

BUILDING MATTERS: Abmilderung der Risiken des Klimawandels im Bausektor durch den Aufbau von Kapazitäten für nachhaltige Baumaterialien

Finanzhilfvereinbarung: 2022-1-RO01-KA220-VET-000087398

WP3. Bereitstellung des Wissenspakets über nachhaltige Baumaterialien

A. 3. 1. Entwicklung von Lehrplänen für nachhaltige Baustoffe

HANDBUCH

Freigabe 11.2023

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

"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 nationale Agentur und die Kommission können nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.



Inhaltsübersicht

WP3. Bereitstellung des Wissenspakets über nachhaltige Baumaterialien	1
I. EINFÜHRUNG	4
1. Struktur der Lehrpläne für die Ausbildung.....	4
2. Entwicklung von Lernmaterial (<i>Portfolio</i>) für die Schulung über nachhaltige Baumaterialien.....	6
II. Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien.....	7
1. Die Auswirkungen des Baugewerbes. Umweltauswirkungen der Bautätigkeit.....	7
2. Kohlenstoffproduktion bei der Herstellung von Baumaterialien. Kohlenstoff-Fußabdruck von Baumaterialien und Datenbanken	17
3. Graue Energie von Baumaterialien. Parameter und Analyse der Struktiven Energie. Datenbanken zur Struktiven Energie von Baumaterialien.....	26
Bibliothek zu Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien	33
Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien	36
III. Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien.....	38
3.1. Energetische Strukturgrundlagen	77
Bibliothek zu Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien	83
Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Auflage 2019 https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf	83
Non Profit Initiative: Holz von hier - Low Carbon Timber;	83
https://www.holz-von-hier.eu/en/	83
WECOBIS - Informationssystem für ökologische Baustoffe	83
Welche Rolle spielen Baumaterialien im gesamten Lebenszyklus von Gebäuden?	83
https://www.wecobis.de/en/service/sonderthemen-info/gesamtttext-baustoffe-klimaschutz-info/rolle-baustoffe.html	83
Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien.....	84
IV. Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien	87
QUELLEN:	112
https://www.greenspec.co.uk/ecolabels/	112
https://www.greenspec.co.uk/ecolabels-used-in-europe/	112
Bibliothek zu Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien.....	119
Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien	120
V. Modul 4: Sensibilisierung für neuartige nachhaltige Baustoffe	122



Abbildung 4. Vier Schritte der Lebenszyklusanalyse	130
Bibliothek zu Modul 4: Bewusstsein für neuartige nachhaltige Baustoffe	150
Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 4: Bewusstsein für neuartige nachhaltige Baustoffe	151

I. EINFÜHRUNG

Dieses Dokument wurde im Rahmen des ERASMUS+-Projekts **Building Matters** entwickelt, dessen Ziel es ist, die Sensibilisierung der Hauptakteure für nachhaltige Wege zur Minderung der Risiken des Klimawandels im Bausektor zu unterstützen. Das Projekt sieht die Entwicklung grüner sektoraler Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich nachhaltiger Baumaterialien durch die Einführung zukunftsorientierter und innovativer Lehrpläne und Lernpraktiken vor, die auf die Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten sind und nachhaltige Verhaltensänderungen im Einklang mit der New European Bauhaus Initiative ermöglichen.

Genauer gesagt strukturiert dieses Dokument die vorgeschlagenen Ausbildungsinhalte für die Lehrpläne für nachhaltige Baustoffe, die ein integraler Bestandteil des Wissenspakets für Baustoffe sind. Es besteht aus der Entwicklung und Erprobung des Berufsbildungslehrplan-Pakets, d.h. des Ausbildungsprogramms für Baustoffe, das in einer digitalen E-Learning-Umgebung durchgeführt wird und die berufliche Entwicklung von Lehrern und Ausbildern in der beruflichen Bildung durch Lernmöglichkeiten und Ausbildungsangebote unterstützt, die zukunftsweisende Wege für einen nachhaltigen Übergang ermöglichen.

1. Struktur der Lehrpläne für die Ausbildung

Zielsetzung des Kurses/Lehrplans:

Dieser Kurs vermittelt Endnutzern durch die Förderung und Vermittlung von Grundkenntnissen über die Verwendung nachhaltiger Baumaterialien erweiterte grüne Kompetenzen zur Bewältigung der Umwelt- und Klimawandelherausforderungen, vor denen der Bausektor steht. Ziel des Kurses ist es, die Umweltauswirkungen von Baumaterialien und die Bedeutung von Initiativen und Bestrebungen hervorzuheben, die den notwendigen Wandel hin zur Verwendung nachhaltiger und umweltfreundlicher Materialien und Ansätze im Bausektor in Zukunft vorantreiben werden.

Die Ausbildung wirkt sich insgesamt auf Verhaltensänderungen und den Aufbau von Kompetenzen im Einklang mit der neuen europäischen Bauhaus-Initiative aus, die eine Umschulung und Förderung der Berufsbildung in den betroffenen Sektoren wie dem Baugewerbe fordert, um eine effektive Nutzung neuer Materialien und relevanter Werkzeuge zu ermöglichen.

Art des Kurses/Lehrplans: Selbstgesteuertes Microlearning-Training, das ein fortlaufendes Voranschreiten durch den Schulungsinhalt ermöglicht.

Format des Kurses/Lehrplans: Online über digitale E-Learning-Plattform

Niveau: Einführend

Sprache: Englisch | MK | IT | DE | SI | GR | RO



Co-funded by
the European Union

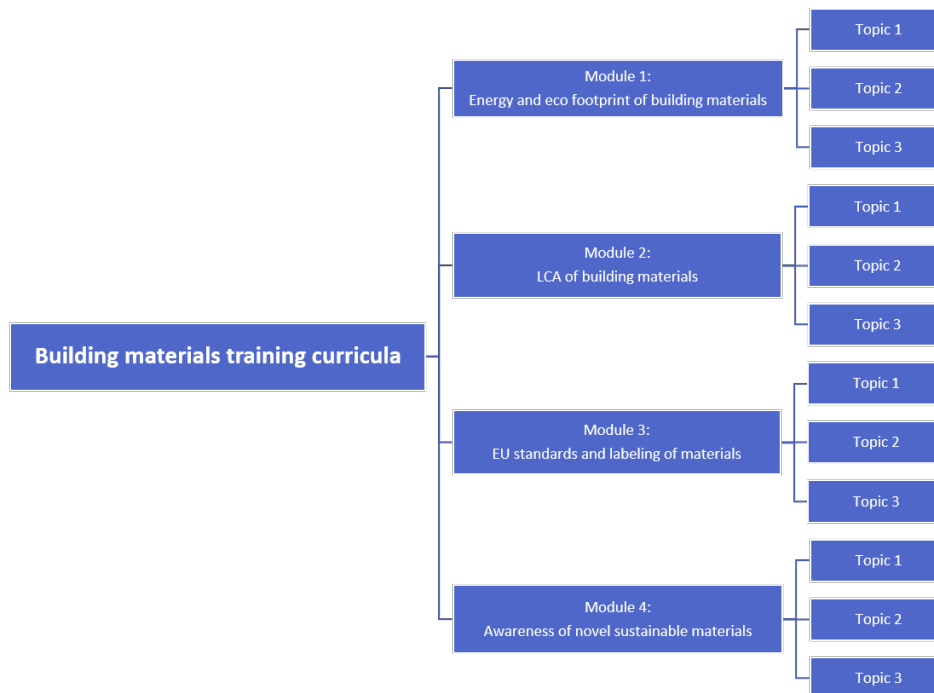


Bauangelegenheiten

ERASMUS+ Finanzhilfvereinbarung: 2022-1-RO01-KA220-VET-
000087398



Struktur der Lehrpläne für die Ausbildung



2. Entwicklung von Lernmaterial (*Portfolio*) für die Schulung über nachhaltige Baumaterialien

Um den Lernenden durch die Förderung und Vermittlung grundlegender Kenntnisse über die Verwendung nachhaltiger Baumaterialien erweiterte grüne Kompetenzen für die Bewältigung der Umwelt- und Klimawandelherausforderungen zu vermitteln, mit denen der Bausektor konfrontiert ist, wird der Schulungskurs über nachhaltige Baumaterialien vier aufeinanderfolgende Module umfassen:

- **Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien**
- **Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien**
- **Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien**
- **Modul 4: Sensibilisierung für neuartige nachhaltige Baustoffe**

Für jedes der Module wird entsprechendes Lernmaterial entwickelt, das über die E-Learning-Plattform von Building Matters zur Verfügung gestellt wird:

- Handbuch (Lesestoff)
- 1 animierte Videopräsentation für jedes Modul, bis zu 5 Minuten
- Bibliothek
- Quiz zur Selbsteinschätzung am Ende jedes Moduls



II. Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien

1. Die Auswirkungen der Bauindustrie. Umweltauswirkungen von Bautätigkeiten

1.1 Die Auswirkungen der Bauwirtschaft

Die meisten menschlichen Aktivitäten, die sich auf die Umwelt auswirken, haben Rück- oder Vorwärtsverbindungen zur Bauindustrie, und ihre Auswirkungen können durch Änderungen der Praktiken in der Bauindustrie gemildert werden. Die Umweltauswirkungen der Industrie sind messbar, aber ihre sozioökonomischen Auswirkungen sollten nicht außer Acht gelassen werden. Nachhaltiges Bauen in den Entwicklungsländern konzentriert sich in der Regel auf die Beziehung zwischen dem Bauwesen und der menschlichen Entwicklung und lässt die Umweltaspekte oft außer Acht.

Die Umweltauswirkungen des Baugewerbes als Industriezweig sind in den Entwicklungsländern wahrscheinlich größer als in den Industrieländern. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Entwicklungsländer praktisch noch im Aufbau begriffen sind und einen relativ niedrigen Industrialisierungsgrad aufweisen, so dass die Bauindustrie einer der größten Faktoren ist, die sich auf die biophysikalische Umwelt auswirken.

Die Umwelt und der Bausektor sind vor allem dadurch miteinander verbunden, dass letzterer die weltweiten natürlichen Ressourcen beansprucht, was angesichts des raschen Wachstums der Weltbevölkerung und der damit verbundenen Auswirkungen auf die natürlichen Ressourcen von enormer ökologischer Bedeutung ist. Dies gilt insbesondere für den Wohnungsbau und die Infrastruktur, die sehr ressourcenintensiv sind. Die Forderung und der Wunsch nach nachhaltigem Bauen liegt in der Verwirklichung der Fähigkeit der Bauindustrie, aufgrund der enormen Anforderungen, die sie an die weltweiten Ressourcen stellt, einen wesentlichen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit zu leisten.

Der einfachste Ansatzpunkt, um die Auswirkungen der Bauindustrie zu bewerten, ist der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen. Die größten Verursacher des Klimawandels sind die Materialien, die die Grundlage des modernen Bauwesens bilden - Beton und Stahl. Im formellen Bauwesen wird weltweit doppelt so viel Beton verwendet wie alle anderen Baumaterialien zusammen - einschließlich Holz, Stahl, Kunststoff und Aluminium. Die Zementherstellung ist nach der Verbrennung fossiler Brennstoffe der größte anthropogene Verursacher von Treibhausgasemissionen. Zementöfen wurden als stationäre Quelle von Stickoxiden identifiziert, die mehr als 25 Tonnen pro Jahr freisetzen. Obwohl Zement nur 12-14 % der endgültigen Betonmischung ausmacht, stammt weitere verkörperte Energie aus dem Transport und der Gewinnung von Zuschlagstoffen und - im Falle von Stahlbeton - aus der Herstellung von Stahl.

Stahl ist einer der energieintensivsten Werkstoffe. Die Produktion von Eisen und Stahl zusammengenommen ist für 4,1 % des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich. Die Herstellung und Endnutzung dieser beiden Materialien kann auch sehr wasserintensiv sein. Bautätigkeiten, sei es durch die Herstellung von Baumaterialien oder durch die operativen Tätigkeiten der eigentlichen Bauarbeiten, führen auch zu einer Reihe anderer Umweltprobleme. Dazu gehören Lärmbelästigung, Staub und gefährliche Verschmutzung durch giftige Abfälle.

Abgesehen von der Energie, die in Baumaterialien und -produkten steckt, und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen kommt es auch bei der Verarbeitung der Rohstoffe und der Herstellung des Produkts zu massiven Umweltbelastungen. Giftige Gase und Abwässer werden in die Umweltmedien eingeleitet, was

verheerende Auswirkungen auf Wasser- und Meereslebewesen hat und auch zur Luftverschmutzung beiträgt. Die Herstellung von Eisen, Stahl und Nichteisenmetallen sowie die Produktion anderer Baumaterialien wie Zement, Glas, Kalk und Ziegelsteine ist für 20 % der jährlichen Dioxin- und Furanemissionen verantwortlich.

Ausgenommen sind Emissionen, die auf die Herstellung und Verwendung von PVC und anderen chlorierten Stoffen zurückzuführen sind, die in der Bauindustrie als Farben, Dichtungsmittel, Kunststoffe und Holzschutzmittel verwendet werden, für die jedoch noch keine genauen Zahlen vorliegen. Die Straßenverkehrsinfrastruktur, insbesondere der Straßenbelag mit Asphalt, trägt mit einem weiteren Prozent zu den jährlichen Dioxinemissionen bei. Der größte Teil der Dioxinemissionen (69 %) stammt aus der Verbrennung von Siedlungsabfällen.

Bau- und Abbruchabfälle sind ein weiteres wichtiges Thema, da sie häufig illegal in Dämmen, Flussläufen und jeder verfügbaren Mulde abgeladen werden. Wenn sie nicht kontrolliert werden, werden die Deponien zu Brutstätten für Mücken und Ungeziefer. Der hohe Materialverbrauch ist auf eine hohe Materialverschwendung zurückzuführen, sowohl in Form von Abfall als auch in Form von Material, das unnötigerweise in das Gebäude eingebaut wird. (Materialverschwendung kann als die Menge an Material definiert werden, die zusätzlich zur geplanten Menge verbraucht wird.) Die höchsten Verschwendungsraten werden für Portlandzement, Beton und Keramikblöcke verzeichnet, alles Materialien, die durch ihre Herstellung erheblich zum Klimawandel beitragen.

Die Baustoffindustrie ist auch für die Verschmutzung von Wasserläufen und die Auffüllung von Mülldeponien verantwortlich. Die Rohstoffe für Baumaterialien werden häufig im ländlichen Hinterland gewonnen, wo sie eine Verschlechterung des Bodens und der Ökosysteme verursachen. Die Verarbeitung und Herstellung dieser Materialien findet in der Regel in der Nähe der Stadt statt, wo sie Luft- und Staubverschmutzung verursachen und viel Energie verbrauchen.

Jede Diskussion über die Umweltauswirkungen des Bauwesens wäre unvollständig ohne die Einbeziehung des Bergbaus und der mineralverarbeitenden Industrie. Umweltverschmutzung, Bodendegradation und die weit verbreitete Störung des natürlichen Terrains sind direkte Auswirkungen, die durch das Fehlen von Programmen und Vorschriften für die Sanierung von Bergbaustandorten noch verschärft werden.

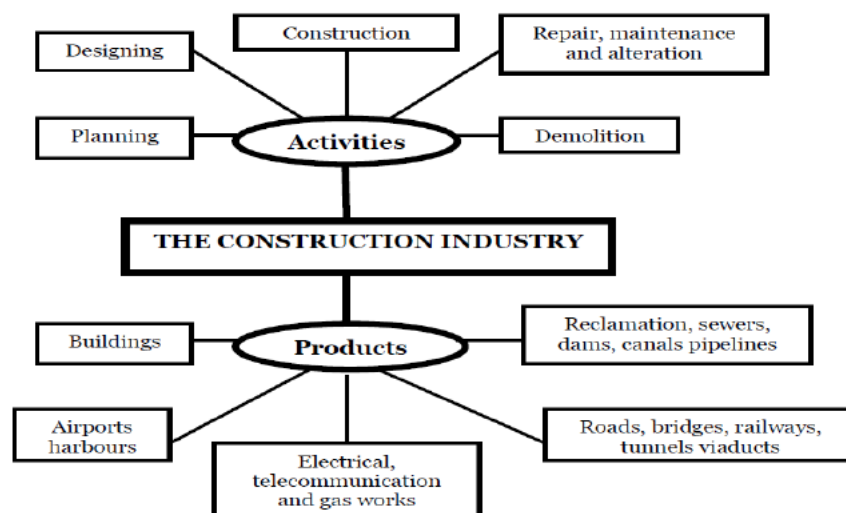


Abbildung 1. Tätigkeit und Produkte des Baugewerbes

Die folgenden Abschnitte befassen sich in erster Linie mit den Umweltauswirkungen, die für die Bautätigkeiten relevant sind.

1.2. Umweltauswirkungen der Bautätigkeiten

Weltweit ist der Bausektor wohl eine der ressourcenintensivsten Branchen. Die Besorgnis über die Auswirkungen der Bautätigkeit auf die Gesundheit von Mensch und Umwelt wächst. Es ist klar, dass Maßnahmen erforderlich sind, um die gebaute Umwelt und die Bautätigkeit nachhaltiger zu gestalten. Die Bauindustrie und die Umwelt sind untrennbar miteinander verbunden und stehen im Mittelpunkt der Besorgnis über die Umweltauswirkungen. In der Tat hat die Bauindustrie über ein breites Spektrum von Aktivitäten, die außerhalb der Baustelle, auf der Baustelle und im Betrieb stattfinden, erhebliche irreversible Auswirkungen auf die Umwelt, die die ökologische Integrität verändern. Bautätigkeiten beeinflussen die Umwelt während des gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts. Dieses Lebenszykluskonzept bezieht sich auf alle Aktivitäten von der Gewinnung der Ressourcen über die Produktherstellung und -nutzung bis hin zur endgültigen Entsorgung oder Wiederverwertung.

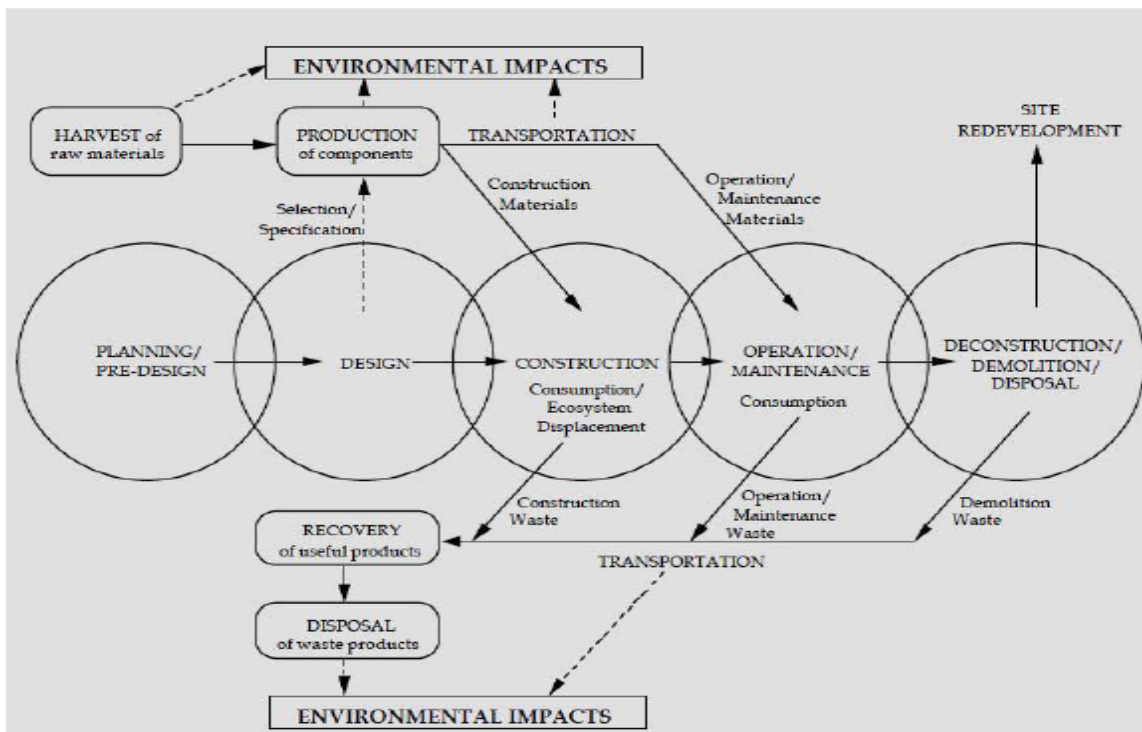


Abbildung 2. Umweltauswirkungen des Gebäudebaus über den gesamten Lebenszyklus

Auch wenn die Bauzeit im Vergleich zu den anderen Lebensphasen eines Gebäudes vergleichsweise kurz ist, hat sie doch verschiedene erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt.

Ziel des Kreislaufbaus ist es, eine nachhaltige, grüne, zirkuläre und wirtschaftliche Bauindustrie zu schaffen, die die Auswirkungen auf die Umwelt minimiert. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Optimierung der Materialflüsse im Bauwesen ein effizientes Ressourcenmanagement beinhaltet, wie z. B. Rückgewinnung, Abfallrecycling, die Verwendung recycelter Materialien (Sekundärrohstoffe) und die Wiederverwendung bestehender Gebäude und Komponenten. Dies verringert die Notwendigkeit, neue Rohstoffe zu beschaffen, reduziert die Abfallmenge, die auf Deponien landet, und führt zu nachhaltigeren Ergebnissen. Die Optimierung der Materialströme ist der Schlüssel zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks des Bausektors und zur Erzielung nachhaltigerer Ergebnisse.

Ziel des Kreislaufbaus ist es, eine nachhaltige, grüne, zirkuläre und wirtschaftliche Bauindustrie zu schaffen, die die Auswirkungen auf die Umwelt minimiert. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Optimierung der Materialflüsse im Bauwesen ein effizientes Ressourcenmanagement beinhaltet, wie z. B. Rückgewinnung, Abfallrecycling, die Verwendung von recycelten Materialien (Sekundärrohstoffe) und die Wiederverwendung bestehender Gebäude und Komponenten. Dies verringert die Notwendigkeit, neue Rohstoffe zu beschaffen, reduziert die Abfallmenge, die auf Deponien landet, und führt zu nachhaltigeren Ergebnissen. Die Optimierung der Materialströme ist der Schlüssel zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks des Bausektors und zur Erzielung nachhaltigerer Ergebnisse.

1.2.1. Umweltauswirkungen des Rohstoffverbrauchs

Die Bauindustrie ist einer der größten Verwerter von erneuerbaren und nicht erneuerbaren natürlichen Ressourcen. Es wird erwartet, dass der weltweite Markt für Baumaterialien von 1121100 MUSD im Jahr 2022 auf 1493810 MUSD im Jahr 2028 ansteigen wird, mit einer jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 4,9% von 2022 bis 2028 (Abbildung 1). Für die Versorgung mit Rohstoffen wie Holz, Sand und Zuschlagstoffen für den Bauprozess ist die Region stark von der natürlichen Umwelt abhängig. Dieser Abbau natürlicher Ressourcen führt zu irreversiblen Veränderungen der natürlichen Umwelt in den ländlichen Gebieten und Küstenregionen, sowohl in ökologischer als auch in landschaftlicher Hinsicht. Die anschließende Verlagerung dieser Gebiete in geografisch verstreute Standorte führt nicht nur zu einem weiteren Energieverbrauch, sondern erhöht auch die Feinstaubbelastung der Atmosphäre.



Abbildung 3. Größe des Marktes für Baumaterialien. QUELLE: businessresearchinsights.com

1.2.2. Erzeugung von Verschmutzung

Auch die Rohstoffgewinnung und die Bautätigkeit tragen zur Anreicherung von Schadstoffen in der Atmosphäre bei, vor allem bei der Verarbeitung von Baumaterialien. Und auch hier überrascht es nicht, dass die Bauindustrie aufgrund der Menge der im Bau verwendeten Materialien die größten Auswirkungen von allen Sektoren hat. Der Bausektor ist für fast 40 % der atmosphärischen Emissionen, 20 % der Abwasseremissionen und 13 % der sonstigen Freisetzungen verantwortlich. Zu den Staub- und sonstigen Emissionen gehören einige giftige Stoffe wie Stick- und Schwefeloxide. Sie werden bei der Produktion und dem Transport von Materialien sowie bei Tätigkeiten auf der Baustelle freigesetzt und haben zu einer ernsthaften Bedrohung der natürlichen Umwelt geführt. Andere schädliche Stoffe, die in Isolier-, Klima- und Kühlanlagen sowie in Feuerlöschsystemen verwendet werden, haben die Ozonschicht ernsthaft geschädigt. Schadstoffe wurden auch in die Biosphäre freigesetzt und verursachten eine schwerwiegende Boden- und Wasserkontamination, die häufig auf Nachlässigkeit vor Ort zurückzuführen ist, so dass giftige Stoffe in unterirdische Wassersysteme und Reservoirs gelangten. Etwa ein Drittel des weltweiten Bodens ist degradiert, und die Schadstoffe beeinträchtigen die Umweltqualität und die Fähigkeit der Umwelt, ein natürliches Ökosystem zu bilden. Risiken sollten erkannt und Maßnahmen ergriffen werden, um die potenzielle Verschmutzung zu minimieren. Die Bauindustrie muss die Verbesserung oder zumindest den Schutz der biologischen Vielfalt in Betracht ziehen, da sie sich mit allen Dingen und ihren Lebensräumen befasst, und es besteht die Verpflichtung, die biologische Vielfalt bei Entwicklungen im Hinblick auf eine gute Planung und Materialauswahl zu berücksichtigen.

1.2.3. Umweltauswirkungen der Erzeugung von Bauabfällen

Die Bauindustrie produziert eine enorme Menge an Abfällen. Ein großes Volumen entsteht durch die Produktion, den Transport und die Verwendung von Materialien. In der Europäischen Union verursacht die Bauindustrie etwa 40-50 % der Abfälle pro Jahr.

Die bestmögliche Lösung zur Verringerung von Bauabfällen ist die Umsetzung eines Bauabfallmanagementplans. Die Praxis der Minimierung und Umleitung von Abfällen von der Entsorgung zur Wiederverwendung von wiederverwertbaren Ressourcen im Bauprozess ist als Bauabfallmanagement bekannt.

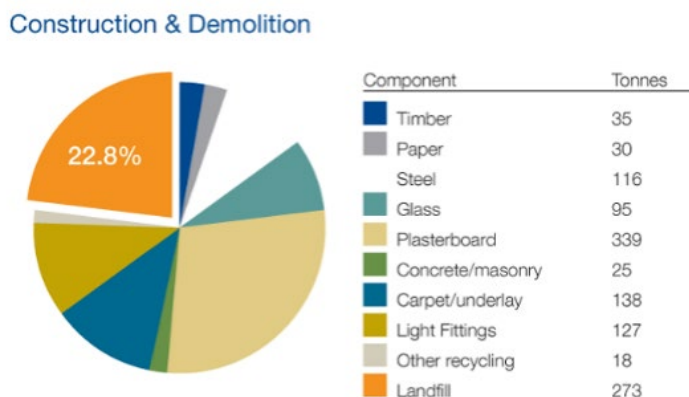


Abbildung 4. Bestandteile von Bauabfällen

In Abbildung 4 wird der Anteil der einzelnen Komponenten am Bauabfall beschrieben. Die Industrie schafft durch die Integration des Bauabfallmanagements (Construction Waste Management, CWM) eine Gewinnsituation sowohl für die Umwelt als auch für das Endergebnis. Das CWM beginnt mit der Planung, der Zuweisung von Verantwortlichkeiten, der Identifizierung von Abfällen, der Festlegung der Art und Weise des Abfallmanagements und der Organisation der Abfälle. Der CWM-Plan ist ein kontinuierlicher Prozess, der gemessen, aktualisiert und regelmäßig überprüft werden sollte. Durch die Entwicklung eines CWM-Plans und die Verringerung der Aktivitäten, die zur Entstehung von Abfällen auf der Baustelle führen, kann der Architekt zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele beitragen. Der erfolgreiche CWM-Rahmen bezieht alle Projektbeteiligten wie Eigentümer, Architekt, Projektmanager, Bauunternehmer usw. ein. Durch die Einbeziehung aller Beteiligten in den Planungsprozess wird es einfacher, die festgelegten Ziele zu erreichen.

Das Kreislaufwirtschaftsmodell umfasst daher die nachhaltige Gewinnung, Verwendung und Entsorgung von Baumaterialien und folgt einer mehrstufigen umgekehrten Pyramide (Hierarchie) der Abfallwirtschaft. Das bedeutet, dass es im Einklang mit der EU-Abfallgesetzgebung, die eine Abfallhierarchie festlegt, die folgenden Kreislaufwirtschaftsstrategien fördert, die im Englischen mit dem Buchstaben "R" beginnen:

"Reduzieren, Umdenken, Verwerfen, Aufarbeiten, Reparieren, Wiederverwenden, Zurücksetzen, Wiederverwenden, Umverteilen, Verschenken, Wiedergewinnen, Wiederherstellen, Recycling, Verrotten".

Die Entsorgung steht in der Hierarchie an letzter Stelle und sollte nur als letztes Mittel eingesetzt werden, wenn andere Bewirtschaftungsoptionen nicht möglich sind (unter außergewöhnlichen Umständen - Naturkatastrophen und Unglücke, Wetterereignisse, Kriege, Pandemien usw.).

Bauabfälle machen einen großen Teil des gesamten Abfallaufkommens in der Bevölkerung und der Wirtschaft aus. Bauabfälle sind definiert als Abfälle, die bei Bauarbeiten anfallen. Nach den Empfehlungen der Europäischen Kommission werden Bauabfälle in die Abfallklassifizierungsgruppe 17 - Bau- und Abbruchabfälle - eingeordnet. Die Abfälle werden in nicht gefährliche und gefährliche (explosive, oxidierende, brennbare, ätzende, reizende, krebserregende, ätzende, infektiöse, mutagene, ökotoxische, ...) und inerte Abfälle unterteilt. In den Zentren für die Behandlung von Bauabfällen werden die meisten dieser Abfälle gesammelt und behandelt, und die Ablagerung auf Deponien wird vermieden und entmutigt. Ein Teil dieser Abfälle landet immer noch auf schwarzen Müllkippen und in der Umwelt, eine illegale und inakzeptable Praxis, die unsere zukünftigen Generationen und Lebewesen über Jahrhunderte hinweg schädigen könnte.

Tabelle 1. Klassifizierung von Bau- und Abbruchabfällen (Liste aus der Entscheidung der Kommission über das Europäische Abfallverzeichnis - Entscheidung 2000/532/EG der Kommission)

17 01 BETON, ZIEGEL, FLIESEN UND KERAMIK	<ul style="list-style-type: none"> - Beton: aus dem Rückbau von Gebäuden, Hoch- und Tiefbauten, Betonstraßen, Betonrohren und -blöcken, Betonresten aus dem Betonieren, falscher Rezeptur, unsachgemäßer Anwendung, Prüfung (externe, interne Kontrolle) oder Prüfung neuer Mischungen und Rezepturen usw. - Produkte auf Ziegelsteinbasis: Sie sind das Ergebnis von Abbrucharbeiten und können mit Mörtel und Gips verunreinigt sein. Ziegelsteinabfälle werden manchmal mit anderen Materialien wie Holz und Beton vermischt.
17 02 HOLZ, GLAS UND KUNSTSTOFFE	<ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffabfälle und Abfälle auf Erdölbasis: Kunststoffabfälle lassen sich am besten recyceln, wenn sie getrennt gesammelt und gereinigt werden. Das Recycling ist schwierig, wenn Kunststoffabfälle mit anderen Kunststoffen oder Verunreinigungen vermischt sind. Kunststoff kann recycelt und in Produkten verwendet werden, die speziell für die Verwendung von recyceltem Kunststoff konzipiert sind, wie z. B. Straßenmobiliar, Dach- und Bodenbeläge, Lärmschutzwände für PVC-Fenster, Kabelkanäle und Platten. - Holzwerkstoffe und Holzverbundstoffe: Sie fallen in großen Mengen bei der Rodung von Grundstücken und der Vorbereitung von Bauvorhaben an.
17 03 BITUMINÖSE GEMISCHE, KOHLENTEER UND TEERHALTIGE PRODUKTE	Wie im Titel
17 04 METALLE (EINSCHLIESSLICH LEGIERUNGEN)	<ul style="list-style-type: none"> - Eisenmetalle: fast vollständig wiederverwertbar (Nägeln, Schrauben, Klempnerarbeiten, Heizkörper, Gitter, Armaturen usw.). - Nichteisenmetalle: Aluminium, Kupfer, Blei und Zink sind Beispiele für Nichteisenmetallabfälle, die auf Baustellen anfallen (von Dächern,

	Schreinereien, Fenstern und Türen usw.). Die meisten dieser Materialien können recycelt werden.
17 06 ISOLIERMATERIALIEN UND ASBESTHALTIGE BAUSTOFFE	Wie im Titel
17 09 SONSTIGE BAU- UND ABBRUCHABFÄLLE	Wie im Titel

Die allgemeinen Bedingungen in der Abfallverordnung sind ebenfalls sehr anspruchsvoll, was das Recycling erschweren kann. Diese Materialien müssen die technischen Spezifikationen erfüllen, die zur Erlangung von Zertifikaten und Normen erforderlich sind, und gleichzeitig umweltverträglich sein.

Gemäß der Richtlinie 2008/98/EG sind Abfälle keine Abfälle mehr, wenn sie verwertet werden, einschließlich des Recyclings, und bestimmte Kriterien erfüllen, die gemäß den folgenden Bedingungen festgelegt wurden:

- der Stoff oder Gegenstand wird normalerweise für einen bestimmten Zweck verwendet,
- es gibt einen Markt oder eine Nachfrage für den Stoff oder Gegenstand,
- der Stoff oder Gegenstand die technischen Anforderungen für den angegebenen Zweck und die Anforderungen der für die Produkte geltenden Rechtsvorschriften und Normen erfüllt,
- die Verwendung des Stoffes oder Gegenstandes insgesamt keine nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit hat (Richtlinie 2008/98/EG 2008, Artikel 6).

Die EG-Empfehlungen des EU-Protokolls für die Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen (voraussichtliche Aktualisierung im Jahr 2024) sind ein Dokument mit einer Checkliste für die EU-Mitgliedstaaten zur :

- Bessere Abfallidentifizierung,
- bessere und angemessenere Entsorgungsmethoden - selektiver Abriss,
- bessere Trennung und Sammlung an der Quelle,
- Transparenz und Rückverfolgung der Abfälle,
- Optimierung der Logistik,
- bessere Lagerung,
- Vorbereitung zur Wiederverwendung,
- Verwertung, Wiederverwendung, Rückgewinnung, Behandlung, Recycling von Abfällen
- Abfallwirtschaft und Qualitätssicherung.

1.2.4. Energieverbrauch und die damit verbundenen Auswirkungen

Abgesehen von der Abfallerzeugung hat der weltweit rasch wachsende Energieverbrauch der Bauindustrie und die Nutzung endlicher fossiler Brennstoffressourcen bereits Besorgnis über Versorgungsschwierigkeiten, die Erschöpfung der Energieressourcen und schwere Umweltauswirkungen ausgelöst. Die Herstellung von Baumaterialien verbraucht Energie, die Bauphase verbraucht Energie, und der Betrieb eines fertigen Gebäudes verbraucht Energie für Heizung, Beleuchtung, Strom und Lüftung. Auf den Gebäudebestand in den europäischen Ländern entfallen mehr als 40 % des Endenergieverbrauchs in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union, wobei der Wohnbereich 63 % des gesamten Energieverbrauchs im Gebäudesektor ausmacht. Das derzeitige niedrige Niveau der Energieeffizienz in der bebauten Umwelt bietet einen großen Spielraum für die Verbesserung der Energieleistung, die durch den Einsatz einer Reihe von Techniken erreicht werden kann, die von einfachen Anlagen- und Isolierungsverbesserungen bis zum Einsatz fortschrittlicher Energieüberwachung und -steuerung reichen.

1.2.5. Bodendegradation

In vielen Ländern werden empfindliche Ökozonen durch Bautätigkeiten destabilisiert. Überschwemmungen, Erdbeben und Schlammlawinen, die durch Bautätigkeiten an empfindlichen Berghängen und in Feuchtgebieten verursacht werden, zeugen von der Anfälligkeit der Umwelt gegenüber Eingriffen des Bausektors. Die physische Zerstörung von Land wird auch durch die Gewinnung von Sand und Kies für Beton und die Gewinnung von Ton für die Herstellung von Ziegeln verursacht. Die Abholzung der Wälder ist aufgrund von Holzeinschlag, Rodung für die Landwirtschaft und den Bau von Gebäuden sehr umfangreich und ist sogar in begrenzte Gebiete wie Waldreservate an Berghängen und im Hochland vorgedrungen. Dies hat zu einer zunehmenden Instabilität der natürlichen Landschaft und einer verstärkten Erosion geführt. Eine rationale Entscheidungsfindung und die Umsetzung transparenter und wirksamer Strategien zur Lösung der Konflikte zwischen Landnutzung und Bausektor sind dringend erforderlich und sollten von den Entscheidungsträgern mit hoher Priorität behandelt werden.

1.2.6. Sandabbau

Sand und Kies werden seit Tausenden von Jahren für den Bau von Straßen und Gebäuden verwendet, und die Nachfrage nach Sand und Kies nimmt weiter zu. Die Bergbaubetreiber müssen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden dafür sorgen, dass der Sandabbau auf verantwortungsvolle Weise erfolgt.

Übermäßiger Sand- und Kiesabbau in Fließgewässern führt zur Verschlechterung des Zustands der Flüsse. Der Abbau in Flüssen senkt die Flusssohle ab, was zu Ufererosion führen kann. Die Verarmung des Sandes im Flussbett und in den Küstengebieten führt zur Vertiefung von Flüssen und Flussmündungen sowie zur Vergrößerung von Flussmündungen und Küsteneinschnitten. Außerdem kann es zu einem Eindringen von Salzwasser aus dem nahen Meer kommen. Die Auswirkungen des Bergbaus werden durch den Anstieg des Meeresspiegels noch verstärkt. Jede Sandmenge, die aus Flussbetten und Küstengebieten exportiert wird, ist ein Verlust für das System.

Ein übermäßiger Sandabbau in Flüssen ist eine Gefahr für Brücken, Flussufer und nahe gelegene Bauwerke. Der Sandabbau beeinträchtigt auch das angrenzende Grundwassersystem und die Nutzung des Flusses durch die Anwohner.

Flussaufwärts gerichtete und bergbauliche Maßnahmen führen zur Zerstörung von Wasser- und Uferlebensräumen durch starke Veränderungen der Gerinnemorphologie. Zu den Auswirkungen gehören die Verschlechterung des Flussbettes, die Vergrößerung des Flussbettes, die Absenkung des Grundwasserspiegels

in der Nähe des Flussbettes und die Instabilität des Gerinnes. Diese physischen Auswirkungen führen zu einer Beeinträchtigung der Ufer- und Wasserbiota und können zur Unterspülung von Brücken und anderen Bauwerken führen. Eine fortgesetzte Entnahme kann auch dazu führen, dass sich das gesamte Bachbett bis zur Aushubtiefe verschlechtert.

Der Sandabbau führt zu zusätzlichem Fahrzeugverkehr, der sich negativ auf die Umwelt auswirkt. Wenn Zufahrtsstraßen Uferbereiche durchqueren, kann die lokale Umwelt beeinträchtigt werden.

1.2.7. Erschöpfung der nicht erneuerbaren Ressourcen

Das Baugewerbe ist ein Hauptverbraucher von natürlichen, nicht erneuerbaren Ressourcen wie Metallen, fossilen Brennstoffen und nicht erneuerbaren Energieressourcen. Die Aktivitäten im Bausektor und die Herstellungsprozesse grundlegender Baumaterialien wie Zement, Stahl, Aluminium, Glas, Ziegel und Kalk sind in hohem Maße energieabhängig, wobei fossile Brennstoffe eine wichtige nicht erneuerbare Ressource darstellen, die die Erzeugung großer Energiemengen erfordert. Die weltweite Erkenntnis der begrenzten Verfügbarkeit von Brennstoffen und der hohen Energieabhängigkeit der Bauindustrie hat zu regionalen Anstrengungen bei der Suche nach alternativen Energiequellen und erneuerbaren Quellen geführt. Da fossile Brennstoffe immer kostbarer werden, wird die Verschwendung von Energie vermieden und die Gesamtenergieeffizienz wird zum wichtigsten Kriterium bei der Planung und dem Betrieb von Gebäuden. Die Energieeffizienz wird als der attraktivste Faktor angesehen, warum die Beteiligten in nachhaltiges Bauen investieren.

QUELLE: Sanket Suresh Petkar, Environmental impact of Construction Materials and Practices, DOI: 10.13140/RG.2.1.2581.0001, 2014

2. Kohlenstoffproduktion bei der Herstellung von Baumaterialien. Kohlenstoff-Fußabdruck von Baumaterialien und Datenbanken

2.1 Kohlenstoffemissionen von Baumaterialien

Die Bauindustrie ist für einen großen Prozentsatz der gesamten globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich, insbesondere durch den Kohlenstoff-Fußabdruck (CF) von Baumaterialien. Sie verursachen verkörperte und betriebliche Emissionen bei der Verarbeitung und Nutzung. Mit dem Green-Building-Rechner lassen sich die Emissionen eines jeden Projekts berechnen. Die Dekarbonisierungsziele gehen davon aus, dass der Sektor den Kohlenstoff-Fußabdruck von Baumaterialien berücksichtigen und seine Emissionen bis 2030 um mindestens 50 % senken sollte, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen.

Weltweit entfallen fast 40 % der energiebedingten Kohlendioxidemissionen beim Bau und Betrieb von Gebäuden (einschließlich der Auswirkungen der vorgelagerten Stromerzeugung) auf den Bau- und Konstruktionssektor.¹

Die aktuellen Bauvorschriften befassen sich zwar mit der Betriebsenergie, aber in der Regel nicht mit den Auswirkungen, die in Baumaterialien und -produkten "verkörpert" sind. Mehr als die Hälfte aller THG-Emissionen stehen im Zusammenhang mit der Materialwirtschaft, einschließlich der Materialgewinnung und -herstellung, wenn man sie über alle Industriesektoren hinweg zusammenrechnet.²

Mit zunehmender Effizienz der Bauabläufe werden die mit der Herstellung von Baumaterialien verbundenen "embodied impacts" immer bedeutender.

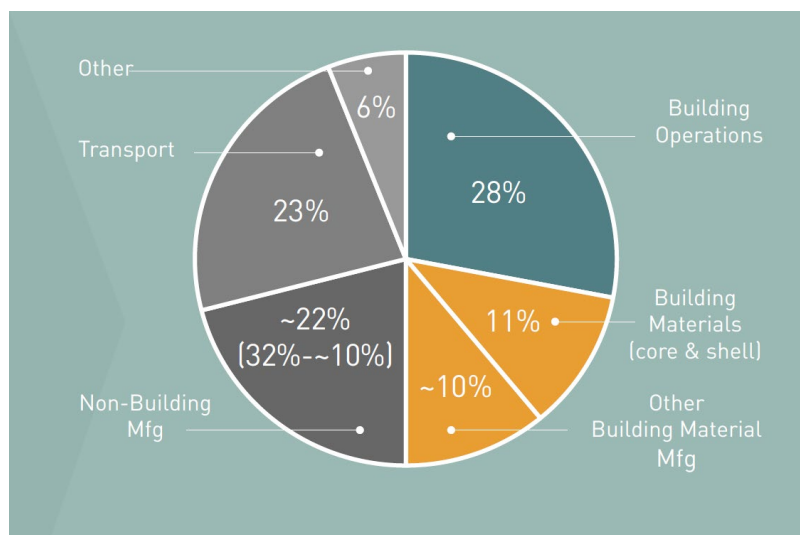


Abbildung 5. Globale CO₂ Emissionen im Bausektor. QUELLE: Globaler Statusbericht 2019, Global Alliance for Building and Construction (GABC) und Architecture 2030.



Der Bau- und Gebäudesektor spielt eine entscheidende Rolle bei der Beseitigung von Kohlenstoff, da er für mindestens 39 % der weltweiten Kohlenstoffemissionen verantwortlich ist. Alle Gebäude und Einrichtungen haben Treibhausgasemissionen, die aus Baumaterialien und dem täglichen Betrieb stammen. Unabhängig davon, ob es sich um ein bestehendes oder ein neues Wohn- oder Geschäftsgebäude handelt, wird der CF eines Gebäudes in der Regel anhand der Quadratmeterzahl und anderer Faktoren gemessen.

Die bei weitem größten CFs sind in Colocation- oder Rechenzentren zu finden. Diese riesigen Einrichtungen verbrauchen große Mengen an Energie und Wasser für ihren Betrieb, zusätzlich zu den verkörperten Emissionen der Baumaterialien.

Einige Branchen haben Wege entwickelt, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu senken, aber der schwer fassbare Aspekt ist die in den Baumaterialien enthaltene Energie.

Der verkörperte Kohlenstoff macht etwa 11 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen aus - ein erschütternder Wert, der sofort angegangen werden muss.

Baumaterialien machen etwa 70 % des CF eines Gebäudes aus, und die einzige Abhilfe besteht darin, kohlenstoffarme Alternativen zu verwenden. Ein gutes Beispiel für Bauprojekte ist kohlenstoffneutraler Beton, Stahl und Holz.

2.1.1. Abschätzung des Kohlenstoff-Fußabdrucks von Stahl

Nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) belaufen sich die direkten Kohlenstoffemissionen aus der Stahlproduktion auf etwa 1,4 Tonnen CO² e pro Tonne, der Wert kann aber auch höher sein und 1,85 Tonnen erreichen. Der CF von Stahl ist in Ländern wie China aufgrund der Produktionsmethode deutlich höher.

