtigt, die Baumaterialien und -produkte in den wichtigsten Gebäudezertifizierungssystemen wie z. B. BREAM¹⁶, LEED¹⁷, GREEN¹⁸ erfüllen müssen, und sie werden allmählich auch in den Rechtsvorschriften für ein umweltgerechtes öffentliches Beschaffungswesen in Europa genannt.



GlobalEPD
A VERIFIED ENVIRONMENTAL DECLARATION

¹⁶ **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Es handelt sich um ein international anerkanntes Zertifizierungssystem, das den Grad der Umweltverträglichkeit von neuen und bestehenden Gebäuden bewertet. Es wurde in den 80er Jahren vom BRE (Building Research Establishment) im Vereinigten Königreich entwickelt, <https://www.breeam.com/>.

¹⁷ **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) ist ein international anerkanntes Zertifizierungssystem für nachhaltiges Bauen. Es wurde in den Vereinigten Staaten geschaffen und vom US Green Building Council entwickelt. LEED bewertet fünf Aspekte des Gebäudes: nachhaltiger Standort, Wassereinsparung, Energieeffizienz und erneuerbare Energien, Erhaltung von Materialien und natürlichen Ressourcen sowie Umweltqualität in Innenräumen, mit einer zusätzlichen Kategorie, Innovation im Design. Durch die in diesen Bereichen erreichte Punktzahl können verschiedene Zertifizierungsstufen erreicht werden, nämlich: Zertifiziert, Silber, Gold und Platin. <https://www.usgbc.org/leed>.

¹⁸ **VERDE** (Reference Efficiency Rating of Buildings) ist ein auf europäischer Ebene anerkanntes Zertifizierungssystem, das vom Green Building Council Spain (GBCE) geschaffen wurde. Sein Ziel ist es, die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen von Gebäuden zu quantifizieren. Das Bewertungssystem basiert auf dem technischen Baugesetzbuch und europäischen Richtlinien. Es gibt verschiedene Methoden, die von der Nutzung des zu bewertenden Gebäudes abhängen. Die Renovierung ist eingeschlossen. Es gibt 6 Zertifizierungsstufen, die von 0 bis 5 reichen. <https://gbce.es/certificacion-verde/>



Mehr erfahren

Wie eine Umwelt-Produktdeklaration aussieht, können Sie in der EPD-Bibliothek auf der folgenden Webseite überprüfen: 

Die wichtigsten europäischen Programmverantwortlichen haben die ECO Platform Association für EPDs im Gebäudesektor gegründet mit dem Ziel, eine offene internationale Datenbank für digitale Lebenszyklusanalysen für Gebäude und Infrastruktur zu schaffen. 



Hat ein Material oder Produkt, z. B. ein Fenster, eine EPD, so lassen sich die Informationen über seine (negativen) Umweltauswirkungen mit denen anderer ähnlicher Produkte, z. B. anderer Fenster, vergleichen.

Level(s)

Level(s) ist ein von der Europäischen Kommission entwickeltes Instrument, das einen gemeinsamen Rahmen von Kernindikatoren zur Messung der „Nachhaltigkeitsleistung“ von Gebäuden während ihres gesamten Lebenszyklus bietet. Es zielt darauf ab, eine „gemeinsame europäische Terminologie“ für den Bausektor zu schaffen, die die Erstellung von Daten erleichtert und dazu beiträgt, Gebäude in die Kreislaufwirtschaft zu integrieren. Sie kann bei Bauprojekten oder als Grundlage für andere Initiativen, Strategien usw. verwendet werden.

Level(s) legt sechs Makroziele fest, die zentrale Nachhaltigkeitsaspekte in allen Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden behandeln. Diese Makroziele decken sich mit den strategischen Zielen der EU-Politik in Bereichen wie Treibhausgasemissionen, Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit von Baumaterialien, effiziente Wassernutzung, Gesundheit von Räumen und Klima-Resilienz bzw. Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel sowie Optimierung der Lebenszykluskosten und des Werts. Jedem Makroziel sind Basisindikatoren zugeordnet, von denen es insgesamt 16 gibt.

Das zweite Makroziel bezieht sich speziell auf die Kreislauffähigkeit von Materialien.

Themenbereiche	Makro-Ziele	Indikatoren			
Ressourcenverbrauch und Umweltbilanz	1. Treibhausgasemissionen während des Lebenszyklus eines Gebäudes	1.1. Energiebilanz der Nutzungsphase (kWh/m ² /Jahr)	1.2 Treibhausgaspotenzial während des Lebenszyklus (CO ² -Äq./m ² /Jahr)		
	2. Ressourceneffiziente und zirkuläre Materiallebenszyklen	2.1. Stückliste der Materialien inkl. Angaben zur Lebensdauer	2.2 Bau- und Abbruchabfälle	2.3 Anpassungsfähiges und renovierungsgerechtes Design	2.4 Demontagegerechtes Design zur Wiederverwendung und zum Recycling
	3. Effiziente Nutzung der Wasserressourcen	3.1 Wasserverbrauch der Nutzungsphase (m ³ /Bewohner/Jahr)			
Gesundheit und Wohlbefinden	4. Gesunde und komfortable Räume	4.1 Luftqualität in Innenräumen	4.2 Zeit außerhalb des thermischen Komfortbereichs	4.3 Beleuchtung und Sehkomfort	4.4 Akustik und Lärmschutz
Kosten, Nutzen und Risiken	5. Anpassung und Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel	5.1 Schutz der Gesundheit und des thermischen Komforts der Bewohner	5.2 Erhöhtes Risiko von Wetterextremen	5.3 Nachhaltige Entwässerung	
	6. Optimierung Lebenszykluskosten und Wert	6.1 Lebenszykluskosten (€/m ² /Jahr)	6.2 Wertschöpfung und Risikofaktoren		

Tabelle mit den thematischen Bereichen der Makroziele und den Level(s)-Indikatoren. Quelle: Europäische Kommission. Level(s): Putting circularity into practice. 2021.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist Level(s) lediglich ein Informationsinstrument und kein Zertifizierungs- oder Klassifizierungssystem mit spezifischen Benchmarks, wie dies bei BREAM-, LEED-, GREEN- oder ähnlichen Zertifizierungen der Fall ist.

Materialausweise

Ein Materialausweis, im Englischen als Material Passport (MP) bezeichnet, ist eine Computerdatenbank, die im Rahmen des europäischen Projekts „Buildings as Material Banks“ (BAMB) zur Förderung kreislaufwirtschaftlichen Bauens entwickelt wurde.

Es handelt sich dabei um einen digitalen Datensatz von Baumaterialien, der in verschiedene Ebenen unterteilt werden kann: Materialien, Komponenten, Produkte, Systeme und Gebäude.

Ein Materialausweis enthält folgende Informationen über die Materialien und Komponenten eines Gebäudes: Funktion, Zusammensetzung (einschließlich der Schadstofffreiheit), Qualität, frühere Verwendungszwecke, Wartungsanleitung, Rückbauanleitung sowie Wiederverwendungs- und Recyclingoptionen. Darüber hinaus können Informationen aus „Produktdatenblättern“, „Sicherheitsdatenblättern“ usw. aufgenommen werden.

Durch Materialausweise, die mit dem BIM-Modell¹⁹ verknüpft sind, lassen sich die im Gebäude verbauten Materialien lokalisieren. Diese Informationen werden zu einem digitalen Duplikat des Gebäudes, was zum einen die Rückverfolgbarkeit identifizierter Materialien ermöglicht, zum anderen ihre Wartung und Wiederverwendung in demselben Gebäude oder – über den Gebrauchtmittelmarkt – in anderen Gebäuden erleichtert. **Ein so konzipiertes Gebäude stellt eine Art „Bank“ von Materialien und montierten Komponenten dar, die sich leicht in zukünftige Gebäude einbauen lassen.**



Mehr erfahren

Über den folgenden Link erfahren Sie mehr über Level(s): 

Liander-Gebäude, eines der ersten Gebäude, das mit einem Materialausweis konzipiert wurde.
Quelle: RAU Architects
<http://www.rau.eu/n>

¹⁹ **BIM (Building Information Modeling)** ist eine kollaborative Arbeitsmethodik, die alle Informationen eines Gebäudes in einem digitalen Modell bündelt und alle am Bauprozess beteiligten Parteien integriert. Der Einsatz von BIM deckt alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes ab mit dem Ziel, die Prozesse der Planung, des Baus, des Betriebs, der Instandhaltung und des Rückbaus zu erleichtern und eine zuverlässige Entscheidungsgrundlage zu schaffen. BIM integriert verschiedene Funktionen, die normalerweise speziell mit anderen Programmen bearbeitet werden, wie Geometrie, räumliche Beziehungen, geografische Informationen, Eigenschaften von Materialien und Bauelementen, Strukturberechnungen, Installationen, Beleuchtung, hygrothermischer Komfort usw. <https://www.youtube.com/watch?v=SzhYGwKsnnA>

