



MASSNAHMENKATALOG ZUM NACHHALTIGEN UND ZIRKULÄREN BAUEN IN BERLIN

Erstellt von:

weberbrunner architekten zürich & berlin

Eva-Maria Friedel & Elise Pischetsrieder, info@weberbrunner.de

Stand: 02. März 2023

Im Auftrag von:

Sophie Drünert, Thomas Schwilling

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Fachbereich: Kreislaufwirtschaft und umweltverträgliche Beschaffung

Sophie.Druenert@SenUMVK.berlin.de





Inhalt

- 01** Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen
- 02** Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene
- 03** Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene
- 04** Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen
- 05** Ausblick



01

KLIMA- UND RESSOURCENSCHUTZ BEIM BAUEN

- Zusammenfassung
- Ausgangslage
- Das Cradle-to-Cradle-Prinzip
- Material Leasing
- Appell an alle Planungsbeteiligte

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

1. Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Grauer Energie

- Es sollten Bauteile verwendet werden, die in Herstellung, Transport und Entsorgung möglichst geringe Treibhausgasemissionen verursachen und wenig Graue Energie benötigen.
- Recyclingmaterialien oder Baustoffe auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen weisen in der Herstellung einen geringeren Energieaufwand und weniger Treibhausgasemissionen auf.
- Es ist auf eine einfache Kubatur und intelligente Konstruktionen zu achten.
- Der auf der Baustelle anfallende Abfall sollte z.B. durch Vorfertigung von Bauteilen und durch Verbindungen, die sich sortenrein trennen lassen, verringert werden.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

2. Erhalt von Grauer Energie/ Verlängerung der Gebäudelebensdauer

- Der Umbau sollte dem Abbruch und Neubau immer vorgezogen werden; so können Ressourcen geschont und mindestens 40% an Treibhausgasen (THG)* und Grauer Energie eingespart werden.
- Es sollte auf eine Reparierbarkeit u.a. durch eine gute Austauschbarkeit und Zugänglichkeit geachtet werden.
- Bei der Wahl der Baumaterialien und Konstruktionen sollte auf Robustheit und Langlebigkeit geachtet werden.

*CO₂-Emissionen, Quelle: Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland, BBSR-Online-Publikation Nr. 17/2020
Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

3. Entwurf von flexiblen Strukturen

- Bei der Planung von neuen Gebäuden, sollten Grundrisse und Deckenhöhen entwickelt werden, die eine möglichst flexible Nutzung zulassen – auf neue Anforderungen oder Nutzungsänderungen kann so mit kleinen Eingriffen eingegangen werden.
- Mit flexiblen Strukturen kann dem Abbruch am effektivsten entgegengewirkt werden.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

4. Kreislauffähigkeit der Gebäudebestandteile

- Bei der Kreislauffähigkeit wird auf die Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit von Bauteilen geachtet.
- Ziel ist es, Primärrohstoffe zu schonen und Primärenergie zu reduzieren.
- Es sollte geprüft werden, ob die eingesetzten Materialien schadstofffrei sind und recycelt werden können.
- Die verbauten Materialien sollten sortenrein trennbar sein, sodass sie vollständig wiederverwendbar oder recyclebar sein können.
- Mechanische Verbindungen wie verschrauben, einhängen, dübeln etc. sind verklebten oder vermörtelten Verbindungen vorzuziehen.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

5. Verwendung von Sekundärrohstoffen

- Der Gebäudebestand wird zur Rohstoffquelle – bereits heute sollten Gebäude mit möglichst vielen Sekundärrohstoffen nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip geplant werden, um Ressourcen zu sparen.
- Zurzeit wird ein Großteil der Bauwerke noch mit Primärmaterialien geplant – In Zukunft wird sich das umkehren zur Verwendung von Sekundärmaterialien, da die Primärmaterialien endlich und damit teuer sind.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

6. Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen

- Nachwachsende Rohstoffe müssen auch wiederverwendbar und recyclingfähig sein.
- Nachwachsende Baumaterialien wie Lehm, Hanf, Jute, Gras sollen am Ende ihrer Lebensdauer in den ökologischen Kreislauf wieder integriert werden.
- Holz sollte so lange wie möglich in einer Kaskadennutzung weiterverwendet werden, bevor es am Lebensende thermisch verwertet wird.
- Nicht nachwachsende Baumaterialien wie Metalle, Glas, Chemikalien und Kunststoffe sollten sparsam eingesetzt werden – diese Baustoffe sind möglichst durch Re- oder Upcycling im technischen Kreislauf zu erhalten.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

7. Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes

- Die letzten 20 Jahre lag der Fokus auf der Energiewende: Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und die Förderprogramme fokussieren sich auf den Energieverbrauch im Gebäudebetrieb.
- Der nächste Schritt muss zur Bauwende gehen: Der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes muss in Hinblick auf Treibhausgasemissionen und Graue Energie anhand einer Ökobilanzierung betrachtet und bewertet werden.
- Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes sind auch die Klimagasemissionen bei der Herstellung der eingesetzten Baustoffe monetär zu betrachten (siehe UBA Methodenkonvention 3.1.).

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Zusammenfassung

8. Verzicht auf Untergeschosse

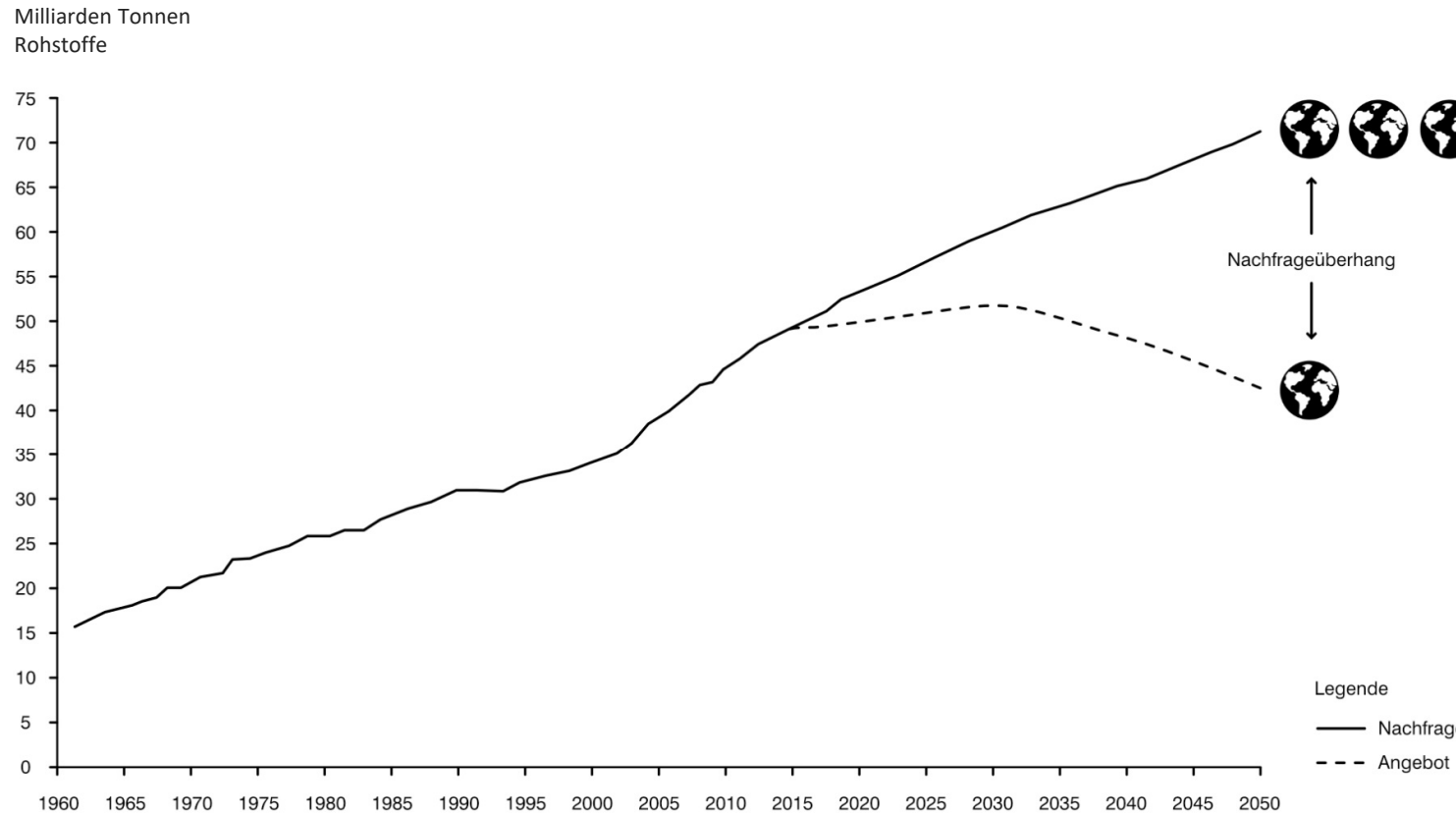
- Für das Untergeschoss gibt es hohe Anforderungen an die Bauteile, sodass hier meist komplexe mineralische und synthetische Bauteilaufbauten mit Anstrichen, Verklebungen und Vermörtelungen zum Einsatz kommen.
- Diese haben einen deutlich höheren ökologischen Fußabdruck als nachwachsende Rohstoffe und sind nicht sortenrein rückbaubar.
- Auf das Untergeschoss zu verzichten, spart einen beachtlichen Anteil an Treibhausgasemissionen, Grauer Energie und Ressourcen.
- Nutzungen, die überirdisch angeordnet sind, sind flexibler umnutzbar: So kann ein oberirdisches Parkdeck (mit entsprechender Raumhöhe) zu Gewerbeflächen oder alternativen Wohnformen wie Clusterwohnen umgenutzt werden, da die Flächen natürlich belichtet werden können.

Quellen: Maßnahmen zum Zirkulären Bauen (S.4-11): A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling
F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Ausgangslage

Weltweiter Vorrat und Nachfrage nach beschränkten Materialien und Energieressourcen, 1960-2050



Seit 2015 ist die Nachfrage nach Primärrohstoffen größer als das verbleibende Angebot.

Bereits am 5. Mai war im Jahr 2022 in Deutschland der Erdüberlastungstag.

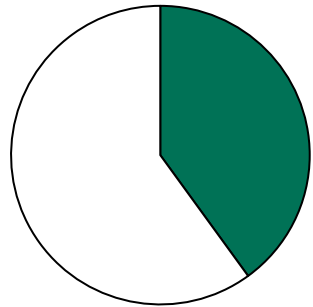
Quelle: P. Lacy, J. Rutqvist, P. Buddemeier, Wertschöpfung statt Verschwendung: Die Zukunft gehört der Kreislaufwirtschaft, 2015

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Ausgangslage

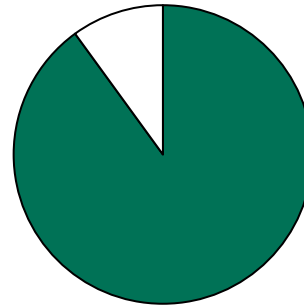
Anteil Bausektor* am deutschen Gesamtverbrauch/ Gesamtaufkommen

Treibhausgas-
Emissionen



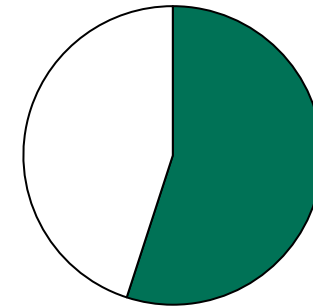
40%

Mineralischer
Rohstoffverbrauch



90%

Abfall-
Aufkommen



55%

CO₂-Emissionen, Quelle: Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland, BBSR-Online-Publikation Nr. 17/2020

Mineralischer Rohstoffverbrauch, Quelle: F. Pichlmeier, Ressourceneffizienz im Bauwesen – von der Planung bis zum Bauwerk, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH, Mai 2019

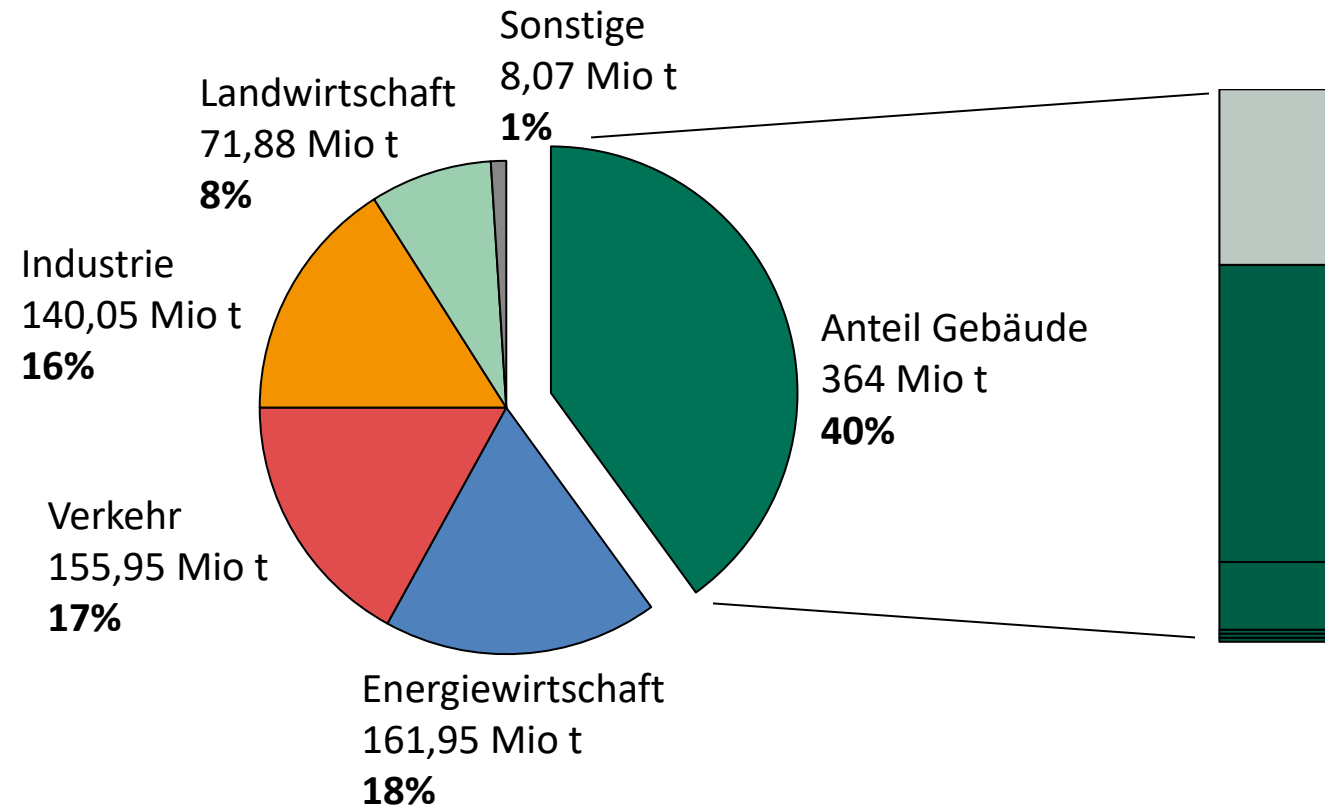
Abfallaufkommen, Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, Wiesbaden, 2019

* Bausektor: Errichtung und Nutzung von Hochbauten

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Ausgangslage

Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland



Treibhausgas-Emissionen durch Handlungsfeld „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“

Gebäude: 13%

(Direkte Emissionen Betriebs- und Nutzungsenergie)
119 Mio t

Bauen TOTAL: 27%

(Indirekte Emissionen wie Prozesse für Baumaterialien, Bereitstellung von Fernwärme etc.)
245 Mio t

davon in:

- Energiewirtschaft 196 Mio t: 22%
- Industrie 40,95 Mio t: 5%
- Landwirtschaft 0,12 Mio t: 0%
- Verkehr 4 Mio t: 0%
- Sonstige 3,93 Mio t: 0%

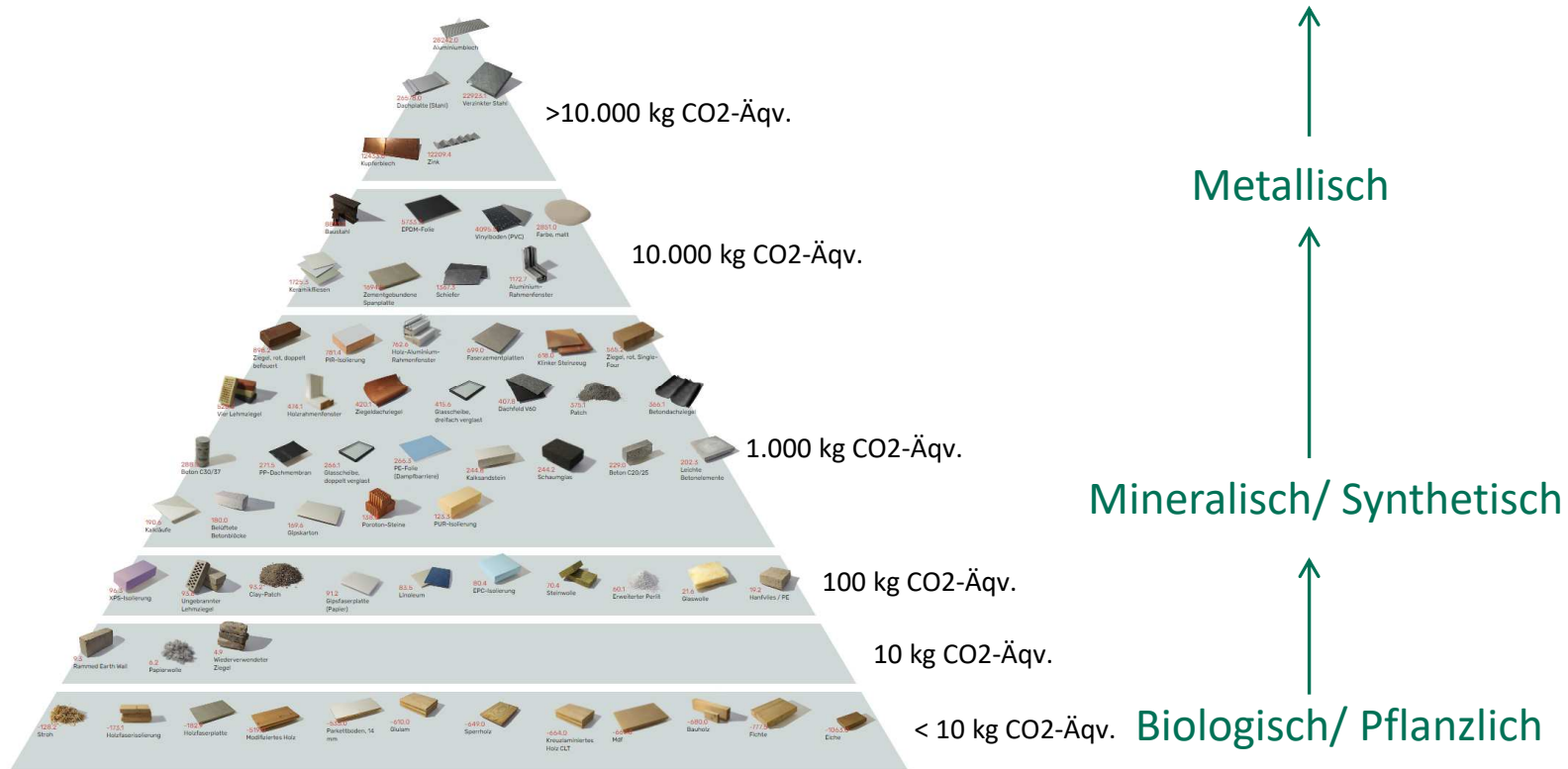
THG-Emissionen in Mio t CO₂-Äquivalent – Σ 902,0

Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland, Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Ausgangslage

Vergleich der Treibhausgasemissionen von Baumaterialien*



Materialien, die hohe THG-Emissionen haben, sollten so wenig wie möglich und immer wieder verwendet werden.

Ein sortenreines Trennen aller Baustoffe sowie ein maximaler Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Sekundärbaustoffen ist Prämisse.

