



Architekturqualität und Nachhaltigkeit

# **LCA im Wohnungsbau – Holzbauquartier in Berlin**

## **Entwurfsstrategien und angewandte Ökobilanzierung**

Elise Pischetsrieder, Architektin BDA

Geschäftsführende Gesellschafterin weberbrunner architekten, Berlin

29. November 2023

Veranstaltet vom:

**FORUM  
HOLZBAU  
INTERNATIONAL**

**27. Internationales Holzbau-Forum (IHF)**

**29. November – 1. Dezember 2023**

**Congress Innsbruck, Österreich**

Aus der Praxis – Für die Praxis

*Neustadt aus Holz sue&til, weberbrunner architekten, Foto: Beat Bühler*

# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## **Hohe Baukultur schont die Umwelt**

In Zukunft werden wir nicht entwerfen und dann überlegen, welche Materialien wir verwenden, sondern wir werden das Treibhausgaspotenzial der Produkte kennen und dann entscheiden, womit wir planen und bauen.



# 01

## LCA in der Praxis - Holzbauquartier Berlin

Wohnungsbau in Holz-Bauweise Waldhaus, Berlin-Buch  
weberbrunner architekten (LP1-8)

**Bauherrschaft:** HOWOGE

**Landschaftsarchitektur:** Mettler Landschaftsarchitekten

**Tragwerksplanung:** Schöne Neue Welt Ingenieure GbR

**TGA-Planung:** Dr. Dirk Bohne Ingenieure GmbH

**Brandschutz:** AMA Brandschutz

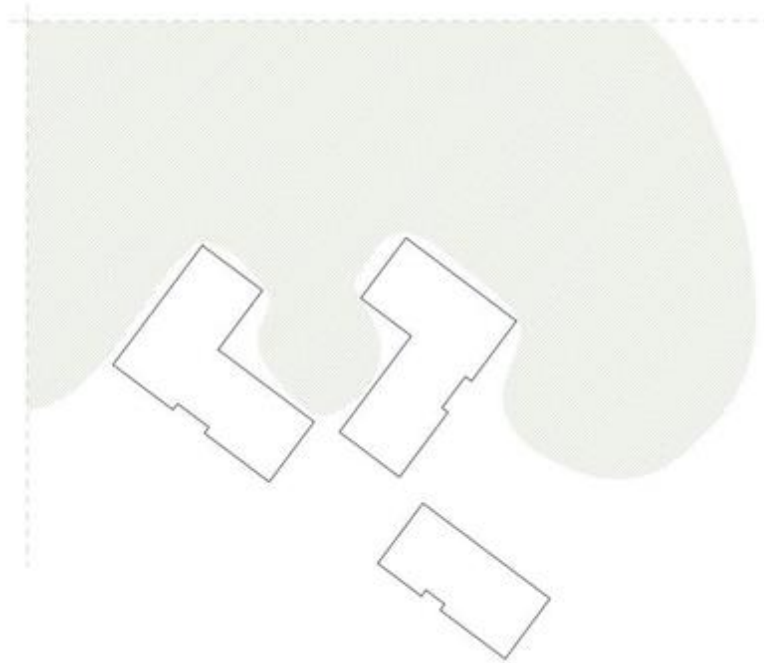
**Klima-Engineering:** Transsolar

**Visualisierung:** Carsten Pesch



# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin



2-stufiger Wettbewerb:  
Die Baukörper werden so platziert, dass sie sich dem Wald zuwenden und die Adressierung zum neuen Quartier ausbilden.



# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin



Entwurfskriterien u.a.:

- Versiegelung minimieren
- Baumbestand erhalten
- Freianlagen naturnah gestalten

# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin



Typologie: 150 WE, geförderter Wohnungsbau

Bauweise: Serielle Holzbauweise

Gebäudeklasse 4: Anzahl Vollgeschosse 4-5

Entwurfsmerkmal: keine Untergeschosse



# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin





# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin

Dachstuhl  
Holzbohlelage  
Dachstuhldeckung  
Gipsdämmung  
Baupapier  
Breitlagenplatte

240mm  
180mm





# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin

Planungsbegleitende Ökobilanzierung:

- im Wettbewerb CO<sub>2</sub>e-Prognose anhand von Benchmarks
- in Vor- und Entwurfsplanung CO<sub>2</sub>e-Ermittlung der gewählten Bauweisen

Entwurfsqualität u.a.:

Vermeidung von CO<sub>2</sub> ist kein Zusatz sondern ein Grundsatz.

# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin

GWP <sub>KG 300</sub>	Faktor BKI Objekt B				
	Projekt	kg CO <sub>2</sub> e / pro Jahr	kg CO <sub>2</sub> e/a	t CO <sub>2</sub> e/a	t CO <sub>2</sub> e*50a
	in m2	konv.	konv.	konv.	konv.
BGF total	14.600	8,38	122.348	122	6.117
NRF	12.000	10,47	125.640	126	6.282
WoFL	10.300	11,55	118.965	119	5.948
BRI	45.600	2,68	122.208	122	6.110
GWP <sub>KG 300</sub>					6.115 t CO <sub>2</sub> e
Anz. WE	150				42 t pro WE

GWP <sub>KG 300</sub>	Faktor BKI Objekt B				
	Projekt	kg CO <sub>2</sub> e / pro Jahr	kg CO <sub>2</sub> e/a	t CO <sub>2</sub> e/a	t CO <sub>2</sub> e*50a
	in m2	eco	eco	eco	eco
BGF total	14.600	4,91	71.686	72	3.584
NRF	12.000	6,14	73.680	74	3.684
WoFL	10.300	6,78	69.834	70	3.492
BRI	45.600	1,57	71.592	72	3.580
GWP <sub>KG 300</sub>					3.585 t CO <sub>2</sub> e
Anz. WE	150				25 t pro WE



# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

## Holzbauquartier Berlin

### Ausgangsvariante Konventionelle Bauweise

	Treibhausgasemission GWP Modul A-C je Bauteil in t CO <sub>2</sub> -Äqv.*	Anteil im Vergleich	Modul D1
Untergeschoss	1.101 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	18%	-55 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Außenwände**	1.223 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	20%	-56 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Innenwände	734 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	12%	-22 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Decken**	2.079 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	34%	-311 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Dach	978 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	16%	-111 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Summe</b>	<b>6.115 t CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>	<b>100%</b>	<b>-555 t CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>

\* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

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

### Variante in Holzbauweise Holzbauquartier Berlin

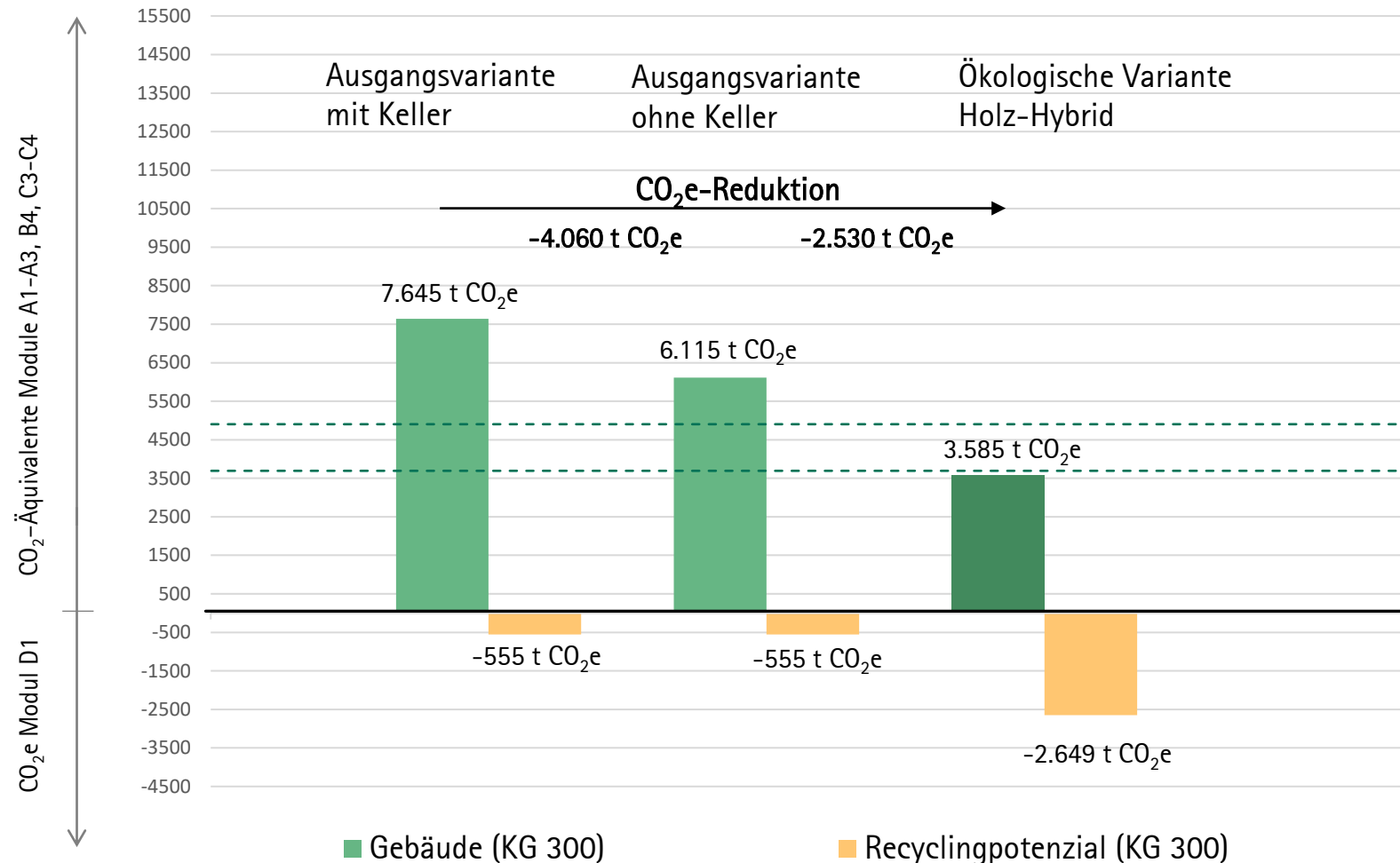
	Treibhausgasemission GWP (Modul A-C) je Bauteil in t CO <sub>2</sub> -Äqv.*	Anteil im Vergleich	Modul D1
Bodenplatte	1.101 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	31%	-48 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Außenwände**	717 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	20%	-452 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Innenwände	430 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	12%	-589 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Decken**	1.111 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	31%	-1.330 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
Dach	215 t CO <sub>2</sub> -Äqv.	6%	-230 t CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Summe</b>	<b>3.585 t CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>	<b>100%</b>	<b>-2.649 t CO<sub>2</sub>-Äqv.</b>

