

# EPD - ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

## UMWELT-PRODUKTDEKLARATION nach ISO 14025 und EN 15804+A2



HERAUSGEBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, <a href="http://www.bau-epd.at">www.bau-epd.at</a>
PROGRAMMBETREIBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, <a href="http://www.bau-epd.at">www.bau-epd.at</a>
DEKLARATIONSINHABER	Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)
DEKLARATIONSNUMMER	BAU-EPD-VÖB-2024-1-ECOINVENT-Konstruktive Fertigteile Hochbau
AUSSTELLUNGSDATUM	23.05.2024
GÜLTIG BIS	23.05.2029
ANZAHL DER DATENSÄTZE	8
ENERGIE MIX ANSATZ	MARKTORIENTIERTER ANSATZ (MARKED BASED APPROACH)

### Durchschnittliche Konstruktive Fertigteile Hochbau

Massivwand  
Treppe  
Balkonplatte  
Stütze  
Binder  
Träger  
Sandwichwand  
Gesamtdurchschnitt

### Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)



## Inhaltsverzeichnis der EPD

1	Allgemeine Angaben.....	4
2	Produkt.....	6
2.1	Allgemeine Produktbeschreibung.....	6
2.2	Anwendung.....	7
2.3	Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften.....	7
2.4	Technische Daten.....	8
2.5	Grundstoffe / Hilfsstoffe.....	11
2.6	Herstellung.....	17
2.7	Verpackung.....	18
2.8	Lieferzustand.....	18
2.9	Transporte.....	18
2.10	Produktverarbeitung / Installation.....	18
2.11	Nutzungsphase.....	18
2.12	Referenznutzungsdauer (RSL).....	19
2.13	Nachnutzungsphase.....	19
2.14	Entsorgung.....	19
2.15	Weitere Informationen.....	20
3	LCA: Rechenregeln.....	20
3.1	Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit.....	20
3.2	Systemgrenze.....	22
3.3	Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus.....	25
3.4	Abschätzungen und Annahmen.....	26
3.5	Abschneideregeln.....	26
3.6	Hintergrunddaten.....	27
3.7	Datenqualität.....	27
3.8	Betrachtungszeitraum.....	28
3.9	Allokation.....	28
3.10	Vergleichbarkeit.....	29
4	LCA: Szenarien und weitere technische Informationen.....	29
4.1	A1-A3 Herstellungsphase.....	29
4.2	A4-A5 Errichtungsphase.....	29
4.3	B1-B7 Nutzungsphase.....	31
4.4	C1-C4 Entsorgungsphase.....	32
4.5	D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial.....	33
5	LCA: Ergebnisse.....	35
5.1	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Massivwand".....	35
5.2	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Treppe".....	37
5.3	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Balkonplatte".....	38
5.4	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Stütze".....	40
5.5	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Binder".....	41

5.6	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Träger" .....	43
5.7	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Sandwichwand" .....	44
5.8	LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Gesamtdurchschnitt" .....	46
6	LCA: Interpretation .....	49
7	Literaturhinweise.....	63
8	Verzeichnisse und Glossar .....	65
8.1	Abbildungsverzeichnis.....	65
8.2	Tabellenverzeichnis.....	65
8.3	Abkürzungen .....	67

**1 Allgemeine Angaben**

<p><b>Produktbezeichnung</b> Konstruktive Fertigteile für den Hochbau untergliedert in 8 Hauptuntergruppen</p>	<p><b>Deklarierte Einheit</b> 1 Tonne des jeweiligen durchschnittlichen Betonfertigteils</p>
<p><b>Deklarationsnummer</b> BAU-EPD-VÖB-2024-1-ECOINVENT-Konstruktive Fertigteile Hochbau</p>	<p><b>Deklariertes Bauprodukt</b> 1 Tonne</p>
<p><b>Deklarationsdaten</b> <input checked="" type="checkbox"/> Spezifische Daten <input type="checkbox"/> Durchschnittsdaten</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Massivwand</li> <li>2. Treppe</li> <li>3. Balkonplatte</li> <li>4. Stütze</li> <li>5. Binder</li> <li>6. Träger</li> <li>7. Sandwichwand</li> <li>8. Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau</li> </ol>
<p><b>Deklarationsbasis</b> MS-HB Version 5.0.0 vom 20.09.2023 [1] PKR: Anforderungen an eine EPD für Beton und Betonelemente PKR-Code: 2.17 Version 10.0 vom 01.01.2024 [2] (PKR geprüft u. zugelassen durch das unabhängige PKR-Gremium)</p> <p>Der Nutzer des Rechners (Hersteller des deklarierten Produkts) haftet für die für Berechnungen angewandten Herstellerangaben und Nachweise. Eine Haftung der Bau EPD GmbH und des Erstellers des Rechners für Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.</p>	<p><b>Anzahl der Datensätze in diesem EPD-Dokument: 8</b></p> <p><b>Gültigkeitsbereich</b> Die EPD gilt für die oben angeführten Durchschnittsprodukte.</p> <p><b>Repräsentativität</b> Die Bewertung der durchschnittlichen Fertigteile der acht Hauptuntergruppen des Produktbereichs "Konstruktive Fertigteile Hochbau" basiert auf einer Datenerhebung in 14 Betonfertigteilwerken für das Referenzjahr 2022.</p> <p>Das repräsentative Marktgebiet (Produktion, Vertrieb, Anwendung, Entsorgung) der deklarierten Produkte ist Österreich.</p> <p>Die EPD ist repräsentativ für die gesamte Produktionsmenge (je Hauptuntergruppe) der betrachteten Werke im Jahr 2022 (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).</p> <p>Die in der EPD bewertete Produktionstechnologie ist repräsentativ für die Gesamtmenge (je Hauptuntergruppe) der in den betrachteten Werken im Jahr 2022 produzierten deklarierten Produkte (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).</p>
<p><b>Deklarationsart lt. EN 15804</b> von der Wiege zur Bahre und Modul D (Module A + B + C + D) LCA-Methode: Cut-off by classification</p>	<p><b>Datenbank, Software, Version</b> Datenbank: ecoinvent 3.9.1, Software: Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH (Rechnerversion: 240516_floGeco-EPD-Rechner_v04) <b>Charakterisierungsfaktoren:</b> Joint Research Center, EF 3.1</p>
<p><b>Ersteller der Ökobilanz</b> floGeco GmbH Hinteranger 61d A-6161 Natters Österreich</p>	<p><b>Die Europäische Norm EN 15804:2019+A2+corr2021 dient als Kern-PKR. Die c-PKR des CEN ÖNORM EN 16757 [3] wurde angewendet.</b> <b>Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach EN ISO 14025:2010</b> <input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern</p> <p><b>Verifizierer 1:</b> Univ.-Prof. DI Dr. Alexander Passer <b>Verifizierer 2:</b> DI Philipp Boogman, Institut für Bauen und Ökologie</p>

<p><b>Deklarationsinhaber</b>                  Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB)                  Gablenzgasse 3/5. OG                  A-1150 Wien                  Österreich</p>	<p><b>Eigentümer, Herausgeber und Programmbetreiber</b>                  Bau EPD GmbH                  Seidengasse 13/3                  1070 Wien                  Österreich</p>
---	--



**DI (FH) DI DI Sarah Richter**  
 Leitung Konformitätsbewertungsstelle



**Univ.-Prof. DI Dr. Alexander Passer**  
 Unabhängiger Verifizierer



**DI Philipp Boogman**  
 Unabhängiger Verifizierer

**Information:** EPD der gleichen Produktgruppe aus verschiedenen Programmbetrieben müssen nicht zwingend vergleichbar sein.

## 2 Produkt

### 2.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau bestehen aus Beton, Stahlbeton bzw. Spannbeton und werden in Produktionswerken unter kontrollierten Bedingungen in einem überwiegend automatisierten Prozess hergestellt. Im Zuge des Herstellprozesses werden Bewehrung, Beton und allenfalls Einbauteile in die Schalungen eingebracht, entsprechend verdichtet und zum Aushärten gebracht. Sie werden entweder in der Schalung belassen oder sofort ausgeschalt. Nach dem Aushärtevorgang werden die Fertigteile auf dem Lagerplatz für die Auslieferung zur Baustelle bereitgestellt.

Die Umweltproduktdeklaration (EPD) bzw. die Ökobilanzergebnisse (Module A + B + C + D) für durchschnittliche konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden in folgende Hauptuntergruppen gegliedert:

- Massivwand
- Treppe
- Balkonplatte
- Stütze
- Binder
- Träger
- Sandwichwand
- Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH (Rechnerversion: 240516\_floGeco-EPD-Rechner\_v04) verwendet. Die Ergebnisse sind repräsentativ für die in Tabelle 1 dargestellten 14 Werke.

**Tabelle 1: Produktionswerke**

#	Firma	Werksstandort
1	MABA Fertigteileindustrie GmbH	Wöllersdorf
2	MABA Fertigteileindustrie GmbH	Micheldorf
3	Josef Lehner GmbH	Amstetten
4	Systembau EDER GmbH	Kallham
5	Kammel GmbH	Grafendorf
6	Alfred Trepka GmbH	Ober-Grafendorf
7	Gerstl Bau GmbH&CoKG	Marchtrenk
8	HABAU Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.	Perg
9	Franz Oberndorfer GmbH & Co KG	Gars am Kamp
10	Franz Oberndorfer GmbH & Co KG	Gunskirchen
11	Franz Oberndorfer GmbH & Co KG	Völkermarkt
12	Franz Oberndorfer GmbH & Co KG	Wöllersdorf
13	Gmundner Fertigteile GesmbH&CoKG	Ohlsdorf
14	Ing. Hans Lang GmbH	Terfens

Die Gewichtung der durchschnittlichen Sachbilanzen und Ergebnisse für die einzelnen Hauptuntergruppen erfolgt nach Produktionsanteil der jeweiligen Werke (Produktionsmengen der Werke werden aus Vertraulichkeitsgründen in der EPD nicht dargestellt, wurden jedoch mit dem Projektbericht verifiziert). Tabelle 2 zeigt die Gesamtproduktionsmengen der 14 Werke für die betrachteten Hauptuntergruppen.

**Tabelle 2: Gesamtproduktionsmengen der betrachteten Hauptuntergruppen**

Hauptuntergruppe	Produktionsmenge [t]
Massivwand	63 565
Treppe	38 811
Balkonplatte	14 179
Stützen	79 919
Binder	30 507
Träger	53 304
Sandwichwand	32 896
Gesamt	313 181

Die EPD ist repräsentativ für die gesamte Produktionsmenge (je Hauptuntergruppe) der betrachteten Werke im Jahr 2022 (siehe Tabelle 2).