Mehr erfahren

- Ein Video-Tutorial zur BAMB-Plattform für Materialausweise finden Sie hier. 
- Unter den folgenden Links erfahren Sie mehr über das Konzept des Gebäudes als Materialbank.  
- Die Madaster Foundation unterstützt die Entwicklung von Konzepten und Lösungen, die die Erfassung, Dokumentation, Speicherung und den Austausch von Daten über Materialien, Komponenten und Produkte, die in der gebauten Umwelt verwendet werden, ermöglichen. 
- Eine Reihe von Organisationen entwickelt Software und Konzepte, die dem Materialausweis ähneln. Dazu zählen:  



Cradle-to-Cradle-Zertifizierung

Der Cradle-to-Cradle-Zertifizierungsstandard ist ein Zertifizierungssystem, das die Kreislauffähigkeit von Materialien und Produkten bewertet.

Die Produkte werden durch die Analyse ihrer ökologischen und sozialen Leistung in fünf Kategorien bewertet: „Materialgesundheit“ (toxikologische Bewertung in Bezug auf die Gesundheit für Mensch und Natur), „Materialkreislauf“ (Bewertung des Wiedernutzungspotentials), „Erneuerbare Energien“ (Bewertung des CO₂-Fußabdrucks), „Wassermanagement“ (Strategie für einen verantwortungsvollen Umgang mit Wasser) und „Soziale Verantwortung“ (Einhaltung sozialer Standards). Jeder Kategorie ist eine Leistungsstufe zugeordnet, die wie folgt aussehen kann: Basic, Bronze, Silber, Gold oder Platin. Der Standard erfordert alle zwei Jahre eine Erneuerung der Zertifizierung.

Mehr erfahren

Weitere Informationen finden sich auf der folgenden Webseite: 





Kapitel 3. Strategien zur Verwirklichung einer Kreislaufwirtschaft im Bausektor

Einführung

Der Leitgedanke einer Kreislaufwirtschaft lautet „Abfall und Verschmutzung durch Design zu reduzieren“. The complete sentence reads:

Eine rückbaugerechte und anpassungsfähige Bauweise ist daher der Schlüssel zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor. Es gilt, flexible und anpassungsfähige Gebäude zu entwerfen und geeignete Materialien bzw. Bausysteme zu wählen, wobei zu berücksichtigen ist, wie diese produziert, verarbeitet und zusammengebaut wurden und dementsprechend am Ende der Nutzungsphase eines Gebäudes verändert und wiederverwendet werden können.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Verringerung der Umweltverschmutzung ist der Bau **energieeffizienter** Gebäude. Das Ziel ist dabei sowohl die Dekarbonisierung der bebauten Umwelt durch Niedrigstenergiegebäude als auch die Schaffung von „**Prosumer-Gebäuden**“, also von Gebäuden, die erneuerbare Energie nicht nur konsumieren, sondern als Produzenten auch in das (eigene) Stromnetz einspeisen. Um dies zu erreichen, braucht es passive Kühl- und Heizsysteme, Systeme zur Erzeugung erneuerbarer Energien und eine intelligente Digitalisierung der Energiesysteme, die Echtzeitdaten darüber liefern wie, wann und wo Energie verbraucht wird.

Strategien der digitalen Verwaltung im Bausektor bieten das Potenzial, die Gebäudeleistung zu verbessern, wenn sie auf Gebäudeelemente und -systeme angewendet werden. Mithilfe von Daten, die von in Gebäuden installierten Sensoren gewonnen werden, lassen sich Raumkomfort und Energieeffizienz verbessern. So können beispielsweise individuelle Energiebedarfsprofile erstellt und Maßnahmen zur Energieeinsparung in Abhängigkeit von der Außentemperatur, der Belegung usw. ergriffen werden. Ebenso kann die künstliche Beleuchtung je nach Außenlicht und Belegung des Gebäudes an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.

Ein weiteres vorrangiges Thema ist die effiziente Wasserbewirtschaftung durch die Integration von Systemen zur Wiederverwendung von Grau- und Regenwasser für die Gartenbewässerung, Toilettenspülung usw.

Strategien zur Verwirklichung von Kreislaufgebäuden sollten sowohl bei neuen Gebäuden als auch bei der Renovierung bestehender Gebäude angewandt werden.

Auswahl von Materialien mit geringen Umweltauswirkungen während ihres gesamten Lebenszyklus

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft sollten Baumaterialien so weit wie möglich den folgenden Kriterien entsprechen:

- Sie geben in keiner Phase ihres Lebenszyklus giftige Stoffe oder Gase ab. Die Materialien müssen während ihrer Verwendung ein gesundes Umfeld gewährleisten.
- Sie erzeugen weder während der Herstellung noch am Ende ihrer Nutzungsdauer übermäßigen oder gefährlichen Abfall.
- Sie erfordern keine kostspieligen Wartungsarbeiten und sind keine potenziellen Quellen für Insekten, Schädlinge und Schimmel.
- Sie sind qualitativ hochwertig, langlebig und garantieren eine lange Nutzungsdauer.
- Sie besitzen ein hohes Potenzial für Wiederverwendung und Recycling, so dass sie in den verschiedenen Lebenszyklen innerhalb der Wertschöpfungskette erhalten werden können.
- Sie bestehen zumindest zum Teil aus recyceltem Material, wann immer dies möglich ist und keine große Menge an Energie in der Verarbeitung erfordert.

➤ Sie sind **natürlich** und werden vorzugsweise aus erneuerbaren Ressourcen gewonnen. Organische Materialien wie Holz, Kork oder Bambus sollten aus zertifizierten nachhaltigen Nutzpflanzen²⁰ mit minimalen Umwandlungs- und Anpassungsprozessen stammen.

➤ Sie werden **lokal beschafft, abgebaut und in der Nähe der Baustelle hergestellt**. Dies verringert den Energieverbrauch und die mit dem Transport verbundenen Emissionen und unterstützt die lokale wirtschaftliche Entwicklung.

➤ Sie tragen zur **Minimierung des Energiebedarfs** des Gebäudes bei, d. h. Materialien mit guten Wärme-, Kälte- und Schalldämmeigenschaften.

➤ Sie verbessern die Umweltbedingungen im Freien, z. B. durch begrünte Dächer und grüne Wände.

Rückbaugerechte und anpassungsfähige Bauweise

Eine rückbaugerechte Bauweise wird im Englischen als „Design for Deconstruction“ bzw. „Design for Disassembly“ (DfD) bezeichnet und ist ein vom Industriedesign inspiriertes Konzept. Es basiert auf der Gestaltung langlebiger, leicht zerlegbarer Produkte, bei denen einzelne Komponenten hinzugefügt und entfernt werden können, ohne den Rest zu beschädigen, wie bei einem Modellbaukasten. DfD ist auf alle Arten von Produkten anwendbar, unabhängig von ihrer Größe und Komplexität, von Elektronik über Möbel bis hin zu Gebäuden und Infrastrukturen, und berücksichtigt ihren gesamten Lebenszyklus.



20 **Zertifizierte nachhaltige Nutzpflanzen** sind solche mit PEFC- (Programme for the Endorsement of Forest Certification) oder FSC- (Forest Stewardship Council) Zertifizierung. Diese Zertifizierungen bescheinigen über die gesamte Lieferkette hinweg, dass die Materialien aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen. "Der Produktkettennachweis (engl. Chain of Custody, CoC) von Forstprodukten ist definiert als die Überwachung von Forstprodukten (Holz, Papier, Kork, Rinde, Harze...) während der verschiedenen Stufen des Produktionsprozesses und ihrer anschließenden Vermarktung, um die Rückverfolgbarkeit von Forstprodukten vom Endverbraucher bis zum Wald oder im Falle von Recyclingmaterial bis zum Punkt, an dem das Material wiedergewonnen wird, zu gewährleisten. Quelle: AENOR

Bei der Auswahl von Materialien ist die „Umwelt-Produktdeklaration (EPD)“ ein nützliches Instrument, da sie die Umweltauswirkungen eines Materials während seiner gesamten Lebensdauer widerspiegelt und mit EPDs anderer Produkte mit der gleichen Funktion verglichen werden kann. Die „Cradle-to-Cradle-Zertifizierung“ und/oder der „Materialausweis“ liefern ebenfalls Informationen über die Umweltauswirkungen und bewerten die Kreislauffähigkeit von Baumaterialien.