\* bez. auf einen Bilanzierungszeitraum von 50 Jahren

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

# 01 Lebenszyklusanalyse (LCA) von Gebäuden in der Praxis

Prognose Lebenszyklus (50 Jahre) Module A-C, D1



Vergleich Grenzwerte  
QNG Plus: 24 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> NRGa  
QNG Premium: 20 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> NRGa

max. 4.800 t CO<sub>2</sub>e  
8 kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup> NRGa

max. 3.600 t CO<sub>2</sub>e  
6 kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup> NRGa

Rechenbeispiel pro Kopf  
3.585 t CO<sub>2</sub>e in 50 Jahren für 150 WE mit ca. 2 Personen, entspricht die einem pro-Kopf CO<sub>2</sub>-Impact für Wohnen von **240 kg CO<sub>2</sub>e** + Betriebs- und Nutzungsenergie sollte dieser Wert < 333 kg CO<sub>2</sub>e liegen, um **max. 1 t CO<sub>2</sub>e pro Kopf** zu verursachen.



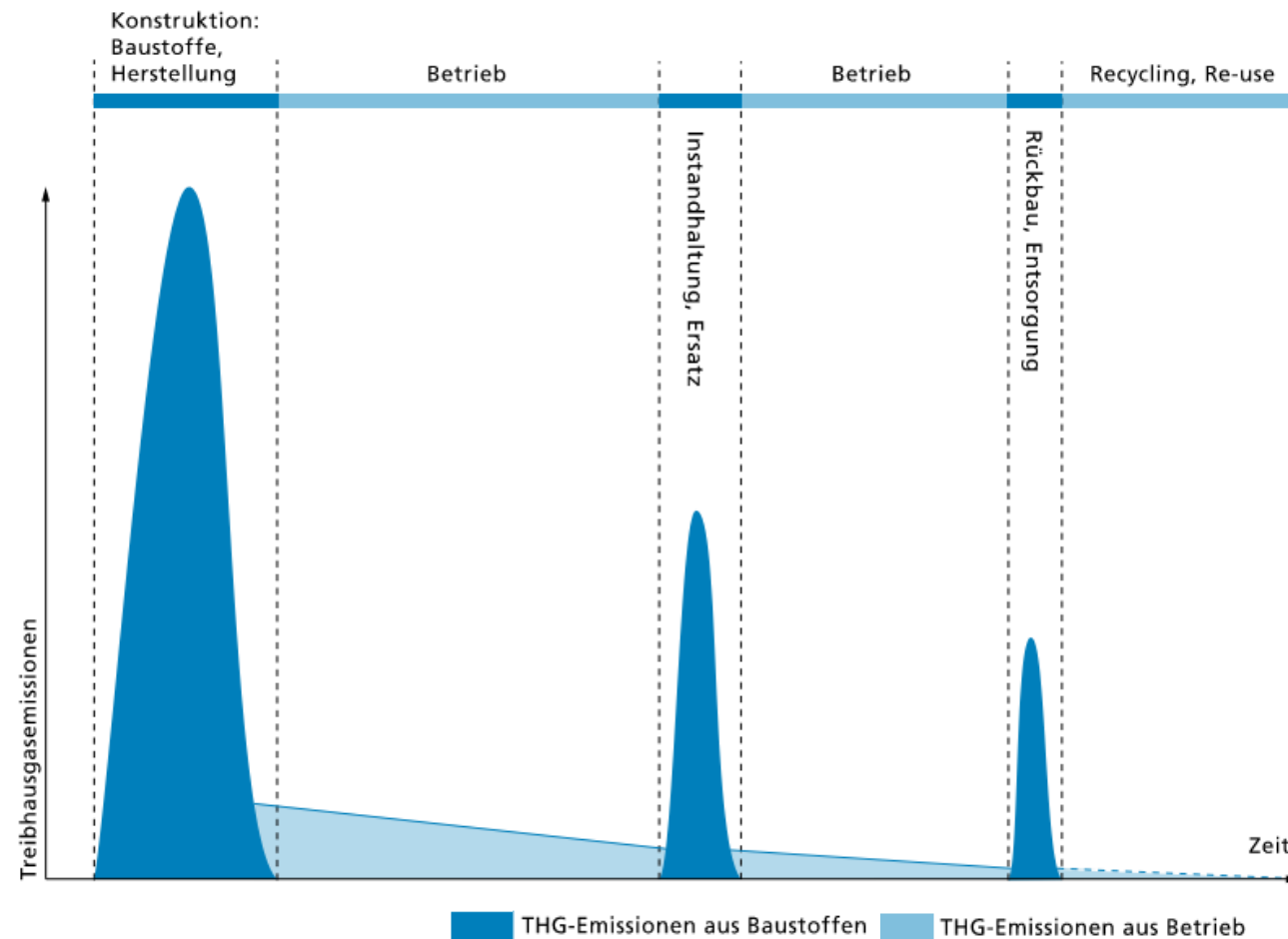


# 02

## Ökobilanzierung von Gebäuden

Hagmann Areal Winterthur, weberbrunner architekten zürich & berlin

## 02 Lebenszyklusanalyse



Es handelt sich um eine  
Prinzipdarstellung:

Im Lebenszyklus gibt es i.d.R.  
mehrere Ersatzmaßnahmen

Quelle: Espazium, *Die Peaks der kumulierten Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus eines Gebäudes, Netto-Null – Handlungsoptionen für ein klimaneutrales Bauen*, Zürich, transfer Nr. 1/2022 (Beilage zu TEC 21 Nr. 11/2022), S. 13



## 02 Lebenszyklusanalyse

**Ökobilanzierung ist wie gute Kostenplanung**

Am Anfang kann am meisten beeinflusst werden  
und hohe Summen am Ende vermieden.

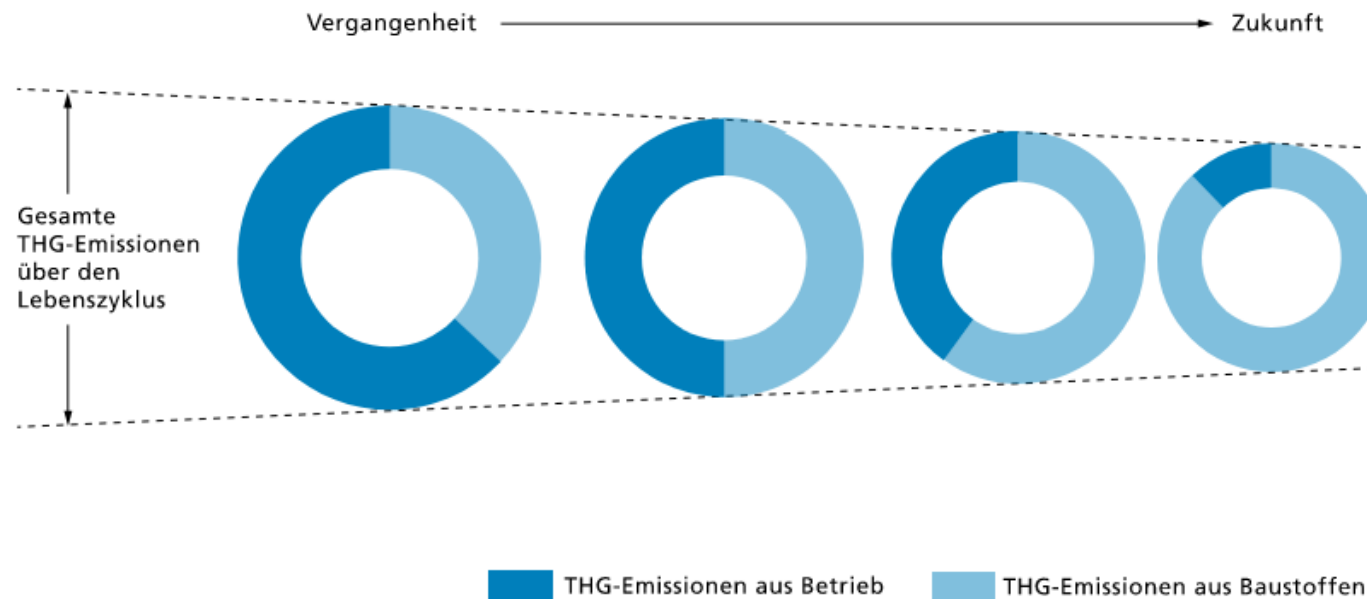
## 02 Lebenszyklusanalyse

Die Projektbeteiligten können durch die angewandte Ökobilanzierung die Umweltauswirkungen aufzeigen und steuern u.a. hinsichtlich:

- klimagerechter Materialwahl
- Konstruktionen mit geringer Grauer Energie
- so wenig wie möglich Primär-Ressourcen-Inanspruchnahme



## 02 Lebenszyklusanalyse



*... heute liegen wir bei energieeffizienten Gebäude im Durchschnitt bei etwa 50/50 ...*