Die in der EPD bewertete Produktionstechnologie ist repräsentativ für die Gesamtmenge (je Hauptuntergruppe) der in den betrachteten Werken im Jahr 2022 produzierten deklarierten Produkte (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

Die Schwankungsbreite der Ergebnisse der deklarierten Produkte wird in Kapitel 6 LCA: Interpretation entsprechend dargestellt und diskutiert.

Produktrelevante Normen für die einzelnen Produktbereiche und Produktuntergruppen können in Kapitel 2.3 eingesehen werden.

## 2.2 Anwendung

Konstruktive Betonfertigteile werden im Hochbau, Industrie- und Gewerbebau in Form von Massivwänden, Treppen, Balkonplatten, Stützen, Binder, Träger bzw. Sandwichwände eingesetzt.

## 2.3 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften

Für das Inverkehrbringen des Produkts in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011(CPR). Das Produkt benötigt eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der geltenden harmonisierten Produktnorm (siehe Tabelle 3) und die CE-Kennzeichnung. Für Produkte, die nicht der CE Kennzeichnung unterliegen, gelten die Bestimmungen der Baustoffliste ÖA des OIB [4].

Tabelle 3: Produktrelevante Normen

Norm	Titel
ÖNORM B 3260	Betonfertigteile - Betonfertiggaragen - Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen - Nationale Anwendung der ÖNORM EN 13978-1
ÖNORM B 3328	Betonfertigteile - Anforderungen, Prüfungen und Verfahren für den Nachweis der Normkonformität von Fertigteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
ÖNORM EN 1520	Vorgefertigte Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton und mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung
ÖNORM EN 12794	Betonfertigteile - Gründungspfähle
ÖNORM EN 12843	Betonfertigteile - Maste
ÖNORM EN 13198	Betonfertigteile - Straßenmöbel und Gartengestaltungselemente
ÖNORM EN 13225	Betonfertigteile - Stabförmige tragende Bauteile
ÖNORM EN 13369	Allgemeine Regeln für Betonfertigteile
ÖNORM EN 13693	Betonfertigteile - Besondere Fertigteile für Dächer
ÖNORM EN 13747	Betonfertigteile - Deckenplatten mit Ortbetonergänzung
ÖNORM EN 13978-1	Betonfertigteile - Betonfertiggaragen - Teil 1: Anforderungen an monolithische oder aus raumgroßen Einzelteilen bestehende Stahlbetongaragen
ÖNORM EN 14843	Betonfertigteile - Treppen
ÖNORM EN 14844	Betonfertigteile - Hohlkastenelemente
ÖNORM EN 14991	Betonfertigteile - Gründungselemente
ÖNORM EN 14992	Betonfertigteile - Wandelemente
ÖNORM EN 15037-1	Betonfertigteile - Balkendecken mit Zwischenbauteilen - Teil 1: Balken
ÖNORM EN 15037-2	Betonfertigteile - Balkendecken mit Zwischenbauteilen - Teil 2: Zwischenbauteile aus Beton
ÖNORM EN 15050	Betonfertigteile - Fertigteile für Brücken
ÖNORM EN 15258	Betonfertigteile - Stützwandelemente

## 2.4 Technische Daten

Die Gewichtung der durchschnittlichen Rohdichte für die einzelnen Hauptuntergruppen erfolgt nach Produktionsanteil der jeweiligen Werke.

Tabelle 4: Technische Daten Hauptgruppe Massivwand

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2466 2329 – 2559	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C30/37 – C40/50 LC20/22 SCC30/37	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	30 – 40 20 30	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	37 – 50 22 37	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		



Tabelle 5: Technische Daten Hauptgruppe Treppe

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2442 2363 – 2585	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C30/37 – C40/50 LC35/38	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	30 – 40 35	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	37 – 50 38	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 6: Technische Daten Hauptgruppe Balkonplatte

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2483 2330 – 2528	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C25/30 – C40/50	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	25 – 40	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	30 – 50	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 7: Technische Daten Hauptgruppe Stütze

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2608 2495 – 3680	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C30/37 – C70/85 SCC30/37 – SCC50/60	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	30 – 70 30 – 50	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	37 – 85 37 – 60	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 8: Technische Daten Hauptgruppe Binder

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2599 2470 – 2640	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C30/37 – C50/60 SCC30/37	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	30 – 50 30	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	37 – 60 37	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	1570	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	1570	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 9: Technische Daten Hauptgruppe Träger

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2558 2359 – 2630	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C25/30 – C50/60 SCC40/50 – SCC50/60	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	25 – 50 40 – 50	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	30 – 60 50 – 60	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 10: Technische Daten Hauptgruppe Sandwichwand

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2495 2432 – 2500	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C30/37 – C40/50	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	30 – 40	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	37 – 50	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	-	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	-	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

Tabelle 11: Technische Daten Hauptgruppe Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	2536 2329 – 3680	kg/m <sup>3</sup>
Betondruckfestigkeitsklasse	C25/30 – C70/85	
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cyl}$	25 – 70	N/mm <sup>2</sup>
Betondruckfestigkeit $f_{ck,cube}$	30 – 85	N/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze Bewehrungsstahl $R_e$	550	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Bewehrungsstahl $R_{p0,2}$	550	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Spannstahl $f_{pk}$	1570	N/mm <sup>2</sup>
0,2%-Dehngrenze Spannstahl $R_{p0,2}$	1570	N/mm <sup>2</sup>
Bemessungsspezifikationen gemäß spezifischer Produktnorm – Tabelle 3		

## 2.5 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Die in Tabelle 12 bis Tabelle 27 dargestellten Stofflisten basieren auf einer Datenerhebung in den 14 beteiligten Betonfertigteilwerken für das Referenzjahr 2022. Die Bewertung des Betons über die eingesetzten Betonrohstoffe (Tabelle 12, Tabelle 14, Tabelle 16, Tabelle 18, Tabelle 20, Tabelle 22, Tabelle 24, Tabelle 26) wird in die Bewertung des Fertigteils (Tabelle 13, Tabelle 15, Tabelle 17, Tabelle 19, Tabelle 21, Tabelle 23, Tabelle 25, Tabelle 27) entsprechend übernommen.

Die Gewichtung der durchschnittlichen stofflichen Zusammensetzung der einzelnen Hauptuntergruppen erfolgt nach Produktionsanteil der jeweiligen Werke.

Tabelle 12: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Massivwand

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	5,2%
CEM II/A	Betonrohstoff	10,5%
AHWZ	Betonrohstoff	0,1%
Flugasche	Betonrohstoff	0,1%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	0,5%
Pigmente	Betonrohstoff	<0,1%
Sand 0/4	Betonrohstoff	26,9%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	44,9%
Gesteinskörnung gebrochen (4/GK)	Betonrohstoff	0,3%
Gesteinskörnung leicht	Betonrohstoff	3,8%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	<0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	<0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	4,3%
Trinkwasser	Betonrohstoff	3,2%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,1%

Tabelle 13: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Massivwand

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 12)	Standardrohstoff	96,0%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	4,0%

Tabelle 14: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Treppe

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	0,6%
CEM II/A	Betonrohstoff	16,3%
AHWZ	Betonrohstoff	0,3%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	1,9%
Sand 0/4	Betonrohstoff	36,6%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	33,3%
Gesteinskörnung gebrochen (4/GK)	Betonrohstoff	2,6%
Gesteinskörnung leicht	Betonrohstoff	0,4%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	<0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	0,4%
Trinkwasser	Betonrohstoff	6,1%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	1,4%

Tabelle 15: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Treppe

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 14)	Standardrohstoff	97,0%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	3,0%

Tabelle 16: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Balkonplatte

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	9,3%
CEM II/A	Betonrohstoff	7,7%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	1,0%
Sand 0/4	Betonrohstoff	41,5%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	32,3%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	<0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	3,0%
Trinkwasser	Betonrohstoff	4,9%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,2%

Tabelle 17: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Balkonplatte

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 16)	Standardrohstoff	95,3%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	4,7%

Tabelle 18: Grundstoffe / Hilfsstoffe Stütze

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	7,2%
CEM II/A	Betonrohstoff	9,0%
AHWZ	Betonrohstoff	0,3%
Silikastaub	Betonrohstoff	<0,1%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	1,8%
Sand 0/4	Betonrohstoff	34,7%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	36,0%
Gesteinskörnung gebrochen (4/GK)	Betonrohstoff	3,0%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	3,3%
Trinkwasser	Betonrohstoff	4,2%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,1%

Tabelle 19: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Stütze

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 18)	Standardrohstoff	92,2%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	7,8%

Tabelle 20: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Binder

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	14,7%
CEM II/A	Betonrohstoff	2,4%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	2,2%
Sand 0/4	Betonrohstoff	33,9%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	38,7%
Erhärtungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	4,2%
Trinkwasser	Betonrohstoff	3,6%

Tabelle 21: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Binder

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 20)	Standardrohstoff	92,3%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	6,8%
Spannstahl	Standardrohstoff	0,9%

Tabelle 22: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Träger

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	6,5%
CEM II/A	Betonrohstoff	10,0%
AHWZ	Betonrohstoff	0,1%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	1,6%
Sand 0/4	Betonrohstoff	36,3%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	36,7%
Gesteinskörnung gebrochen (4/GK)	Betonrohstoff	0,8%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	3,6%
Trinkwasser	Betonrohstoff	4,1%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,2%

Tabelle 23: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Träger

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 22)	Standardrohstoff	92,9%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	7,1%

Tabelle 24: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Sandwichwand

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	5,6%
CEM II/A	Betonrohstoff	9,4%
AHWZ	Betonrohstoff	0,5%
Sand 0/4	Betonrohstoff	26,0%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	50,9%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	<0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	5,4%
Trinkwasser	Betonrohstoff	1,7%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,3%

Tabelle 25: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Sandwichwand\*

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 24)	Standardrohstoff	96,1%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	3,9%

\*aufgrund des variierenden Anteils und Materials der Wärmedämmung in den Sandwichwänden bzw. aufgrund von fehlenden Herstellerangaben zu durchschnittlichen Dämmungsanteilen und -materialien, sind Dämmstoffe in weiterführenden Bewertungen (z.B. Gebäudebewertung) spezifisch zu ergänzen



Tabelle 26: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau

Bestandteile:	Funktion	Massen %
CEM I	Betonrohstoff	6,5%
CEM II/A	Betonrohstoff	9,7%
AHWZ	Betonrohstoff	0,2%
Flugasche	Betonrohstoff	<0,1%
Silikastaub	Betonrohstoff	<0,1%
Füller und Gesteinsmehle	Betonrohstoff	1,3%
Pigmente	Betonrohstoff	<0,1%
Sand 0/4	Betonrohstoff	33,0%
Gesteinskörnung rund (4/GK)	Betonrohstoff	39,3%
Gesteinskörnung gebrochen (4/GK)	Betonrohstoff	1,2%
Gesteinskörnung leicht	Betonrohstoff	0,9%
Erhärtungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Erstarrungsbeschleuniger	Betonrohstoff	<0,1%
Fließmittel	Betonrohstoff	0,1%
Hydrophobierer	Betonrohstoff	<0,1%
Luftporenbildner	Betonrohstoff	<0,1%
Verzögerer	Betonrohstoff	<0,1%
Oberflächen- und Grundwasser	Betonrohstoff	3,5%
Trinkwasser	Betonrohstoff	3,9%
Recycling-Wasser	Betonrohstoff	0,3%

Tabelle 27: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteil Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Beton (siehe Tabelle 26)	Standardrohstoff	94,2%
Bewehrungsstahl	Standardrohstoff	5,7%
Spannstahl	Standardrohstoff	0,1%

Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der ECHA-Kandidatenliste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) (Datum 02.01.2024) oberhalb von 0,1 Massen-%: **nein**.