Quelle: Casa Alamos / ESTUDIO GALERA. Bild © Federico Cairoli

Eine **anpassungsfähige Bauweise** bedeutet, dass ein Gebäude **vielseitig nutzbar, umwandelbar und ausbaufähig** ist, um sich an die gegenwärtigen und zukünftigen Bedürfnisse des Marktes anzupassen und so seine Nutzungsdauer zu verlängern. Es geht um Entwürfe, die alternative Nutzungen mit minimalen Änderungen, Änderungen der Verteilung und der Nutzung ermöglichen und bei denen die Sanierung und der Umbau nicht mit der Erzeugung von großen Abfallmengen verbunden sind.

Um die Lebensdauer eines Gebäudes und seiner Komponenten zu verlängern, müssen die folgenden Grundsätze beachtet werden:

➤ **Das Gebäude ist als eine Reihe von Systemen mit verschiedenen Funktionen zu verstehen, die in Schichten organisiert sind.** Jede Schicht eines Gebäudes hat eine bestimmte Lebensdauer, und das Gebäude sollte so geplant und gebaut werden, dass die Schichten unabhängig voneinander sind. Die langlebigeren Schichten, wie die Struktur und die Hülle, sollten nicht durch die Renovierung und Modernisierung der weniger langlebigen Schichten, wie Installationen oder Trennwände, beeinträchtigt werden.

So werden beispielsweise Innenverkleidungen, Trennwände, Einrichtungsgegenstände und Fenster häufiger ausgetauscht als Elemente wie die Struktur und die äußere Hülle. Der Entwurf kann den Austausch dieser Elemente vorsehen, ohne die dauerhafteren Teile des Gebäudes zu beschädigen. Ein Beispiel dafür sind Gebäudeinstallationen (Strom, Wasser, Sanitäranlagen), die sich so gestalten lassen, dass sie möglichst weit zugänglich sind, um ihre Wartung, Modernisierung, Reparatur und ihren Austausch zu erleichtern. Ein weiteres Beispiel ist die Verwendung von verschraubten und/oder mit Nut und Feder versehenen Verkleidungs- und Trennwandmaterialien, die eine schnelle Demontage und einen Austausch ohne Abfall und ohne Beschädigung anderer Gebäudeteile ermöglichen.



Airbnb's europäisches Operationszentrum in Dublin / Heneghan Peng Architects.
Quelle: © Ed Reeve.www.plataformaarquitectura.cl



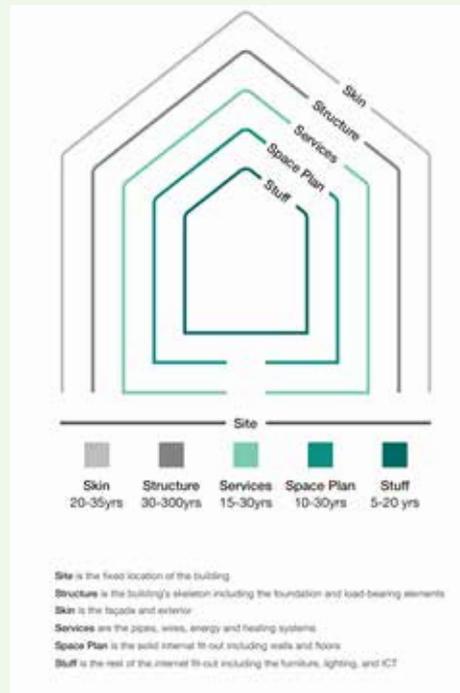
Haben Sie es gewusst?

Im Jahr 1994 veröffentlichte Stewart Brand das Buch „How Buildings Learn: What Happens After They're Built“ (Was passiert, nachdem sie gebaut wurden), in dem er die von dem Architekten Frank Dufy in den 1970er Jahren vorgeschlagene Theorie der „Scherschichten“ weiterentwickelte.

Brand vergleicht die gebaute Umwelt mit einem natürlichen, dynamischen und sich verändernden Organismus, dessen Bestandteile wie die Zellen eines Lebewesens ständig ersetzt werden.

Ein Gebäude wird dabei verstanden als ein hierarchisches System von Schichten und Komponenten (Boden, Struktur, Hülle, Installationen, Trennwände und Mobiliar), die wiederum Teil anderer, größerer Systeme sind.

„Ein anpassungsfähiges Gebäude muss ein Verrutschen zwischen den unterschiedlich getakteten Systemen von Standort, Struktur, Hülle, Dienstleistungen, Raumplan und Dingen ermöglichen. Andernfalls blockieren die langsamen Systeme den Fluss der schnellen, und die schnellen zerstören die langsamen durch ihre ständigen Veränderungen“²¹.



Gebäudeschichten nach Stewart Brand. Quelle: Arup. Principles to Practices: Realising the value of circular economy in real estate | Basado

➤ **Betrachten Sie das Gebäude als eine Materialbank**, d. h. als eine vorübergehende Vereinigung von Materialien, die für ihre nächste Verwendung in gutem Zustand erhalten werden müssen.

➤ **Wählen Sie langlebige Materialien und Konstruktionssysteme** und ergreifen Sie die notwendigen Schutzmaßnahmen, um ihre Haltbarkeit zu erhalten.

➤ **Entwerfen Sie Gebäude so, dass ihr Rückbau leicht zu bewerkstelligen ist.** Ein unkomplizierter Rückbau vereinfacht die Reparatur und Wiederverwertung verschiedener Materialien am Ende ihrer Nutzungsdauer. Im Bauwesen bedeutet dies, dass bei der Planung ein selektiver Abriss oder Rückbau in Betracht gezogen wird, um das Potenzial für die Wiederverwertung und das Recycling der Komponenten zu maximieren.

²¹ Stewart Brand. 1993. How Buildings Learn: What Happens After They're Built.

²² Beim selektiven Abriss werden die Abrissarbeiten so aufeinander abgestimmt, dass eine Trennung und Sortierung der Baumaterialien möglich ist. Quelle: Protokoll für die Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen in der EU. 2016

Rückgebaute Materialien aus dem People's Pavilion, Eindhoven. Quelle: © Jeroen van der Wielen. Arup. From Principles to Practices: Realising the value of circular economy in real estate



Es gibt einige Bautechniken, die den Rückbau erleichtern und effizienter machen, nämlich:

➤ Verringerung der Vielfalt der verwendeten Materialien und Bausysteme sowie der Menge des verwendeten Materials. Der 3D-Druck von Materialien kann die Menge des verwendeten Materials durch den Druck maßgeschneiderter Bauelemente reduzieren.

➤ Verwendung modularer und vorgefertigter Systeme, bei denen die Elemente leicht montiert, demontiert und ersetzt werden können. Heutzutage ermöglichen die neuen digitalen Technologien eine größere Effizienz und Qualität bei den Produktionsprozessen, die nicht dazu führt, dass die Einzigartigkeit und Anpassungsfähigkeit des fertigen Produkts beeinträchtigt wird.

➤ Verwendung einfacher, standardisierter, reversibler und zugänglicher Verbindungen zwischen Materialien und Bausystemen. Bevorzugen Sie mechanische Verbindungen mit Schrauben, Muttern, Beschlägen und Verbindungselementen. Wenn mechanische Verbindungen nicht möglich sind, verwenden Sie Klebstoffe und Dichtungsmittel, die eine Demontage ermöglichen.

Die Rückbaukapazität eines Bausystems ist abhängig von den Möglichkeiten der Wiederverwendung und des Recyclings seiner Bestandteile.



Die neue ISO-Norm 20887:2020 „Nachhaltigkeit von Gebäuden und Ingenieurbauwerken - Planung der Rückbaubarkeit und Anpassbarkeit - Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien“ gibt einen Überblick über die Grundsätze der rückbaugerechten und anpassungsfähigen Bauweise und richtet sich an alle Akteure im Bausektor.