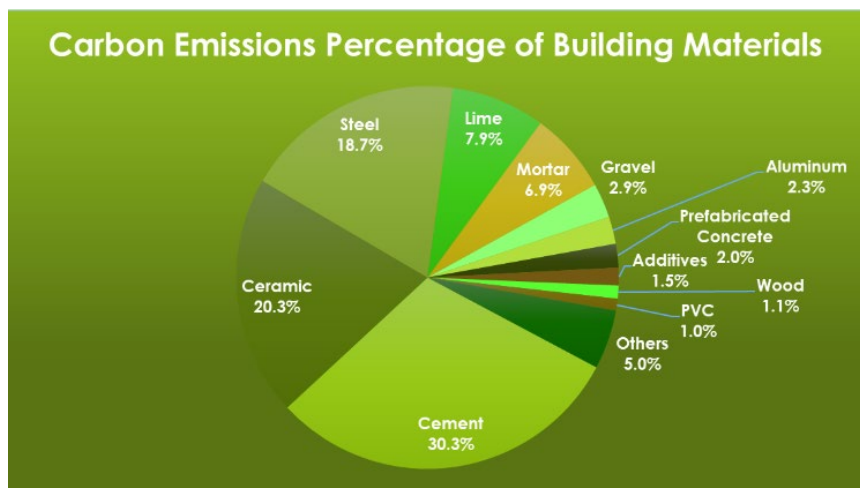


Abbildung 6. Prozentsatz der Kohlenstoffemissionen von Baumaterialien

China ist einer der größten Stahlhersteller, und das Verhältnis kann auf drei CO₂ Tonnen pro Tonne steigen. Sie produzieren das Material in Öfen, in denen das Eisenerz auf 1500 Grad erhitzt wird und dann Sauerstoff in das verflüssigte Eisen geblasen wird, um Verunreinigungen zu beseitigen.

2.1.2. Beiträge zum Kohlenstoff-Fußabdruck eines Gebäudes

Verschiedene Faktoren bestimmen den Kohlenstoff-Fußabdruck (CF) eines Gebäudes, aber die meisten Menschen sind sich nur des Energieverbrauchs bewusst, den sie durch den Wechsel zu erneuerbaren Alternativen reduzieren.

Zu den weniger offensichtlichen Beiträgen zu einem Gebäude-KF gehören die Emissionen aus dem Transport der Materialien zur Baustelle und deren gebundener Kohlenstoff. Experten schätzen, dass der verkörperte Kohlenstoff einen erheblichen Prozentsatz der Treibhausgasemissionen ausmacht. Stahl, Beton und Aluminium sind hier die schlimmsten Übeltäter, da ihre Emissionen fast so hoch sind wie die THG-Emissionen aus dem Betrieb des Gebäudes.

China ist eines der führenden Länder in Bezug auf Kohlenstoffemissionen aus der Materialproduktion. Wenn die Wirtschaft eines Landes wächst, steigt auch die Nachfrage nach mehr Geschäfts- und Wohngebäuden, was die erhöhte Materialproduktion erklärt. Abbildung 7 zeigt, dass Chinas Kohlenstoffemissionen aus der Zementproduktion, die für den Bausektor von entscheidender Bedeutung ist, für massive Kohlenstoffemissionen in der chinesischen Industrie verantwortlich sind.

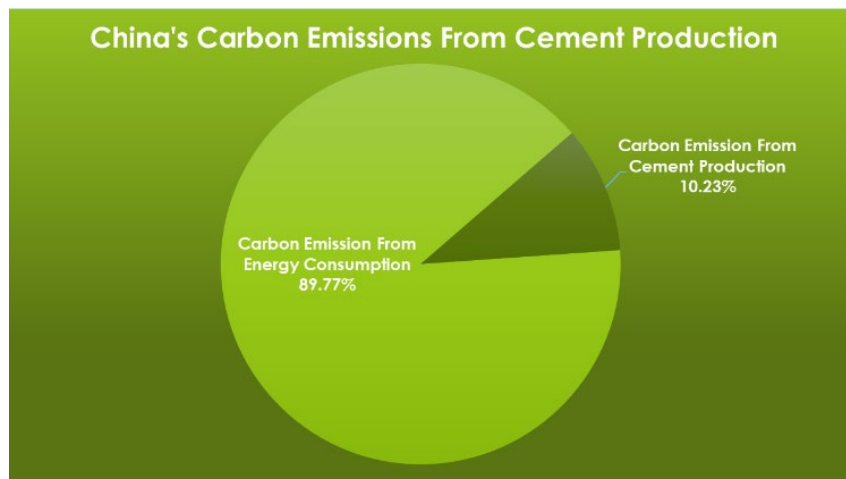


Abbildung 7. China Kohlenstoffemissionen aus der Zementproduktion

Beton ist einer der am häufigsten verwendeten Baustoffe, da er billig und haltbar ist und für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden kann. Leider ist die Herstellung von Zement für etwa 8 % des weltweiten CO₂ verantwortlich.

Andererseits ist Stahl im Gegensatz zu Beton eine umweltfreundliche Alternative mit geringerem gebundenem Kohlenstoff. Stahl wird oft in Kombination mit Beton als Bewehrung verwendet. Bauunternehmen können ihren CF durch die sorgfältige Auswahl kohlenstoffarmer Baumaterialien und den Einsatz energieeffizienter Geräte wirksam kontrollieren. Elektrische Maschinen sind nachhaltiger als benzinbetriebene Maschinen und verringern den Energieverbrauch des Gebäudes erheblich. Auch bei der Gebäudewartung können die Unternehmen auf erneuerbare Energiequellen zurückgreifen.

2.1.3. Kohlenstoff-Emissionen des globalen Bausektors: CO₂-Emissionen des Bausektors

Die Kohlenstoffemissionen aus dem Bausektor steigen mit der Zunahme der Bauprojekte; so erreichten sie 2019 mit 9,95 GtCO₂ einen Rekordwert, als die Bauunternehmen mehr Bauprojekte in Angriff nahmen. Im Jahr 2020 ging die Rate jedoch zurück, als die Zahl der Projekte infolge der Pandemie stark zurückging.

Im Jahr 2040 werden noch zwei Drittel der heutigen Gebäude existieren, und sie werden weiterhin mehr Kohlenstoff erzeugen, wenn keine Abhilfemaßnahmen ergriffen werden. Ohne eine Dekarbonisierung der Gebäude wird es unmöglich sein, die Ziele der Vereinbarung zu erreichen. Der erste kohlenstofffreie Schritt besteht darin, auf Energieeffizienz zu bestehen. Die Bewohner verbrauchen mit ihren Haushalts- und Bürogeräten eine Menge Energie, und dieser Anteil wird nur minimal sein, wenn auf erneuerbare Energien umgestellt wird.

Das Baugewerbe ist einer der größten Verursacher von Kohlenstoffemissionen und ist für etwa 11 % der gesamten Treibhausgasemissionen weltweit verantwortlich. Ob im Wohn- oder im Gewerbebau, der verkörperte Kohlenstoff aus den Materialien und die Verschmutzung durch den gesamten Prozess erfordern sofortige Aufmerksamkeit.

2.2. Kohlenstoff-Fußabdruck von Baumaterialien

Die Bauindustrie ist weltweit für einen enormen Prozentsatz aller Emissionen verantwortlich. Dieser Anteil setzt sich zusammen aus dem Kohlenstoff aus dem Betrieb, dem verkörperten CO₂ aus den Baumaterialien und dem Anteil, der bei der Herstellung der Materialien emittiert wird. Einigen Berichten zufolge beläuft sich der CF von 6 Gebäuden auf 1.800 kg CO₂ e pro m², wobei nur sechs Materialien 70 % der verkörperten Emissionen verursachen. Überraschenderweise war Beton für etwa 80 % aller Emissionen verantwortlich.

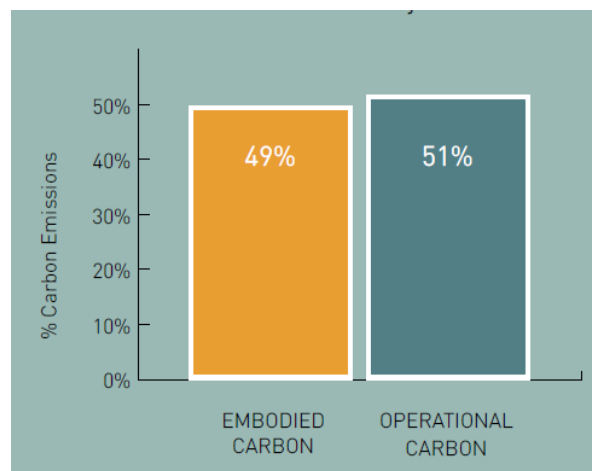


Abbildung 8. Gesamte Kohlenstoffemissionen des globalen Neubaus von 2020-2050. Verkörperter Kohlenstoff: Herstellung, Transport und Installation von Baumaterialien; Betriebskohlenstoff: Energieverbrauch von Gebäuden. QUELLE: © 2018 2030, Inc. / Architecture 2030. Alle Rechte vorbehalten. Datenquellen: UN Environment Global Status Report 2017; EIA International Energy Outlook 2017

Die wachsende Bedeutung von gebundenem Kohlenstoff Zwischen heute und 2060 wird die Weltbevölkerung die Gebäudefläche verdoppeln, was dem Bau einer ganzen New Yorker Stadt jeden Monat über 40 Jahre hinweg entspricht. Der größte Teil des CF dieser neuen Gebäude wird die Form von gebundenem Kohlenstoff annehmen - die Emissionen, die mit der Herstellung und dem Bau von Baumaterialien verbunden sind. Der

verkörperte Kohlenstoff wird bis 2050 für fast die Hälfte der gesamten Emissionen neuer Gebäude verantwortlich sein.

Im Gegensatz zu den betriebsbedingten Kohlenstoffemissionen, die im Laufe der Zeit durch energetische Gebäudesanierungen und den Einsatz erneuerbarer Energien verringert werden können, sind die verkörperten Kohlenstoffemissionen bereits beim Bau eines Gebäudes festgelegt.

Die meisten gängigen Baumaterialien haben schwerwiegende Auswirkungen auf die Umwelt, da die meisten Menschen in ihnen leben, essen oder arbeiten. Das erklärt, warum Regierungen und Bauunternehmen immer mehr bauen müssen, um die ständig wachsende Bevölkerung unterzubringen. Diese Materialien müssen aus ihrem Rohzustand heraus verarbeitet werden, was viel Energie erfordert. Der Transport nach der Herstellung bis zum Verbraucher verursacht neben der Abfallproduktion auch Treibhausgasemissionen. Diese Faktoren tragen zum verkörperten CF von Baumaterialien bei, und nach dem Bau müssen Sie die Emissionen, wie den Energieverbrauch, berücksichtigen. Daher benötigen Baumaterialien viel Energie für ihre Herstellung und Instandhaltung.

Gremien wie die UNO haben die Bauindustrie im Visier, da sie einen großen Anteil an den Kohlenstoffemissionen hat. Das Management des Sektors ist entscheidend für das Erreichen von Netto-Null-Emissionen vor 2050 im Rahmen des Pariser Abkommens.

Die Menschheit hängt von der bebauten Umwelt ab, und jeder schläft, arbeitet oder isst in Gebäuden; daher ist dies ein hervorragender Ansatzpunkt, um sich für Klimagerechtigkeit einzusetzen.⁷ Neben den NRO haben auch die Staaten Vorschriften erlassen, die die Bewohner bei ihren Bauprojekten beachten müssen.

2.2.1. Baumaterialien mit höchstem und niedrigstem Kohlenstoff-Fußabdruck

Beton ist aufgrund seiner häufigen Verwendung, seines Gewichts und des Energiebedarfs für die Herstellung für den meisten Kohlenstoff der Baumaterialien verantwortlich. Die Beimischung von Flugasche ist jedoch eine wirksame Methode zur Reduzierung des gebundenen Kohlenstoffs.

Neben Beton sind auch Kunststoff und Aluminium starke Emittenten, obwohl Bauunternehmer sie nicht so häufig verwenden. Auf der anderen Seite haben Holz und Biomaterialien den niedrigsten CF.

Die Hersteller entwickeln auch umweltfreundlichere Alternativen wie kohlenstoffarme MDF-Platten, die bei der Herstellung weniger Wasser und Energie benötigen. Die Wiederverwendung und das Recycling von Materialien sind ebenfalls hervorragende Strategien, um den in den Materialien enthaltenen Kohlenstoff zu reduzieren.

2.2.2. Berechnung des Carbon Footprints eines Gebäudes

Der CF eines Gebäudes misst den verkörperten CF der Baumaterialien, des Energieverbrauchs und der täglichen Aktivitäten. Diese Zahlen können sperrig und kompliziert sein, wenn man sie manuell berechnet, aber automatische Online-Rechner können helfen. Es emittiert etwa 18,5 Tonnen pro Kubikmeter, und obwohl es nicht so umweltfreundlich wie Holz ist. Die verschiedenen Versionen haben ein eigenes Design und verwenden die Daten aus dem Gebäudeentwurf, die Sie aus Tools wie Excel und Revit importieren können. Nach der Eingabe erstellt das System Berichte aus den Daten, und einige Rechner helfen Ihnen außerdem dabei, die umweltfreundlichsten Methoden zur Kohlenstoffreduzierung zu ermitteln.

Wenn Sie einen effektiven Rechner finden, wird es einfacher sein, die Emissionen Ihrer grünen Gebäudearchitektur zu quantifizieren, die idealen Materialien zu verwenden und die Umweltbelastung durch das Projekt zu minimieren.

2.2.3. Effektive Wege zur Verringerung des Kohlenstoff-Fußabdrucks von Baumaterialien

Bevor ein Bauprojekt in Angriff genommen wird, müssen die Beteiligten zunächst wichtige Gespräche führen. Bauherren sollten die Umweltauswirkungen von Gebäuden und den Wert kritischer Materialentscheidungen verstehen. Ebenso können sich Designer und Bauunternehmer an der Entwicklung alternativer umweltfreundlicher Bauprojekte beteiligen.

Der Umsetzungsprozess ist der wichtigste, bei dem Sie Aspekte wie den Standort des Gebäudes und die Nähe zu öffentlichen Verkehrsmitteln berücksichtigen. Auch die Wahl der Ausrüstung und der Materialien spielt eine wichtige Rolle für den CF des Projekts.

Anstelle von emissionsintensiven Baustoffen wie Beton können Bauunternehmer auf kohlenstoffarme Alternativen wie Holz umsteigen und umweltfreundliche, lokal hergestellte Oberflächen verwenden. Außerdem kann das Gebäude erneuerbare, effiziente und erschwingliche Energiequellen nutzen.

2.2.4. Erreichen von Zero Embodied Carbon in Gebäuden

Verschiedene Interessengruppen suchen unermüdlich nach Möglichkeiten zur Verringerung des CF in allen wichtigen Sektoren, z. B. durch die Befürwortung von Kohlenstoffausgleichsgutschriften. Es wird auch nach den effektivsten Technologien in der Branche geforscht, um den CF zu minimieren. Nach ihren Schätzungen können die Unternehmen Kohlenstoffneutralität erreichen, indem sie fortschrittliche Technologien einsetzen und erneuerbare Energien nutzen. Wenn die richtigen politischen Maßnahmen ergriffen werden, werden die Kohlenstoffemissionen der Industrie mit der Zeit deutlich zurückgehen. Es mag noch eine Weile dauern, bis die Industrie die Kohlenstoffneutralität erklärt oder die Kohlenstoffziele des Landes erreicht, aber jeder Schritt zählt. Das beginnt bei der Planung und der Auswahl der Materialien, und schon bald werden die meisten neuen Gebäude umweltfreundlich sein.

Gebäude verursachen fast 40 % der weltweiten Treibhausgase, wenn man andere damit verbundene Aspekte wie Energie, Wasserverbrauch und Abfall mit einbezieht. Geschäfts- und Wohngebäude sind angesichts der vielen Aktivitäten, die dort täglich stattfinden, große Emittenten.

Die Mitarbeiter fahren täglich zur Arbeit und verbrauchen viel Energie für ihre Aufgaben, was zu den Gesamtemissionen beiträgt. Dabei ist die Verschmutzung durch die Bauarbeiten während der Errichtung des Gebäudes noch gar nicht berücksichtigt. Daher ist es dringend erforderlich, für jedes Projekt umweltfreundliche Baumethoden zu entwickeln, angefangen bei der Auswahl der Materialien und dem geringeren Energieverbrauch bei der Wartung.

Die Unternehmen konzentrieren sich auch auf die Erlangung von Zertifikaten für umweltfreundliches Bauen als wirksames Mittel zur Rettung des Planeten. Es ist ein schrittweiser Prozess, aber eine brillante Idee, um die Klimaziele zu erreichen. Die verarbeitende Industrie übertrifft andere Sektoren in Bezug auf die Kohlenstoffemissionen in verschiedenen Bereichen. So verursacht beispielsweise das Baugewerbe für die Eisen- und Stahlherstellung 7,2 % der energiebedingten Emissionen, während auf die Chemie- und die Lebensmittelbranche 3,6 bzw. 1 % entfallen. In der verarbeitenden Industrie werden energieintensive Anlagen

eingesetzt und viele Gase in die Atmosphäre ausgestoßen, daher die hohen Emissionswerte. Andererseits verbrauchen Wohn- und Geschäftsgebäude weltweit 10,9 bzw. 6,6 % der Energie.

Im Folgenden werden einige Strategien vorgestellt, mit denen Bauunternehmer die Kohlenstoffemissionen reduzieren können:

1. Anstatt neue Projekte in Angriff zu nehmen, können Sie bestehende Gebäude renovieren oder umnutzen.
2. Bauunternehmer können in Erwägung ziehen, weniger zu bauen, um sicherzustellen, dass das Ziel darin besteht, den Bedürfnissen der Gemeinschaft gerecht zu werden.
3. Sie können Materialien wiederverwenden oder zu kohlenstoffarmen Optionen wechseln.
4. Effizientes Bauen hilft Ihnen, den Materialverbrauch zu maximieren.
5. Sie können dafür sorgen, dass das Projekt wenig Abfall erzeugt, indem Sie Materialien wiederverwerten und die Bauverfahren verbessern.

Die gebaute Umwelt, die alle Bauwerke umfasst, verursacht fast 50 % der weltweiten Kohlenstoffemissionen. Davon entfallen jährlich 27 % auf den Betrieb von Gebäuden, während der verkörperte Kohlenstoff, der Baumaterialien und den Bauprozess umfasst, für weitere 20 % jährlich verantwortlich ist.

2.3. Datenbank zum "Embodied Carbon Footprint" von Baumaterialien

Der verkörperte Kohlenstoff von Baumaterialien ergibt sich aus dem Energieverbrauch bei der Gewinnung, Veredelung, Verarbeitung, dem Transport und der Herstellung. Es handelt sich dabei oft um eine Größe, die von der Wiege bis zur Fabrik, dann bis zur Baustelle und schließlich bis zum Grab reicht. Im Allgemeinen gibt der verkörperte Kohlenstoff an, wie viel CO₂ Emissionen bei der Herstellung eines Materials entstehen. Er umfasst Kohlenstoff und andere Treibhausgase sowie die Emissionen aus allen Aktivitäten vor dem Verbrauch des Materials.

Abbildung 9 zeigt den ungefähren Prozentsatz der Kohlenstoffemissionen verschiedener gängiger Baumaterialien. Alternativ können Sie auch den einfacheren Weg wählen, indem Sie den Energieverbrauch des Gebäudes berechnen, der den größten Teil des CF ausmacht. Wenn Sie es mit einem massiven Bauwerk zu tun haben, dessen CF schwer zu quantifizieren ist, können Sie sich jederzeit an private Berater wenden. Es gibt auch verschiedene kostenlose Softwareoptionen im Internet.

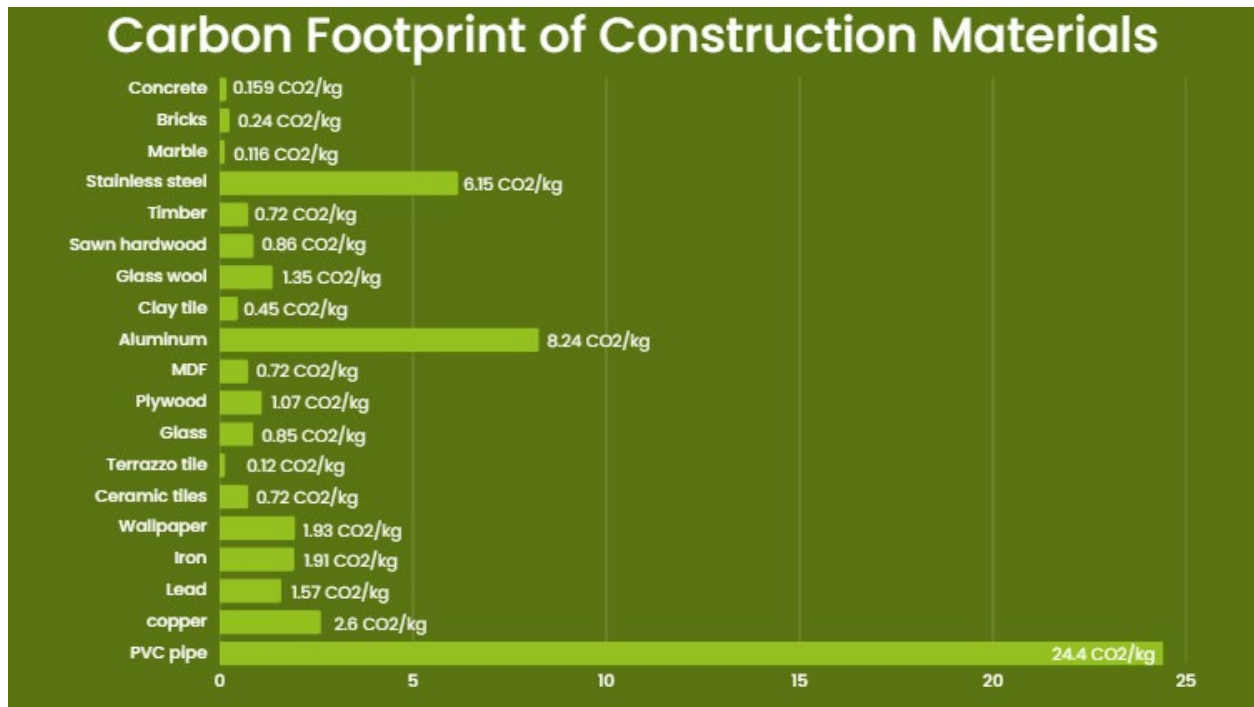


Abbildung 9. Kohlenstoff-Fußabdruck gängiger Baumaterialien

Häufig gestellte Fragen zum Kohlenstoff-Fußabdruck von Baumaterialien

1. Was ist die verkörperte Energie von Baumaterialien?

Die verkörperte Energie von Baumaterialien schätzt die Gesamtenergie, die für ihren Abbau, ihre Verarbeitung und ihren Transport bis zum Endverbraucher aufgewendet wurde. Sie gibt an, wie viel Energie für die Herstellung der Materialien benötigt wird, aus denen ein Gebäude besteht.

2. Was ist der Kohlenstoff-Fußabdruck von Aluminium?

Aluminium ist eines der Materialien mit dem höchsten CF und wird aufgrund seines geringen Wartungsaufwands und seiner Festigkeit häufig verwendet. Es erzeugt etwa 18.000 kg CO₂ pro Kubikmeter.

3. Wie hoch ist der Kohlenstoff-Fußabdruck von Beton pro M³? Wie hoch ist der verkörperte Kohlenstoffgehalt von Beton?

Beton ist ein Standardbaustoff für verschiedene Bauphasen, aber mit 635 kg gebundenem Kohlenstoff pro Kubikmeter ist er eine der schädlichsten Optionen für den Einsatz in Projekten. Seine Herstellung ist nicht energieeffizient, daher besteht ein Bedarf an kohlenstoffarmen Betonalternativen und -mischungen.

4. Wie hoch ist der Kohlenstoff-Fußabdruck von nichtrostendem Stahl?

Stahl verursacht jährlich weltweit etwa 51 Millionen Tonnen Emissionen und im Durchschnitt 0,49 Tonnen CO₂ pro produzierter Tonne. Er ist jedoch umweltfreundlicher als Aluminium und Beton und sollte die bessere Alternative sein, da er auch langlebig ist.

5. Wie hoch ist der Kohlenstoff-Fußabdruck von Stahl pro kg?

50 % der Bauindustrie benötigen Stahl, weil er flexibel, erschwinglich und äußerst langlebig ist. Er ist für etwa 12 090 kg Kohlenstoff pro Kubikmeter oder 1,8 bis 3,0 Tonnen Emissionen pro Tonne produzierten Stahls verantwortlich.

6. Wie hoch sind die CO₂ Emissionen pro kg Kunststoff?

Kunststoff ist einer der schlimmsten Verursacher von Kohlenstoffemissionen, und Bauunternehmen würden ihn lieber vermeiden. Pro verbrauchtem Kilogramm werden etwa 1,7 bis 6 kg CO₂ e emittiert, was von mehreren Faktoren abhängt.

7. Wie viel CO₂ Emissionen pro kg Polypropylen?

Bei der Herstellung von Polypropylen werden enorme Mengen an Kohlenstoff freigesetzt, und es trägt dazu bei, nachhaltigere Materialien zu finden. Pro Kilogramm Polypropylen werden durchschnittlich 1,95 kg CO₂ e emittiert.

8. Was ist der verkörperte Kohlenstoff von Holz?

Holz ist das beste umweltfreundliche Baumaterial, da Bäume Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden und als Reinigungsmittel dienen. Jede aus Holz hergestellte Trockentonne entspricht etwa 1,8 Tonnen CO₂, die aus der Luft aufgenommen werden. Im Durchschnitt kann Holz weniger als 100 kg CO₂ pro Kubikmeter ausstoßen.

QUELLEN:

<https://8billiontrees.com/carbon-offsets-credits/carbon-footprint-of-building-materials/#ref-3>
www.Carbonleadershipforum.Org

UNEP und IEA, "Global Status Report 2017: Towards a Zero-Emission, Efficient, and Resilient Buildings and Construction Sector", 2017.

OECD, "Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences" (Paris, 2019), <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>

Architektur2030. https://architecture2030.org/buildings_problem_why/
Architektur2030. <https://architecture2030.org/new-buildings-embodied/>

Materials CAN Carbon Action Network. materialsCAN.org

3. Graue Energie von Baumaterialien. Parameter und Analyse der Struktiven Energie. Datenbanken zur Struktiven Energie von Baustoffen.

3.1. Verkörperte Energie

Das Verständnis und die Berücksichtigung der Grauen Energie bei Entscheidungen über den Bau oder die Renovierung Ihres Hauses können dazu beitragen, den Energieverbrauch und Ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern.

Die graue Energie ist eine Berechnung der gesamten Energie, die zur Herstellung eines Materials oder Produkts verwendet wird, einschließlich Abbau, Herstellung und Transport. Um ein wirklich energiesparendes Haus zu schaffen, ist es wichtig, bei der Auswahl von Materialien und Bausystemen die graue Energie zu berücksichtigen. Verschiedene Arten von Materialien und Bausystemen haben einen sehr unterschiedlichen Anteil an gebundener Energie. Es geht nicht nur um die Auswahl von Materialien mit niedrigem Energieinhalt. Ein Haus, das mit Materialien mit geringem Energieinhalt gebaut wurde, kann mehr Betriebsenergie für den Betrieb des Hauses (z. B. für Heizung und Kühlung) erfordern. Sie müssen daher die Energiebilanz Ihres Hauses mit der Betriebsenergie abgleichen.

Die gesamte verkörperte Energie eines Gebäudes ist die gesamte Energie, die für die Errichtung benötigt wird:

1. Herstellung aller Materialien, die bei der ursprünglichen Konstruktion verwendet wurden (ursprüngliche graue Energie)
2. Herstellung aller Materialien, die bei Reparaturen oder Renovierungen während der Lebensdauer des Gebäudes verwendet werden (wiederkehrende graue Energie)
3. Transport von Materialien zur Baustelle
4. Energie, die beim Bau, bei Reparaturen oder Renovierungen vor Ort verbraucht wird.

Die Wahl der Materialien und Bauverfahren kann die in einem Gebäude enthaltene Energiemenge erheblich verändern, da die enthaltene Energie von Material zu Material sehr unterschiedlich ist. Unterschiedliche Materialien können auch unterschiedlich wiederverwendet oder recycelt werden, was dazu beitragen kann, die verkörperte Energie am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes zurückzugewinnen.

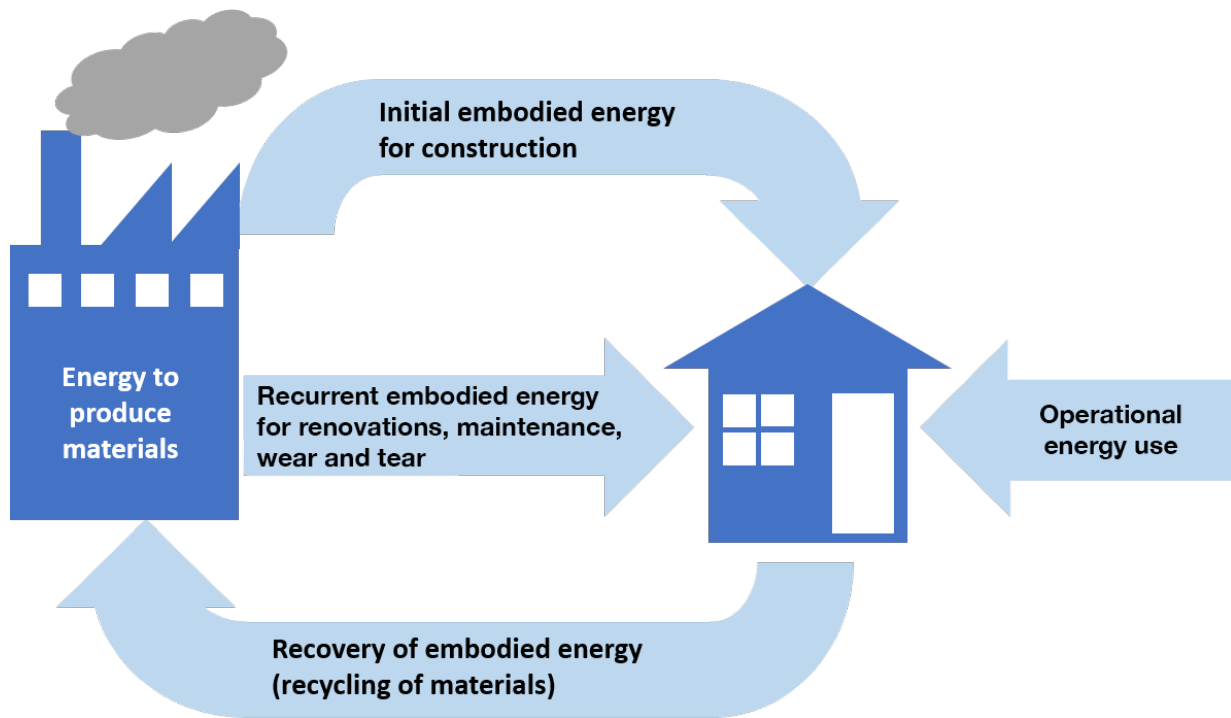


Abbildung 10. Verkörperte Energienutzung

3.2. Eingebachte Energie und Betriebsenergie

Die verkörperte Energie ist nur ein Teil des Energieverbrauchs eines Gebäudes. Der andere ist die Betriebsenergie - die Energie, die für den Betrieb des Hauses, einschließlich Beleuchtung, Geräte, Heizung und Kühlung, verwendet wird.

Wenn Sie ein Haus kaufen, bauen oder renovieren, lohnt es sich, sowohl die graue Energie der Materialien als auch deren Einfluss auf den Energieverbrauch im Betrieb zu berücksichtigen. Beim Vergleich von Materialien auf der Grundlage ihrer Lebenszyklus-Energieleistung werden die anfängliche und die wiederkehrende gebundene Energie sowie der Energieverbrauch im Betrieb berücksichtigt. Zu diesem Zweck kann der Low Energy Building Assembly Selector verwendet werden.

Es ist wichtig, daran zu denken, dass die Wahl von Materialien mit niedrigem Energiegehalt zu einem höheren Energieverbrauch im Betrieb führen kann. Umgekehrt kann ein Material mit höherer grauer Energie zu einem Gebäude mit geringerer Betriebsenergie führen. So kann beispielsweise eine große Menge an thermischer Masse (z. B. Beton), die einen hohen Energiegehalt hat, den Heiz- und Kühlbedarf in gut konzipierten und gedämmten Passivhäusern erheblich senken.

Je effizienter die Gebäude betrieben werden, desto höher ist der Anteil der grauen Energie am Gesamtenergieverbrauch. Dies kann noch ausgeprägter sein, wenn zusätzliche Materialien (z. B. Isolierung, Doppelverglasung, thermische Masse) in das Gebäude eingebaut werden, um Energieeinsparungen im Betrieb zu erzielen. Die anfängliche und wiederkehrende graue Energie kann beispielsweise etwas mehr als 50 % der Gesamtenergie des Lebenszyklus eines typischen Ziegelfurnierhauses über eine Lebensdauer von 50 Jahren

ausmachen - siehe folgende Grafik. Der Rest der Lebenszyklusenergie entfällt auf die Betriebsenergie. Im Gegensatz dazu kann der Anteil der grauen Energie bei Null-Betriebsenergie-Gebäuden annähernd 100 % betragen, da weniger Betriebsenergie für den Betrieb des Hauses erforderlich ist.

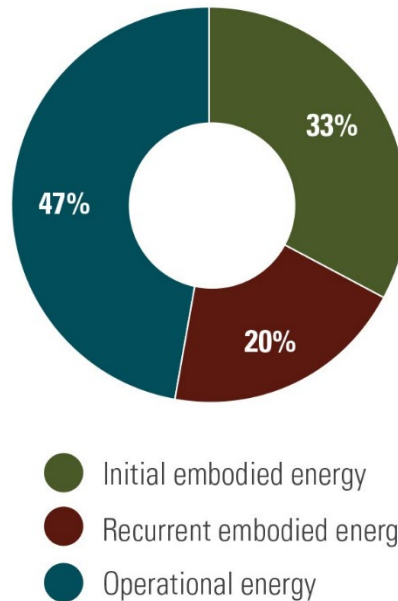


Abbildung 11. Anteil der Betriebsenergie und der verkörperten Energie während der 50-jährigen Lebensdauer eines typischen Ziegelfurnierhauses. Quelle: Betriebsenergie auf der Grundlage von Weterings und Tustin (2017) und anfängliche und wiederkehrende graue Energie auf der Grundlage von Crawford (2014) (durchschnittliche anfängliche graue Energie von 13,4 GJ/m², durchschnittliche wiederkehrende graue Energie von 8 GJ/m² für 50 Jahre) und durchschnittliche Bodenfläche auf der Grundlage von ABS/CommSec (2018) (neue Einfamilienhäuser von 230,8 m²).

3.3. Berechnung der Grauen Energie

Die Bewertung der grauen Energie eines Materials, einer Komponente oder eines ganzen Gebäudes ist eine komplexe Aufgabe. Jedes Gebäude ist eine komplexe Kombination aus vielen Materialien, von denen jedes eine Produktionsgeschichte hat und einen Beitrag zur grauen Energie eines Gebäudes leistet. Die graue Energie kann auch für ein und dasselbe Produkt variieren, da die Effizienz von Prozessen, Energiequellen und der Transport von Materialien von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich sein kann.

Für die Berechnung der grauen Energie von Produkten wurden internationale Normen entwickelt (z. B. ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification). Für die Berechnung werden jedoch unterschiedliche Methoden verwendet. Dies bedeutet, dass bei der Verwendung von Werten für die graue Energie aus verschiedenen Quellen eine gewisse Vorsicht geboten ist. So werden beispielsweise bei der "Hybridanalyse" detaillierte Daten über die zur Herstellung bestimmter Produkte verwendeten Verfahren mit Hintergrunddaten über die Wechselwirkungen in der Industrie kombiniert. Diese Methode liefert umfassendere Schätzungen der embodied energy als andere Methoden, da sie eine größere Anzahl von Prozessen erfasst.

Die Berechnung der verkörperten Energie wird häufig im Rahmen einer Ökobilanz durchgeführt (ISO 14040:2006 Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen). Die Ökobilanz berücksichtigt eine Reihe von Umweltauswirkungen und wird für die Entwicklung von Produktkennzeichnungen und Umweltproduktdeklarationen (EPD) verwendet. Für die Entwicklung von EPDs für Baumaterialien gibt es internationale Normen (siehe Referenzen und weiterführende Literatur). Die Berücksichtigung der grauen Energie bedeutet, dass bei der Auswahl der Materialien sowohl die graue Energie der Materialien als auch die Auswirkungen der Materialien auf die Konstruktion und die Betriebsenergie des Gebäudes berücksichtigt werden sollten.

Dies kann die Beschaffung lokaler Materialien einschließen, um die Energie für den Transport zu reduzieren, die Wiederverwendung vorhandener Materialien, die Verringerung des Bedarfs an neuen Materialien, die Auswahl neuer Materialien mit einem hohen Anteil an recyceltem Material, die Auslegung auf eine lange Lebensdauer des Gebäudes sowie die Demontage zur Erleichterung von Wiederverwendung und Recycling.

Dieser allgemeine Leitfaden kann in verschiedenen Klimazonen eine unterschiedliche Auswahl von Materialien bedeuten. Obwohl Materialien mit hoher thermischer Masse in der Regel eine hohe graue Energie haben, können sie in den richtigen Klimazonen und unter Berücksichtigung der richtigen passiven Konstruktionsprinzipien zu Energieeinsparungen im Betrieb führen. Wenn sie jedoch in den falschen Klimazonen oder ohne Rücksicht auf passive Konstruktionsprinzipien verwendet werden, kann eine hohe thermische Masse die graue Energie des Gebäudes erhöhen. Sie kann auch den Energieverbrauch im Betrieb erhöhen und den thermischen Komfort verringern. Es ist wichtig, Materialien zu verwenden, die mehr graue Energie haben, als für den beabsichtigten Zweck erforderlich ist. Es macht zum Beispiel wenig Sinn, ein sehr haltbares Material mit hoher Grauer Energie zu verwenden, z. B. einen Bodenbelag, wenn der Nutzer beabsichtigt, den Bodenbelag in ein paar Jahren zu ersetzen.

3.4. Verkörperte Energie von gängigen Materialien

Im Allgemeinen gilt: Je stärker ein Material verarbeitet ist, desto höher ist seine graue Energie. In Gebäuden werden in der Regel große Mengen an Materialien mit relativ geringer grauer Energie (z. B. Ziegel und Holz) und kleinere Mengen an Materialien mit hoher grauer Energie (z. B. Stahl) verwendet. Da der größte Teil der grauen Energie von Materialien aus dem Herstellungsprozess stammt, können Verbesserungen der Energieeffizienz in der verarbeitenden Industrie den größten Beitrag zur Senkung der grauen Energie von Materialien leisten. Auch die für die Herstellung von Materialien verwendeten Energiequellen müssen berücksichtigt werden, da die Umweltauswirkungen von erneuerbaren und fossilen Energiequellen sehr unterschiedlich sind.

Die Werte für die graue Energie einiger Materialien sind in Tabelle 1 angegeben, ausgedrückt als Energiemenge (in Megajoule) pro Kilogramm. Diese Zahlen sollten jedoch mit Vorsicht verwendet werden, da die tatsächliche graue Energie eines Materials davon abhängt, wo und wie es hergestellt wird. Materialien, die mit recyceltem Inhalt hergestellt werden, haben eine niedrigere graue Energie, und die Einsparungen variieren je nach dem Anteil des recycelten Inhalts und den verwendeten Herstellungsverfahren.



Tabelle 1. Graue Energie gängiger Baumaterialien

Material	Embodied energy MJ/kg
Aluminium	358
Carpet – nylon	198
Carpet – wool	140
Ceramic tile	18.9
Clay brick	3.5
Concrete roof tile	4.3
Concrete 25MPa	1.1
Double glazing – flat (4:12:4)	66.8
Fibre cement sheet	18.3
Glass – flat	28.5
Glasswool insulation	57.5
Hardwood – kiln dried	26.9
Laminated veneer lumber (LVL)	34.3
Medium density fibreboard (MDF)	22.0
Paint – solvent-based	124
Paint – water-based	111
Particleboard	18.7
Plasterboard 10mm	15.1
Plywood	42.9
Polystyrene (EPS)	155
Softwood – kiln dried	19.0
Steel – structural	38.8
Steel – corrugated sheet	79.6

*Note: These figures should be used with caution. See text above table. Source: Crawford, Stephan and Prideaux (2019).

Es ist sinnvoller, in Bezug auf Gebäudekomponenten und -baugruppen (z. B. Wände, Böden, Dächer) zu denken als in Bezug auf einzelne Materialien. Die graue Energie pro m² der Konstruktion für verschiedene Baugruppenarten kann dann verglichen werden. Tabelle 2 zeigt die Werte der grauen Energie für verschiedene Arten von Böden, Wänden und Dächern.



Tabelle 2. Eingebettete Energiewerte für verschiedene Arten von Böden, Wänden und Dächern

Embodied energy for assembled floors

Assembly	Embodied energy MJ/m ²
Elevated timber floor	2065
110mm concrete slab on ground, raft	1053
110mm concrete slab on ground, waffle pod	1838

Source: Crawford (2019)

Embodied energy for assembled walls

Assembly	Embodied energy MJ/m ²
Brick veneer wall, timber frame	1292
Brick veneer wall, steel frame	1387
Cavity clay brick wall	1973
Cavity concrete block wall	1276
Concrete block veneer wall, timber frame	965
Corrugated steel wall, timber frame	715
Hardwood weatherboard wall, steel frame	1421
Hardwood weatherboard wall, timber frame	1325
Polystyrene wall, timber frame	591
Reverse brick veneer wall, timber frame	1588
Single-skin autoclaved aerated concrete (AAC) block wall, plasterboard lining	2079

Source: Crawford (2019)

Embodied energy for assembled roofs

Assembly	Embodied energy MJ/m ²
Concrete tile pitched roof, timber frame, plasterboard ceiling	795
Terracotta tile pitched roof, timber frame, plasterboard ceiling	894
Corrugated steel sheet roof, timber frame, plasterboard ceiling	909
Corrugated steel sheet roof, steel frame, plasterboard ceiling	976

Source: Crawford (2019)



3.5. Wiederverwendung und Recycling

Viele Baumaterialien können wiederverwendet oder recycelt werden. Die Einsparungen durch das Recycling von Materialien variieren beträchtlich, mit Einsparungen von bis zu 95 % bei Aluminium, aber nur 20 % bei Glas. Außerdem müssen einige Materialien vor ihrer Wiederverwendung aufbereitet werden, was die Energiekosten in die Höhe treibt, insbesondere wenn lange Transportwege anfallen.

Obwohl die graue Energie ein wichtiges Umweltthema ist, sollte bei der Wahl eines Baumaterials die gesamte Bandbreite der Umweltauswirkungen berücksichtigt werden, die mit dem Bau, der Nutzung und dem Ende der Lebensdauer eines Gebäudes verbunden sind. Zu den Umweltauswirkungen gehören Aspekte wie Wasserverbrauch, Landnutzung, Rohstoffverbrauch, Freisetzung von Schadstoffen und Treibhausgasemissionen sowie der Verlust von biologischer Vielfalt und Lebensräumen.

QUELLEN:

Crawford RH (2014). Post-occupancy life cycle energy assessment of a residential building in Australia. Architectural Science Review 57(2):114-124, aus < [Post-occupancy life cycle energy assessment of a residential building in Australia: Architectural Science Review: Vol 57, No 2 \(tandfonline.com\)](#)>

Crawford RH (2019). Embodied energy of common construction assemblies (Version 1.0). The University of Melbourne, Melbourne, form < Embodied [energy of common construction assemblies \(figshare.com\)](#)>

Crawford RH, Stephan A und Prideaux F (2019). EPiC Database (Version 1.0). The University of Melbourne, Melbourne, von < [Environmental Performance in Construction \(EPiC\) Database: a database of embodied environmental flow coefficients | Semantic Scholar](#)>.

The University of Melbourne (2019). Auswahl von Niedrigenergie-Gebäudebaugruppen, von < [Low Energy Building Assembly Selector \(unimelb.edu.au\)](#)>

Weterings T und Tustin J (2017). Energy consumption benchmarks: electricity and gas for residential customers, ACIL Allen Consulting, Melbourne, Victoria, von < [EE-Download-Impact-Datasheet-Energy-Consumption-Benchmarks.pdf \(rockefellerfoundation.org\)](#)>.