## 2.6 Herstellung

Fertigteile aus Beton, Stahlbeton oder Spannbeton werden in Produktionswerken unter kontrollierten Bedingungen in einem überwiegend automatisierten Prozess hergestellt. Im Zuge des Herstellprozesses werden Bewehrung, Beton und allenfalls Einbauteile in die Schalungen eingebracht, entsprechend verdichtet und zum Aushärten gebracht. Sie werden entweder in der Schalung belassen oder sofort ausgeschalt. Nach dem Aushärtevorgang werden die Fertigteile auf dem Lagerplatz für die Auslieferung zur Baustelle bereitgestellt (siehe Kapitel 3.3 – Abbildung 1).

## 2.7 Verpackung

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden je nach Produktuntergruppe unterschiedlich ausgeliefert und verpackt. Häufig kommen Stapelhölzer bzw. Transportboxen als Transporthilfe und teilweise Kunststofffolien und Kunststoffbänder als Bündelhilfe zum Einsatz.

## 2.8 Lieferzustand

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden im ausgehärteten, einbaufähigen Zustand zum Transport häufig nur auf Stapelhölzer bzw. in Transportboxen gestellt und für den Transport entsprechend gesichert. Zum Teil werden die Produkte mit Kunststofffolien und Kunststoffbändern verpackt.

Lieferabmessungen (Form und Größe) von Fertigteilen variieren aufgrund der unterschiedlichen baulichen Anwendungen bzw. der planerischen Anforderungen und Bemessungsspezifikationen sehr stark und werden aufgrund der großen Varianz für die hier betrachteten durchschnittlichen konstruktiven Fertigteile für den Hochbau nicht dargestellt.

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden im Idealfall direkt nach der Anlieferung (just in time) eingebaut. Sollte eine entsprechende Lagerung vor dem Einbau notwendig sein, so erfolgt diese ohne Lagerhilfsmittel bzw. auf entsprechenden Unterlagen (Hölzer, etc.) und ggf. im verpackten Zustand.

## 2.9 Transporte

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden per LKW transportiert. Die Produkte werden überwiegend zu lokalen Absatzmärkten geliefert. Die betrachteten Produktionsstandorte und Herstellwerke für konstruktive Hochbau-Fertigteile sind entsprechend über das Bundesgebiet verteilt. Die spezifischen Transportdistanzen und -prozesse für die deklarierten Fertigteile wurden im Zuge der Datenerhebung für die Produktionsanalyse entsprechend erhoben. Die Datenerhebung in den 14 Betonfertigteilwerken für das Referenzjahr 2022 ergab, dass für den Transport von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen auf der Straße aufgrund des Gewichts der einzelnen Elemente bzw. aufgrund von entsprechenden Liefermengen hauptsächlich großklassige LKW mit hohen zulässigen Gesamtgewichten (>32 t) zum Einsatz kommen.

## 2.10 Produktverarbeitung / Installation

Für die Montagearbeiten müssen die allgemein gültigen Verlegeanleitungen des Herstellers eingehalten werden. Das Versetzen bzw. die Installation von konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau erfolgt nach entsprechenden Vorarbeiten (Aufreißen von Fluchtlinien, Höhennivellement, usw.). Schwergewichtige bzw. großformatige Betonfertigteile werden zum Einheben an die vorgesehene Position im Bauwerk meist an werksseitig eingebauten Hebeankern, etc. angeschlagen. Die Elemente dürfen nur mit passenden, zugelassenen und geprüften Hebewerkzeugen innerhalb der Baustelle transportiert werden. Je nach Hauptuntergruppe, Form und Größe des Fertigteils werden schwergewichtige und großformatige Fertigteile auf der Baustelle mittels Turmdrehkran bzw. Mobilkran (Teleskopkran) an ihren Einbauort transportiert. Je nach Fertigteiltyp sind für das Versetzen Hilfsmaterialien wie Distanzplättchen, Vergussmörtel, Stützen, etc. anzuwenden.

Diese EPD für konstruktive Fertigteile für den Hochbau fokussiert ausschließlich auf die zu deklarierenden Betonfertigteile und betrachtet keine auf der Baustelle zu ergänzenden Materialien (wie Distanzplättchen, Vergussmörtel, etc.), weil diese sehr stark von der tatsächlichen strukturellen Funktion sowie auch von der detaillierten Form des Fertigteils abhängen (Menge Vergussmörtel, usw.) und die EPD sowie der angewandte Rechner eine ökobilanzielle Bewertung einer deklarierten Einheit von 1 Tonne Fertigteil (unabhängig von der detaillierten Geometrie und der Statik bzw. den Charakteristika des tatsächlichen Bauwerks) anstrebt. Diese Materialien sind in spezifischen EPD bzw. in ökobilanziellen Bewertungen auf Bauwerksebene (mit) zu betrachten.

Die für diese EPD bzw. für die darin betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen angesetzten Krantypen bzw. Energieaufwände werden in Kapitel 4.2 dieses Projektberichts dargestellt.

## 2.11 Nutzungsphase

Bei konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau treten bei ordnungsgemäßer Planung, sach- und fachgerechtem Einbau und störungsfreier Nutzung in der Regel keine Änderungen der stofflichen Zusammensetzung über den Zeitraum der Nutzung auf.

In dieser EPD wird die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung in der Nutzungsphase nach ÖNORM EN 16757:2023 [3] berücksichtigt (siehe 0). Karbonatisierung ist ein natürlicher Prozess während des Lebenszyklus von Beton, durch den ein Teil des Kohlendioxids, das während der Zementproduktion emittiert wird, an den Beton rückgekoppelt wird.

## 2.12 Referenznutzungsdauer (RSL)

Die tatsächliche Nutzung der konstruktiven Betonfertigteile im Gebäude ist aufgrund der Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten nicht eindeutig definierbar, weshalb von den Herstellern keine durchschnittliche RSL für die jeweiligen Hauptuntergruppen angegeben werden kann. Wenn keine Referenznutzungsdauer nach den Regeln ÖNORM EN 15804:2022 [5] (Anhang A) ermittelt werden kann, ist ein Default-Wert aus einer komplementären PKR der CEN/TC-Produktgremien zu verwenden. Die Vorgaben der ÖNORM EN 206:2021 [6] und der ÖNORM EN 16757:2023 – Anhang F [3] orientieren sich an einer Nutzungsdauer von 100 bzw. 50 Jahren (siehe Tabelle 28).

**Tabelle 28: Referenz-Nutzungsdauern (RSL) nach ÖNORM EN 16757:2023 – Anhang F [3]**

Nutzung	RSL [Jahre]
Tragender Beton oder tragende Betonelemente für Gebäude (außen) (z.B. Wandbauteile)	100 Jahre
Tragender Beton oder tragende Betonelemente für Gebäude (innen) (z.B. Bodenelemente)	100 Jahre
Nichttragende Bauteile für Gebäude (außen) (z.B. nichttragende Fassadenelemente)	50 Jahre
Elemente für den Hausgebrauch (z.B. Gartenzaun)	50 Jahre
Tragender Beton oder Betonbestandteile für Ingenieurbauwerke (Träger, Säule, ...)	100 Jahre

## 2.13 Nachnutzungsphase

Tragende Betonstrukturen werden meist mit Zerstörungsbaggern sowie Brechern zerkleinert und eine Trennung von Beton- und Stahlanteilen durchgeführt. Nach Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften können aufbereitete Betone in folgenden Formen wiedereingesetzt werden:

- zerkleinerter Beton (Betongranulat) ersetzt Primärmaterial ohne weitere Abfallbehandlung, z.B. im Strassenbau
- zerkleinerter Beton (Betongranulat) ersetzt natürliche Gesteinskörnung in Frischbeton

Aufbereitete Bewehrungsstäbe und Stahleinbauteile können in die Stahlproduktion rückgeführt werden und dort die Herstellung von primärem Roheisen substituieren.

Wo zerstörungsfrei möglich bzw. bei entsprechendem Erhaltungszustand können Betonfertigteile zur Wiederverwendung ausgebaut werden und die Herstellung von neuen bzw. primären Fertigteilen entsprechend ersetzen.

Für die in dieser EPD deklarierten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen wird ein Rückbau mit Hydraulikbaggern und eine Recyclingquote von 98 % für Beton und Stahl angesetzt. Da ein vollständiges Recycling aufgrund von Verlusten bei Rückbau, Transport, usw. nicht realistisch ist, wird für 2 % der rückgebauten Beton- und Stahlkomponenten ein Deponierungsszenario angesetzt. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario, welches basierend auf Diskussionen mit Experten des VÖB festgelegt wurde und ein Szenario in der Zukunft abbildet (nach Ende der Lebensdauer). Dabei wurde berücksichtigt, dass Betonfertigteile zukünftig im Sinne einer Vermeidung von Sekundärrohstoffverschwendung möglichst im Ganzen rückgebaut (ausgehoben) und vollständig einem Recyclingprozess zugeführt werden. Das Recycling-Szenario ist im jeweiligen Anwendungsfall zwingend zu prüfen und entsprechend anzupassen.