Kreislaufwirtschaftliche Eigenschaften in verschiedenen Ebenen und Phasen von Gebäuden

	Material	Produkt	Komponente	Raum	Einrichtung	Struktur/ Tragwerk	Außenhaut	Gebäude
								
Entwurfs-/ Sanierungsphase	Recycelt Wiederverwendbar Langlebig Erneuerbar/ Biobasiert Sicher	Wiederverwendbar Langlebig Kompatibel Handlich Erreichbar Ersetzbar Demontierbar		Flexibel	Erreichbar Wartungsfähig Ersetzbar	Langlebig Erreichbar Modular Vorgefertigt Demontierbar	Modular - Vorgefertigt Freistehend - Demontierbar Handlich	Ausbaufähig Modular Vielseitig
Nutzungsphase	Bericht, Wiederverwendung, Recycling, Teilen			Anpassen	Überprüfung Wartung Reparatur Verbesserung Renovierung			
Ende des Lebenszyklus	Abfalltrennung, Abfallverwertung und Recycling							

Quelle: Adaptiert von Leticia Ortega. Instituto Valenciano de la edificación

Kreislaufwirtschaftliche Strategien in Bezug auf die bebaute Umwelt

Wenn die Bauphase eines Gebäudes oder einer Infrastruktur abgeschlossen ist, beginnt die **Nutzungsphase**. Nun übernimmt der Eigentümer die Verantwortung für den Erhaltungszustand. Diese Phase ist mit der Instandhaltung oder der Vergabe von Dienstleistungen (Reinigungsarbeiten, Reparaturen, Strom- und Gasversorgung) verbunden. Um spätere Reparatur- und Renovierungsarbeiten zu erleichtern, ist es wichtig, dass der Eigentümer im Besitz aller technischen Unterlagen des Gebäudes ist, einschließlich der verwendeten Bausysteme, der Installationspläne mit ihrer tatsächlichen Anordnung und Lage sowie der Gebrauchs- und Wartungsanweisungen.



Mehr erfahren

Video zum Thema „Design for Dissassembly“ (DfD): 

WikiHouse ist ein digitales Bausystem. Ziel des Open-Source-Projektes ist es, den Selbstbau von energieeffizienten Häusern zu erleichtern, die sich an unterschiedliche Bedürfnisse anpassen. 





Zur Nutzungsphase gehören:

- **Wartung oder punktuelle Reparatur.** Hierzu gehören u. a. Reinigungsarbeiten und kleinere Reparaturen.
- **Sanierung.** Hierbei handelt sich um eine bauliche Maßnahme zur Verbesserung des Zustands eines Gebäudes und zur Anpassung an neue Anforderungen. Sie kann umfassen:
 - Teilsanierung, d. h. die Sanierung bestimmter Bereiche, der Austausch von Installationen, Materialien, die energetische Sanierung²³ etc.
 - Vollständige bzw. ganzheitliche Sanierung, die eine Nutzungsänderung beinhalten kann.

Aus
kreislaufwirtschaftlicher
Perspektive ist es
daher wesentlich
kostengünstiger, die
bebaute Umgebung an
neue Anforderungen
anzupassen, als Gebäude
abzureißen und neu zu
bauen.



Nach Angaben der ADEME, Frankreichs Agentur für Umwelt und Energie, ist die Materialmenge, die für die Renovierung eines Wohngebäudes benötigt wird, 40- bis 80-mal geringer als beim Bau eines neuen Gebäudes.

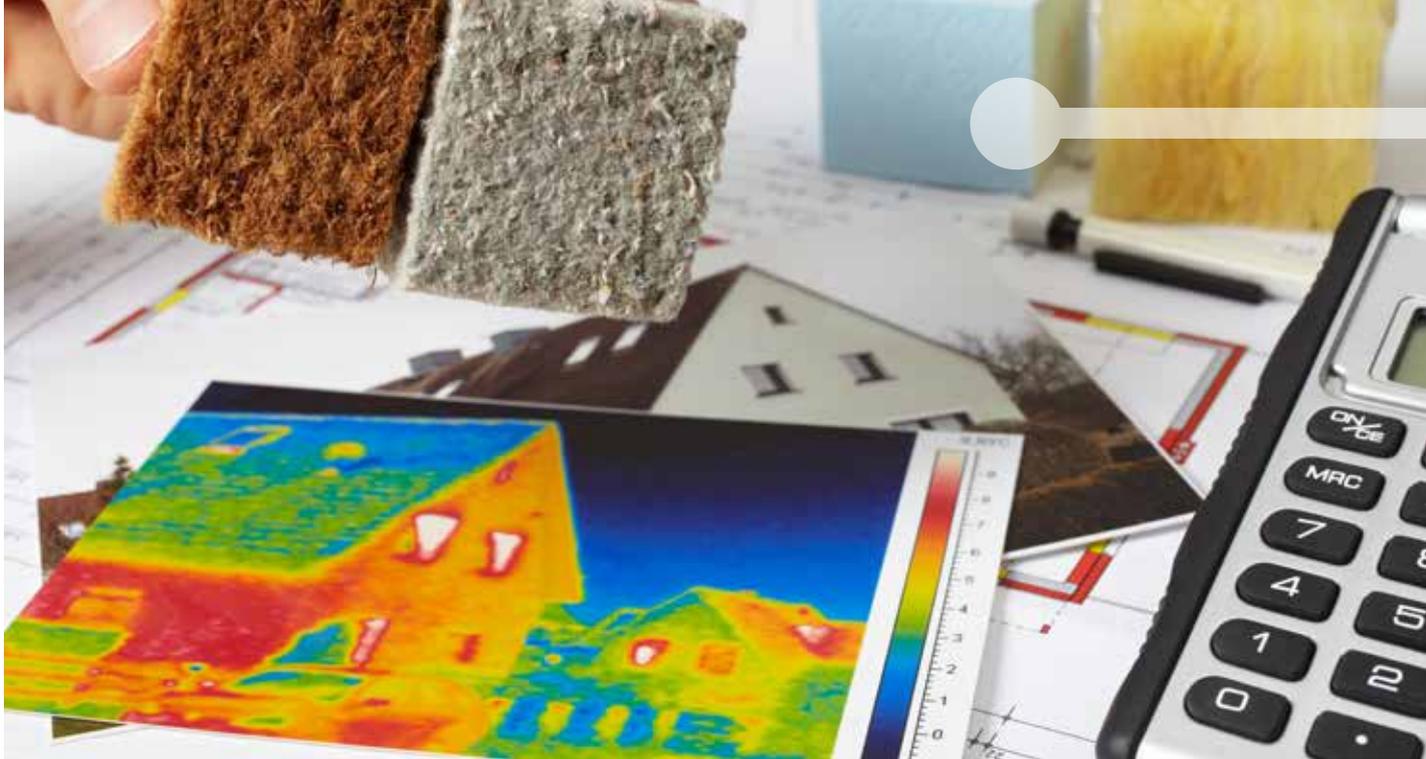
In Europa werden im Jahr 2050 noch 85-95 % des bestehenden Gebäudebestands genutzt werden. 85 % des aktuellen Gebäudebestands wurden jedoch vor dem 21. Jahrhundert errichtet, wovon der größte Teil nicht den heutigen Anforderungen an Wohnbarkeit, Gesundheit, Schallschutz, Barrierefreiheit und Energieeffizienz²⁴ entspricht. So sind beispielsweise 75 % der Gebäude in der EU energieineffizient, verwenden veraltete Technologien und sind auf fossile Brennstoffe angewiesen.

Die energetische Sanierung ineffizienter Gebäude könnte den Gesamtenergieverbrauch der EU um 5-6 % und die CO₂-Emissionen um etwa 5 % senken. Allerdings werden nur 0,2 % der tiefgreifenden energetischen Renovierungen, d. h. derjenigen, die zu einer Senkung des Energieverbrauchs des Gebäudes um mindestens 60 % führen, jährlich durchgeführt.

Die Strategien für tiefgreifende energetische Sanierungen sind: Verbesserung der Isolierung der Gebäudehülle (Fassaden, Dächer, Fenster, Bodenkontakt), Steigerung der Energieeffizienz von Kühl-, Heiz- und Warmwassersystemen und die Integration erneuerbarer Energien auf Gebäude- oder Stadtteilebene.

²³ Die energetische Sanierung eines Gebäudes ist die Veränderung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Bodenkontaktflächen und nicht bewohnbare Räume) und/oder der technischen Systeme (Heizungs-, Kühlungs- und Warmwassersysteme) mit dem Ziel der Verbesserung der Energieeffizienz.

²⁴ In Europa gibt es erst seit den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts Bauvorschriften mit spezifischen Bestimmungen zur Wärmedämmung der Gebäudehülle. Ein hoher Prozentsatz des derzeitigen europäischen Gebäudebestands wurde also ohne jegliche Anforderungen an die Energieeffizienz gebaut: ein Drittel (35 %) des Gebäudebestands in der EU ist mehr als 50 Jahre alt und mehr als 40 % wurden vor 1960 gebaut. Fast 75 % sind nach den geltenden Baunormen energieineffizient.“ Quelle: Bericht des Joint Research Centre (JRC), Achieving the cost-effective energy transformation of Europe's buildings.