Bibliothek zu Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien

1. ISO 14040 (2006). Umweltmanagement: Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen. Internationale Organisation für Normung, Genf, aus < [ISO 14040:2006 - Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen](#)>.
2. ISO 14067 (2018). Treibhausgase: Kohlenstoff-Fußabdruck von Produkten - Anforderungen und Leitlinien für die Quantifizierung. Internationale Organisation für Normung, Genf, von < [ISO 14067:2018 - Treibhausgase - Kohlenstoff-Fußabdruck von Produkten - Anforderungen und Leitlinien für die Quantifizierung](#)>.
3. ISO 21930 (2017). Nachhaltigkeit in Gebäuden und Ingenieurbauwerken: Kernregeln für Umweltproduktdeklarationen von Bauprodukten und -dienstleistungen. Internationale Organisation



- für Normung, Genf, von [<ISO 21930:2017 - Nachhaltigkeit in Gebäuden und Ingenieurbauwerken - Kernregeln für Umweltproduktdeklarationen von Bauprodukten und -dienstleistungen>](#).
4. Australasian EPD Programme (2018). Umweltproduktdeklarationen Australasia. von [< EPD Australasia \(epd-australasia.com\)>](#)
 5. Crawford RH (2014). Post-occupancy life cycle energy assessment of a residential building in Australia. Architectural Science Review 57(2):114-124, aus [< Post-occupancy life cycle energy assessment of a residential building in Australia: Architectural Science Review: Vol 57, No 2 \(tandfonline.com\)>](#)
 6. Crawford RH (2019). Embodied energy of common construction assemblies (Version 1.0). The University of Melbourne, Melbourne, form [< Embodied energy of common construction assemblies \(figshare.com\)>](#)
 7. Crawford RH, Stephan A und Prideaux F (2019). EPiC Database (Version 1.0). The University of Melbourne, Melbourne, von [< Environmental Performance in Construction \(EPiC\) Database: a database of embodied environmental flow coefficients | Semantic Scholar>](#).
 8. The University of Melbourne (2019). Auswahl von Niedrigenergie-Gebäudebaugruppen, von [< Low Energy Building Assembly Selector \(unimelb.edu.au\)>](#)
 9. Weterings T und Tustin J (2017). Energy consumption benchmarks: electricity and gas for residential customers, ACIL Allen Consulting, Melbourne, Victoria, von [< EE-Download-Impact-Datasheet-Energy-Consumption-Benchmarks.pdf \(rockefellerfoundation.org\)>](#).
 10. Lesen Sie den Abschnitt Energie, um herauszufinden, wie Sie den Energieverbrauch Ihres Hauses reduzieren können, lesen Sie Passivheizen und Passivkühlen, um Tipps zu den besten Materialien für Ihr Haus zu erhalten, lesen Sie Abfallminimierung, um weitere Ideen zu erhalten, wie Sie beim Bauen oder Renovieren reduzieren, wiederverwenden und recyceln können, von [Embodied energy | YourHome](#)
 11. Architektur 2030 beschleunigt die Herausforderung 2030 auf das Heute, von <https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>
 12. Bushey, M. (2021, 1. Juli). Verankerter Kohlenstoff in Baumaterialien: Die nächste Herausforderung für die Netto-Null-Ziele von Vermont? AIA Vermont. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://www.aiavt.org/news-events/news-details/post/embodied-carbon-in-building-materials-the-next-challenge-for-vermonts-net-zero-goals>
 13. Zirkuläre Ökologie. (2022). Verkörperter Kohlenstoff - Die ICE-Datenbank. Zirkuläre Ökologie. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>
 14. Fairs, M. (2021, Juli 13). Wie können wir den Kohlenstoff-Fußabdruck der Bauindustrie verringern? Weltwirtschaftsforum. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/construction-industry-doesn-t-know-where-it-stands-when-it-comes-to-carbon-emissions/>
 15. HMC Architekten. (2020, 24. Januar). Was ist der Carbon Footprint eines Gebäudes? HMC Architekten. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://hmcarchitects.com/news/what-is-the-carbon-footprint-of-a-building-2019-01-24/>
 16. Hyunh, C. (2021, 1. März). Wie grüne Gebäude zur Bekämpfung des Klimawandels beitragen können. US Green Building Council. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://www.usgbc.org/articles/how-green-buildings-can-help-fight-climate-change>
 17. Morrison, R. (2022, April 19). Was braucht die Bauindustrie, um die Kohlenstoffemissionen zu reduzieren? Fieldwire. Abgerufen am 1. November 2022, von <https://www.fieldwire.com/blog/reducing-carbon-emissions-in-construction/>.



18. Garthwaite, J. (2021, April 16). Die Wissenschaft hinter der Dekarbonisierung. Stanford Doerr School of Sustainability. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://earth.stanford.edu/news/science-behind-decarbonization>>
19. Wintergreen, J., & Delaney, T. (2022). ISO 14064 International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification. EPA. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei16/session13/wintergreen.pdf>>.
20. Afzal, M. (2022). Das Pariser Abkommen und seine Zukunft. Brookings Institution. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://www.brookings.edu/research/the-paris-agreement-and-its-future/>>.
21. NCBI. (2021, 6. August). Chinas Struktur der Kohlenstoffemissionen und Reduktionspotenzial auf der Angebots- und Nachfrageseite von Energie: Vor dem Hintergrund von vier Einflussfaktoren. NCBI. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8345844/>>.
22. US EPA. (2022, 25. Februar). Globale Treibhausgasemissionsdaten | US EPA. EPA. Abgerufen am 30. November 2022, von <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>.
23. Wikipedia.org. (2022). Liste der Länder nach Kohlendioxid-Emissionen pro Kopf. Wikipedia. Abgerufen am 30. November 2022, von <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions_per_capita>.
24. US EPA. (2022, 5. August). Quellen für Treibhausgasemissionen | US EPA. EPA. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>>.
25. US-Energieministerium. (2022, 13. Juni). DOE kündigt 39 Millionen Dollar für Forschung und Entwicklung an, um Gebäude in Kohlenstoffspeicherstrukturen zu verwandeln. Department of Energy. Abgerufen am 30. November 2022, von <<https://www.energy.gov/articles/doe-announces-39-million-research-and-development-turn-buildings-carbon-storage-structures>>.



Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 1: Umweltaspekte von Baumaterialien

1. Das Ziel der _____ ist die Senkung der Emissionen auf 50 % bis 2030.

a. Pariser Abkommen

b. Kyoto-Protokoll

c. Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen

d. Montrealer Protokoll.

2. Der Bausektor ist eine der Hauptquellen von Treibhausgasemissionen, die zum Klimawandel beitragen. Der Sektor verwendet in großem Umfang Rohstoffe, chemische Prozesse, Energie und Ausrüstung und trägt damit zu ____ Treibhausgasemissionen bei.

a. 40%

b. 45%

c. 75%

d. 50%

3. Welcher der folgenden Bereiche hat den größten Anteil am Abfallaufkommen im Bausektor?

a. Mülldeponie

b. Stahl

c. Gipskarton

d. Glas

4. Wissenschaft, Industrie und Organisationen forschen kontinuierlich an der Erstellung eines Rahmens für die gesamte Lebensdauer von Gebäuden _____.

a. Fußabdruck des Produkts

b. Kohlenstoff-Fußabdruck

c. Partieller Kohlenstoff

d. Kohlenstoff-Leitlinie



5. Das Zero-Net-Carbon-Konzept kann auf die folgenden Gebäudesektoren und -typen angewendet werden:

- a. Wohn- und Nichtwohngebäude
- b. neu oder vorhanden
- c. Gebäude in dichten städtischen Gebieten mit begrenzter Kapazität an erneuerbaren Energien vor Ort
- d. Alle der oben genannten Punkte**

6. Die ursprüngliche _____ Energie in Gebäuden stellt die nicht erneuerbare Energie dar, die bei der Beschaffung von Rohstoffen, ihrer Verarbeitung, Herstellung, dem Transport zur Baustelle und dem Bau verbraucht wird.

- a. Neutral
- b. Indirekt
- c. Nachhaltig
- d. Verankert**

7. _____, die führende Behörde für internationale Normen, hat eine Reihe von Normen für Nachhaltigkeit im Bauwesen herausgebracht.

- a. Internationale Organisation für Normung (ISO)**
- b. Umweltorganisation für Normung (EOS)
- c. Internationale Organisation für Nachhaltigkeit (IOS)
- d. Funktionale Zielsetzungen der Normung (FOS)

8. Die richtige Auswahl des Baumaterials beeinflusst die Höhe der:

- a. nur verkörperte Energie
- b. nur Betriebsenergie
- c. verkörperte und wiederkehrende verkörperte Energie
- d. sowohl die verkörperte Energie (einschließlich der wiederkehrenden) als auch die Betriebsenergie**

III. Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien

1. Life Cycle Thinking für Baustoffe

Häufig wird der Begriff Nachhaltigkeit nur mit der Dimension der Umwelt oder den ökologischen Folgen wirtschaftlichen Handelns in Verbindung gebracht. Der Begriff der Nachhaltigkeit ist jedoch viel weiter gefasst: Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten künftiger Generationen nicht oder nur unwesentlich eingeschränkt werden. Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit - wirtschaftlich effizient, sozial gerecht, ökologisch verträglich - müssen gleichberechtigt berücksichtigt werden. Um die globalen Ressourcen langfristig zu erhalten, sollte Nachhaltigkeit die Grundlage aller, nicht nur politischer, Entscheidungen sein (analoge Definition des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung).

1.1. Einflussfaktoren auf die Planung von nachhaltigen Baustoffen

Nachhaltiges Handeln ist definiert als die gleichzeitige Umsetzung ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Ziele, um künftigen Generationen eine intakte Umwelt zu hinterlassen und gleiche Lebenschancen zu ermöglichen. Es wurde ein Bewertungssystem für das Bauen entwickelt, das auf dem Modell der drei Säulen der Nachhaltigkeit basiert: ökonomisch, ökologisch und sozial. Diese drei Aspekte stehen in Wechselwirkung zueinander und sollten bei der Planung und Ausführung von Gebäuden gleichermaßen berücksichtigt werden.

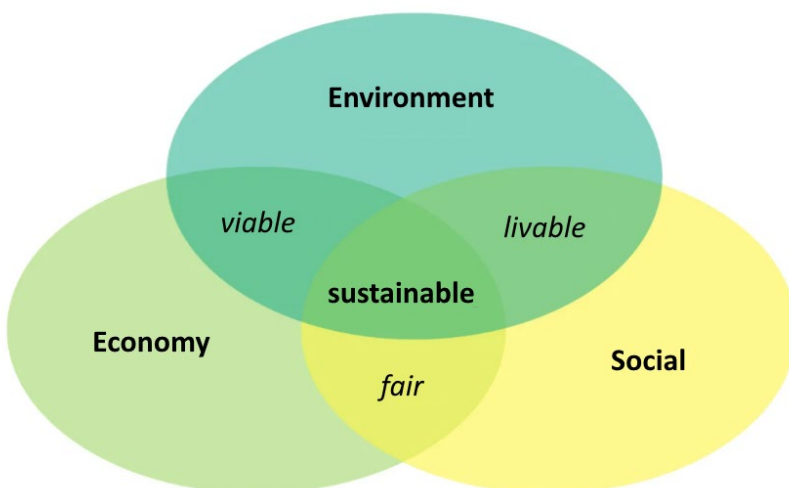


Abb. 1: Aspekte der Nachhaltigkeit

(Quelle: <https://www.baunetzwissen.de/boden/fachwissen/einfuehrung/nachhaltigkeit-151602/gallery-1/1>)

Den drei Aspekten sind entsprechende Schutzziele im Hinblick auf nachhaltiges Bauen zugeordnet:



• Umwelt

Ressourcenschonung durch optimierten Einsatz von Baumaterialien und -produkten; geringer Flächenverbrauch; Erhaltung der biologischen Vielfalt; Reduzierung des Energie- und Wasserverbrauchs; Minimierung der Umweltbelastung auf lokaler und globaler Ebene. Die folgenden Indikatoren werden derzeit zur objektiven Bewertung der Umweltauswirkungen eines Gebäudes verwendet:

- Landnutzung
- Primärenergieverbrauch (erneuerbar/nicht erneuerbar),
- Globales Erwärmungspotenzial (GWP), in Bezug auf die "globale Erwärmung"
- Ozonabbaupotenzial (ODP), im Hinblick auf das "Ozonloch".
- Versauerungspotenzial (AP), in Bezug auf den "sauren Regen".
- Eutrophierungspotenzial (EP) in Bezug auf Wasserkörper oder Grundwasser
- Ozonbildungspotenzial (POCP), in Bezug auf "Sommersmog".

• Wirtschaft

Minimierung der Lebenszykluskosten; Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch effizienten Einsatz von Ressourcen. Diese Dimension umfasst neben den Anschaffungs- und Baukosten auch die Folgekosten, die während der gesamten Lebens- bzw. Nutzungsdauer des Gebäudes anfallen. Dazu gehören die folgenden Einzelkosten, wie z.B.

- die gesamten Baukosten - vom Grundstück über die Planungs- und Baukosten bis zur Versicherung
- die Nutzungskosten - wie Energie, Wasser und Abfallentsorgung, aber auch die Reinigung, Wartung und Instandhaltung des Gebäudes -
- und die Rückbaukosten - vom Abriss und Transport bis zur Entsorgung oder Wiederverwendung (Recycling).

• Soziales

Erhaltung von Gesundheit, Sicherheit und Komfort; Gewährleistung der Funktionalität; Sicherung der Qualität von Design und Stadtentwicklung. Die soziale (und im weitesten Sinne kulturelle) Dimension der Nachhaltigkeit wird in den Bereichen Ästhetik, Design, Zugänglichkeit und Aspekte des Gesundheitsschutzes und Komforts berücksichtigt. Um eine objektive Sichtweise in dieser Dimension und vor allem eine optimale Gestaltung bereits bei der Planung eines Gebäudes zu erreichen, werden für jeden Aspekt Schutzziele definiert. Die gestalterischen und ästhetischen Merkmale eines Gebäudes (z.B. Raumgeometrie, Materialität, Farbgebung, etc.) und die daraus resultierenden Fragen der Identität und Akzeptanz durch die Nutzer des Gebäudes können nur durch qualitative Faktoren beschrieben werden. Unstrittig ist jedoch, dass eine höhere Nutzerzufriedenheit und soziale Akzeptanz eines Gebäudes zu einer besonderen Wertschätzung und Wertbeständigkeit des Gebäudes führt und es damit nachhaltiger macht.

Darüber hinaus werden auch die Zugänglichkeit (Nutzbarkeit und Flexibilität der Nutzung) sowie Gesundheits- und Komfortaspekte (thermisch, hygienisch, akustisch und visuell) berücksichtigt.

Allerdings: Problematische Stoffe oder Umwelteinflüsse (z.B. Lärm, Zugluft, unzureichende Beleuchtung), die die Gesundheit der Nutzerinnen und Nutzer gefährden könnten, sind von vornherein ausgeschlossen (durch gesetzliche Vorgaben).

1.2. Überlegungen zur nachhaltigen Planung

Neben der Natur gehören Gebäude zu den am meisten genutzten und beanspruchten Einrichtungen des menschlichen Lebens. Langlebigkeit, gesundheitliche Unbedenklichkeit und Widerstandsfähigkeit spielen daher eine wichtige Rolle bei der Wahl der Baumaterialien und der Bauweise. Die Gewährleistung einer flexiblen künftigen Nutzung kann auch eine lange Lebensdauer von Gebäuden fördern.

Im Sinne der Nachhaltigkeitskriterien ist hier eine ressourcenbewusste und materialeffiziente Planung entsprechend den spezifischen Anforderungen notwendig. Auch Aspekte des Recyclings müssen bei der Auswahl der Baustoffe berücksichtigt werden. So basiert die Recyclingfähigkeit von mehrschichtigen Bauteilen auf der Trennbarkeit der einzelnen Schichten (z.B. die Fassade mit Wärmedämmverbundsystem). Auch die Energieintensität und der Wasserbedarf bei der Herstellung eines Baustoffs sind für die Ökobilanz relevant.

In Bezug auf das oben erwähnte Modell der Nachhaltigkeit spielen also unter anderem folgende Aspekte bei der Planung nachhaltiger Gebäude eine Rolle:

Umwelt: Auswahl von Materialien und Inhaltsstoffen (Produktbestandteile aus nachwachsenden Rohstoffen, Reduzierung energieintensiver und/oder petrochemischer Stoffe, Recyclingfähigkeit).

Wirtschaftlichkeit: Langlebigkeit, sparsamer und effizienter Einsatz von Materialien und Ressourcen

Soziales: Gewährleistung gesunder Lebensbedingungen in privaten Wohnungen und öffentlichen Räumen sowie sozialverträglicher Produktionsbedingungen.

Nachhaltiges Bauen kann nur durch eine durchdachte und vorausschauende Planung realisiert werden. Verschiedene Institutionen bieten Hilfestellung mit Hinweisen und Vorschlägen zur Bewertung von Baustoffen im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien und deren Integration in Planung und Ausführung.

In Deutschland sind dies zum Beispiel,

- der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) mit der Produktdatenbank DGNB-Navigator (<https://www.dgnb-navigator.de/en/>) Registrierung erforderlich,
- das Informationsportal Nachhaltiges Bauen mit dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Bauen und Wohnen (https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf),
- das ökologische Baustoffinformationssystem WECOBIS (<https://www.wecobis.de>),
- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (<https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de>).

Darüber hinaus geben entsprechende Siegel oder Zertifizierungen Auskunft über die Nachhaltigkeit bestimmter Baustoffe, wie z.B. das **GuT-Signet** für umweltfreundliche Bodenbeläge (<https://gut-prodis.eu>), das Siegel "**Holz von hier**" als Umweltzeichen einer nachhaltigen regionalen Holzwirtschaft (<https://www.holz-von-hier.eu/en/>) oder das Informationsportal **Qualitätssiegel Nachhaltiges Bauen** (<https://www.qng.info>).



1.3. Baumaterialien und Umweltschutz

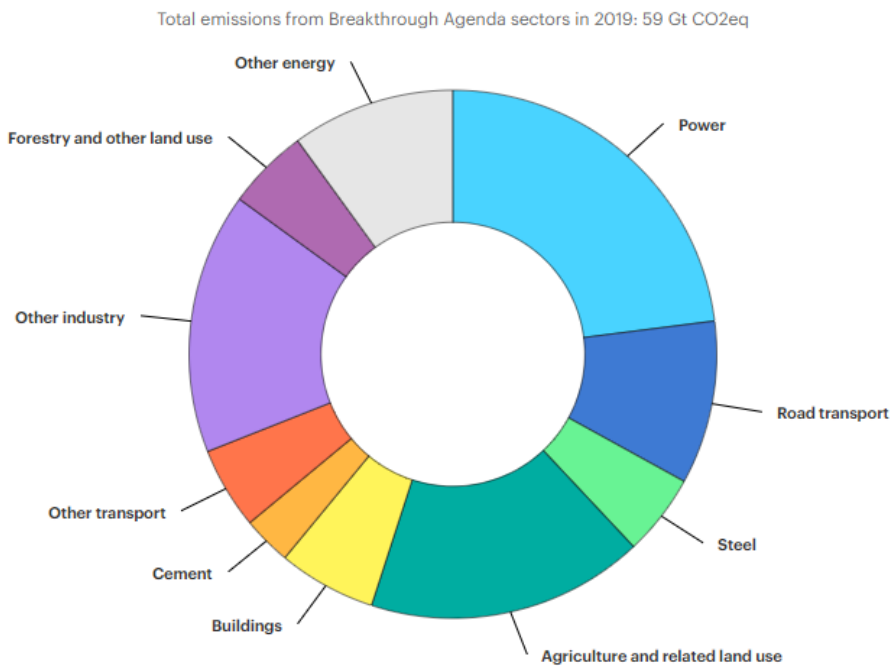


Abb. 2:
Treibhausgasemissionen
nach Sektoren, 2019

(Quelle: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/greenhouse-gas-emissions-by-sector-2019-2>)

Mehr als ein Drittel der gesamten Endenergie weltweit wird in und für Gebäude verbraucht. Die Treibhausgasemissionen sind ein wichtiger Indikator für den Gesamtkomplex des Umweltschutzes.

Abbildung 2 zeigt, dass der Bausektor auf den ersten Blick nur einen geringen Anteil an den Treibhausgasemissionen hat (Gebäude: 6%, Zement 3%). Der Bau, der Betrieb und die Instandhaltung eines Gebäudes sowie dessen Rückbau und Recycling haben erhebliche Auswirkungen auf die anderen aufgeführten Sektoren (Straßenverkehr, Stahl, Energie).

Infolgedessen werden etwa 40 % aller Treibhausgase im Gebäudesektor emittiert (Global Alliance for Buildings and Construction, Internationale Energieagentur und Umweltprogramm der Vereinten Nationen 2019, <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>). Dies verdeutlicht sowohl die enorme Bedeutung des Gebäudesektors für Energie- und Umweltfragen als auch die Chancen, die in der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasintensität liegen. Planer und alle am Bau Beteiligten tragen daher eine große Verantwortung, die auch ein hohes Maß an Information erfordert.

1.4. Was bedeutet nachhaltiges Bauen?

Die Berücksichtigung der Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung wird zu einem integralen Bestandteil aller Planungs- und Entscheidungsprozesse während des Lebenszyklus eines Gebäudes. Dazu gehört die Formulierung von Zielen ebenso wie die Überprüfung und Bewertung der Zielerreichung. Zur Unterstützung der

Akteure stehen je nach Arbeitsbereich, Verantwortung und Einfluss sowie Lebenszyklusphase spezifische Anforderungen, Verfahren und Instrumente zur Verfügung. Die Komplexität des Planens, Bauens und Betriebens im Allgemeinen sowie die in die üblichen Entscheidungsprozesse eingebettete Nachhaltigkeitsbewertung müssen berücksichtigt werden. Gleichzeitig müssen mit vertretbarem Zeit- und Kostenaufwand handhabbare Lösungen entwickelt werden.

Beim nachhaltigen Bauen geht es in erster Linie um die Planung und Realisierung eines Gebäudes, das dem Grundgedanken der Nachhaltigkeit folgt. Ziel ist es, den Verbrauch von Energie und Ressourcen zu minimieren. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Lebenszyklusphasen eines Gebäudes berücksichtigt werden. Wichtig ist auch, dass alle Faktoren, die den Lebenszyklus beeinflussen, optimiert werden. Dies bezieht sich auf den Prozess der Rohstoffgewinnung, den Bau und den Rückbau.

Die folgenden Faktoren müssen beim Bau eines nachhaltigen Hauses berücksichtigt werden:

- Verringerung des Energieverbrauchs
- Verringerung des Verbrauchs von Betriebsmitteln
- Geringstmögliche Transportkosten/-wege der Bauelemente
- sicheres Recycling aller verwendeten Materialien
- Möglichkeit der Weiterverwendung
- Schutz von Naturräumen (durch flächensparendes Bauen)

Andere Aspekte, die ursprünglich nicht in der Definition der Nachhaltigkeit enthalten sind, sind zum Beispiel

- Schutz vor dem Eindringen von Radon in das Gebäude
- Elektromagnetische Strahlung (Elektrosmog)
- Mögliche Auswirkungen der Wärmeinsel
- Risikoüberlegungen / Worst-Case-Szenarien
- Rebound-Effekte

Wenn das neue Gebäude umweltfreundlich und energieeffizient sein soll, müssen ebenfalls mehrere Fragen beantwortet werden.

- Welche Baumaterialien sollten verwendet werden?
- Wie kann Strom nachhaltig produziert werden und wie kann man besonders energieeffizient sein?
- Wie kann man Wasser am besten nutzen?
- Wie halte ich mein Haus warm, ohne es zu stark zu heizen?

All dies sind Fragen, die beim Bau eines nachhaltigen Hauses berücksichtigt werden müssen. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Strategien und Technologien entwickelt, um sicherzustellen, dass das Haus seinen eigenen Anforderungen an den Umweltschutz gerecht wird.

Die Beantwortung dieser Fragen ist generell schwierig, da der Bau eines Gebäudes zunächst viele Ressourcen verbraucht. Auch die Verwendung von "umweltfreundlichen" Materialien zahlt sich erst nach einigen Jahren aus, da gerade zu Beginn des Bauprozesses die entsprechenden Materialien erst an den gewünschten Standort transportiert werden müssen, was bereits mit Emissionen und Umweltbelastungen verbunden ist. Auch der



Standort selbst beeinflusst die Umweltfreundlichkeit des Hauses. Hier muss nicht nur zwischen städtischen und ländlichen Gebieten unterschieden werden, sondern auch zwischen den räumlichen Bedingungen, die der Standort mit sich bringt. Dies bezieht sich beispielsweise auf die Verfügbarkeit von Wind- oder Sonnenenergie, die zwischen städtischen und ländlichen Standorten variieren kann. In einer bebauten Stadt wird die Erzeugung und Verfügbarkeit von Windenergie schwieriger sein als auf dem Land. Das Wohnen auf dem Land kann in dieser Hinsicht vorteilhafter sein, allerdings müssen hier die größeren Entfernungen zu den Zentren berücksichtigt werden.

Ist jedoch ein geeigneter Standort für das Gebäude gefunden, an dem die Energieerzeugung nachhaltig gestaltet werden kann, geht es im nächsten Schritt um die Beschaffung der Baumaterialien. Dabei ist nicht nur die Art des Materials wichtig, sondern auch seine Herkunft und Herstellung. Die Baumaterialien sollten aus erneuerbaren, langlebigen und recycelbaren Rohstoffen bestehen. Um die Umweltauswirkungen von Baustoffen messen zu können, wurden sogenannte Umweltproduktdeklarationen (EPDs) entwickelt. Eine EPD beschreibt Baustoffe, Bauprodukte oder Bauteile hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen auf der Grundlage von Ökobilanzen sowie ihrer funktionalen und technischen Eigenschaften. Diese quantitativen, objektiven und verifizierten Informationen beziehen sich auf den gesamten Lebenszyklus des Bauprodukts (<https://ibuppd.com/en/epd-programme/>). Sie enthalten Ökobilanz-basierte Indikatoren, die die Auswirkungen der einzelnen Produkte in Bezug auf verschiedene Kriterien wie den Treibhauseffekt oder den Verbrauch von grauer Energie beschreiben. Eine wichtige Rolle bei der Produktdeklaration spielt die Ressourceneffizienz. Darunter versteht man die Verwendung von Produkten, die mit lokal verfügbaren Ressourcen hergestellt wurden. Das bedeutet, dass sie einen kürzeren Transportweg haben und somit eine geringere Schadstoffbelastung aufweisen. Bei der Verwendung eines Bauteils sollte idealerweise immer auch dessen Wartung (Instandhaltung, Reinigung, Reparatur) berücksichtigt werden.

Der Lebenszyklus eines Baumaterials beeinflusst auch seine Nachhaltigkeit. Aus diesem Grund sollten Baustoffe verwendet werden, die eine ähnliche Lebensdauer haben. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass Baumaterialien/Bauteile vor dem Ende ihres eigentlichen Lebenszyklus entfernt oder entsorgt werden müssen. Einfache, unkomplizierte Konstruktionen und gut recycelbare und leicht austauschbare Baumaterialien sind zu bevorzugen.

1.5. Die Rolle von Baumaterialien im gesamten Lebenszyklus von Gebäuden

Die oben genannte Zahl der Treibhausgasemissionen setzt sich zusammen aus für die Herstellung von Baustoffen und für die Errichtung von Gebäuden und den Betrieb von Gebäuden sowie für den Rückbau und die Entsorgung.

(Global Alliance for Buildings and Construction, Internationale Energieagentur und Umweltprogramm der Vereinten Nationen 2019).

Zu Klassifizierungszwecken kann der Lebenszyklus eines Gebäudes dargestellt werden. Dieser Ansatz ist in verschiedenen Normen festgeschrieben, zum Beispiel in der DIN 15978 (Norm DIN EN 15978:2012-10), die ihn in drei Hauptphasen unterteilt: Herstellung und Bau, Nutzung und Entsorgung (Abbildung 3). Darüber hinaus gibt es die Phase D: Gutschriften und Abbuchungen außerhalb der Systemgrenzen.

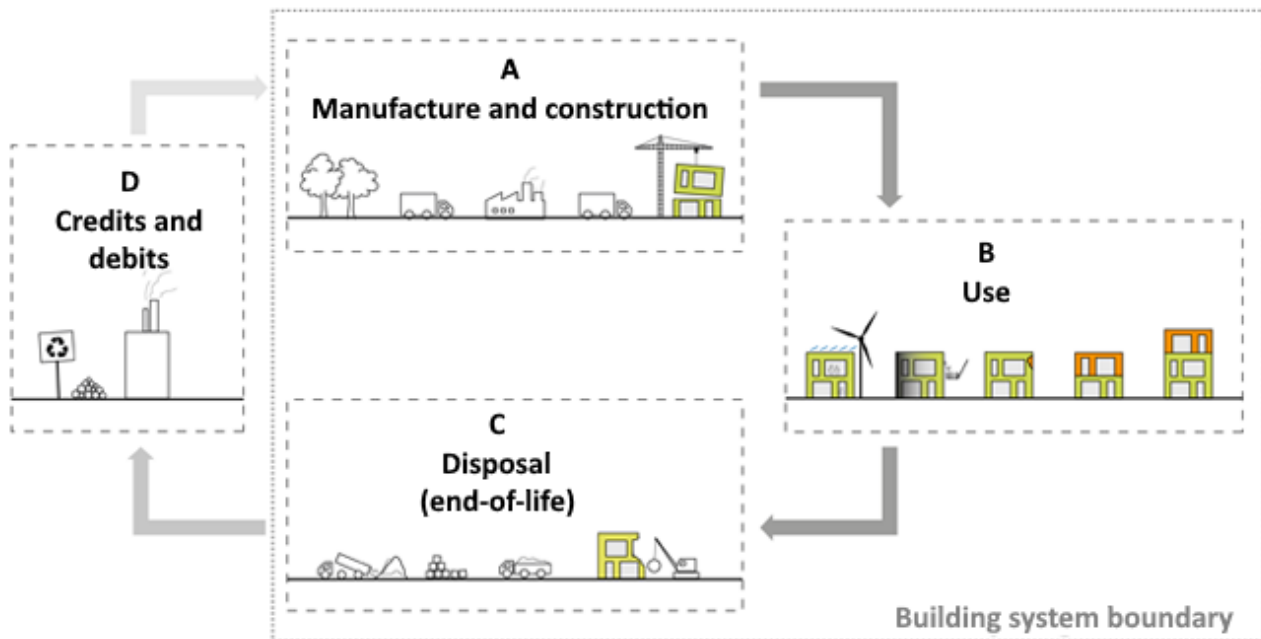


Abb. 3: Überblick: Lebenszyklus eines Gebäudes

Quelle: <https://www.wecobis.de/en/service/sonderthemen-info/gesamtttext-baustoffe-klimaschutz-info/rolle-baustoffe.html>

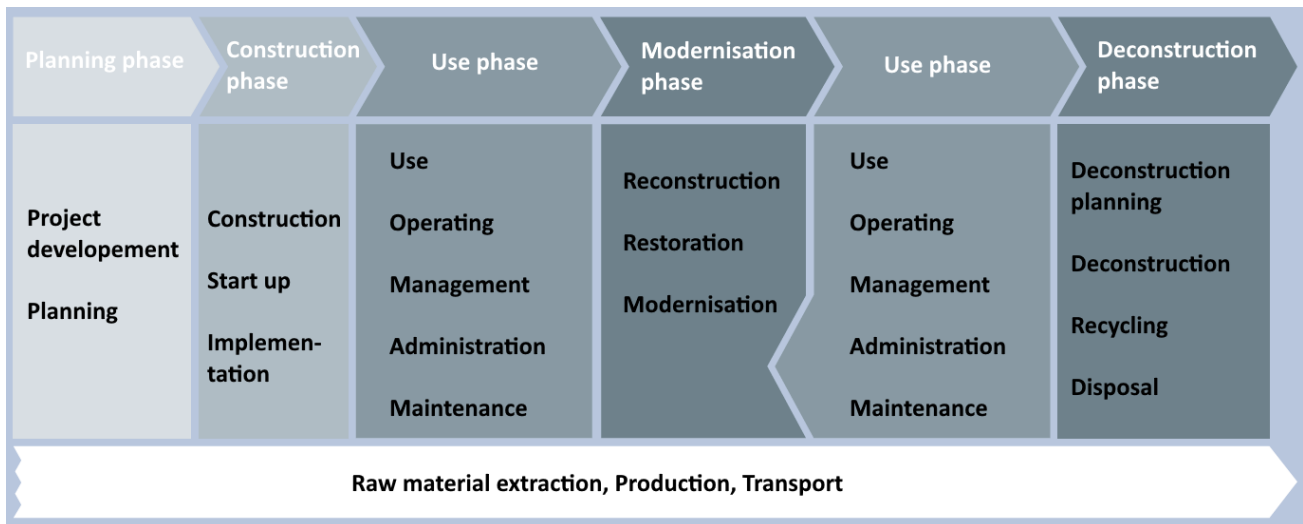


Abb. 4: Lebenszyklusphasen

Quelle: https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf

Neben der Ressource Energie wird in allen Phasen des Lebenszyklus auch eine große Menge an Materialien verbraucht. Rohstoffe für Baumaterialien sind nicht unerschöpflich und der Abbau und die Verarbeitung von Rohstoffen führt zunehmend zu Umweltproblemen. Unter Berücksichtigung der Ressourcenproblematik gewinnt die Suffizienz, d.h. der sparsame Umgang mit den Ressourcen, an Bedeutung. Bei der Planung und

Ausführung von Gebäuden sind unter diesem Gesichtspunkt Materialien, die in großen Mengen vorkommen, besonders wichtig. Dies sind vor allem das Material der Tragkonstruktion (Stahlbeton, Stahl, Holz, Mauerwerk) und Bekleidungen wie Gipskarton oder Fassadenplatten. Möglichkeiten zur Ressourcenschonung bieten recycelte Baustoffe (z.B. recycelte Gesteinskörnungen oder Stahl) und die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen, wenn diese aus nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft stammen. Allerdings ist die Verwendung von Recycling-Baustoffen oft gesetzlich eingeschränkt, insbesondere wenn bautechnische Aspekte zu berücksichtigen sind (Gefährdungspotenzial).

Zusammenfassend lassen sich für das Baugewerbe folgende Ziele festhalten:

Baumaterialien

- Verlängerung der Nutzungsdauer von Produkten, Bauwerken und Gebäuden
- Verwendung von wiederverwendbaren oder recycelbaren Bauprodukten/Baustoffen
- Sicheres Recycling von Materialien in den technischen Kreislauf oder gegebenenfalls in den natürlichen Stoffkreislauf
- Verringerung des Ressourcenbedarfs beim Bau und Betrieb von Gebäuden
- Verwendung von nachhaltig erzeugten nachwachsenden Rohstoffen (auch unter dem Aspekt der Erhaltung der biologischen Vielfalt)

Nicht-bauliche materielle Ressourcen

- Nutzung von Regenwasser oder Grauwasser und Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs

Energieressourcen

- Senkung der Transportkosten für Baumaterialien und Bauteile
- Minimierung des Energiebedarfs in der Nutzungsphase
- Nutzung erneuerbarer Energien

Biologisch vielfältige Landressourcen

- Minimierung des Flächenverbrauchs durch das Gebäude
- Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen

2. Ansätze der Lebenszykluskostenrechnung

Die wirtschaftliche Qualität eines Gebäudes spiegelt sich in dem Grad der Umsetzung der folgenden Schutzziele wider:

- Minimierung der Lebenszykluskosten
- Verbesserung der wirtschaftlichen Effizienz
- Kapital- und (Gebäude-)Werterhaltung

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsbewertung setzen sich die Lebenszykluskosten wie folgt zusammen (grobe Einteilung):

- Produktionskosten (Baukosten)

- Nutzung der Gebäudekosten (Kosten für Reinigung, Pflege und Wartung; Ersatzinvestitionen)
- Abbruchkosten, Kosten für Rückbau und Entsorgung

In diesem Zusammenhang ist die Planungsphase von großer Bedeutung.

2.1 Die Bedeutung der Planung

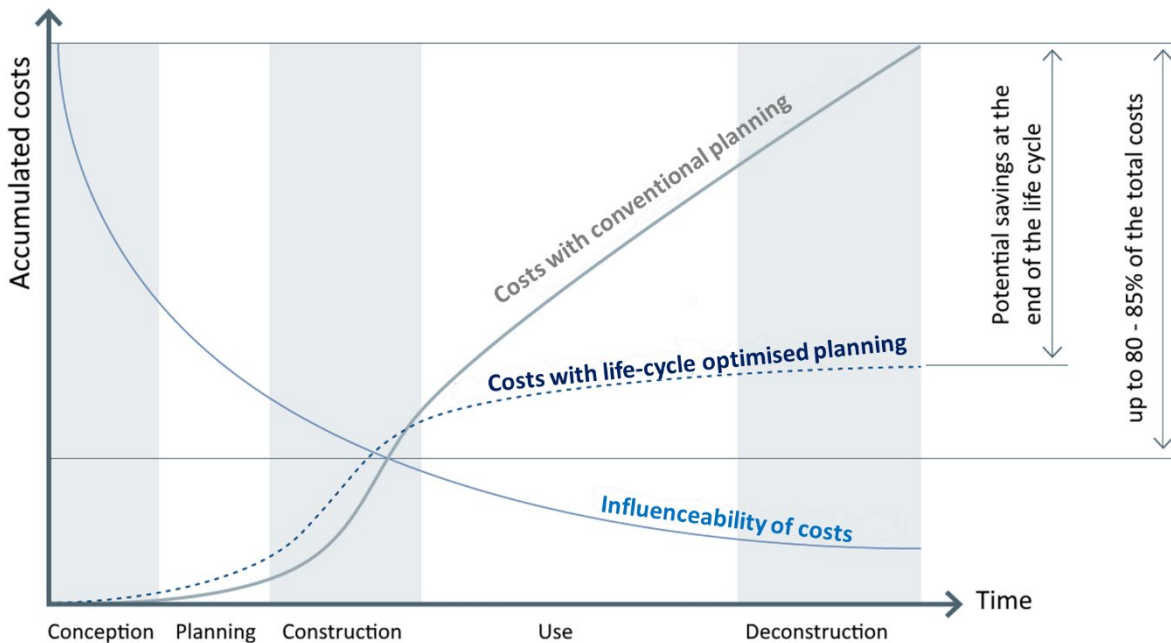


Abb. 5: Beeinflussbarkeit der Kosten in Abhängigkeit vom Lebenszyklus

Quelle: https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf

Da die in der frühen Planungsphase getroffenen Entscheidungen einen großen Einfluss auf die spätere Qualität des Gebäudes haben, ist die Qualität der Planung von besonderer Bedeutung. Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der baulichen Eigenschaften und Kosten einer Maßnahme sind zu Beginn der Maßnahme am größten, siehe Abbildungen 5 und 6.

Entscheidungen, die sich stark auf die Kosten auswirken, werden bereits bei der Programmdefinition (Bedarfsplanung) und in der ersten Konzeptphase getroffen. Dies gilt auch für die damit verbundenen Umweltauswirkungen.

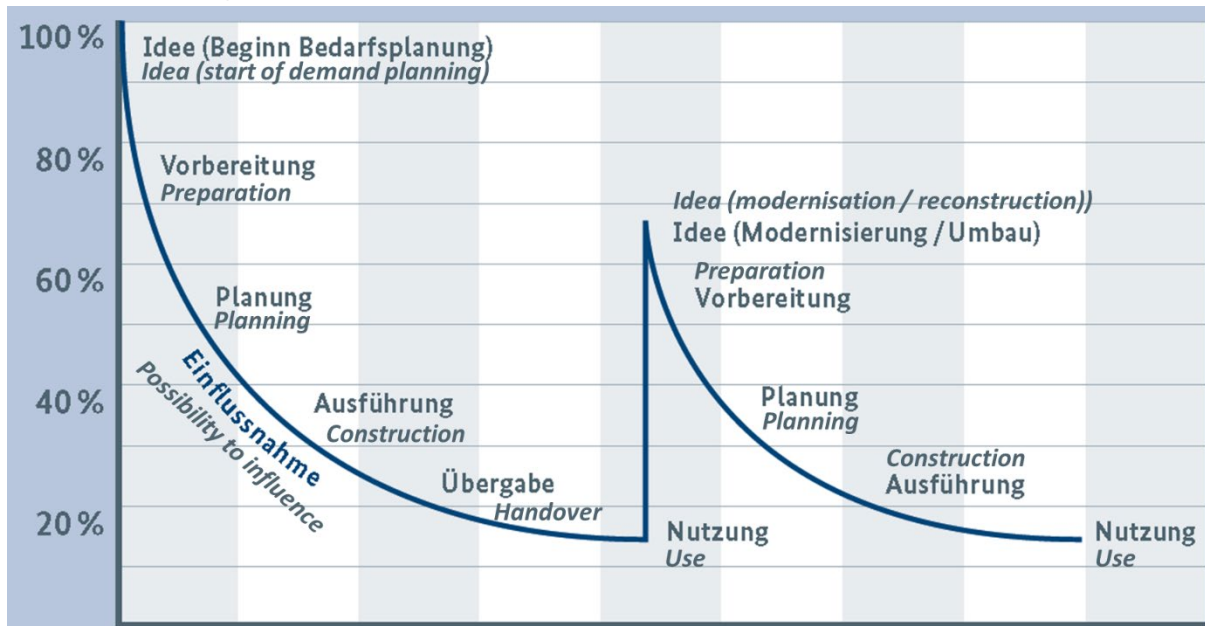


Abb. 6: Beeinflussbarkeit der Eigenschaften des Gebäudes

Quelle: https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf

Fragen wie Erschließungs- und Planungsrecht, funktionale Aspekte, Städtebau, architektonische und baurechtliche Vorschriften (insbesondere Standsicherheit und Brandschutz) müssen bereits bei der Planung und im Rahmen von Architektur- und Ingenieurwettbewerben berücksichtigt und im Sinne der Nachhaltigkeit optimiert werden.

In der Konzeptions- und Planungsphase ist die Möglichkeit, die Kosten zu beeinflussen, am größten. Hier werden Entscheidungen getroffen über die Aspekte

- Wirtschaftliche Effizienz,
- Wertbeständigkeit
- Funktionsweise
- Gestaltungsqualität (öffentliche Akzeptanz)
- Technische Qualität (Brandschutz, Schalldämmung, Wärme- und Feuchtigkeitsschutz, Benutzerfreundlichkeit, Reinigung und Wartung, Rückbau)
- Gesundheit, Komfort und Nutzerzufriedenheit

2.1 Qualität der Konstruktion

Die Ausführung der Bauarbeiten muss auch im Hinblick auf das Ziel des Umwelt- und Ressourcenschutzes kontrolliert werden. Zugleich muss die Gesundheit aller Beteiligten geschützt werden. Neben der Qualität des

Baustellenablaufs ist daher auch auf die Umsetzung der vereinbarten Nachhaltigkeitsqualitäten im Bauprozess im Sinne einer zielorientierten Planung zu achten. In diesem Prozess müssen umfassende Qualitätskontrollen durchgeführt werden, um einerseits Mängel und Schäden am Bauwerk zu vermeiden und andererseits die Erreichung der vereinbarten Ziele sicherzustellen. Die Umsetzung des Entwurfs muss überwacht und die verwendeten Materialien und Bauprodukte müssen genau dokumentiert werden. Die Praxis bestätigt, dass aufgrund von fehlerhaften Bauzeitenplänen, regelmäßig auftretenden, aber unvorhersehbaren Verzögerungen oder unklaren Vorgaben die Ausführung am Bauwerk kurzfristig geändert wird und dadurch erhebliche Abweichungen von der geplanten Qualität entstehen können.

Die Gesamtkonzeption bestimmt in erheblichem Maße die Lebenszykluskosten. Der Ansatz für die Kostenberechnung kann unterschiedlich sein.

2.2. 1. Ansatz: Vergleich von Baukosten und Bauzeit

Der Architekt und Professor für Planung und Bauwirtschaft an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, Wolfdietrich Kalusche, wählt bei der Betrachtung des Themas einen anderen Ansatz. Er betrachtet exemplarisch die Baukosten pro m² und die durchschnittliche Bauzeit, indem er einen Massivbau und einen Holzbau (mittlerer Ausstattungsstandard) vergleicht. Der Vergleich wurde an einem Gebäudetyp durchgeführt, für den es zahlreiche Vergleichsobjekte gibt: Kindergärten ohne Unterkellerung. Die Daten sind empirisch und basieren auf mehreren tausend abgerechneten Objekten, die im Baukosteninformationszentrum der deutschen Architektenkammern (BKI), Stand 2022, dokumentiert sind.

Quellen: <https://www.dabonline.de/2023/01/25/holzbau-massivbau-guenstiger-vergleich-baukosten-kindergaerten/> und <https://bki.de>

Bauwesen	Kosten in €/m ²
Kindergarten in Holzbauweise, nicht unterkellert, mittlerer Standard	2.610 €/m ²
Kindergarten, Massivbauweise, nicht unterkellert, mittlerer Standard	2380 €/m ²

Abb. 7: Produktionskosten für Kindergärten

Bauwesen	Bauzeit in Wochen
Kindergarten in Holzbauweise, nicht unterkellert, mittlerer Standard	42
Kindergarten, Massivbauweise, nicht unterkellert, mittlerer Standard	58

Abb. 8: Bauzeit bis zur Fertigstellung

Unabhängig von der Bauweise besteht fast jedes Gebäude teilweise aus Beton. Dazu gehören Kellerwände, Bodenplatten und Fundamente. Dies gilt auch für Holzbauten. Dagegen sind Dachtragwerke, auch bei Massivbauten, aus Holz gefertigt. Insofern bestehen tragende Konstruktionen - insbesondere Gebäude - nur in Ausnahmefällen aus nur einem Material. Zusammenfassend hat W. Kalusche festgestellt, dass Holzbauten in der Herstellung etwa 6 % teurer sind als Massivbauten, die Bauzeit aber nur etwa 70 % derjenigen eines Massivbaus beträgt.



2.2. 2. Ansatz: Vergleich der Unterhaltskosten

Eine beispielhafte Kostenanalyse für einen Zeitraum von 80 Jahren wurde vom Ingenieurbüro Konrad Fischer erstellt (**Hinweis:** Kosten ab 2020; aktuellere Zahlen sind derzeit nicht verfügbar. Die Auflistung hat daher einen vergleichenden Charakter).