Quelle: Espazium, *Die Peaks der kumulierten Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus eines Gebäudes, Netto-Null – Handlungsoptionen für ein klimaneutrales Bauen*, Zürich, transfer Nr. 1/2022 (Beilage zu TEC 21 Nr. 11/2022), S. 13

## 02 Lebenszyklusanalyse

### Lebenszyklusanalyse durch angewandte Ökobilanzierung

KLIMAWIRKUNG

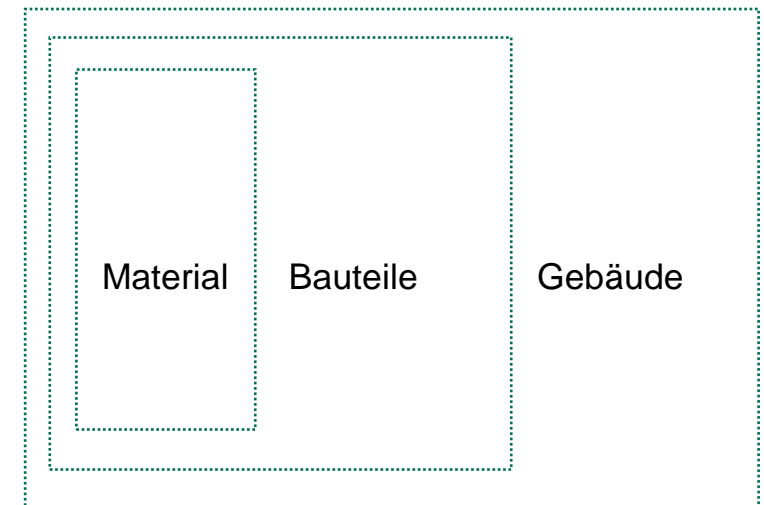
**GWP** – Global Warming Potential

RESSOURCEN-  
INANSPRUCHNAHME

**Modul D1** – Wiederwendungs- und Wiederwertungspotenzial

GRAUE ENERGIE

**PENRT** – Primärenergie, nicht erneuerbar



# 03

## Ökobilanzierung auf Bauteilebene

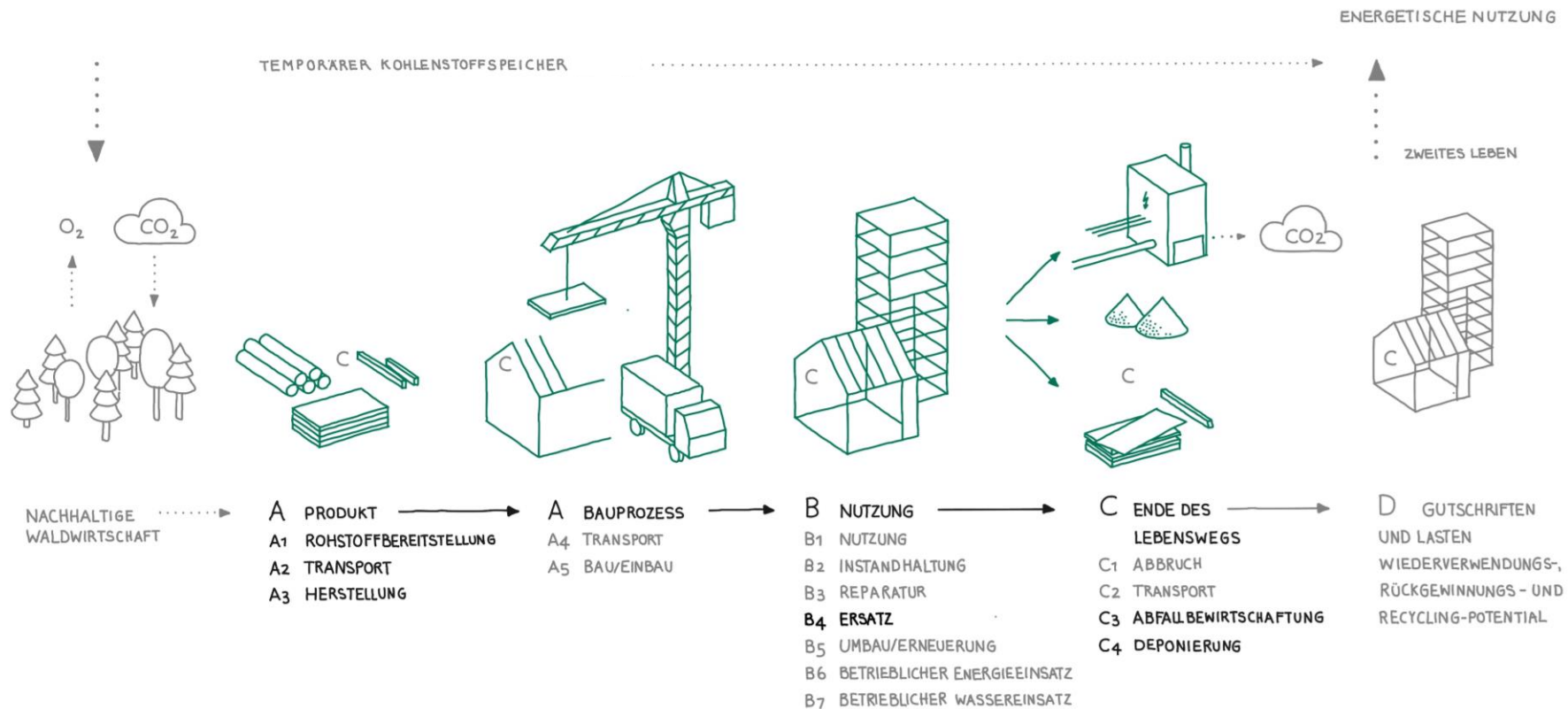


Aufstockung Lernlandschaft Schulhaus Heliwig, Foto: Beat Bühl  
Hagmann Areal Winterthur, Weber Brunner architekten zürich & berlin



# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Erläuterung Module



Lebenszyklus eines Gebäudes nach DIN EN 15978-1, Quelle: S. Djahanschah et al., DBU Bauband 4, Wohnquartier in Holz

# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Rechenregeln und Parameter



- Lebenszyklusanalyse **LCA**
- Ökobilanzierung mit dem **eLCA-Tool** auf Basis **ÖKOBAUDAT\_2020\_II** oder Rechenwerttabelle **BBSR V2.0 2023**
- Verwendung **qualitätsgesicherter Datensätze**
- Betrachtung **Modul A-C**: Rohstoffbereitstellung/ Transport/ Herstellung, Ersatz, Entsorgung/ Deponierung
- Gesonderte Ausweisung **Modul D1**
- Bauteilbetrachtung **ohne** Betriebsenergie
- Betrachtungszeitraum **50 Jahre**, die Nutzungsdauer ist länger
- **Materialnutzungsdauern** gem. BBSR-Tabelle
- Wärmeschutz gem. **EH 40-Standard**
- Bauteilaufbauten gem. **Gebäudeklasse**

# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

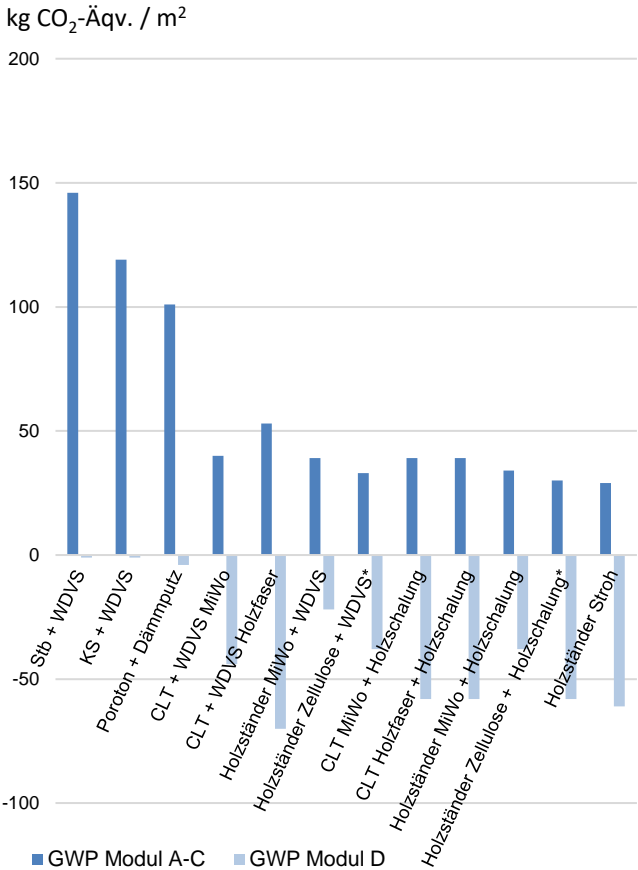
## Bauteilaufbauten Außenwand – Treibhausgasemissionen (GWP)

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteil- dicke	Treibhausgasemissionen (GWP) in kg CO <sub>2</sub> -Äqv. pro m <sup>2</sup> Bauteil			
		Module A-C		Modul D	
Wärmeschutz < 0,15 W/(m²K), Brandschutz R 90, Schallschutz R'w,res ≥ 30 dB	in cm				
<b>Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle)</b> Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	146	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. 122%	-1	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle)</b> Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	119	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. 100%	-1	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Poroton + Wärmedämmputz</b> Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	101	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. -15%	-4	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Kreislauffähige Konstruktionen:</b>					
<b>Brettsper Holz (CLT) mit MiWo + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation</b> GKF 1,25cm, Holzständer+Mineralwolle 4cm, CLT 12cm, Mineralwolle 16cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	40,2	39	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. -67%	-58	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Brettsper Holz (CLT) mit Holzfaser + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation **</b> GF 2,5cm, Holzständer+Holzfaserdämmung 4cm, CLT 12cm, Holzfaserdämmung 18cm, MDF 1,5cm, Holzlattung 3cm, Schalung 2,4cm	43,4	55	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. -54%	-82	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Holzständer mit Mineralwolle + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation</b> 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 <sub>2</sub> -Äqv. -71%	-38	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, inkl. Vorwandinstallation ***</b> 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 <sub>2</sub> -Äqv. -75%	-58	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Holzständer mit Zellulose + Holzschalung hinterlüftet, exkl. Vorwandinstallation ***</b> GKF 1,25cm, Dampfbremse, Holzständer+Zellulose 30cm, MDF 1,25cm, Windbremse, Holzlattung 3cm, Holzschalung 2,4cm	37,9	26	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. -78%	-54	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
<b>Holzständer mit Strohballen (tragend) **</b> Kalkzementputz 3cm, Holzfaserplatte 1cm, Holzständer+Strohballen 36cm, Holzfaserplatte 1cm, Kalkzementputz 3cm	44,0	29	kg CO <sub>2</sub> -Äqv. -76%	-61	kg CO <sub>2</sub> -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%