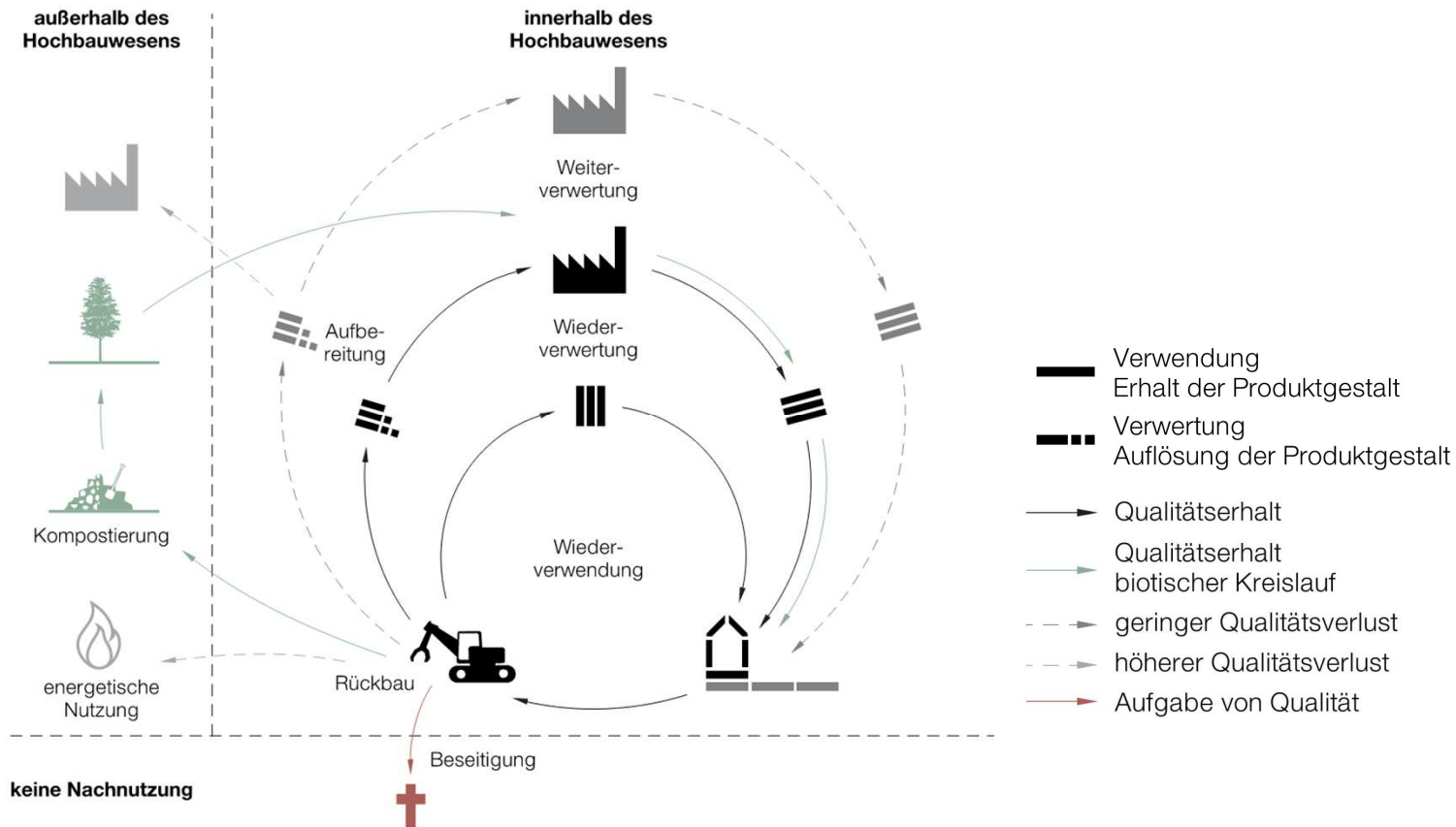
Quelle: <https://materialepyramiden.dk/>

* bez. auf die Module A1-A3, pro m3 Material

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Das Cradle-to-Cradle-Prinzip

Nutzungs- und Lebenszyklen von Baustoffen



Die Vier Strategien zur Ressourcenschonung und Abfallvermeidung (nach ihrem Wirkungspotential):

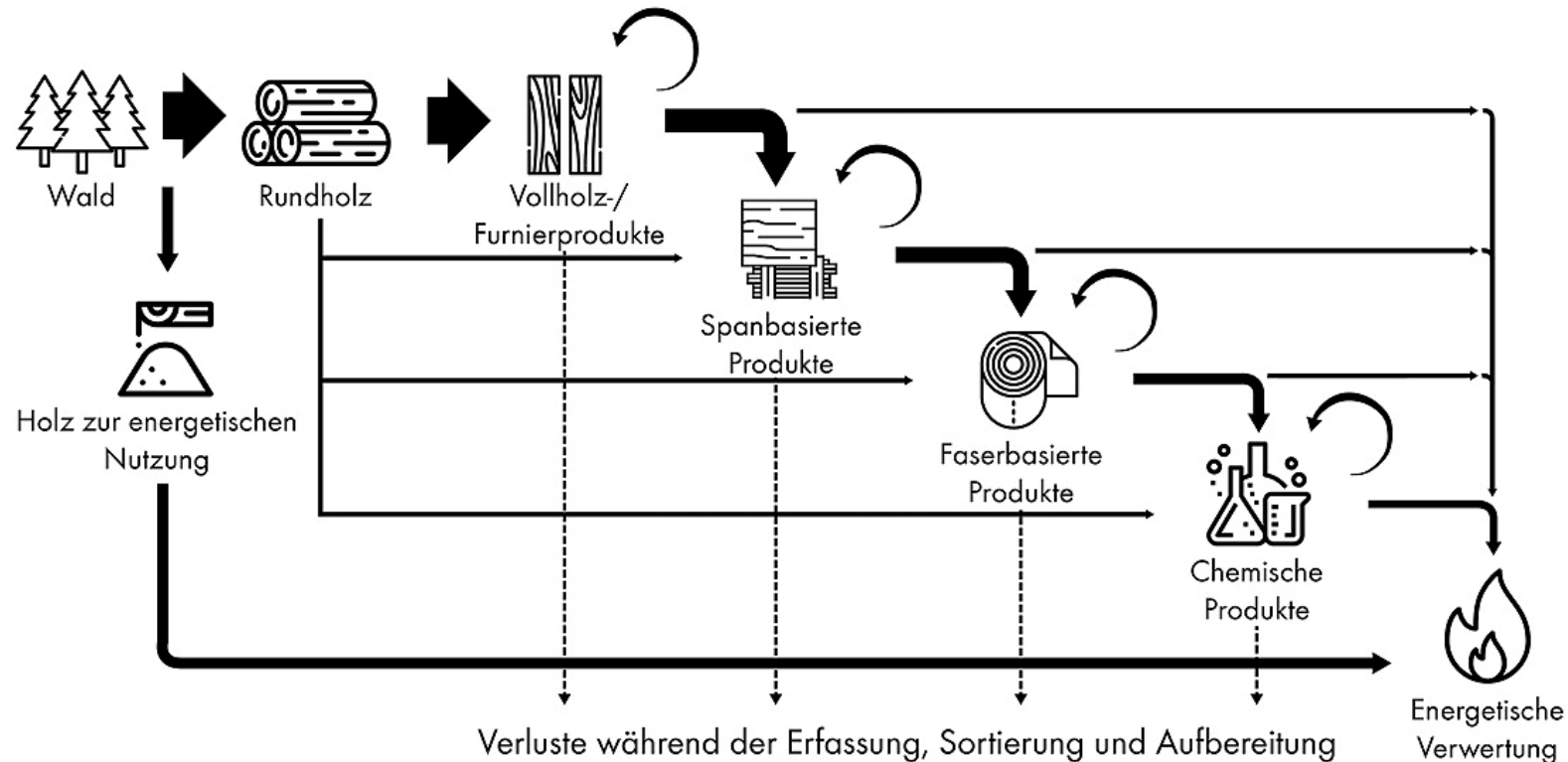
- Verzicht
- Wiederverwendung
- Wiederverwertung
- Eingeschränkte Weiterverwendung/
Weiterverwertung

Quelle: A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies, Atlas Recycling

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Das Cradle-to-Cradle-Prinzip

Kaskadennutzung am Beispiel Holz



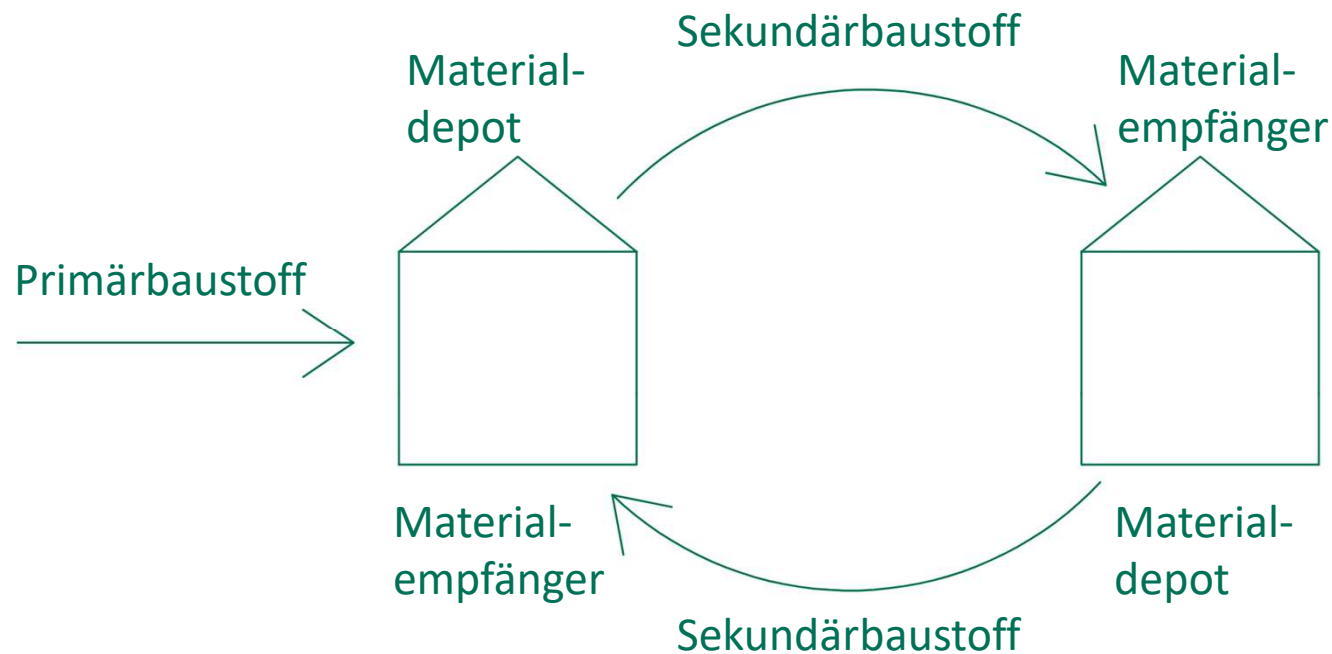
Die Materialien sollten so lange wie möglich im Kreislauf gehalten werden. Eine Kaskadennutzung sollte immer das Ziel sein, d.h. eine mehrstufige stoffliche Verwertung ist der energetischen vorzuschalten.

Quelle: Stefanie Weidner, Alexandra Mrzigod, Roland Bechmann, Werner Sobek, Graue Emissionen im Bauwesen – Bestandsaufnahme und Optimierungsstrategien

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Das Cradle-to-Cradle-Prinzip

Erläuterung Materialkreislauf



Quelle: weberbrunner architekten zürich & berlin

Materialdepot/ Rohstoffquelle:

- Gebäude mit rückbaubaren Verbindungen, die sich in den biotischen Kreislauf rückführen oder sortenrein trennen lassen.

Materialempfänger:

- Gebäude, die aus wiederverwendeten oder recycelten Materialien bestehen.

Das Gebäude von heute ist die Rohstoffquelle von morgen!

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Material Leasing

Mit Leasing von Baustoffen zu mehr Kreislaufwirtschaft

- Das Material-Leasing sieht vor, dass KundInnen die Materialien nicht mehr besitzen, sondern sie als Dienstleistung vom Hersteller zur Verfügung gestellt bekommen.
- Der Hersteller bietet ein Rücknahme- und Recyclingsystem am Lebensende des Produktes an. Er entwickelt die Produkte nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip und gestaltet sie so, dass sie nach Ablauf ihrer nutzbaren Lebensdauer risikolos zerlegt und recycelt werden können.
- Durch die Einführung solch innovativer Servicemodelle werden Impulse für die Kreislaufwirtschaft geliefert.
- Materialkosten können in erheblichem Umfang reduziert werden und der Hersteller übernimmt Verantwortung für seine Produkte.

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Material Leasing

Positivbeispiel: Tarkett



Teppichfliesen, Quelle: Tarkett

109.000 Tonnen

- „Tarkett hat von 2010 bis 2020 über ReStart mehr als 109.000 Tonnen Bodenbeläge zurückgenommen (Verschnitt und nach dem Gebrauch ausrangierte Böden: Vinyl, Linoleum, Teppich).“

9 Recycling-Zentren für Bodenbeläge

- „Wir haben weltweit 9 eigene Recyclingzentren für Bodenbeläge.“

Green Building Standards/ Nachhaltigkeitsbewertungssysteme

- „Recycelte Materialien sind ein Indikator für die Zertifizierung von umweltfreundlichen Gebäuden durch LEED, DGNB und BREEAM.“

01 Klima- und Ressourcenschutz beim Bauen

Appell an alle Planungsbeteiligte



Politik

Entwickeln Sie die gesetzlichen Rahmenbedingungen für das nachhaltige und zirkuläre Bauen: Der Gebäudebestand muss stärker geschützt werden! Das Bauen mit Sekundärmaterialien und nachwachsenden Rohstoffen sowie sortenreintrennbare Verbindungen sollten kein Exot bleiben, sondern müssen zum Standard werden!



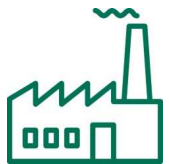
Auftraggebende

Fordern Sie nachhaltige und kreislauffähige Konzepte bei den Planern ein!



Planende

Entwerfen Sie kreislauffähige Konzepte und planen Sie mit Sekundärmaterialien und nachwachsenden Rohstoffen! Wählen Sie Produkte von Herstellern, die eine nachhaltige Strategie verfolgen.



Produktionsfirmen

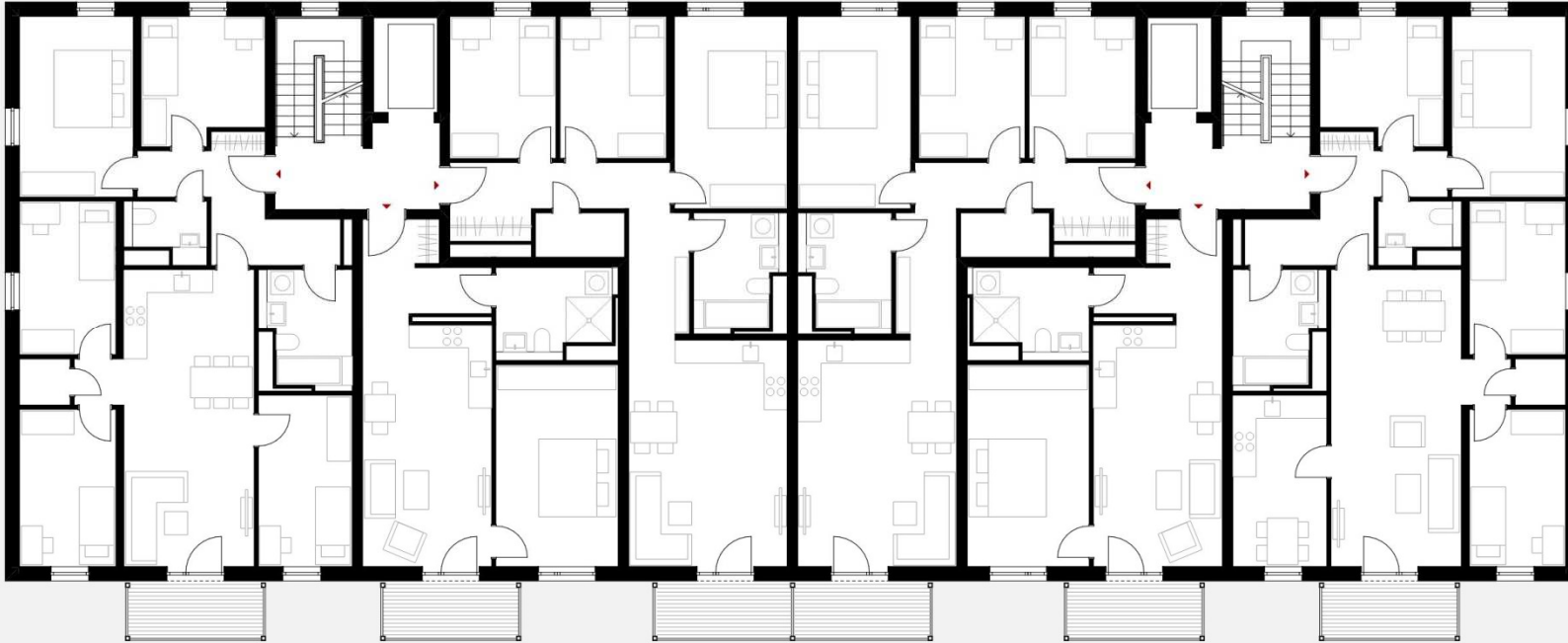
Werden Sie innovativ und entwickeln Sie Konzepte, die eine nachhaltige Produktion fördern und nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip funktionieren!



02

NACHHALTIGES UND ZIRKULÄRES BAUEN AUF GEBÄUDEEBENE

- Steckbrief
- Konstruktionsweisen
- Betrachtung Treibhausgasemissionen
- Betrachtung Graue Energie
- Zusammenfassung

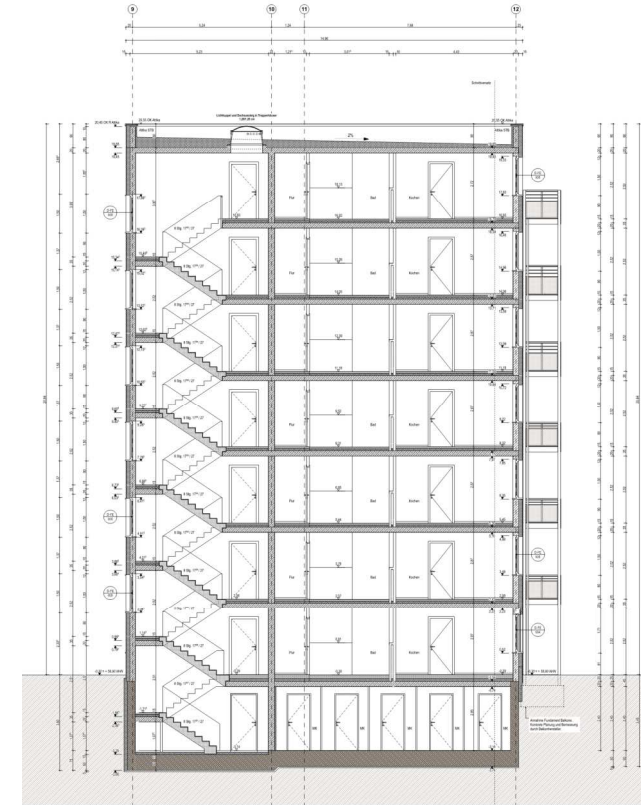


02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Steckbrief

Referenzbeispiel STADT UND LAND TYPENHAUS^{plus}

- Auftraggeberin: Wohnungsbaugesellschaft STADT UND LAND, Berlin
- Architekten: Arnold und Gladisch Objektplanung Generalplanung GmbH
- Kommunaler geförderter Wohnungsbau
- Totalgeneralübernehmer: Märkische Ingenieurbau GmbH
- BGF: 4.584 m² / NRF: 3.937 m² / WoFl: 3.136 m²
- 7 Vollgeschosse, 1 Untergeschoss
- Gebäudeklasse 5
- EH40 als zukunftsweisender Standard gewählt, Projekt entspricht GEG-Anforderung



Schnitt STADT UND LAND TYPENHAUS^{plus},
Arnold und Gladisch Objektplanung Generalplanung GmbH

02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Konstruktionsweisen

Ausgangsvariante

Außenwand UG:

Stahlbeton + EPS-Dämmung

Außenwand:

Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle)

Wohnungstrennwand/Tragende Innenwand:

Kalksandstein

Nichttragende Innenwand:

Metallständer (Mineralwolle) + Gipskarton

Decke:

Stahlbeton + Bodenaufbau konventionell
(Bodenbelag Linoleum)

Dach:

Stahlbeton + EPS-Dämmung + Dachaufbau
konventionell

Variante Kreislauf

Außenwand UG:

Stahlbeton + EPS-Dämmung

Außenwand inkl. Installationsebene*:

Holzständer + Zellulose + Holzschalung hinterlüftet

Wohnungstrennwand/Tragende Innenwand:

Brettsper Holz beplankt

Nichttragende Innenwand:

Holzständer (Zellulose) + Gipskarton

Decke:

Brettsper Holz + Bodenaufbau kreislauffähig
(Bodenbelag Linoleum)

Dach:

Brettsper Holz + Holzfaser + Dachaufbau
kreislauffähig

* Fassade: EI30, nicht tragend. Konstruktion kann z.B. durch Schotten oder Stütze-Träger in R90 ausgeführt sein.