Quelle: <http://www.konrad-fischer-info.de/7waefe26.htm>

Aus einer reinen Kostenperspektive scheint zweischaliges Mauerwerk am nachhaltigsten zu sein, da die Wartungs- und Instandhaltungskosten am geringsten sind. Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit müssen jedoch auch die Baukosten sowie die Rückbau- und Entsorgungskosten berücksichtigt werden. Auch die Kosten für die Beseitigung etwaiger Umweltschäden werden nicht berücksichtigt.

x = Erforderliche Maßnahme



Abb. 9.: Reparaturintervalle und Reparaturkosten ausgewählter Bauteile in Wohngebäuden

Komponente, Art der Dienstleistung	Wartungsintervall	Kosten	Dauerhaftigkeit in Jahren																Kosten nach 80 Jahren (inkl. Nebenkosten + MwSt., Inflation 2%)	Kosten in Jahresdurchschnitt
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		
Äußere Wände	[Jahre/Jahreszahlen]	[EUR/m ²]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	[EUR/m ²]	[EUR/m ²]
Außenwand mit Verblendmauerwerk																			284,73	3,56
Reparatur von Fugen	20	7,67	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	x	89,10	1,11
Gerüstbau Lieferung	20	7,67	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	x	89,10	1,11
Reinigung von Mauerwerk	40	15,34	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	106,53	1,33
Außenwand mit Standardputz (und Farbe)																			566,36	7,08
Neue Farbe	15	25,56	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	333,09	4,16
Reparatur von Gips	15	10,23	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	133,32	1,67
Gerüstbau Lieferung	15	7,67	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	99,95	1,25
	[Jahre/Jahreszahlen]	[EUR/m ²]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	[EUR/m ²]	[EUR/m ²]



Außenwand aus Holzständerwerk mit Holzverschalung																				650,47	8,13	
Lackierung / Beschichtung	5	5,11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	205,92	2,57	
Gerüstbau Lieferung	5	7,67	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	309,63	3,87	
Neue Holzverschalung	50	51,13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	134,92	1,69
Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem																				1.314,05	16,43	
Reinigung und Wartung	5	7,67	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	309,63	3,87	
Gerüstbau Lieferung	5	7,67	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	309,63	3,87	
Reparatur von Gips	10	7,67	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	.	162,21	2,03	
Neues Wärmedämmverbundsystem	40	76,69	x	x	532,58	6,66

2.3.3. Ansatz: Lebensdauer von Bauteilen

Eine weitere Methode zur Bewertung nachhaltiger Baumaterialien oder Konstruktionen ist die Untersuchung der statistischen Lebensdauer von Gebäudekomponenten (Stand 2017).

Die (etwas abgekürzte) Tabelle bezieht sich auf Büro- und Verwaltungsgebäude und gibt einen Überblick.

Erläuterung:

- Code-Nr. = interne Bezeichnung des Ratingsystems
- Nachhaltiges Bauen
- Spalte A = statistische Lebensdauer in Jahren
- Spalte B = Häufigkeit der Erneuerung in 50 Jahren

Quelle: [https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauededaten/BNB Nutzungsdauern von Bauteilen 2011-11-03.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauededaten/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen_2011-11-03.pdf)

Code Nr.	Montage	Komponente	A	B
320 Stiftung				
320 Stiftung	322 Untiefe Fundamente			
		Einzel-/Streifenfundamente	≥ 50	0
		Fundamentplatten	≥ 50	0
320 Stiftung	323 Tiefe Fundamente			



		Bohrpfähle, Presspfähle, Rammpfähle, Pfahlwände, Schlitzwände, Spundwände, Trägerbohlwände	≥ 50	0
320 Stiftung	324 Unterböden und Bodenplatten			
		Grundplatte	≥ 50	0
320 Stiftung	326 Bauwerksabdichtung			
		Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser	35	1
330 Außenwände				
330 Außenwände	331 Tragende Außenwände			
		Mauerwerkswand	≥ 50	0
		Betonwand	≥ 50	0
		Hölzerne Wand	≥ 50	0
		Stahlbauwand	≥ 50	0
		Lehmwand	≥ 50	0
		Formziegel mit Betonfüllung	≥ 50	0
330 Außenwände	333 Externe Stützen			
		Mauerwerkssäule	≥ 50	0
		Betonsäule	≥ 50	0
		Hölzerne Säule	≥ 50	0



		Stahlsäule	≥ 50	0
330 Außenwände	334 Außentüren und Fenster			
330 Außenwände	334 Außentüren und Fenster	Äußere Türen		
		Standardtüren: Hartholz	≥ 50	0
		Standardtüren: Metall	≥ 50	0
		Standardtüren: Holzwerkstoff	40	1
		Standardtüren: Kunststoff	40	1
		Standardtüren: Weichholz	35	1
		Brandschutztüren	≥ 50	0
		Spezialtüren: Schallschutztüren, Glastüren	≥ 50	0
		Besondere Türen: Automatische Türen	20	2
		Spezialtüren: Schiebetüren, Karusselltüren	30	1
330 Außenwände	334 Außentüren und Fenster	Äußere Fenster		
		Fenster (Rahmen und Flügel): Aluminium, Aluminium-Holz-Verbund, Aluminium-Kunststoff-Verbund, Hartholz behandelt, Stahl	≥ 50	0
		Fenster (Rahmen und Flügel): Kunststoff, Weichholz behandelt	40	1
330 Außenwände	334 Außentüren und Fenster	andere		
		Beschläge: einfache Beschläge, Schiebebeschläge	30	1



		Beschläge: Drehkippbeschläge, Drehflügelbeschläge, Hebe- und Kippbeschläge	25	1
		Türschlösser, Türanschlagdämpfer, Panikschlösser	25	1
		Türschließer	20	2
		Torantriebe	15	3
		Verglasung: Sicherheitsisolierglas, 3-Scheiben-Wärmedämmglas, 2-Scheiben-Wärmedämmglas, Brandschutzisolierglas, Schallschutzisolierglas, angriffshemmendes Isolierglas, Sonnenschutzisolierglas	30	1
		Dichtungsprofile	20	2
		Dichtungsmittel	12	4
		Rollläden	40	1
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen			
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Abdichtungen und Isolierungen in Kontakt mit dem Erdreich		
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden, gegen drückendes Wasser: Abdichtungsmembranen	≥ 50	0
		Abdichtung in Kontakt mit dem Boden, gegen drückendes Wasser: Bentonit	40	1
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden: Bauwerke aus wasserundurchlässigem Beton	≥ 50	0
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden, gegen nicht drückendes Wasser: Bitumen-Abdichtungsbahnen, Spachtelmasse	40	1



		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden, gegen nicht drückendes Wasser: Beschichtungen und Anstriche	30	1
		Abdichtung in Kontakt mit dem Erdreich: Querschnittsabdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch mechanische Injektion	40	1
		Nachträgliche erdberührte Abdichtungen: Abdichtung, Schleierinjektion	20	2
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden: Abdichtungsschutz von Schutzwänden (Beton, Ziegel, hart gebrannter Klinker)	≥ 50	0
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden: Abdichtungsschutz aus Polystyrol-Hartschaumplatten, Noppenplatten (Polyethylen-Polypropylen), Wellplatten mit Faserverstärkung auf Zementbasis.	40	1
		Abdichtungen in Kontakt mit dem Boden: Abdichtungsschutz aus Granulatmatten, Riffelblech	30	1
		Wärmedämmung von erdberührten Bauteilen: Perimeterdämmung Schaumglas	≥ 50	0
		Wärmedämmung von erdberührten Bauteilen: Perimeterdämmung Extrudiertes Polystyrol	40	1
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Beschichtungen / Oberflächenbehandlung		
		Außenanstriche, mineralischer Untergrund: Dispersionsfarbe, Dispersionssilikatfarbe, Weißzementfarbe, Kunststoffbeschichtungen auf Beton, Siliconharzfarbe, Silikatfarbe, Polymerharzfarben.	15	3
		Außenanstriche, mineralisches Substrat: Kalkfarbe	8	6
		Außenanstriche, mineralischer Untergrund: Imprägnierung auf Mauerwerk	15	3
		Außenanstriche, mineralisches Substrat: Glasur	15	3



		Holzschutzanstriche, außen: Holzlacke	8	6
		Holzschutzanstriche, außen: Holzbeizen	4	12
		Holzschutzanstriche, außen: Holzöle/-wachse	2	24
		Graffitienschutz: kurzfristig wirksame Produkte (auf Zuckerbasis)	1	49
		Graffitienschutz: semi-permanente Systeme (hydrophobe Beschichtung mit "Opferschicht")	10	4
		Graffitienschutz: permanente Systeme (Dickschicht)	20	2
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Gips		
		Putz auf monolithischer Tragschicht: hochhydraulischer Kalkmörtel, Mörtel mit Putz und Mauerwerksbinder, Kalkzementmörtel, Zementmörtel mit Luftkalkzusatz, Zementmörtel, Luftkalkmörtel, hydraulischer Kalkmörtel, Wasserkalkmörtel.	45	1
		Putz auf monolithischer Tragschicht: Sanierputzsysteme, mineralische Leichtputzsysteme auf poröser Tragschicht	40	1
		Putze auf monolithischem Untergrund: Silikatputze, Silikonharzputze, Kunstharzputze	30	1
		Putze auf Wärmedämmung: mineralische Putzsysteme, Silikatputzsysteme, Kunstharzputzsysteme, Silikonharzputzsysteme	30	1
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Gemäuer		
		Verkleidung: Klinker, Kalksandstein, Sichtbeton	≥ 50	0



330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Platten, Stein		
		Verkleidungen: Naturstein, Kunststein, Betonplatten, Faserzementplatten, Kunstharzstein, Ziegelplatten, keramische Fliesen und Platten, Feinsteinzeug, Steingut und Spaltplatten	≥ 50	0
		Vergussmassen	30	1
		Verkleidungen: harte Verkleidungsmaterialien auf Wärmedämmung	30	1
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Isolierung		
		Dämmschicht als Kerndämmung: Mineralwolle-Dämmplatten, Polyurethan-Dämmplatten, Polystyrol, Blähschiefergranulat, Blähglasgranulat, Blähtongranulat	≥ 50	0
		Dämmschicht hinter der Vorsatzschale hinterlüftet: Mineralschaumplatten, Schaumglasplatten	≥ 50	0
		Dämmschicht hinter der Vorsatzschale: Vakuum-Isolations-Paneele	30	1
		Wärmedämmverbundsystem für den Außenbereich: Mineralwolle-Dämmplatten, Polystyrol-Dämmplatten, Polyurethan-Dämmplatten, Holzfaser-Dämmplatten, Holzwole-Leichtbauplatten, Korkplatten	40	1
		Wärmedämmverbundsystem transparent	20	2
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Holz		
		Holzverkleidungen: Weichholz behandelt, Hartholz, Holzwerkstoffsysteme	40	1
		Holzverschalung: Nadelholz unbehandelt	30	1
		Holzverschalung: Holzschindeln	≥ 50	0



330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	Metall		
		Metallverkleidungen: Zink, Kupfer, eloxiertes Aluminium, lackiertes Aluminium, rostfreier Stahl	≥ 50	0
		Metallverkleidung: Verzinkter Stahl	40	1
		Verkleidungsschale belüftet: Kupferblech	≥ 50	0
		Verkleidungsschale belüftet: Zink, rostfreier Stahl	45	1
		Verkleidungsschale belüftet: korrosionsgeschützter Stahl, Stahl verzinkt und beschichtet	30	1
		Vordere Schale belüftet: Aluminium-Verbundplatten	≥ 50	0
330 Außenwände	335 Außenwandverkleidungen, außen	andere		
		Nach vorne gerichtet, hinterlüftet: Glas	≥ 50	0
		Transparente Kunststofffolien: Acrylglasplatten	40	1
		Stegplatten aus Kunststoff transparent: Polycarbonat-Platten	30	1
		Verkleidung, hinterlüftet: faserverstärkte Harzverbundplatten	30	1
		Wandverkleidungen (Systeme): Kunststoff, mehrschichtige Leichtbauplatten	40	1
		Verkleidung: Fugen- und Kompressionsband, Verfugung, Dehnungsfuge, Profil	40	1
		Vordere Schale: Unterbau	≥ 50	0
330 Außenwände	336 Außenwandverkleidungen, innen			



		Dämmplattenverkleidungen: Kalziumsilikatplatten	Mineralschaum-Dämmplatten, ≥ 50	0
330 Außenwände	338 Sonnenschutz			
		Jalousien: Kunststoff, Aluminium	25	1
		Markisen	15	3
		Sonnenschirm, feststehend: Aluminium	≥ 50	0
330 Außenwände	339 Außenwände, andere			
330 Außenwände	339 Außenwände, andere	Balkone		
		Freistehende Konstruktion: Mauerwerk, Stahlbeton, Edelstahl, feuerverzinkter Stahl (stückverzinkt), beschichtetes Aluminium, Hartholz, Kunststoffverbund.	≥ 50	0
		Freistehende Konstruktion: Weichholz, behandelt	45	1
		Brüstung: Stahlfachwerkkonstruktion feuerverzinkt (stückverzinkt), Glas, Mauerwerk, Stahlbeton	≥ 50	0
		Brüstung aus einer Holzkonstruktion	30	1
		Brüstungsverkleidungen aus Aluminiumplatten, Glasplatten	≥ 50	0
		Brüstungsverkleidungen aus Kunststoffplatten	40	1
340 Innenwände				



340 Innenwände	341 Tragende Innenwände			
		Mauerwerkswand	≥ 50	0
		Betonwand	≥ 50	0
		Hölzerne Wand	≥ 50	0
340 Innenwände	342 Nicht tragende Innenwände			
		Mauerwerk	≥ 50	0
		Betonwand	≥ 50	0
		Hölzerne Wand	≥ 50	0
		Standsysteme	≥ 50	0
		Gipskartonplatten	≥ 50	0
340 Innenwände	343 Innere Stützen			
		Mauerwerkssäule	≥ 50	0
		Betonsäule	≥ 50	0
		Hölzerne Säule	≥ 50	0
		Stahlsäule	≥ 50	0
340 Innenwände	344 Innentüren und Fenster			
340 Innenwände	344 Innentüren und Fenster	Innentüren		



		Standardtüren: Holztüren, Holzwerkstofftüren, Aluminiumtüren, Kunststofftüren, Holzwerkstofftüren, Stahltüren und Edelstahltüren	≥ 50	0
		Spezialtüren: Glastüren, Rauchschutztüren, Schallschutztüren	≥ 50	0
		Brandschutztüren	≥ 50	0
		Besondere Türen: Feuchtraumtüren	40	1
		Spezialtüren: Schiebetüren, Karusselltüren	30	1
		Besondere Türen: Automatische Türen	20	2
		Die Türen: Feuerschutztüren	30	1
340 Innenwände	344 Innentüren und Fenster	Inneres Fenster		
		Fenster (Rahmen und Flügel)	≥ 50	0
340 Innenwände	344 Innentüren und Fenster	andere		
		Beschläge: einfache Beschläge	≥ 50	0
		Beschläge: Drehtürbeschläge, Falttürbeschläge, Schiebetürbeschläge, Dreh-Kipp-Beschläge, Hebe-Dreh-Kipp-Beschläge	30	1
		Türschließer, Türschlösser, Fensterschlösser	30	1
		Panikschlösser	25	1
		Torantriebe	15	3
		Türanschlagdämpfer	20	2
		Verglasung von Fenstern und Türen: Einfachverglasung	≥ 50	0



		Fenster- und Türverglasung: angriffssicheres Isolierglas, Sicherheitsisolierglas, Brandschutzisolierglas, Schallschutzisolierglas	40	1
		Dichtungsprofile	30	1
		Dichtungsmittel	20	2
340 Innenwände	345 Innenwandverkleidungen			
340 Innenwände	345 Innenwandverkleidungen	Beschichtungen / Oberflächenbehandlung		
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse 1	15	3
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse 2	10	4
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse ≥ 3	5	9
		Innenanstriche: Lasur	18	2
340 Innenwände	345 Innenwandverkleidungen	Gips		
		Standard-Innenputze: Gipsputz, Anhydritputz, Kalkputz, Kalk-Gipsputz, Kalk-Zement-Putz, Kunstharzputz, Lehmputz	≥ 50	0
		Mineralische Oberputze: Zementputz, Trasskalkputz, Trasszementputz	≥ 50	0
		Spezielle Putze: Sanierputze/Systeme	15	3
		Spezialputze: Akustikputz, Strahlenschutzputz	≥ 50	0
		Gips-Profile: Kunststoff, Stahl, Glasfaser	≥ 50	0
		Putzträger: Stahldrahtgewebe, geripptes Streckmetall, Kunststoffgewebe	≥ 50	0
340 Innenwände	345 Innenwandverkleidungen	Kleidung		



		Verkleidungen: Holz, Holzwerkstoffe und mehrschichtige Leichtbauplatten, Aluminium, Stahl, Kupfer, Zink, Naturstein, Kunststein, Keramikfliesen und -platten, Feinsteinzeug, Steingut, Steingut und Spaltplatten, Glasmosaik	≥ 50	0
		Verkleidungen (Systeme): Gipskarton, Gipskarton-Verbundplatten	≥ 50	0
		Verkleidung: Kunststoff (PVC, PE, PP)	40	1
		Verkleidungen: Spezialkonstruktionen aus Glas	≥ 50	0
		Spezielle Verkleidungen: Brandschutz, Schallschutz, Wärmedämmung (Innendämmung), feuchtigkeitsbeständige Verkleidungen	≥ 50	0
340 Innenwände	345 Innenwandverkleidungen	Bildschirmhintergründe		
		Tapeten: Papier, Kunststoff, Tapete nicht überstreichbar, Tapete überstreichbar	10	4
		Tapeten: Textil, Webstoff	15	3
340 Innenwände	346 Verkleidete Innenwände			
		Sanitärtrennwände: WC-Trennwände, Urinal-Trennwände	30	1
		Sanitärtrennwände: Duschtrennungen	25	1
		Umkleideräume	30	1
340 Innenwände	349 Innenwände, andere			
		Treppengeländer: Handläufe aus Aluminium, Hartholz, Stahl	≥ 50	0
		Treppengeländer: Handläufe aus Kunststoff, Weichholz	30	1



350 Decken				
350 Decken	351 Deckenkonstruktionen			
		Betondecken: Massivbetondecke, STB-Hohlraumdecke, Porenbetondecke	≥ 50	0
		Vorgefertigte Decken: Gitterträgerdecke, Rippendecke	≥ 50	0
		Metalldecken: Stahlverbunddecke, Stahlträgerdecke	≥ 50	0
		Decken aus Holz: Massivholzdecke, Holzbalkendecke, vorgefertigte Holzelemente, Holz-Beton-Verbunddecke	≥ 50	0
		Treppe: Tragwerk aus Stahlbeton, Stahl, Holz, Aluminium	≥ 50	0
350 Decken	352 Deckenverkleidungen			
		Fließestriche: Zementestrich, Gussasphaltestrich, Anhydritestrich, Magnesiaestrich	≥ 50	0
		Trockenestriche (Systeme): Holzwerkstoffplatten, Gipsfaserplatten, Gipskartonplatten	≥ 50	0
		Estriche als Nutzböden	≥ 50	0
		Trittschalldämmung	≥ 50	0
		Bodendämmung, inkl. Dämmung der obersten Geschossdecke	≥ 50	0
		Natursteinbeläge	≥ 50	0
		Künstliche Steinbeläge	≥ 50	0



		Keramische Fliesen und Platten: Feinsteinzeug, Steingut, Steingut, Spaltplatten, Glasmosaik	≥ 50	0
		Gegossene Böden: Kunstharz	30	1
		Gegossene Böden: Terrazzo	≥ 50	0
		Textilbeläge: Baumwolle, Wolle, Kunstfaser, Sisal, Naturfasergemisch, Jute, Naturfasergemisch, Kokosnuss	10	4
		Linoleum, Laminat, PVC, synthetisches Parkett, Kork, Gummi, Sporthallenböden	20	2
		Massivholzparkett, Holzdielen, Holzputz	≥ 50	0
		Holz-Mehrschichtparkett	40	1
		Holzbeschichtung für Bodenbeläge: Holzlacke, Holzversiegelungen	15	3
		Holzschutzmittel für Bodenbeläge: Holzöle/-wachse	4	12
350 Decken	352 Deckenverkleidungen	andere		
		Doppelböden und Hohlraumböden	≥ 50	0
		Doppelbodenstützen und Hohlraumbodenstützen: Stahl	≥ 50	0
		Schwingböden: Holz, Kunststoff	45	1
		Sockelleisten: Naturstein, Kunststein, Klinker, Keramik, Holz	≥ 50	0
		Abdeckungen für Schmutzfänger: Kunstfaser, Kunststoff, Baumwolle, Sisal, Jute, Kokosnuss	8	6
		Oberflächenbehandlung: Versiegelung	12	4
		Oberflächenbehandlung: Beschichtung auf Kunststoffbasis	10	4



		Oberflächenbehandlung: Beschichtung auf Wachs- oder Ölbasis	8	6
350 Decken	353 Deckenverkleidungen			
		Gipskarton-Verkleidung	≥ 50	0
		Metallverkleidungen: Aluminium, Stahl, Kupfer, Zink	≥ 50	0
		Holzverkleidungen: Holz, Holzwerkstoffe und mehrschichtige Leichtbauplatten	≥ 50	0
		Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung: Mineralfaserplatten, Kunststoffplatten, Glasplatten	≥ 50	0
		Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung: Brandschutz-Unterdecken	40	1
		Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung: Akustikdecken, Akustikelemente, Akustikschaum, Schallabsorber	40	1
		Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung: Leichte Decken	25	1
		Isolierung der Kellerdecke	≥ 50	0
		Tapeten: übermalbar	20	2
		Tapeten: Kunststoff, Textil, Gewebe, Papier können nicht überstrichen werden	10	4
		Unterkonstruktionen: Trockenbauprofile (Stahl, Holz)	≥ 50	0
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse 1	15	3
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse 2	10	4
		Innenbeschichtungen: Nassabriebklasse ≥ 3	5	9
		Innenbeschichtungen: Holzbeize	18	2



350 Decken	359 Decken, andere			
		Geländer, Gitterroste, Roste, Leitern: Stahl, Aluminium, Holz, Holzwerkstoffe, Gusseisen	≥ 50	0
		Roste und Gitterroste: Kunststoff	40	1
360 Dächer				
360 Dächer	361 Dachkonstruktion			
		Tragwerk: Schrägdach	≥ 50	0
		Tragwerk: Flachdach	≥ 50	0
360 Dächer	362 Oberlichter, Dachöffnungen, Vordächer			
		Dachfenster (Rahmen): Aluminium, Kunststoff, Aluminium-Holz-Verbund	≥ 50	0
		Oberlicht (Rahmen): Aluminium-Kunststoff-Verbund	35	1
		Oberlicht (Rahmen): Hartholz, behandelt	40	1
		Dachfenster (Rahmen): Nadelbaumholz, behandelt	25	1
		Lichtkuppeln	25	1
		Lichtbänder	20	2
		Dachausstiege und Luken: feuerverzinkter Stahl (stückverzinkt)	40	1
		Dachausstiege und Luken: Kunststoff	30	1
		Antriebe für Öffnungen: Manueller Antrieb	35	1



		Antriebe für Öffnungen: elektrischer Antrieb	25	1
		Antriebe für Öffnungen: Preumatischer Antrieb	20	2
360 Dächer	363 Dacheindeckungen			
360 Dächer	363 Dacheindeckungen	Flachdachabdichtung		
		Abdichtungsmembranen: Elastomermembranen, Kunststoffmembranen unter der Dämmung	40	1
		Abdichtungsmembranen: Bitumenmembranen unter der Isolierung	30	1
		Abdichtungsmembranen: Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen über der Dämmung mit schwerer Schutzschicht	30	1
		Abdichtungsmembranen: Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen über der Dämmung mit leichter Schutzschicht	20	2
		Abdichtungsstoffe: Asphaltmastix, Flüssigabdichtung, Gussasphalt unter der Isolierung	40	1
		Abdichtungsstoffe: Asphaltmastix, Flüssigabdichtung, Gussasphalt über Dämmung mit schwerer Schutzschicht	30	1
		Abdichtungsstoffe: Asphaltmastix, Flüssigabdichtung, Gussasphalt über Dämmung mit leichter Schutzschicht	20	2
		Abdichtungsstoffe: Flüssigabdichtung über der Dämmung ohne Schutzschicht	20	2
		Starke Schutzschicht: Extensive Begrünung	40	1
		Starke Schutzschicht: Schottern, Verlegen von Platten, intensive Begrünung	30	1



		Leichte Schutzschicht: Absplitterung auf der Baustelle, Berieselung im Werk	15	3
		Beschichtungen: Metallbeschichtung	12	4
360 Dächer	363 Dacheindeckungen	Bedachung		
		Verkleidungen: Schiefer	≥ 50	0
		Verkleidungen: Backstein	≥ 50	0
		Verkleidungen: Beton, Faserzement	≥ 50	0
		Verkleidungen: Zink, Kupferblech, Aluminium, rostfreier Stahl	≥ 50	0
		Verkleidungen: Holzschindeln	≥ 50	0
		Verkleidungen: Verzinkter und beschichteter Stahl	45	1
		Verkleidungen: Verzinkter Stahl	40	1
		Abdeckungen: Glas	30	1
		Abdeckungen: Bitumenschindeln, gewellte Bitumenbahnen	25	1
		Metallbandabdeckungen: Rostfreier Stahl, Kupfer, Aluminiumblech	≥ 50	0
		Metallbandabdeckungen: Verzinktes und beschichtetes Stahlblech	45	1
		Metallbandabdeckungen: Verzinktes Stahlblech	40	1
		Verkleidungen: Reet	30	1
		Dämmschicht wie oben und zwischen der Aufsparrendämmung: Schaumglasplatten, Mineralwolleplatten, extrudierte Polystyrolplatten, expandierte Polystyrolplatten, Polyurethanplatten, Faserplatten aus Holz, Hanf, Zellulose.	≥ 50	0



360 Dächer	363 Dacheindeckungen	Attika-Deckel		
		Brüstungsabdeckungen: Naturstein, Kunststein, Betonfertigteile, Betonsteinplatten, Keramikfliesen und -platten, Feinsteinzeug, Steingut, Spaltplatten, Kupfer, Aluminium, Stahl, Edelstahl, Zink.	≥ 50	0
		Brüstungsabdeckungen: Faserzement	40	1
		Brüstungsabdeckungen: Verzinkter Stahl	30	1
		Brüstungsabdeckungen: Kunststoff	20	2
360 Dächer	363 Dacheindeckungen	Entwässerung		
		Entwässerung (Dachrinnen, Fallrohre, Dachabläufe): Rostfreier Stahl, Kupfer, Zink, Aluminium	≥ 50	0
		Entwässerung (Dachrinnen, Fallrohre, Dachabläufe): Verzinkter und beschichteter Stahl	40	1
		Entwässerung (Dachrinnen, Fallrohre, Dachabläufe): Verzinkter Stahl	30	1
		Entwässerung (Dachrinnen, Fallrohre, Dachabläufe): Kunststoff	20	2
360 Dächer	364 Dacheindeckungen			
		Unterdach: Bitumen-Holzfasernplatten	≥ 50	0
		Unterdach: Imprägnierte Faserplatten aus Holz, Hanf, Zellulose	30	1
		Unterdach: dampfdiffusionsoffene Kunststoffbahn	30	1



		Zwischen-, Ober- und Untersparrendämmung: Mineralwolle, Polystyrol, Polyurethan, Blähgranulat, nachwachsende Dämmstoffe (z.B. Holzdämmstoffe, Zellulose, Kork, Leichtlehmgemisch, Flachs, Wiesengras, Hanf).	≥ 50	0
360 Dächer	369 Dächer, sonstige			
360 Dächer	369 Dächer, sonstige	Bedachung		
		Eingangsüberdachung: Stahlkonstruktion, Stahl-Glas-Konstruktion, Stahlbetonkonstruktion, Spannbetonkonstruktion, Holzkonstruktion (verkleidet)	≥ 50	0
		Eingangsüberdachung: Holzkonstruktion (unverkleidet), Holz-Glas-Konstruktion, Glaskonstruktion (tragend)	40	1
		Hofüberdachung: Stahl-Glas-Konstruktionen	≥ 50	0
		Hofüberdachung: Holz-Glas-Konstruktionen, Seilnetzkonstruktionen	40	1
		Überdachung von Höfen: Textile Konstruktionen	8	6
360 Dächer	369 Dächer, sonstige	Geländer, Gitterroste, Leitern		
		Rostfreier Stahl, feuerverzinkter Stahl (stückverzinkt)	≥ 50	0
		Aluminium, mit Hartholz behandelt	45	1
		Hartholz unbehandelt, Weichholz behandelt, Holzwerkstoff beschichtet	30	1
		Nadelholz unbehandelt	20	2
360 Dächer	369 Dächer, sonstige	andere		

		Absturzsicherungen, Treppen, Trittstufen, Laub- und Schneeschutz, Blitzschutzsysteme: Stahl feuerverzinkt (stückverzinkt), Edelstahl	≥ 50	0
		Dachentlüftung Stahl, verzinkt	25	1
		Entlüftungsrohre aus Kunststoff	25	1

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Massivbauteile eine höhere statistische Lebensdauer haben als Holz- oder Kunststoffbauteile. Aus allen drei beschriebenen Ansätzen lässt sich schließen, dass die Nachhaltigkeit von Massivbaustoffen gut ist. Natürlich hängt die Lebensdauer der Bauteile und des Gebäudes auch stark vom Nutzungsverhalten, dem verantwortungsvollen Umgang mit der Bausubstanz und dem Wartungs- und Reparaturverhalten ab.

2.4. Recycling

Was das Recycling von Abbruchmaterial betrifft, so liegen derzeit fast nur für **mineralische Abfälle** Statistiken vor. Diesen Statistiken zufolge können etwa 90 % der recycelten mineralischen Abfälle als Straßenbaumaterial wiederverwendet werden (<https://www.umweltwirtschaft.com/news/abfallwirtschaft-und-recycling/Kreislaufwirtschaft-Bau-13-Prozent-Recyclingquote-bei-mineralischen-Bauabfaellen-28398>).

Der Bausektor in Europa verbraucht etwa 10 Millionen Tonnen **Kunststoff** pro Jahr. Das sind etwa 20 % des europäischen Kunststoffverbrauchs. Ein Großteil davon kann recycelt und in Straßenbauprodukten wie Baken und Aufstellvorrichtungen, Pfosten oder Verkehrsleitkegeln verwendet werden (<https://www.kunststoff-cluster.at/news-presse/detail/news/wie-kunststoff-auch-am-bau-im-kreislauf-bleibt>).

Holz ist eine erneuerbare Ressource, und seine Verwendung als Baumaterial gilt als nachhaltig. Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus werden etwa 60 m³ Holz benötigt, was je nach der gewählten Holzart etwa 35 bis 40 Bäumen entspricht (<https://www.bruno-kaiser.de/faq>). Um die Umweltleistung eines alten Baumes zu ersetzen, werden etwa 400 junge Bäume benötigt. Das hat der Dresdner Forstwissenschaftler Prof. Andreas Roloff bei seinen Forschungen an so genannten "Methusalembäumen" (Bäume mit einem Durchmesser von etwa 100 Zentimetern und mehr) herausgefunden (<https://tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/400-jungbaeume-sind-ein-alter-baum-dresdner-forstexperte-andreas-roloff-fordert-mehr-achtung-fuer-die-grossen-gehoele>).

Im Gegensatz zu anderen anorganischen Rohstoffen ist Holz Teil des natürlichen Kreislaufs. Holz ist ein recycelbares Material (Verarbeitung zu Holzwerkstoffen), thermisch (Verbrennung) und biologisch (Bodenverbesserung, Mulch). Darüber hinaus kann es deklassiert und für andere, nicht tragende Bauteile, z.B. Verkleidungen, verwendet werden. Voraussetzung dafür ist der gesunde Zustand des Holzes, es muss frei von Pilz- und anderem biologischen Befall sein und darf nur geringe Mengen an Holzschutzmitteln enthalten.

2.5. CO₂-Emissionen, die nicht quantifizierbaren Kosten

Einen ganz anderen Ansatz der Nachhaltigkeit verfolgt eine Studie des **Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt in Sachsen-Anhalt** mit dem "LENA-Modellhaus". Ziel ist es, den ökologischen Fußabdruck von konventionell und ökologisch gebauten Gebäuden zu untersuchen (siehe Abb. 10 - 15).

Quelle: <https://www.sachsen-anhalt-energie.de/de/modellhaus-baustoffe-bauteile.html>

Abb. 10: Ökologische Fußabdrücke: Massive Außenwand



Solid exterior wall (U=0,20 W/m²K)				
Conventional building materials (e.g. bricks, metals, glass) are characterised by high temperatures and energy consumption during production and should therefore achieve the longest possible lifetime.				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Concrete, brick, lime, plastics, foamed plastic, rock and mineral wool		Natural building materials, wood, clay, cork, hemp, sheep's wool, reed, straw	
Examples		External thermal insulation composite system, synthetic resin plaster, 14 cm polystyrene board, 36 cm vertically perforated brick, 15 mm lime plaster		External thermal insulation composite system, adhesive mortar, 18 cm wood fibre board, 36 cm clay blocks, wooden pillars, clay plaster
Reference value	Component 1 m²	Model house 100 m³	Component 1 m²	Model house 100 m³
Primary energy	474 kWh/m²	47.400 kWh	334 kWh/m²	33.400 kWh
Global warming potential	147 kg CO ₂ -Äqv./m²	14.700 kg CO ₂ -Äqv.	6 kg CO ₂ -Äqv./m²	600 kg CO ₂ -Äqv.
Heat loss / year	16 kWh/m²	1.600 kWh	16 kWh/m²	1.600 kWh
Recycling	Recyclable through industrial reprocessing		Reusable, recyclable through industrial processes, thermally recyclable (incineration)	

Abb. 11: . Ökologische Fußabdrücke: Außenwand, Leichtbauweise

Exterior wall, lightweight construction (U=0,20 W/m²K)				
Metal stud structures with synthetic petroleum-based insulating materials (polystyrene, polyurethane) versus wooden stud structures with mineral and natural insulating materials				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Metal framework, mineral fibre mats, plasterboard, plastics		Natural building materials, wood, clay, cork, hemp, sheep's wool, reed, straw	
Examples		External board fibre cement, 24 cm rock wool, metal framework, vapour barrier, gypsum plasterboard		Exterior plaster, wood fibre board, 20 cm timber frame, 8 cm cellulose, 6 cm wood fibre board, gypsum fibreboard
Reference value	Component 1 m²	Model house 100 m²	Component 1 m²	Model house 100 m²
Primary energy	157 kWh/m²	15.700 kWh	79 kWh	7.900 kWh
Global warming potential	40 kg CO ₂ Äqv./m²	4.000 kg CO ₂ Äqv.	-34 kg CO ₂ Äqv./m²	-3.400 kg CO ₂ Äqv.
Heat loss / year	16 kWh/m²	1.600 kWh/Jahr	16 kWh/m²	1.600 kWh/Jahr
Recycling	Raw material recycling, thermal recovery (combustion)		Recyclable, thermal recovery (incineration), landfillable	

Abb. 12:.. Ökologische Fußabdrücke: Flachdach

Flat roof (U=0,20 W/m²K)				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Reinforced concrete, rigid foam panels, mineral wool, roof sealing (bituminous, polymer)		Wooden construction, natural insulating materials, vegetation on roof	
Examples		Bitumen waterproofing membrane, 10 cm rigid foam panels, reinforced concrete beams, 20 cm mineral wool, wooden battens, gypsum plasterboard		Humus soil with vegetation, Bitumen waterproofing membranes, 10 cm rigid foam panels, wooden beams & boarding, 16 cm cellulose, vapour barrier, wooden battens, OSB boards
Reference value	Component 1 m²	Model house 60 m²	Component 1 m²	Model house 60 m²
Primary energy	165 kWh/m²	9.900 kWh	125 kWh/m²	7.500 kWh
Global warming potential	36 kg CO ₂ Äqv./m²	2.160 kg CO ₂ Äqv.	-30 kg CO ₂ Äqv./m²	-1.800 kg CO ₂ Äqv.
Heat loss / year	16 kWh/m²	960 kWh	16 kWh/m²	960 kWh
Recycling	Raw material recycling, thermal recovery (combustion)		Recyclable, thermal recovery (incineration), landfillable	

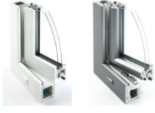

Abb. 13: Ökologische Fußabdrücke: Steildach

Pitched roof (U=0,20 W/m²K)				
The production of roof tiles is energy-intensive and generates many greenhouse gases. Alternatives are green roofs or integrated solar roofs.				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Concrete or clay roof tiles, wooden rafters with mineral wool, aluminium foil, gypsum plaster boards		Clay tiles, wooden rafters with wood fibre or cellulose insulation, gypsum plaster boards	
Examples		Roof tiles, battens, aluminium foil, Wood rafters, 22 cm mineral wool 035, vapour barrier, Gypsum plasterboard		Roof tiles, battens, wood fibre insulation board, Wood rafters, 20 cm cellulose 040 vapour barrier, gypsum plasterboard
Reference value	Component 1 m²	Model house 80 m²	Component 1 m²	Model house 80 m²
Primary energy	3.850 kWh/m²	308.000 kWh	120 kWh/m²	9.600 kWh
Global warming potential	1.075 kg CO ₂ Äqv./m²	86.000 kg CO ₂ Äqv.	-27 kg CO ₂ Äqv./m²	-2.160 kg CO ₂ Äqv.
Heat loss / year	16 kWh/m²	1.280 kWh	16 kWh/m²	1.280 kWh
Recycling	Raw material recycling through industrial processes; thermal recovery (combustion)		Raw material recycling through industrial processes; thermal recovery (incineration), landfillable	

Abb. 14.: Ökologische Fußabdrücke: Boden gegen Boden

Floor against ground (U=0,35 W/m²K)				
High energy input in concrete production; new energy-efficient technologies are under development (certification)				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Concrete, reinforced concrete, foam polymers, bitumen, ceramic tiles		Foam glass, concrete, reinforced concrete, natural insulating materials, bitumen, ceramic tiles	
Examples		Tiles, cement screed, PE foil, hard foam boards, bitumen sheeting, reinforced concrete, gravel fill		Tiles, cement screed, PE foil, wood fibre boards, bitumen sheeting, reinforced concrete, foam glass grave
Reference value	Component 1 m²	Model house 60 m²	Component 1 m²	Model house 60 m²
Primary energy	305 kWh/m²	18.300 kWh	302 kWh/m²	18.120 kWh
Global warming potential	85 kg CO ₂ Äqv./m²	5.100 kg CO ₂ Äqv.	70 kg CO ₂ Äqv./m²	4.200 kg CO ₂ Äqv.
Heat loss / year	< 25 kWh/m²	< 1.500 kWh	< 25 kWh	< 1.500 kWh
Recycling	Raw material recycling, thermal recovery (combustion)		Recyclable, thermal recovery (incineration), landfillable	

Abb. 15.: Ökologische Fußabdrücke: Fensterrahmen

Window frames (U=0,95 W/m ² K)				
Glass production is energy- and CO ₂ -intensive. Triple glazing significantly reduces heat loss. Wooden frame windows have better eco-balances than PVC or aluminium windows.				
Construction method	Conventional		Ecological	
Building materials	Double or multiple glazed windows with frames made of wood, PVC, aluminium or other metals		Double or multiple glazed windows with frames made of local woods	
Examples	 <p>Aluminium profiles, polymer profiles, multi-chamber hollow profiles made of polymer, steel profiles</p>		 <p>Domestic woods from sustainable cultivation (pine, spruce, larch)</p>	
Reference value	Window 1,6 x 1,3 m	Model house 14 pieces (30 m ²)	Window 1,6 x 1,3 m	Model house 14 pieces (30 m ²)
Global warming potential	520 kg CO ₂ -Äqv./m ²	15.600 kg CO ₂ -Äqv.	440 kg CO ₂ -Äqv./m ²	13.200 kg CO ₂ -Äqv.
Heat loss / year	80 kWh/m ²	2.300 kWh	80 kWh/m ²	2.300 kWh
Recycling	Household waste, partly hazardous waste; thermal recovery (combustion), partly re-usable (used glass)		Material separation, partially re-usable, thermal recovery	

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass jeder Ansatz einen anderen Schwerpunkt hat (Baukosten - Wartungskosten - Lebenszyklusbetrachtung und Austauschhäufigkeit - CO₂-Emissionen). Je nach Ansatz wird der eine oder der andere Aspekt vorrangig betrachtet. Das "ideale" nachhaltige Gebäude wird daher immer ein Kompromiss sein und die Präferenzen des Bauherrn als eigentlichem Entscheidungsträger widerspiegeln. Bei **allen aufgeführten Ansätzen werden** die so genannten "Ewigkeitskosten", d.h. die Kosten der Umweltbelastung, nicht berücksichtigt. Diese werden oft aus einer übergeordneten (moralischen) Perspektive in die Diskussion geworfen. Ob und wie diese in die Nachhaltigkeitsbewertung integriert und quantifiziert werden können, ist unter Experten umstritten.

3. Bauplanung und Materialauswahl

3.1. Energetische strukturelle Grundlagen

Derzeit entfällt der Löwenanteil des Energieverbrauchs auf die Nutzungsphase, d. h. das Heizen und Kühlen von Gebäuden verbraucht ein Vielfaches der Energie, die zu ihrer Errichtung benötigt wurde. Wie groß dieser Anteil ist, hängt vom Energiestandard des Gebäudes ab und davon, wie die Nutzer mit dem Gebäude umgehen - verschwenderisch oder energiesparend. Insgesamt werden unsere Gebäude in der Betriebsphase immer energieeffizienter; seit dem neuen Gebäudeenergiegesetz sollen sie sogar "nearly zero energy buildings" (NZEB) sein, d.h. einen Energiebedarf nahe Null haben. Dabei rückt auch der Energiebedarf für die Herstellung von Bauprodukten und für Bauprozesse stärker ins Blickfeld.

Nicht nur Produktion und Bau sind relevant, sondern auch Abriss und Entsorgung oder die mögliche Weiterverwendung von Bauteilen und Materialien. Hinzu kommt, dass bei jedem Austausch von Gebäudeteilen, z. B. von Bodenbelägen oder Fenstern, die gleichen Prozesse (Ausbau und Entsorgung der alten Teile und Herstellung und Einbau neuer Teile) für die betroffenen Gebäudeteile stattfinden, so dass Energie verbraucht

wird. In Anbetracht der Ressourcenproblematik gewinnt die Suffizienz, d.h. der sparsame Umgang mit Ressourcen, an Bedeutung. Bei der Planung und Detaillierung von Gebäuden sind unter diesem Gesichtspunkt Materialien, die in großen Mengen vorkommen, besonders wichtig. Dies sind vor allem das Material der Tragkonstruktion (Stahlbeton, Stahl, Holz, Mauerwerk) und Bekleidungen wie Gipskarton oder Fassadenplatten. Möglichkeiten zur Ressourcenschonung bieten Recycling-Baustoffe (recycelter Schotter, Stahl, Kunststoffe) und die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen, wenn sie aus nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft stammen.

Ein weiteres Indiz dafür, wie hoch der Materialverbrauch der Bauwirtschaft ist, ist das Abfallaufkommen: ca. 57% der Abfälle in Deutschland sind Abbruchmaterial (Quelle: Umweltbundesamt / Bau-, Abbruch-, Gewerbe- und Bergbauabfälle). Ein großer Teil davon wird recycelt, aber nur ein kleiner Teil wird im Bauwesen verwendet. Gipsabfälle zum Beispiel werden zur Verfüllung im Bergbau und Deponiebau verwendet, anstatt zu neuen Baustoffen verarbeitet zu werden.

Auch der Energieverbrauch eines Gebäudes wird durch eine Vielzahl von Einflüssen bei der Gestaltung sowie der baulichen und technischen Planung, bei der Errichtung und bei der Nutzung des Gebäudes bestimmt.

Die wichtigsten Einflussfaktoren sind:

- Kompaktheit des Gebäudeentwurfs,
- Wärmedämmung der Gebäudehülle,
- Vermeidung von Wärmebrücken,
- Luftdichtheit der Gebäudehülle,
- Art und Weise der Belüftung,
- Passive Nutzung der Sonnenenergie durch Fenster und speicherfähige Massen der Innenbauteile,
- Zonierung des Gebäudes durch Nordausrichtung der Räume mit vorübergehend oder dauerhaft abgesenkter Innentemperatur,
- Energieeffizienz der Wärmeerzeugung,
- Verluste bei der Wärmespeicherung und -verteilung,
- Verhalten der Bewohner des Gebäudes hinsichtlich Raumtemperaturen, Luftaustausch, Warmwasserverbrauch, passiver Solarenergienutzung, Größe der internen Wärmegewinne, Betriebsweise der Anlagentechnik.

Die **Wärmedämmung** der Gebäudehülle (Außenwände, Dach, Keller) ist über Jahrzehnte mit nur geringen Unterhaltskosten (je nach Bauart 30 - 50 Jahre) gewährleistet; sie ist damit die sicherste und nachhaltigste Maßnahme des energiesparenden Bauens (RWE-Handbuch Energiesparendes Bauen, 15. Auflage).

Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit der Wärmedämmung ist die **Luftdichtheit** der Gebäudehülle. Das Augenmerk der für die Energieeinsparung zuständigen Fachleute richtet sich daher zunehmend auf die Reduzierung der Wärmeverluste durch die Lüftung. Neben technischen Lösungen (z.B. ventilatorgestützte Lüftung mit Wärmerückgewinnung) ist auch eine dichtere Bauweise von Bedeutung. Aber auch unter Bausachverständigen gewinnt das Thema Luftdichtheit zunehmend an Interesse, denn Mängel in der luftdichten Gebäudehülle sind oft die Ursache für Schimmelschäden oder lästige Zugluft und damit letztlich auch für rechtliche Auseinandersetzungen um Baumängel.

Die Vermeidung von **Wärmebrücken** oder die Verringerung ihrer Wirkung bleibt beim energiesparenden Bauen unverzichtbar. Der Einfluss von Wärmebrücken auf die Transmissionswärmeverluste kann sehr hoch sein.



Neben der Wärmedämmung der einzelnen Bauteile hat auch die **Größe der wärmeabgebenden Fläche** eines Gebäudes einen sehr großen Einfluss auf den Energiebedarf. Denn der Transmissionswärmeverlust steigt proportional mit den Flächen der wärmeübertragenden Umfassungsbauteile. Ein Gebäude in kompakter Bauweise, das im Verhältnis zu seinem beheizten Gebäudevolumen eine kleine wärmeübertragende Umfassungsfläche hat, weist geringe Transmissionswärmeverluste auf und ist daher energetisch besonders effizient.

Passive Solarenergienutzung: Wichtige Aspekte sind u.a.

- Ausrichtung, Größe und Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster,
- Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen und Baumaterialien
- Anordnung von Räumen mit unterschiedlicher Nutzung (Zonierung)

Für die passive Solarenergienutzung ist eine hohe Wärmespeicherfähigkeit der Innenbauteile sowie der raumseitigen Schichten der Außenbauteile von Vorteil: Insbesondere schwere raumseitige Bauteilschichten bis zu einer Tiefe von 8 bis 10 cm tragen zur Wärmespeicherung bei.

3.2. Nachhaltige Baumaterialien

Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt, bezieht sich Nachhaltigkeit nicht nur auf die Wahl der Baumaterialien. Nicht alle Baumaterialien, die als nachhaltig gelten, sind es auch bei genauerer Betrachtung. Die Betrachtung sollte sich jedoch nicht nur auf die Außenwände und die Fassade oder das Dach beschränken, sondern auch auf die für die Dämmung und den Innenausbau verwendeten Materialien.

Der Bau fester Behausungen entstand erst, als die Menschen sesshaft wurden und von Höhlen und Zelten in Hütten und Häuser umzogen. Lange Zeit wurde als Baumaterial verwendet, was die Natur bot: Holz, behauene Steine oder Lehm für die Wände und Schilf für die Dächer. Vor etwa 5.000 Jahren gelang es den Menschen erstmals, in Holzkohleöfen Ziegel aus Lehm zu brennen - ein Baumaterial, das haltbarer und stabiler war als die bisherigen Lehmziegel, Holz oder Stroh.

Solange es im Vergleich zu heute viel weniger Menschen gab und die industrielle Baustoffproduktion noch nicht existierte, wurde nachhaltig gebaut: Es wurden natürliche Baustoffe verwendet, die in der unmittelbaren Umgebung zu finden waren, und aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte war der Ressourcenverbrauch gering.

Erst mit der Industrialisierung im späten 18. und 19. Jahrhundert begann die Massenproduktion von energieintensiven Baumaterialien. Mit Kohle oder Erdgas befeuerte Ziegeleien brannten Ziegel millionenfach, und mit der Erfindung des Stahlbetons im Jahr 1867 begannen Hochhäuser und bald auch Wolkenkratzer in den Himmel zu wachsen. Aufgrund des hohen Bedarfs an fossilen Brennstoffen für die industrielle Produktion von Ziegeln und Beton können diese Baustoffe jedoch nicht mehr als nachhaltig bezeichnet werden.

Spaßfaktor Recycelte Häuser: vom Autoreifen zum Eigenheim

Findige Bauherren experimentieren mit Abfall als Baumaterial für neue Häuser. So lassen sich beispielsweise alte Autoreifen, die mit Erde gefüllt sind, zu stabilen Wänden stapeln, alte Flaschen für halbtransparente Innenwände verwenden oder ausrangierte Materialien aus dem Messebau für den Innenausbau nutzen. Pionier der Recycling-Bauweise ist der amerikanische Architekt Michael Reynolds, der die "Earthship"-Bewegung gegründet hat, die inzwischen weltweit rund 3.000 Gebäude überwiegend aus Abfallmaterialien errichtet hat (<https://utopia.de/autark-earthship-deutschland-41862/>).



3.3. Prüfen: Welche Baumaterialien sind nachhaltig?

Um die Nachhaltigkeit eines Baumaterials zu bestimmen, ist eine ganzheitliche Lebenszyklusbewertung erforderlich. Diese reicht von der Verfügbarkeit der Rohstoffe und dem Energieverbrauch bei der Herstellung bis hin zu den Dämmeigenschaften, der Lebensdauer und der späteren Recyclingfähigkeit.

Ziegelsteine

Die Herstellung von Ziegeln ist sehr energieaufwändig. Durch eine optimierte Produktion kann die benötigte Materialmenge reduziert und gleichzeitig die Wärmedämmung optimiert werden, so dass beim Hausbau weniger zusätzliche Dämmstoffe benötigt werden. Zum anderen spricht die lange Lebensdauer für den Ziegel.

Beton

Aufgrund des hohen Energiebedarfs für das Brennen des Zements und die Herstellung der häufig benötigten Stahlbewehrung sowie der schlechten Wärmedämmung galt Beton lange Zeit als umweltschädlich. Maßnahmen wie die Reduzierung des Zementanteils durch Zusatzstoffe, z. B. Gesteinsmehl oder Flugasche, oder die Erhöhung der Recyclingquote können die Nachhaltigkeit verbessern. Was für Beton spricht, ist seine Dauerhaftigkeit und Stabilität.

Holz

Das Holzhaus gilt als nachhaltig, weil Holz ein nachwachsender Rohstoff ist und mit geringem Energieaufwand verarbeitet werden kann. Voraussetzung ist allerdings, dass das verwendete Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt und nicht mit Giften zur Schädlingsbekämpfung belastet ist. Holz ist regional oft nicht in ausreichender Menge und Qualität verfügbar, so dass mitunter lange Transportwege, zum Beispiel aus Skandinavien oder der Ukraine, notwendig sind. Der Holzbedarf für ein Haus kann enorm sein, und auch der mittel- und langfristige Unterhalt der Bauteile gegen Pilz- und anderen biologischen Befall kann sehr hoch sein. Die Haltbarkeit von tragenden Bauteilen entspricht in etwa der von Massivbauteilen.

Nachhaltige Dämmstoffe

Herkömmliche Baustoffe wie Hartschaum oder Mineralwolle haben einen ungünstigen ökologischen Fußabdruck, weil für ihre Herstellung viel Energie benötigt wird oder ihre anschließende Entsorgung problematisch ist. Inzwischen gibt es ein breites Angebot an alternativen natürlichen Dämmstoffen. Das Spektrum reicht von Einblasdämmung mit Zellulose bis hin zu Kork-, Stroh- oder Holzfaserdämmstoffen.

Ökologische Farben und Lacke

Außen- und Innenanstriche sollen nicht nur gut aussehen, sondern auch die Bausubstanz vor eindringender Feuchtigkeit schützen. Ökologische Produkte sind nicht nur frei von Lösemitteln, sondern enthalten auch möglichst wenig erdölbasierte Inhaltsstoffe. Stattdessen werden mineralische und pflanzliche Grundstoffe verwendet.

Materialien für den Fußboden

Ökologie und Nachhaltigkeit spielen auch bei der Innenraumgestaltung eine wichtige Rolle - nicht zuletzt, weil sich ökologische Materialien positiv auf die Wohngesundheit auswirken. Bodenbeläge aus Kork oder Massivholzböden liegen im Nachhaltigkeitsranking weit vorne, aber auch Teppichböden aus Naturtextilien haben gute Nachhaltigkeitseigenschaften.



3.4. Überblick: Nachhaltigkeit der einzelnen Baustoffe (Beispiele)

Äußere Wände

Baumaterial	Positiv	Negativ
Concrete	<ul style="list-style-type: none"> - Lange Lebensdauer - gute Wärmespeicherung - Teilweise recycelbar 	<ul style="list-style-type: none"> Schlechte Wärmedämmung Hoher Primärenergiegehalt aufgrund der energieintensiven Produktion
Ziegelsteine	<ul style="list-style-type: none"> - Lange Lebensdauer - Teilweise recycelbar - teilweise gute Wärmedämmung bei entsprechender Konstruktion - teilweise gute Wärmespeicherung - teilweise recycelbar 	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Primärenergiegehalt aufgrund der energieintensiven Produktion
Porenbeton, Leichtbeton	<ul style="list-style-type: none"> - Lange Lebensdauer - Gute Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Primärenergiegehalt aufgrund der energieintensiven Produktion
Holz	<ul style="list-style-type: none"> - Nachwachsender Rohstoff - Geringer Energieverbrauch bei Produktion und Verarbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> - Umweltschäden durch die Verwendung von Holz aus nicht nachhaltiger Forstwirtschaft - Teilweise lange Transportwege - Teilweise hoher Wartungs- und Pflegeaufwand
Komposit-Baumaterialien	Gute Wärmedämmung je nach Struktur	<ul style="list-style-type: none"> - Teilweise hoher Primärenergiegehalt aufgrund der energieintensiven Produktion - Oft nicht recycelbar

Isolierende Materialien

Baumaterial	Positiv	Negativ
Dämmstoffe auf Erdölbasis, z. B. Polystyrol	Gute bis sehr gute Dämmeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Energieintensive Produktion - problematische Entsorgung

		- Freisetzung giftiger Stoffe im Brandfall
Mineral- und Glaswolle	- Gute bis sehr gute Dämmeigenschaften - nicht brennbar	Hoher Primärenergiegehalt aufgrund der energieintensiven Produktion
Dämmstoffe auf Holz- und Zellulosebasis	- Nachwachsender Rohstoff - Gute Isolationseigenschaften	Umweltschäden durch die Verwendung von Holz aus nicht nachhaltiger Forstwirtschaft
Hanf und Stroh	- Nachwachsender Rohstoff - Gute Isolationseigenschaften	Keine ökologischen Nachteile, aber oft zusätzliche Kosten für Einkauf und Verarbeitung

3.5. Andere Merkmale des nachhaltigen Bauens

Flächenverbrauch: Ein nachhaltiges Haus sollte pro Nutzer so wenig Fläche wie möglich verbrauchen. Eine Verringerung der Flächenversiegelung ist auch auf indirektem Wege möglich, zum Beispiel durch die Ausstattung von Wohngebäuden mit Gründächern, die das Abwassersystem durch Verzögerung des Regenabflusses entlasten.

Transportwege: Die Wahl regionaler Baumaterialien und Handwerker kann die mit dem Hausbau verbundenen Transportwege verkürzen und trägt damit indirekt zur Energieeinsparung und zum Umweltschutz bei.

Flexible Architektur: Schon in der Planungsphase sollten Bauherren überlegen, wie das Haus bei Bedarf an neue Lebensumstände angepasst werden kann - zum Beispiel durch Teilung in zwei separate Einheiten, wenn die Kinder ausgezogen sind. Auch das ist Teil der Nachhaltigkeit, denn so lassen sich kostspielige Umbauten mit viel Bauschutt vermeiden.

Bibliothek zu Modul 2: Ökobilanz von Baumaterialien

Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Auflage 2019
(Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Auflage 2019)
https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf.

Gemeinnützige Initiative: Holz von hier - Low Carbon Timber;
<https://www.holz-von-hier.eu/en/>

WECOBIS - Informationssystem für ökologische Baustoffe
Welche Rolle spielen Baumaterialien im gesamten Lebenszyklus von Gebäuden?
<https://www.wecobis.de/en/service/sonderthemen-info/gesamtttext-baustoffe-klimaschutz-info/rolle-baustoffe.html>

Aachener Stiftung Kathy Beys - Wandel ganzheitlich denken
(Aachener Stiftung Kathy Beys - Wandel ganzheitlich denken)
Enzyklopädie der Nachhaltigkeit
https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltiger_hausbau_1947.htm

Ökobauprojekt

Das EcoBuild-Projekt richtet sich an junge Schüler zwischen 12 und 16 Jahren und vermittelt ihnen das nötige Bewusstsein und Wissen über neue Konzepte wie den Kohlenstoff-Fußabdruck, die Wiederverwertbarkeit von Baumaterialien und allen Materialien im Allgemeinen, den Wasserverbrauch oder die Versauerung des Bodens.
<https://ecobuildproject.com/uncategorized/animated-video-about-the-sustainable/>
<https://ecobuildproject.com/resources/>

Bienen-VET-Projekt

"Transformation der Berufsbildung im Bauwesen - Innovative Materialien für Bau und Energieeffizienz" (BEE-VET)
<https://beevet.eu/about-bee-vet-project/>

Speicherpotenzial von mineralischen Baustoffen

(Speicherpotenzial von mineralischen Baustoffen)
<https://www.baulinks.de/webplugin/2023/0180.php4>



Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 2: Ökobilanzierung von Baumaterialien

1. Die Nachhaltigkeit beruht auf drei Säulen. Welche ist *NICHT EINE* davon?

- a. Umwelt
- b. Individualität**
- c. Wirtschaft
- d. Soziales

2. Was ist einer der sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit?

- a. Wahrung von Gesundheit und Sicherheit**
- b. Verwertungskosten
- c. Rückbaukosten
- d. Dauerhaftigkeit

3. Was sind die *geistigen* Grundlagen für nachhaltiges Bauen?

- a. Schnellstmögliche Fertigstellung des Gebäudes
- b. So wenig nachwachsende Rohstoffe wie möglich
- c. Die Transportwege des Baumaterials sollten so lang wie möglich sein
- d. Durchdachte und vorausschauende Planung**

4. Wie hoch ist der ungefähre prozentuale Beitrag des Baugewerbes zu den Treibhausgasemissionen?

- a. fast 0 %
- b. ca. 10 %
- c. ca. 20 %
- d. ca. 40 %.**

5. Einige Fragen müssen beim Bau eines nachhaltigen Hauses berücksichtigt werden. Welche davon gehört nicht dazu?

- a. Welche Baumaterialien sollten verwendet werden?
- b. Wie kann ich mein Haus warm halten, ohne es zu sehr zu beheizen?
- c. Welche Handwerker arbeiten am billigsten?**
- d. Wie kann man Wasser am besten nutzen?



6. In welcher Lebenszyklusphase eines Gebäudes befinden sich Rekonstruktion und Restaurierung?

- a. Nutzungsphase
- b. Modernisierungsphase**
- c. Rückbauphase
- d. Planungsphase

7. In welcher Lebenszyklusphase eines Gebäudes ist die Möglichkeit zur Beeinflussung der kumulierten Kosten besonders hoch?

- a. Konzeption und Planung**
- b. Auswahl der Baumaterialien
- c. Schaffung der Grundlagen
- d. Errichtung von Außenwänden

8. Welche Aussage zur Lebensdauer von tragenden Außenwänden ist richtig?

- a. Eine Holzwand hat eine kürzere Lebensdauer als eine Betonwand
- b. Mauerwerkswände und Holzwände haben eine Lebensdauer von mehr als 50 Jahren**
- c. Stahlbetonwände haben eine sehr kurze Lebensdauer, da die Gefahr des Rostens besteht.
- d. Eine Holzwand muss in 50 Jahren zweimal erneuert werden

9. Welche Aussage zur Auswahl nachhaltiger Baumaterialien ist richtig?

- a. Nachhaltige Baumaterialien sind nur für Außenwände notwendig
- b. Nachhaltige Baustoffe sind nur für Dächer notwendig
- c. Nachhaltigkeit ist für alle Baumaterialien, einschließlich Verkleidungen und Bodenbeläge, von grundlegender Bedeutung**
- d. Nachhaltige Baumaterialien bestehen fast ausschließlich aus Beton

10. Welche Aussage zum Gebäudeentwurf ist falsch?

- a. Der Energieverbrauch wird durch die Kompaktheit des Gebäudes beeinflusst
- b. Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit der Wärmedämmung ist die Luftdichtheit
- c. die Ausrichtung, die Größe und der Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster sind für die passive Energienutzung wichtig
- d. Wärmebrücken spielen bei nachhaltigen Gebäuden keine Rolle**



Co-funded by
the European Union



IV. Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien

1. Die Rolle umweltfreundlicher Baustoffe in umweltfreundlichen Beschaffungsprozessen

Das umweltorientierte öffentliche Beschaffungswesen (GPP) wird in der Mitteilung (KOM -2008- 400) "Das [öffentliche Beschaffungswesen für eine bessere Umwelt](#)" definiert als "ein Prozess, bei dem die Behörden danach streben, Waren, Dienstleistungen und Bauleistungen zu beschaffen, die während ihres gesamten Lebenszyklus geringere Umweltauswirkungen haben als Waren, Dienstleistungen und Bauleistungen mit der gleichen Hauptfunktion, die ansonsten beschafft würden".

Obwohl es sich bei der umweltorientierten Beschaffung um ein freiwilliges Instrument handelt und die Mitgliedstaaten selbst bestimmen können, inwieweit Maßnahmen oder Kriterien angewandt werden, spielt es eine Schlüsselrolle bei den Bemühungen der EU um eine ressourceneffiziente Wirtschaft.

GPP ist Teil des [strategischen öffentlichen Beschaffungswesens](#), zusammen mit dem sozial verantwortlichen öffentlichen Beschaffungswesen (SRPP) und der Innovationsbeschaffung. Das Grundkonzept der umweltorientierten Beschaffung beruht auf klaren, überprüfbar, vertretbaren und ehrgeizigen Umweltkriterien für Produkte und Dienstleistungen, die auf einem Lebenszykluskonzept und wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen.

Die Europäische Kommission (EK) hat [freiwillige GPP-Kriterien](#) für mehrere Produktgruppen entwickelt. Darüber hinaus schlägt die Kommission nach der Verabschiedung des Aktionsplans für eine Kreislaufwirtschaft 2020 verbindliche Mindestkriterien und -ziele für GPP in sektoralen Rechtsvorschriften sowie eine schrittweise obligatorische Berichterstattung vor, um die Einführung dieser Kriterien zu überwachen.

EU-Ökolabels: Labels können eine besondere Rolle bei der Entwicklung von technischen Spezifikationen und Vergabekriterien sowie bei der Überprüfung der Einhaltung spielen und öffentlichen Auftraggebern helfen, Zeit zu sparen, wie in [Art. 43 der Richtlinie 2014/24/EU](#).

Die umweltfreundliche Beschaffung im Bauwesen ist Teil der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs), die das Wirtschaftswachstum auf strategischer Ebene beeinflussen. Die Einführung grüner Technologien und Praktiken ist nicht mehr nur eine Option, sondern ein lohnender Weg, um einen Wettbewerbsvorteil im Bausektor zu erlangen. Die aufkommenden Konzepte der umweltfreundlichen Beschaffung und der Nachhaltigkeit haben die Notwendigkeit entstehen lassen, die finanzielle Leistung in der Lieferkette zu messen.

Die umweltfreundliche Beschaffung gewinnt in der Bauindustrie und in der Lieferkette zunehmend an Bedeutung, um die Zukunft sicherer zu machen. Das Beschaffungswesen im Baugewerbe ist teilweise mit dem Management grüner Logistikdienstleistungen verbunden, das die Ziele für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung maßgeblich bestimmt. Darüber hinaus hat die Baubeschaffung einen signifikanten Einfluss auf grüne Innovationspraktiken, die teilweise die SDGs vorhersagen, und die Vermittlung von grünen logistischen Dienstleistungen und Innovationspraktiken wird teilweise auf die Baubeschaffung und nachhaltige Ziele übertragen. Die Auswirkungen der umweltfreundlichen Beschaffung und der logistischen Dienstleistungen bieten langfristig viele Herausforderungen für die Erreichung der SDGs; kurzfristig führen sie jedoch zu betrieblicher Effizienz und weniger gefährlichen Umweltemissionen.

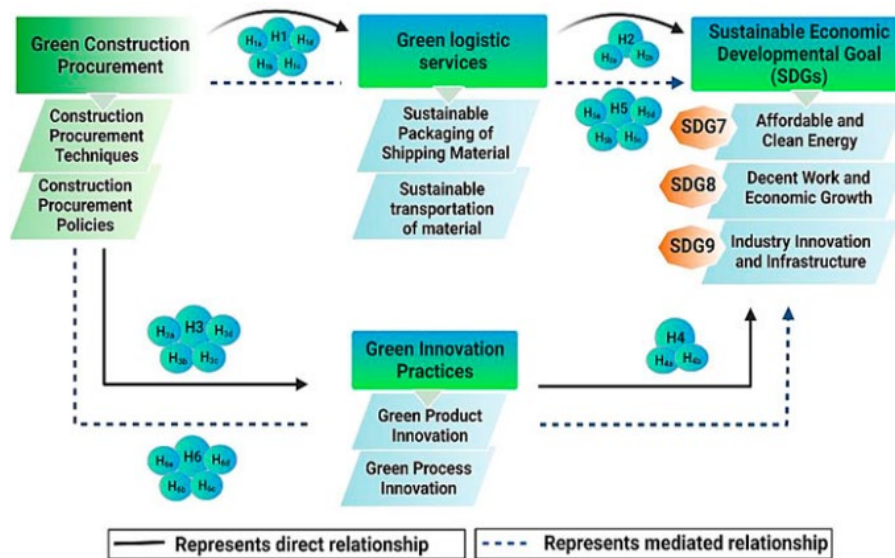


Abbildung 1. Beziehung zwischen ökologischer Baubeschaffung und SDGs

QUELLE: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.815928/full>

2. Konzept des Umweltzeichens und Arten von Umweltzeichen

Gütezeichen, Vermerke und Auszeichnungen dienen der kritischen Überprüfung des Werts der Herstellerangaben für ihre Produkte durch Dritte. Gütesiegel gibt es in Hülle und Fülle, und sie spiegeln ein Spektrum von Umweltbelangen wider, das vom Allgemeinen bis zum Besonderen reicht. Die weltweite Verbreitung von Umweltzeichen ist ein Beweis für die Nützlichkeit der Zertifizierung durch Dritte.

In Anbetracht der komplexen Daten, auf denen sie beruhen, bieten Gütezeichen für Laien eine einfache Bestätigung, dass Produkte, die ein Gütezeichen tragen, eine Reihe von Umweltstandards erfüllen. Durch die Förderung des Verbraucherbewusstseins können Gütezeichen einen erheblichen positiven Einfluss auf den Markt für umweltfreundliche Produkte und Materialien ausüben. Auch wenn es viele Zertifikate gibt, beziehen sich relativ wenige auf Bauprodukte und -materialien. Gütesiegel, die sich auf das Bauwesen beziehen, sind in der Regel nur eine von vielen Kategorien.

Umweltzeichen sind zwar meist auf nationaler Ebene entwickelt worden, können aber international gelten. So können einige nordamerikanische Zeichen in Europa verwendet werden - und umgekehrt. Andere Zeichen wurden speziell für die internationale Anwendung entwickelt - das FSC-Siegel ist ein gutes Beispiel dafür.

Umweltzeichen nach ISO 14024 Typ I sind im Vereinigten Königreich nach wie vor unüblich, da der BRE Green Guide to Specification nur Zertifizierungen aus dem BRE-eigenen Eco Profiling-Programm akzeptiert.



2.1. Arten von Umweltgütesiegeln

2.1.1. Die drei Arten von Ökolabeln

In dem Bemühen, die Grundsätze, Praktiken und Merkmale des Umweltzeichens zu standardisieren, hat die ISO (Internationale Organisation für Normung) drei verschiedene Kategorien von Umweltzeichen geschaffen. Sie lauten wie folgt:

Typ I - Das "klassische" Umweltzeichen

- Das Design ist verbraucherfreundlich und leicht verständlich
- Verliehen durch eine dritte Organisation
- auf der Grundlage eines standardisierten Kriterienkatalogs, der von unabhängigen Sachverständigen festgelegt wird und der Öffentlichkeit zur Bewertung zur Verfügung steht
- Die Zertifizierung ist zeitlich befristet und bedarf einer regelmäßigen Rezertifizierung.
- Erleichtert die Gegenüberstellung verschiedener Produkte

Typ II - Selbsterklärungsanträge

- Selbsterklärt
- Spezifischer Fokus auf einen Bereich, z.B. recycelbar
- Nicht unbedingt unabhängig überprüft
- Wenn nicht überprüft, stellt sich die Frage nach der Gültigkeit

Typ III - Umweltdeklarationen (Berichtskarten/Informationsetiketten)

- Kann von Dritten zertifiziert sein, aber nicht immer
- Es handelt sich nicht um eine Zertifizierung für ein bestimmtes Produkt
- Bietet die Möglichkeit, unabhängig recherchierte Schlussfolgerungen zur allgemeinen Nachhaltigkeit im Vergleich zu anderen Produkten zu ziehen.

Wie Sie aus den obigen Informationen ersehen können, gilt Typ I aufgrund seiner unabhängigen Überprüfung, seines umfassenden Ansatzes und seiner weiten Verbreitung allgemein als "Goldstandard" der Umweltkennzeichnung. Wenn Sie sich für Typ I entscheiden, haben Sie die Garantie, dass Ihr Produkt bestimmte strenge Umwelanforderungen erfüllt, erhalten jedoch keine quantitativen Angaben. Zwei Produkte mit dem Umweltzeichen des Typs I können nicht wirklich miteinander verglichen werden. Sie wissen nicht, welches Produkt besser ist, sondern nur, dass beide einen bestimmten Grenzwert überschritten haben. Einige Beispiele für Umweltzeichen des Typs I, die in der Möbelindustrie zu finden sind, sind das EU-Umweltzeichen und Möbelfakta.

Die Typen II und III sollten jedoch nicht außer Acht gelassen werden, vor allem nicht die von Dritten geprüften (wie z. B. Typ III EPD - Environmental Product Declaration), da sie transparente und quantitative Informationen



über die Leistung liefern können. Das Fehlen einer Überprüfung durch Dritte und die spezifische im Gegensatz zur ganzheitlichen Messung der Umweltauswirkungen öffnet die Tür für Greenwashing. Die kühne Behauptung über einen Aspekt des Designs kann den Eindruck von Positivität erwecken, während sie ernsthafte Mängel in anderen Bereichen verschleiert. Daher sollten Sie immer genau lesen, was ein Unternehmen oder ein Produkt behauptet, und eigene Nachforschungen anstellen. Wenn sie richtig durchgeführt werden, sind dies in der Regel jedoch gute Anhaltspunkte.

2.1.2. Öffentliche, multikriterielle Umweltzeichen (Typ I, ISO 14024)

Ein "Typ I"-Gütesiegel ist eine Bewertung eines Produkts durch einen Dritten, die auf einer Reihe von Kriterien bzw. Aspekten beruht, die die Umweltauswirkungen eines Produkts oder Materials während seines gesamten Lebenszyklus betreffen. Diese Siegel werden am häufigsten verwendet von



"Typ-I-Umweltkennzeichnung" wird von der ISO definiert als "ein freiwilliges, auf mehreren Kriterien basierendes Programm Dritter, das eine Lizenz vergibt, die die Verwendung von Umweltzeichen auf Produkten erlaubt, die die allgemeine Umweltfreundlichkeit eines Produkts innerhalb einer bestimmten Produktkategorie auf der Grundlage von Lebenszyklusbetrachtungen angeben".

Die Typ-I-Kennzeichnung ist heute in vielen Teilen der Welt in Gebrauch. Zu den Umweltkennzeichnungsprogrammen, die die Anforderungen der ISO 14024 erfüllen, gehören:

- Das Europäische Umweltzeichen: ec.europa.eu/environment/ecolabel/
- Der nordische Schwan, Skandinavien: www.svanen.se/en/
- Der Blaue Engel, Deutschland: <https://www.blauer-engel.de/en/our-label-environment>
- Umweltzeichen, Österreich: www.umweltzeichen.at
- Ecomark, Japan: www.ecomark.jp/english/
- EcoLogo, Kanada: <http://bit.ly/1gDbu4p>

Die wichtigsten Leitprinzipien der Typ-I-Kennzeichnung sind:

- Freiwillig.
- Eine dritte Partei legt die Kriterien fest und erteilt die Lizenz zur Verwendung des Siegels.
- Überprüfbar.
- Es werden Kriterien festgelegt, die eine Unterscheidung der Produkte nach messbaren Umweltauswirkungen ermöglichen.
- In Übereinstimmung mit den Anforderungen der ISO 14020.
- Die Kriterien werden in Bezug auf den Produktlebenszyklus festgelegt.
- Transparentes Verfahren.
- Dabei werden die Gebrauchstauglichkeit und die allgemeine Leistung eines Produkts berücksichtigt.

- Das Zertifikat unterliegt einer regelmäßigen Überprüfung

Öffentliche, einmalig erscheinende Etiketten

Drei Arten von öffentlichen, einseitigen Etiketten:

- Ein Etikett vom Typ "**Bestanden oder nicht bestanden**", das mit einem bestimmten Thema verbunden ist. Das Produkt entspricht entweder der Norm oder nicht, wie der EU Energy Star, der die Energieeffizienz von Bürogeräten kennzeichnet: www.eu-energystar.org/en/index.html.
- "**Gestufte**" Etiketten". Die Produkte werden nach ihrer Umweltleistung in dem betreffenden Bereich eingestuft, so wie das EU-Energieetikett, das Haushaltsgeräte nach ihrer Energieeffizienz von A++ bis G einstuft: www.energylabels.org.uk/eulabel.html.
- **Aussage zur Leistung**. Das Label ist nicht wertend, sondern veranschaulicht das Ausmaß des Anliegens, wie das Carbon Reduction Label den Kohlenstoff-Fußabdruck eines Produkts aufzeichnet: www.carbon-label.com


Eigenmarken

Private Labels werden von NRO, Industriegruppen oder Interessengruppen betrieben. Zu den Beispielen gehören:

- Forest Stewardship Council (FSC): www.fsc-uk.org/
- Gütesiegel der British Allergy Foundation : www.allergyuk.org
- CertiPUR - Label der Schaumstoffblockhersteller:
www.europur.com/index.php?page=certipur

2.2. In Europa üblicherweise verwendete Ecolabels des Typs I





Tabelle 1. Die Liste der in Europa häufig verwendeten Ecolabels

Etikett	Zertifizierung	Beschreibung
	<u>Blauer Engel</u>	<p>Der Blaue Engel wurde von der Bundesregierung initiiert und von einer unabhängigen Jury an Produkte vergeben, die umweltfreundlicher sind als andere, die den gleichen Zweck erfüllen.</p> <p>Jedes Zeichen gibt an, dass das Produkt oder die Dienstleistung auf eines der vier verschiedenen Schutzziele ausgerichtet ist: Gesundheit, Klima, Wasser und Ressourcen. Der Blaue Engel wird von vier Stellen verwaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Die Jury Umweltzeichen ist ein unabhängiges Entscheidungsgremium, das sich aus Vertretern von Umwelt- und Verbraucherverbänden, Gewerkschaften, Industrie, Handel, Handwerk, Kommunen, Wissenschaft, Medien, Kirchen und Bundesländern zusammensetzt. -Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ist Inhaber des Siegels. Es informiert die Öffentlichkeit regelmäßig über die Entscheidungen der Jury Umweltzeichen.



		<p>–Das Umweltbundesamt mit seiner Abteilung "Umweltzeichen, Umweltdeklaration und Öko-Beschaffung" fungiert als Geschäftsstelle der Jury Umweltzeichen und entwickelt die fachlichen Kriterien der Vergabegrundlage für den Blauen Engel.</p> <p>–Die RAL gGmbH ist die Agentur für die Vergabe von Gütezeichen.</p> <p>Der Blaue Engel fördert sowohl die Belange des Umweltschutzes als auch des Verbraucherschutzes. Er wird daher an Produkte und Dienstleistungen vergeben, die in einer ganzheitlichen Betrachtung besonders umweltschonend sind und gleichzeitig hohe Anforderungen an den Arbeitsschutz und die Gebrauchstauglichkeit erfüllen.</p>
	BRE-zertifiziertes ökologisches Profil	Das einzige Zertifizierungssystem für Baumaterialien in Großbritannien. International.
	<u>Gütesiegel der British Allergy Foundation</u>	Zulassungsregelung für eine breite Palette von Produkten (von Klimaanlage und Bettwäsche bis hin zu Autos und Reinigungsmitteln), die speziell hohe Konzentrationen der genannten Allergene in der Umwelt einschränken oder entfernen.
	<u>Label zur Kohlenstoffreduzierung</u>	Das Carbon Reduction Label ist eine öffentliche Verpflichtung, dass der Kohlenstoff-Fußabdruck eines Produkts oder einer Dienstleistung gemessen und zertifiziert wurde und der Eigentümer des Produkts oder der Dienstleistung sich verpflichtet hat, diesen Fußabdruck in den folgenden zwei Jahren zu reduzieren. Der berechnete Fußabdruck wurde streng gemessen und ist auf der Grundlage des PAS2050-Standards und des Footprint Expert™ vergleichbar. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus einschließlich Produktion, Nutzung und Entsorgung bewertet. Die Zertifizierung muss nach zwei Jahren erneut durchgeführt werden und nachweisen, dass eine tatsächliche Verringerung stattgefunden hat.
	CertiPUR-Zeichen	Von der PUR-Industrie geschaffenes Label. Zertifiziert den Gehalt an PUR, das im Bauwesen und in Möbeln verwendet wird. Herkunft: Belgien. Einsatzgebiet: EU
	<u>Climatop</u>	Das Ziel von climatop ist es, die klimafreundlichsten Produkte und Dienstleistungen zu kennzeichnen (Best-in-Class). Ähnliche Produkte einer Produktfamilie (Funktionseinheit) werden hinsichtlich ihrer Umweltemissionen verglichen. Produkte, die in der Regel



		20% weniger CO ₂ -eq-Emissionen verursachen, erhalten das Label. Nur Produkte, die eine Umweltbilanz aufweisen, die mindestens gleich oder besser ist als die der nicht erfolgreichen Wettbewerber, können gekennzeichnet werden. Unabhängige Organisationen berechnen Lebenszyklusanalysen (LCA) der Produkte nach der Norm ISO 14040. Das Label ist zwei Jahre lang gültig. Herkunft: Schweiz. Einsatzgebiet: Schweiz.
	<u>Cradle to Cradle-zertifizierte (CM) Produkte Programm</u>	Das Cradle to Cradle Certified(CM)-Produktprogramm bietet einem Unternehmen die Möglichkeit, seine Bemühungen um ein ökologisch intelligentes Design nachzuweisen. Die Cradle-to-Cradle-Zertifizierung ist ein Nachhaltigkeitsgütesiegel eines Drittanbieters, das die Erfüllung mehrerer Kriterien voraussetzt: <ul style="list-style-type: none"> -Verwendung von Materialien, die für die menschliche Gesundheit und die Umwelt in allen Nutzungsphasen sicher sind -Produkt- und Systemdesign für die Wiederverwendung von Materialien, wie Recycling oder Kompostierung -Nutzung erneuerbarer Energien -effiziente Wassernutzung und maximale Wasserqualität in Verbindung mit der Produktion -Unternehmensstrategien für soziale Verantwortung. Die Cradle-to-Cradle-Zertifizierung ist ein vierstufiger Ansatz, der aus den Stufen Basic, Silver, Gold und Platinum besteht. Dieses Zertifizierungsprogramm gilt für Materialien, Unterbaugruppen und Endprodukte.
	<u>eco-INSTITUT-Label</u>	Mit umfangreichen emissions- und toxikologischen Prüfungen, die über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen, liefert das eco-Institut seinen Kunden ein zuverlässiges und aussagekräftiges Label für gesundheitlich unbedenkliche Bauprodukte und Textilien. Herkunft: Deutschland. Verwendung: International.
	<u>Energieeinsparung empfohlen</u>	Energiesparende Produkte verbrauchen weniger Energie und haben daher geringere Auswirkungen auf die Umwelt, außerdem sind sie billiger im Betrieb. Das Energy Saving Recommended-Logo ist eine schnelle und einfache Möglichkeit, die energieeffizientesten Produkte auf dem Markt zu erkennen. Herkunft: GROSSBRITANNIEN. Verwendung: International.
	<u>Umweltfreundlich: Kroatien</u>	Nationales Siegel, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Produkte einschließlich Baumaterialien. Herkunft: Kroatien Verwendung: Kroatien.



	<p>Umweltfreundlich: Tschechische Republik</p>	<p>Nationales Siegel, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Produkte einschließlich Baumaterialien. Herkunft: Tschechische Republik. Verwendung: Tschechische Republik.</p>
	<p><u>EU-Umweltzeichen</u></p>	<p>Ein freiwilliges System, das Unternehmen dazu ermutigen soll, umweltfreundlichere Produkte und Dienstleistungen zu vermarkten, und das es den europäischen Verbrauchern - einschließlich öffentlicher und privater Abnehmer - erleichtern soll, diese zu erkennen. Ursprung: EU. Verwendung: International.</p>
	<p><u>EU-Energielabel</u></p>	<p>Laut Gesetz muss das Energieetikett der Europäischen Gemeinschaft auf allen neuen Haushaltsgeräten angebracht werden, die zum Verkauf, zur Vermietung oder zum Mietkauf angeboten werden.</p> <p>Die Richtlinie gilt für die folgenden Arten von Haushaltsgeräten, auch wenn diese für andere Zwecke als für den Haushalt verkauft werden: Kühl- und Gefriergeräte und entsprechende Kombinationen, Waschmaschinen, Trockner und entsprechende Kombinationen, Geschirrspüler, Backöfen, Warmwasserbereiter und Warmwasserspeicher, Beleuchtungsquellen und Klimageräte.</p> <p>Haushaltsgeräte, die zum Verkauf, zur Vermietung oder zum Ratenkauf angeboten werden, müssen mit einem Datenblatt und einem Etikett versehen sein, das Informationen über ihren Verbrauch an (elektrischer oder sonstiger) Energie oder an anderen wichtigen Ressourcen enthält. Die Produkte werden in der Regel von "A" bis "G" eingestuft, wobei "A" für die effizientesten Geräte steht ("A+" und "A++" für die effizientesten Kühl- und Gefrierschränke).</p> <p>Der Lieferant muss technische Unterlagen erstellen, die es ermöglichen, die Richtigkeit der auf dem Etikett und dem Datenblatt enthaltenen Angaben zu beurteilen.</p> <p>Richtlinie 92/75/EWG des Rates.</p> <p>Herkunft: EU. Verwendung: International.</p>
	<p>Eurofins Innenraumluft Komfort</p>	<p>Zertifiziert niedrige VOC-Emissionen. Bauprodukte und Möbel. Herkunft: Deutschland. Verwendung: Europa.</p>



	<p><u>Forest Stewardship Council (FSC)-Zertifizierung der Lieferkette</u></p>	<p>Der Forest Stewardship Council® (FSC) fördert eine umweltgerechte, sozialverträgliche und wirtschaftlich tragfähige Bewirtschaftung der Wälder der Welt. Der FSC®-Produktionskettennachweis (Chain of Custody, CoC) verfolgt FSC-zertifiziertes Material durch den gesamten Produktionsprozess - vom Wald bis zum Verbraucher, einschließlich aller aufeinanderfolgenden Stufen der Verarbeitung, Umwandlung, Herstellung und des Vertriebs. Nur FSC CoC-zertifizierte Betriebe dürfen Produkte mit dem FSC-Warenzeichen versehen. Das FSC-Siegel stellt somit die Verbindung zwischen verantwortungsvoller Produktion und Konsum her und ermöglicht es dem Verbraucher, sozial und ökologisch verantwortungsvolle Kaufentscheidungen zu treffen.</p> <p>FSC-Etiketten auf den Produkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> -100% Die Produkte enthalten nur Material aus FSC-zertifizierten Wäldern, die die Umwelt- und Sozialstandards des FSC erfüllen. -Mischen Sie Produkte mit Material aus FSC-zertifizierten Wäldern, recyceltem Material oder anderen kontrollierten Quellen. -Recycelte Produkte enthalten Post-Consumer-Materialien und können auch einige Pre-Consumer-Materialien enthalten. <p>Herkunft: International. Verwendung: International.</p>
	<p><u>Grüner Kranich: Ukraine</u></p>	<p>Nationales Siegel, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Produkte einschließlich Baumaterialien. Herkunft: Ukraine. Verwendung: Ukraine</p>
	<p><u>Gre Green Craneen Guard</u></p>	<p>Gre Green Crane ist ein freiwilliges, auf mehreren Spezifikationen basierendes Umweltkennzeichnungsprogramm, das nach internationalen Standards und Grundsätzen arbeitet. Es wird für Produkte vergeben, die im Vergleich zu ähnlichen Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus - von der Gewinnung und Sammlung der Produktmaterialien über die Herstellung, den Vertrieb, die Nutzung und den Verbrauch bis hin zur Entsorgung und zum Recycling - relativ geringe Umweltauswirkungen haben.</p> <p>Green Crane wurde 2002 gegründet und ist das einzige ukrainische Umweltstandard- und Zertifizierungszeichen.</p> <p>Das Green-Crane-Programm wurde 2004 vom Global EcoLabelling Network (GEN) erfolgreich auf die Einhaltung der ISO 14024-Normen für Umweltzeichen geprüft.</p>



		Herkunft: USA. Verwendung: International
	<u>GREENGUARD</u>	Die 2011 erworbene GREENGUARD-Zertifizierung wird nun von UL Environment, einer Abteilung von UL (Underwriters Laboratories), vergeben. Die GREENGUARD-Zertifizierung unterstützt Hersteller bei der Entwicklung von Innenraumprodukten und -materialien, die bei der Verwendung des Produkts nur geringe chemische Emissionen in die Innenraumluft abgeben, und hilft Käufern, diese zu erkennen. Alle zertifizierten Produkte müssen strenge Emissionsstandards erfüllen, die auf festgelegten Kriterien für die chemische Belastung basieren. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Produkte, die das GREENGUARD-Zertifikat erhalten, einige der weltweit strengsten, von Dritten festgelegten Normen für chemische Emissionen erfüllen und so dazu beitragen, die Luftverschmutzung in Innenräumen und die potenziellen Gesundheitsrisiken durch chemische Belastungen zu verringern.
	Umweltfreundlich: Ungarn	Nationales Siegel, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Produkte einschließlich Baumaterialien. Herkunft: Ungarn. Verwendung: Ungarn.
	Umweltfreundlich: Slowakische Republik	Nationales Siegel, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Produkte einschließlich Baumaterialien. Herkunft: Slowakische Republik. Verwendung: Slowakische Republik.
	<u>natureplus</u>	Natureplus ist ein internationales Qualitätssiegel für nachhaltige Bau- und Wohnprodukte, die auf Gesundheit, Umweltfreundlichkeit und Funktionalität geprüft werden. Vorrangiges Ziel des Labels ist es, Verbrauchern, aber auch Architekten, Handwerkern, Bauunternehmen und allen am Bau Beteiligten eine verlässliche Orientierungshilfe für nachhaltige, d.h. umweltfreundliche und gesundheitlich unbedenkliche Produkte zu geben. Das natureplus®-Gütesiegel steht für gesundheitsbewusstes Handeln, umweltschonende Produktion, den Schutz unserer begrenzten Ressourcen und deren Eignung zur Anwendung. Produkte mit diesem Siegel werden überwiegend aus nachwachsenden/nachhaltigen Rohstoffquellen hergestellt. Prüfverfahren, die sich auf die gesundheitlichen Aspekte der ausgewählten Materialien



		beziehen, garantieren die Integrität der zertifizierten Produkte. Herkunft: Deutschland. Verwendung EU
	NF-Environnement Mark	Nationales Label, das geringe Umweltauswirkungen bescheinigt. Richtet sich in erster Linie an Verbraucher, kann aber auch Bauprodukte umfassen. Herkunft: Frankreich. Verwendung: Frankreich.
	Nordisches Umweltzeichen 'Schwan'	Zertifiziert reduzierte Kohlenstoffemissionen. Konsumgüter und einige Baumaterialien. Herkunft: Skandinavien. Verwendung: Scandanavia.
	ÖkoControl	Zertifiziert die Verwendung nachhaltiger Materialien Möbel, Bettzeug usw. Herkunft: Deutschland Verwendung: Österreich, Deutschland.
	Programm für die Anerkennung von Waldzertifizierungssystemen (PEFC)	Die Bestätigung der nationalen Zertifizierungssysteme durch die Holzindustrie Timber. Herkunft: Schweiz. Verwendung: International.
	SCS FloorScore®	FloorScore® ist eine Zertifizierung für Bodenbelagsprodukte und Bodenklebstoffe für den gewerblichen und privaten Gebrauch. Die in Zusammenarbeit mit dem Resilient Floor Covering Institute entwickelten Produkte müssen die Anforderungen an die Luftqualität in Innenräumen und die VOC-Emissionen des kalifornischen Abschnitts 01350 erfüllen und bei der Herstellung strenge Qualitätsmanagementstandards einhalten. Durch die Zertifizierung und Dokumentation können sich die Produkte für die LEED-Bewertungssysteme qualifizieren. Herkunft: USA. Verwendung: International.
	Wasserbewusst	Zertifizierung von effizienten Wasserverbrauchern. Wassergeräte. Herkunft: UK, Verwendung: UK.