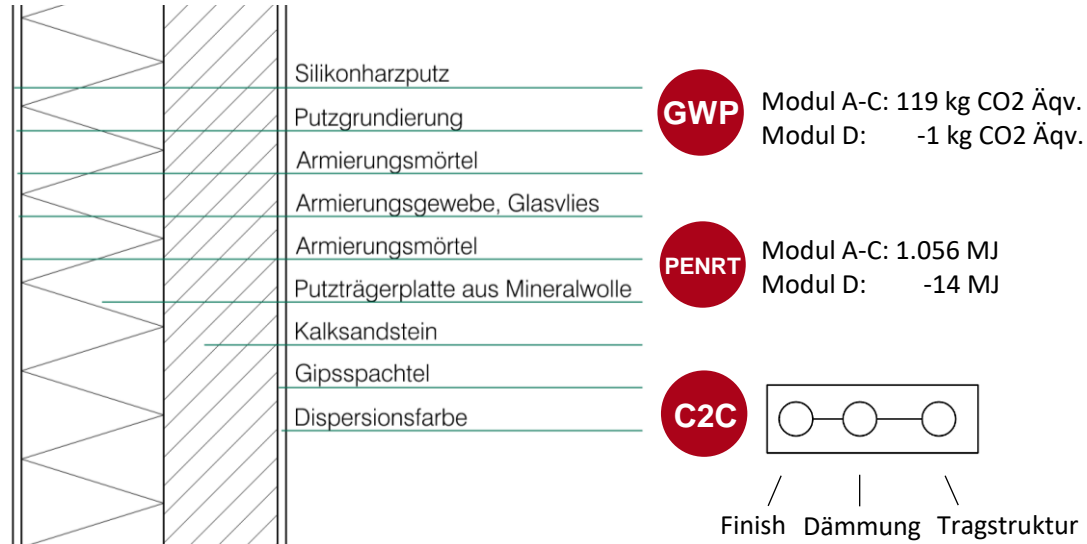


# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

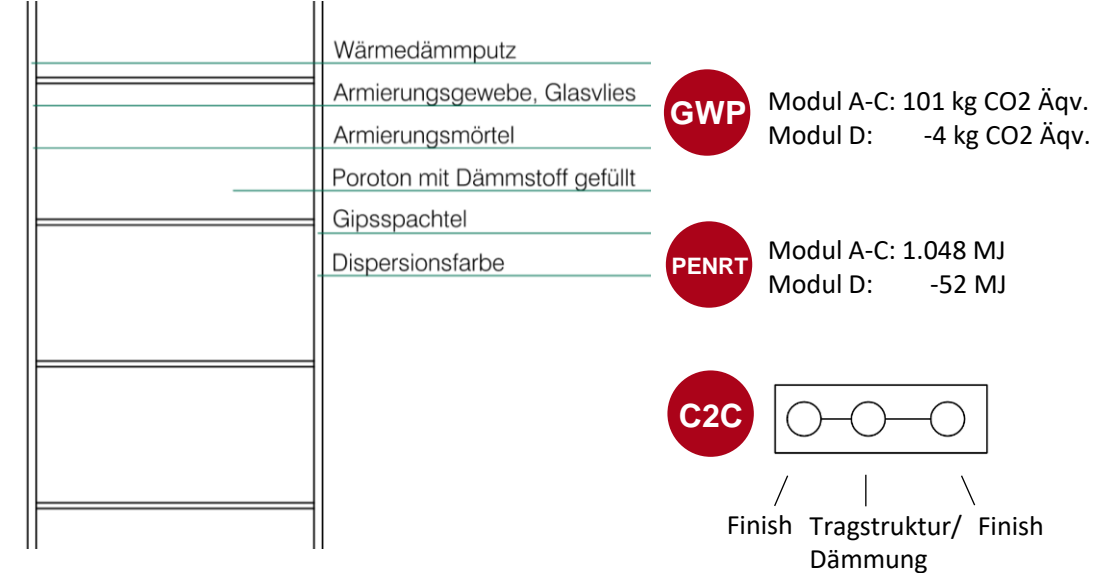
### Kalksandstein + WDVS

(von außen nach innen)



### Poroton mit Dämmstoff gefüllt

(von außen nach innen)



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

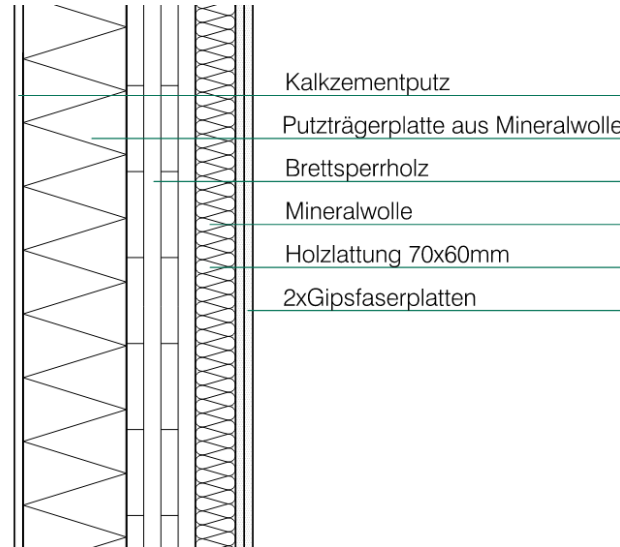
- GWP: > 100 kg CO2 Äqv.
- GWP: 75 bis 100 kg CO2 Äqv.
- GWP: < 75 kg CO2 Äqv.
- PENRT: > 1.000 MJ
- PENRT: 750 bis 1000 MJ
- PENRT: < 750 MJ
- C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- C2C: Sortenrein rückbaubar

# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

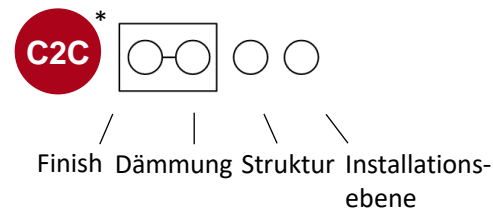
### Brettsperrholz + WDVS mit MiWo

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



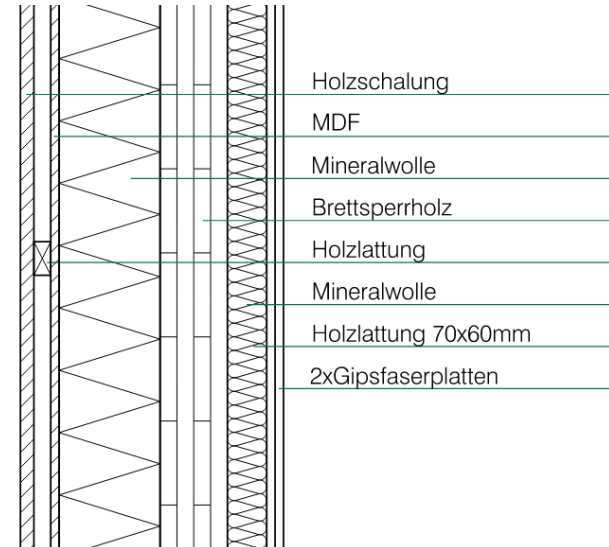
**GWP** Modul A-C: 40 kg CO<sub>2</sub> Äqv.  
Modul D: -44 kg CO<sub>2</sub> Äqv.

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



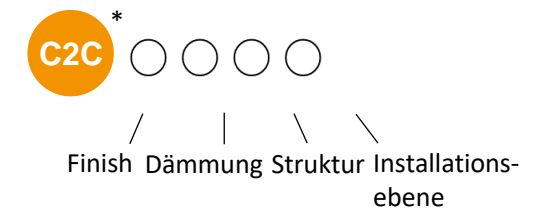
### Brettsperrholz + MiWo + Holzschalung hinterlüftet

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



**GWP** Modul A-C: 39 kg CO<sub>2</sub> Äqv.  
Modul D: -58 kg CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> Äqv. ● PENRT: > 1.000 MJ ● C2C: Nicht sortenrein rückbaubar oder nicht recyclebar
- GWP: 75 bis 100 kg CO<sub>2</sub> Äqv. ● PENRT: 750 bis 1000 MJ ● C2C: Teils sortenrein rückbaubar
- GWP: < 75 kg CO<sub>2</sub> Äqv. ● PENRT: < 750 MJ ● C2C: Sortenrein rückbaubar

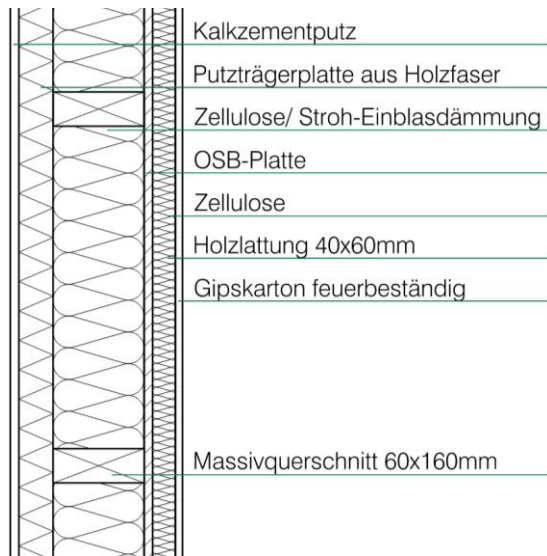
\* abhängig davon, ob Mineralwolle recycelt oder deponiert wird. Derzeit werden nur geringe Mengen an Mineralwolle-Abfällen nach dem Rückbau recycelt (Umweltbundesamt, Stand: 15. Mai 2019)