02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Betrachtung Treibhausgasemissionen (GWP)

Ausgangsvariante

Variante Kreislauf

Treibhausgasemission GWP Modul A-C je Bauteil in t CO ₂ -Äqv.*	Anteil im Vergleich	Modul D
Untergeschoss	334 t CO ₂ -Äqv.	21% -11 t CO ₂ -Äqv.
Außenwände**	371 t CO ₂ -Äqv.	23% -13 t CO ₂ -Äqv.
Innenwände	266 t CO ₂ -Äqv.	16% -9 t CO ₂ -Äqv.
Decken**	564 t CO ₂ -Äqv.	34% -65 t CO ₂ -Äqv.
Dach	94 t CO ₂ -Äqv.	6% -10 t CO ₂ -Äqv.
Summe	1.630 t CO₂-Äqv.	100% -108 t CO₂-Äqv.

Treibhausgasemission GWP (Modul A-C) je Bauteil in t CO ₂ -Äqv.*	Anteil im Vergleich	Modul D
Untergeschoss	334 t CO ₂ -Äqv.	38% -11 t CO ₂ -Äqv.
Außenwände**	133 t CO ₂ -Äqv.	15% -113 t CO ₂ -Äqv.
Innenwände	102 t CO ₂ -Äqv.	12% -147 t CO ₂ -Äqv.
Decken**	276 t CO ₂ -Äqv.	31% -361 t CO ₂ -Äqv.
Dach	35 t CO ₂ -Äqv.	4% -68 t CO ₂ -Äqv.
Summe	881 t CO₂-Äqv.	100% -701 t CO₂-Äqv.

* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

** Außenwände inkl. Fenster, Decken inkl. horizontale Bauteile wie Balkone

02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Betrachtung Treibhausgasemissionen (GWP)

Vergleich Varianten

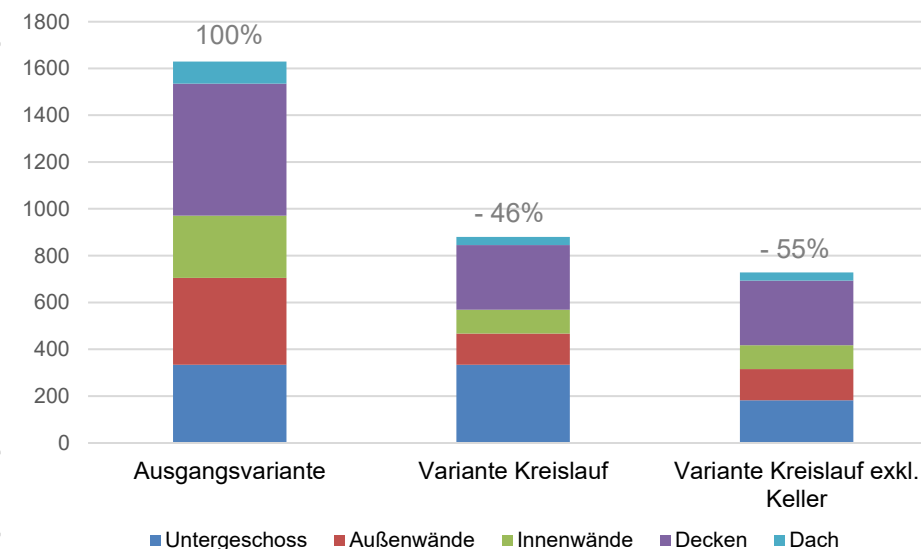
Treibhausgasemission GWP je Bauteil in t CO₂-Äqv.*

	Ausgangsvariante		Variante Kreislauf		Variante Kreislauf exkl. Keller	
	Modul A-C	Modul D	Modul A-C	Modul D	Modul A-C	Modul D
Untergeschoss	334	-11	334	-11	182	-5
Außenwände**	371	-13	133	-113	133	-113
Innenwände	266	-9	102	-147	102	-147
Decken**	564	-65	276	-361	276	-361
Dach	94	-10	35	-68	35	-68
Summe	1.630	-108	881	-701	728	-695

* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

** Außenwände inkl. Fenster, Decken inkl. horizontale Bauteile wie Balkone

GWP in t CO₂-Äqv. Modul A-C



02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Betrachtung Graue Energie (PENRT)

Ausgangsvariante

Graue Energie PENRT (Modul A-C) je Bauteil in MJ*		Anteil im Vergleich		Modul D	
Untergeschoss	3.037.108 MJ	17%	-175.048 MJ		
Außenwände**	3.705.980 MJ	21%	-140.719 MJ		
Innenwände	2.912.980 MJ	17%	-76.533 MJ		
Decken**	6.308.003 MJ	36%	-889.141 MJ		
Dach	1.505.843 MJ	9%	-147.822 MJ		
Summe	17.469.913 MJ	100%	-1.429.263 MJ		

Variante Kreislauf

Graue Energie PENRT (Modul A-C) je Bauteil in MJ*		Anteil im Vergleich		Modul D	
Untergeschoss	3.037.108 MJ	27%	-175.048 MJ		
Außenwände**	1.861.213 MJ	17%	-1.758.805 MJ		
Innenwände	1.422.760 MJ	13%	-2.204.090 MJ		
Decken**	3.596.763 MJ	33%	-5.432.608 MJ		
Dach	1.072.398 MJ	10%	-1.072.385 MJ		
Summe	10.990.242 MJ	100%	-10.642.935 MJ		

* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

** Außenwände inkl. Fenster, Decken inkl. horizontale Bauteile wie Balkone

02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

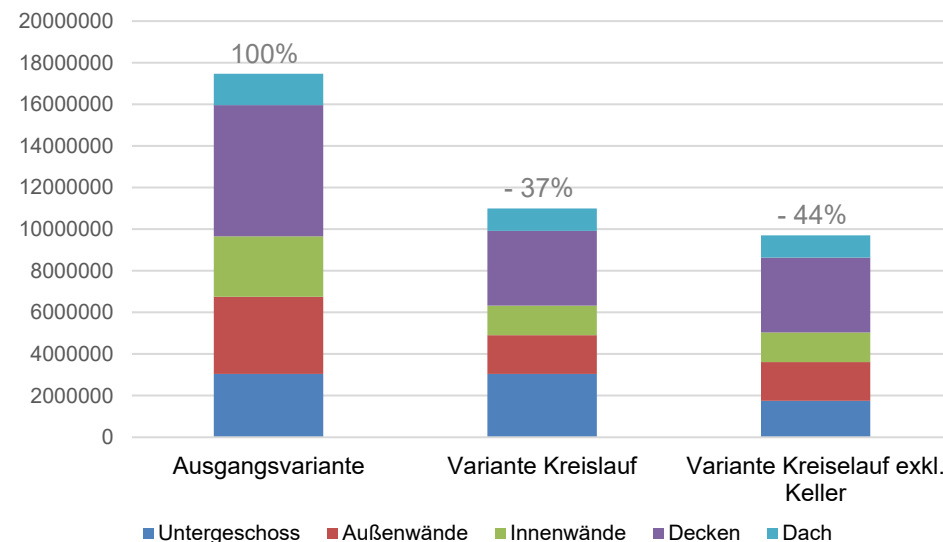
Betrachtung Graue Energie (PENRT)

Vergleich Ausgangsvariante und Variante Kreislauf exkl. Keller

Graue Energie PENRT je Bauteil in MJ*

	Ausgangsvariante		Variante Kreislauf		Variante Kreislauf exkl. Keller	
	Modul A-C	Modul D	Modul A-C	Modul D	Modul A-C	Modul D
Untergeschoss	3.037.108	-175.048	3.037.108	-175.048	1.749.035	-74.975
Außenwände**	3.705.980	-140.719	1.861.213	-1.758.805	1.861.213	-1.758.805
Innenwände	2.912.980	-76.533	1.422.760	-2.204.090	1.422.760	-2.204.090
Decken**	6.308.003	-889.141	3.596.763	-5.432.608	3.596.763	-5.432.608
Dach	1.505.843	-147.822	1.072.398	-1.072.385	1.072.398	-1.072.385
Summe	17.469.913	-1.429.263	10.990.242	-10.642.935	9.702.169	-10.542.863

PENRT in MJ Modul A-C



* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

** Außenwände inkl. Fenster, Decken inkl. horizontale Bauteile wie Balkone

02 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Gebäudeebene

Zusammenfassung

- Bilanziert man das 7-geschossige Typenhaus mit konventionellen Bauteilaufbauten, so emittiert es ungefähr 1.600 Tonnen CO₂ Äquivalent und verbraucht ca. 17,5 mio. MJ Primärenergie nicht erneuerbar bezogen auf einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.
- Ersetzt man die mineralischen/ synthetischen Baustoffe durch Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen, kann man die THG-Emissionen um 46% auf 881 Tonnen CO₂ Äquivalent senken. Die Graue Energie kann um 37% auf ca. 11 mio MJ gesenkt werden.
- Für unterirdische Konstruktionen gibt es kaum Alternativen zu den mineralischen und synthetischen Verbundaufbauten, da die erdberührten Bauteile feuchtigkeitsresistent sein müssen.
- Auf den Keller zu verzichten, spart im Vergleich zu der Variante Kreislauf weitere 17% an THG-Emissionen und 12% an Grauer Energie ein.
- Bei komplexen unterirdischen Konstruktionen, kann das Untergeschoss bis zu 30% der THG- Emissionen und der Grauen Energie ausmachen.



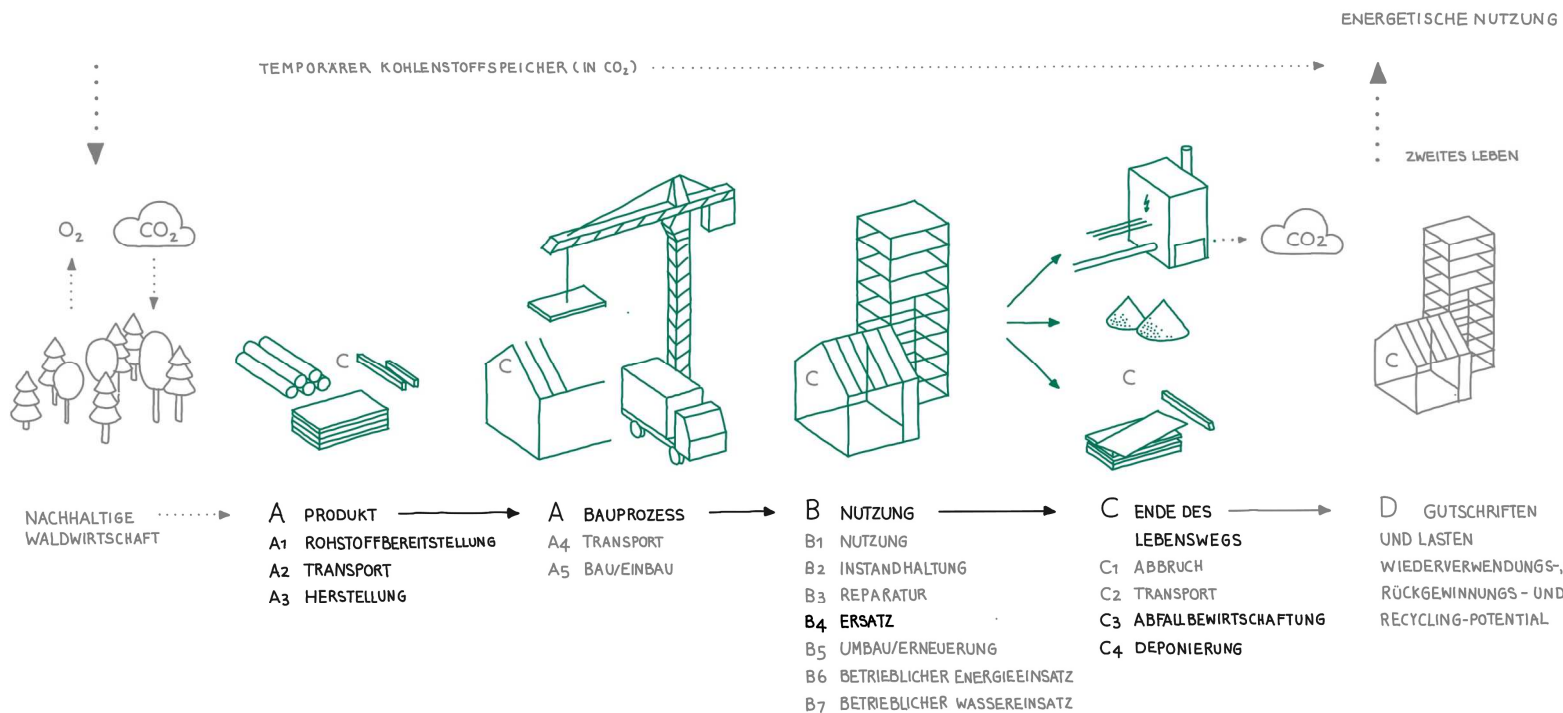
03

NACHHALTIGES UND ZIRKULÄRES BAUEN AUF BAUTEILEBENE

- Erläuterung Module
- Erläuterung Parameter
- Außenwand
- Decke
- Dach
- Wohnungstrennwand
- Tragende Innenwand
- Zusammenfassung

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Erläuterung Module



Lebenszyklus eines Gebäudes nach DIN EN 15978 und DIN EN 15804, Quelle: S. Djahanschah et al., DBU Bauband 4, Wohnquartier in Holz

In der Ökobilanzierung nach DIN EN 15978 und DIN EN 15643 wird der Lebensweg von Baumaterialien und Gebäuden in Lebenszyklusabschnitte = Module unterteilt.

Folgende Module werden eingerechnet (in Grafik schwarz dargestellt):

- Modul A1-A3: Herstellungsphase
- Modul B4: Ersatz
- Module C3-C4: Entsorgung und Deponierung

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Erläuterung Parameter



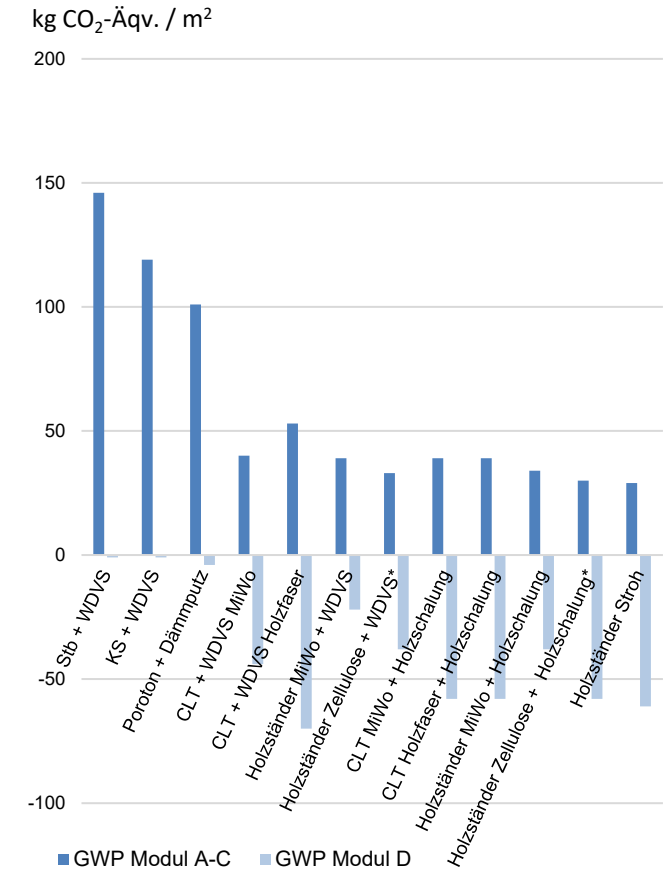
- Lebenszyklusanalyse LCA
- Ökobilanzierung mit dem eLCA-Tool auf Basis ÖKOBAUDAT_2020_II
- Verwendung qualitätsgesicherter Datensätze
- Betrachtung Modul A-C: Rohstoffbereitstellung/ Transport/ Herstellung, Ersatz, Entsorgung/ Deponierung
- Gesonderte Ausweisung d. Modul D
- Bauteilbetrachtung ohne Betriebsenergie
- Betrachtung Gebäudenutzungsdauer 50 Jahre
- Materialnutzungsdauern gem. BBSR-Tabelle
- Wärmeschutz gem. EH 40-Standard
- Bauteilaufbauten gem. Gebäudeklasse 5

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Treibhausgasemissionen (GWP)

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteil- dicke in cm	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Module A-C	Modul D
Wärmeschutz < 0,15 W/(m ² K), Brandschutz R 90, Schallschutz R' _w ,res ≥ 30 dB			
Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	146 kg CO ₂ -Äqv. 122%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	119 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Poroton + Wärmedämmputz Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	101 kg CO ₂ -Äqv. -15%	-4 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz (CLT) + WDVS (Mineralwolle), inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Putzträgerplatte Steinwolle 18cm, Kalkzementputz 1,5cm	38,0	40 kg CO ₂ -Äqv. -67%	-44 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz (CLT) + WDVS (Holzfaser), inkl. Installationsebene ** GF 2,5cm, Holzständer+Holzfaserdämmung 4,0cm, CLT 12cm, Holzfaserdämmung 18cm, Kalkzementputz 1,5cm	38	53 kg CO ₂ -Äqv. -55%	-70 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Mineralwolle + WDVS (Steinwolle), inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 4cm, 2xGKF 1,8cm, Dampfbremse, Holzständer+MiWo 18cm, GKF 1,25cm, Steinwolleplatte 4cm, Kalkzementputz 1,5cm	33,6	39 kg CO ₂ -Äqv. -67%	-22 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Zellulose + WDVS (Holzfaser), inkl. Vorwandinstallation ** GKF 1,25cm, Holzständer+Zellulose 6cm, OSB 1,5cm, Holzständer+Zellulose 18cm, Holzfaserplatte 6cm, Kalkzementputz 1,5cm	34,3	33 kg CO ₂ -Äqv. -72%	-38 kg CO ₂ -Äqv.

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *EI30 nicht tragend/ aussteifend **abweichend von der MHolzBauRL Okt.2020



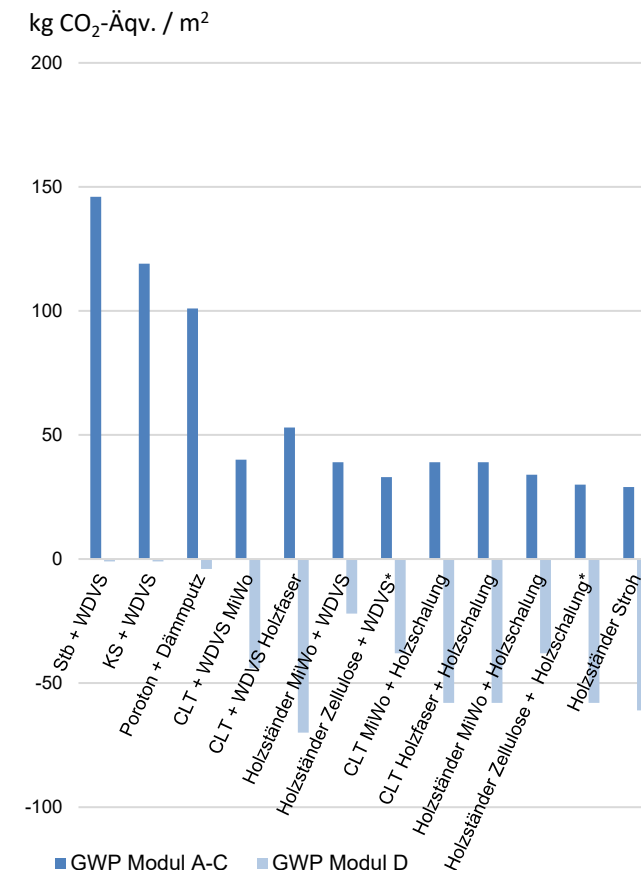
Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Treibhausgasemissionen (GWP)

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteil- dicke	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Module A-C	Modul D
Wärmeschutz < 0,15 W/(m ² K), Brandschutz R 90, Schallschutz R'w,res ≥ 30 dB	in cm		
Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	146 kg CO ₂ -Äqv. 122%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	119 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Poroton + Wärmedämmputz Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	101 kg CO ₂ -Äqv. -15%	-4 kg CO ₂ -Äqv.
Kreislauffähige Konstruktionen:			
Brettsperrholz (CLT) mit MiWo + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Mineralwolle 16cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	40,2	39 kg CO ₂ -Äqv. -67%	-58 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz (CLT) mit Holzfaser + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation ** GF 2,5cm, Holzständer+Holzfaserdämmung 4cm, CLT 12cm, Holzfaserdämmung 18cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Schalung 2,4cm	43,4	55 kg CO ₂ -Äqv. -54%	-82 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Mineralwolle + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 4cm, 2xGKF 1,8cm, Dampfbremse, Holzständer+MiWo 22cm, GKF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	37,5	34 kg CO ₂ -Äqv. -71%	-38 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation ** GKF 1,25cm, Holzständer+Zellulose 6cm, OSB 1,5cm, Holzständer+Zellulose 24cm, MDF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	39,4	30 kg CO ₂ -Äqv. -75%	-58 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, exkl. Vorwandinstallation ** GKF 1,25cm, Dampfbremse, Holzständer+Zellulose 30cm, MDF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	37,9	26 kg CO ₂ -Äqv. -78%	-54 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer mit Strohballen (tragend) ** Kalkzementputz 3cm, Holzfaserplatte 1cm, Holzständer+Strohballen 36cm, Holzfaserplatte 1cm, Kalkzementputz 3cm	44,0	29 kg CO ₂ -Äqv. -76%	-61 kg CO ₂ -Äqv.



Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *Ei30 nicht tragend/ aussteifend **abweichend von der MHolzBauRL Okt. 2020

Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

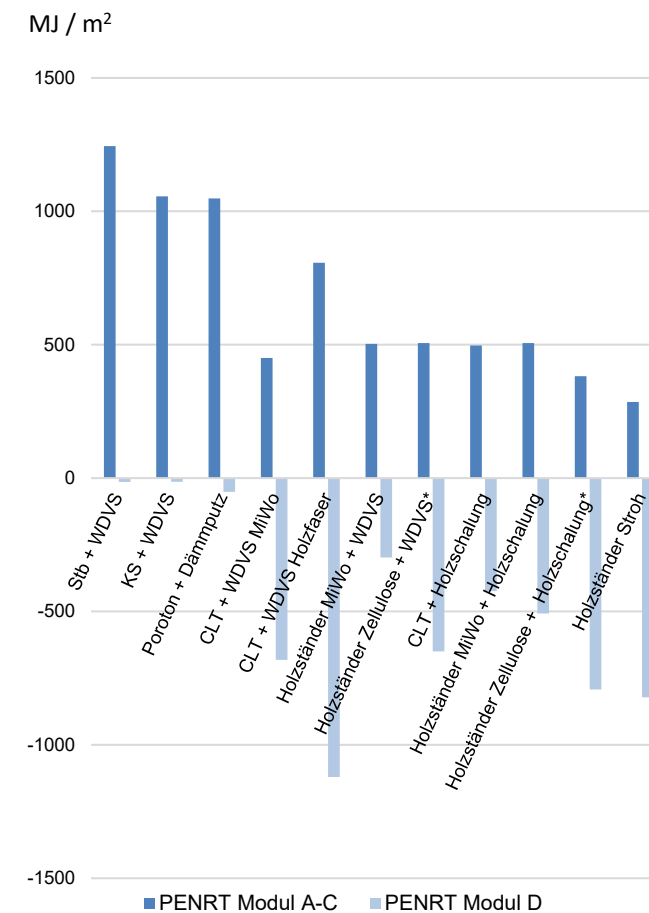
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Graue Energie (PENRT)

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteildicke in cm	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz < 0,15 W/(m²K), Brandschutz R 90, Schallschutz R'w,res ≥ 30 dB					
Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	1244 MJ	118%	-15 MJ	
Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	1056 MJ	100%	-14 MJ	
Poroton + Wärmedämmputz Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	1048 MJ	-1%	-52 MJ	
Brettsperrholz (CLT) + WDVS (Mineralwolle), inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Putzträgerplatte Steinwolle 18cm, Kalkzementputz 1,5cm	38,0	450 MJ	-57%	-682 MJ	
Brettsperrholz (CLT) + WDVS (Holzfaser), inkl. Installationsebene ** GF 2,5cm, Holzständer+Holzfaserdämmung 4,0cm, CLT 12cm, Holzfaserdämmung 18cm, Kalkzementputz 1,5cm	38	807 MJ	-24%	-1121 MJ	
Holzständer mit Mineralwolle + WDVS (Steinwolle), inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 4cm, 2xGKF 1,8cm, Dampfbremse, Holzständer+MiWo 18cm, GKF 1,25cm, Steinwolleplatte 4cm, Kalkzementputz 1,5cm	33,6	503 MJ	-52%	-298 MJ	
Holzständer mit Zellulose + WDVS (Holzfaser), inkl. Vorwandinstallation * ** GKF 1,25cm, Holzständer+Zellulose 6cm, OSB 1,5cm, Holzständer+Zellulose 18cm, Holzfaserplatte 6cm, Kalkzementputz 1,5cm	34,3	506 MJ	-52%	-650 MJ	

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *EI30 nicht tragend/ aussteifend **abweichend von der MHolzBauRL Okt.2020



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

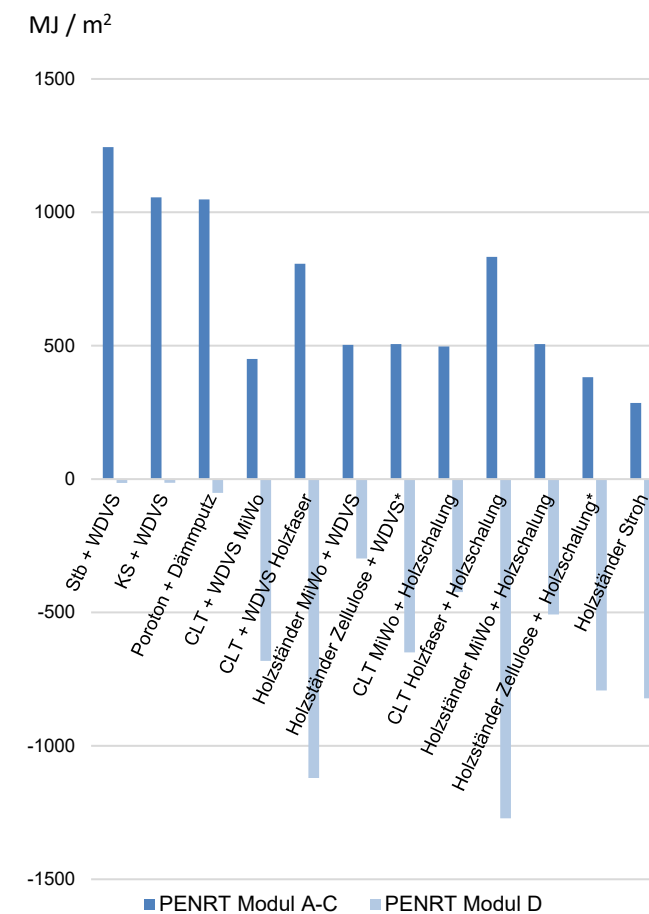
Bauteilaufbauten Außenwand – Graue Energie (PENRT)

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteil- dicke	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m ² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz < 0,15 W/(m ² K), Brandschutz R 90, Schallschutz R' _{w,res} ≥ 30 dB	in cm				
Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	1244 MJ	118%	-15 MJ	
Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle) Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	1056 MJ	100%	-14 MJ	
Poroton + Wärmedämmputz Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	1048 MJ	-1%	-52 MJ	
Kreislauffähige Konstruktionen:					
Brettsperrholz (CLT) mit MiWo + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Mineralwolle 16cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	40,2	497 MJ	-53%	-424 MJ	
Brettsperrholz (CLT) mit Holzfaser + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation ** GF 2,5cm, Holzständer+Holzfaserdämmung 4cm, CLT 12cm, Holzfaserdämmung 18cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Schalung 2,4cm	43,4	833 MJ	-21%	-1272 MJ	
Holzständer mit Mineralwolle + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 4cm, 2xGKF 1,8cm, Dampfbremse, Holzständer+MiWo 22cm, GKF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	37,5	506 MJ	-52%	-508 MJ	
Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation *** GKF 1,25cm, Holzständer+Zellulose 6cm, OSB 1,5cm, Holzständer+Zellulose 24cm, MDF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	39,4	474 MJ	-55%	-896 MJ	
Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, exkl. Vorwandinstallation *** GKF 1,25cm, Dampfbremse, Holzständer+Zellulose 30cm, MDF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	37,9	382 MJ	-64%	-793 MJ	
Holzständer mit Strohballen (tragend) ** Kalkzementputz 3cm, Holzfaserplatte 1cm, Holzständer+Strohballen 36cm, Holzfaserplatte 1cm, Kalkzementputz 3cm	44,0	285 MJ	-73%	-822 MJ	

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *EI30 nicht tragend/ aussteifend **abweichend von der MHolzBauRL Okt. 2020

Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

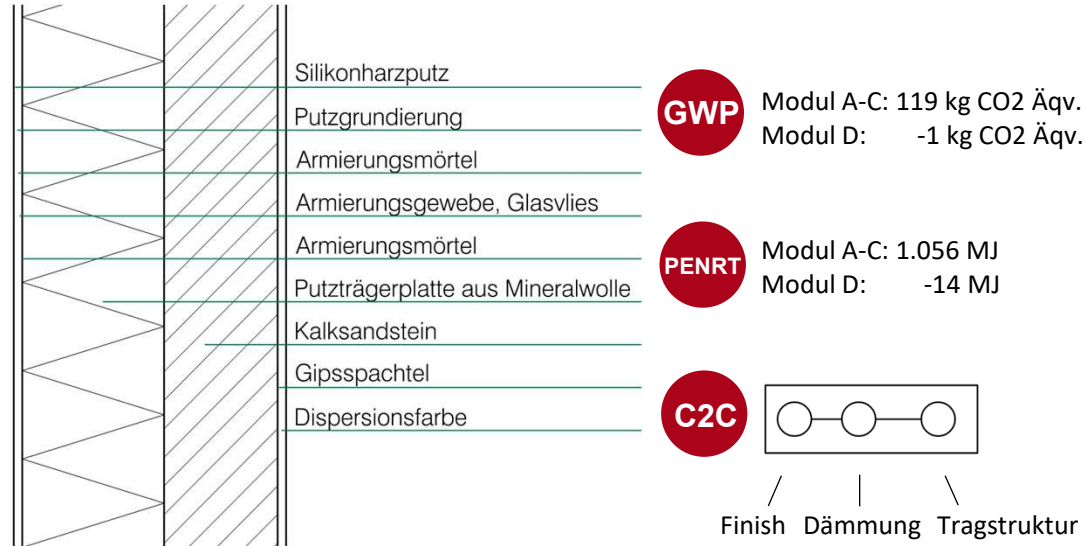


03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

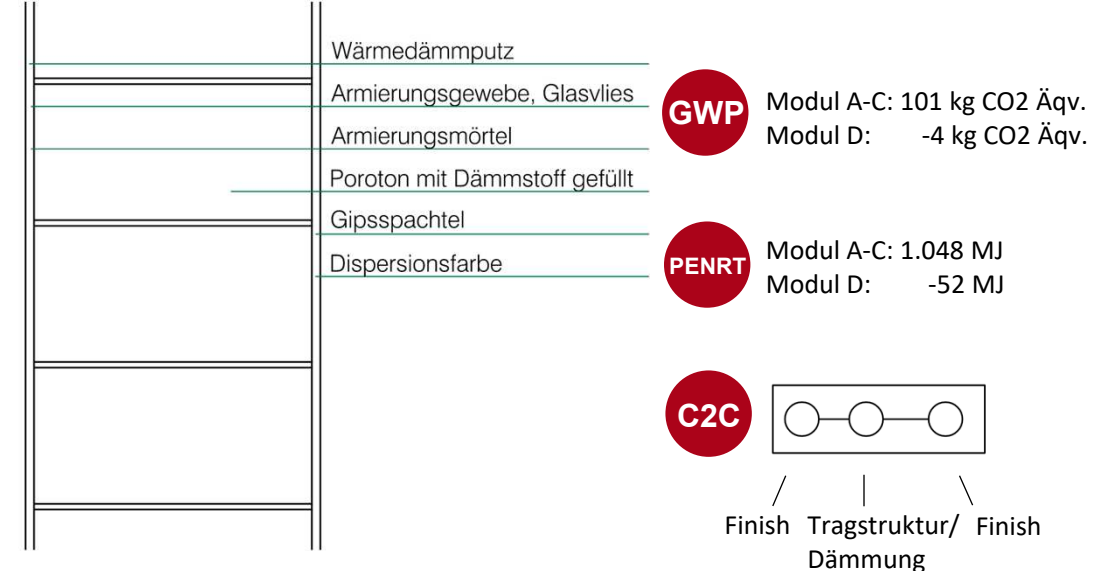
Kalksandstein + WDVS

(von außen nach innen)



Poroton mit Dämmstoff gefüllt

(von außen nach innen)



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

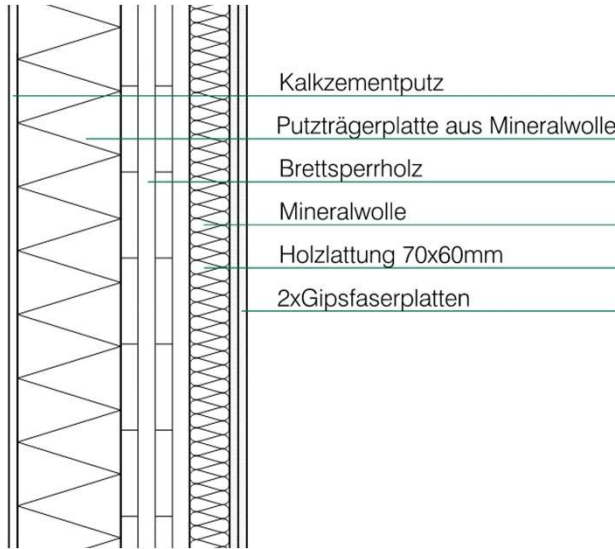
- GWP: > 100 kg CO2 Äqv.
 ● PENRT: > 1.000 MJ
 ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv.
 ● PENRT: 750 bis 1000 MJ
 ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv.
 ● PENRT: < 750 MJ
 ● C2C: Sortenrein rückbaubar

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

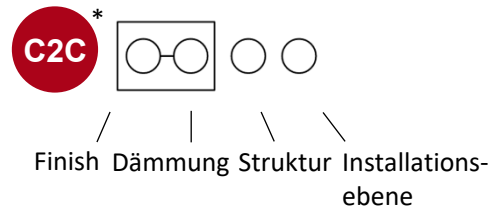
Brettsper Holz + WDVS mit MiWo

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



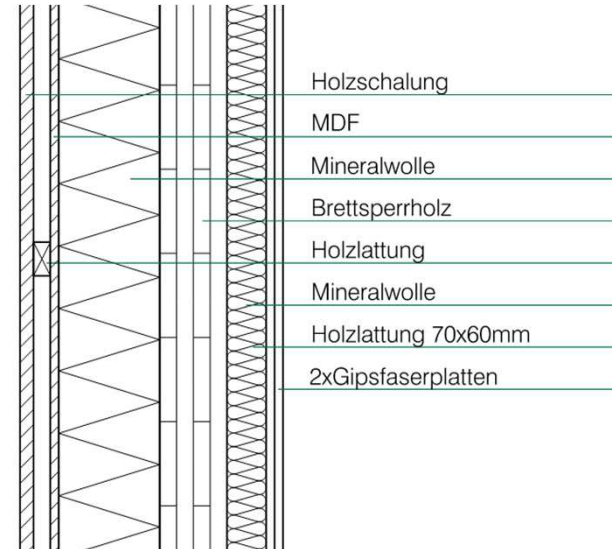
GWP Modul A-C: 40 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -44 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 450 MJ
Modul D: -682 MJ



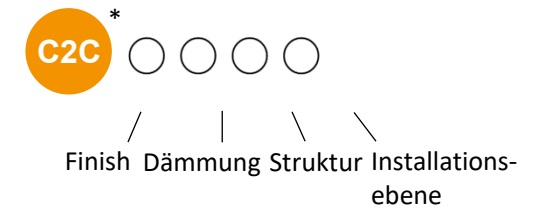
Brettsper Holz + MiWo + Holzschalung hinterlüftet

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 39 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -58 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 497 MJ
Modul D: -424 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

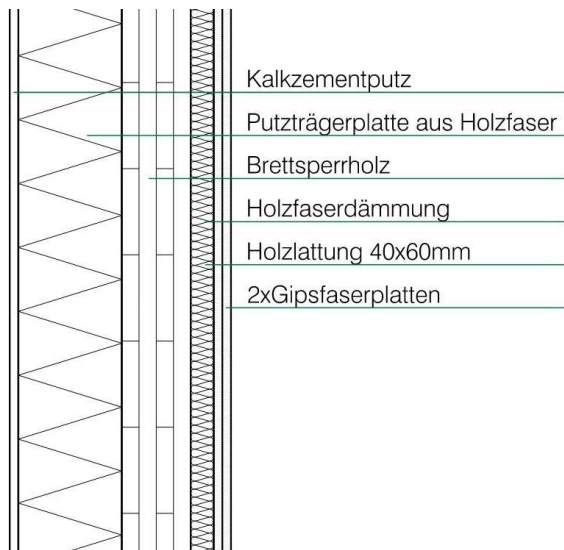
* abhängig davon, ob Mineralwolle recycelt oder deponiert wird. Derzeit werden nur geringe Mengen an Mineralwolle-Abfällen nach dem Rückbau recycelt (Umweltbundesamt, Stand: 15. Mai 2019)

03 Nachhaltiges + Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

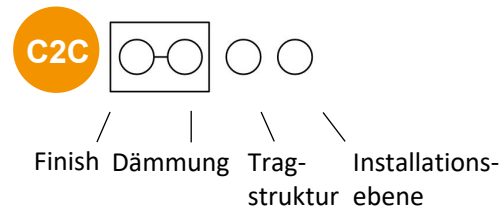
Brettspertholz + WDVS mit Holzfaser **

(von außen nach innen)

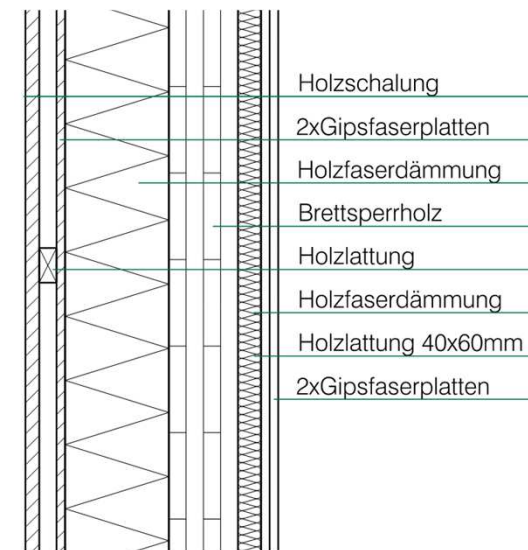


GWP Modul A-C: 53 kg CO2 Äqv.
Modul D: -70 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 807 MJ
Modul D: -1.121 MJ

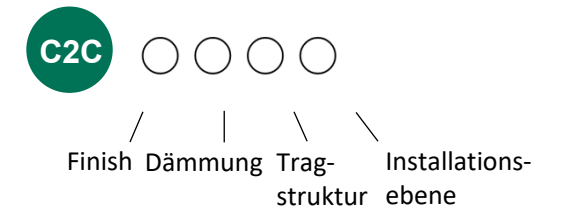


Brettspertholz + Holzfaser + Holzschalung hinterlüftet **



GWP Modul A-C: 55 kg CO2 Äqv.
Modul D: -82 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 833 MJ
Modul D: -1.272 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv.
- PENRT: > 1.000 MJ
- C2C: Nicht sortenrein rückbaubar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv.
- PENRT: 750 bis 1000 MJ
- C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv.
- PENRT: < 750 MJ
- C2C: Sortenrein rückbaubar

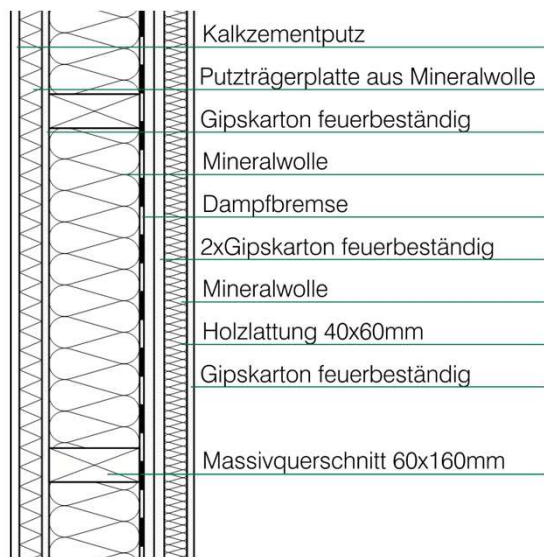
** abweichend von der MHolzBauRL Okt.2020