## 2.14 Entsorgung

Nach dem Abbruch wird der grobe Betonschutt (inkl. aller zusätzlichen Bestandteile der Struktur) gemäß Abfallverordnung als Abfall betrachtet. Erreicht der Betonschutt das Ende der Abfalleigenschaften nicht, dann wird er auf einer Deponie für inerte Stoffe entsorgt. Die EAK-Abfallschlüsselnummer [7] für Beton ist 170101, jene für Stahl 170405.

Für die in dieser EPD deklarierten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen wird ein Rückbau mit Hydraulikbaggern und eine Recyclingquote von 98 % für Beton und Stahl angesetzt. Da ein vollständiges Recycling aufgrund von Verlusten bei Rückbau, Transport, usw. nicht realistisch ist, wird für 2 % der rückgebauten Beton- und Stahlkomponenten ein Deponierungsszenario angesetzt. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario (siehe 2.13).

In dieser EPD wird die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung des rückgebauten Betons auf der Deponie (2 %) nach ÖNORM EN 16757:2023 [3] entsprechend bewertet (siehe 0). Karbonatisierung ist ein natürlicher Prozess während des Lebenszyklus von Beton, durch den ein Teil des Kohlendioxids, das während der Zementproduktion emittiert wird, an den Beton rückgekoppelt wird.

## 2.15 Weitere Informationen

Weitergehende Informationen zu Betonfertigteilen können der Webseite [www.voeb.com](http://www.voeb.com) entnommen werden.

## 3 LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Für Betonelemente ist (sofern möglich) die Angabe einer funktionalen Einheit prinzipiell anzustreben. Aufgrund der Betrachtung von durchschnittlichen konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau bzw. aufgrund der unterschiedlichen Größen, Formen und Anwendungsmöglichkeiten der in den 8 Hauptgruppen betrachteten Fertigteile erfolgt in dieser EPD die Anwendung einer deklarierten Einheit.

Die deklarierte Einheit ist 1 Tonne des jeweiligen durchschnittlichen Betonfertigteils.

**Tabelle 29: Deklarierte Einheit Massivwand = 1 t**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2466 2329 – 2559	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000406 0,000429 – 0,000391	m <sup>3</sup> /kg

**Tabelle 30: Deklarierte Einheit Treppe = 1 t**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2442 2363 – 2585	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000410 0,000423 – 0,000387	m <sup>3</sup> /kg

**Tabelle 31: Deklarierte Einheit Balkonplatte = 1 t**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2483 2330 – 2528	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000403 0,000429 – 0,000396	m <sup>3</sup> /kg

**Tabelle 32: Deklarierte Einheit Stütze = 1 t**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2608 2495 – 3680	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000383 0,000401 – 0,000272	m <sup>3</sup> /kg

Tabelle 33: Deklarierte Einheit Binder = 1 t

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2599 2470 – 2640	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000385 0,000405 – 0,000379	m <sup>3</sup> /kg

Tabelle 34: Deklarierte Einheit Träger = 1 t

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2558 2359 – 2630	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000391 0,000424 – 0,000380	m <sup>3</sup> /kg

Tabelle 35: Deklarierte Einheit Sandwichwand = 1 t

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2495 2432 – 2500	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000401 0,000411 – 0,000400	m <sup>3</sup> /kg

Tabelle 36: Deklarierte Einheit Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau = 1 t

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte (Reindichte) für Umrechnung in kg	2536 2329 – 3680	kg/m <sup>3</sup>
Massenbezogenes Volumen	0,000394 0,000429 – 0,000272	m <sup>3</sup> /kg

### 3.2 Systemgrenze

Typ der Ökobilanz bzw. der EPD: von der Wiege zur Bahre und Modul D (A + B + C + D)

Tabelle 37: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTELLUNGS-PHASE			ERRICH-TUNGS-PHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGS-PHASE				Vorteile und Belastungen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Entsorgung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X = in Ökobilanz enthalten; ND = Nicht deklariert

Die geographische Systemgrenze der EPD bezieht sich auf Österreich, weshalb für die Ökobilanzierung (soweit möglich) österreichische Datensätze (z.B. für die Stromproduktion) herangezogen werden.

Im Zuge der Analyse der Herstellungsphase (A1-A3) des betrachteten Betonfertigteils werden sämtliche Stoffe, Produkte und Energien, als auch anfallender Abfall und dessen Behandlung berücksichtigt.

#### **Modul A1: Herstellung von Rohstoffen und Bestandteilen**

Im ersten Schritt werden die Mengen der einzelnen Rohstoffe (pro Kubikmeter) des Betons (Zement, Zusatzstoffe, Gesteinskörnung, Betonzusatzmittel, Wasser) des betrachteten Fertigteils bewertet. Im nächsten Schritt werden die Mengen der einzelnen Rohstoffe (pro Tonne) der deklarierten Betonfertigteils bewertet. Die Bewertung des Betons (über die eingesetzten Betonrohstoffe) wird in die Bewertung des Fertigteils entsprechend übernommen.

#### **Modul A2: Transport der Rohstoffe ins Produktionswerk**

Die (durchschnittlichen) Transportdistanzen für die einzelnen Rohstoffe wurden getrennt für den Transport auf der Straße, mit dem Schiff bzw. mit der Bahn erfasst und ausgewertet. Für die deklarierten Durchschnittsfertigteile aus mehreren Werken werden die Rohstofftransportprozesse entsprechend der Produktionsanteile der einzelnen Werke gewichtet.

#### **Modul A3: Fertigteilherstellung**

Die Bewertung der Herstellungsprozesse von Betonfertigteilen umfasst

- für die Herstellung verwendete Energieträger,
- Produktion von Hilfsstoffen und Hilfsmaterialien,
- Transporte im Werk,
- Deponierung, Entsorgung und Aufbereitung (bis zum Ende der Abfallphase) jeglicher Outputs aus dem Herstellungsprozess.
- Einsatz von Materialien und Ausrüstungen für die Abwasserbehandlung sowie
- die Herstellung von Verpackungsmaterialien (siehe Berechnungsdateien des angewandten Ökobilanzrechners für die spezifischen Hauptuntergruppen).

#### **Modul A4: Transport zur Einbaustelle**

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden per LKW transportiert. Eine Datenerhebung in über 30 österreichischen Betonfertigteilwerken für das Referenzjahr 2022 ergab, dass für den Transport von Fertigteilen auf der Straße aufgrund des Gewichts der einzelnen Elemente bzw. aufgrund von entsprechenden Liefermengen hauptsächlich großklassige LKW mit hohen zulässigen Gesamtgewichten (>32 t) zum Einsatz kommen. Deshalb werden die Transporte auf der Straße mit einem Datensatz für einen LKW mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht >32 Tonnen bewertet.

Für die deklarierten Durchschnittsfertigteile aus mehreren Werken wurden in einer entsprechenden Auswertung die Transportprozesse zur Baustelle entsprechend der Produktionsanteile der einzelnen Werke gewichtet.

#### **Modul A5: Einbau bzw. Installation**

Je nach Hauptuntergruppe, Form und Größe des Fertigteils werden schwergewichtige und großformatige Fertigteile auf der Baustelle mittels Turmdrehkran bzw. Mobilkran (Teleskopkran) an ihren Einbauort transportiert.

Diese EPD für konstruktive Fertigteile für den Hochbau fokussiert rein auf die zu deklarierenden Betonfertigteile und betrachtet keine auf der Baustelle zu ergänzenden Materialien (wie Distanzplättchen, Vergussmörtel etc.), weil diese sehr stark von der tatsächlichen strukturellen Funktion sowie auch von der detaillierten Form des Fertigteils abhängen (Menge Vergussmörtel usw.) und die EPD eine ökobilanzielle Bewertung einer deklarierten Einheit von 1 Tonne Fertigteil (unabhängig von der detaillierten Geometrie und der Statik bzw. den Charakteristika des tatsächlichen Bauwerks) anstrebt.

Die für diese EPD bzw. für die darin betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen angesetzten Krantypen bzw. Energieaufwände werden in Kapitel 4.2 dieses Projektberichts dargestellt.

Außerdem wird im Modul A5 die Entsorgung der Verpackungsmaterialien in Form einer thermischen Verwertung von Kunststoffen (z.B. Folien) bzw. Holz (z.B. Stapelhölzer) bewertet. Auch der Transport der Verpackungsmaterialien zur thermischen Verwertung wird entsprechend bewertet (repräsentative Transportdistanz 100 km).

#### **Modul B1: Nutzung**

Diese EPD berücksichtigt die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung in der Nutzungsphase nach ÖNORM EN 16757:2023 [3]. Die Karbonatisierung von Beton ist ein natürlicher Vorgang, bei dem in der Umgebungsluft vorhandenes CO<sub>2</sub> in den Beton eindringt und mit Hydratationsprodukten im Beton reagiert ( $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ).

#### **Module B2 bis B7: restliche Nutzungsphase**

Bei Betonfertigteilen treten bei ordnungsgemäßer Planung, sach- und fachgerechtem Einbau und störungsfreier Nutzung in der Regel keine Änderungen der stofflichen Zusammensetzung über den Zeitraum der Nutzung auf. Die Module B2 Instandhaltung und B3 Reparatur sind für Betonfertigteile deshalb nicht relevant. Die Module B4 Ersatz und B5 Umbau/Erneuerung sind gleichbedeutend mit dem Produktlebensende. Die Module B6 Energieeinsatz und B7 Wassereinsatz sind für Betonfertigteile ohne eingebaute technische Komponenten nicht relevant.

#### **Modul C1: Abbruch/ Rückbau**

Diese EPD betrachtet für alle betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau den Abbruch von Betonstrukturen (mit Betonzange und Hydraulikbagger) als typisches Rückbau-Szenario. Für die in dieser EPD betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen wird ein (baubetrieblich ermittelter) Energiebedarf für den Abbruch mit repräsentativer Gerätschaft angesetzt.

Eine Wiederverwendung der Betonelemente in einem neuen Bauwerk nach zerstörungsfreiem Rückbau, d.h. nach einem entsprechenden Ausheben mit geeignetem Hebezeug, ist möglich, wird jedoch in dieser EPD nicht betrachtet.

#### **Modul C2: Transport zur Abfallbewirtschaftung bzw. Entsorgung**

Der Transport von abgebrochenen Betonstrukturen bzw. rückgebauten Betonfertigteilen erfolgt mittels LKW. Der Transport des rückgebauten Materials kann zur Wiederaufbereitung bzw. Wiederverwendung (C3) und/ oder zur Deponierung (C4) erfolgen. Deshalb ist entsprechend festzulegen, wieviel der rückgebauten Beton- und Stahlkomponenten einem Recyclingprozess (für konstruktive Hochbaufertigteile 98 %) bzw. einer Deponierung (2 %) zugeführt werden. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein

Hersteller-Szenario (siehe 2.13). Für diese EPD wurde eine repräsentative Transportdistanz von 25 km für den Transport zur Wiederaufbereitung bzw. Deponierung festgelegt.