# 03 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Bauteilaufbauten Außenwand – Ökologischer Fußabdruck

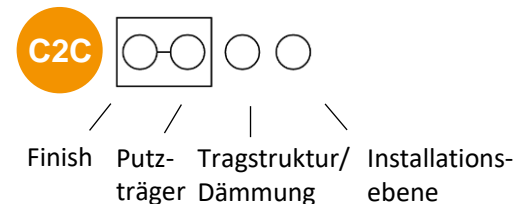
### Holzständer Zellulose + WDVS\* \*\*

Inkl. Installationsebene (von außen nach innen)



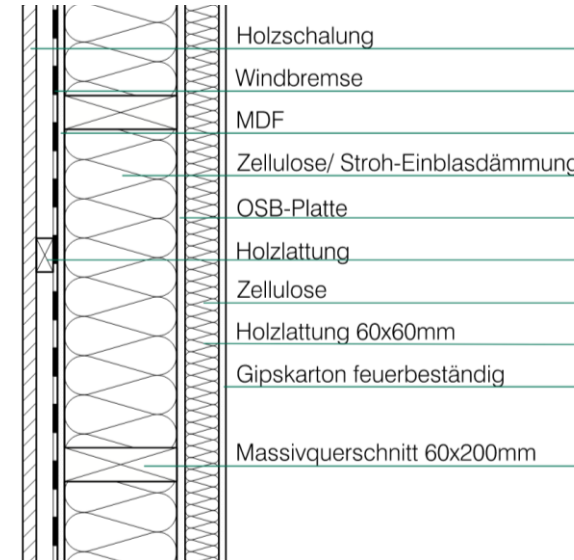
**GWP** Modul A-C: 33 kg CO2 Äqv.  
Modul D: -38 kg CO2 Äqv.

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



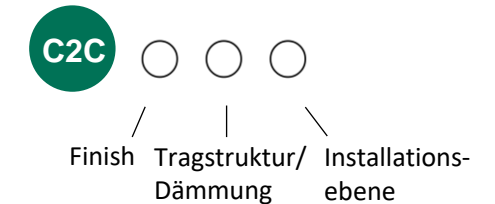
### Holzständer Zellulose + Holzschalung hinterl.\* \*\*

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 Ökobilanzierung auf Bauteilebene

## Zusammenfassung

Mineralische Bauweise	Reduktion	Ökologische Bauweise
<b>Dach</b> 158 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	- 65%	56 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
<b>Außenwand</b> 119 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	- 72%	33 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
<b>Decke</b> 151 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	- 60%	59 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
<b>Wohnungstrennwand</b> 81 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	- 47%	43 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
<b>Innenwand tragend</b> 68 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	- 75%	16 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>



# 04

## Ökobilanzierung Werkzeuge

Wohnungsbau in Holz-Hybrid-Bauweise Salvador Allende Straße, Berlin  
weberbrunner architekten & Roedig Schop (LP2-5)

**GÜ:** Bateg GmbH

**Bauherrschaft:** degewo

**Tragwerksplanung:** GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG

**Brandschutz, Schallschutz:** ZRS Ingenieure, Berlin

**Wärmeschutz und QNG-Zertifizierung:** Andreas Wilke Ingenieurbüro für  
Bauphysik und Baukonstruktion GmbH

**Gebäudetechnik:** Dr. Dirk Bohne Ingenieure GmbH, Berlin

**Freianlagenplanung:** d30plus Ingenieurgesellschaft mbH

**Visualisierungen:** Carsten Pesch

# 04 Werkzeuge Ökobilanzierung



BKI Konstruktionsatlas KA1

Fachbuch  
ca. 550 Seiten  
ISBN 978-3-948683-49-8

Bauteile mit Ökobilanzen, CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und Baupreisen 2023  
für die nachhaltige und wirtschaftliche Planung

Art.-Nr. 2017

Infos

Empfehlungen

Das neue BKI-Handbuch mit Muster-Schichtaufbauten unterstützt eine nachhaltige und wirtschaftliche Planung.

## Inhalte und Praxis-Nutzen

Schichtaufbauten aus der Praxis mit Systemskizzen für über 200 Praxis-Bauteile für:

- Gründung
- Außenwand
- Innenwand
- Decke
- Dach

## Aktuelle Schichtaufbauten energiesparender Konstruktionen mit umfassenden Planungsinformationen

- „CO<sub>2</sub>-Äquivalente“ und Baupreise zu Bauteilen und Positionen für optimale Bauherren\*innen und Investoren\*innen-Beratung
- Globales Erwärmungspotenzial (GWP) und Nicht-erneuerbarer Primärenergiebedarf (PENRT) - übersichtlich und leicht verständlich für Architekt\*innen aufbereitet  
(GWP = Global Warming Potentials= Globales Erwärmungspotenzial) (PENRT = Primary Energy Non Renewable Total = Totale nicht erneuerbare Primärenergieeinsatz)

## Inhalt

### Benutzerhinweise

<b>Einführung</b>	7
<b>Benutzerhinweise</b>	8
<b>Erläuterungen zum BKI Konstruktionsatlas</b>	
Allgemeine Hinweise	12
Allgemeine Hintergrundinformationen	15
Kurzerläuterungen Systemaufbauten	18
Normen	21
<b>Musterseiten mit Erläuterungen</b>	24
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	40

### A Fachbeiträge

„Planungsbegleitende Ökobilanzierung in der Praxis“	44
ein Beitrag von Elise Pischetsrieder	
„Die Elementmethode in der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden“	56
ein Beitrag von Thomas Lützkendorf	
„eLCA als Hilfsmittel für die Ökobilanzierung“	66
ein Beitrag von Stephan Rössig	

### B Beispiele Mustergebäude / Gegenüberstellung

Objektbeschreibungen für das Objekt A mit Varianten konv und eco	80
Gegenüberstellung der Ökobilanzwerte	84
Objektbeschreibungen für das Objekt B mit Varianten konv und eco	86
Gegenüberstellung der Ökobilanzwerte	90
Objektbeschreibungen für das Objekt C mit Varianten konv und eco	92
Gegenüberstellung der Ökobilanzwerte	96
Fazit des Objektvergleichs	98

### C Bauteilaufbauten mit Ökobilanzierung und Kosten (sortiert nach 2. Ebene DIN276)

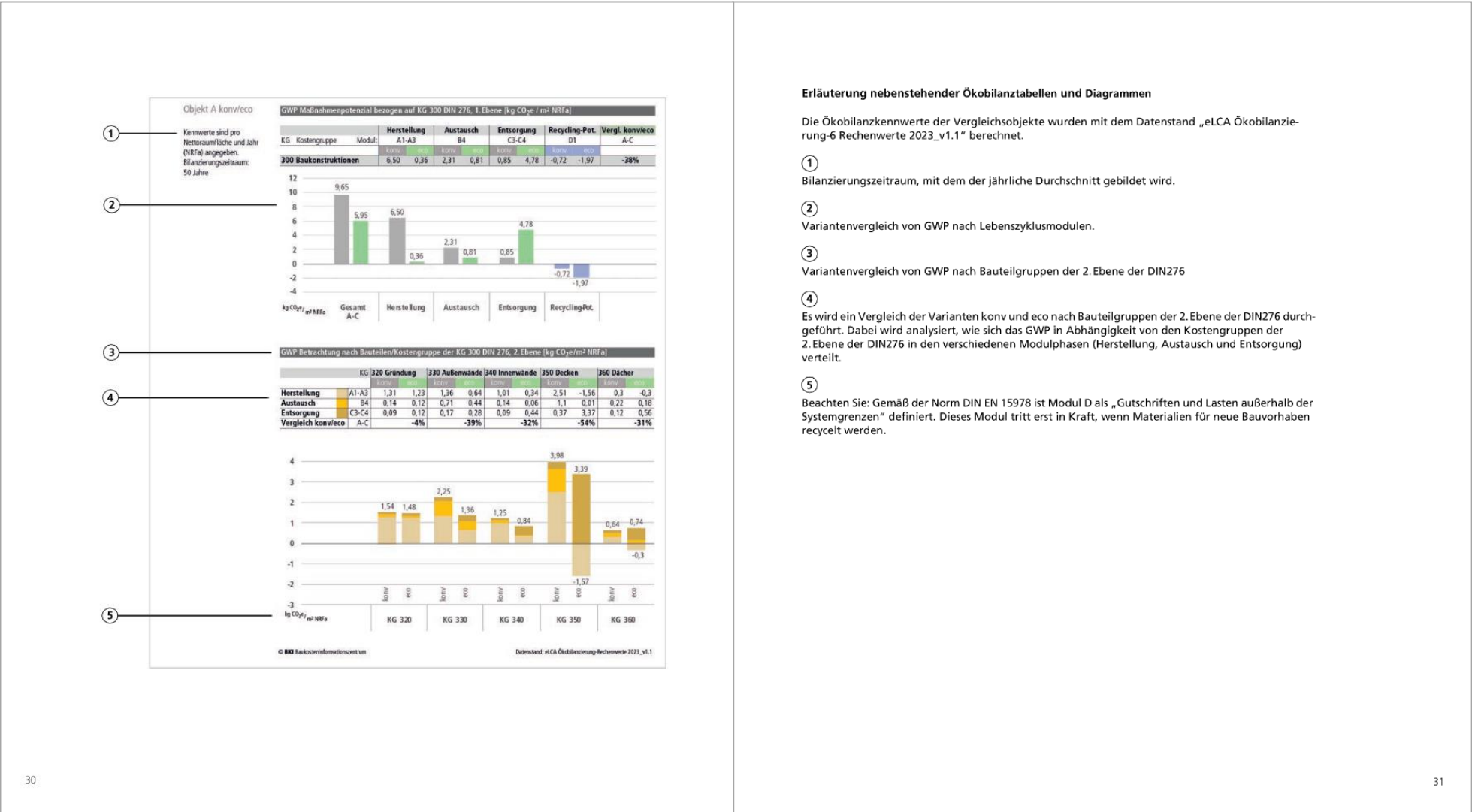
Ökobilanz von Bauteilen mit Positionen	101
KG 320 Gründung, Unterbau	104
KG 330 Außenwände / Vertikale Baukonstruktionen, außen	150
KG 340 Innenwände / Vertikale Baukonstruktionen, innen	278
KG 350 Decken / Horizontale Baukonstruktionen	376
KG 360 Dächer	436

### D Anhang

Regionalfaktoren für Deutschland und Österreich	508
---	-----



# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung



# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung

Gründung  
Außenwand  
Innenwand  
Decke  
Dach

Kosten:  
Stand 3.Quartal 2023  
Bundesdurchschnitt  
inkl. 19% MwSt.