	<p><u>AENOR Medio Ambiente</u></p>	<p>Umweltzeichensystem Typ I zur Anerkennung umweltfreundlicher Produkte oder Dienstleistungen. Das Zertifizierungsverfahren basiert auf Audits und Labortests. Das Programm kennzeichnet Produkte, die die Umwelt weniger stark belasten. Es ist hauptsächlich auf Verbraucherprodukte ausgerichtet.</p>
	<p><u>BASF Ökoeffizienz</u></p>	<p>Die BASF SE hat ein Label für Produkte entwickelt, die mit einer Ökoeffizienz-Analyse bewertet wurden. Die Vergabe des Labels ist an anspruchsvolle Anforderungen geknüpft: Nach Abschluss der Analyse wird eine Bewertung durch Dritte (Peer Review) gefordert. Außerdem sollen die Ergebnisse der Analyse im Internet veröffentlicht werden.</p> <p>Das Siegel kann drei Jahre lang weitergeführt werden. Nach diesem Zeitraum ist eine Überarbeitung der Analyse erforderlich, um Marktentwicklungen und Produktvielfalt abzudecken.</p> <p>Anforderungen Durchgeführte Ökoeffizienz-Analyse nach der vom TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg (Deutschland) und NSF International (USA) zertifizierten Methodik.</p>
	<p><u>BASS (Produktinventar für die Bauindustrie)</u></p>	<p>BASS ist ein Online-Tool, das Unternehmen dabei hilft, die gesetzlichen Anforderungen im Zusammenhang mit der Verwendung von Chemikalien am Arbeitsplatz/Projekten zu erfüllen.</p> <p>Seit seiner Gründung im Jahr 2001 hat sich das BASS zum Industriestandard in der norwegischen Bauindustrie entwickelt. Seit 2009 umfasst BASS auch die Autoindustrie.</p> <p>Die Entwicklung des BASS erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und gibt den Nutzern ein Werkzeug an die Hand:</p> <p>Erhalt von Sicherheitsdatenblättern Kontrolle von Sicherheitsdatenblättern Erstellung von Aufzeichnungen über Projekte/Händler Überblick über alle in Ihrem Unternehmen verwendeten Chemikalien Verteilung zwischen Akteuren Materialverfolgung Identifizierung aller Produkte steht auf der Prioritätenliste der Regierung Risiko- und Substitutionsbewertungen</p> <p>Ab 2013 wird das System durch ein europäisches System www.ChemXchange.com ersetzt, das von führenden europäischen Verbänden unterstützt wird.</p>



	<p><u>BASTA</u></p>	<p>Das BASTA-System konzentriert sich auf gefährliche Stoffe in Bau- und Bauprodukten. Die Produkte werden nach ihren chemischen Inhaltsstoffen bewertet. Die Lieferanten sind für die Bewertung verantwortlich und müssen Folgendes tun: Inhaltsangaben - Der Lieferant muss über detaillierte Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung des Produkts verfügen; Belege vorlegen - Der Lieferant muss in der Lage sein, Unterlagen vorzulegen, die die Beurteilung belegen, dass das Produkt die Eigenschaftskriterien erfüllt; Kompetenz nachweisen - Diejenigen, die die Produktbeurteilung vornehmen, müssen die erforderliche Kompetenz in Bezug auf Umwelt- und Gesundheitsbeurteilungen nachweisen; und</p> <p>BASTA führt regelmäßige Kontrollen durch, um sicherzustellen, dass die teilnehmenden Lieferanten die Qualifikationsbedingungen von BASTA einhalten. Nach einer Bewertung werden die Produkte entweder in das BASTA- oder das BETA-Register aufgenommen. Das BASTA-Register enthält umfassendere Anforderungen, und das BETA-Register enthält Produkte, die eher grundlegende Anforderungen erfüllen.</p> <p>BASTA wird als gemeinnützige Einrichtung gemeinsam von IVL Swedish Environmental Research Institute und dem schwedischen Bauverband betrieben. BASTA wurde für den schwedischen Markt entwickelt, und die Datenbank ist nur auf Schwedisch verfügbar.</p>
	<p><u>BRE Global zertifiziertes Umweltprofil</u></p>	<p>Umweltprofile messen die Auswirkungen eines Baustoffs, eines Produkts oder eines Bausystems während seiner gesamten Lebensdauer - nicht nur während seiner Herstellung, sondern auch während seiner Verwendung in einem Gebäude während einer typischen Lebensdauer. Dies umfasst die Gewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Instandhaltung sowie die letztendliche Entsorgung. Die Methodik der Umweltprofile bewertet Umweltindikatoren, die die globalen, regionalen und lokalen Auswirkungen in der Luft, im Wasser und auf dem Boden auf Mensch und Umwelt widerspiegeln. Diese Auswirkungen werden unter einer Reihe von Problemkategorien bewertet und durch Bezugnahme auf europäische Daten normalisiert. Sie werden gewichtet, um ein Maß für die Umweltauswirkungen als Anteil an den jährlichen Auswirkungen eines europäischen Bürgers zu erhalten.</p>
<p>BYGGVARUBEDÖMNINGEN</p>	<p><u>Byggvarubedömningen</u></p>	<p>Byggvarubedömningen, oder BVB, ist ein Instrument zur Bewertung von Baustoffen. Es bewertet proaktiv und systematisch den Inhalt eines Produkts und des Produktionsprozesses.</p>



		<p>Der BVB bietet auch gemeinsame Kriterien und einen Bewertungsstandard, der auf sieben Faktoren basiert: - Chemische Inhaltsstoffe (Deklaration der Inhaltsstoffe) - Einsatzstoffe (Rohstoffe) - Bauphase - Bewirtschaftungsphase - Abbruch - Rest- und Abfallstoffe - Innenraumklima</p> <p>Diese werden gewichtet, um eine Endnote zu erhalten: entweder "empfohlen", "akzeptiert" oder "zu vermeiden". In der Online-Datenbank verfügen die Produkte über eine Endnote und eine Produktkarte, die die Inhaltsangabe und das Entwicklungsergebnis enthält. Die Produktkarten werden für die Aufnahme in die Begleitunterlagen für die Produktbeschaffung und in die Dokumentation des Bauprojekts angepasst.</p> <p>Alle dem BVB angeschlossenen Unternehmen bestehen bei ihren Bau- und Verwaltungsprojekten auf der Verwendung von umweltverträglichen Produkten.</p>
	<p><u>Certipur</u></p>	<p>CertiPUR® ist eine freiwillige Norm zur Verbesserung der Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltleistung von Polyurethan-Weichschaumstoffen, die in Bettwaren und Polstermöbeln verwendet werden. Das System berücksichtigt bestehende Normen und wissenschaftliche Studien in Bezug auf Emissionen aus Schaumstoffen, Produktkriterien und Risikobewertungen.</p>
<p>No logo provided yet.</p>	<p><u>DUBOkeur</u></p>	<p>2004 entwickelte NIBE ein Qualitätslabel zum Vergleich der Umweltfreundlichkeit verschiedener Bauprodukte. Das DUBOkeur® -Gütesiegel soll die beste Wahl eines Produkts in den Bereichen Umwelt und Gesundheit bescheinigen.</p> <p>Dazu wird die Umweltverträglichkeit eines Produkts im Verhältnis zu anderen Produkten mit Hilfe des Twin-Modells von NIBE getestet. Das umweltfreundlichste Produkt wird in die Umweltklasse 1a, die Umweltreferenz, eingestuft. Die Klasse der anderen Produkte bezieht sich auf die Referenz, wobei die Klasse 7 die größte Umweltbelastung darstellt. Im Prinzip kommen die Produkte der Klassen 1 und 2 für ein DUBOkeur® in Frage.</p>
	<p><u>Dänisches Innenraumklima-Label</u></p>	<p>Das dänische Innenraumklima-Label ist ein Instrument für die Entwicklung und Auswahl von Produkten, die die Luftqualität in Innenräumen verbessern, und für ein besseres Verständnis der Auswirkungen von Produkten und Materialien auf die Innenraumluftqualität in Gebäuden.</p>



	<p><u>ECOLOGO</u></p>	<p>Das ECOLOGO-Zertifizierungsprogramm wurde 2010 von UL Environment, einer Abteilung von UL (Underwriters Laboratories), übernommen. Die ECOLOGO-Zertifizierung basiert auf lebenszyklusbasierten Standards, die mehrere Attribute berücksichtigen. Alle Produkte, die nach einem ECOLOGO-Standard zertifiziert werden, müssen jedes der aufgeführten Kriterien erfüllen oder übertreffen, bevor sie das Zeichen erhalten. Die ECOLOGO-Zertifizierung ist als ISO-Umweltzeichen (International Organization for Standardization) Typ 1 eingestuft und wurde vom Global Ecolabeling Network erfolgreich geprüft, was seine Glaubwürdigkeit unterstreicht.</p> <p>Seit seiner Gründung im Jahr 1988 wurde ECOLOGO in mehr als 350 Spezifikationen und Normen anerkannt oder referenziert, und UL Environment verfügt über Teams für öffentliche Angelegenheiten und Öffentlichkeitsarbeit, die sich für die weitere Förderung der Marktakzeptanz einsetzen.</p>
	<p><u>ECOProdukt</u></p>	<p>ECOproduct ist eine norwegische Methode zur Auswahl umweltfreundlicher Baumaterialien und Chemikalien auf der Grundlage von Informationen in einer Umweltproduktdeklaration (EPD) oder einem Sicherheitsdatenblatt. Die Methode wurde in Zusammenarbeit mit verschiedenen Organisationen der Bauindustrie und Bauunternehmen in Norwegen entwickelt.</p> <p>Jedes Produkt erhält ein Zeichen für Innenraumklima, gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe, globales Erwärmungspotenzial und Ressourcenverbrauch. Das Umweltprofil wird auf einfache Weise visuell dargestellt, indem ein grünes, weißes oder rotes Symbol für die oben genannten Bereiche angezeigt wird (für Chemikalien; nur für gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe). Die spezifischen Umweltdaten können zusätzlich zu den eigentlichen EPDs/Sicherheitsdatenblättern für jedes Produkt auf einer erweiterten Ebene genauer untersucht werden.</p> <p>Die ECOproduct-Datenbank wird von Norsk Byggtjeneste (Norwegisches Bauzentrum) betrieben.</p>
	<p><u>EcoMaterial</u></p>	<p>Die EcoMaterial-Zertifizierung bietet eine unabhängige Überprüfung durch Dritte, dass ein Material unter Anwendung von Strategien hergestellt wurde, die darauf abzielen, eine hohe Leistung in Bezug auf die Sicherheit für Mensch und Umwelt und die Umweltqualität in Innenräumen, funktionale Eigenschaften, Wassereffizienz, Energieeffizienz und Rohstoffauswahl zu erreichen.</p> <p>Das Prinzip der Norm ist ein individueller Ansatz für jedes Material, je nach seinem funktionalen Zweck. Die Prüfung</p>



		<p>der Einhaltung der Norm erfolgt auf der Grundlage von Laboruntersuchungen, der Analyse der Umweltdokumentation des Unternehmens und der Bewertung des Herstellers.</p> <p>Wenn das Material die verbindlichen Anforderungen der Norm erfüllt und mindestens 65 Punkte erreicht, erhält es das Konformitätszertifikat und das Recht, das EcoMaterial-Umweltzeichen zu verwenden. Jedes Jahr bestätigt der Hersteller die Einhaltung der Norm durch Dokumentation oder Audit.</p>
	<p><u>Effinatur</u></p>	<p>Die Effinature-Zertifizierung wurde entwickelt, um den Trend zur Verschlechterung der biologischen Vielfalt im Bausektor umzukehren und das Bewusstsein der Stadtplaner für dieses wichtige Thema zu schärfen.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bestimmen Sie den Wert des Standorts und das ökologische Potenzial des Projekts. -Bewahrung des vorhandenen Naturerbes und der bestehenden Landschaft. -Kontrolle der Auswirkungen des Projekts auf die biologische Vielfalt und das Wohlbefinden der Anwohner. -Erschließung des ökologischen Potenzials des Projekts durch einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der biologischen Vielfalt. -Schulung der Projektbeteiligten und Sensibilisierung der Öffentlichkeit. <p>Die Effinature-Zertifizierung wurde so konzipiert, dass sie Teil der Planung, des Baus und des Betriebs des Projekts ist. Die Effinature-Zertifizierung umfasst über 100 Kontrollpunkte für die biologische Vielfalt, die durch einen konzertierten wissenschaftlichen Ansatz festgelegt wurden: Organisation, Planung, Realisierung und Betrieb.</p>
	<p><u>Ekologicky setrny vyrobek / Umweltfreundliches Produkt</u></p>	<p>Das Umweltzeichen "Ekologicky setrny vyrobek" ist das offiziell registrierte Zeichen des tschechischen Umweltzeichenprogramms (Nationales Programm zur Kennzeichnung umweltfreundlicher Produkte). Es wurde am 14. April 1994 eingeführt. Das Programm wird von CENIA, der tschechischen Umweltinformationsagentur, verwaltet. Der Garant des Programms ist das Umweltministerium. Im Jahr 2004 wurde der Geltungsbereich des Programms um die Möglichkeit erweitert, Dienstleistungen zu zertifizieren, beginnend mit touristischen Beherbergungsbetrieben. Gleichzeitig wurde eine neue Version des Umweltzeichens (Ekologicky setrna sluzba / Umweltfreundlicher Service) eingeführt. Gegenwärtig kann das tschechische Umweltzeichen für 41 Produktkategorien und zwei Dienstleistungskategorien erworben werden. Auf dem</p>



		Markt sind etwa 400 Produkte und Dienstleistungen von rund 100 Unternehmen, die das Zeichen tragen.
	<u>Produkt-Umwelt-Erklärung</u>	Das übergeordnete Ziel einer Umweltproduktdeklaration (Environmental Product Declaration, EPD) ist es, relevante, geprüfte und vergleichbare Informationen bereitzustellen, um den verschiedenen Kunden- und Marktanforderungen gerecht zu werden. Das internationale EPD®-System soll Organisationen dabei helfen und unterstützen, die Umweltleistung ihrer Produkte (Waren und Dienstleistungen) glaubwürdig und verständlich zu kommunizieren.
	<u>Umweltfreundliches Label: Kroatien</u>	Das Hauptziel der Vergabe des Umweltzeichens ist die Förderung von Produkten, die im Vergleich zu anderen gleichwertigen Produkten weniger umweltschädlich sind. Die Vergabe des Umweltzeichens wurde eingeführt, um die Entwicklung neuer (z. B. abfallarmer) Technologien, die Produktion und den Verbrauch von Produkten mit geringeren Umweltauswirkungen, die Verringerung der Umweltverschmutzung und einen wirtschaftlicheren Umgang mit Rohstoffen und Energie zu fördern. Es fördert die Sorge um den Umwelt- und Verbraucherschutz. Es wurde bisher hauptsächlich für Produkte verwendet, aber jetzt führen wir es auch für Dienstleistungen ein.
	<u>GEV-GEV-Emicode</u>	Verlegewerkstoffe, die mit dem GEV-Zeichen EMICODE EC1 gekennzeichnet sind, sind sehr emissionsarm und bieten den größtmöglichen Schutz vor Luftverschmutzung in Innenräumen.
	<u>Greenspec PASS</u>	GreenSpec PASS kennzeichnet und unterstützt umweltfreundliche Baumaterialien, Produkte und Geräte. Das PASS-Label zeigt an, dass ein Produkt aufgrund seiner hervorragenden Umwelteigenschaften ausgewählt und empfohlen wurde. PASS wird von Architekten und Planern zum Nutzen der anderen Bauplaner organisiert und betrieben.



	<p><u>Ungarisches Umweltzeichen</u> <u>/ Környezetbarát Termék</u> <u>Védjegy</u></p>	<p>Ungarisches nationales Umweltzeichen, das 1994 vom Umweltministerium entwickelt wurde. Die Ziele und Verfahren entsprechen den Anforderungen der ISO-Norm 14024.</p>
		<p><u>IBU-Umweltdeklaration Typ III (IBU-Umweltproduktdeklaration)</u></p> <p>Es handelt sich um eine Typ-III-Erklärung für Bauprodukte. Sie basiert auf ISO 14025 sowie ISO 21930 und EN 15804 und deklariert Umweltinformationen auf einer Pass/Fail-Basis. Sie soll Eigenschaften von Bauprodukten aufzeigen, die für die Umweltleistung von Gebäuden relevant sind, und basiert auf einer Lebenszyklusanalyse.</p> <p>Derzeit gibt es 96 Deklarationsinhaber, die zusammen über 230 Umweltproduktdeklarationen (EPD) verfügen, da sie mehrere EPDs für verschiedene Produkte erhalten können.</p> <p>Alle EPDs basieren auf so genannten Produktkategorieregeln (PCR), die die Regeln für eine bestimmte Gruppe (Kategorie) von Bauprodukten festlegen. Die PCRs basieren auf allgemeinen Programmregeln ("General Principles") und den ihnen zugrunde liegenden Normen (ISO 14025, ISO 21930, EN 15804).</p>
	<p><u>Luftkomfort in Innenräumen</u></p>	<p>Die Eurofins "Indoor Air Comfort" Produktzertifizierung ist ein innovatives Instrument zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an niedrige VOC-Emissionen von Bauprodukten und Möbeln aller relevanten europäischen Spezifikationen auf zwei Ebenen: Die Standardstufe "Indoor Air Comfort - zertifiziertes Produkt" zeigt die Übereinstimmung der Produktemissionen mit allen von den Behörden in der Europäischen Union erlassenen gesetzlichen Vorgaben. Das höhere Niveau "Indoor Air Comfort GOLD - zertifiziertes Produkt" zeigt die Übereinstimmung der Produktemissionen mit den freiwilligen Spezifikationen aller relevanten Umweltzeichen und ähnlichen Spezifikationen in der EU.</p>



	<p><u>M1 Emissionsklassifizierung von Baumaterialien</u></p>	<p>EMISSIONSKLASSIFIZIERUNG VON BAUSTOFFEN (M1) Ziel dieser Klassifizierung ist es, die Entwicklung und Verwendung von emissionsarmen Baustoffen zu fördern, damit die Emissionen der Baustoffe nicht zu einem erhöhten Lüftungsbedarf führen. Die Klassifizierung enthält Anforderungen an Materialien, die in normalen Arbeitsräumen und Wohnräumen verwendet werden. Für raumlufttechnische Bauteile gibt es eine eigene Reinheitsklassifizierung für raumlufttechnische Bauteile.</p>
	<p><u>Minergie-ECO</u></p>	<p>MINERGIE ECO ist ein Label für neue und sanierte Gebäude mit niedrigem Energieverbrauch, das ökologische und soziale Anforderungen berücksichtigt. Es kann mit MINERGIE, MINERGIE-P und MINERGIE-A kombiniert werden, welche Standards sind, die sich mehr auf den Energieverbrauch konzentrieren.</p> <p>Gesundheitliche Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> -hoher Prozentsatz an Tageslicht anstelle von Strom -Schalldämmung -Innenraumlufthqualität (Minimierung von Schadstoffemissionen aus Baumaterialien, Begrenzung ionisierender (Radongas) und nichtionisierender Strahlung) <p>Ökologische Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> -leicht verfügbare Rohstoffe -hoher Anteil an recycelten Baumaterialien -Baumaterialien mit geringer Umweltbelastung (auf andere Umweltzeichen angewiesen) -umweltfreundliche Einwegbaustoffe -lange Lebensdauer, Flexibilität, Demontierbarkeit
	<p><u>Nationales Programm zur Umweltprüfung und Umweltkennzeichnung in der Slowakischen Republik (NPEHOV)</u></p>	<p>Das nationale Umweltkennzeichnungssystem - Umweltfreundliches Produkt - wird durch das Gesetz Nr. 469/2002 über die Umweltkennzeichnung von Produkten in der durch spätere Bestimmungen geänderten Fassung angepasst.</p> <p>Ihr Ziel ist es, die Entwicklung der Produktion und des Verbrauchs von Produkten zu fördern, die sich auf die Verringerung der negativen Auswirkungen auf die Umwelt, den Energieverbrauch und den Verbrauch von Rohstoffen und gefährlichen Stoffen auswirken, die Kenntnisse der Öffentlichkeit, der Hersteller, der Lieferanten und der Verkäufer über die Umweltverträglichkeit von Produkten zu verbessern und die Umweltverschmutzung zu verringern.</p>



	<p><u>Nordisches Umweltzeichen</u> oder "Schwan"</p>	<p>Zeigt, dass ein Produkt eine gute Wahl für die Umwelt ist. Das "Schwan"-Symbol, wie es in den nordischen Ländern genannt wird, gibt es für 65 Produktgruppen. Der Schwan prüft, ob die Produkte bestimmte Kriterien erfüllen, indem er beispielsweise Proben von unabhängigen Labors, Zertifikate und Kontrollbesuche verwendet.</p> <p>In jedem nordischen Land gibt es lokale Büros, die für die Entwicklung von Kriterien, Kontrollbesuche, Lizenzvergabe und Vermarktung zuständig sind. In Dänemark wird das Nordische Umweltzeichen von Ecolabelling Denmark bei der Danish Standards Foundation verwaltet, in Schweden von Ecolabelling Sweden AB, in Finnland von Finnish Standards, in Norwegen von The Foundation for Ecolabelling und in Island von der The Environment Agency, die dem Umweltministerium unterstellt ist.</p>
	<p><u>OK Kompost</u></p>	<p>Verpackungen oder Produkte, die das OK Compost-Logo tragen (basierend auf der europäischen Norm EN 13432: 2000), sind garantiert biologisch abbaubar und kompostierbar in einer industriellen Kompostieranlage; dies gilt für alle Komponenten, Druckfarben und Zusatzstoffe. Jedes Produkt, das das OK Compost-Logo trägt, entspricht den Anforderungen der EU-Verpackungsrichtlinie (94/62/EWG).</p>
	<p><u>OK Kompost HOME</u></p>	<p>OK compost HOME garantiert die vollständige biologische Abbaubarkeit unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen in Komposthaufen von Hausgärten.</p>
	<p><u>OK biobasiert</u></p>	<p>OK biobased label bietet eine umfassende Garantie über die Herkunft Ihrer Produkte. Auf der Grundlage des ermittelten Anteils an nachwachsenden Rohstoffen (% biobasierter Kohlenstoff) kann Ihr Produkt als ein-, zwei-, drei- oder viersterne-biobasiert zertifiziert werden.</p>
	<p><u>OK biologisch abbaubarer</u> <u>BODEN</u></p>	<p>Das Label OK biodegradable SOIL garantiert, dass ein Produkt im Boden vollständig biologisch abgebaut wird, ohne die Umwelt zu beeinträchtigen.</p>



	<p><u>OK biologisch abbaubar</u> <u>WASSER</u></p>	<p>Produkte, die für OK Biodegradable WATER zertifiziert sind, garantieren den biologischen Abbau in einer natürlichen Süßwasserumgebung und tragen somit wesentlich zur Reduzierung von Abfällen in Flüssen, Seen oder anderen natürlichen Süßgewässern bei. Beachten Sie, dass dies nicht automatisch die biologische Abbaubarkeit in Meeresgewässern garantiert.</p>
	<p><u>Passivhaus</u></p>	<p>PassivHaus ist ein Zertifikat für besonders energieeffiziente Gebäude, das vom PassivHaus-Institut in Deutschland entwickelt wurde und in Kanada, Deutschland, dem Vereinigten Königreich und den USA vergeben wird.</p> <p>Ein Passivhaus ist ein sehr gut gedämmtes, praktisch luftdichtes Gebäude, das hauptsächlich durch passive Solargewinne und durch interne Gewinne von Personen, elektrischen Geräten usw. beheizt wird. Energieverluste werden auf ein Minimum reduziert. Der verbleibende Wärmebedarf wird von einer extrem kleinen Quelle gedeckt. Die Vermeidung von Wärmegewinnen durch Beschattung und Fensterausrichtung trägt auch dazu bei, die Kühllast zu begrenzen, die ebenfalls auf ein Minimum reduziert wird. Ein Ventilator mit Energierückgewinnung sorgt für eine konstante, ausgewogene Frischluftzufuhr. Das Ergebnis ist ein beeindruckendes System, das nicht nur bis zu 90 % der Heizkosten einspart, sondern auch für eine einmalig gute Raumluftqualität sorgt.</p>
	<p><u>Programme for the</u> <u>Endorsement of Forest</u> <u>Certification (PEFC)</u></p>	<p>Das Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) ist eine internationale gemeinnützige Nichtregierungsorganisation, die sich der Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung durch die Zertifizierung durch unabhängige Dritte verschrieben hat. Sie arbeitet entlang der gesamten Forstlieferkette, um gute Praktiken im Wald zu fördern und sicherzustellen, dass Holz und Nichtholzprodukte aus dem Wald unter Beachtung ökologischer, sozialer und ethischer Standards produziert werden.</p> <p>PEFC ist eine Dachorganisation. Sie unterstützt nationale Waldzertifizierungssysteme, die im Rahmen von Multi-Stakeholder-Prozessen entwickelt und auf lokale Prioritäten und Bedingungen zugeschnitten werden. Jedes nationale Waldzertifizierungssystem wird einer strengen Bewertung durch Dritte anhand der einzigartigen PEFC-Nachhaltigkeits-Benchmark unterzogen.</p> <p>Heute zählt PEFC über 35 nationale Zertifizierungssysteme zu seinen Mitgliedern. Zusammen machen diese über 220 Millionen Hektar zertifizierter Wälder aus.</p>




	<p><u>SCS Recycler Inhalt</u></p>	<p>Die SCS-Zertifizierung für recycelten Inhalt erkennt Produkte an, die entweder ganz oder teilweise aus recyceltem Abfallmaterial anstelle von neuen Rohstoffen hergestellt wurden. Der prozentuale Anteil an recyceltem Post-Consumer- oder Pre-Consumer-Material wird in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Federal Trade Commission und den ISO-Normen angegeben. Der Zertifizierungsprozess umfasst die Prüfung des Unternehmens und der Lieferkette. Die Zertifizierung und die Dokumentation tragen dazu bei, dass sich die Produkte für Punkte im Rahmen des LEED-Bewertungssystems qualifizieren.</p>
	<p><u>SEHEN Sie, worauf Sie sich einlassen</u></p>	<p>SEE What You Are Buying Into ist ein Kennzeichnungssystem für Unternehmen, die offen und ehrlich über ihre Sozial-, Umwelt- und Ethikpolitik und -praxis berichten.</p> <p>Um das SEE-Logo verwenden zu können, füllt ein Unternehmen den SEE-Fragebogen aus, der in Zusammenarbeit mit führenden NROs entwickelt wurde. Die Unternehmen garantieren die Richtigkeit und Wahrhaftigkeit ihrer Antworten und veröffentlichen sie auf der Website SEE What You Are Buying Into, damit die Öffentlichkeit sie prüfen, überwachen und kommentieren kann. Mit Hilfe der Web 2.0-Technologie entwickelt sich das System zu einer sozialen Bewegung.</p> <p>Unternehmen und Bürger arbeiten gemeinsam an der Verbesserung der SEE-Verantwortung von Unternehmen.</p>
		<p><u>SMaRT-Konsens Nachhaltige Produktstandards</u></p> <p>Sustainable Materials Rating Technology (SMaRT) ist der Konsensstandard für nachhaltige Produkte und das Label für Bauprodukte, Gewebe, Bekleidung, Textilien und Bodenbeläge, das mehr als 80 % der weltweiten Produkte mit ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Kriterien abdeckt.</p> <p>Sie ist das Ergebnis von 17 Jahren Normungsarbeit mit sechs nationalen Abstimmungen, an denen Tausende von Fachleuten beteiligt waren.</p> <p>SMaRT ist der Leadership Sustainable Product Standard, der vom LEED Green Building Standard und der Leadership Standards Campaign von führenden Umweltgruppen, Einkäufern, Regierungen und Unternehmen anerkannt wird.</p> <p>SMaRT erfordert 28 Punkte für die Einstiegszertifizierung und 156 Punkte für die Platin-Zertifizierung, wobei 15 Punkte aus den Voraussetzungen stammen. SMaRT deckt alle Produktstufen ab, ist eine ISO-konforme Ökobilanz und umfasst mehr als 40 Standards für einzelne Attribute. Es wurde von 20 führenden Organisationen übernommen, darunter der US Green Building Council</p>



		<p>und 11 Fortune-500-Unternehmen mit einem Jahresumsatz von über 100 Milliarden Dollar. SMaRT umfasst andere bekannte nachhaltige Standards und Praktiken und baut auf diesen auf.</p>
	<p><u>Grünes-Siegel-System von Singapur (SGLS)</u></p>	<p>Das Singapore Green Labeling Scheme (SGLS) soll der Öffentlichkeit dabei helfen, umweltfreundliche Produkte zu erkennen, die bestimmte, im Rahmen des Systems festgelegte Umweltstandards erfüllen, und es soll den Umweltkonsum in Singapur fördern sowie die wachsende Nachfrage nach umweltfreundlicheren Produkten auf dem Markt ermitteln. Das System soll die Hersteller dazu ermutigen, umweltfreundliche Produkte zu entwickeln und herzustellen.</p> <p>Es wurde im Mai 1992 vom Umweltministerium ins Leben gerufen. Am 5. Juni 1999 wurde es an den Umweltrat von Singapur (SEC) übergeben und untersteht derzeit dem SEC.</p>
	<p><u>SundaHus Miljödata</u></p>	<p>SundaHus Environmental Data ist eine Umweltbewertung von Produkten, die im Bauwesen und in Gebäuden verwendet werden. Das Herzstück des Systems ist eine Datenbank mit Stoffen, Materialien und Produkten. Die Produktbewertung basiert auf der Produktdokumentation des Anbieters in Verbindung mit den PRIO-Kriterien der schwedischen Chemikalienaufsichtsbehörde und den REACH-Richtlinien der EU.</p> <p>Die Bewertung basiert auf einer Kombination der folgenden Punkte: Inhaltsstoffe und Substanzen sowie die Rohstoffe Bauprodukt Gesundheits- und Umweltgefährdung unter: Herstellungsphase Bauphase Nutzungsphase Abfallphase Abbruch- und Abfallstoffe Dokumentation</p> <p>Die Produkte werden bewertet und mit einem der Buchstaben A, B, C oder D versehen, wobei A die beste Bewertung darstellt.</p>
	<p><u>Initiative für nachhaltige Forstwirtschaft (SFI)</u></p>	<p>Das SFI-Programm verfügt über Produktkennzeichnungen, die Kunden und Verbrauchern helfen, genau zu erkennen, was sie kaufen: drei SFI-Produktkettenkennzeichnungen und eine SFI-zertifizierte Herkunftskennzeichnung.</p> <p>-SFI Chain-of-Custody-Labels erlauben die Verwendung von Fasern aus zertifizierten Wäldern, zertifizierter Beschaffung und recyceltem Post-Consumer-Material. Alle diese Begriffe sind in den SFI-Definitionen (Abschnitt 13 der SFI 2010-2014 Standard Requirements) definiert. Zertifizierte Waldinhalte können Fasern enthalten, die nach dem SFI-Standard 2010-2014 (Ziele für die Landbewirtschaftung), der Canadian Standards Association (CAN/CSA-Z809)</p>



		<p>und/oder der Einzel- und Gruppenzertifizierung des American Tree Farm System (ATFS) zertifiziert sind.</p> <p>–Das SFI-Siegel für zertifizierte Beschaffung und die entsprechende Angabe machen keine Aussagen über zertifizierte Waldinhalte. Zertifizierte Beschaffung kann Fasern umfassen, die von einem Unternehmen stammen, das die Ziele 8-20 von Abschnitt 2 - Anforderungen des SFI-Standards 2010-2014 an die Faserbeschaffung erfüllt, aus vor oder nach dem Verbrauch recycelten Inhalten oder aus einem zertifizierten Wald stammen, sowie Fasern, die aus nicht umstrittenen Quellen stammen. Zertifizierte Beschaffung ist ein definierter Begriff in den SFI-Definitionen (Abschnitt 13 der Anforderungen des SFI 2010-2014 Standards).</p> <p>Ein Hinweis zur Verwendung von Labels: Organisationen, die Etiketten des SFI-Programms verwenden möchten, müssen sich an das SFI Office of Label Use and Licensing wenden, das die Verwendung aller SFI-Etiketten und -Angaben genehmigen muss.</p>
	<p><u>SustentaX</u></p>	<p>SustentaX ist ein brasilianisches Umweltzeichen, das den Verbrauchern hilft, nachhaltige Produkte, Materialien, Ausrüstungen und Dienstleistungen zu erkennen. Produkte mit dem SustentaX-Siegel werden auf ihre Qualität und menschliche Sicherheit geprüft. Die Hersteller müssen ihre soziale und ökologische Verantwortung sowie ihr Marketing nachweisen. Das unabhängige Prüfverfahren für das SustentaX-Siegel basiert auf der ISO-Norm 14024.</p>
	<p><u>Vitalität Blatt</u></p>	<p>"Vitality Leaf" wurde von der russischen NGO Non-Profit-Partnerschaft Ecological Union im Jahr 2001 entwickelt, ist offiziell registriert, offen und klar für alle potenziellen Teilnehmer.</p> <p>Mitglied des Global Ecolabelling Network seit 2007.</p> <p>Seit 2011 zertifiziertes Mitglied des Global Ecolabelling Network's Internationally Coordinated Ecolabelling System (GENICES).</p> <p>Die Kriterien für die Zertifizierung werden nach dem Lebenszykluskonzept gemäß der Norm ISO 14024 entwickelt.</p> <p>Die wichtigsten Ziele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> –Förderung der Nachfrage nach und des Angebots von ökologisch vorteilhaften Produkten und Dienstleistungen. –Beitrag zur Verringerung der Umweltauswirkungen der Produzenten. –Verbesserung der Umweltqualität und Förderung eines nachhaltigen Ressourcenmanagements.

		<p>Es werden 25 Normen zur Bewertung der Umweltsicherheit für Bau- und Konstruktionsmaterialien, Elektronik, Reinigungsmittel, Beleuchtung, Lebensmittel, Büros, Geschäfte und Hotels entwickelt.</p>
	<p><u>Waterwise Marque</u></p>	<p>Die Marke wird jährlich an Produkte verliehen, die die Wasserverschwendung reduzieren oder das Bewusstsein für Wassereffizienz im Vereinigten Königreich schärfen.</p>
	<p><u>WindMade</u></p>	<p>Windmade™ ist ein Verbrauchersiegel, das Produkte und Unternehmen kennzeichnet, die Windenergie nutzen. WindMade™ hat sich zum Ziel gesetzt, die Investitionen von Unternehmen in die Windenergie zu erhöhen, indem es die Verbraucher über die Nutzung der Windenergie durch Unternehmen informiert und die Nachfrage nach Produkten, die diese saubere und erneuerbare Energiequelle nutzen, steigert.</p> <p>Um das WindMade-Label für ihre Kommunikation oder Produkte verwenden zu können, müssen die WindMade-Mitglieder ein Zertifizierungsverfahren durchlaufen, um ihre Windenergiebeschaffung zu überprüfen. Ziel ist es, die Entwicklung neuer Windkraftanlagen zu fördern, die über das hinausgehen, was ohnehin entwickelt werden würde.</p> <p>Windmade wird von einer unabhängigen gemeinnützigen Organisation verwaltet und von einem Konsortium unterstützt, zu dem der WWF, der UN Global Compact, der Global Wind Energy Council, die LEGO Group, Vestas Wind Systems, PricewaterhouseCoopers und Bloomberg gehören.</p>
	<p><u>Ebene</u></p>	<p>Das Level®-Zeichen weist darauf hin, dass ein Möbelprodukt von einem unabhängigen Zertifizierer nach dem ANSI/BIFMA e3-Nachhaltigkeitsstandard für Möbel mit mehreren Attributen bewertet wurde. Produkte können mit einem Level 1, Level 2 oder Level 3 Konformitätszeichen ausgezeichnet werden, basierend auf der in der Nachhaltigkeitsbewertung erzielten Gesamtpunktzahl.</p> <p>level® wurde entwickelt, um ein offenes und ganzheitliches Instrument zur Bewertung und Kommunikation der ökologischen und sozialen Auswirkungen von Möbelprodukten in der gebauten Umwelt zu schaffen. Unter Berücksichtigung des sozialen Handelns eines Unternehmens, des Energieverbrauchs, der Materialauswahl und der Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Ökosystem befasst sich level® mit der Frage, wie nachhaltig ein Produkt aus verschiedenen Perspektiven ist.</p>

QUELLEN:

<https://www.greenspec.co.uk/ecolabels/>

<https://www.greenspec.co.uk/ecolabels-used-in-europe/>

3. EU-Normen für die Öko-Kennzeichnung und rechtlicher Rahmen und EU-Umweltzeichen

3.1. Über das EU-Umweltzeichen

Das EU-Umweltzeichen hilft Verbrauchern, Einzelhändlern und Unternehmen, wirklich nachhaltige Entscheidungen zu treffen.

Das 1992 eingeführte EU-Umweltzeichen ist zu einem Synonym für Qualität und die Einhaltung höchster Umweltstandards geworden. Das bedeutet, dass Produkte (Waren und Dienstleistungen), die das ikonische Symbol der "EU-Blume" tragen, alle Kriterien erfüllen und sich das Recht verdient haben, der wachsenden Gemeinschaft des EU-Umweltzeichens beizutreten!

Das EU-Umweltzeichen ist ein weltweit anerkanntes, freiwilliges System zur Förderung von Waren und Dienstleistungen, die auf der Grundlage standardisierter Verfahren und wissenschaftlicher Erkenntnisse eindeutig umweltfreundlich sind.

Die Funktionsweise des EU-Umweltzeichens ist in der offiziellen [Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates](#) dargelegt. Es wird von der Europäischen Kommission und den Mitgliedstaaten gemäß den im [strategischen Arbeitsplan für das EU-Umweltzeichen](#) festgelegten Prioritäten verwaltet.



Abbildung 2. Das Logo des EU-Umweltzeichens

Das EU-Umweltzeichen ist das einzige EU-weite System zur Vergabe eines Umweltzeichens nach ISO 14024 Typ I. Das europaweit anerkannte System ist multikriteriell und berücksichtigt die wichtigsten Umweltauswirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus, von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung.

Das EU-Umweltzeichen wird von Dritten überprüft, d. h. unabhängige Sachverständige sind für die Kontrolle der Einhaltung der Kriterien für das EU-Umweltzeichen zuständig.

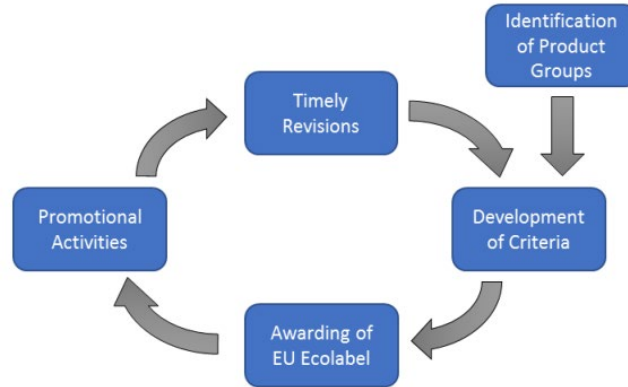


Abbildung 3. Der Zyklus der Vergabe des EU-Umweltzeichens

Vor mehr als 30 Jahren als "gemeinschaftliches Umweltzeichen" eingeführt, ist es inzwischen in vielen EU-Ländern das größte und bekannteste System. Die Verbraucher achten zunehmend auf die "EU-Blume" auf Produkten, um sich für nachhaltigere Produkte zu entscheiden.

Mit seinem breiten Spektrum an Produktkategorien und seiner zunehmenden Akzeptanz zieht das EU-Umweltzeichen immer mehr Hersteller und Einzelhändler an, die sich dem System anschließen, das heute verschiedene Kategorien und eine wachsende Zahl von Produktgruppen abdeckt. Unabhängige Sachverständige helfen bei der Überprüfung, ob für Produkte mit dem EU-Umweltzeichen nachhaltige Inhaltsstoffe verwendet und gefährliche, giftige oder anderweitig schädliche Stoffe vermieden werden. Erfolgreiche Antragsteller weisen auch nach, dass sie minimale, recycelte und/oder leicht zu recycelnde Verpackungen verwenden.

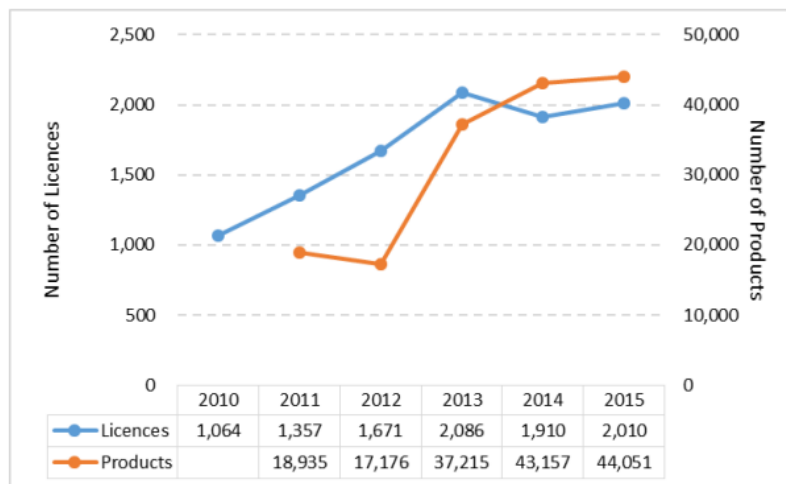


Abbildung 4. Anzahl der EU-Umweltzeichenlizenzen und Produkte

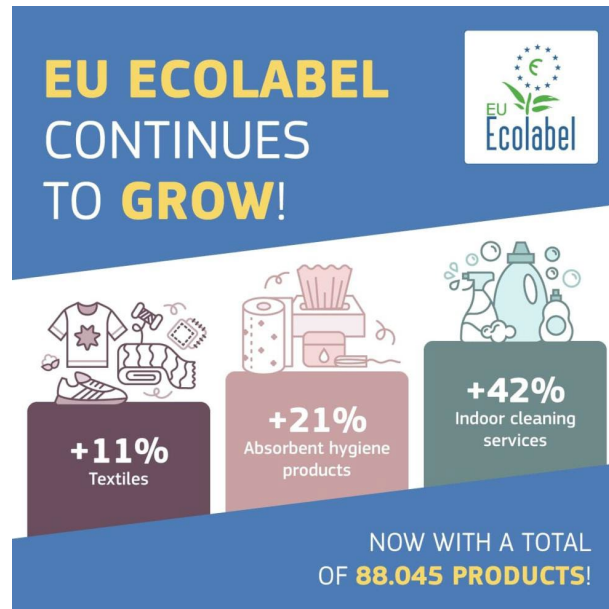


Abbildung 5. März 2023 Statistik Veröffentlichung über die Anzahl der EU-Umweltzeichenlizenzen und -produkte, Stand März 2023

3.2. Struktur des EU-Umweltzeichens

3.2.1. Die Europäische Kommission

Die [Europäische Kommission](#) verwaltet das EU-Umweltzeichen auf EU-Ebene, um sicherzustellen, dass die EU-Umweltzeichenverordnung korrekt umgesetzt wird.

Die Kommission ist für die Ausarbeitung des endgültigen Entwurfs der Kriteriendokumente zuständig und berücksichtigt dabei die Stellungnahmen des Ausschusses für das EU-Umweltzeichen (AUEU) (siehe unten). Die Entwicklung oder Überarbeitung der Kriterien für das EU-Umweltzeichen kann auch von anderen Parteien als der Europäischen Kommission (Mitgliedstaaten, zuständige Stellen und andere Interessengruppen) initiiert und geleitet werden.

Die Kommission nimmt die Kriterien für das EU-Umweltzeichen für jede Produktgruppe als "Kommissionsentscheidungen" an, nachdem der Regelungsausschuss für das EU-Umweltzeichen die Kriterien mit qualifizierter Mehrheit angenommen hat.

3.2.2. Ausschuss für das Umweltzeichen der Europäischen Union

Der Ausschuss für das Umweltzeichen der Europäischen Union (AUEU) setzt sich aus Vertretern der zuständigen Stellen der Europäischen Union, Islands, Liechtensteins und Norwegens sowie aus Vertretern der folgenden Organisationen zusammen:

13 Interessenvertretungen (Mitglieder des Typs C)

Das Europäische Verbraucherbüro (BEUC)

Europäisches Umweltbüro (EEB)

EuroCommerce

Eurochambres

Kollaborationszentrum für nachhaltigen Verbrauch und nachhaltige Produktion (CSCP)
Kunststoff-Recycler Europa
Europäischer Rat der chemischen Industrie (CEFIC)
World Wide Fund for Nature (WWF)
Better Finance - der europäische Verband der Investoren und Nutzer von Finanzdienstleistungen
Europäische Vereinigung für Fonds- und Vermögensverwaltung (EFAMA)
Europäische Sparkassen- und Privatkundengruppe (ESBG)
Versicherung Europa
Europäische Bankenvereinigung (EBF)

3 EU/UN-Gremien (3 Mitglieder des Typs E)

Europäische Chemikalienagentur (ECHA)
Europäische Investitionsbank (EIB)
Internationale Arbeitsorganisation (ILO)

Der AUEU beteiligt sich an der Ausarbeitung und Überarbeitung der Kriterien für das EU-Umweltzeichen und an der Überprüfung der Umsetzung der EU-Umweltzeichenregelung. Außerdem berät und unterstützt er die Kommission in diesen Bereichen und gibt insbesondere Empfehlungen zu Mindestanforderungen an die Umweltleistung ab.

3.2.3. Zuständige nationale Stellen

Die zuständigen nationalen Stellen sind unabhängige und unparteiische Organisationen, die von den Staaten des Europäischen Wirtschaftsraums innerhalb oder außerhalb der Ministerien benannt werden. Sie sind für die Umsetzung der EU-Umweltzeichenregelung auf nationaler Ebene zuständig und sollten die erste Anlaufstelle für alle Fragen von Antragstellern sein.