### **Modul C3: Wiederaufbereitung und Wiederverwendung**

Die Recycling-Anteile für die Beton- und Stahlkomponenten werden entsprechend berücksichtigt (für konstruktive Hochbaufertigteile 98 %). Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario (siehe 2.13). Die Systemgrenze für rückgebauten Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Recycling-Werk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher werden im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Wiederaufbereitung von Beton berücksichtigt. Die Systemgrenze für die rückgebauten Stahlkomponenten wird nach dem Sortieren und Pressen im Recycling-Werk gesetzt.

Bei einer gesamthaften Wiederverwendung von ausgebauten Betonfertigteilen (Szenario wird in dieser EPD nicht betrachtet) würde die Systemgrenze beim Eintreffen des Elements an der neuen Einbaustelle (direkter Wiedereinbau) bzw. im Zwischenlager gesetzt werden, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

### **Modul C4: Entsorgung**

Die angegebenen Anteile für Deponierung (für konstruktive Hochbaufertigteile 2 % der Beton- und Stahlkomponenten) werden in der EPD entsprechend berücksichtigt.

Diese EPD berücksichtigt die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung des rückgebauten Betons auf der Deponie nach ÖNORM EN 16757:2023 [3].

### **Modul D: Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial**

Nach Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften kann der rezyklierte Beton (Aufbereitung zu Betongranulat – ggf. Zerkleinern, Sieben, etc.) primäre Gesteinskörnungen ersetzen und somit deren Produktion substituieren. Aufbereitete Bewehrungsstähle und Stahleinbauteile können in die Stahlproduktion rückgeführt werden und dort die Herstellung von primärem Roheisen substituieren. Diese EPD berücksichtigt eine entsprechende Bewertung des Recyclingpotentials von Beton und Stahl in Modul D. Für das Betongranulat wird hier nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] der Nettofluss aus Inputs minus Outputs an rezykliertem Gesteinskörnung herangezogen. Für die Stahlkomponenten (Bewehrungsstahl und Spannstahl) wird in Modul D Nettofluss über den Input an rezyklierten Stahl in den angewandten Stahldatensätzen (Rec-Inputs: Bewehrungsstahl 100%, Spannstahl 15%, Baustahl & Stahl feuerverzinkt 25%, Chromstahl 55%) und dem angesetzten Recycling-Output berücksichtigt.

Wo zerstörungsfrei möglich bzw. bei entsprechendem Erhaltungszustand könnten Betonfertigteile zur Wiederverwendung in neuen Bauwerken ausgebaut werden und die Herstellung von neuen bzw. primären Fertigteilen entsprechend ersetzen (Szenario wird in dieser EPD nicht betrachtet).

Zusatzbestandteile von Betonfertigteilen (kommen in den hier betrachteten konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau nicht vor) könn(t)en im Rechner dem Deponierungsanteil (z.B. Steinwolle) zugerechnet bzw. einer thermischen Verwertung in Müllverbrennungsanlagen zugeordnet werden (Holzkomponenten, Kunststoffe).

Die in Modul A5 anfallenden Verpackungsmaterialien werden einer thermischen Verwertung zugeführt. Für die thermische Verwertung der Verpackung werden die unteren Heizwerte aus den ecoinvent-Datensätzen für die thermische Verwertung entnommen. Es wird angenommen, dass sich die Energierückgewinnung auf 1/3 Strom (mit einem Wirkungsgrad von 17%) sowie 2/3 Wärme (mit einem Wirkungsgrad von 75%) aufteilt.



3.3 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus

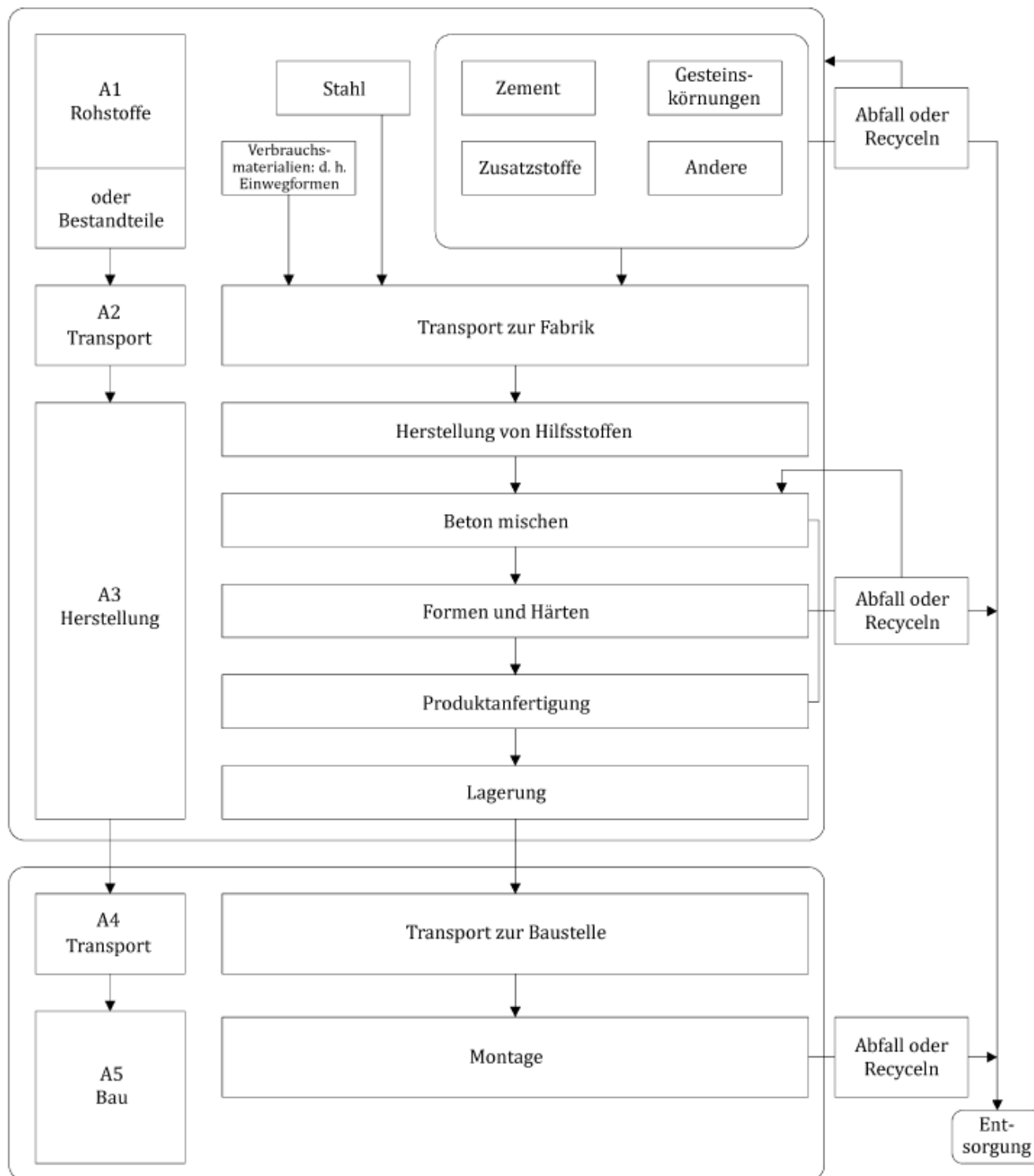


Abbildung 1: Flussdiagramm Herstellungsprozesse (A1-A3) Betonfertigteile inkl. Einbau (A4-A5) [3]

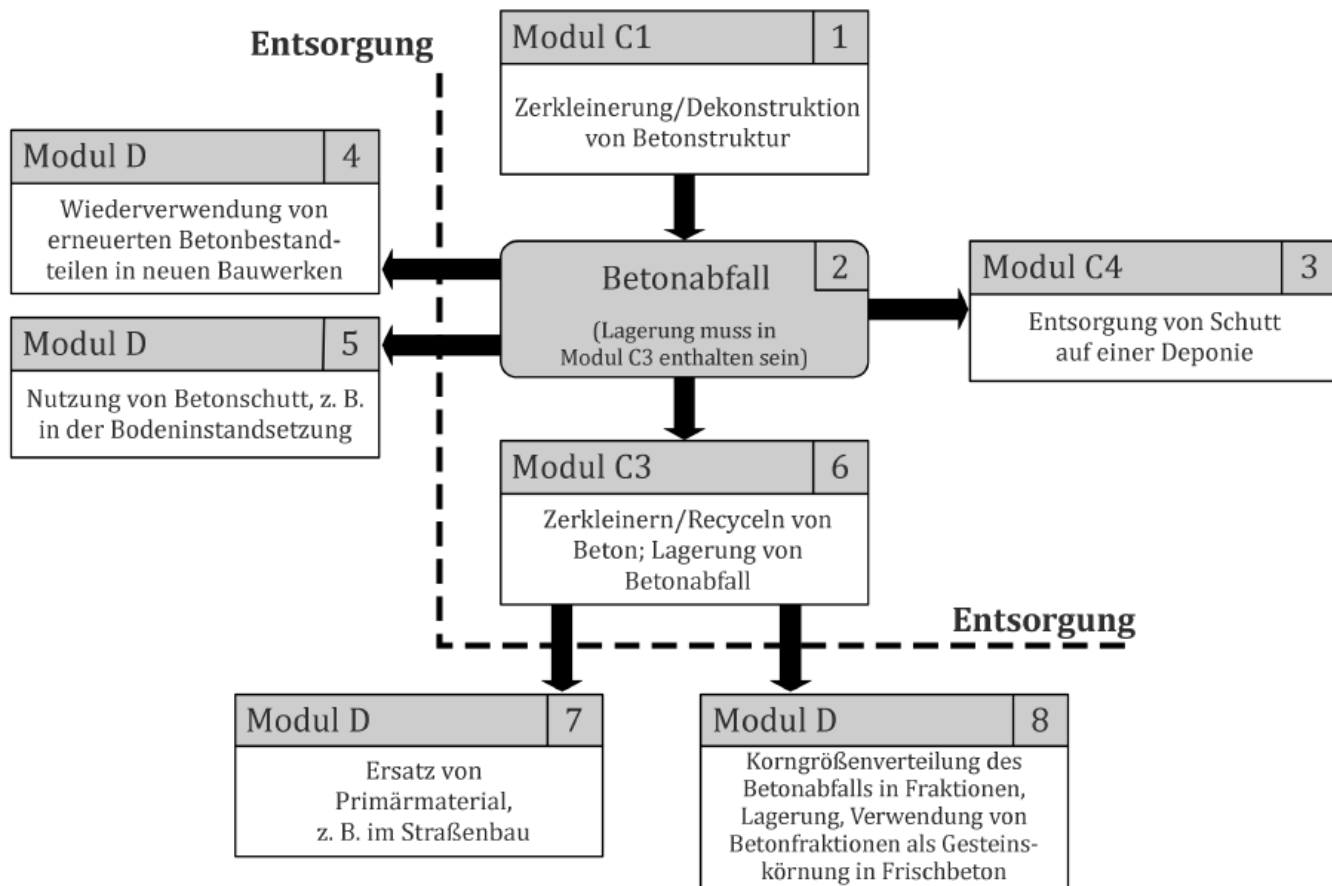


Abbildung 2: Typische Prozesse im Entsorgungsstadium von Betonelementen und deren Zuordnung zu den Lebenszyklusmodulen C1-C4 und D (Transportprozesse und Nutzungsphase werden nicht gezeigt) [3]