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

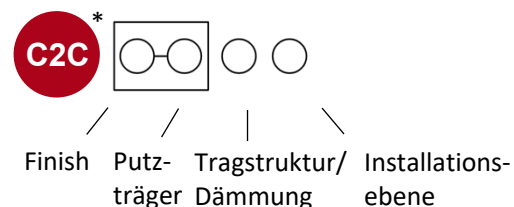
Holzständer Mineralwolle + WDVS

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



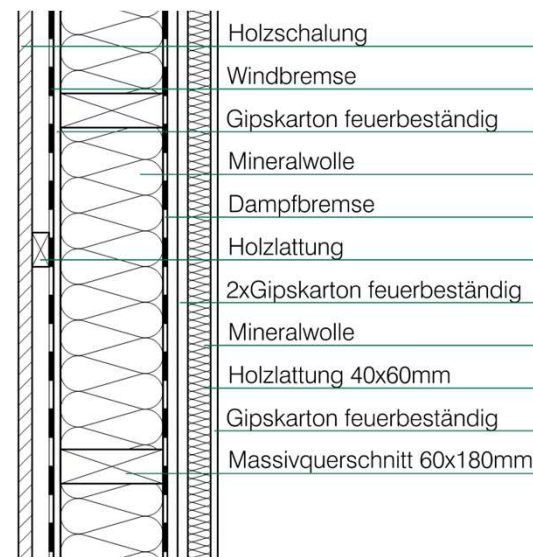
GWP Modul A-C: 39 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -22 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 503 MJ
 Modul D: -298 MJ



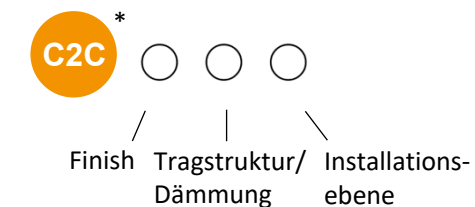
Holzständer Mineralwolle + Holzschalung hinterlüftet

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 34 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -38 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 506 MJ
 Modul D: -508 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

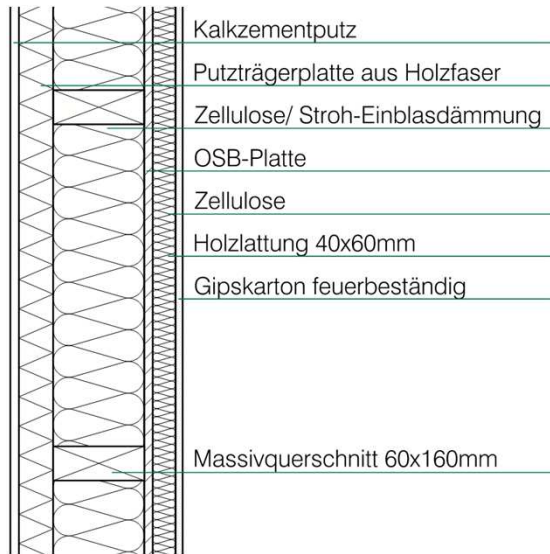
* abhängig davon, ob Mineralwolle recycelt oder deponiert wird. Derzeit werden nur geringe Mengen an Mineralwolle-Abfällen nach dem Rückbau recycelt (Umweltbundesamt, Stand: 15. Mai 2019)

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

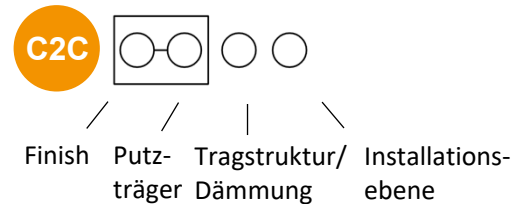
Holzständer Zellulose + WDVS^{* **}

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



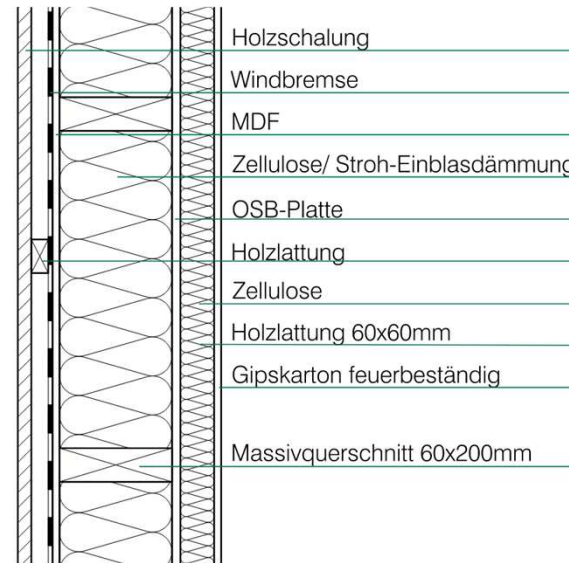
GWP Modul A-C: 33 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -38 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 506 MJ
 Modul D: -650 MJ



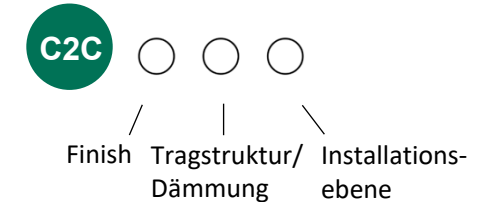
Holzständer Zellulose + Holzschalung hinterl.^{* **}

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 26 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -54 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 382 MJ
 Modul D: -793 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

* Fassade: EI30, nicht tragend. Konstruktion kann z.B. durch Schotten oder Stütze-Träger in R90 ausgeführt sein.

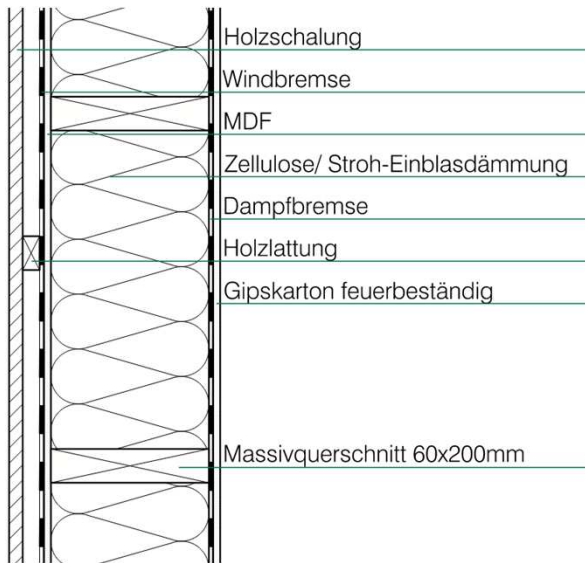
** abweichend von der MHolzBauRL Okt.2020

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

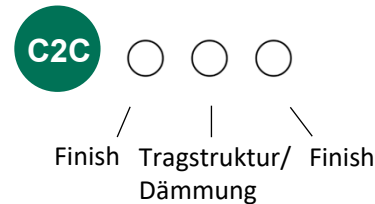
Holzständer Zellulose + Holzschalung hinterl. ***

Exkl. Installationsebene (von außen nach innen)



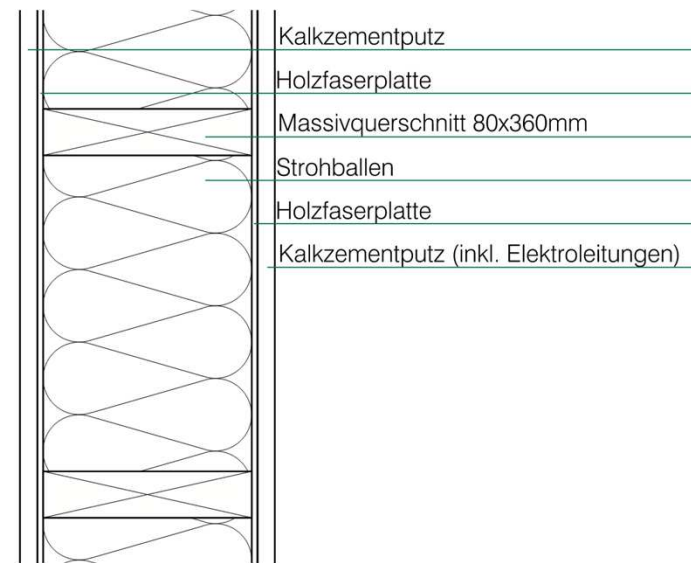
GWP Modul A-C: 26 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -54 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 382 MJ
 Modul D: -793 MJ



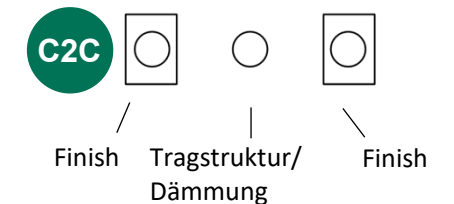
Holzständer mit Strohballen**

(von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 29 kg CO2 Äqv.
 Modul D: -61 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 285 MJ
 Modul D: -822 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

* Fassade: EI30, nicht tragend. Konstruktion kann z.B. durch Schotten oder Stütze-Träger in R90 ausgeführt sein.

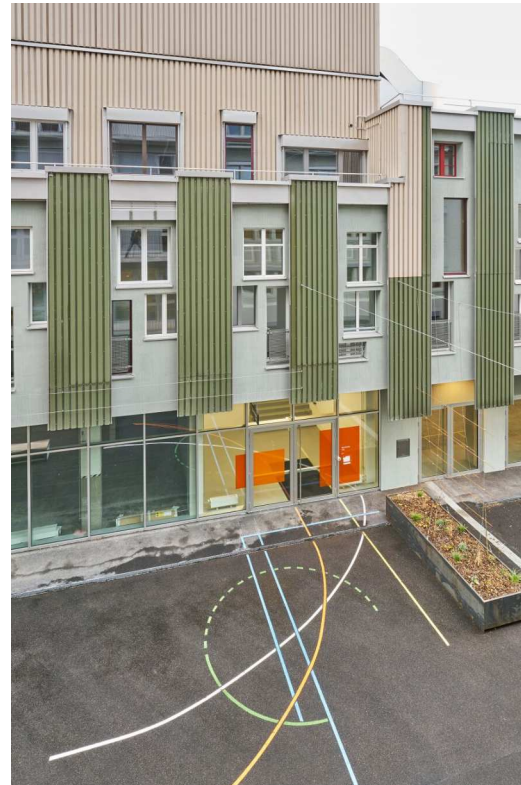
** abweichend von der MHolzBauRL Okt.2020

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Außenwand – Beispiel „Rückbaubare Fassade“



K 118, baubüro in situ



ELYS Kultur- & Gewerbehau, baubüro in situ

Rückbaubare Fassade mit nachhaltigen Materialien aus Holz und Stroh sowie Sekundärmaterialien wie Lagerfenster (neuwertige Fenster von ortsnahen Produzenten) und Metallelemente.

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Decke – Treibhausgasemissionen (GWP)

Decke (von unten nach oben)	Bauteildicke in cm	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Modul A-C	Modul D
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz R'w(2) ≥ 55dB L'n,w ≤ 46 dB			
Stahlbeton-Decke mit PVC Stahlbetondecke 20cm, Installationsebene+EPS 4cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, PVC 0,25cm	35,3	221 kg CO ₂ -Äqv. 147%	-7 kg CO ₂ -Äqv.
Ausgangsvariante Stahlbeton-Decke mit Linoleum Stahlbetondecke 20cm, Installationsebene+EPS 4cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm	35,3	151 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-5 kg CO ₂ -Äqv.
Holz-Hybrid-Decke, inkl. Installationsebene Gipskartonplatte 1,5cm, Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Aufbeton 10cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm	38,8	107 kg CO ₂ -Äqv. -29%	-44 kg CO ₂ -Äqv.
Holz-Hybrid-Decke, exkl. Installationsebene CLT 12cm, Aufbeton 10cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm	33,3	103 kg CO ₂ -Äqv. -32%	-44 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz-Decke (CLT), inkl. Installationsebene Gipskartonplatte 1,5cm, MiWo 4cm, CLT 14cm, Schüttung 5cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm	35,8	69 kg CO ₂ -Äqv. -54%	-51 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz-Decke (CLT), exkl. Installationsebene CLT 14cm, Schüttung 5cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm	30,3	65 kg CO ₂ -Äqv. -57%	-51 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz-Decke (CLT) mit kreislauffähigem Bodenaufbau * CLT 14cm, Lehmstein 4cm, Schüttung lose 8cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Formplatten aus Basalt und Lava mit Heizschlaufen 4,5cm, Trockenestrich 5cm, Linoleum im Klicksystem 1cm	39,5	59 kg CO ₂ -Äqv. -61%	-51 kg CO ₂ -Äqv.

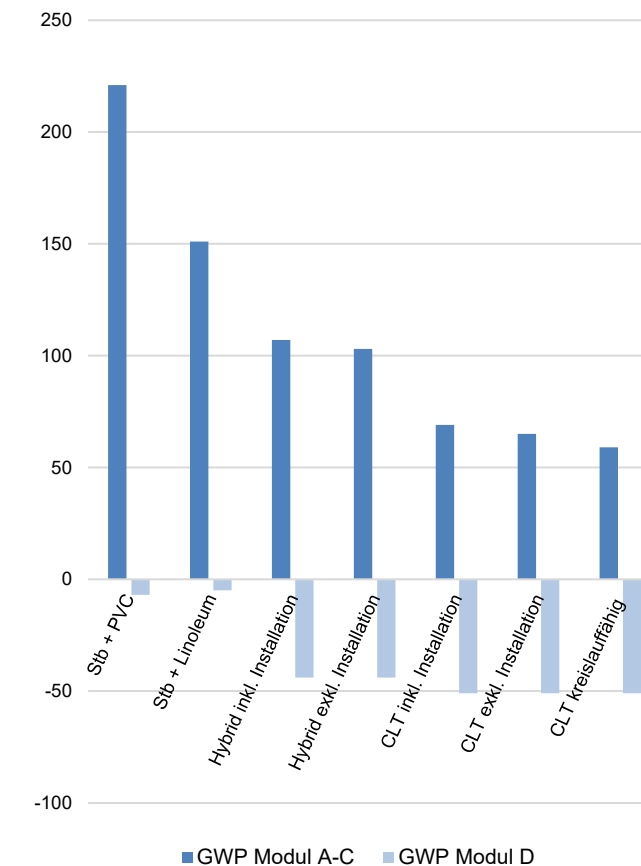
Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen.

* Der Aufbau erfüllt nicht die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109

Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

kg CO₂-Äqv. / m²



03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Decke – Graue Energie (PENRT)

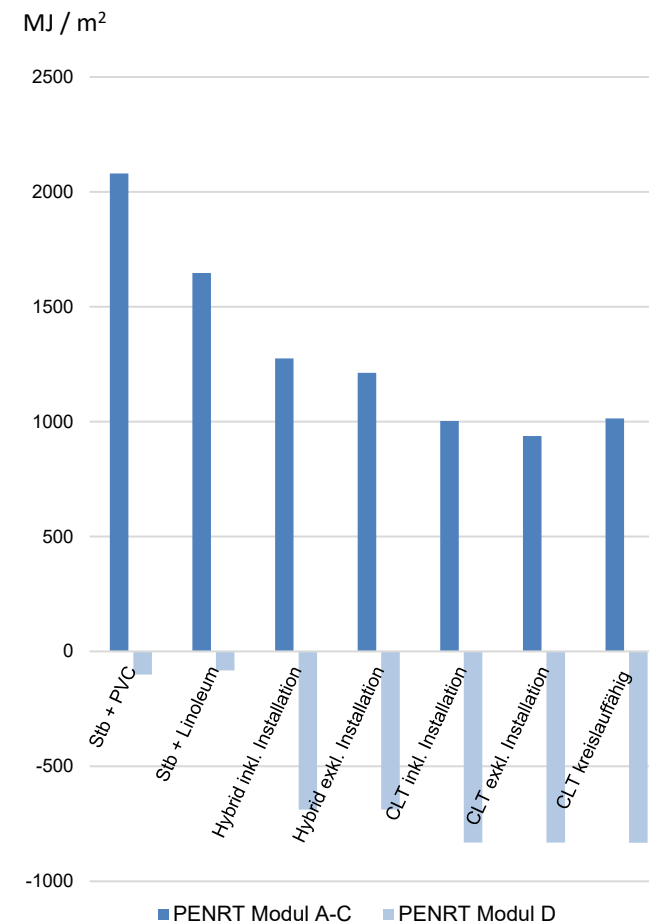
Decke (von unten nach oben)	Bauteil- dicke	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m ² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz R'w ≥ 55dB L'n,w ≤ 46 dB	in cm				
Stahlbeton-Decke mit PVC	35,3	2080 MJ	126%	-101 MJ	
Stahlbetondecke 20cm, Installationsebene+EPS 4cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, PVC 0,25cm					
Ausgangsvariante Stahlbeton-Decke mit Linoleum	35,3	1647 MJ	100%	-83 MJ	
Stahlbetondecke 20cm, Installationsebene+EPS 4cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm					
Holz-Hybrid-Decke, inkl. Installationsebene	38,8	1275 MJ	-23%	-689 MJ	
Gipskartonplatte 1,5cm, Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Aufbeton 10cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm					
Holz-Hybrid-Decke, exkl. Installationsebene	33,3	1212 MJ	-26%	-689 MJ	
CLT 12cm, Aufbeton 10cm, Trittschalldämmung EPS 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm					
Brettsperrholz-Decke (CLT), inkl. Installationsebene	35,8	1003 MJ	-39%	-832 MJ	
Gipskartonplatte 1,5cm, MiWo 4cm, CLT 14cm, Schüttung 5cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm					
Brettsperrholz-Decke (CLT), exkl. Installationsebene	30,3	937 MJ	-43%	-832 MJ	
CLT 14cm, Schüttung 5cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Estrich inkl. Fußbodenheizung 8cm, Linoleum 0,25cm					
Brettsperrholz-Decke (CLT) mit kreislauffähigem Bodenaufbau *	39,5	1014 MJ	-38%	-833 MJ	
CLT 14cm, Lehmstein 4cm, Schüttung lose 8cm, Trittschalldämmung Holzfaser 3cm, Formplatten aus Basalt und Lava mit Heizschlaufen 4,5cm, Trockenestrich 5cm, Linoleum im Klicksystem 1cm					

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen.

* Der Aufbau erfüllt nicht die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109

Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

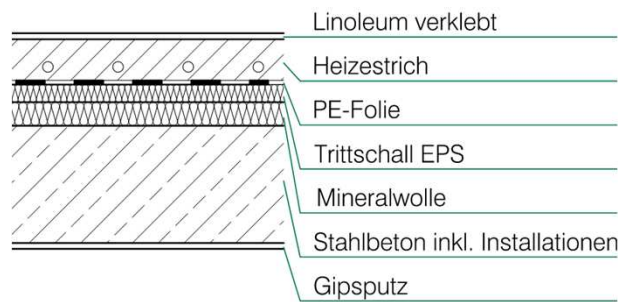


03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Decke – Ökologischer Fußabdruck

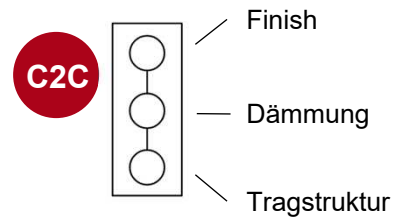
Stahlbeton + Bodenaufbau konventionell

(von oben nach unten)



GWP Modul A-C: 151 kg CO2 Äqv.
Modul D: -5 kg CO2 Äqv.