Sie nehmen die Anträge entgegen, bewerten sie und vergeben das EU-Umweltzeichen an Produkte, die die dafür festgelegten Kriterien erfüllen. Als solche sind sie dafür verantwortlich, dass das Prüfverfahren auf einheitliche, neutrale und zuverlässige Weise von einer Partei durchgeführt wird, die von dem zu prüfenden Unternehmen unabhängig ist und sich auf internationale, europäische oder nationale Normen und Verfahren für Stellen stützt, die Produktzertifizierungssysteme betreiben.

Die zuständigen Stellen treffen sich regelmäßig im Rahmen des Forums der zuständigen Stellen, um Erfahrungen auszutauschen und eine einheitliche Umsetzung des Systems in den verschiedenen Ländern zu gewährleisten.

3.2.4. Interessengruppen

Bei der Ausarbeitung der Kriterien muss eine ausgewogene Beteiligung aller relevanten Interessengruppen (interessierte Parteien), die mit einer bestimmten Produktgruppe zu tun haben, wie z. B. Industrie und Dienstleistungsanbieter, einschließlich KMU, und deren Unternehmensverbände, Gewerkschaften, Händler, Einzelhändler, Importeure, Umweltschutzgruppen und Verbraucherorganisationen, gewährleistet sein.

3.3. Entsprechung zwischen EU-Umweltzeichen und nationalen Kennzeichnungssystemen

Um die Kriterien der europäischen Umweltzeichenregelungen zu harmonisieren, sieht Artikel 11 der EU-Umweltzeichenverordnung¹ vor, dass in Fällen, in denen für eine bestimmte Produktgruppe EU-Umweltzeichenkriterien bestehen, andere auf nationaler oder regionaler Ebene offiziell anerkannte Umweltzeichen nach EN ISO 14024 Typ I, die diese Produktgruppe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der EU-Umweltzeichenkriterien nicht abdecken, nur dann auf diese Produktgruppe ausgedehnt werden dürfen, wenn die im Rahmen dieser Regelungen entwickelten Kriterien mindestens so streng sind wie die EU-Umweltzeichenkriterien. Darüber hinaus ist in Artikel 11 der EU-Umweltzeichenverordnung festgelegt, dass die Kriterien für das EU-Umweltzeichen auch die Kriterien berücksichtigen, die in offiziell anerkannten (EN ISO 14024 Typ I) Umweltzeichenregelungen der Mitgliedstaaten entwickelt wurden.

Umweltzeichen des Typs I, die gemäß der obigen Definition auf nationaler/regionaler Ebene offiziell anerkannt sind und daher unter Artikel 11 fallen, sind:

1. Österreichisches Umweltzeichen (AUSTRIA)
2. Ekologicky Setrny Vyrobek (TSCHECHISCHE REPUBLIK)
3. Nordisches Umweltzeichen (DÄNEMARK, NORWEGEN; SCHWEDEN, ISLAND, FINNLAND)
4. Blauer Engel (DEUTSCHLAND)
5. Ungarisches Umweltzeichen (HUNGARY)
6. Polnisches Umweltzeichen (POLEN)
7. NL Milieukeur (NIEDERLANDE)
8. Nationales Programm zur Umweltprüfung und Umweltkennzeichnung in der Slowakei Republik NPEHOW (SLOWAKEI)
9. Katalanischer Preis für Umweltqualitätsgarantie (SPANIEN, KATALONIEN)
10. TCO-Zertifizierung (IT-Produkte) (SCHWEDEN)

Der Erfassungsbereich der verschiedenen Umweltzeichen für die ausgewählten Produktgruppen ist in der nachstehenden Tabelle 2 aufgeführt. Von dieser Stichprobe aller Produktgruppensätze wurde aufgrund der begrenzten Ressourcen nur ein Teil analysiert, wobei versucht wurde, alle Umweltzeichen und Produktgruppen abzudecken. Zusammenfassend wurden 33 Kriteriensätze für 12 Umweltzeichen des Typs I und 9 Produktgruppen analysiert; die Ergebnisse sind in diesem Bericht enthalten.

Tabelle 2. Matrix des Erfassungsbereichs der verschiedenen untersuchten Umweltzeichenregelungen und Produktgruppen



	Hung	AT	CZ	Nordic	Blue Angel	Mil (NL)	Slovak (SK)	Cat. Award	TCO	NF*	Good Choice*	Green Mark*
Rinse-off cosmetics												
All-Purpose and Sanitary Cleaners												
Laundry detergents												
Paints and varnishes												
Personal, Notebook and Tablet Computers												
Furniture												
Lubricants												
Tissue paper												
Tourist accommodation services												

Was die Baustoffe betrifft, so umfasst das EU-Umweltzeichen nur eine Produktkategorie: Farben und Lacke.

3.3. Kriterien für das EU-Umweltzeichen

Wie in der [Verordnung \(EG\) Nr. 66/2010 über das EU-Umweltzeichen](#) festgelegt, beruhen die Kriterien für das EU-Umweltzeichen auf den besten auf dem EWR-Markt erhältlichen Produkten in Bezug auf die Umweltverträglichkeit während des gesamten Lebenszyklus und entsprechen indikativ den besten 10 bis 20 % der auf dem EWR-Markt erhältlichen Produkte in Bezug auf die Umweltverträglichkeit zum Zeitpunkt ihrer Annahme. Die Kriterien beruhen auf wissenschaftlichen Daten und Informationen, die den gesamten Lebenszyklus der Produkte berücksichtigen. Sie umfassen die wichtigsten Umweltauswirkungen des Produkts und seine technische Leistung, gegebenenfalls auch Gesundheits-, Sicherheits-, soziale und ethische Aspekte. Die Kriterien begünstigen die Substitution gefährlicher Stoffe durch unbedenklichere und unterstützen die Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Recyclingfähigkeit und den Recyclinganteil von Produkten. Sie enthalten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und garantieren die Einhaltung der geltenden EU-Rechtsvorschriften. Die Kriterien für das EU-Umweltzeichen werden regelmäßig überarbeitet, um der technologischen Entwicklung Rechnung zu tragen, und werden in Form von Kommissionsentscheidungen angenommen. Eine Übersicht über die bestehenden Produkt- und Dienstleistungsgruppen und die zugehörigen Kriterien finden Sie auf der [Website Produktgruppen und Kriterien. Umsetzung von Artikel 11 der EU-Umweltzeichenverordnung - Abschlussbericht](#)

Die Entwicklung/Überarbeitung der Kriterien für das EU-Umweltzeichen ist ein mehrstufiger Prozess, an dem mehrere Interessengruppen beteiligt sind und der gemäß [Anhang I der EU-Umweltzeichenverordnung](#) (Nr. 66/2010) durchgeführt wird.

Die Entwicklung der EU-Umweltzeichenkriterien wird von der [Gemeinsamen Forschungsstelle \(GFS\)](#) geleitet. Jeder Satz von Kriterien durchläuft mehrere Diskussionsrunden. Die Kriterien werden schließlich durch eine Entscheidung der Europäischen Kommission angenommen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt [über den Prozess der Kriterienentwicklung und -überarbeitung](#).

Tabelle3. Die Bedeutung des EU-Umweltzeichens

Paneuropäisch:	Als einziges europaweites Umweltzeichen des Typs I ist es in ganz Europa anerkannt und unterstützt so den Binnenmarkt für umweltfreundliche Produkte.
Transparent und zuverlässig:	Das Siegel ist ein Zeichen für umweltfreundliche Spitzenleistungen und professionelle Disziplin dank strenger Kriterien, die von der Europäischen Kommission und den Mitgliedstaaten in Zusammenarbeit mit der Industrie, Verbraucherorganisationen und Umwelt-NGOs entwickelt wurden.
Riesige Auswahl:	Ob Papier, Reinigungsmittel, Kosmetika, Kleidung, Heimwerkermaterialien oder Hotels - die Liste der grünen Produktgruppen, die für eine Zertifizierung in Frage kommen, wächst.
Gut für Mensch und Umwelt:	Einzelhändler und Verbraucher können darauf vertrauen, dass gekennzeichnete Waren und Dienstleistungen einen geringeren ökologischen Fußabdruck haben, bei der Herstellung weniger Abfall und CO ₂ erzeugen, weniger gefährliche Chemikalien enthalten und so konzipiert sind, dass sie länger halten und leichter zu reparieren sind.
Messbar und vermarktbar:	Für Unternehmen hat das Logo der Blume auf ihren Produkten und in ihren Werbematerialien eine messbare Auswirkung auf die Rendite, insbesondere dann, wenn Ziele (in Bezug auf Kreislaufwirtschaft, Emissionen, Abfall usw.) in die Nachhaltigkeitsstrategie eines Unternehmens integriert werden.
Unabhängig geprüft:	Ein unabhängiger Dritter (die "zuständige Stelle") stellt sicher, dass die Produkte die einschlägigen Kriterien des EU-Umweltzeichens vollständig erfüllen.
Strenge Kriterien:	Ausgezeichnete Produkte erfüllen strenge Kriterien zur Verringerung ihrer Umweltauswirkungen, von der Rohstoffgewinnung über den Vertrieb bis zum Ende ihrer Lebensdauer. Sie müssen den Qualitätsanforderungen entsprechen und häufig auch relevante soziale Kriterien einhalten.
ISO 14024-konform:	Das EU-Umweltzeichen ist ein ISO 14024 Typ 1-Umweltzeichen, d. h. es ist zuverlässig, multikriteriell und von Dritten überprüft. Die Kriterien werden im Rahmen eines offenen, transparenten und von mehreren Interessengruppen getragenen Prozesses nach dem Lebenszykluskonzept festgelegt.

Das EU-Umweltzeichen fördert den Übergang Europas zu einer Kreislaufwirtschaft und unterstützt sowohl die nachhaltige Produktion als auch den nachhaltigen Verbrauch. Dank transparenter ökologischer Kriterien können die Verbraucher bewusste Entscheidungen treffen, ohne Kompromisse bei der Qualität der Produkte einzugehen. Außerdem belohnt das EU-Umweltzeichen die Hersteller, die sich für langlebige und reparierbare Produkte entscheiden, die Innovation fördern und Ressourcen sparen. Produkte, die mit dem EU-Umweltzeichen ausgezeichnet sind, erfüllen eine Reihe hoher Umwelt- und Leistungsstandards. Das EU-

Umweltzeichen ist Bestandteil des Aktionsplans der Europäischen Kommission für Nachhaltigkeit in Produktion und Verbrauch sowie für eine nachhaltige Industriepolitik und wird im neuen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft erwähnt. Der Aktionsplan sieht vor, dass sich die Überarbeitung der Ökodesign-Richtlinie sowie weitere Arbeiten zu bestimmten Produktgruppen unter anderem und gegebenenfalls auf Kriterien und Regeln stützen werden, die im Rahmen der EU-Umweltzeichenverordnung festgelegt wurden.

Das EU-Umweltzeichen hat bei der Förderung der Kreislaufwirtschaft tatsächlich eine Vorreiterrolle gespielt, da die Kriterien auf den wichtigsten Grundsätzen des Konzepts der Kreislaufwirtschaft beruhen. Das EU-Umweltzeichen unterstützt Produkte und Dienstleistungen, die eine geringere Umweltbelastung aufweisen und während ihres gesamten Lebenszyklus zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, energieeffizient, langlebig und reparierbar sind.

QUELLE: https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel-home/about-eu-ecolabel_en

Bibliothek zu Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien

https://www.ecolabelindex.com/ecolabels/?st=category,building_products

REFIT-Bericht, von < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2017%3A355%3AFIN>>

Bewertung der Umsetzung der EU-Umweltzeichenverordnung - Synthesebericht, von < https://environment.ec.europa.eu/document/053cc47b-c1c9-4590-af61-fe37888ae75f_en>

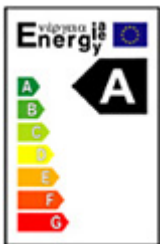
Umsetzung von Artikel 11 der EU-Umweltzeichenverordnung - Abschlussbericht, von < https://environment.ec.europa.eu/document/6acdb550-074c-40ee-9040-eaf99930f001_en>

Beschluss der Kommission zur Einsetzung des Ausschusses für das Umweltzeichen der Europäischen Union und seiner Geschäftsordnung, von < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010D0709>>

Ausschuss für das Umweltzeichen der Europäischen Union und seine Geschäftsordnung (Juni 2020), von < <https://circabc.europa.eu/ui/group/6e9b7f79-da96-4a53-956f-e8f62c9d7fed/library/6e484c8f-83e2-4ffc-b4d0-5f083f0ece21/details?download=true>>

Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 3: EU-Normen und Kennzeichnung von Baumaterialien

- Umweltzeichen ermöglichen es einer Organisation,:
 - die Umweltqualitäten ihrer Produkte und Dienstleistungen zu veröffentlichen**
 - auch das Image der Organisation verbessern
 - sowohl a. als auch b.
 - keiner der oben genannten Punkte
- Wann wurde die EU-Umweltzeichenregelung eingeführt?
 - 1990
 - 1992**
 - 2002
 - 2010
- Das EU-Umweltzeichen ist ein standardisiertes Umweltkennzeichnungssystem mit dem folgenden Standard:
 - ISO 14028
 - ISO 14024**
 - Verordnung (EG) Nr. 66/2010
 - ISO 14020
- Das folgende Etikettzeichen bezieht sich auf:
 - Kohlenstoff-Fußabdruck des Produkts
 - Farbe des ausgestrahlten Lichts
 - Auswirkungen auf die Umwelt
 - energieverbrauch des produkts**





5. Welche Art der Umweltkennzeichnung wird als "Goldstandard" der Umweltkennzeichnung angesehen?

- a. Typ I
- b. Typ II
- c. Typ III
- d. BREEM

6. Welche Kategorien von Baumaterialien sind im EU-Umweltzeichen enthalten?

- a. Glas
- b. Stahl
- c. **farben und lacke**
- d. PVC

7. Inwieweit ist die EU-Umweltzeichenregelung verbindlich?

- a. obligatorisch für alle Produkte in den EU-Ländern
- b. **freiwillige Regelung**
- c. obligatorisch nur für in die EU eingeführte Produkte
- d. empfohlen für gefährliche Stoffe

8. Wie werden die EU-Ökolabels vergeben?

- a. freiwillig
- b. **auf der Grundlage der spezifischen Kriterien**
- c. nach gleichmäßiger geografischer Verteilung
- d. auf der Grundlage der Beliebtheit des Produkts

V. Modul 4: Sensibilisierung für neuartige nachhaltige Baustoffe

1. Das Konzept des nachhaltigen Bauens. Baumaterialien und Nachhaltigkeit . Die Rolle des LCA-Konzepts und seine Anwendung im Bauwesen. Neuartige nachhaltige Baumaterialien

1.1 Das Konzept des nachhaltigen Bauens

Im Allgemeinen versteht man unter Nachhaltigkeit die Fähigkeit einer menschlichen Gesellschaft, zu existieren und sich zu entwickeln, ohne die natürlichen Ressourcen für die Zukunft stark zu beeinträchtigen bzw. zu erschöpfen. Nach dem Brundtland-Bericht der Vereinten Nationen aus dem Jahr 1987 ist nachhaltige Entwicklung die Art von Fortschritt, die den gegenwärtigen Anforderungen gerecht wird, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu beeinträchtigen, die ihren zu erfüllen.

Da die bebaute Umwelt für fast die Hälfte des weltweiten Ressourcenverbrauchs verantwortlich ist, 40 % der Kohlenstoffemissionen ausstößt und über 30 % der Energie verbraucht, sollte die Reduzierung des Energieverbrauchs, der Abfallproduktion und des Materialverbrauchs unser oberstes Umweltziel sein.

Nachhaltigkeit, ein wesentlicher Aspekt des Bauens, ist eng mit der nachhaltigen Entwicklung verbunden. Die Säulen der Nachhaltigkeit - die vom Weltgipfel für soziale Entwicklung festgelegten Grundprinzipien - bilden die Grundlage für dieses Konzept. Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit:

Umwelt: Hier geht es um die Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen, Lebensräumen und natürlichen Ressourcen.

Soziales: Förderung von Gleichheit, Wohlergehen und sozialer Gerechtigkeit sowie die Einhaltung moralischer sozialer Verpflichtungen.

Wirtschaftlich: Es geht darum, eine gerechte und ausgewogene Verteilung der wirtschaftlichen Ressourcen zu gewährleisten.



Abbildung 1. Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit ¹

Nachhaltiges Bauen hat viele Facetten. Dazu gehören der sparsame Umgang mit Wasser, die Verringerung des Abfallaufkommens, die Optimierung des Energieverbrauchs, die Auswahl umweltfreundlicher Materialien, die Sicherstellung einer hervorragenden Luftqualität in Innenräumen und die Erlangung einer Zertifizierung für umweltfreundliches Bauen durch akkreditierte Programme wie BREEAM oder LEED. Um Nachhaltigkeit im Bauwesen erfolgreich zu verfolgen, muss man energieeffiziente Technologien und Materialien einsetzen, wassersparende Armaturen integrieren, Abfälle sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase reduzieren, umweltfreundliche Materialien mit minimalen Umweltauswirkungen auswählen, ein gesundes Innenraumklima ohne Schadstoffe schaffen und sich durch die Erfüllung strenger Nachhaltigkeitskriterien Anerkennung verdienen. In der Tat zielt nachhaltiges Bauen darauf ab, erneuerbare und recycelbare Materialien zu verwenden und gleichzeitig den Energieverbrauch und die Abfallproduktion zu minimieren. Indem diese Ziele in den Vordergrund gestellt werden, versucht die nachhaltige Bauweise, die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren.

Nachhaltiges Bauen beinhaltet die Planung und Gestaltung eines Bauprojekts, um sicherzustellen, dass das endgültige Bauwerk Auswirkungen auf die Umwelt hat. Außerdem erfordert nachhaltiges Bauen die Verwendung von Materialien und Komponenten, die Auswirkungen auf die Umwelt haben. Sonnenkollektoren, Energiedachluken und energiesparende Isolierung sind Teil der Nachhaltigkeit im Bauwesen. Nachhaltige Baumethoden umfassen:

- Auswahl von wiederverwertbaren Materialien
- Minimierung des Energieeinsatzes bei der Herstellung von Materialien
- Senkung des Energieverbrauchs im fertigen Gebäude
- Minimierung des Abfallaufkommens auf der Baustelle
- Erhaltung der Lebensräume während und nach dem Bauprozess

¹ Quelle: <https://juta.co.uk/juta-news/sustainable-construction-development/>



Von nachhaltigem Bauen können verschiedene Aspekte auf vielfältige Weise profitieren:

- Das Baugewerbe kann einen positiven Einfluss auf die Umwelt ausüben, indem es nachhaltige Praktiken unterstützt, die Ressourcen effektiv nutzen und Abfall und Verschmutzung minimieren.
- Wertvolle Ausbildungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten: Nachhaltige Baupraktiken tragen zur Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen bei, indem sie Beschäftigungsmöglichkeiten und wichtige Schulungen in verwandten Branchen und Gemeinden bieten.
- Angesichts der Umweltbedrohungen und des Klimawandels sind nachhaltige Baupraktiken ein entscheidender Faktor für die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit von Gebäuden und Infrastrukturen.
- Die Luftqualität in Innenräumen und das natürliche Licht können durch nachhaltige Baupraktiken verbessert werden, was zu einer besseren Gesundheit und einem höheren Wohlbefinden der Gebäudenutzer führt, so die Forschung.
- Die Bautechnologie entwickelt sich ständig weiter, und die Nachhaltigkeit spielt oft eine Schlüsselrolle beim Vorantreiben dieser Innovation.
- Ein verbessertes Baumanagement wird durch die Integration nachhaltiger Praktiken erreicht. Durch die Förderung effizienter Methoden und Materialien sowie die Verbesserung der Kommunikation und Koordination zwischen den Baufachleuten tragen nachhaltige Praktiken zu einem besseren Management in der Bauindustrie bei.
- Nachhaltige Baumethoden verbessern die Leistung von Gebäuden und führen zu einem geringeren Ressourcenverbrauch (z. B. Energie und Wasser) und einer geringeren Umweltbelastung. Dies führt zu einer verbesserten Funktionalität des Gebäudes und fördert gleichzeitig das Umweltbewusstsein.
- Geringere Lebenszykluskosten: Gebäude, die nach nachhaltigen Grundsätzen entworfen und gebaut wurden, haben im Vergleich zu konventionellen Strukturen niedrigere Betriebskosten. Dies ist vor allem auf ihre verbesserte Energie- und Wassereffizienz zurückzuführen.

1.2 Baumaterialien und Nachhaltigkeit

Kreislaufwirtschaftliche Ansätze erfordern ein gemeinschaftliches und ganzheitliches Vorgehen unter Einbeziehung eines breiten Spektrums von Akteuren, darunter Kunden (Investoren, Bauträger, Immobilienunternehmen, Bauherren und wichtige Nutzer) sowie Berater (Architekten, Ingenieure, Consultants), Bauunternehmer, Produkthersteller und Endnutzer wie wir selbst.

In der Vergangenheit waren Kosten, Verfügbarkeit und Ästhetik die entscheidenden Faktoren bei der Auswahl von Baumaterialien. Mit der zunehmenden Betonung der Nachhaltigkeit ist es jedoch wichtig, die umfassenderen Auswirkungen der ausgewählten Materialien auf verschiedene Nachhaltigkeitsindikatoren zu berücksichtigen.

Die Wahl der Baumaterialien spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung der Nachhaltigkeit eines Bauwerks. Umweltfreundliche Elemente sind solche, die so hergestellt und verwendet werden, dass ihre ökologischen Auswirkungen minimiert werden. Die Auswahl umweltfreundlicherer Stoffe ist ein wichtiger Aspekt des umweltbewussten Bauens. Sie können aus erneuerbaren Ressourcen, recycelten Materialien oder Abfallprodukten hergestellt werden. Die Verwendung von Materialien, die vor Ort verfügbar sind, ist eine weitere Möglichkeit zur Förderung der ökologischen Nachhaltigkeit. Dies spart nicht nur Geld, sondern reduziert auch den Energiebedarf und die Umweltverschmutzung.

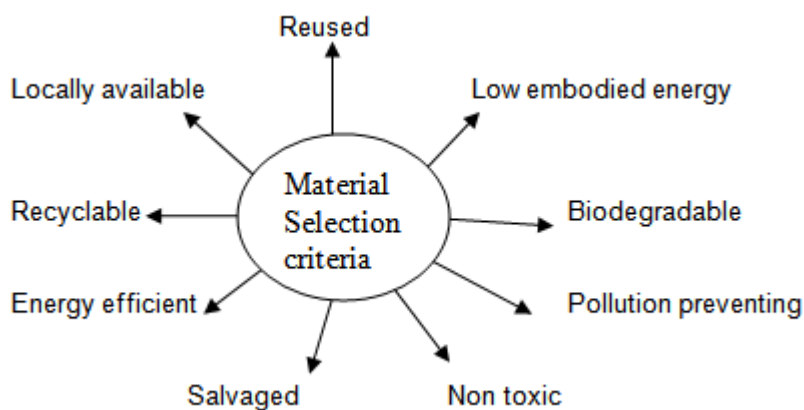


Abbildung 2: Auswahlkriterien für die Nachhaltigkeit. ²

Umweltfreundliche Materialien, die oft auch als grüne Baustoffe bezeichnet werden, sind Baustoffe, die während ihrer Herstellung, Installation und Wartung Prozesse mit minimalen Umweltauswirkungen durchlaufen haben. Diese Materialien sollten bestimmte Eigenschaften wie Langlebigkeit, Wiederverwendbarkeit oder Wiederverwertbarkeit aufweisen. Außerdem sollten sie recycelte Bestandteile enthalten und aus lokalen Ressourcen stammen, so dass sie aus der Region stammen.

² Quelle: <https://theconstructor.org/building/low-cost-building-materials/5352/>



Die Bedeutung nachhaltiger Baumaterialien ist unbestreitbar, insbesondere angesichts der weltweit steigenden Temperaturen und der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist die Einführung nachhaltiger Baupraktiken unerlässlich geworden.

Nachhaltige Baustoffe spielen eine entscheidende Rolle bei der Verringerung der Umweltauswirkungen von Bauprojekten. Sie wirken sich auf alle Bereiche aus, von den Ressourcen, die für ihre Herstellung verwendet werden, bis hin zu der Energie, die für den Transport und die Installation benötigt wird. Die Wahl nachhaltiger Materialien ist ein proaktiver Weg, um diese Umweltauswirkungen zu minimieren und umweltfreundliche Strukturen zu schaffen.

Außerdem bieten nachhaltige Baumaterialien wirtschaftliche Vorteile. Sie sind in der Regel weniger wartungsintensiv und halten länger, was zu niedrigeren Gesamtkosten für die Bauherren führt. Viele dieser Materialien sind preislich konkurrenzfähig, was sie zu einer attraktiven Wahl für budgetbewusste Bauherren macht.

Außerdem sind Nachhaltigkeit und Langlebigkeit bei diesen Materialien eng miteinander verknüpft. Sie übertreffen oft die Lebensdauer von Alternativen, was zu einem geringeren Wartungs- und Ersatzbedarf für Gebäude führt. Dies führt zu Zeit- und Kosteneinsparungen. Die Entscheidung für Baumaterialien zeugt nicht nur von ökologischer Verantwortung, sondern bietet auch finanzielle Vorteile für Bauherren und Immobilienbesitzer.

Es gibt Beispiele für Baumaterialien, wie z. B.:

1. Holz: Holz ist eine Ressource, die verantwortungsvoll geerntet werden kann. Außerdem tragen seine isolierenden Eigenschaften zu den Energiekosten bei.
2. Beton: Recycelte Materialien wie Flugasche und Schlacke können für die Herstellung von Beton verwendet werden, was ihn zu einer umweltfreundlichen Wahl macht. Außerdem ist Beton für seine Langlebigkeit bekannt.
3. Stahl: Stahl kann wiederholt recycelt werden, ohne seine Festigkeitseigenschaften zu verlieren. Er ist ein langlebiges Material für verschiedene Anwendungen.
4. Glas; Glas kann aus recycelten Materialien hergestellt werden.

Es ist nicht nur wartungsfreundlich, sondern hat auch eine lange Lebensdauer. Eine der effektivsten Möglichkeiten, ein Gebäude sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch nachhaltig zu gestalten, besteht darin, es energieeffizient zu gestalten. Das bedeutet, dass es so konzipiert sein sollte, dass es so wenig Energie wie nötig verbraucht und die Energiekosten des Gebäudes gesenkt werden.

Warum sollte man beim Bau nachhaltige Baustoffe verwenden?

Die Verwendung nachhaltiger Baumaterialien beim Bau bietet eine breite Palette von ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Vorteilen.

Vorteile für die Umwelt - Nachhaltige Materialien leisten einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der Umwelt. Sie schränken den Verbrauch von endlichen natürlichen Ressourcen wie Holz, Mineralien und fossilen Brennstoffen ein und fördern so die Ressourcenschonung. Da für ihre Herstellung weniger Energie benötigt wird, reduzieren diese Materialien die Kohlenstoffemissionen und verringern so den mit dem Bau verbundenen Kohlenstoff-

Fußabdruck. Darüber hinaus tragen sie zur Abfallreduzierung bei, da weniger Bauabfälle anfallen und sie oft recycelbar sind, was wiederum die Nutzung von Mülldeponien verringert. Die Entscheidung für nachhaltige Materialien führt auch zu geringeren Emissionen, da weniger Treibhausgase und Luftschadstoffe während der Produktion und des Transports entstehen.

Energieeffizienz - Nachhaltige Materialien verbessern die Energieeffizienz beim Bauen. Bestimmte Materialien, wie z. B. Strohballen oder Hanfbeton, bieten eine hervorragende Isolierung und verringern den Energiebedarf für Heizung und Kühlung. Nachhaltige Gebäudedesigns können nahtlos erneuerbare Energiequellen, wie z. B. Sonnenkollektoren, einbeziehen und passive Solarstrategien nutzen, um die Kraft der Sonne zu nutzen.

Dauerhaftigkeit und Langlebigkeit - Nachhaltige Materialien übertreffen oft ihre traditionellen Gegenstücke in Bezug auf die Dauerhaftigkeit, was zu einer längeren Lebensdauer des Gebäudes führt. Dies wiederum verringert den Bedarf an häufigen Reparaturen oder Ersatzbeschaffungen und spart letztlich sowohl Zeit als auch Geld über den Lebenszyklus eines Gebäudes.

Kosteneinsparungen - Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz gehen Hand in Hand. Energieeffiziente Materialien und Konstruktionen können im Laufe der Zeit zu niedrigeren Stromrechnungen führen. Außerdem können in bestimmten Regionen finanzielle Anreize oder Steuervergünstigungen für die Verwendung nachhaltiger Materialien und energieeffizienter Technologien gewährt werden.

Marktwert und Attraktivität - Nachhaltige Gebäude haben in der Regel einen höheren Immobilienwert und sind für umweltbewusste Käufer oder Mieter attraktiv. Sie verbessern auch den Ruf eines Unternehmens und ziehen möglicherweise mehr Kunden oder Investoren an.

Einhaltung von Vorschriften - Nachhaltige Baupraktiken stimmen mit den örtlichen Bauvorschriften und Umweltbestimmungen überein und gewährleisten so die Einhaltung und Zukunftssicherheit bei strengeren Anforderungen.

1.3 Die Rolle des LCA-Konzepts und seine Anwendung im Bauwesen

Gebäude haben einen direkten Einfluss auf die Umwelt. Dies zeigt sich in der Gewinnung von Ressourcen während des Baus sowie bei Wartungs- und Renovierungsarbeiten, die während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes zur Freisetzung von Schadstoffen führen.

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist eine Technik, die die Umweltauswirkungen eines Produkts, eines Prozesses oder einer Tätigkeit von Anfang bis Ende bewertet. Dies umfasst die Beschaffung und Verarbeitung von Rohstoffen, die Produktionsverfahren, die Nutzung des Produkts und seine Entsorgung oder Wiederverwendung. Die Ökobilanz ist ein wichtiges Instrument zur Verringerung der ökologischen Gesamtbelastung.

Die Umweltauswirkungen umfassen alle Entnahmen aus der Umwelt und die erzeugten Emissionen. Die Richtlinien für die Durchführung einer Ökobilanz sind von der Internationalen Organisation für Normung abgeleitet, die relevanten Normen sind ISO 14040 und ISO 14044. Der Ökobilanzprozess ist in der ISO 14000 geregelt, einer Reihe von internationalen Normen für das Umweltmanagement. Nach der internationalen Norm ISO 14040 ist die Ökobilanz eine "Zusammenstellung und Bewertung der Inputs, Outputs und der potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems während seines gesamten Lebenszyklus".

Cornerstone standards	Construction works specific standards	EPD standards
ISO 14040 (fundamentals for LCA)	EN 15978 – LCA standard for construction projects (European standard, basis for all EU regulations)	ISO 14025 – cornerstone standard for all kinds of EPDs
ISO 14044 (fundamentals for LCA)	ISO 21929-1 and ISO 21931-1 (less used LCA standards)	EN 15804 (EPD data) and EN 15942 (EPD format) (European standard, basis for all EU regulations) ISO 21930

Abbildung 2. Normen für Ökobilanzen in Gebäuden. Quelle: OneClick LCA.

Die Ökobilanz ist ein systematischer Ansatz zur Bewertung der Umwelleistung eines Produkts, eines Prozesses oder eines Gebäudes während seines gesamten Lebenszyklus. Dabei werden alle Phasen berücksichtigt, von der Rohstoffgewinnung und Herstellung über den Bau und Betrieb bis hin zum Abriss oder der Entsorgung. Die Ökobilanz hilft bei der Quantifizierung der Umweltauswirkungen, wie Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen.



Abbildung 3. Das LCA-Konzept³

³ Quelle: <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist ein Instrument im Bauwesen mit mehreren bedeutenden Vorteilen. Erstens trägt sie aktiv zur Verringerung der Umweltauswirkungen bei, indem sie in jeder Phase des Lebenszyklus eines Gebäudes zu fundierten Entscheidungen führt, die Ressourceneffizienz und verantwortungsvolle Praktiken fördern. Zweitens kann die Ökobilanz zu erheblichen Kosteneinsparungen während der Lebensdauer eines Gebäudes führen, indem der Materialeinsatz optimiert, die Energieeffizienz verbessert und die Instandhaltungsmaßnahmen rationalisiert werden. Schließlich gewährleistet die Ökobilanz die Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards und Green-Building-Zertifizierungen wie LEED oder BREEAM und unterstreicht damit das Engagement für die Schaffung umweltfreundlicher und effizienter Strukturen.

Der LCA-Prozess kann in vier Hauptphasen unterteilt werden:

Festlegung der Ziele und des Umfangs - In dieser Phase werden die Ziele der Ökobilanz, das zu untersuchende Objekt und die funktionelle Einheit festgelegt. Die funktionelle Einheit ist ein quantitativer Maßstab zur Messung der Leistung eines Produkts oder Verfahrens, wie z. B. die Messung der von einem Auto zurückgelegten Kilometer oder die Berechnung der von einer Glühbirne erzeugten Lichtmenge.

Bestandsaufnahme - In dieser Phase werden alle Inputs und Outputs, die mit einem bestimmten Produkt oder Prozess verbunden sind, ermittelt und quantifiziert. Dazu gehören Aspekte wie der Energieverbrauch, der Materialverbrauch und die Emissionen in die Umgebung.

Bewertung - In diesem Schritt werden die Umweltauswirkungen der in der Bestandsaufnahme ermittelten Daten bewertet. Die Bewertung kann mit verschiedenen Techniken erfolgen, darunter die von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) entwickelte Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Impact Assessment, LCIA).

Interpretation - Schließlich interpretieren wir die Ergebnisse der Folgenabschätzung, um Schlussfolgerungen darüber zu ziehen, wie nachhaltig ein bestimmtes Produkt oder Verfahren in Bezug auf die Umwelt ist.

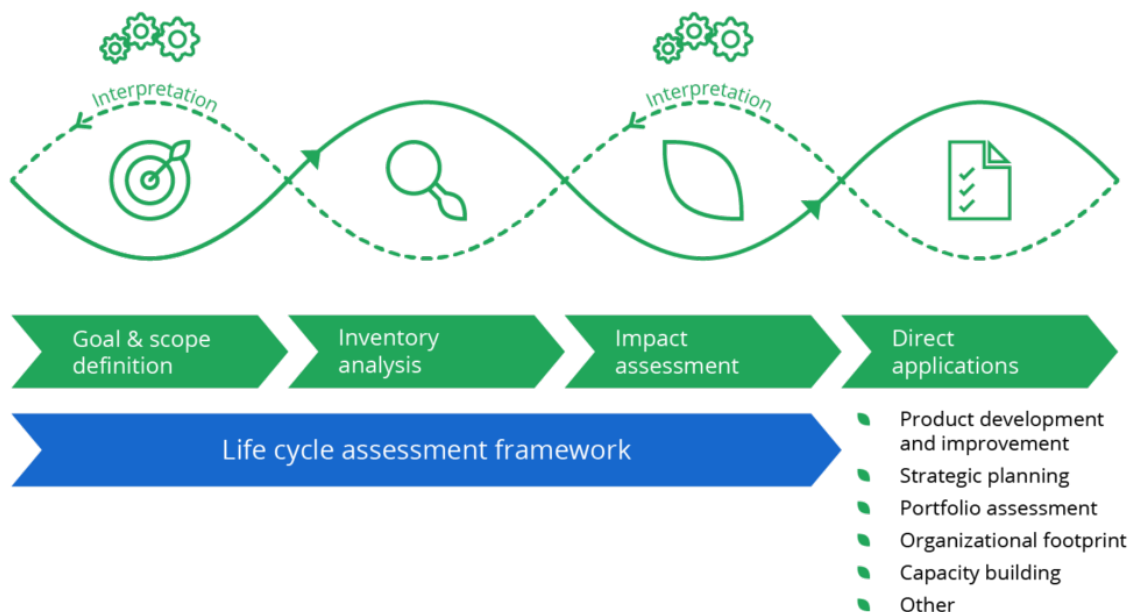


Abbildung 4. Vier Schritte der Lebenszyklusanalyse⁴

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) ist ein Instrument im Bauwesen, das eine Reihe von bedeutenden Vorteilen hat. Erstens trägt sie aktiv zur Verringerung der Umweltauswirkungen bei, indem sie in jeder Phase des Lebenszyklus eines Gebäudes zu fundierten Entscheidungen führt und Ressourceneffizienz und verantwortungsvolle Praktiken fördert. Zweitens kann die Ökobilanz über die Lebensdauer eines Gebäudes erhebliche Einsparungen bewirken, indem der Materialeinsatz optimiert, die Energieeffizienz verbessert und der Wartungsaufwand rationalisiert wird. Und schließlich gewährleistet LCA die Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards und Green-Building-Zertifizierungen wie LEED oder BREEAM und unterstreicht damit das Engagement für die Schaffung effizienter und umweltfreundlicher Gebäude.

Vorteile einer Ökobilanz für ein Gebäude:

- Minimieren Sie die Auswirkungen auf die Umwelt: Bewerten Sie verschiedene Bauoptionen, um die umweltfreundlichste Variante auszuwählen, und vergleichen Sie die ökologischen Auswirkungen einer Renovierung mit denen eines Abrisses und Neubaus. Sie können auch Designoptionen bewerten, um die Option mit den geringsten Auswirkungen auf die Umwelt zu wählen.
- Ermitteln Sie gezielt Umweltbereiche, die Aufmerksamkeit erfordern: Identifizierung und Lösung spezifischer Umweltprobleme innerhalb eines Bauprojekts und Umsetzung von Maßnahmen zur Entschärfung identifizierter Umwelt-Hotspots.
- Optimale Material- und Produktauswahl: Dies kann geschehen, indem die langfristigen Umweltauswirkungen von Baumaterialien und -produkten ermittelt werden und der Entscheidungsprozess zur Auswahl der nachhaltigsten Optionen erleichtert wird.

1.4 Neuartige nachhaltige Baustoffe

Die traditionell im Bauwesen verwendeten Materialien wie Beton und Stahl haben erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Als Reaktion auf die wachsende Besorgnis über die Nachhaltigkeit entwickeln Forscher und Ingenieure aktiv neue nachhaltige Baumaterialien. Wir werden uns mit einigen dieser innovativen Materialien befassen, die dazu beitragen können, den ökologischen Fußabdruck von Bauprojekten zu verringern. Es gibt eine Reihe neuartiger nachhaltiger Baumaterialien, die derzeit entwickelt und eingesetzt werden. Zu diesen Materialien gehören: Biomassebasierte Materialien, die aus erneuerbaren Ressourcen wie Holz, Stroh und landwirtschaftlichen Abfällen hergestellt werden. Recycelte Materialien, die aus Abfallprodukten hergestellt werden, z. B. Plastikflaschen und Autoreifen. Natürliche Materialien, d. h. Materialien, die aus der Erde gewonnen werden, wie z. B. Stein, Ton und Sand. Hochentwickelte Materialien mit einzigartigen Eigenschaften, die sie für den Einsatz in Gebäuden besonders geeignet machen, wie z. B. selbstreinigende und energieabsorbierende Materialien.

⁴ Quelle: <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>



Einige der neuartigsten nachhaltigen Baumaterialien sind:

Bambus ist eine schnell erneuerbare Ressource, die als nachhaltiges Baumaterial an Beliebtheit gewonnen hat. Er wächst schnell, erfordert nur minimale Pflege und kann geerntet werden, ohne das Wurzelsystem der Pflanze zu beschädigen. Bambus zeichnet sich außerdem durch eine beeindruckende Festigkeit und Haltbarkeit aus, was ihn zu einer brauchbaren Alternative zu herkömmlichem Holz macht. Bambus kann für eine Vielzahl von Bauzwecken verwendet werden, z. B. als Bodenbelag, für Dächer und in einigen Fällen sogar als Strukturelement.



Abbildung 5. Bambus⁵

Recyceltes Holz, das aus alten Gebäuden oder Möbeln geborgen wurde, und Holzwerkstoffe bieten nachhaltige Alternativen zu herkömmlichem Bauholz. Diese Materialien maximieren die Nutzung vorhandener Ressourcen und verringern die Notwendigkeit, neue Bäume zu fällen.



Abbildung 6. Recyceltes Holz⁶

⁵ Quelle: <https://www.conserve-energy-future.com/sustainable-construction-materials.php>

⁶Quelle: <https://www.newscientist.com/article/2321116-waste-wood-chemically-recycled-to-produce-material-stronger-than-steel/>

Beim Stampflehm-bau werden Schichten aus Erde, Kreide, Kalk oder Kies verdichtet, um stabile Wände zu schaffen. Diese uralte Bautechnik hat aufgrund ihrer Nachhaltigkeit und ihrer Wärmemasse-Eigenschaften ein Wiederaufleben erlebt.



Abbildung 7. Stampflehmwand⁷

Kork: Kork wird aus der Rinde der Korkeiche gewonnen und ist ein erneuerbares Material, das für Bodenbeläge, Wandverkleidungen und Dämmstoffe verwendet wird und den Vorteil hat, dass es nach der Ernte wieder nachwächst.

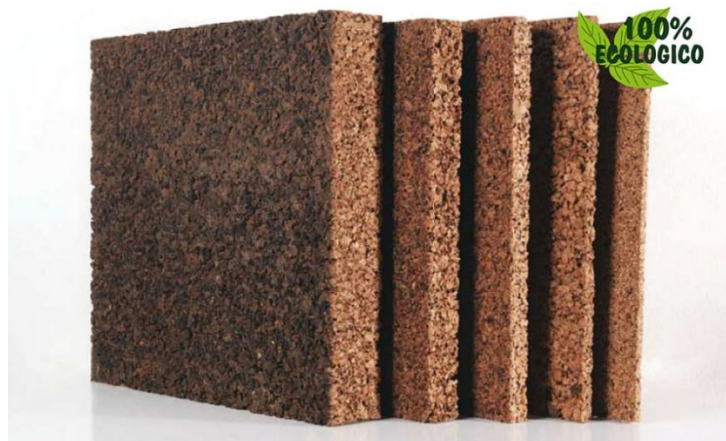


Abbildung 7. Baumaterial aus Kork⁸

⁷ Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Rammed_earth

⁸ Quelle: <https://www.molinas.it/en/green-building-material>

Strohballen: Strohballen sind ein hervorragender natürlicher Dämmstoff und bieten gleichzeitig strukturelle Unterstützung, was zu einer energieeffizienten Bauweise beiträgt.



Abbildung 8. Baumaterial Strohballen⁹

Hanfbeton ist eine Mischung aus Hanffasern, Kalk und Wasser. Es handelt sich um ein leichtes, isolierendes Material, das aufgrund seiner geringen Umweltauswirkungen im Bereich des nachhaltigen Bauens immer mehr an Bedeutung gewinnt. Hanf wächst schnell und absorbiert während seines Wachstums Kohlendioxid, was ihn zu einem kohlenstoffnegativen Material macht.



Abbildung 9. Baumaterial aus Hanfbeton¹⁰

⁹ Quelle: <https://www.buildingwithawareness.com/the-pros-and-cons-of-straw-bale-wall-construction-in-green-building/>

¹⁰ Quelle: <https://hempfoundation.net/lookout-for-these-10-hempcrete-and-hemp-building-companies/>

Die Einführung neuartiger nachhaltiger Baumaterialien ist ein wichtiger Schritt hin zu umweltfreundlicheren und verantwortungsvolleren Baupraktiken. Diese Materialien bieten das Potenzial, den Ressourcenverbrauch und die Kohlenstoffemissionen zu senken und die Umweltbelastung zu minimieren.

Diese neuartigen nachhaltigen Baumaterialien bieten eine Vielzahl von Vorteilen, unter anderem:

Geringere Umweltbelastung: Diese Materialien können dazu beitragen, die Umweltauswirkungen von Gebäuden zu verringern, da sie weniger Energie und Ressourcen verbrauchen.

Verbesserte Leistung: Diese Materialien können die Leistung von Gebäuden in Bezug auf Energieeffizienz, Haltbarkeit und Komfort verbessern.

Gesteigerte Innovation: Die Entwicklung neuartiger nachhaltiger Baumaterialien kann dazu beitragen, die Innovation in der Bauindustrie voranzutreiben.

Es gibt viele Arten von nachhaltigen Baumaterialien, die oft als grüne Bauprodukte bezeichnet werden. Holz, Stein, Metall und Papier sind Materialien, die recycelt und als Bauprodukte wiederverwendet werden können. Bambus, Kork, Stroh und sogar Kokosnuss sind Beispiele für Bauprodukte, die schnell erneuert werden können.

Quellen:

OneClick LCA. (2023). Standards für LCA in Gebäuden.

ISO 14040 (2006). Umweltmanagement: Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen. Internationale Organisation für Normung.

<https://sbcgreece.org/en/homepage/>

<https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/sustainable-buildings>



2. Umweltmanagement und Strategien für die Wiederverwendung und das Recycling von Baumaterial e. Auswirkungen von Bauabfällen. Kostengünstige und wiederverwendbare Baumaterialien.

2.1 Umweltmanagement und Strategien zur Wiederverwendung und zum Recycling von Baumaterialien

Der Begriff Umweltmanagement bezieht sich auf die systematische Planung, Umsetzung, Überwachung und Kontrolle von Aktivitäten, Prozessen und Richtlinien innerhalb einer Organisation oder Branche, um sicherzustellen, dass diese in einer umweltverträglichen und nachhaltigen Weise durchgeführt werden. Es beinhaltet die Bewertung, Abschwächung und Verwaltung der Umweltauswirkungen von Tätigkeiten, Produkten und Dienstleistungen, um die Umweltbelastung zu minimieren und den Umweltschutz zu fördern. Umweltmanagement ist in der Bauindustrie von entscheidender Bedeutung.