### 3.4 Abschätzungen und Annahmen

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH (Rechnerversion: 240516\_floGeco-EPD-Rechner\_v04) verwendet. Abschätzungen und Annahmen bezüglich der Ökobilanzmodellierungen im Rechner können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [8] eingesehen werden. Die hier angesprochenen Abschätzungen und Annahmen beziehen sich auf die Datenerhebungen für diese EPD.

Hinsichtlich Abschätzungen und Annahmen im Zuge der Datenerhebung und -auswertung für die EPD-Erstellung werden die Vorgaben und Empfehlungen des Managementsystem-Handbuchs (EPD-MS-HB) [1] und der PCR Anleitungstexte für Beton und Betonelemente [2] des Bau-EPD-Programms Österreich bzw. der ÖNORM EN 15804:2022 [5] beachtet.

Nach Rücksprache mit Experten der VÖB-Nachhaltigkeitsgruppe (VÖB-internes Gremium zum Thema Nachhaltigkeit mit Vertretern von VÖB-Mitgliedern und externer Expertise) wurde für rückgebaute Betonstrukturen eine Recyclingquote von 98 % und ein Deponierungsanteil von 2 % angesetzt. Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario (siehe 2.13).

Außerdem wurde für diese EPD nach Rücksprachen mit Experten der VÖB-Nachhaltigkeitsgruppe eine repräsentative Transportdistanz von 25 km für den Transport zur Wiederaufbereitung, Wiederverwendung, Deponierung bzw. zur thermischen Verwertung festgelegt

### 3.5 Abschneideregeln

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH (Rechnerversion: 240516\_floGeco-EPD-Rechner\_v04) verwendet. Im Ökobilanzrechner angewandte Abschneideregeln können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [8] eingesehen werden. Die hier angesprochenen Abschätzungen und Annahmen beziehen sich auf die Datenerhebungen für diese EPD.

Die definitiven Materialverluste bei der Produktion (Anhaftungen am Mischer und Leitblechen) betragen im Durchschnitt weniger als 1% und werden nicht gesondert betrachtet. Größere anfallende Mengen (z. B. Fehlchargen) in einzelnen Werken werden entsprechend miterfasst.

Der Maschinenpark, Förderbänder, Gebäude, Straßen und Außenanlagen in den Betonwerken werden im Ökobilanzrechner gemäß den Abschneideregeln der ÖNORM EN 15804:2022 [5] nicht mitberücksichtigt.

Die Systemgrenze für rezyklierte Gesteinskörnungen wird mit dem Eintreffen des (vorgebrochenen) Materials in das Kieswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

Wiederaufbereitetes Recycling-Wasser in den Werken und Silikastaub (ökonomische Allokation – siehe 3.7 bzw. 3.9 des Projektberichts des Ökobilanzrechners für Betonfertigteile [8]) gehen lastenfrei in die Ökobilanz ein.

### 3.6 Hintergrunddaten

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH verwendet (Rechnerversion: 240516\_floGeco-EPD-Rechner\_v04). Im Ökobilanzrechner angewandte Hintergrunddaten können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [8] eingesehen werden.

Für die Erstellung des Ökobilanzrechners wurde als Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.9.1 mit dem Systemmodell „cut-off by classification“ verwendet [9]. Da die zu deklarierenden Betonfertigteile von Mitgliedern des Verbands Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke hergestellt werden, wurden, soweit möglich, österreichische Hintergrunddaten für den Ökobilanzrechner herangezogen. Ansonsten wurden europäische, globale oder z.T. auch schweizerische (aufgrund der geographischen Nähe oft repräsentativer als der europäische/ globale Durchschnitt) Datensätze verwendet.

Die angewandten Ökobilanzdatensätze für Zemente, AHWZ (aufbereitete, hydraulisch wirksame Zusatzstoffe) und Kalksteinmehl wurden basierend auf den Grundlagen- bzw. Sachbilanzdaten der Umweltproduktdeklaration (EPD – Environmental Product Declaration) für „Zement mit der durchschnittlichen Zusammensetzung in Österreich im Jahr 2017“ [10] modelliert.

Für Gesteinskörnungen (Sand 0/4, Gesteinskörnung rund (4/x), Gesteinskörnung gebrochen (4/x), Rezyklierte Gesteinskörnung) werden im Ökobilanzrechner die Sachbilanzmodelle der EPD für Gesteinskörnungen des Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie aus dem Jahr 2018 (Produktionsjahr 2016) herangezogen [11].

Für Betonzusatzmittel werden die Ergebnisse aus den EPD der European Federation of Concrete Admixtures Associations (EFCA) [12-17], welche 2021 (Produktionsjahr 2019) basierend auf der GaBi-Datenbank [18] erstellt wurden, angewandt. Für den im Rechner integrierten Betonzusatzstoff Pigmente wird die EPD der Lanxess Deutschland GmbH für "Iron Oxide Red Pigment (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)" [19] aus dem Jahr 2023 herangezogen (Basis GaBi-Datenbank [18]).

Für Spannstahl wird die EPD der voestalpine Wire Austria GmbH für "Drawn Wire - Prestressing Wire and Strand" [20] aus dem Jahr 2023 (Basis GaBi-Datenbank [18]) angesetzt.

Zur Modellierung der Substitution von primärer Gesteinskörnung durch rezyklierte Gesteinskörnungen wird im Ökobilanzrechner das Sachbilanzmodell der EPD für rezyklierte Gesteinskörnungen des Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie aus dem Jahr 2018 (Produktionsjahr 2016) herangezogen [11].

Die Daten für die in dieser EPD betrachteten, in 8 Hauptgruppen untergliederten, durchschnittlichen Fertigteile wurden über Datenerhebungen in den 14 beteiligten Werken erfasst. Die bereitgestellten Daten wurden entsprechend ausgewertet und gewichtet sowie vor der Eingabe in den angewandten Ökobilanzrechner auf Plausibilität geprüft. Die Vordergrunddaten stammen direkt von den beteiligten Herstellern und sind deshalb entsprechend repräsentativ für konstruktive Hochbau-Fertigteile aus den 14 Werken.

### 3.7 Datenqualität

Für die Erstellung des Ökobilanzrechners wurde als Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.9.1 mit dem Systemmodell „cut-off by classification“ verwendet [9]. Die im Ökobilanzrechner für Betonfertigteile angewandten Hintergrunddaten können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [8] eingesehen werden.

Die Daten für die Produktion der durchschnittlichen Fertigteile wurden über Datenerhebungen in den 14 beteiligten Werken erfasst (mit Hilfe eines vom VÖB bereitgestellten Erhebungsbogens). Eine Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität der Herstellerangaben erfolgte über mehrere Abstimmungen mit den einzelnen Herstellern. Dabei wurden die Kriterien der Bau EPD GmbH für die Datenerhebung eingehalten. Die bereitgestellten Daten wurden vor der Eingabe in den Ökobilanzrechner auf Plausibilität geprüft.

Bei der Erhebung der Vordergrunddaten (Primärdaten) in den beteiligten Werken wurden folgende Qualitätsanforderungen berücksichtigt:

- Die Kriterien der Bau EPD GmbH für die Datenerhebung und die Abgrenzung der Stoff- und Energieströme werden eingehalten.
- Die verwendeten Daten entsprechend dem Jahresdurchschnitt des Bezugsjahres 2022.
- Alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffbedarf sowie Transportwege innerhalb der Systemgrenze wurden vom Hersteller bereitgestellt.

Die Anforderungen an die Hintergrunddaten gemäß den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [21]) werden mit dem angewandten Ökobilanzrechner für Betonfertigteile erfüllt. Die Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.9.1 [9] wurde im Jahr 2022 publiziert, beinhaltet jedoch einzelne Datensätze, deren Erhebungs- bzw. Bezugsjahr mehr als 10 Jahre (Anforderung ÖNORM EN 15804:2022 [5] bzw. Bau EPD GmbH) zurückliegt. Diese Datensätze wurden jedoch über die Jahre in den verschiedenen ecoinvent-Datenbank-Versionen unter Berücksichtigung notwendiger Anpassungen für Datenbank-Updates mitgeführt. In den Dokumentationen zur ecoinvent Datenbank v.3 („Übersicht und Methodik“ - [https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2021/09/dataqualityguideline\\_ecoinvent\\_3\\_20130506.pdf](https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2021/09/dataqualityguideline_ecoinvent_3_20130506.pdf), „Dokumentation der in der ecoinvent Datenbank 3.9.1 umgesetzten Änderungen“ - <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-9-1/>) können detaillierte Informationen über die Datenqualität der ecoinvent-Datensätze eingesehen werden.

Die Modellierung der in den beteiligten Werken angewandten Strommixe erfolgt über einen im Ökobilanzrechner integrierten Strom-LCA-Rechner. Die Gewichtung der einzelnen Stromzusammensetzungen für die einzelnen Hauptuntergruppen erfolgt basierend auf den Produktionsanteilen der jeweiligen Werke. Der Stromrechner ermöglicht die laut den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [21]) notwendige Berücksichtigung des tatsächlichen Produktmix des Stromlieferanten basierend auf der Stromkennzeichnung des eingesetzten Strommix (gem. § 78 Abs 1 und 2 EIWOG 2010 und Stromkennzeichnungsverordnung 2011 VO). Details zum Strom-LCA-Rechner können im Projektbericht des Ökobilanzrechners für Betonfertigteile [8] eingesehen werden.