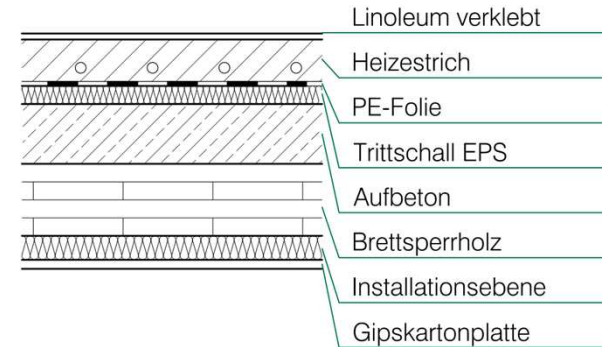
PENRT Modul A-C: 1.647 MJ
Modul D: -83 MJ



Holzhybrid + Bodenaufbau konventionell

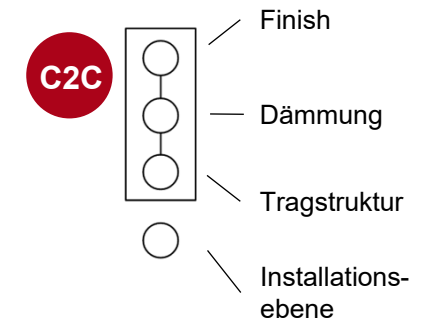
inkl. Installationsebene

(von oben nach unten)



GWP Modul A-C: 107 kg CO2 Äqv.
Modul D: -44 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 1.275 MJ
Modul D: -689 MJ



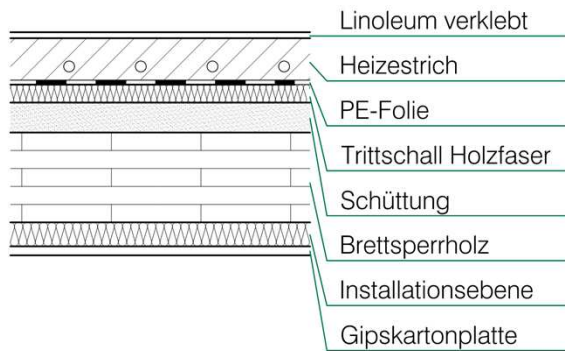
Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

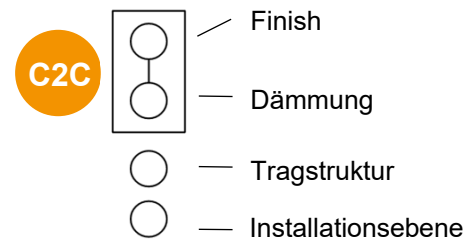
Bauteilaufbauten Decke – Ökologischer Fußabdruck

Brettsperrholz + Bodenaufbau konventionell inkl. Installationsebene (von oben nach unten)

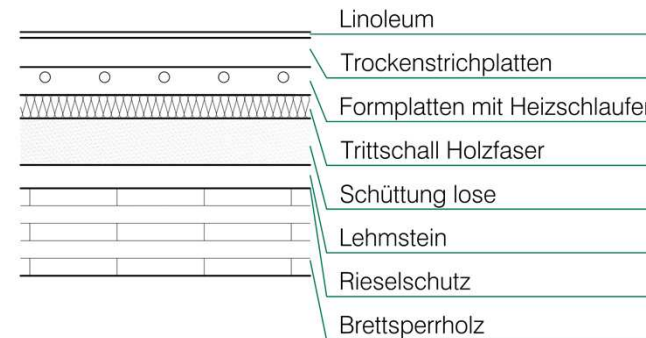


GWP Modul A-C: 69 kg CO2 Äqv.
Modul D: -51 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 1.003 MJ
Modul D: -832 MJ

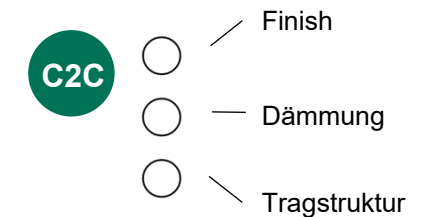


Brettsperrholz + Bodenaufbau kreislauffähig exkl. Installationsebene* (von oben nach unten)



GWP Modul A-C: 59 kg CO2 Äqv.
Modul D: -51 kg CO2 Äqv.

PENRT Modul A-C: 1.014 MJ
Modul D: -833 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv.
- PENRT: > 1.000 MJ
- C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv.
- PENRT: 750 bis 1000 MJ
- C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv.
- PENRT: < 750 MJ
- C2C: Sortenrein rückbaubar

* Der Aufbau erfüllt nicht die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Decke – Beispiel „Trockener Bodenaufbau“



Scheune Lang, Foto: Nina Vollbracht



Rückbaubarer Bodenaufbau mit Basalt-Lavasteinen mit eingelegten Heizschlaufen auf loser Schüttung.

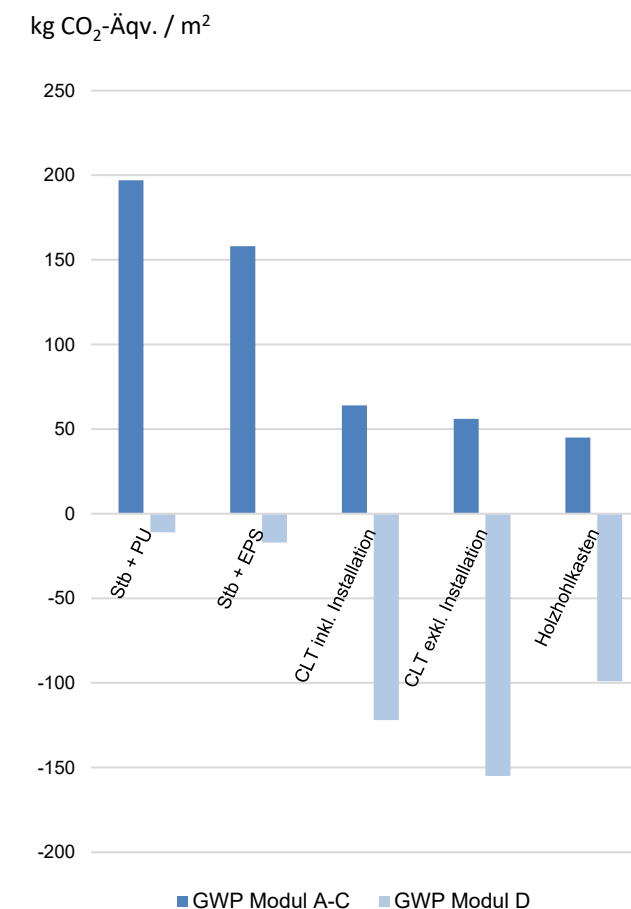
Die Holzleisten dienen als Unterkonstruktion für den Dielenboden, der verschraubt wird.

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Dach – Treibhausgasemissionen (GWP)

Dach (von innen nach außen)	Bauteil- dicke	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Module A-C	Modul D
Wärmeschutz < 0,11 W/(m ² K), Brandschutz k. Anf., Schallschutz R _{w,res} ≥ 30 dB	in cm		
Stahlbeton + Dachaufbau PU *	52,0	197 kg CO ₂ -Äqv. 125%	-11 kg CO ₂ -Äqv.
Stahlbetondecke 20cm, Dampfsperre, PU-Dämmung 22cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm			
Ausgangsvariante Stahlbeton + Dachaufbau EPS	65,0	158 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-17 kg CO ₂ -Äqv.
Stahlbetondecke 20cm, Dampfsperre, EPS-Dämmung 35cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm			
Brettsper Holz (CLT), inkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	67,5	64 kg CO ₂ -Äqv. -59%	-122 kg CO ₂ -Äqv.
Gipskartonplatte 1,5cm, Holzfaserdämmung 4cm, CLT 22cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 30cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm			
Brettsper Holz (CLT) exkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	64,0	56 kg CO ₂ -Äqv. -64%	-155 kg CO ₂ -Äqv.
CLT 22cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 32cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm			
Holzhohlkasten inkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	62,0	45 kg CO ₂ -Äqv. -72%	-99 kg CO ₂ -Äqv.
Lignatur-Flächenelement inkl. Installationsebene 20cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 32cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm			

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *Datensatz PU-Dämmplatten aus Blockschaumstoff



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

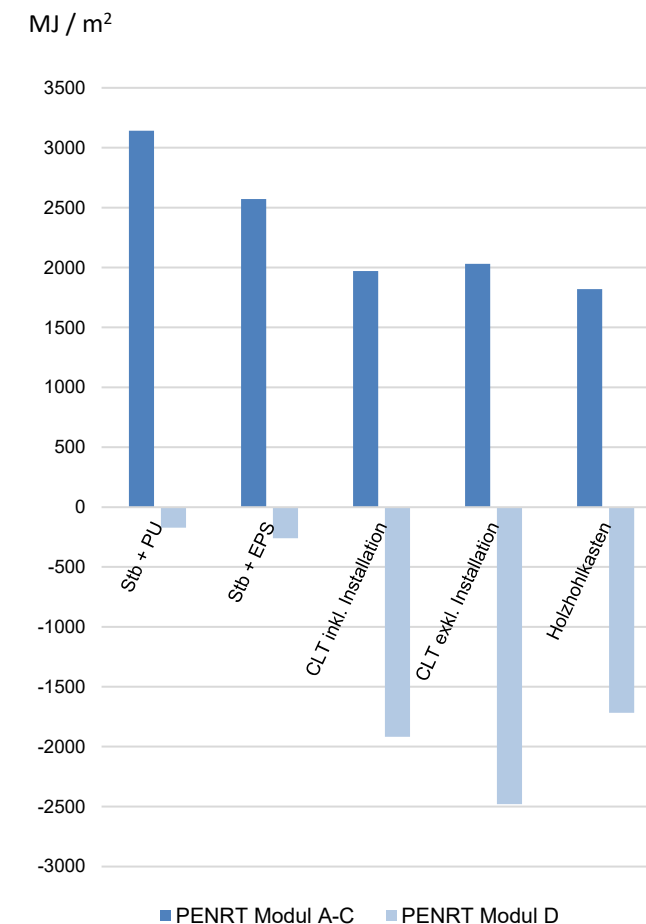
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Dach – Graue Energie (PENRT)

Dach (von innen nach außen)	Bauteil- dicke	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m ² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz < 0,11 W/(m ² K), Brandschutz k. Anf., Schallschutz R'w,res ≥ 30 dB	in cm				
Stahlbeton + Dachaufbau PU *	52,0	3142 MJ	122%	-172 MJ	
Stahlbetondecke 20cm, Dampfsperre, PU-Dämmung 22cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm					
Ausgangsvariante Stahlbeton + Dachaufbau EPS	65,0	2572 MJ	100%	-260 MJ	
Stahlbetondecke 20cm, Dampfsperre, EPS-Dämmung 35cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm					
Brettspertholz (CLT), inkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	67,5	1970 MJ	-23%	-1918 MJ	
Gipskartonplatte 1,5cm, Holzfaserdämmung 4cm, CLT 22cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 30cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm					
Brettspertholz (CLT) exkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	62,0	2031 MJ	-21%	-2480 MJ	
CLT 22cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 32cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm					
Holzhohlkasten inkl. Installationsebene + Dachaufbau Holzfaserdämmung	60,0	1820 MJ	-29%	-1718 MJ	
Lignatur-Flächenelement inkl. Installationsebene 20cm, Dampfsperre, Holzfaserdämmplatte 32cm i.M., Dachdichtung, Drainmatte 2cm, Substrat 8cm					

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *Datensatz PU-Dämmplatten aus Blockschaumstoff



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

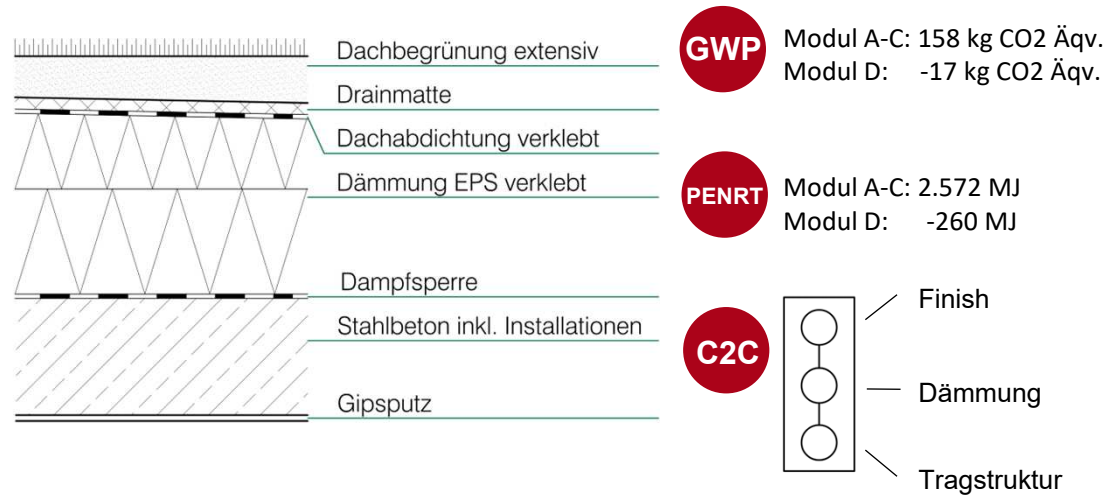
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Dach – Ökologischer Fußabdruck

Stahlbeton + Dachaufbau konventionell

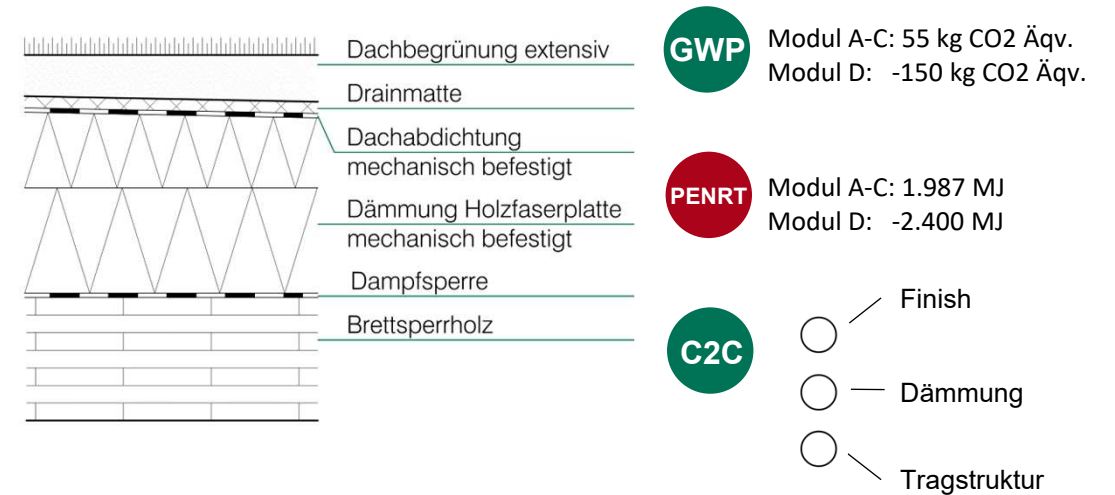
(von oben nach unten)



Brettsper Holz + Dachaufbau kreislauffähig

exkl. Installationsebene

(von oben nach unten)



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Dach – Beispiel „Mechanische Verbindungen“



Quelle: FDT Flachdach Technologie



Links: Bei der Saumbefestigung werden die Dachbahnen lose verlegt und im überdeckten Bahnenrand mechanisch befestigt.

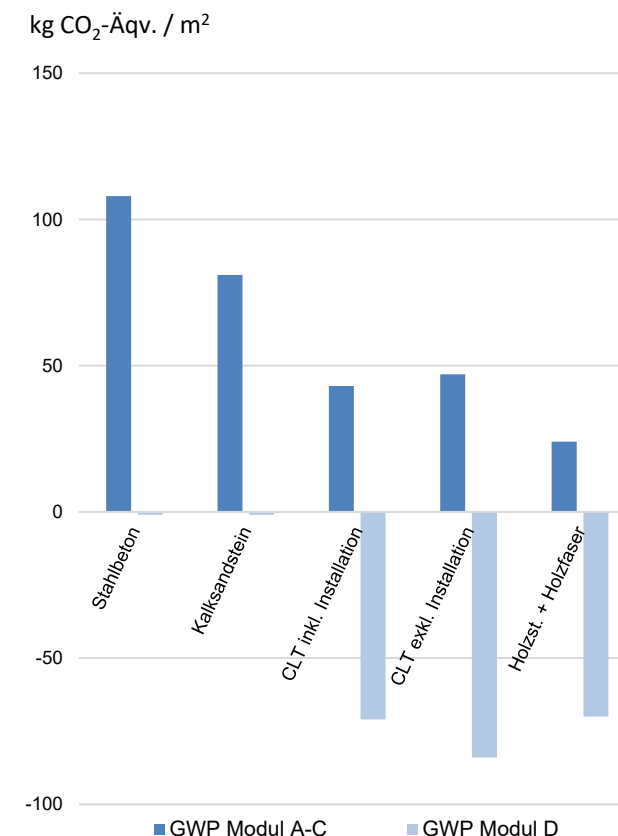
Rechts: Beim Klettsystem werden Klettstreifen quer zur Verlegerichtung der Dachbahnen befestigt. Danach rollt man vlieskaschierte Dachbahnen fest in die Klettstreifen ein.

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Wohnungstrennwand – Treibhausgasemissionen (GWP)

Wohnungstrennwand	Bauteil- dicke	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Module A-C	Modul D
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz R'w ≥ 55dB	in cm		
Stahlbeton Gipsputz 1,5cm, Stahlbeton 22cm, Gipsputz 1,5cm	25,0	108 kg CO ₂ -Äqv. 133%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Ausgangsvariante Kalksandstein Gipsputz 1,5cm, KS 24cm, Gipsputz 1,5cm	27,0	81 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz (CLT), inkl. Installationsebene GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 5cm, CLT 9cm, Steinwolle 3cm, CLT 9cm, Holzständer+MiWo 5,0 cm, GKF 1,25cm	33,5	43 kg CO ₂ -Äqv. -47%	-71 kg CO ₂ -Äqv.
Brettsperrholz (CLT), excl. Installationsebene CLT 12cm, Mineralwolle 5cm, CLT 12cm	29,0	47 kg CO ₂ -Äqv. -42%	-84 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer + Holzfaser, excl. Installationsebene * GKF 3,6cm, Holzständer+Holzfaser 10cm, GKF 1,25 cm, MiWo 3cm, GKF 1,25cm, Holzständer+Holzfaser 10cm, GKF 3,6cm	32,7	24 kg CO ₂ -Äqv. -70%	-23 kg CO ₂ -Äqv.