Datenbasis:  
Stand eLCA Ökobilanzierung  
Rechenwerte 2023 v1.2

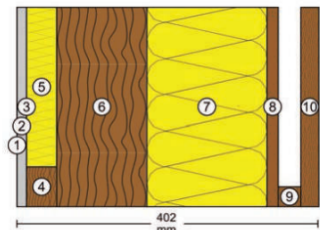
Kennwerte sind pro Jahr  
angegeben.

Bilanzierungszeitraum:  
50 Jahre für  
1m² Bauteilfläche

► min  
▷ von  
| Mittel  
◁ bis  
◄ max  
• Kennwerte  
• Kennwert  
• aktuelles Bauteil

AW Brettsperrholz, 12cm, Holzbekleidung, MW160, Vorsatzschale

Außenwand tragend

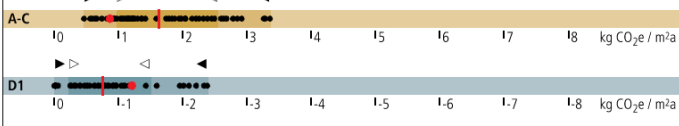


- Legende**
- 1 Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest
  - 2 Gipskartonplatte (Feuerschutz)
  - 3 Dampfbremse PE
  - 4 Konstruktionsvollholz (20,0%)<sup>B</sup>
  - 5 Mineralwolle (Innenausbau-Dämmung) (80,0%)
  - 6 Brettsperrholz<sup>B</sup>
  - 7 Steinwolle-Dämmstoff im niedrigen Rohdichtebereich<sup>A</sup>
  - 8 Mitteldichte Faserplatte<sup>B</sup>
  - 9 Konstruktionsvollholz (10,0%)<sup>B</sup>
  - 10 Nadelstimmholz - getrocknet<sup>B</sup>

Ökologische Kennwerte GWP und PENRT für Bauteile (55 Bauteile)

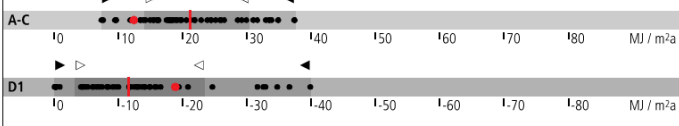
GWP (globales Treibhauspotenzial)

Modul A-C: 0,867 kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup>a (A1-A3, B4, C3, C4)  
Modul D1: -1,208 kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup>a



PENRT (Gesamteinheit nicht erneuerbarer Primärenergie)

Modul A-C: 12,381 MJ / m<sup>2</sup>a (A1-A3, B4, C3, C4)  
Modul D1: -18,845 MJ / m<sup>2</sup>a



Ökologische Kennwerte für Schichten GWP für Modul A1-A3, B4, C3, C4 und D1

Nr.	Bezeichnung	Stärke [cm]	A-C	D1	(D1) (A-C) [kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> a]	B4
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	0,020	0,0658	-0,0003		3
2	Gipskartonplatte (Feuerschutz)	1,250	0,0677	0,0000		1
3	Dampfbremse PE	0,020	0,0382	-0,0110		1
4	Konstruktionsvollholz (20,0%) <sup>B</sup>	4,000	0,0141	-0,0562		-
5	Mineralwolle (Innenausbau-Dämmung) (80,0%)	4,000	0,0265	0,0000		-
6	Brettsperrholz <sup>B</sup>	12,000	0,3227	-0,7344		-
7	Steinwolle niedrige Rohdichte <sup>A</sup>	16,000	0,1603	-0,0044		-
8	Mitteldichte Faserplatte <sup>B</sup>	1,500	0,1053	-0,0240		-
9	Konstruktionsvollholz (10,0%) <sup>B</sup>	3,000	0,0106	-0,0422		1
10	Nadelstimmholz - getrocknet <sup>B</sup>	2,400	0,0555	-0,3355		1

Kostenkennwerte für Positionen nach Kostengruppen der 3. Ebene nach DIN 276

Nr.	KG	Bezeichnung	Anteil Einh.	EP (0)	GP
1	336	Erstbeschichtung, innen, Putz glatt, Dispersion sb	1,000 m <sup>2</sup>	7,31	6,42
	336	Erstbeschichtung, Außenputz, Laibung	0,100 m	4,62	0,29
	336	Boden abdecken, Vlies	0,400 m <sup>2</sup>	2,40	0,74
4	336	Traglattung, Nadelholz, 30x50mm	1,000 m <sup>2</sup>	8,74	7,06
5	336	Wärmedämmung, zwischen Holz-UK, bis 80mm	1,000 m <sup>2</sup>	13,68	12,42
3	336	Dampfsperre, Trockenbau	1,000 m <sup>2</sup>	9,26	8,15
2	336	Gipsplatten-/Gipsfaser-Bekleidung, einlagig, auf UK	1,000 m <sup>2</sup>	35,61	33,04
	336	Abdichtungsanschluss verkleben, Dampfsperrebahn	0,300 m	5,93	1,52
	336	AW innen, Beschichtung, Dispersion sb, auf Putz; Vorsatzschale innen, Gipsplatten, Dämmung, Holzlattung	m <sup>2</sup>	69,64	77,80
6	331	Außenwand, tragend, Brettsperrholz, bis 120mm	1,000 m <sup>2</sup>	166,55	156,50
	331	Aussparung bis 2,5m <sup>2</sup> , Massivholzelement	0,150 St	81,78	10,80
	331	Trennlage, Bitumenbahn	0,300 m	4,35	1,16
	331	Ausgleichsschicht, Quellschicht	0,300 m	21,68	5,92
	331	Bauteilanschluss, Dichtungsband, vorkomprimiert	0,300 m	5,80	1,39
	331	AW Massivholz, Brettsperrholz, bis 12cm	m <sup>2</sup>	175,77	188,37
8	335	Unterkonstruktion, Holz, 2x80/40mm	1,000 m <sup>2</sup>	48,05	47,56
7	335	Fassadendämmung, MW 035, 160mm, zweilagig, kaschiert	1,000 m <sup>2</sup>	55,66	47,88
9	335	Unterkonstruktion, Holzlattung	1,000 m <sup>2</sup>	11,36	9,63
10	335	Außenwandbekleidung, Holz, Fasenbretter, Feder	1,000 m <sup>2</sup>	126,74	116,54
	335	Laibungsbekleidung, Fenster/Tür	0,350 m	63,75	19,81
	335	Außenecke, Aluprofil	0,150 m	55,21	6,15
	335	Fassadenabschluss oben	0,180 m	29,14	4,60
	335	Fassadenabschluss unten	0,180 m	42,59	6,17
	335	AW Bekleidung, Holz, Fasenbretter, Holz-UK, MW 160	m <sup>2</sup>	258,34	285,32
	330	AW Brettsperrholz, 12cm, Holzbekleidung, MW160, Vorsatzschale		503,75	551,49

Gründung  
Außenwand  
Innenwand  
Decke  
Dach

Kosten:  
Stand 3.Quartal 2023  
Bundesdurchschnitt  
inkl. 19% MwSt.

Baukosten entsprechen einer  
Lebenszyklusbetrachtung von  
A1-A5

Datenbasis:  
Stand eLCA Ökobilanzierung  
Rechenwerte 2023 v1.2

Kennwerte sind pro Jahr  
angegeben.