### 3.8 Betrachtungszeitraum

Die erhobenen Daten für die betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen entsprechen dem Jahresdurchschnitt des Produktionsjahres 2022. Die Produktions- und Absatzzahlen im Jahr 2022 wurden durch die COVID-Pandemie nicht beeinträchtigt.

### 3.9 Allokation

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile der floGeco GmbH verwendet (Rechnerversion: 240516\_floGeco-EPD-Rechner\_v04). Im Ökobilanzrechner angewandte Allokationsregeln können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [8] eingesehen werden.

Eine ökonomische Co-Produkten-Allokation innerhalb eines Werkes (d.h. eine Aufteilung der Belastungen basierend auf den jeweiligen Anteilen der produzierten Betonfertigteile am Betriebseinkommen) ist aufgrund mangelnder Informationen in den Werken nicht möglich bzw. wollen einzelne Hersteller Daten zu Ihren Betriebseinkommen aus Vertraulichkeitsgründen (Betriebsgeheimnis) nicht offenlegen. Die Allokation für die innerhalb eines Werkes produzierten Betonfertigteile basiert deshalb auf den dazugehörigen Produktionsmengen der einzelnen Hauptuntergruppen.

Die angewandten Zement-Datensätze weisen ihre Ergebnisse entsprechend dem Verursacherprinzip nach ÖNORM EN 15804:2022 [5], CEN/TR 16970:2016 [22] und ÖNORM EN 16908:2022 [23] mit Netto-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. D.h., Emissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen, die noch einen Abfallstatus haben, werden dem verursachenden System zugeordnet und nicht im Zement-System berücksichtigt.

Für die Zuteilung der Umweltlasten auf die Betonrohstoffe „Flugasche“ (Kohlekraftwerk), „Hochfenschlacke bzw. Hüttensand“ und „Silikastaub“ kommt die ökonomische Allokation zur Anwendung.

Für rezyklierte Gesteinskörnungen wurde die Systemgrenze mit dem Eintreffen des (vorgebrochenen) Materials in das Kieswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

Wiederaufbereitetes Recycling-Wasser in den Werken geht lastenfrei in die Ökobilanz ein.

Die Bewertung vorgelagerter Prozesse erfolgt durch die Nutzung von ecoinvent-Datensätzen und EPDs. Allokationsregeln in den Hintergrunddaten sind somit grundsätzlich der jeweiligen Datensatzdokumentation in ecoinvent bzw. den angewandten EPDs zu entnehmen.

Die Systemgrenze für rückgebauten Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Recycling-Werk (C3) gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher werden im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Wiederaufbereitung von Beton berücksichtigt (siehe 0 bzw. 0). Die Systemgrenze für die rückgebauten Stahlkomponenten wird nach dem Sortieren und Pressen im Recycling-Werk gesetzt.

Gutschriften für die Substitution von primärer Gesteinskörnung bzw. von primärem Roheisen sowie für rückgewonnene Energie aus der thermischen Verwertung werden Modul D zugerechnet.

### 3.10 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach EN 15804 in der gleichen Version erstellt wurden, die gleichen programmspezifischen PKR bzw. etwaige zusätzliche Regeln sowie die gleiche Hintergrunddatenbank verwendet wurden und darüber hinaus der Gebäudekontext bzw. produktspezifische Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

## 4 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

### 4.1 A1-A3 Herstellungsphase

Laut ÖNORM EN 15804:2022 [5] sind für die Module A1-A3 keine technischen Szenarioangaben gefordert, weil die Bilanzierung dieser Module in der Verantwortung des Herstellers liegt und vom Verwender der Ökobilanz nicht verändert werden würden.

Die Herstellerdaten für die deklarierten Betonfertigteile wurden mit Hilfe eines Erhebungsbogens des VÖB erfasst.

Mit Hilfe des im Ökobilanzrechner integrierten Strom-LCA-Rechners erfolgt die Modellierung des für die jeweiligen Hauptuntergruppen durchschnittlichen Strommixes. Basierend auf den eingegeben (durchschnittlichen) Stromanteilen werden die Ökobilanz-Ergebnisse für den Strom auf Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebene berechnet. Die Ökobilanzergebnisse für den Strommix auf den drei Spannungsebenen werden in die entsprechenden Bewertungen übernommen.

Im nächsten Schritt werden die einzelnen Rohstoffe (A1) des Betons (Zement, Zusatzstoffe, Gesteinskörnung, Betonzusatzmittel, Wasser) des betrachteten Fertigteils bewertet (siehe 0). Anschließend werden im Ökobilanzrechner die Rohstoffe (A1) des zu deklarierenden Betonfertigteils bewertet (siehe 0).

Hinsichtlich der Rohstofftransporte (A2) werden die (durchschnittlichen) Transportprozesse getrennt für den Transport auf der Straße, mit dem Schiff bzw. mit der Bahn betrachtet (siehe 0). Die Bewertung der Produktionsaufwände (siehe 0) basiert auf einer Datenerhebung in den beteiligten Betonfertigteilterwerken.

Sämtliche im Ökobilanzrechner für die Herstellungsphase (A1-A3) angewandten Sachbilanzdatensätze inkl. Gültigkeit (Datenbank/ Quelle, Land/ Region, Referenzjahr, Veröffentlichung/ Update) sowie die geographische, technische und zeitliche Repräsentativität (ÖNORM EN 15804:2022 Annex E [5]) sämtlicher angewandten Datensätze werden in Anhang 1 des Projektberichts des Ökobilanzrechners für Betonfertigteile [8] dargestellt.

### 4.2 A4-A5 Errichtungsphase

#### Modul A4: Transport zur Einbaustelle

Konstruktive Fertigteile für den Hochbau werden per LKW transportiert. Die (durchschnittlichen) Transportdistanzen für die einzelnen Rohstoffe wurden im Zuge der Datenerhebung erfasst und ausgewertet. Für die deklarierten Durchschnittsfertigteile aus mehreren Werken werden die Rohstofftransportprozesse entsprechend der Produktionsanteile der einzelnen Werke gewichtet.

Zur Modellierung der Transportprozesse zur Einbaustelle wird der ecoinvent-Datensatz „Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} | transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U" (LKW >32 t) angesetzt.

Tabelle 38 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Transports zur Einbaustelle mit LKW.

**Tabelle 38: Beschreibung des Szenarios „Transport zur Einbaustelle (A4) – Straße“**

Parameter zur Beschreibung des Transportes zur Einbaustelle (A4)	Wert	Messgröße
Mittlere Transportentfernung	Massivwand: 96,58 Treppe: 117,91 Balkonplatte: 94,46 Stütze: 82,62 Binder: 84,61 Träger: 73,00 Sandwichwand: 107,16 Gesamtdurchschnitt: 91,47	km
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	Euro 6	-
Mittlerer Treibstoffverbrauch, Treibstofftyp: Diesel	36,47	l/100 km
Mittlere Transportmenge	15,96	t
Mittlere Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%
Mittlere Rohdichte der transportierten Produkte	Massivwand: 2466 Treppe: 2442 Balkonplatte: 2483 Stütze: 2608 Binder: 2599 Träger: 2558 Sandwichwand: 2495 Gesamtdurchschnitt: 2536	kg/m <sup>3</sup>
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥ 1 für in Schachteln verpackte oder komprimierte Produkte)	=1	-

**Modul A5: Einbau bzw. Installation**

Je nach Fertigteiltyp sind für das Versetzen Hilfsmaterialien wie Distanzplättchen, Vergussmörtel, Stützen, etc. anzuwenden. Diese EPD für konstruktive Fertigteile für den Hochbau bzw. der Ökobilanzrechner für Betonfertigteile fokussiert ausschließlich auf die zu deklarierenden Betonfertigteile und betrachtet keine auf der Baustelle zu ergänzenden Materialien (wie Distanzplättchen, Vergussmörtel, etc.), weil diese sehr stark von der tatsächlichen strukturellen Funktion sowie auch von der detaillierten Form des Fertigteils abhängen (Menge Vergussmörtel, usw.) und die EPD eine ökobilanzielle Bewertung einer deklarierten Einheit von 1 Tonne Fertigteil (unabhängig von der detaillierten Geometrie und der Statik bzw. den Charakteristika des tatsächlichen Bauwerks) anstrebt. Diese Materialien sind in spezifischen EPD bzw. in ökobilanziellen Bewertungen auf Bauwerksebene (mit) zu betrachten.

Für alle in dieser EPD betrachteten (durchschnittlichen) Hochbau-Fertigteile wurde ein Einheben mittels Turmdrehkran betrachtet. Aufgrund der Varianz der tatsächlichen Installationssituationen auf der Baustelle wird für alle Hauptuntergruppen im Sinne eines Worst-Case-Szenarios der Turmdrehkran mit dem größten Strombedarf (1,40 kWh/t - Liebherr 150 EC-B 8) angesetzt.

Außerdem wird im Modul A5 die Entsorgung der Verpackungsmaterialien in Form einer thermischen Verwertung von Kunststoffen (z.B. Folien) bzw. Holz (z.B. Stapelhölzer) bewertet. Auch der Transport der Verpackungsmaterialien zur thermischen Verwertung wird entsprechend bewertet (repräsentative Transportdistanz 100 km).

Tabelle 39 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Einbaus der Fertigteile (A5).

**Tabelle 39: Beschreibung des Szenarios „Einbau in das Bauwerk (A5)“**

Parameter zur Beschreibung des Einbaus ins Gebäude (A5)	Wert	Messgröße
Hilfsstoffe für den Einbau (spezifiziert nach Stoffen)	-	kg/t t/t l/t
Hilfsmittel für den Einbau (spezifiziert nach Type)	Turmdrehkran	-
Wasserbedarf	-	m3/t l/t
Sonstiger Ressourceneinsatz	-	kg/t t/t l/t
Stromverbrauch	1,40	kWh/t
Weiterer Energieträger: .....	-	kWh oder MJ/t
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes (spezifiziert nach Stoffen)	-	kg/t
Output-Stoffe (spezifiziert nach Stoffen) infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung (spezifiziert nach Entsorgungsverfahren)	<p><u>Holz:</u>                      Massivwand: 0,29                      Treppe: 0,40                      Balkonplatte: 0,08                      Stütze: 0,05                      Binder: -                      Träger: 0,01                      Sandwichwand: 0,20                      Gesamtdurchschnitt: 0,14</p> <p><u>Kunststoff (PET):</u>                      Massivwand: 0,0028                      Treppe: 0,0015                      Balkonplatte: 0,0034                      Stütze: 0,0010                      Binder: -                      Träger: 0,0003                      Sandwichwand: 0,0038                      Gesamtdurchschnitt: 0,0014</p>	kg/t
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/t

**4.3 B1-B7 Nutzungsphase**

Die Referenznutzungsdauern der deklarierten Produkte sind in Kapitel 2.12 dargestellt. In den Modulen B2-B7 gibt es keine Stoff- bzw. Massenströme, Input +/- Output = 0.