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *nicht aussteifend



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

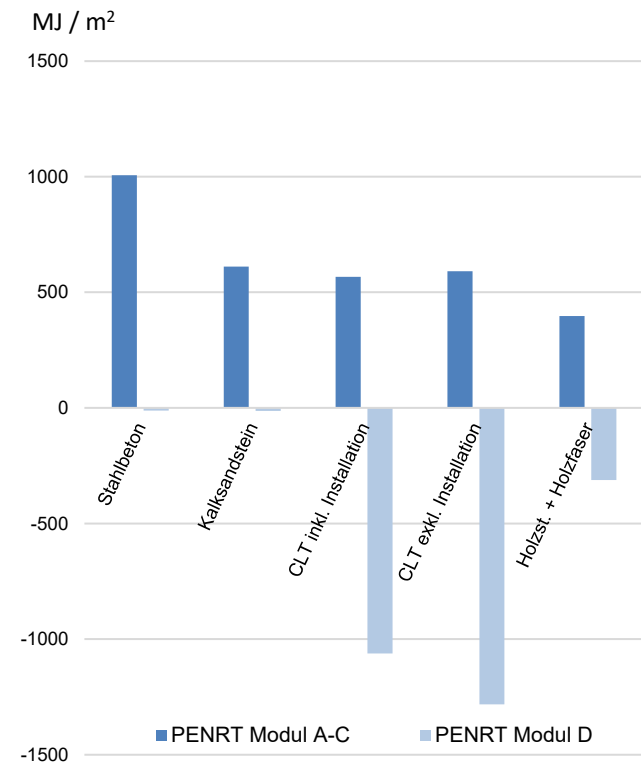
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Wohnungstrennwand – Graue Energie (PENRT)

Wohnungstrennwand	Bauteil- dicke in cm	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m ² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz R'w ≥ 55dB					
Stahlbeton Gipsputz 1,5cm, Stahlbeton 22cm, Gipsputz 1,5cm	25,0	1006	MJ	165%	-12 MJ
Ausgangsvariante Kalksandstein Gipsputz 1,5cm, KS 24cm, Gipsputz 1,5cm	27,0	611	MJ	100%	-13 MJ
Brettsperrholz (CLT), inkl. Installationsebene GKF 1,25cm, Holzständer+MiWo 5cm, CLT 9cm, Steinwolle 3cm, CLT 9cm, Holzständer+MiWo 5,0 cm, GKF 1,25cm	33,5	567	MJ	-7%	-1062 MJ
Brettsperrholz (CLT), exkl. Installationsebene CLT 12cm, Mineralwolle 5cm, CLT 12cm	29,0	591	MJ	-3%	-1282 MJ
Holzständer + Holzfaser, exkl. Installationsebene * GKF 3,6cm, Holzständer+Holzfaser 10cm, GKF 1,25 cm, MiWo 3cm, GKF 1,25cm, Holzständer+Holzfaser 10cm, GKF 3,6cm	32,7	397	MJ	-35%	-312 MJ

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *nicht aussteifend



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

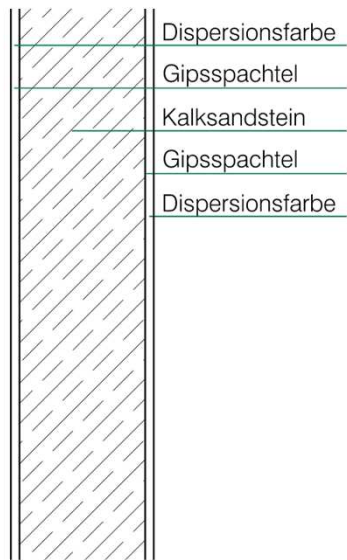
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Wohnungstrennwand – Ökologischer Fußabdruck

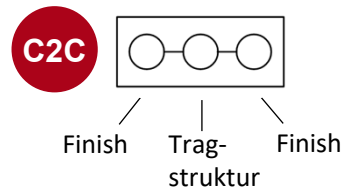
Stahlbeton

(von außen nach innen)



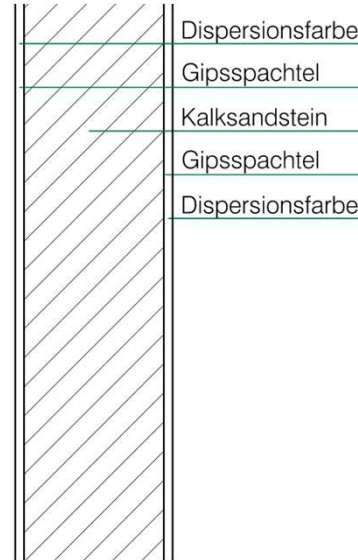
GWP Modul A-C: 108 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -1 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 1006 MJ
Modul D: -12 MJ



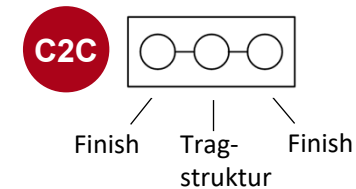
Kalksandstein

(von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 81 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -1 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 611 MJ
Modul D: -13 MJ



Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

- GWP: > 100 kg CO₂ Äqv.
- PENRT: > 1.000 MJ
- C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO₂ Äqv.
- PENRT: 750 bis 1000 MJ
- C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO₂ Äqv.
- PENRT: < 750 MJ
- C2C: Sortenrein rückbaubar

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Wohnungstrennwand – Ökologischer Fußabdruck

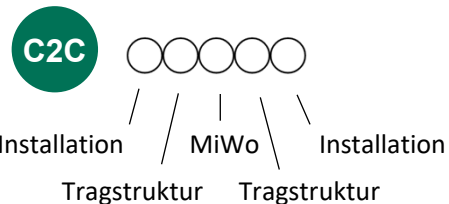
Brettsper Holz inkl. Installationsebene

(von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 43 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -71 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 567 MJ
Modul D: -1062 MJ



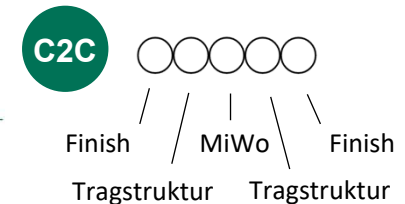
Holzständer*

(von außen nach innen)



GWP Modul A-C: 24 kg CO₂ Äqv.
Modul D: -23 kg CO₂ Äqv.

PENRT Modul A-C: 397 MJ
Modul D: -312 MJ



* nicht aussteifend

Bewertung absolute Zahlen von Treibhausgasemissionen (GWP), Graue Energie (PENRT), Kreislauffähigkeit (C2C)

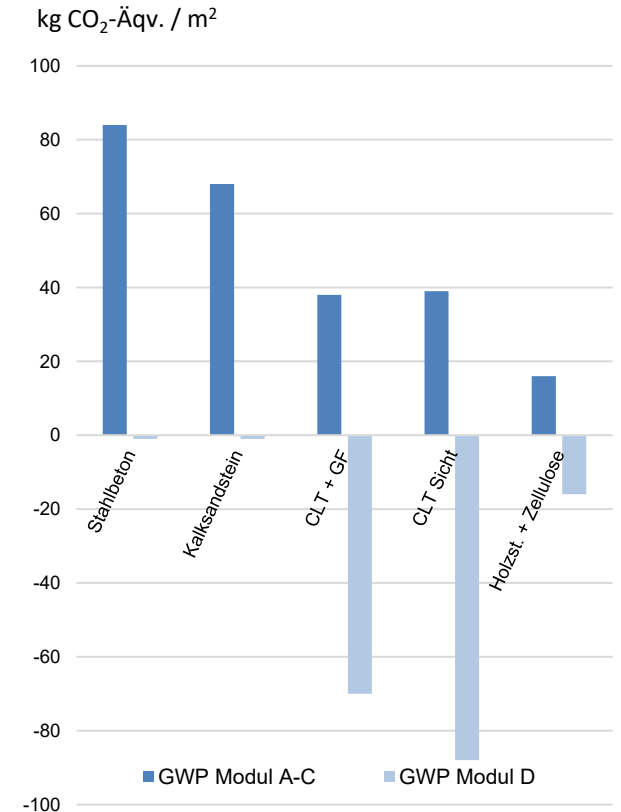
- GWP: > 100 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO₂ Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Tragende Innenwand – Treibhausgasemissionen (GWP)

Innenwand, tragend	Bauteil- dicke in cm	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO ₂ -Äqv. pro m ² Bauteil	
		Module A-C	Modul D
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz k. Anf.			
Stahlbeton Gipsputz 1,5cm, Stahlbeton 20cm, Gipsputz 1,5cm	23,0	84 kg CO ₂ -Äqv. 123%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Kalksandstein Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, Gipsputz 1,5cm	23,0	68 kg CO ₂ -Äqv. 100%	-1 kg CO ₂ -Äqv.
Brettspertholz (CLT) GKF 2,5cm, CLT 20cm, GKF 2,5cm	25,0	38 kg CO ₂ -Äqv. -44%	-70 kg CO ₂ -Äqv.
Brettspertholz (CLT) CLT 24cm	24,0	39 kg CO ₂ -Äqv. -47%	-88 kg CO ₂ -Äqv.
Holzständer + Zellulose * GKF 3,6cm, Holzständer+Zellulose 16cm, GKF 3,6cm	23,2	16 kg CO ₂ -Äqv. -76%	-16 kg CO ₂ -Äqv.

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *nicht aussteifend



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

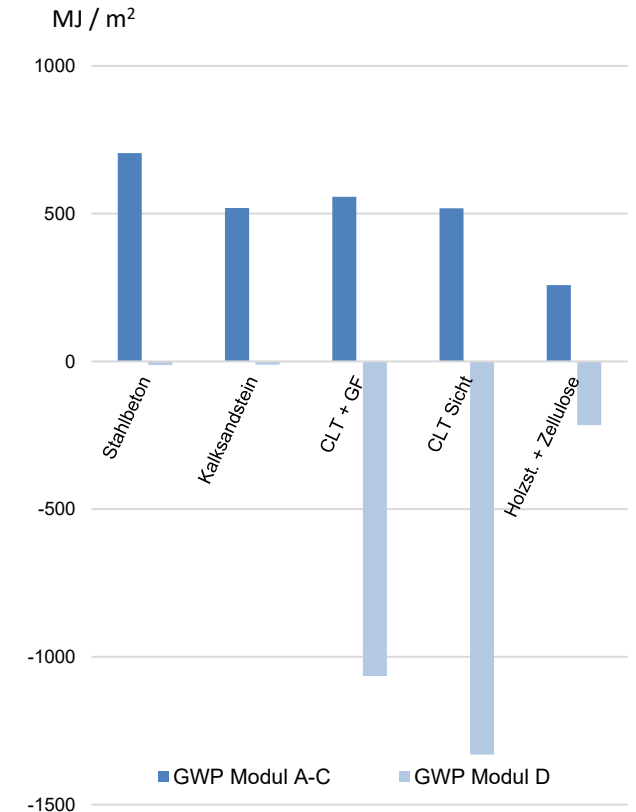
■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Bauteilaufbauten Tragende Innenwand – Graue Energie (PENRT)

Innenwand, tragend	Bauteil- dicke in cm	Graue Energie (PENRT) in MJ pro m ² Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz k. Anf., Brandschutz R 90, Schallschutz k. Anf.					
Stahlbeton Gipsputz 1,5cm, Stahlbeton 20cm, Gipsputz 1,5cm	23,0	705 MJ	136%	-13 MJ	
Kalksandstein Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, Gipsputz 1,5cm	23,0	519 MJ	100%	-11 MJ	
Brettsper Holz (CLT) GKF 2,5cm, CLT 20cm, GKF 2,5cm	25,0	557 MJ	107%	-1065 MJ	
Brettsper Holz (CLT) CLT 24cm	24,0	518 MJ	100%	-1331 MJ	
Holzständer + Zellulose * GKF 3,6cm, Holzständer+Zellulose 16cm, GKF 3,6cm	23,2	258 MJ	-50%	-216 MJ	

Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen. *nicht aussteifend



Relativer Vergleich zur Ausgangsvariante:

■ > +15%
 ■ +15 bis -10%
 ■ -10 bis -35%
 ■ -35 bis -60%
 ■ > -60%

03 Nachhaltiges & Zirkuläres Bauen auf Bauteilebene

Zusammenfassung

- Bauteilaufbauten mit mineralischen und synthetischen Materialien weisen hohe THG-Emissionen (GWP) und einen hohen Verbrauch an Grauer Energie (PENRT) auf.
- Bei Bauteilaufbauten mit einem hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen können die THG-Emissionen und die Graue Energie um 40 bis 75 % gesenkt werden.
- Das Wiederverwertungspotential (Modul D) ist bei den nachhaltigen Varianten sehr hoch. Auf mehr als 50 Jahren gerechnet und bei Wiederverwendung oder -verwertung, sind diese Bauteilaufbauten klimaregenerativ.
- Bei konventionellen Konstruktionen wie Mauerwerkswänden, WDVS-Fassaden oder nassen Bodenaufbauten sind die Materialien im Verbund (geklebt oder vermörtelt) verbaut. Diese Verbindungen lassen sich kaum sortenrein trennen und können meist nicht in den Stoffkreislauf zurück geführt werden.
- Bauteilaufbauten mit mechanischen Verbindungen (gedübelt, gesteckt, verschraubt) sowie trockene Fußbodenaufbauten können einfach sortenrein rückgebaut und dem Stoffkreislauf hinzugefügt werden.



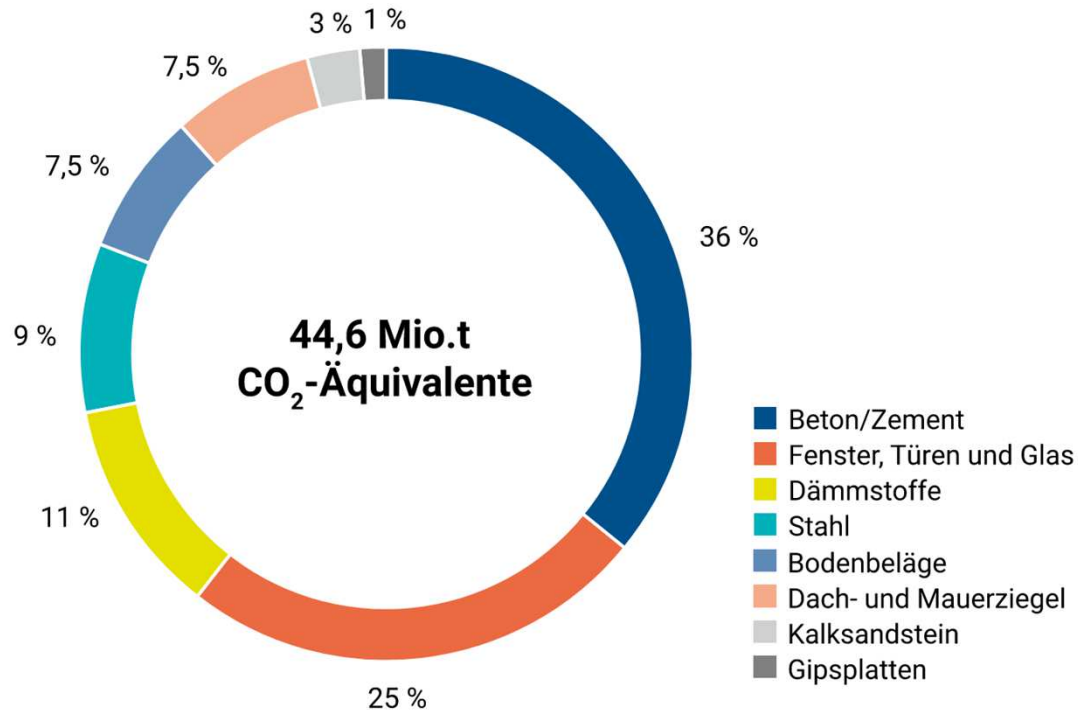
04

WIEDERVERWENDUNG UND RECYCLING VON BAUSTOFFEN

- Anteile der Baustoffe an den Treibhausgasemissionen
- Selektiver Rückbau
- Re-Use beim Messebau
- Übersicht Baustoffe: Holz, Recyclingbeton, Recyclingziegel, Recyclinggips, Flachglas, Metalle, Dämmstoffe

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Anteile der Baustoffe an den Treibhausgasemissionen im Hochbau



- Den größten Anteil der Treibhausgasemissionen von Baustoffen machen Beton/ Zement aus; gefolgt von Fenstern, Türen und Glas. Dämmstoffe sind für 11% der Treibhausgasemissionen verantwortlich, Stahl für 9%.
- Auf Grund der hohen Treibhausgasemissionen von Baustoffen ist es unumgänglich, zukünftig auf wiederverwendete und recycelte Materialien zurück zu greifen und so wenig wie möglich weitere Ressourcen und Rohstoffe zu verbrauchen.

Anteile der Baustoffe an den Treibhausgasemissionen im Hochbau (2020)
Quelle: Destatis 2021c, VDZ 2021, FNR 2020, WV-Stahl 2020, Branchenradar 2021a/2021b, IBU 2021, EPLF 2021, FEB 2021, B+L Marktdaten GmbH 2020, eigene Berechnung

Quelle: dena, Gebäudereport 2022

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Selektiver Rückbau von Gebäuden



Selektiver Abbruch, Quelle: Kinder- und Jugendpsychiatrie, weberbrunner architekten zürich & berlin

- Der Berliner Senat hat 2021 verbindliche Vorgaben zum selektiven Rückbau von öffentlichen Gebäuden in Berlin beschlossen.
- Eine sortenreine Erfassung von wiederverwendbaren und recycelbaren Einrichtungsgegenständen und Baustoffen ist umzusetzen.
- Berlin wird diese Vorgaben auch in der Bauordnung für private Bauherrn vorgeben.

Ziel: konsequente Nutzung der Ressourcen
(Urban Mining)

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Re-Use beim Messebau



- Der Gebäuderückbau und Messen bergen ein hohes Potential an wiederverwendbaren Stoffen.
- Auf die Separierung von wiederverwendbaren Einrichtungsgegenständen und Baustoffen ist zu achten.
- 2022 ist ein Pilotprojekt zum Betrieb eines Re-Use Baumarktes in Zusammenarbeit mit ALBA und Concular geplant.

Re-Use Zentrum im Haus der Materialisierung, Quelle: SenUMVK

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Holz



Urbaner Holzbau, Quelle: Baustelle Sue&Til, weberbrunner architekten zürich & berlin

- Konstruktion: Kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad und eine saubere Baustelle.
- Ökologie: Holz ist ein nachwachsender, regionaler Rohstoff. Der ökologische Fußabdruck eines Gebäudes mit Holzkonstruktion ist um ca. 40-60% geringer im Vergleich zu einer konventionellen Bauweise.
- Ökonomie: Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes.
- Wohnqualität: Gesundes Raumklima und ökologische Baubiologie.
- Re-Use: Holz lässt sich wiederverwenden und recyceln.

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Recyclingbeton (RC-Beton)



Aufbereitung von Recyclingbeton, Quelle: SenUMVK

- Jährlich fallen im Land Berlin über 1 mio. Tonnen Altbeton zur Verwertung an.
- Das Land Berlin strebt an, diese Betonabfälle zu einem relevanten Anteil im Hochbau wieder einzusetzen.
- RC-Beton ist ein Baustoff, der bereits marktreif erprobt ist und auch erfolgreich in Berlin eingesetzt wird.
- Berliner Transportbetonunternehmen und Recyclingbetriebe bieten diesen RC-Beton in ihrem Portfolio an.

Quelle: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/rc-beton/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Recyclingbeton (RC-Beton)



Aufbereitung von Recyclingbeton, Quelle: SenUMVK

- Eine Vielzahl von Hochbauvorhaben wurde erfolgreich mit diesem Baustoff realisiert.
- Recyclingbetriebe wollen auch den Typ 2 von recycelter Gesteinskörnung einsetzen, um weitere Ressourceneinsparungen zu erzielen.
- Das erste Berliner Bauvorhaben mit ressourcenschonendem Beton erfolgte im Herbst 2020.

RC-Beton spart Ressourcen, hat aber in Bezug auf den Klimaschutz kaum Effekte, da die Herstellung ähnlich hohe Treibhausgas-Emissionen aufweist wie neuer Beton.

Quelle: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/rc-beton/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Recyclingziegel



Infostand von Recycling-Ziegel, Quelle: SenUMVK

- In Berlin fallen jährlich rund 150.000 Tonnen Ziegelmaterial an.
- Dieses Ziegelmaterial wird derzeit im Straßen-/Wegebau sowie auf Deponien verwendet.
- Relevante Mengen des Recyclingmaterials werden folglich nicht im Kreislauf gehalten.
- Durch den Einsatz von Recycling-Materialien kann ein relevanter Beitrag zur Steigerung der Ressourceneffizienz geleistet werden.
- Im Sinne der Zero Waste Strategie sind weitere Maßnahmen geplant, die anfallenden Ressourcen umfassend zu nutzen (u.a. RC-Beton; Dachsubstrate)

Quelle: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/rc-ziegel/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Recyclinggips



- Rund 30.000 Tonnen Gipsabfälle fallen jährlich in Berlin an.
- Eine sortenreine Trennung von Gipskartonplatten ist gesetzlich vorgegeben.
- Gipskartonplatten eignen sich hervorragend zur sortenreinen Trennung und zum Recycling.
- Gipskartonplatten sind ein zirkulärer Baustoff.

Recycling von Gips, Quelle: MUEG

Quelle: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/recycling-von-gips/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Recyclinggips



Recycling von Gips, Quelle: MUEG

- Berlin hat gemeinsam mit Recyclingunternehmen ein Netz von Annahmestellen für Gipskartonplatten aufgebaut und den Transport zu dem Recycling-Werk ermöglicht.
- Der Bedarf an Deponiekapazitäten wird so reduziert und die Ressourcen des Naturgipsvorkommens geschont.
- Es wird derzeit untersucht, ob die Substitution der knappen Ressource Gips durch nachhaltigere Baustoffe wie Lehm möglich ist.

Quelle: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/recycling-von-gips/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Flachglas



- Flachglas ist prädestiniert für eine geschlossene Kreislaufwirtschaft.
- Der Einsatz von Glasscherben schont nicht nur die natürlichen Rohstoffressourcen, sondern reduziert auch die benötigte Schmelzenergie und damit die auftretenden THG-Emissionen.
- Allein durch den Einsatz von 10% Recyclingmaterial kann eine Energieeinsparung von etwa 3% und eine Senkung der THG-Emissionen um etwa 3,6 Prozent erzielt werden.