Die Europäische Union steht vor der Herausforderung, die bereits bebaute Umgebung an die neuen Anforderungen anzupassen und Gebäude und städtische Räume in klimaresiliente, gesundheitsfördernde und energieeffizientere zu verwandeln. Die Sanierung des bestehenden Gebäudebestands ist der Schlüssel zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor und sollte die Grundsätze des Rückbaus und der Anpassungsfähigkeit einbeziehen. Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein wesentliches Ziel, um bis zum Jahr 2050 ein klimaneutrales Europa zu erreichen.

Rückbau

Am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes oder eines Teils davon wird eine große Menge an Rohstoffen demontiert und abgerissen. In einer Kreislaufwirtschaft müssen diese Rohstoffe in frühere Stadien des Bauprozesses zurückgeführt werden.

Der selektive Abriss oder Rückbau und eine getrennte Abfallsammlung²⁵ ist für die Rückführung von Materialien in die Wertschöpfungskette durch Wiederverwendung, Recycling oder Energierückgewinnung von entscheidender Bedeutung. Um das meiste aus den Materialien eines Abrisses herauszuholen, muss die Gewinnung dieser Materialien koordiniert und sorgfältig erfolgen. Die Klassifizierung und Verwaltung der gewonnenen Materialien ist eine komplizierte Aufgabe und erfordert fallbezogene spezifische Protokolle und Pläne. Einer der wichtigsten Aspekte ist es, sicherzustellen, dass gefährliche Abfälle nicht mit anderen Abfällen vermischt werden. Daher hat die Europäische Union die folgenden Dokumente veröffentlicht, um dem Bausektor bei der Abfallbewirtschaftung eine Orientierungshilfe zu geben:



Rückgewinnung von hydraulischem Estrich bei einem Abbruch. Quelle: Rotordc www.rotordc.com

²⁵ Unter einer getrennten Abfallsammlung versteht man eine „Sammlung, bei der ein Abfallstrom nach Art und Beschaffenheit des Abfalls getrennt gehalten wird, um eine bestimmte Behandlung zu erleichtern.“ Quelle: Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

➤ Leitlinien für Abbruch- und Umbauarbeiten an Gebäuden vorgeschaltete Abfallaudits²⁶

➤ EU-Protokoll über die Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen²⁷



Abfalltrennung auf der Baustelle. Quelle: Ihobe public company for environmental education. Ihobe manual for drafting and implementing a construction and demolition waste management plan and good trade practices. 2012

Gut bewirtschafteter Abfall wird zu einer wertvollen Rohstoffquelle, während schlecht bewirtschafteter Abfall sein Verwertungspotenzial verliert und zu einer Quelle der Umweltverschmutzung wird.

So sind beispielsweise 80 % der Abbruchabfälle sich nicht auflösende „Inertabfälle“, die aus Rohstoffen der mineralgewinnenden Industrie bestehen, wie z. B. Zement, Zuschlagstoffe, Ziergestein, Kalk, Quarzsand, Schiefer, Ton usw. Damit diese Materialien nach dem Abriss oder Rückbau zu Sekundärrohstoffen werden können, muss sichergestellt werden, dass sie getrennt werden, damit sie nicht kontaminiert oder mit anderen Abfällen vermischt werden.



Nach der geltenden EU-Bauproduktenverordnung (CPR) müssen Bauprodukte in der Regel mit der CE-Kennzeichnung versehen werden. Bei wiederverwendbaren Bauprodukten ist dies jedoch oft nicht möglich. Die Europäische Kommission ist dabei, die CPR zu ändern, um die Verwendung von wiederverwendeten und recycelten Materialien in Zukunft zu erleichtern.



Die folgende, von der Europäischen Umweltagentur veröffentlichte Infografik zeigt Beispiele für Kreislaufmaßnahmen, die die Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen verbessern.

Quelle: Circular economy in construction. Go green with Aarhus. Sustainability Committee, City of Aarhus

²⁶ https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en

²⁷ https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en

Hochwertige Produkte mit hohem Recyclinganteil

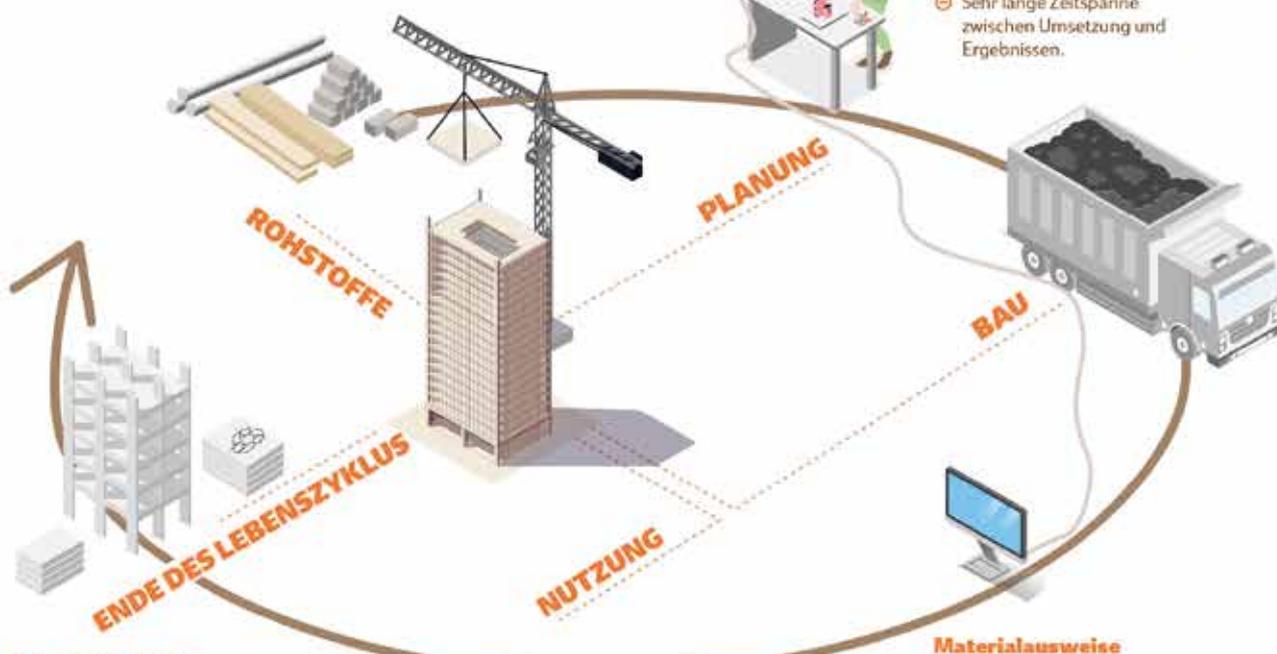
Materialien mit hoher Haltbarkeit, die in Strukturelementen verwendet werden

- ① Verlängerung der Lebensdauer von Bauwerken, um so zur Abfallvermeidung beizutragen.
- ② Nachfrage nach recycelten Materialien entsteht.
- ⊖ Niedrige Preise für neue Materialien stehen hohen Kosten für die Abfallverarbeitung gegenüber.
- ⊖ Zweifel an der Qualität von Wertstoffen, fehlende Normen.

Demontagegerechte Konstruktion

Bauprodukte so konzipieren, dass sie sich leicht in Komponenten zerlegen lassen, die wiederverwendet, wieder zusammengesetzt, neu konfiguriert oder recycelt werden können.

- ② Wiederverwendung ist Teil der Abfallvermeidung, die Trennung der Komponenten erleichtert das Recycling.
- ⊖ Höhere Komplexität bei der Demontage
- ⊖ Potenzieller Konflikt mit anderen Rechtsvorschriften, z. B. zur Energieeffizienz
- ⊖ Mangel an Wissen und Informationen
- ⊖ Sehr lange Zeitspanne zwischen Umsetzung und Ergebnissen.



Selektiver Abbruch

Entfernung gefährlicher Stoffe und verstärkte Trennung der Quellen in hochwertige, reine Materialfraktionen.

- ② Quantität und Qualität des Recyclings wird erhöht.
- ⊖ Abbruch zeitaufwändiger und potenziell teurer.
- ⊖ Mangelnde Rückverfolgbarkeit (begrenzte Informationen über die Herkunft von Abfallstoffen).
- ⊖ Komplexität von Gebäuden und Baumaterialien.