80 % der Gebäude, die im Jahr 2050 bestehen werden, existieren bereits heute. Die wichtigste quantifizierbare Auswirkung des Bausektors sind die durch den Energieverbrauch verursachten Emissionen. Bei Bauarbeiten bedeutet Wiederverwendung die Verwendung von Materialien, die aus Abbrucharbeiten stammen und in gutem Zustand sind. Diese Materialien werden ohne weitere Bearbeitung wiederverwendet, z. B. Mauerwerk, Dachziegel, Holzbalken usw. Sie können auf dem Second-Hand-Markt verkauft werden.

Die Hierarchie der Abfallwirtschaft lautet wie folgt: Verringern, Wiederverwenden, Wiederverwerten, Entsorgen. Die Abfallhierarchie besagt, dass die beste Art und Weise, mit Abfall umzugehen, darin besteht, ihn gar nicht erst entstehen zu lassen: "Reduzieren". Dies ist der wichtigste Schritt für Facility Manager, die umweltfreundlich sein wollen. Wenn aber bereits Abfall vorhanden ist, sollten sie wissen, dass es für die Umwelt die schlechteste Wahl ist, ihn wegzuerwerfen. Stattdessen sollten sie sich bemühen, die Dinge wiederzuverwenden und sie dann zu recyceln. Ziel der Abfallbewirtschaftungshierarchie ist es, optimale Umweltergebnisse zu erzielen, und sie wird auf nationaler und internationaler Ebene als Leitfaden für die Priorisierung von Abfallbewirtschaftungspraktiken anerkannt. Die Abfallbewirtschaftungshierarchie wurde von der Environmental Protection Agency (EPA) als Leitfaden für die Priorisierung von Abfallbewirtschaftungspraktiken in Abhängigkeit von den geringsten Umweltauswirkungen aufgestellt.

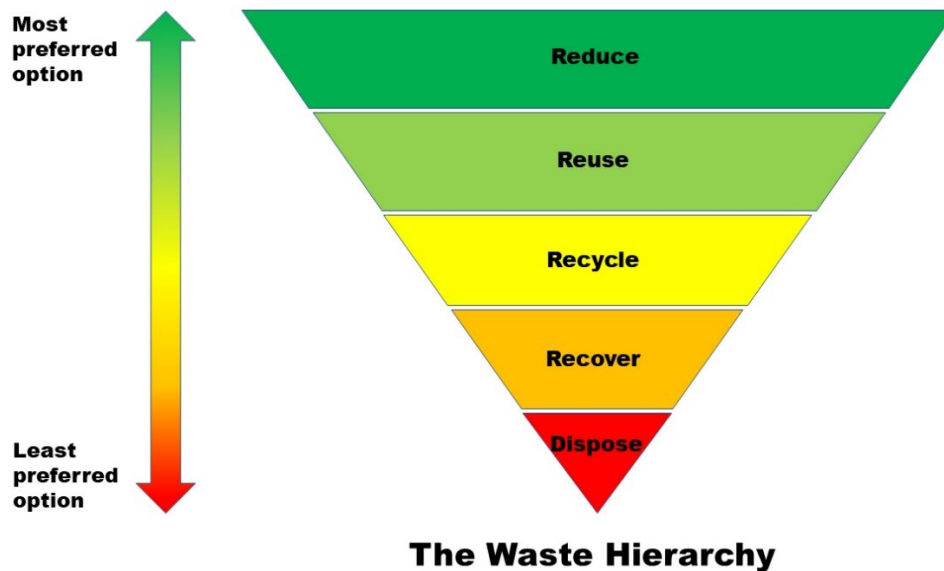


Abbildung 10. Die Abfallhierarchie¹¹

Bauabfälle sind Abfälle, die beim Bau, der Renovierung und dem Abriss von Gebäuden und Infrastrukturen entstehen. Er stellt ein großes Umweltproblem dar, da er zur Umweltverschmutzung, zu Treibhausgasemissionen und zur Erschöpfung der natürlichen Ressourcen beiträgt. Zu diesen Abfällen gehören Materialien wie Beton, Holz, Metall, Kunststoff und Glas. Aktivitäten auf Baustellen können dazu führen, dass verschmutztes Wasser abgeleitet wird, das sich negativ auf lokale Wasserläufe oder die Meeresumwelt auswirkt, oder dass potenzielle Gesundheitsschäden entstehen, dass Abfälle von der Baustelle entweichen oder dass ungeeignetes Füllmaterial ausgehoben oder importiert wird.

Die Abfallbewirtschaftung bei Bautätigkeiten wurde mit dem Ziel gefördert, die Umwelt zu schützen, da man erkannt hat, dass Abfälle aus Bauarbeiten erheblich zur Umweltverschmutzung beitragen. In der Forschung und in der Praxis wurden verschiedene Ansätze für die Bewirtschaftung von Bauabfällen entwickelt. Diese Projektarbeiten können grob in drei Bereiche eingeteilt werden:

- Abfallklassifizierung;
- Strategien für die Abfallwirtschaft;
- Entsorgungstechnologien

Bau- und Abbruchabfälle sind die bedeutendste Abfallkategorie in der Europäischen Union (EU). Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Laufe der Zeit in konstanten Mengen anfallen und ein beträchtlicher Teil verwertet wird. In der Europäischen Union (EU) machen Bau- und Abbruchabfälle mehr als ein Drittel des gesamten Abfallaufkommens aus. Diese Abfallkategorie umfasst ein breites Spektrum an Materialien, darunter Beton, Ziegel, Holz, Glas, Metalle und Kunststoffe. Sie umfasst alle Abfälle, die beim Bau und Rückbau von Bauwerken und Infrastrukturen sowie bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Bau und der Instandhaltung von Straßen anfallen. Der Grad des Recyclings und der stofflichen Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen ist in der EU sehr unterschiedlich und reicht von weniger als 10 % bis zu über 90 %. Die EU-Länder verwenden

¹¹ Quelle: <https://www.fmlink.com/articles/missing-link-sustainable-reuse-recycling-building-products/>

unterschiedliche Definitionen von Bau- und Abbruchabfällen, was einen länderübergreifenden Vergleich erschwert.

Die Bau- und Abbruchabfälle (C&DW) basieren auf der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG. Diese Richtlinie schafft einen Rechtsrahmen für die Abfallwirtschaft und legt die wichtigsten Grundsätze und Ziele für die Abfallbewirtschaftung in der EU fest. Die Ziele für die Bewirtschaftung von Bauabfällen umfassen mehrere wichtige Aspekte. Erstens liegt der Schwerpunkt auf der Förderung selektiver Abbruchtechniken, die mehreren Zwecken dienen. Diese Techniken ermöglichen die sichere Entfernung und Handhabung von gefährlichen Stoffen und erleichtern deren ordnungsgemäße Entsorgung. Darüber hinaus unterstützt der selektive Abbruch das Ziel, die Wiederverwendungsmöglichkeiten für verschiedene Materialien zu verbessern und gleichzeitig durch die sorgfältige Entfernung und Sortierung der Materialien ein hochwertiges Recycling zu ermöglichen. Insgesamt zielen diese Strategien darauf ab, das Abfallaufkommen in der Bauindustrie erheblich zu verringern und gleichzeitig verantwortungsvolle und nachhaltige Abfallbewirtschaftungspraktiken zu fördern.

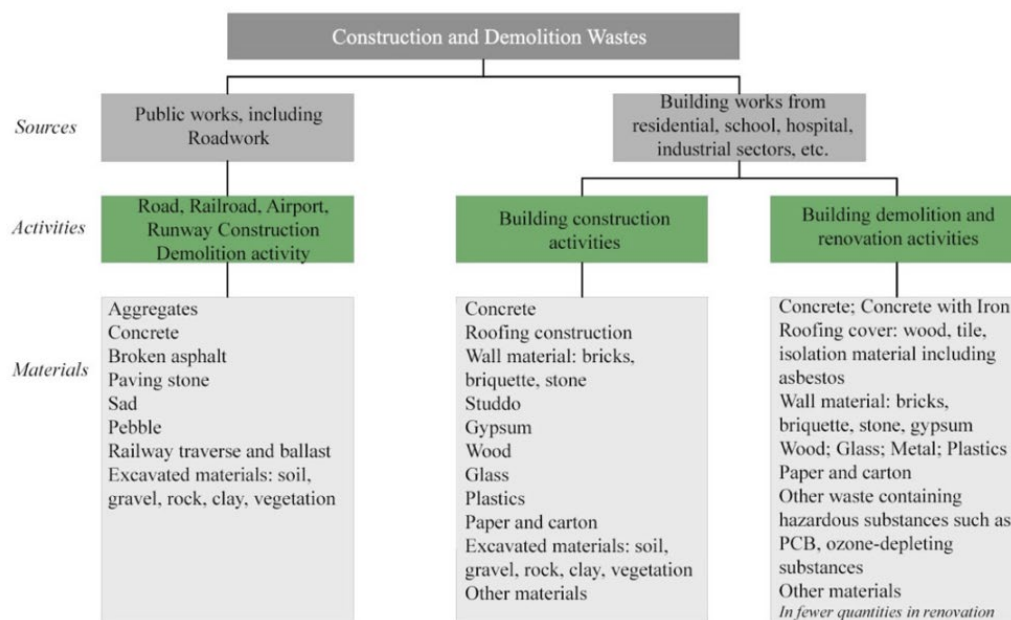


Abbildung 11. Bau- und Abbruchabfälle nach Tätigkeit¹²

Für die Bewirtschaftung von Bauabfällen gibt es verschiedene Methoden, darunter Deponierung, Verbrennung und Recycling. Unter diesen Optionen ist das Recycling die beliebteste, da es die Menge der zu deponierenden Abfälle und den Bedarf an neuen Materialien reduziert. Beim Bauschuttrecycling werden Materialien wie Holz, Beton, Metalle und Kunststoffe sortiert und zu neuen Produkten verarbeitet. Dies schont nicht nur die natürlichen Ressourcen, sondern trägt auch zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen bei.

Die Bewirtschaftung von Bauabfällen ist nicht nur aus Gründen des Umweltschutzes wichtig, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll. Durch die Umsetzung von Strategien zur Abfallreduzierung wie Quellenreduzierung, effektives Materialmanagement und Abfallvermeidung können Bauunternehmen ihre Material- und Entsorgungskosten senken. Darüber hinaus können Unternehmen, die sich für das Recycling von Abfällen

¹² Sönmez, N. und Kalfa, S.M., 2023. Untersuchung von Bau- und Abbruchabfällen in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union gemäß ihren Richtlinien. Contemporary Journal of Economics and Finance, 1(2), S.7-26.

entscheiden, durch den Verkauf dieser Materialien Einnahmen erzielen und die mit Deponien verbundenen Kosten senken.

Strategien zur Abfallvermeidung beim Bau:

- Entwurf für Materialoptimierung
- Wahl des Materials
- Entsorgungsplanung vor Ort

Die Bemühungen zur Minimierung von Bauabfällen lassen sich in drei Hauptansätze unterteilen. Erstens gibt es die Optimierung des Designs im Hinblick auf die Materialeffizienz, was bedeutet, dass Gebäude so entworfen werden, dass sowohl die Menge der beim Bau verwendeten Materialien als auch die während des Bauprozesses entstehenden Abfälle reduziert werden. Dieser Ansatz beinhaltet auch die Planung des Rückbaus und der Wiederverwendung von Materialien und Komponenten am Ende ihrer Lebensdauer. Zweitens geht es um die durchdachte Auswahl von Materialien, die Förderung einer Kreislaufwirtschaft durch die vorrangige Wiederverwendung von Materialien und Bauteilen und die Auswahl von Baumaterialien mit recyceltem Inhalt. Dieser nachhaltige Ansatz trägt dazu bei, den Bedarf an neuen Ressourcen zu minimieren. Schließlich ist die Planung des Abfallmanagements auf der Baustelle von entscheidender Bedeutung. Dazu gehört die Einführung wirksamer Abfallmanagementpraktiken auf der Baustelle, die die ordnungsgemäße Trennung und das Recycling von Abfallstoffen gewährleisten. Diese drei Strategien tragen gemeinsam dazu bei, die Umweltauswirkungen der Bautätigkeit zu verringern.

Praktiken der Abfallwirtschaft:

- Einsatz moderner Technologien zur Herstellung von Teilen und Produkten außerhalb des Standorts oder Verwendung vorgefertigter Teile, um Bauabfälle zu vermeiden
- Effektive Koordination von Projektplanung, Entwurf und Bauphase zwischen dem Berater, dem Kunden, den Auftragnehmern und anderen Beteiligten.
- Einführung wirksamer Baustellenmanagementverfahren und Sensibilisierung der Arbeitnehmer in der Bauwirtschaft.
- Verwertung und Recycling von Baustellenabfällen
- Belohnungen und Angebotsprämien für die Abfallbewirtschaftung bereitstellen.
- Stärkere Anwendung von Leitlinien und Anforderungen für grünes Bauen
- Festlegung von Sanktionen für Bauunternehmen mit mangelhaften Abfallbewirtschaftungsverfahren
- Eine Erhöhung der Deponiegebühren
- Aufnahme einer Politik zur Vermeidung von Materialabfällen in Bauverträge
- Geplante Schulungen über Strategien zur Minimierung von Materialabfällen für Bauarbeiter

2.2. Auswirkungen von Bauabfällen

Bauabfälle können eine Reihe von negativen Auswirkungen auf die Umwelt, die öffentliche Gesundheit und die Wirtschaft haben. Es gibt verschiedene Strategien, Ansätze und Maßnahmen zur Bewirtschaftung von Bauabfällen, die im öffentlichen und privaten Sektor angewandt werden. Die Auswirkungen von Bauabfällen können in drei Hauptkategorien eingeteilt werden: Wirtschaft, Umwelt und Soziales.

Betrachtet man die Umweltauswirkungen des Baugewerbes, so wird deutlich, dass mehr als 37 % aller in der Europäischen Union anfallenden Abfälle auf das Baugewerbe entfallen, wie Eurostat im Jahr 2021 berichtete.

- Überfüllte Deponien, die entstehen, wenn Bauschutt nicht ordnungsgemäß behandelt und auf Deponien verbracht wird. Dies kann zur Freisetzung schädlicher Schadstoffe in Luft und Wasser sowie zur Produktion von Methan führen, einem Treibhausgas, das zum Klimawandel beiträgt.
- Erschöpfung der Ressourcen, da die Herstellung von Baumaterialien die Ausbeutung natürlicher Ressourcen wie Sand, Kies und Holz erfordert, was zu Umweltschäden wie Abholzung und Bodenerosion führen kann.
- Wasserverschmutzung: Abfälle von Baustellen können häufig Wasserquellen verunreinigen, wenn sie nicht ordnungsgemäß behandelt werden. Dies kann zu Gesundheitsproblemen, wie z. B. Infektionen, führen.
- Luftverschmutzung. Bei der Verbrennung von Bauschutt können schädliche Schadstoffe wie Dioxine in die Luft gelangen. Diese Schadstoffe können Atemprobleme, Krebs und andere Gesundheitsprobleme verursachen.
- Lärmbelästigung. Bauarbeiten können laut sein und die Tierwelt und die Anwohner stören.
- Sicherheitsrisiken. Bauschutt kann ein Sicherheitsrisiko darstellen, z. B. eine Stolperfalle oder Brandgefahr.

Dies sind nur einige der Auswirkungen von Bauabfällen. Daher ist es für die Bauindustrie von entscheidender Bedeutung, Strategien zur Abfallbewirtschaftung zu verfolgen und die Verwendung von recycelten und wiederverwendbaren Baumaterialien zu fördern.

2.3. Kostengünstige und wiederverwendbare Baumaterialien.

Umweltinitiativen im Bausektor haben den Schwerpunkt auf die Betriebsphase und die Verringerung des Energieverbrauchs der Gebäudenutzer gelegt. Dennoch ist es von entscheidender Bedeutung zu erkennen, dass ein erheblicher Teil, etwa die Hälfte, des ökologischen Fußabdrucks eines Gebäudes während seines gesamten Lebenszyklus von den beim Bau verwendeten Materialien stammt, insbesondere während des Herstellungsprozesses. Dies unterstreicht die wachsende Bedeutung der Wiederverwendung, die zu einem wichtigen Punkt geworden ist, der mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft übereinstimmt und erhebliche Auswirkungen auf die Bauindustrie als Ganzes hat.

Alle Materialien von Baustellen, die zur Wiederverwendung verwendet werden, sind recycelte Baustoffe. Dazu gehören Holz, Ziegel, Isolierung, Kunststoff, Glas, Bausteine und Wandverkleidungen.

Viele Materialien können recycelt oder wiederverwendet werden, unter anderem:

Beton: Kann bei künftigen Projekten als Zuschlagstoff verwendet werden.

Holz: Kann für Möbel oder zur Landschaftsgestaltung wiederverwendet werden.

Metalle: Können geschmolzen und zu neuen Metallprodukten verarbeitet werden.



Kunststoffe: Können zu neuen Materialien wie Kunststoffholz oder Dämmstoffen verarbeitet werden.

Quellen:

Sönmez, N. und Kalfa, S.M., 2023. Untersuchung von Bau- und Abbruchabfällen in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union gemäß ihren Richtlinien. Contemporary Journal of Economics and Finance, 1(2), S.7-26.

<https://www.zerowastedesign.org/02-building-design/fa-construction-demolition-waste-best-practice-strategies/>

Tafesse, S., Girma, Y. E., & Dessalegn, E. (2022). Analyse der sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen von Bauabfällen und Managementpraktiken. Abteilung für Bautechnologie und -management, College of Engineering and Technology, Dilla University, Dilla, Äthiopien

Yu, A.T.W.; Wong, I.; Wu, Z.; Poon, C.-S. Strategien zur effektiven Abfallreduzierung und zum Management von Gebäudeabfällen

Bauprojekte in stark urbanisierten Städten - eine Fallstudie über Hongkong. Gebäude 2021, 11, 214.

<https://doi.org/10.3390/buildings11050214>

3. Energieeffiziente Gebäude: Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, Langfristige

Renovierungsstrategien, Fast-Null-Energie-Gebäude . Bescheinigungen und Inspektionen.

Konzept des grünen Bauens.

3.1. Energieeffiziente Gebäude: Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, langfristige Renovierungsstrategien, Fast-Null-Energie-Gebäude

Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) ist eine Richtlinie der Europäischen Union, die darauf abzielt, die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der EU zu verbessern. Die Richtlinie legt Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz neuer Gebäude fest und schreibt vor, dass bestehende Gebäude so renoviert werden müssen, dass sie bestimmte Energieeffizienzstandards erfüllen. Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist ein wichtiges Instrument, um Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im europäischen Bausektor zu erreichen. Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) ist ein wichtiger politischer Rahmen in der Europäischen Union (EU), der darauf abzielt, die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern. Sie spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung des Klimawandels und der Förderung der Nachhaltigkeit im Bausektor.

Was ist die EPBD?

Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) ist eine EU-Initiative aus dem Jahr 2002, die in den Jahren 2010 und 2018 überarbeitet wurde. Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2018/844/EU), die derzeit in Kraft ist, führte neue Elemente in die frühere Richtlinie 2010/31/EU ein. Ihr Hauptziel ist die Senkung des Energieverbrauchs in Gebäuden, die einen erheblichen Anteil am Energieverbrauch und den Treibhausgasemissionen in der EU haben. Die EPBD ist eine Reihe von Vorschriften und Richtlinien, die von der Europäischen Union zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden erlassen wurden. Ihre Hauptziele sind:

Senkung des Energieverbrauchs: Die EPBD zielt darauf ab, den Energieverbrauch von Gebäuden durch die Festlegung von Mindestnormen für die Gesamtenergieeffizienz sowohl neuer als auch bestehender Gebäude zu senken.

Förderung erneuerbarer Energien: Sie fördert den Einsatz erneuerbarer Energiequellen in Gebäuden, z. B. Sonnenkollektoren und Windturbinen.

Verbesserung der Markttransparenz: Die EPBD schreibt Energieausweise für Gebäude vor, die Auskunft über die Energieeffizienz eines Gebäudes geben. Dies hilft Käufern und Mietern von Immobilien, fundierte Entscheidungen zu treffen.

Mehrere neue Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Zu diesen Maßnahmen gehören:

Mindeststandards für die Gesamtenergieeffizienz: Die EPBD legt Mindestnormen für die Gesamtenergieeffizienz fest, die alle neuen Gebäude erfüllen müssen. Diese Normen stellen sicher, dass neue Gebäude von Anfang an energieeffizient gebaut werden.

Renovierungsanforderungen: Die Richtlinie gilt auch für bestehende Gebäude, die umfassend renoviert werden. Diese Gebäude müssen auf ein bestimmtes energetisches Niveau gebracht werden, so dass sie während des Renovierungsprozesses energieeffizienter werden.

Ausweise über die Gesamtenergieeffizienz: Die EPBD schreibt die Ausstellung von Energieausweisen vor, in denen die Energieeffizienz von Gebäuden bewertet wird. Diese Ausweise sind für Immobilientransaktionen unerlässlich, da sie Käufer und Mieter über die Energieeffizienz des Gebäudes informieren.

Hier finden Sie einige zusätzliche Informationen über die EPBD:

- Die EPBD wird in jedem EU-Mitgliedstaat durch nationale Rechtsvorschriften umgesetzt.
- Es gibt eine Reihe finanzieller Anreize, die Gebäudeeigentümern helfen, die Energieeffizienz ihrer Gebäude zu verbessern.
- Die EPBD wird auch durch eine Reihe freiwilliger Initiativen unterstützt, wie z. B. die Richtlinie über die Energieeffizienz von Gebäuden.

Renovierungswelle und langfristige Renovierungsstrategien

Die Renovierungswelle ist eine EU-Initiative, die darauf abzielt, die Renovierung von Gebäuden in ganz Europa zu beschleunigen, wobei der Schwerpunkt auf der Verbesserung ihrer Energieeffizienz und Nachhaltigkeit liegt. Die Hauptziele der Renovierungswelle sind die Steigerung der Energieeffizienz von EU-Gebäuden, die Verringerung der Treibhausgasemissionen und die Schaffung von Arbeitsplätzen im Bau- und Renovierungssektor. Damit der Gebäudesektor zur Erreichung des Klimaziels beitragen kann, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % (im Vergleich zu 1990) zu senken, setzt die Strategie der Renovierungswelle ein klares Ziel: eine 60 %ige Verringerung der Treibhausgasemissionen von Gebäuden. %, eine Senkung des Endenergieverbrauchs um 14 % (bis 2030 im Vergleich zu 2015) und mindestens eine Verdoppelung der jährlichen Renovierungsrate. Die Renovierungswelle befasst sich mit drei Hauptprioritäten:

- Bekämpfung der Energiearmut und Verbesserung der Effizienz der am wenigsten energieeffizienten Gebäude.
- Verbesserung der Nachhaltigkeit von öffentlichen Gebäuden und sozialer Infrastruktur.
- Umstellung auf umweltfreundlichere Heiz- und Kühlsysteme.



Abbildung 12. Prioritäten der Renovierungswelle ¹³

Nach Ansicht der Europäischen Kommission sind langfristige Renovierungsstrategien von entscheidender Bedeutung, um den wirtschaftlichen Wandel zu erleichtern, der erforderlich ist, um umfassendere Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und mit dem im Pariser Abkommen festgelegten Endziel übereinzustimmen. Dieses Ziel besteht darin, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau zu halten und auf einen Anstieg von 1,5°C zu begrenzen. Die langfristigen Strategien müssen mit den nationalen Energie- und Klimaplänen der Mitgliedstaaten für den Zeitraum von 2021 bis 2030 verknüpft sein.

Die nationalen langfristigen Strategien sowie die Strategie der EU müssen einen Zeithorizont von mindestens 30 Jahren umfassen. Diese Strategien sollten verschiedene Schlüsselaspekte behandeln, darunter die Reduzierung der gesamten Treibhausgasemissionen und die Verbesserung des Abbaus durch Senken. Darüber hinaus müssen sie Ziele für die Verringerung der Emissionen und die Verbesserung des Abbaus für bestimmte Sektoren wie Elektrizität, Industrie, Verkehr, Heizung und Kühlung, Gebäude (sowohl Wohn- als auch Dienstleistungsgebäude), Landwirtschaft, Abfall sowie Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) festlegen. Darüber hinaus sollten diese Strategien Aufschluss über die erwarteten Fortschritte beim Übergang zu einer Wirtschaft mit geringen Treibhausgasemissionen geben, einschließlich Messgrößen wie Treibhausgasintensität und CO₂-Intensität des Bruttoinlandsprodukts, sowie langfristige Investitionsschätzungen und Pläne für Forschung, Entwicklung und Innovation in diesem Zusammenhang. Wann immer möglich, sollten die erwarteten sozioökonomischen Auswirkungen von Dekarbonisierungsmaßnahmen berücksichtigt werden, die die makroökonomische und soziale Entwicklung, die Auswirkungen auf die Gesundheit, den Umweltschutz und andere Faktoren umfassen. Darüber hinaus sollten diese Strategien mit anderen nationalen langfristigen Zielen, Planungsbemühungen, Politiken, Maßnahmen und Investitionsinitiativen harmonisiert werden.

Bei diesen Strategien handelt es sich um umfassende Pläne, die sich auf die Renovierung bestehender Gebäude konzentrieren, um deren Energieeffizienz zu verbessern und die Umweltauswirkungen zu verringern. Diese Strategien sehen eine Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden vor. Langfristige Renovierungsstrategien sind aus mehreren Gründen wichtig. Erstens fördern sie die Nachhaltigkeit, indem sie

¹³ Quelle: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en#a-renovation-wave-for-europe



die Notwendigkeit von Neubauten verringern, wodurch wertvolle Ressourcen geschont und Abfälle minimiert werden, was mit den allgemeinen Nachhaltigkeitszielen übereinstimmt und die Lebensdauer bestehender Strukturen verlängert. Darüber hinaus verbessern diese Strategien die Energieeffizienz durch die Aufrüstung von Isolierung, Fenstern, HLK-Systemen und Beleuchtung während der Renovierung, wodurch letztlich die Betriebskosten gesenkt werden. Darüber hinaus stellen sie den Komfort und die Funktionalität von Gebäuden in den Vordergrund und sorgen dafür, dass sie sich an die sich ändernden Bedürfnisse der Bewohner und die sich verändernden Umweltbedingungen anpassen, wodurch die Gesamtqualität und Langlebigkeit der bebauten Umwelt verbessert wird.

Diese Strategien konzentrieren sich in der Regel auf die folgenden Ziele:

- Senkung des Energieverbrauchs
- Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen
- Steigerung von Komfort und Lebensqualität
- Verringerung der Treibhausgasemissionen
- Schaffung von Arbeitsplätzen und Förderung des Wirtschaftswachstums

Nahezu Null-Energie-Gebäude

Mit der Neufassung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) wurde in Artikel 9 der Begriff "Fast-Null-Energie-Gebäude" (nZEB) eingeführt. Die EU hat vorgeschlagen, bis 2030 von den derzeitigen Fast-Null-Energie-Gebäuden zu Null-Emissionsgebäuden überzugehen.

Fast-Null-Energie-Gebäude (NZEB) sind Gebäude, die eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen. Sie benötigen sehr wenig Energie zum Heizen, Kühlen und Beleuchten und erzeugen oder beziehen einen erheblichen Teil ihrer Energie aus erneuerbaren Quellen.

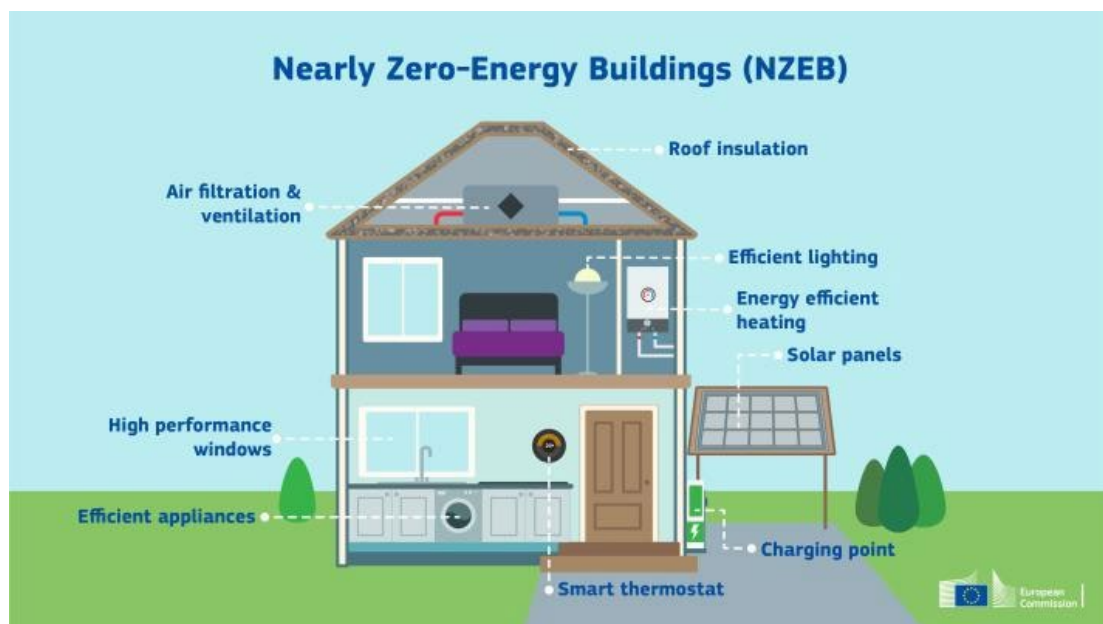


Abbildung 13. NZEB-Gebäude ¹⁴

Die Planung und der Bau von Niedrigstenergiegebäuden (NZEB) umfassen verschiedene effektive Strategien. Zu diesen Ansätzen gehört die Verwendung hoch isolierter Materialien, die Wärmeverluste und -gewinne erheblich einschränken und so eine hervorragende thermische Leistung gewährleisten. Darüber hinaus werden in NZEBs energieeffiziente Heiz-, Kühl- und Beleuchtungssysteme eingesetzt, um den Energieverbrauch zu optimieren. Durch den Einsatz von Tageslicht und passiver Sonneneinstrahlung wird die Abhängigkeit von künstlicher Beleuchtung und Heizung weiter reduziert, was die Gesamteffizienz erhöht. Darüber hinaus bietet die Integration von Sonnenkollektoren und anderen erneuerbaren Energiesystemen eine nachhaltige Möglichkeit zur Stromerzeugung, so dass die NZEBs ihre ehrgeizigen Energieziele erreichen und gleichzeitig die Umweltbelastung minimieren können.

First nZEB Principle: Energy demand	Second nZEB Principle: Renewable energy share	Third nZEB Principle: Primary energy and CO₂ emissions
There should be a clearly defined boundary in the energy flow related to the operation of the building that defines the energy quality of the energy demand with clear guidance on how to assess corresponding values.	There should be a clearly defined boundary in the energy flow related to the operation of the building where the share of renewable energy is calculated or measured with clear guidance on how to assess this share.	There should be a clearly defined boundary in the energy flow related to the operation of the building where the overarching primary energy demand and CO ₂ emissions are calculated with clear guidance on how to assess these values.

Abbildung 14. Die 3 Prinzipien des NZEB-Gebäudes ¹⁵

Vorteile von NZEBs:

Netto-Nullenergiegebäude (Net Zero Energy Buildings, NZEBs) bieten eine Reihe überzeugender Vorteile. Auch wenn die anfänglichen Baukosten höher sein mögen, bringen sie aufgrund ihres deutlich geringeren Energieverbrauchs langfristig erhebliche wirtschaftliche Vorteile. Dies führt im Laufe der Zeit zu erheblichen Kosteneinsparungen und macht sie zu einer finanziell sinnvollen Investition. Darüber hinaus wird bei NZEBs der Komfort der Bewohner durch eine hochwertige Isolierung, effiziente HLK-Systeme und passive Konstruktionsprinzipien in den Vordergrund gestellt, wodurch das ganze Jahr über eine gleichmäßige und angenehme Innentemperatur gewährleistet wird.

Zusätzlich zu den wirtschaftlichen Vorteilen sind NZEBs von Natur aus widerstandsfähig. Sie sind in der Lage, ihren eigenen Strom aus erneuerbaren Quellen zu erzeugen und verfügen häufig über Energiespeicherlösungen. Diese Autarkie macht sie robuster gegenüber Unterbrechungen der Energieversorgung und erhöht ihre Zuverlässigkeit, was zu einer nachhaltigeren und widerstandsfähigeren gebauten Umwelt beiträgt.

Erasmus+ BUNG Programm Beispiel:

¹⁴ Quelle: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en

¹⁵ Quelle: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_nZEB-study.pdf

Der spielerische Lernansatz des Erasmus+ BUNG-Programms ist eine hervorragende Möglichkeit, Studenten die Prinzipien und Technologien von NZEB näher zu bringen. Praktische Erfahrungen mit Materialien, Beleuchtung, Isolierung und HLK-Systemen helfen den Studierenden, die praktischen Aspekte der Planung und des Baus dieser energieeffizienten Gebäude zu verstehen. Diese Art des Erfahrungslernens kann ein wertvolles Instrument sein, um künftige Arbeitskräfte auf nachhaltige Baupraktiken und das Erreichen von Energieeffizienzzielen vorzubereiten.

3.2. Zertifikate und Inspektionen. Konzept des grünen Bauens.

Das Konzept des grünen Bauens, das auch als nachhaltiges Bauen oder umweltfreundliches Bauen bezeichnet wird, ist ein Ansatz für die Planung, den Bau und den Betrieb von Gebäuden mit dem Schwerpunkt auf der Minimierung ihrer Umweltauswirkungen, der Schonung von Ressourcen, der Verbesserung von Gesundheit und Wohlbefinden und der Förderung der Nachhaltigkeit. Dieses Konzept umfasst verschiedene Grundsätze und Strategien, die auf energieeffizientere Gebäude mit geringeren Umweltauswirkungen abzielen. Grüne Gebäudepraktiken legen den Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Umweltverantwortung bei Bau und Betrieb. Zertifikate und Inspektionen sind integrale Bestandteile des Green-Building-Konzepts. Zertifikate wie LEED oder BREEAM dienen als offizielle Anerkennung, dass ein Gebäude strenge grüne Standards erfüllt. Diese Zertifikate werden auf der Grundlage der Einhaltung von Kriterien in Bezug auf Energieeffizienz, Wassereinsparung, Materialverbrauch, Luftqualität in Innenräumen und mehr vergeben.

Die gängigsten Zertifizierungsprogramme für grünes Bauen:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): ist eine der weltweit am meisten anerkannten Zertifizierungen für nachhaltiges Bauen. Es wird vom U.S. Green Building Council verwaltet. LEED ist ein Bewertungssystem für Gebäude, das dazu beiträgt, Gebäude effizienter und kostengünstiger zu machen. Es ist für alle Gebäudetypen verfügbar und bietet eine Vielzahl von Vorteilen, einschließlich ökologischer, sozialer und wirtschaftlicher Vorteile. Die LEED-Zertifizierung ist weltweit für die Erreichung von Nachhaltigkeit anerkannt und wird von einer großen Gemeinschaft von Organisationen und Einzelpersonen unterstützt, die sich dafür einsetzen, die Welt nachhaltiger zu gestalten. Die LEED-Zertifizierung fördert nicht nur die Anwendung nachhaltiger Baupraktiken, sondern zeichnet auch Projekte aus, die ein optimales Umweltmanagement demonstrieren, und setzt damit weltweit einen Standard für nachhaltige Baupraktiken.

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): ist eines der weltweit am weitesten verbreiteten Systeme zur Bewertung von Gebäuden mit über 500.000 bewerteten Gebäuden in mehr als 70 Ländern. Verwaltet wird es vom Building Research Establishment. BREEAM wurde vom Building Research Establishment (BRE) in Großbritannien entwickelt und bewertet verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit eines Gebäudes, darunter Energieeffizienz, Wasserverbrauch, Materialverbrauch, Abfallmanagement und die Auswirkungen auf die Umwelt. Es bietet einen soliden Rahmen für Planer, Architekten und Bauherren, um die Nachhaltigkeit ihrer Projekte durch die Einhaltung von Standards und Maßstäben zu verbessern. Die BREEAM-Zertifizierung steht für die Verpflichtung, umweltverträgliche und ressourceneffiziente Gebäude zu errichten, bessere Praktiken bei Bau und Betrieb zu fördern und die Gesamtqualität der gebauten Umwelt zu verbessern.

Der DGNB-Rahmen, bekannt als Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, ist ein umfassendes System zur Bewertung und Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden und städtischen Einrichtungen in Deutschland und auf internationaler Ebene. Dieser Rahmen bewertet verschiedene Dimensionen der Nachhaltigkeit, darunter ökologische, ökonomische und soziale Aspekte, um sicherzustellen, dass Bauprojekte umweltverträglich, ressourcenschonend und unter Berücksichtigung des menschlichen Wohlbefindens durchgeführt werden. Der DGNB-Rahmen deckt ein breites Spektrum von Kriterien ab, wie z.B. Energieeffizienz,



Materialeinsparung, Wassermanagement, Innenraumkomfort und Anpassungsfähigkeit an künftige Anforderungen. Es fördert nachhaltige Praktiken in allen Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes, von der Planung und dem Entwurf über den Bau und den Betrieb bis hin zum Abschluss des Baus. Die DGNB-Zertifizierung steht für das Bekenntnis zu nachhaltigen Baupraktiken und zeigt, dass ein Projekt darauf ausgerichtet ist, die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren und gleichzeitig gesunde Räume für Menschen zu schaffen.

Das neu eingeführte E+C-Zertifizierungslabor ist ein Hinweis auf die besten Praktiken beim Bau von Gebäuden, die eine optimale Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit aufweisen. Dieses Kennzeichnungssystem umfasst zwei grundlegende Komponenten: einen Energiefaktor und einen Kohlenstofffaktor, der durch den Indikator "Kohlenstoff" bewertet wird. Um den unterschiedlichen Charakteristika der verschiedenen Gebäudetypen, Standorte und den damit verbundenen Kosten Rechnung zu tragen, gibt es vier mögliche Leistungsstufen für Energie und zwei für Kohlenstoff.

LEVELs ist ein neues Rahmenwerk zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, das von der Europäischen Kommission entwickelt wurde. Es soll ein einfaches und flexibles Instrument sein, das zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden aller Art und Größe verwendet werden kann.

Certifications	Requirements
<p>BREEAM International (Similar to BREEAM Sweden, Norway and Spain)</p>	<p>Perform a high-quality whole building LCA analysis.</p>
<p>LEED</p>	<p>Complete a whole building LCA. Additional credits are awarded based on the demonstrated impact reductions and by incorporating building reuse and/or salvage materials into the project's scope of work.</p>
<p>DGNB DE, DGNB International and DK</p>	<p>Perform a whole building LCA and demonstrate impact reductions.</p>
<p>Energie Carbone</p>	<p>Undertake a whole life-cycle assessment for the building permit and post construction. The assessment accounts for materials, construction site, energy, and water impacts. The results are then benchmarked against carbon level thresholds.</p>
<p>Level(s)</p>	<p>Measure GHG across a building's life cycle, demonstrate resource-efficient and circular material life-cycles, optimize life-cycle cost and value.</p>

Abbildung 15. Liste der Zertifizierungen für grünes Bauen Quelle: OneClickLCA



QUELLEN:

1. Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>
2. Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/;ELX_SESSIONID=FZMjThLLzfxmmMCQGp2Y1s2d3Tjwtd8QS3pqdkhXZbwqGwlgY9KN!2064651424?uri=CELEX:32010L0031
3. Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2018/844/EU (EPBD). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844>
4. BUNG Erasmus+ Projekt :<https://www.bung-project.eu/>
5. <https://www.usgbc.org/>
6. <https://bregroup.com/products/breem/>
7. <https://www.dgnb.de/en/certification/important-facts-about-dgnb-certification/about-the-dgnb-system>
8. <http://www.batiment-energiecarbone.fr/en/obtaining-the-certification-label-a25.html>



Bibliothek zu Modul 4: Bewusstsein für neue nachhaltige Baumaterialien

1. ISO 14040 (2006). Umweltmanagement: Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen. Internationale Organisation für Normung, Genf, aus [ISO 14040:2006 - Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmen](#)
2. Französisches Institut für Internationale Beziehungen (IFRI) (Oktober 2020) Renovierungswelle: Make or Break for the European Green Deal. Abrufbar unter: <https://www.ifri.org/en/publications/etudes-de-lifri/renovation-wave-make-or-break-european-green-deal>
3. Europäische Kommission (2020). "Langfristige Renovierungsstrategien". Abrufbar unter: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/long-term-renovation-strategies_en
4. Buildings Performance Institute Europe (BPIE) (Mai, 2021). A Review and Gap Analysis of the Renovation Wave. Abrufbar unter: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/04/BPIE_Renovation-Wave-Analysis_052021_Final.pdf
5. Buildings Performance Institute Europe (BPIE) (2011). Grundsätze für Fast-Null-Energie-Gebäude. Abrufbar unter: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_nZEB-study.pdf
6. Europäische Kommission (2020). MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN Eine Renovierungswelle für Europa - mehr Umweltfreundlichkeit für unsere Gebäude, mehr Arbeitsplätze, mehr Lebensqualität KOM/2020/662 endgültig. Abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662>
7. Europäische Umweltagentur (2020). Bau- und Abbruchabfälle: Herausforderungen und Chancen in einer Kreislaufwirtschaft <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges/construction-and-demolition-waste-challenges/download.pdf.static>
8. Interreg FCRBE Projekt (2021). Wiederverwendung in Green Buildings Framework. https://vb.nweurope.eu/media/15800/green_building_frameworks_2021.pdf
9. Nationale langfristige Strategien. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-long-term-strategies_en
10. Europäische Kommission (2020). Ein europäischer Green Deal. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
11. Europäische Kommission (2013). Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung). Accessible at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583922805643&uri=CELEX:02010L0031-20181224>
12. Europäische Kommission (2016). EU-Protokoll zum Management von Bau- und Abbruchabfällen
13. <https://www.interregeurope.eu/find-policy-solutions/webinar/collection-and-recycling-of-construction-and-demolition-waste-key-learnings>
14. Europäische Umweltagentur (2020). Bau- und Abbruchabfälle: Herausforderungen und Chancen in einer Kreislaufwirtschaft. <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges/construction-and-demolition-waste-challenges/download.pdf.static>
15. <https://www.epa.ie/our-services/monitoring--assessment/circular-economy/construction--demolition/>



Quiz zur Selbsteinschätzung zu Modul 4: Bewusstsein für neuartige nachhaltige Baustoffe

1. Was ist das Hauptziel der Verwendung neuartiger nachhaltiger Baumaterialien im Bauwesen?
 - (a) Senkung der Baukosten
 - (b) Verlängerung der Lebensdauer von Gebäuden
 - (c) Minimierung der Umweltauswirkungen**
 - (d) Verbesserung der Innenraumästhetik

2. Welche der folgenden Punkte sind für die nachhaltige Verwendung von Baumaterialien entscheidend?
 - (a) Kapazität für das Recycling am Ende des Lebenszyklus eines Gebäudes
 - (b) Geringe Toxizität für den Menschen
 - (c) Niedrige graue Energie
 - (d) Lokale Herstellung oder Erwerb
 - (e) Alle der oben genannten Punkte**

3. Was sind die wichtigsten Schritte der LCA-Methodik?
 - (a) Definition der Ziele und des Anwendungsbereichs - Bestandsanalyse - Folgenabschätzung - Interpretation**
 - (b) Definition der Ziele - Definition des Anwendungsbereichs - Folgenabschätzung - Auslegung
 - (c) Definition der Ziele - Definition des Anwendungsbereichs - Bestandsanalyse - Folgenabschätzung

4. Was ist das Hauptziel der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD)?
 - (a) Senkung des Energieverbrauchs in industriellen Prozessen
 - (b) Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Verkehrswesen
 - (c) Senkung des Energieverbrauchs in Gebäuden**
 - (d) Förderung von energieintensiven Technologien

5. Warum sind langfristige Renovierungsstrategien im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit und Klimazielen so wichtig?

- (a) Sie fördern Neubauten gegenüber Renovierungen
- (b) Sie verkürzen die Lebensdauer bestehender Gebäude
- (c) Sie konzentrieren sich auf die Renovierung bestehender Gebäude zur Verbesserung der Energieeffizienz**
- (d) Sie haben keinen Einfluss auf die Nachhaltigkeitsziele

6. Was sind die potenziellen Vorteile der Verwendung neuartiger nachhaltiger Baumaterialien?

- (a) Erhöhter Ressourcenverbrauch und höhere Kohlenstoffemissionen
- (b) Verringerung der Umweltauswirkungen und Steigerung der Innovation im Bauwesen**
- (c) Geringere Haltbarkeit und höhere Baukosten
- (d) Begrenzte Verfügbarkeit und mangelnde Ästhetik

7. Was ist ein Fast-Null-Energie-Gebäude (NZEB)?

- (a) Ein Gebäude, das sehr wenig Energie zum Heizen, Kühlen und Beleuchten benötigt und einen erheblichen Teil seiner Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt oder bezieht.**
- (b) Ein Gebäude, das keine Treibhausgasemissionen verursacht.
- (c) Ein Gebäude, das die in der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden festgelegten Mindestanforderungen an die Energieeffizienz erfüllt.

8. Was sind die Vorteile von Zertifizierungen für umweltfreundliches Bauen wie LEED und BREEAM?

- (a) Sie fördern die Anwendung nachhaltiger Baupraktiken und würdigen Projekte, die ein erfolgreiches Umweltmanagement aufweisen.**
- (b) Sie senken die Baukosten und erhöhen die Gewinne der Bauherren.
- (c) Sie erhöhen den Energieverbrauch und die Abfallmenge während des Bauprozesses.