Glasrecycling, Quelle: <https://www.ms-umweltservice.de/portfolio/altfenster/>

Quelle: <https://www.baunetzwissen.de/glas/tipps/fachbuecher/recycling-von-flachglas-im-bauwesen>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Metalle



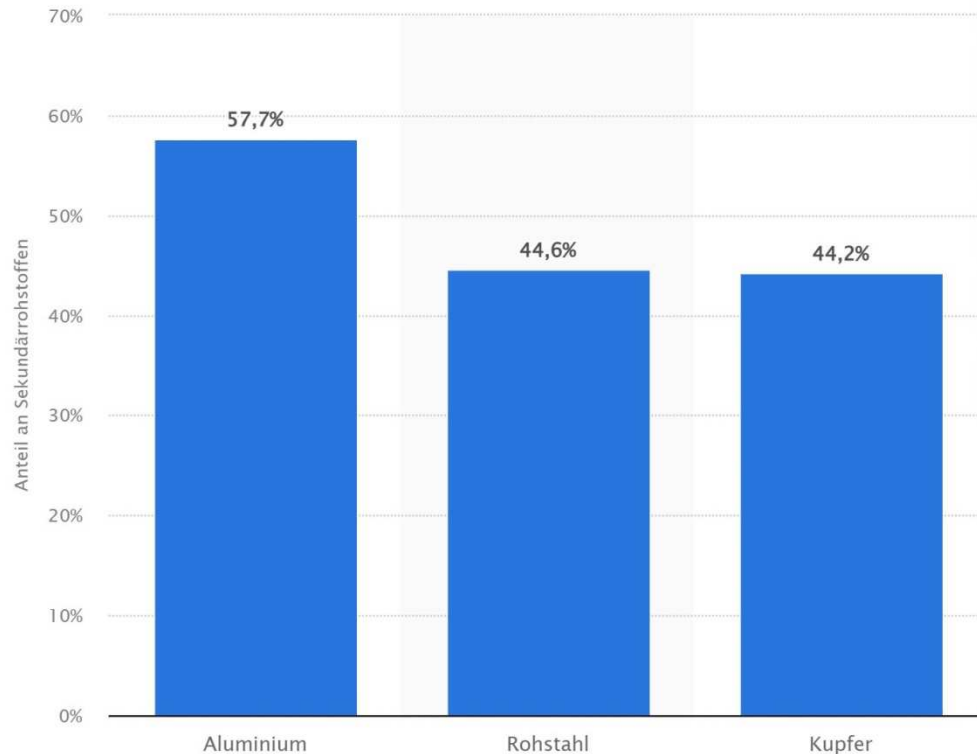
Metallrecycling, Quelle: MSV GmbH / Diana Betz

- Jährlich werden weltweit allein 1,7 Milliarden Tonnen Stahl und 94 Millionen Tonnen Aluminium produziert. Dies ist sehr energieintensiv und mit einem hohen THG-Ausstoß verbunden.
- 6% der weltweiten THG-Emissionen gehen derzeit auf das Konto der Stahl- und Aluminiumindustrie.
- Der Wiederverwendung und dem Recycling von Metallen kommt deshalb beim Klimaschutz eine große Rolle zu.

Quelle: <https://www.sustainblog.ch/20193672/wie-metalle-nachhaltiger-werden-koennen-5-ansatze-aus-der-materialwissenschaft/>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Baustoff Metalle



Anteil sekundärer Rohstoffe an der Produktion von Kupfer, Aluminium und Rohstahl in Deutschland im Jahr 2019, Quelle: Statista 2022

- In Deutschland lag der Anteil an Sekundärmaterial 2019 für Aluminium bei 60%, für Rohstahl bei 45% und für Kupfer bei 44%. Dies entspricht einer THG-Einsparung von ca. 60-85% im Vergleich zum Primärproduktionsprozess.
- Urban Mining – die Rückgewinnung von Rohstoffen aus den Abfällen der Städte – spielt heute bei der nachhaltigen Nutzung von Metallen eine wichtige Rolle.

Quelle: Statista 2022, <http://www.vdm.berlin/themen.php?i=19#>

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Dämmstoffe



Quelle: SenUMVK

- Jedes Jahr fallen 200.000 Tonnen an Dämmstoffen in Deutschland an, die meist deponiert oder verbrannt werden.
- Ab 2024 sollen bei öffentlichen Gebäuden in Berlin nur noch wiederverwendbare und recycelbare Dämmstoffe eingesetzt werden.
- Dämmstoffverbände entwickeln derzeit gemeinsam mit Berlin ein umsetzbares Konzept, wie Dämmstoffe sortenrein demontiert und wie diese gemeinsam mit der Entsorgungswirtschaft in die Produktion zurückgeführt werden können.

Quelle: DUH: Wiederverwendung und Recycling von Dämmstoffen stärken, 2019

04 Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen

Dämmstoffe



Quelle: Lerzer ING+Plan, Stefan Lerzer

- Wenn technisch möglich, sollten ökologische und pflanzliche Dämmstoffe mineralischen und synthetischen Materialien vorgezogen werden.
- Nachwachsende Rohstoffe wie Holzfasern, Zellulose, Stroh, Seegras etc. verbrauchen weniger Primärenergie, emittieren weniger Treibhausgase in der Herstellung und lassen sich (wenn sie unbehandelt sind) in den biotischen Kreislauf zurückführen.
- Auch aus baubiologischer Sicht haben natürliche Materialien Vorteile: Sie können besser Feuchtigkeit und Schadstoffe absorbieren und verbessern so das Raumklima.



05

AUSBLICK

- Überblick Studie UBA
“Urban Mining Berlin”
- Abfallwirtschaftskonzept 2030
Berlin
- Berliner Richtlinien der
Regierungspolitik 2021 – 2026
- Fazit

05 Ausblick

Überblick Studie UBA “Urban Mining Berlin”, ifeu Heidelberg
Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden.



Die strategische Projektreihe zum anthropogenen Lager

- Das Umweltbundesamt - Forschungsprojekt „Kartierung des anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von mineralischen Baustoffen“ dokumentiert einen wichtigen Beitrag zur Fortentwicklung der Kreislaufwirtschaft zu einer ressourcenschonenden Stoffstromwirtschaft.

Quelle: Umweltbundesamt, Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden., 2021

05 Ausblick

Überblick Studie UBA “Urban Mining Berlin”, ifeu Heidelberg
Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden.

Bauwerke als Rohstofflager

- Das anthropogene Lager Hochbau setzt sich aus den am häufigsten eingesetzten Baustoffen im Hochbau zusammen.
- Häuser- und Gebäudewände werden aus Beton, Ziegeln oder Kalksandstein errichtet, seit einigen Jahrzehnten kommt auch Porenbeton zum Einsatz.
- Putze und Mörtel verfugen und schützen die Mauersteine und sind untrennbar mit ihnen verbunden.
- Nicht nur Fenster bestehen aus Flachglas, sondern immer öfter auch Fassaden.
- Im Innenausbau werden insbesondere Gipsbaustoffe genutzt.
- Fliesen und Keramik sind ein kleiner, jedoch essentieller Bestandteil von Wohn- und Geschäftsgebäuden.
- Auch Stein- und Glaswollen sind mineralischen Ursprungs und mit über 50 Prozent Marktanteil der am häufigsten eingesetzte Dämmstoff. Sie werden am Ende ihres Lebenswegs meist deponiert.

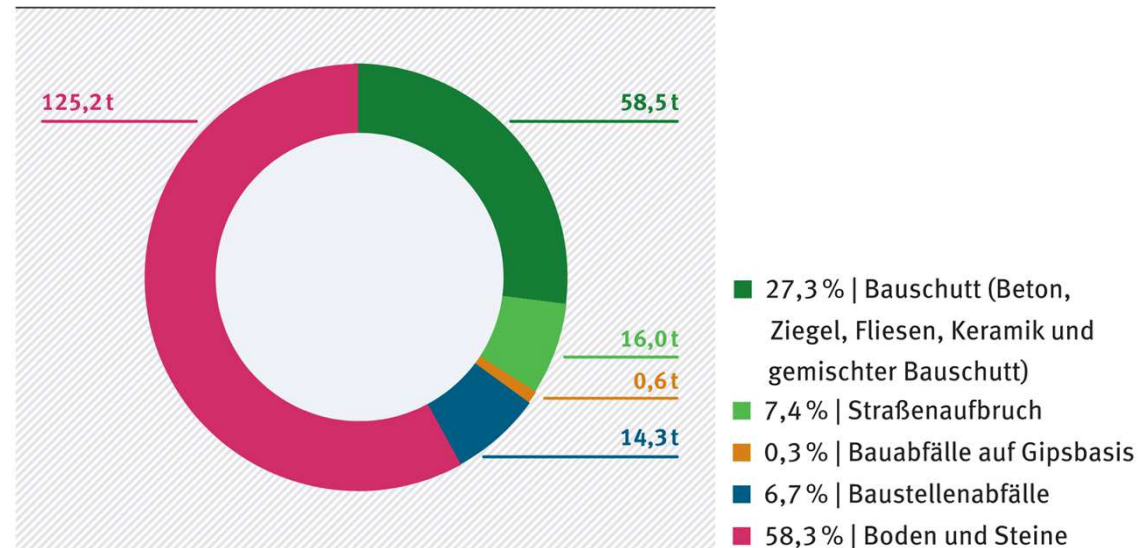
Quelle: Umweltbundesamt, Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden., 2021.

05 Ausblick

Überblick Studie UBA “Urban Mining Berlin”, ifeu Heidelberg
Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden.

Aufkommen von Bauabfällen in Deutschland 2016

Das Aufkommen steigt stetig an – die Bauwirtschaft erzeugt mehr Abfälle als jeder andere Wirtschaftssektor.



Aufkommen von Bauabfällen in Deutschland

- Jedes Jahr fallen aus dem Hochbau rund 60 Millionen Tonnen mineralischer Materialien als Bauabfall an.
- Ein zunehmendes Ressourcenbewusstsein und knappe Deponiekapazitäten erfordern eine effektive Kreislaufwirtschaft.
- Das Recyclingpotenzial der Baustoffe wird bisher noch nicht ausgeschöpft.

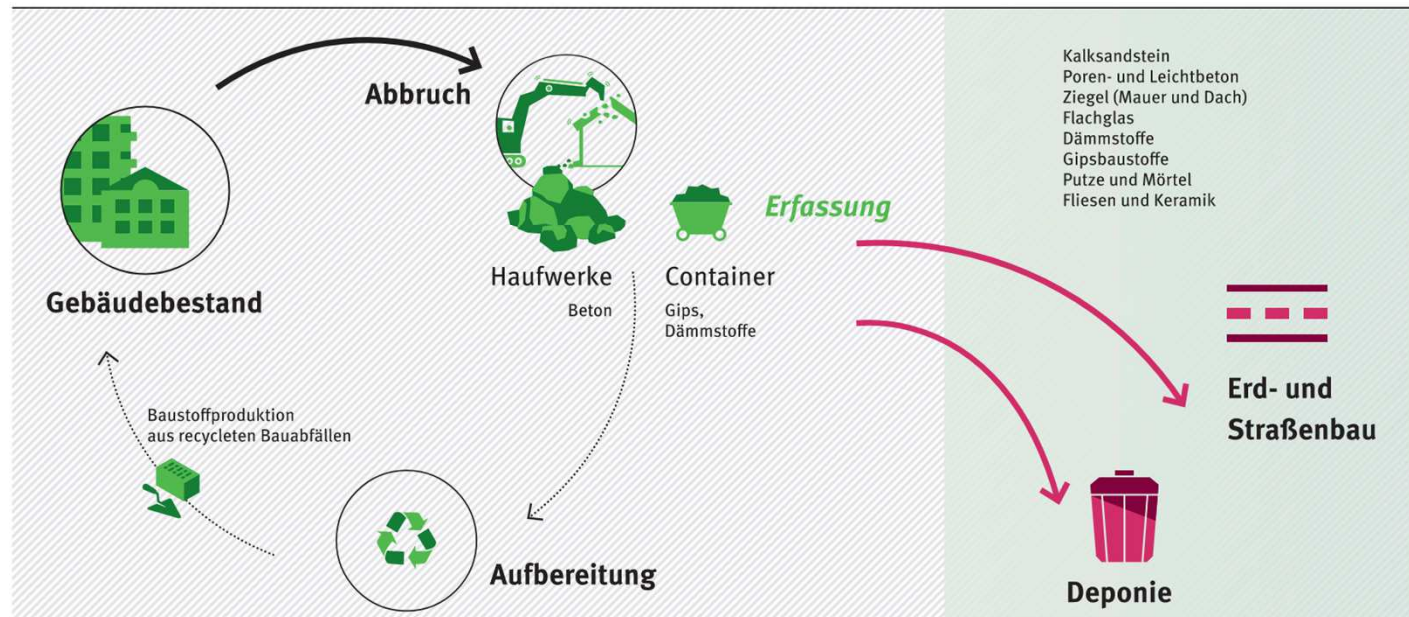
Quelle: Umweltbundesamt, Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden., 2021.

05 Ausblick

Überblick Studie UBA “Urban Mining Berlin”, ifeu Heidelberg Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden.

Recycling von Bauabfällen heute

Beton und Mauerwerksbaustoffe aus Gebäuden werden überwiegend im Straßen- und Erdbau verwertet – die sortenreine Erfassung von Baustoffen findet nicht ausreichend statt. Gipsbaustoffe und Dämmmaterialien werden zwar getrennt erfasst, jedoch keiner Aufbereitung zugeführt.



Quelle: Umweltbundesamt, Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden., 2021

Kreislaufwirtschaft heute und morgen – Das hohe Recyclingpotenzial nutzen!

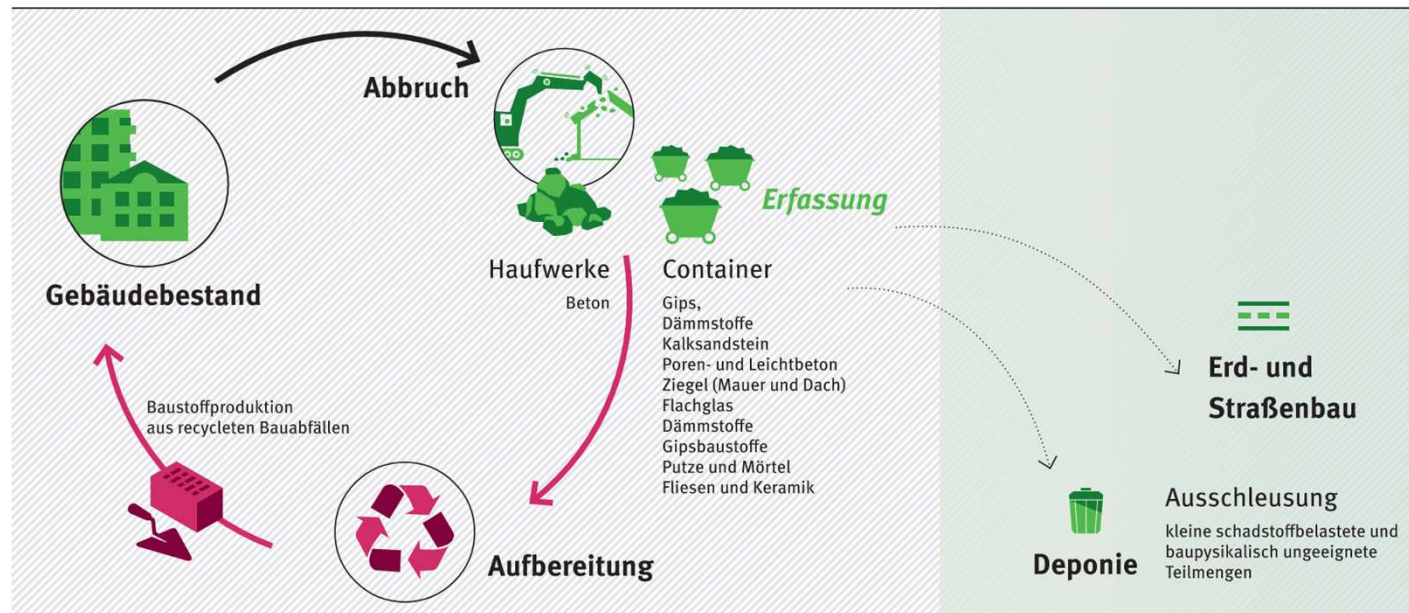
- Bauabfälle aus Gebäuden und Bauwerken werden noch nicht in den Hochbau zurückgeführt.
- Die Verwertung erfolgt überwiegend im Straßen- und Erdbau, obwohl relevante Anteile – bei einer störstofffreien Erfassung – für eine Kreislaufführung geeignet sind.

05 Ausblick

Überblick Studie UBA “Urban Mining Berlin”, ifeu Heidelberg
Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden.

Kreislaufwirtschaft Bau

Die Erfassung und Aufbereitung von Bauabfällen erfolgt sortenrein und ist auf das Verwertungsziel zugeschnitten – Baumaterialien werden hochwertig im Wirtschaftskreislauf gehalten.



Quelle: Umweltbundesamt, Stadtgold – Baustofflager mit Zukunft. Ein Leitfaden., 2021.

Kreislaufwirtschaft fördern und fordern

- Ein schnelles Umdenken ist nötig: Mineralische Bauabfälle sind wertvolle Rohstoffe, die Naturstein ersetzen.
- Voraussetzung ist die Vergleichbarkeit der bau- und umwelttechnischen Eigenschaften. Die Kreislaufwirtschaft gelingt nur, wenn die Zusammensetzung des Abfalls auf das Recyclingziel zugeschnitten ist.

05 Ausblick

Abfallwirtschaftskonzept 2030 Berlin

Zero Waste als neues Leitbild

- Im Juni 2021 hat das Berliner Abgeordnetenhaus das **Abfallwirtschaftskonzept 2030** beschlossen – Das neue Leitbild: Kreislaufwirtschaft und Zero Waste.
- Das Konzept fordert die konsequente Wiederverwendung und das Recycling von Materialien – auch im Bauwesen.
- Zirkuläre Wertschöpfung müsse auf jede Lebensphase eines Gebäudes übertragen werden – von der Planung über den Bau, die Bewirtschaftung bis zum Rückbau. Andernfalls sei es unmöglich ökologisch und gleichzeitig kostenverträglich zu bauen.
- Bei konsequenter Umsetzung sind die Kosten – das zeigen die Untersuchungen – nicht höher als bei der Standardbauweise.

Der Gewinn ist klar: Die Ressourceneinsparungen können bei über 50 Prozent liegen.

Quelle: SenUMVK

05 Ausblick

Abfallwirtschaftskonzept 2030 Berlin

Zero Waste als neues Leitbild

- Für eigene Neubauprojekte hat das Land Berlin bereits beschlossen, von vornherein ein **Recyclingkonzept für den späteren Rückbau** zu erstellen.
- Zudem müssen überwiegend nachwachsende und leicht recycelbare Baustoffe wie Holz oder gütegesicherte Sekundärbaustoffe wie Recyclingbeton eingesetzt werden.
- **Ab 2024 sollen zudem nur noch wiederverwendbare und recycelbare Dämmstoffe bei öffentlichen Bauvorhaben eingesetzt werden.**
- Das Land Berlin ist sich seiner Verantwortung bewusst. Denn die Klimaschutzwende braucht die Ressourcenschutzwende.

Quelle: SenUMVK

05 Ausblick

Abfallwirtschaftskonzept 2030 Berlin

Zero Waste als neues Leitbild

- Derzeit spart das Land Berlin bereits durch den Einsatz von gütegesicherten Recyclingrohstoffen im Tief- und Hochbau rund 2,1 Millionen Tonnen mineralische Primärrohstoffe pro Jahr ein, beispielsweise Kies und Sand; diese Menge soll in den nächsten Jahren annähernd verdoppelt werden.
- Untersuchungen zeigen auf, dass **durch den Einsatz von ressourcenschonenden und klimaschonenden Baustoffen** bei Hochbaumaßnahmen die Emissionen schädlicher Klimagase um **mehr als 60 Prozent gesenkt** werden können.

Quelle: SenUMVK

05 Ausblick

Berliner Richtlinien der Regierungspolitik 2021 – 2026

- Die Koalition wird einen deutlichen Schwerpunkt auf Investitionen in Klimaschutz und Klimaanpassung legen und das Bauen in Berlin konsequent auf Nachhaltigkeit ausrichten – Damit wird Berlin Teil des „**Green Deals**“ der Europäischen Union.
- Ein Holzbacluster wird gemeinsam mit Brandenburg organisiert; das Schumacher-Quartier in Berlin Tegel wird dabei Pilotprojekt.
- Zur Erreichung der CO₂-Einsparungen im Gebäudebestand wird der bereits begonnene Prozess der städtischen Wohnungsbaugesellschaften intensiviert, um das Ziel der CO₂-Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen.

Quelle: SenUMVK

05 Ausblick

Berliner Richtlinien der Regierungspolitik 2021 – 2026

- Der Abriss von baulichen Anlagen vernichtet bislang sehr viel Graue Energie, deshalb haben für das Land Berlin der Umbau und die Erweiterung Priorität gegenüber Abriss und Neubau.
- Wo Bauteile abgebrochen werden, gilt das Primat der Kreislaufwirtschaft und vor allem das des Getrenntsammlens.
- In Zusammenarbeit mit der Bauwirtschaft soll das Recycling von Bauabfällen deutlich verstärkt und die Lagerung und Wiedernutzung von älteren Bau- und Ausbauteilen ermöglicht werden.

Quelle: SenUMVK

05 Ausblick

Fazit

In Zukunft werden wir nicht erst entwerfen und dann überlegen,
welche Materialien wir verwenden wollen,
sondern wir werden erst die Materialien haben
und dann entscheiden, wie wir mit diesen entwerfen.

Vielen Dank. 😊