Materialausweise

Datensätze, die bestimmte Eigenschaften von Materialien und Komponenten in Bauprodukten beschreiben.

- ② Erleichtert die Trennung von Altmaterialien an der Quelle, erhöht die Recyclingqualität und schließt Kreisläufe.
- ⊖ Informations- und Datenmanagement für lange Zeiträume benötigt.
- ⊖ Kosten der Datenerhebung und -speicherung.

Verlängerung der Nutzungsdauer von Bauwerken

Renovierung, Verbesserung der Instandhaltung, Modernisierung, Reparatur und Anpassung von Bauwerken

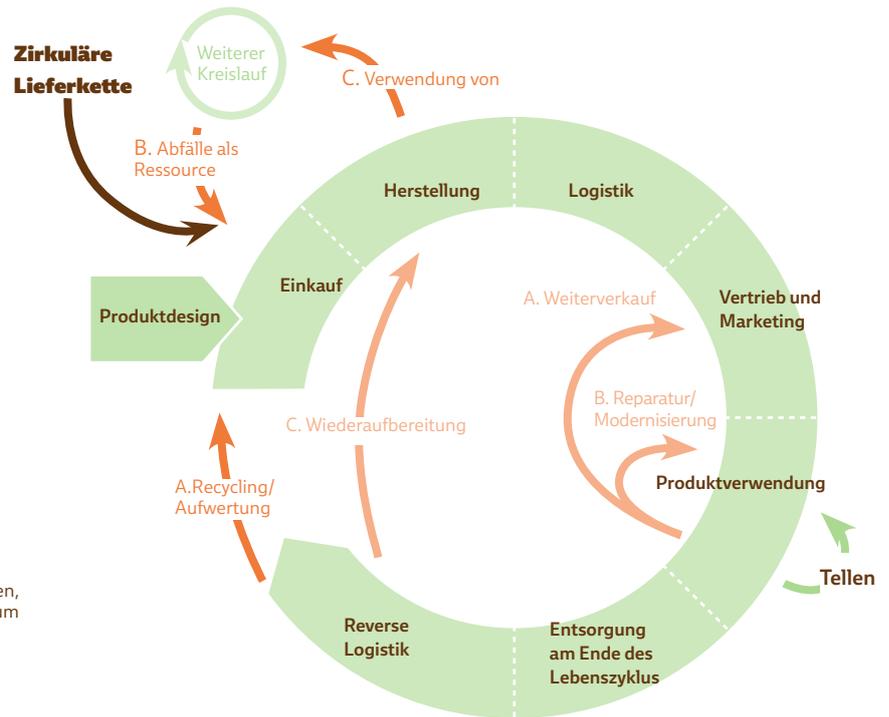
- ② Umsetzung von Abfallvermeidung.
- ② Vermeidung von Neubauten und den damit verbundenen Umweltauswirkungen.
- ⊖ Die Lebensdauer energieineffizienter Gebäude wird so ebenfalls verlängert.
- ⊖ Risiko des Vorhandenseins von minderwertigen Materialien in Gebäuden und der Verschlechterung von strukturellen Bauelementen.
- ⊖ Hohe Arbeitskosten.
- ⊖ Änderung architektonischer Präferenzen.

Quelle: Europäische Umweltagentur. INF 151. <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/examples-of-circular-actions-that/view>

Geschäftsmodelle

- Zirkuläre Lieferkette: Verwendung von erneuerbaren Energien, Biomasse oder wiederverwertbaren Materialien anstelle von begrenzten Ressourcen.
- Rückgewinnung von Ressourcen: Gewinnung von Nutzenergie/Ressourcen aus Abfällen oder Abfallprodukten.
- Verlängerung der Produktlebensdauer: Verlängerung des Lebenszyklus von Produkten und Komponenten durch Reparatur, Modernisierung und Weiterverkauf.
- Plattform-Sharing: Steigerung des Produktnutzungsgrads durch gemeinsame Nutzung/Zugang/Besitz.
- Produkt als Dienstleistung*: Zugang zu Produkten, die im Eigentum der Unternehmen verbleiben, um die aus der Produktivität der Kreislaufwirtschaft entstehenden Vorteile zu nutzen.

*Anwendbar auf Produktströme an jedem Punkt der Wertschöpfungskette



Quelle: Accenture

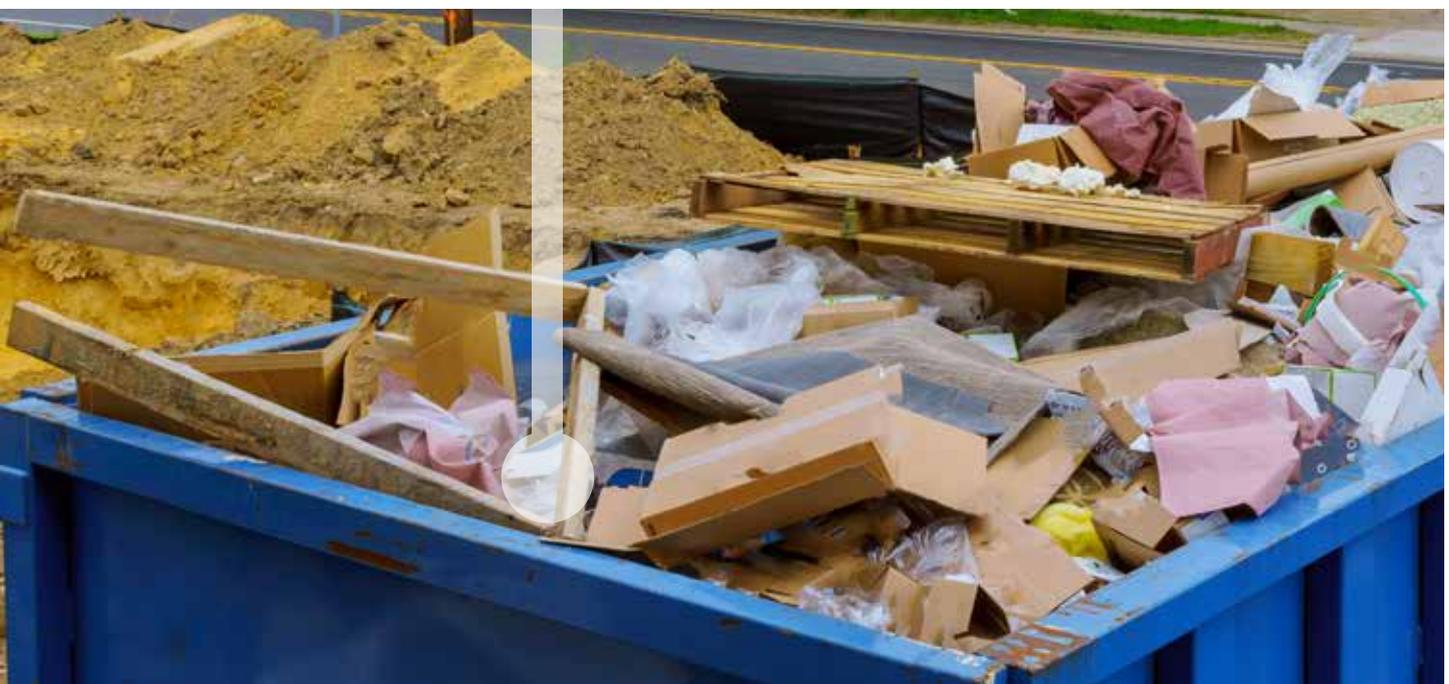
Maersk (ein Logistikunternehmen) verwendet Stahl aus seinen ausgemusterten Schiffen für den Bau neuer Schiffe. Zu diesem Zweck erstellt es für jedes Teil einen „Materialausweis“.



Zirkuläre Lieferkette: Rückgewinnung und Recycling

Dieses Modell basiert auf der Verwendung von wiederverwertbaren Materialien, Biomasse oder erneuerbaren Energien und bietet zwei Geschäftsmodelle:

- Unternehmen stellen für sich selbst Kreislaufressourcen her. Die Produkte werden ganz oder teilweise aus wiederverwertbaren Ausgangsmaterialien hergestellt.
- Unternehmen entwickeln und produzieren ein kreislauffähiges Produkt und/oder eine kreislauffähige Ressource, um sie an andere als Ausgangsmaterial für deren Produktion zu verkaufen.