Bilanzierungszeitraum:  
50 Jahre für  
1m² Bauteilfläche

# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung

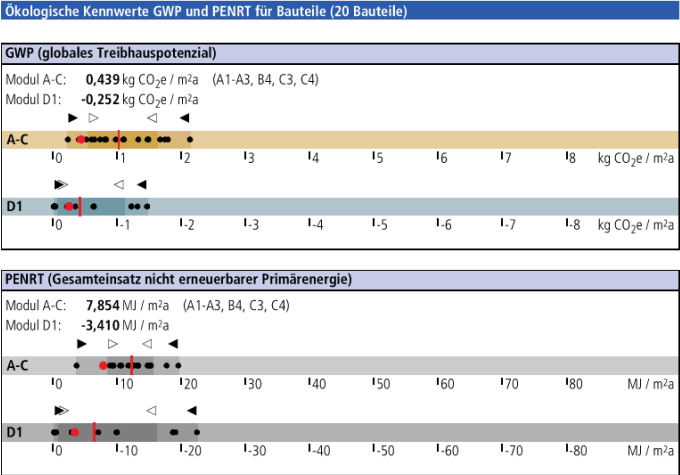
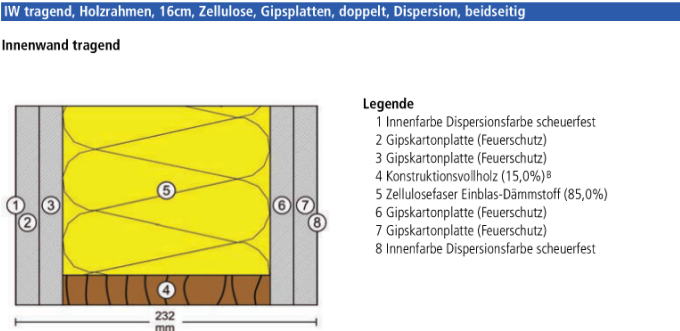
Gründung  
Außenwand  
**Innenwand**  
Decke  
Dach

**Kosten:**  
Stand 3.Quartal 2023  
Bundesdurchschnitt  
inkl. 19% MwSt.

**Datenbasis:**  
Stand eLCA Ökobilanzierung  
Rechenwerte 2023 v1.2

Kennwerte sind pro Jahr  
angegeben.  
**Bilanzierungszeitraum:**  
50 Jahre für  
1m² Bauteilfläche

► min  
▷ von  
| Mittel  
◁ bis  
◄ max  
● Kennwerte  
● Kennwert  
● aktuelles Bauteil



**Ökologische Kennwerte für Schichten GWP für Modul A1-A3, B4, C3, C4 und D1**

Nr.	Bezeichnung	Stärke [cm]	A-C	D1	(D1) (A-C) [kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> a]	B4
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	0,020	0,0658	-0,0003		3
2	Gipskartonplatte (Feuerschutz)	1,800	0,0487	0,0000		-
3	Gipskartonplatte (Feuerschutz)	1,800	0,0487	0,0000		-
4	Konstruktionsvollholz (15,0%) <sup>B</sup>	16,000	0,0422	-0,1687		-
5	Zellulosefaser Einblas-Dämmstoff (85,0%)	16,000	0,0699	-0,0830		-
6	Gipskartonplatte (Feuerschutz)	1,800	0,0487	0,0000		-
7	Gipskartonplatte (Feuerschutz)	1,800	0,0487	0,0000		-
8	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	0,020	0,0658	-0,0003		3

**Kostenkennwerte für Positionen nach Kostengruppen der 3. Ebene nach DIN 276**

Nr.	KG	Bezeichnung	Anteil Einh.	EP (Ø)	GP
1	345	Erstbeschichtung, Kalkfarbe, innen	1,000 m <sup>2</sup>	12,12	11,95
	345	Erstbeschichtung, Silikatfarbe, innen, linear	0,100 m	3,06	0,25
	345	Boden abdecken, Vlies	0,400 m <sup>2</sup>	2,40	0,74
		<b>345 IW Beschichtung, Kalkfarbe, auf Putz</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>12,94</b>	<b>13,39</b>
3-6	341	Innenwand, Holzrahmen, 16cm, tragend, WD, Bekleidung*	1,000 m <sup>2</sup>	145,19	132,13
2,7	341	Zulage, Bekleidung, Gipsplatte, 12,5mm	2,000 m <sup>2</sup>	14,82	24,88
	341	Türöffnung, Holz-Innenwand, 1.000x2.000mm	0,080 St	61,56	4,23
	341	Bauteilanschluss, Dichtungsband, vorkomprimiert	0,400 m	5,80	1,85
	341	Anschluss, Montagewand, Dachschräge	0,400 m	14,49	5,14
		<b>341 IW Holzrahmen, 16cm, gedämmt, Bekleidungen, doppelt</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>168,23</b>	<b>187,87</b>
8	345	Erstbeschichtung, Kalkfarbe, innen	1,000 m <sup>2</sup>	12,12	11,95
	345	Erstbeschichtung, Silikatfarbe, innen, linear	0,100 m	3,06	0,25
	345	Boden abdecken, Vlies	0,400 m <sup>2</sup>	2,40	0,74
		<b>345 IW Beschichtung, Kalkfarbe, auf Putz</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>12,94</b>	<b>13,39</b>
		<b>340 IW tragend, Holzrahmen, 16cm, Zellulose, Gipsplatten, doppelt, Dispersion, beidseitig</b>		<b>194,11</b>	<b>214,65</b>

Gründung  
Außenwand  
**Innenwand**  
Decke  
Dach

**Kosten:**  
Stand 3.Quartal 2023  
Bundesdurchschnitt  
inkl. 19% MwSt.

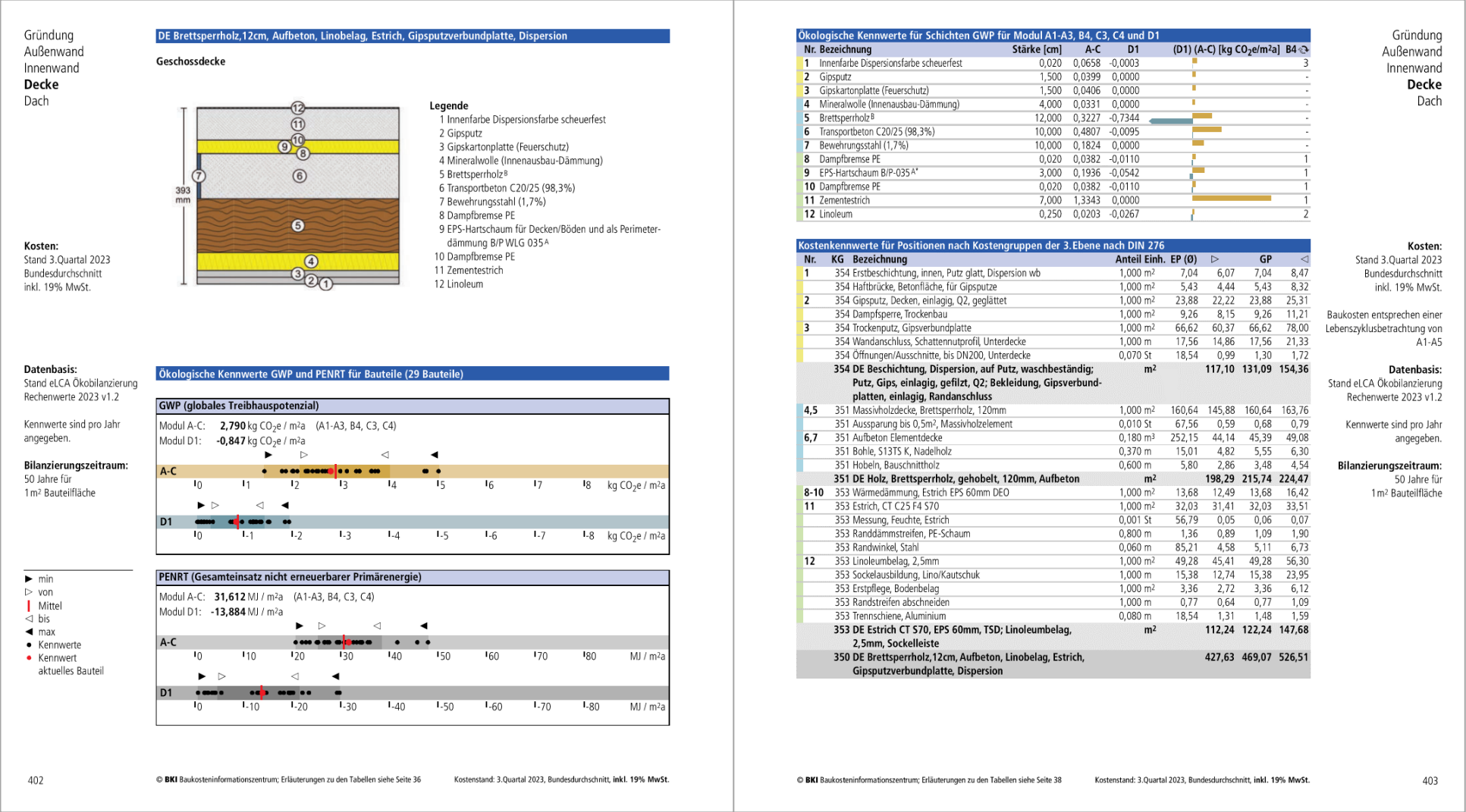
Baukosten entsprechen einer  
Lebenszyklusbetrachtung von  
A1-A5

**Datenbasis:**  
Stand eLCA Ökobilanzierung  
Rechenwerte 2023 v1.2

Kennwerte sind pro Jahr  
angegeben.

**Bilanzierungszeitraum:**  
50 Jahre für  
1m² Bauteilfläche

# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung





# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung

Objekt C konv/eco

Objektübersicht

Ökobilanzkennwerte der Bauteilgruppen nach KG 300 DIN 276

	BRI	BGF	NUF
konv	1,96 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	6,05 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	9,96 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
eco	1,33 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	4,1 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	6,75 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>

Objekt:

BRI: 23.790 m<sup>3</sup>  
BGF: 7.697 m<sup>2</sup>  
NUF: 4.673 m<sup>2</sup>  
Bauzeit: 96 Wochen  
Bauende: 11/2023  
Standard: Durchschnitt  
Gebäudeklasse: 5  
Bundesland: Berlin  
Kreis: Berlin

Architekt\*in:

Zoomarchitekten GmbH  
Choriner Straße 54  
10435 Berlin  
Generalplanung LPH 1-8

Ausführungsplanung:

weberbrunner berlin Gesell-  
schaft von Architekten mbH  
Chausseestr. 49, 10115 Berlin  
LPH 5

Bauherrschaft:

HOWOGE Wohnungsbau-  
gesellschaft mbH  
Geschäftssitz: Stefan-Heym-  
Platz 1, 10367 Berlin

Generalübernehmer:

BATEG GmbH  
Wittestraße 30  
Haus L  
13509 Berlin

Alle Projektinformationen  
wurden vom Architekturbüro  
weberbrunner architekten  
zur Verfügung gestellt und  
sind nicht Teil der BKI Daten-  
banken.