Rückgewinnung von Ressourcen aus Abfällen

Dieses Modell basiert auf der Gewinnung von Ressourcen aus Abfällen durch deren Verwertung²⁸.

Ein Unternehmen kann seine eigenen Abfälle oder die von anderen Unternehmen verwerten. Die Arbeitsschritte reichen von der Vorbereitung zur Wiederverwendung bis zur Verarbeitung.

Gamle Mursten (ein Bauunternehmen) kauft Ziegelsteine von Abbruchbaustellen, sortiert sie, reinigt sie und bringt sie wieder auf den Markt. Die Reinigung erfolgt mit einem patentierten System unter Verwendung von Vibrationen und ohne den Einsatz von Chemikalien und Wasser. Nach der Reinigung werden die Ziegel einer Qualitätskontrolle unterzogen. Eines der Haupthindernisse für die Verwendung von wiederverwendeten Baumaterialien ist, dass sie nicht CE-gekennzeichnet sind. Das Unternehmen war das erste in Europa, das eine Europäische Technische Bewertung (ETA) erhielt, um die CE-Kennzeichnung für seine Ziegel zu erhalten. 

Das belgische Unternehmen Rotor Deconstruction ist ein Pionier auf dem Gebiet der wiederverwendeten Bauelemente. Es demontiert, saniert und verkauft die Materialien und hilft Bauherren, Bauunternehmern und Architekten bei deren Wiederverwendung. 

Miniwiz verwandelt Abfall in mehr als 1.200 Produkte, die im Bauwesen, in der Inneneinrichtung und für Konsumgüter verwendet werden können.  

Für die Herstellung einiger dieser Produkte wurde außerdem eine mobile Recyclinganlage für Kunststoff- und Textilabfälle entwickelt, die mit einem Sattelschlepper transportiert werden kann und mit Solarenergie betrieben wird.  

Weitere Beispiele 

Verlängerung der Produktlebensdauer

Dieses Modell basiert auf der Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten, Bauteilen oder sogar Gebäuden durch Reparatur, Aufrüstung und Wiederverkauf mit dem Ziel, ihren wirtschaftlichen Wert so lange wie möglich zu erhalten oder zu verlängern. In diesem Fall bietet das Konzept der rückbaugerechten und anpassungsfähigen Bauweise die Möglichkeit, die Nutzungsdauer eines Produkts zu verlängern und es an andere Funktionen als seine erste Verwendung anzupassen.

Die Erweiterung des Rathauses von Brummen in den Niederlanden ist ein Beispiel für eine kreisförmige Konstruktion, die für den Rückbau konzipiert wurde. Neunzig Prozent der Materialien und Komponenten können demontiert und wiederverwendet oder recycelt werden. Zu den Verträgen gehören Vereinbarungen mit Organisationen, die Glas und Aluminium für das Recycling zurückgewinnen. Darüber hinaus können Bauholz und Metalle nach 20 Jahren vertraglich an die Lieferanten zurückgegeben werden, wodurch mindestens 20 % ihres Restwerts freigesetzt werden. 

²⁸ Verwertung bedeutet „jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.“ Quelle: Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Das Modell beinhaltet die Restaurierung und Sanierung von Gebäuden.

Plattform-Sharing

Dieses Modell, das eng mit der kollaborativen Wirtschaft verbunden ist, besteht darin, die Nutzung von Produkten, die ein Nutzer nicht intensiv nutzt, zu erweitern, indem er sie mit anderen Nutzern teilt. Zu diesem Zweck werden technologische Sharing-Plattformen genutzt, z. B. Apps oder soziale Netzwerke. Die Plattformen bringen Nutzer und Anbieter zusammen, um Bauprodukte, Werkzeuge, Maschinen oder sogar Gebäude zu mieten, zu teilen oder zu verleihen. Der Eigentümer der Plattform tritt als Vermittler auf, und die Einnahmen werden durch den Zugang zur Plattform oder durch den Verkauf von Verwaltungsdienstleistungen im Zusammenhang mit der über die Plattform ausgeübten Tätigkeit erzielt.

Loop Rocks ist eine Plattform, die Baustellen miteinander verbindet, so dass sie Materialien wie Erde oder Steine austauschen können. Ziel dieses virtuellen Marktplatzes ist es, Angebot und Nachfrage aufeinander abzustimmen, um eine nachhaltigere und effizientere Nutzung von Baumaterialien zu erreichen.

Im Jahr 2016 wurden in Schweden und Dänemark 1,5 Millionen Tonnen Sekundärbaustoffe über diese Plattform vermittelt.

MatMap ist eine spanische digitale Plattform für den An- und Verkauf von Baumaterialien aus Abbruch, Baustellenüberschüssen, industrieller Überproduktion und auslaufenden Artikeln. Das Unternehmen verfügt über einen Logistikmanagementdienst, der darauf abzielt, Produkte, die nicht zur Wiederverwendung verwendet werden, zu verteilen.



Produkte als dienstleistung

Dieses Modell ist eine direkte Erweiterung des Plattform-Sharing-Modells. In Produkt-Service- oder Service-Systemen bezahlt der Nutzer, anstatt ein Produkt zu besitzen, für den Zugang zu einer Dienstleistung, die ein Produkt bietet. Auf diese Weise hat das Unternehmen, das das Produkt besitzt und die Dienstleistung anbietet, bei dem es sich um denselben Hersteller handeln kann, ein Interesse daran, höherwertige und qualitativ hochwertige Produkte zu verwenden, die leicht zu reparieren und aufzurüsten sind, da dies in der von ihm angebotenen Dienstleistung enthalten ist.

EGC setzt, wie andere Unternehmen, das Modell „Licht als Dienstleistung“ um, bei dem die Leuchten im Eigentum des Unternehmens verbleiben und während der Vertragslaufzeit Installations-, Wartungs- und Aufrüstungsdienste angeboten werden. Zu diesem Zweck entwickelt EGC Leuchten mit austauschbaren Teilen, die es dem Unternehmen ermöglichen, 95 % der Leuchten zu warten, wenn diese ausfallen.

Kaer entwirft, installiert und wartet Klimasysteme. Das Unternehmen nutzt Datenerfassung und -analyse in Verbindung mit künstlicher Intelligenz, um das System ständig anzupassen und es automatisch und in Echtzeit zu optimieren. Dieses Modell sorgt dafür, dass die Anlage effizienter läuft und die Energie- und Betriebskosten gesenkt werden.





Kapitel 4 . Europäische Politik zur Kreislaufwirtschaft

Europäischer Grüner Deal

Als Reaktion auf die aktuelle Umweltkrise hat die Europäische Kommission im Dezember 2019 die Mitteilung „Der Europäische Grüne Deal“ vorgelegt.

Der Grüne Deal ist ein Leitplan für die Verwirklichung einer nachhaltigen, kohlenstoffneutralen, wettbewerbsfähigen und ressourceneffizienten Wirtschaft. Seine Ziele sind:

- Reduzierung der Netto-Treibhausgasemissionen auf Null bis zum Jahr 2050
- Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch durch Förderung der Kreislaufwirtschaft
- Verbesserung der Lebensqualität in Europa
- Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und Verringerung der Umweltverschmutzung

Die Kommission kündigte Initiativen an, die miteinander verknüpfte Politikbereiche abdecken, darunter Klima, Umwelt, Energie, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und nachhaltige Finanzen. Sie unterstreicht die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes bei Maßnahmen und Gesetzesinitiativen, um die vereinbarten Ziele zu erreichen

Neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft

Zu den Initiativen des „Grünen Deals“ gehört auch die Förderung eines neuen „**Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft**“, der im März 2020 vorgestellt wurde und darauf abzielt, die europäische Wirtschaft durch eine grüne und digitale Transformation zu modernisieren.³⁰ Der Plan stellt Initiativen vor, die während des gesamten Lebenszyklus von Produkten anwendbar sind, und schlägt folgende Maßnahmen vor, um dies zu erreichen:

- **Die in der Europäischen Union vermarkteten Produkte sollen nachhaltig sein.** Es werden Rechtsvorschriften erlassen, um sicherzustellen, dass die Produkte langlebiger, leicht wiederverwendbar, reparierbar sowie recycelbar sind und Sekundärrohstoffe enthalten. Die Verwendung von Einwegprodukten soll eingeschränkt werden.
- **Verbraucher sollen Informationen über die Haltbarkeit und Reparierbarkeit der von ihnen gekauften Produkte erhalten.** Sie können von ihrem Recht auf Reparatur Gebrauch machen.



Virginijus Sinkevičius, EU-Kommissar für Umwelt, Meere und Fischerei [Europäische Union, 2020. Quelle: Europäische Kommission - Audiovisueller Service]

30 Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa COM/2020/98 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>

➤ **Vermeidung von Abfällen** und Umwandlung der erzeugten Abfälle in Sekundärrohstoffe.

Der Plan konzentriert sich auf die Wirtschaftszweige mit dem höchsten Ressourcenverbrauch und dem größten kreislaufwirtschaftlichen Potenzial, dazu gehören die Bereiche Verpackung, Elektronik, Kunststoffe, Bauwesen und Wohnungsbau.

Für den Bausektor schlägt der Plan eine umfassende Strategie vor, um eine nachhaltige bebaute Umwelt zu erreichen, die auf den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft beruht. Diese Strategie zielt darauf ab, eine Kohärenz zwischen allen Aktionsbereichen zu erreichen: „Klima, Energie- und Ressourceneffizienz, Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen, Zugänglichkeit, Digitalisierung [und] Qualifikationen“³¹. Darüber hinaus fördert der Plan die Anwendung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes und schlägt zu diesem Zweck Folgendes vor:

➤ Einführung von Anforderungen an den Gehalt an Sekundärmaterialien für bestimmte Produkte in die Bauproduktenverordnung (BauPVO) unter Berücksichtigung der Aspekte Sicherheit und Funktionalität

➤ Erhöhung der Langlebigkeit und Anpassungsfähigkeit von Gebäuden, die nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft konzipiert sind, und Ausarbeitung digitaler Baubücher

➤ Integration von Lebenszyklusanalysen (Ökobilanzen) in das öffentliche Beschaffungswesen unter Verwendung des Instruments Level(s). Erwägung der Festlegung von Zielen zur CO₂-Reduzierung sowie Untersuchung des Potenzials für die CO₂-Speicherung in Gebäuden

➤ Überprüfung der in den EU-Rechtsvorschriften für Bau- und Abbruchabfälle festgelegten Ziele für die Rückgewinnung von Materialien und deren spezifischen Materialfraktionen

➤ Verringerung der Bodenversiegelung, Sanierung stillgelegter oder kontaminierter Standorte und Förderung der sicheren, nachhaltigen und zirkulären Nutzung von Bodenaushub

Neue Renovierungswelle

Eine weitere Initiative des Grünen Deals, die sich direkt auf Gebäude bezieht, ist die sogenannte „Renovierungswelle“³², die in einer Mitteilung der Europäischen Kommission im Oktober 2020 veröffentlicht wurde. Bei diesem strategischen Dokument handelt es sich um einen Aktionsplan, der darauf abzielt, **die jährliche Rate der energetischen Renovierung der bebauten Umwelt bis 2030 zu verdoppeln**, um tiefgreifende energetische Renovierungen zu fördern und gleichzeitig Gebäude

³¹ Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa COM/2020/98 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>

³² Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine Renovierungswelle für Europa – umweltfreundlichere Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingungen COM/2020/662 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX%3A52020DC0662>

Quelle: Europäische
Kommission –
Audiovisueller
Service



gesünder, grüner, zugänglicher und widerstandsfähiger gegen den Klimawandel zu machen. Wichtigste Ziele der neuen Renovierungswelle sind:

- (a) Bekämpfung der Energiearmut und Verbesserung energieineffizienter Gebäude
- (b) Renovierung von öffentlichen Gebäuden wie Verwaltungs-, Bildungs- und Gesundheitszentren
- (c) Dekarbonisierung von Heiz- und Kühlsystemen

Zu diesem Zweck hat die EU eine Reihe von zentralen Maßnahmen festgelegt:

- Überprüfung und Aktualisierung der Vorschriften, Normen und Informationen über die Energieeffizienz von Gebäuden, die strenger gestaltet wurden. Schrittweise Einführung verbindlicher Mindestnormen für die Energieeffizienz von bestehenden Gebäuden
- Bereitstellung verbesserter, zugänglicher und gezielter Finanzmittel. Gewährung von Zuschüssen und Darlehen zur Unterstützung von Projekten.
- Förderung des nachhaltigen Bauens auf der Grundlage der Kreislaufwirtschaft. Förderung der Entwicklung standardisierter Lösungen, die die Kosten und die Dauer der Arbeiten begrenzen und nachhaltige Materialien biologischen Ursprungs sowie Materialien aus Wiederverwendung und Recycling einbeziehen. Überprüfung der Wiederverwendungs- und Recyclingziele und der europäischen Rechtsvorschriften für die Vermarktung von Bauprodukten aus Sekundärmaterialien
- Förderung der Digitalisierung und BIM-basierter Lösungen
- Entwicklung eines partnerschaftlichen Ansatzes auf Gemeinde- und Bezirksebene, der es den lokalen Gemeinschaften ermöglicht, digitale und erneuerbare Lösungen zu integrieren und zu Energieerzeugern zu werden, die Energie an das Netz verkaufen können
- Schaffung eines neuen europäischen Bauhauses, eines interdisziplinären und experimentellen Projekts, in dem Wissenschaft, Technologie und Kunst miteinander verbunden werden, um Innovation und nachhaltiges Design zu fördern. Das heißt, Nachhaltigkeit und Ästhetik zu vereinen, um zu bahnbrechenden und innovativen Lösungen zu gelangen, die für die Bürger attraktiv und erschwinglich sind.

QUELLENVERZEICHNIS

- Ahern, J. 1995. Greenways as a planning strategy. Landscape and urban planning Vol 33 Nos. 1-3 October 1995.
- Arup (2016) The Circular Economy in the Built Environment.
- Arup. Ellen McArthur Foundation (2020). From principles to practices realising the value of circular economy in real estate. <https://figbc.fi/julkaisu/from-principles-to-practices-realising-the-value-of-circular-economy-in-real-estate/>.
- CONAMA 2018. Circular economy in the construction sector.
- Ellen MacArthur Foundation. The Circular Model-Brief History and Schools of Thought; Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2013; pp. 1-4.
- Ellen MacArthur Foundation. 2013. Towards the circular economy
- Kasper Guldager Jensen and John Sommer. Building a circular future.
- Building A Circular Future by 3XN_GXN - Issuu, <https://issuu.com/3xnarchitects/docs/buildingacircularfuture>.
- City of Aarhus Sustainability Committee Circular economy in construction. Go green with Aarhus..
- European Environment Agency. 2017 Circular by design.
- Circle House - Denmark's first circular housing project. 2018. Realdania's Program for Innovation in Construction and The Danish Environmental Protection Agency's Development and Demonstration Pool (MUDP).
- Circle House - Denmark's first circular housing project by ... , https://issuu.com/3xnarchitects/docs/2019.01.14_circle_house_book_englis.
- BAMB (2016) Enabling a circular building industry [Online] Available at: www.bamb2020.eu/ [Accessed 17 Mar 2017].
- Circular by design Products in the circular economy. (European Environmental Agency,
- 2017). <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-by-design>
- Pomponi, F. & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. Journal of Cleaner Production 143, 710-71.
- Rahla, K.M.; Mateus, R.; Bragança, L. Implementing Circular Economy Strategies in Buildings. From Theory to Practice. Appl. Syst. Innov. 2021, 4, 26. <https://doi.org/10.3390/asi4020026>.

- Leiva, B, Zambrana, D Garcia, M, Figuerola, E; Morató, J; Ronquillo, L.; Perero, E; Rodriguez-Girones, M; Comendador, P; Masec T (2019). Indicators to measure circularity in the building sector. Madrid GBCE. https://gbce.es/wp-content/uploads/2020/04/Informe-indicadores-EC-GBCE_v1912.pdf.
- Ventura, A; Maynes A; de Diego, B; Figuerola, E; Marrot J; Bolea J; Battle , T, 2021. Circular Economy in Building. Madrid GBCE
- ISO 20887. 2020. Sustainability in buildings and civil engineering works - Design for disassembly and adaptability - Principles, requirements and guidance.
- European Commission (2017) Circular Economy Strategy [Online]
- European Commission (2016) Construction and Demolition Waste [Online] Available at: ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm
- European Commission 2020. Circular Economy- Principles for Building Design.
- Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Der europäische Grüne Deal COM/2019/640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa COM/2020/98 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN>
- Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine Renovierungswelle für Europa - umweltfreundlichere Gebäude, mehr Arbeitsplätze und bessere Lebensbedingungen COM/2020/662 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX%3A52020DC0662>
- Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Grüne Infrastruktur (GI) — Aufwertung des europäischen Naturkapitals /* COM/2013/0249 final */. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249>