92

© BKI Baukosteninformationszentrum; Erläuterungen zu den Tabellen siehe Seite 24

Datenstand: eLCA Ökobilanzierung-Rechenwerte 2023\_v1.1

Zeichnungen

Objekt C konv/eco

Regelgeschoss

Schnitt

Axonometrie Straße

Axonometrie Grünzug

Axonometrie Fassade

© BKI Baukosteninformationszentrum

Datenstand: eLCA Ökobilanzierung-Rechenwerte 2023\_v1.1

93

Seite 33 LCA im Wohnungsbau - Holzbauquartier in Berlin, E. Pischetsrieder, weberbrunner architekten, IHF am 29.11.2023

# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung

Objekt C konv/eco

Die in der nachfolgenden ökologischen Bilanzierung verglichenen Varianten repräsentieren beispielhafte Konstruktionsmöglichkeiten und dienen dazu, die Einflussfaktoren und ihre Auswirkungen in einem breiten Spektrum darzustellen.

Objektbeschreibung

Allgemeine Objektinformationen

Inmitten einer heterogenen Wohnbebauung, die von Reihenhäusern bis zu 11-geschossigen Wohnhäusern reicht, entsteht das neue Wohngebäude als schlichter, 5-geschossiger, linearer Schottenbau. Das für die Parkierung genutzte Untergeschoss ist halb unterirdisch, darüber befinden sich linear angeordnete Wohnungen vom Hochparterre bis zum zurückspringenden Dachgeschoss. Die 63 Wohnungen zwischen 35 und 115 m² werden über einen effizienten, unbeheizten Laubengang zum Grünstreifen hin erschlossen. Zu jeder Wohnung gehört eine nach Osten ausgerichtete, windgeschützte Loggia oder Dachterrasse.

Nutzung

Untergeschoss  
Parkgarage und Kellerabteile

Erdgeschoss  
13 Wohneinheiten

Obergeschosse  
39 Wohneinheiten

Dachgeschoss  
11 Wohneinheiten

Nutzeinheiten

1 Zi-Whg: 14  
2 Zi-Whg: 18  
3 Zi-Whg: 19  
4 Zi-Whg: 12  
Wohneinheiten insgesamt: 63

Grundstück

Bauraum: Beengter Bauraum  
Neigung: leicht geneigtes Gelände

Markt

Hauptvergabezeit: keine Angabe  
Baubeginn: 2022  
Bauende: 2023

Baukonstruktion konv und eco

Die bilanzierten Varianten vergleichen in der Außenwandkonstruktion ein Kalksandstein-Mauerwerk mit Mineralwolle als Wärmedämmung (konv-Variante) und hinterlüfteter Holzverkleidung mit Brettsperrholzelementen, mit Mineralwolle gedämmt und hinterlüfteter Holzverkleidung in der eco-Variante. Es werden bei den Fenstern PVC- mit Holzfenstern verglichen. Tragende Innenwände aus Stahlbeton werden durch Brettsperrholzwänden substituiert. Stahlbetondecken und die Dachkonstruktion werden als Holz-Hybrid-Aufbauten gegenübergestellt. Der außenliegende Laubengang inklusive Treppen unterscheiden sich in beiden Varianten nicht. Das voll unterkellerte Gebäude wird in beiden Varianten im Untergeschoss als Beton-Konstruktion ausgeführt.

Technische Anlagen

Auf dem Dach wurde eine PV-Anlage installiert, und die einzelnen Lüftungssysteme für Küchen und Badezimmer leiten ihre Luft nach draußen über das Dach. Die Wohnungen werden mithilfe einer Fußbodenheizung beheizt, wobei die Wärme durch Fernwärme erzeugt wird. Das Regenwasser wird vor Ort versickert.

Energetische Kennwerte

Gebäudenutzfläche: 4.672,8 m²  
Gebäudevolumen: 23.790,39 m³  
Hüllfläche des beheizten Volumens: 2.939,76 m²  
Mittlerer U-Wert (opake Bauteile): keine Angabe  
Mittlerer U-Wert (transparente Bauteile): keine Angabe  
spez. Jahresprimärenergiebedarf: keine Angabe

Baukonstruktive Unterschiede Varianten konv und eco

Baukonstruktion konv

**KG 320 Gründung:** Stahlbeton ohne Dämmung  
**KG 330 Außenwände:**  
OG: Kalksandstein mit Mineralwolle beplankt  
UG: Stahlbeton  
Kunststofffenster  
**KG 340 Innenwände:**  
Tragende Innenwände aus Stahlbeton  
Nichttragende Innenwände mit Metallständern, Mineralwolle und Gipskarton  
**KG 350 Decken:** Stahlbeton mit EPS-Hartschaum und PVC-Bodenbelag  
**KG 360 Dächer:** Stahlbeton mit EPS Dämmung und Kies

Baukonstruktion eco

**KG 320 Gründung:** Stahlbeton ohne Dämmung  
**KG 330 Außenwände:**  
OG: Holzkonstruktion mit Mineralwolle beplankt  
UG: Stahlbeton  
Holzfenster  
**KG 340 Innenwände:**  
Tragende Innenwände aus Brettsperrholz und Mineralwolle  
Nichttragende Innenwände aus Holzständern, Mineralwolle und Gipskarton  
**KG 350 Decken:** Brettsperrholz mit Holzfaserdämmung und Stahlbeton (Bodenbelag Linoleum)  
**KG 360 Dächer:** Brettsperrholz mit Holzfaserdämmung und Gründach

Planungskennwerte für Flächen und Rauminhalte nach DIN 277

Flächen des Grundstücks	Menge Einheit	% an GF
BF Bebaute Fläche	1.394 m²	45%
UF Unbebaute Fläche	1.724 m²	55%
GF Grundstücksfläche	3.118 m²	100%

Grundflächen des Bauwerks	Menge Einheit	% an NUF	% an BGF
NUF Nutzungsfläche	4.673 m²	100%	61%
TF Technikfläche	76 m²	2%	1%
VF Verkehrsfläche	2.019 m²	43%	26%
NRF Netto-Raumfläche	6.769 m²	145%	88%
KGf Konstruktions-Grundfläche	928 m²	20%	12%
BGF Brutto-Grundfläche	7.697 m²	165%	100%

Brutto-Rauminhalt des Bauwerks	Menge Einheit	BRI/NUF (m)	BRI/BGF (m)
BRI Brutto-Rauminhalt	23.790 m³	5,09	3,09

KG Kostengruppen (2.Ebene)	Menge Einheit	Menge/NUF	Menge/BGF
310 Baugrube / Erdbau	3.998 m³ BGI	0,86	0,52
320 Gründung, Unterbau	1.3934 m² GRF	0,30	0,18
330 Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen	2.205 m² AWF	0,47	0,29
340 Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen	4.646 m² IWF	0,99	0,60
350 Decken/Horizontale Baukonstruktionen	5.237 m² DEF	1,12	0,68
360 Dächer	734 m² DAF	0,16	0,10

94

© BKI Baukosteninformationszentrum; Erläuterungen zu den Tabellen siehe Seite 26

Datenstand: eLCA Ökobilanzierung-Rechenwerte 2023\_v1.1

Objekt C konv/eco

© BKI Baukosteninformationszentrum; Erläuterungen zu den Tabellen siehe Seite 28

Datenstand: eLCA Ökobilanzierung-Rechenwerte 2023\_v1.1

95

# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung



# 04 Werkzeuge für Ökobilanzierung

Benchmarks BKI Auszug KA1, 2023

Bezugseinheit		Objekt A		Objekt B		Objekt C	
	Einheit	konv	eco	konv	eco	konv	eco
<b>Gebäude gesamt</b>	t CO <sub>2</sub> e/50a	1.900,55	1.171,60	561,20	329,31	2.328,13	1.576,25
<b>BRI</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> a	2,72	1,68	2,68	1,57	1,96	1,33
<b>BGF</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> a	8,29	5,11	8,38	4,91	6,05	4,10
<b>NRF</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> a	9,65	5,95	10,47	6,14	6,88	4,66
<b>NUF</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> a	10,64	6,56	11,55	6,78	9,96	6,75



## 05 Lektüre-Tipp

### STRATEGIEN ZUM KLIMA- GERECHTEREN BAUEN

weberbrunner architekten

- . je Bauteil sollte **so wenig wie möglich CO<sub>2</sub>** verursacht werden
- . es sollte so viel wie möglich **Kohlenstoff eingelagert** werden
- . es sollten **so wenig wie nötig (endliche) Primärrohstoffe** verwendet werden: nicht nachwachsende Materialien wie Metalle, Glas, Sand, Kunststoffe sind sparsam einzusetzen, sie sind durch **Re- und Upcycling im Kreislauf** zu halten
- . alle Konstruktionen sollten **sortenrein** trennbar sein, Reparierbarkeit und gute Austauschbarkeit sind Kriterien für zukünftige Planungsqualität
- . es ist der **ganze Lebenszyklus** in Bezug auf Treibhausgasemissionen und graue Energie in der Planung auszuwerten



## Dank

Team weberbrunner

Roger Weber & Boris Brunner

Eva-Maria Friedel, Bauhaus Erde

Florian Pischetsrieder

Auftraggebende

PSD Bank Berlin/Brandenburg

HOWOGE Berlin

Stadt und Land Berlin

Degewo Berlin

Bateg GmbH

Zusammenarbeit

Prof. Dr. Thomas Lützkendorf

Prof. Dr. Annette Hafner

Nicholas Kerz, BBSR

Thomas Schwilling, SenUVK Berlin





## Kontakt

weberbrunner architekten

info @weberbrunner.de

weberbrunner berlin Gesellschaft von Architekten mbH

Chausseestraße 49

10115 Berlin

www.weberbrunner.eu