**Modul B1: Nutzung**

Karbonatisierung von Beton ist ein natürlicher Vorgang, bei dem in der Umgebungsluft vorhandenes CO<sub>2</sub> in den Beton eindringt und mit Hydratationsprodukten im Beton reagiert (Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> -> CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O). Diese EPD betrachtet mit Hilfe des Ökobilanzrechners für Betonfertigteile die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung in der Nutzungsphase nach ÖNORM EN 16757:2023 [3]. Zur Bewertung der Karbonatisierung der hier betrachteten, durchschnittlichen Betonfertigteile werden eine repräsentative Betondruckfestigkeitsklasse (größter Mengenanteil innerhalb Hauptuntergruppe) sowie ein charakteristisches Oberflächen/Volumen-Verhältnis angesetzt.

**4.4 C1-C4 Entsorgungsphase**

**Modul C1: Abbruch/ Rückbau**

Diese EPD betrachtet für alle betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Fertigteilen für den Hochbau den Abbruch von Betonstrukturen als typisches Rückbau-Szenario. Für die in dieser EPD betrachteten Hauptuntergruppen von konstruktiven Hochbau-Fertigteilen wird ein (baubetrieblich ermittelter) Energiebedarf für den Abbruch mit repräsentativer Gerätschaft angesetzt.

Das Szenario für den Abbruch berücksichtigt ein Abbruchverfahren mit Betonzange und Hydraulikbaggern. Dazu wurde der Energiebedarf für den Rückbau von einer Tonne der Betonstruktur eines Gebäudes (mit 62.000 m<sup>3</sup> Gebäudevolumen – insgesamt 4 Hydraulikbagger im Einsatz) mit 33 MJ/t ermittelt, was bei einem Heizwert von 34,7 MJ/Liter Diesel einen Durchschnittlichen Dieselbedarf von 0,95 Liter pro t Fertigteil ergibt.

Tabelle 40 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Rückbaus der Fertigteile (C1).

**Tabelle 40: Beschreibung des Szenarios „Rückbau (C1)“**

Parameter zur Beschreibung des Rückbaus (C1)	Wert	Messgröße
Hilfsstoffe für den Rückbau	-	kg/t
Hilfsmittel für den Rückbau	Betonzange und Hydraulikbagger	-
Wasserbedarf	-	m <sup>3</sup> /t
Sonstiger Ressourceneinsatz	-	kg/t
Stromverbrauch	-	kWh/t
Weiterer Energieträger: Diesel	33	MJ/t
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Ausbau des Produktes	-	kg/t
Output-Stoffe infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung	Recycling: 980 Deponierung: 20	kg/t
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/t

**Modul C2: Transport zur Abfallbewirtschaftung bzw. Entsorgung**

Der Transport der abgebrochenen Betonstrukturen erfolgt mittels LKW. Der Transport des rückgebauten Materials (Beton- und Stahlkomponenten) erfolgt zur Wiederaufbereitung (C3 – 98 %) und zur Deponierung (C4 – 2 %).

Für diese EPD wurde eine repräsentative Transportdistanz von 25 km für den Transport zur Wiederaufbereitung bzw. Deponierung festgelegt.

Für die Transportprozesse in Modul C2 wird ein Datensatz für ein Transportfahrzeug mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht von 16-32 Tonnen (Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 {RER}| transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U) angesetzt.

Tabelle 41 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung des Transports zur Entsorgung (C2).

**Tabelle 41: Beschreibung des Szenarios „Transport Entsorgung (C2)“**

Parameter zur Beschreibung des Transportes Entsorgung (C2)	Wert	Messgröße
Mittlere Transportentfernung	25	km
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	Euro 6	-
Mittlerer Treibstoffverbrauch, Treibstofftyp: Diesel bzw. Schweröl	25,26	l/100 km
Mittlere Transportmenge	5,79	t
Mittlere Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85 %	%
Mittlere Rohdichte der transportierten Produkte	Massivwand: 2466 Treppe: 2442 Balkonplatte: 2483 Stütze: 2608 Binder: 2599 Träger: 2558	kg/m <sup>3</sup>



	Sandwichwand: 2495 Gesamtdurchschnitt: 2536	
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥ 1 für in Schachteln verpackte oder komprimierte Produkte)	=1	-

**Modul C3: Wiederaufbereitung und Wiederverwendung**

Die Recycling-Anteile für die Beton- und Stahlkomponenten werden entsprechend berücksichtigt (für konstruktive Hochbaufertigteile 98 %). Bei dem angesetzten Recycling-Szenario handelt es sich um ein Hersteller-Szenario (siehe 2.13). Die Systemgrenze für rückgebauten Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Recycling-Werk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher werden im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Wiederaufbereitung von Beton und Stahl berücksichtigt. Die Systemgrenze für die rückgebauten Stahlkomponenten wird nach dem Sortieren und Pressen im Recycling Werk gesetzt.

**Modul C4: Entsorgung**

Die angegebenen Anteile für Deponierung (für konstruktive Hochbaufertigteile 2 % der Beton- und Stahlkomponenten) werden in der EPD entsprechend berücksichtigt.

Diese EPD berücksichtigt die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Karbonatisierung des rückgebauten Betons auf der Deponie nach ÖNORM EN 16757:2023 [3].

Tabelle 42 zeigt die allgemeinen Parameter zur Beschreibung der Entsorgung des Produkts.

**Tabelle 42: Beschreibung des Szenarios „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“**

Parameter für die Entsorgungsphase (C1–C4)	Wert	Messgröße
Sammelverfahren, spezifiziert nach Art		kg getrennt
	1000	kg gemischt
Rückholverfahren, spezifiziert nach Art		kg Wiederverwendung
	980	kg Recycling
		kg Energierückgewinnung
Deponierung, spezifiziert nach Art	20	kg Deponierung

**4.5 D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial**

Nach Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften kann der aufbereitete Beton (Betongranulat) primäre Gesteinskörnungen ersetzen und somit deren Produktion substituieren. Aufbereitete Bewehrungsstähele und Stahleinbauteile können in die Stahlproduktion rückgeführt werden und dort den Einsatz von Roheisen (mit Hilfe von entsprechenden Prozessen in der Stahlherstellung) substituieren. Diese EPD berücksichtigt eine entsprechende Bewertung des Recyclingpotentials von Beton und Stahl in Modul D.

Die in Modul A5 anfallenden Verpackungsmaterialien werden einer thermischen Verwertung zugeführt. Für die thermische Verwertung der Verpackung wird angesetzt, dass sich die Energierückgewinnung auf 1/3 Strom sowie 2/3 Wärme aufteilt, was im Modul D als entsprechendes Substitutionspotential berücksichtigt wird.

Tabelle 43: Beschreibung des Szenarios „Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (Modul D)“

Parameter für das Modul (D)	Wert	Messgröße
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus A4-A5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus A4-A5	<p><u>Holz:</u>                      Massivwand: 0,29                      Treppe: 0,40                      Balkonplatte: 0,08                      Stütze: 0,05                      Binder: -                      Träger: 0,01                      Sandwichwand: 0,20                      Gesamtdurchschnitt: 0,14</p> <p><u>Kunststoff (PET):</u>                      Massivwand: 0,0028                      Treppe: 0,0015                      Balkonplatte: 0,0034                      Stütze: 0,0010                      Binder: -                      Träger: 0,0003                      Sandwichwand: 0,0038                      Gesamtdurchschnitt:0,0014</p>	kg/t
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus B2-B5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus B2-B5	-	kg/t
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus C1-C4	98	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus C1-C4	-	kg/t

## 5 LCA: Ergebnisse

Die mit dem angewandten Ökobilanzrechner für Betonfertigteile berechenbaren Parameter bzw. Ökobilanzergebnisse entsprechen einer Bilanzierung nach ÖNORM EN 15804:2022 [5]. Es werden deshalb die ÖNORM EN 15804:2022 [5] angeführten Charakterisierungsfaktoren (Joint Research Center, EF 3.1) der Wirkungsabschätzung angewandt.

Es gilt anzumerken, dass die Wirkungsabschätzungsergebnisse nur relative Aussagen sind, die keine Aussagen über „Endpunkte“ der Wirkungskategorien, Überschreitung von Schwellenwerten, Sicherheitsmarken oder über Risiken enthalten.

### 5.1 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Massivwand"

Tabelle 44: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Massivwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	116,525	9,017	7,568	133,110	9,684	0,827	-5,317	3,276	4,625	1,000	0,122	-0,916	-0,482	-1,443	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	115,625	9,004	7,982	132,611	9,672	0,376	-5,317	3,275	4,619	1,016	0,122	-0,916	-0,478	-1,311	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,482	-0,482	0,000	0,482	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,041	0,004	0,010	0,055	0,005	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	6,77E-07	1,96E-07	2,96E-07	1,17E-06	2,20E-07	8,69E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	1,62E-08	3,52E-09	0,00E+00	-2,04E-08	-1,34E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,90E-01	1,99E-02	3,52E-02	3,45E-01	2,39E-02	1,05E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	1,14E-02	9,16E-04	0,00E+00	-4,98E-04	-1,65E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,12E-02	6,46E-04	8,59E-04	3,27E-02	7,14E-04	3,61E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	5,98E-04	1,01E-05	0,00E+00	-6,84E-05	1,41E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	7,79E-02	5,07E-03	1,17E-02	9,46E-02	6,52E-03	2,91E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	2,66E-03	3,52E-04	0,00E+00	-1,63E-04	-8,41E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,840	0,052	0,146	1,037	0,067	0,003	0,000	0,153	0,026	0,030	0,004	0,000	-0,002	-0,085	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	2,26E-01	3,08E-02	4,38E-02	3,01E-01	3,91E-02	8,34E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	8,87E-03	1,31E-03	0,00E+00	-9,11E-04	-2,24E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,15E-04	2,94E-05	2,73E-05	1,71E-04	2,71E-05	9,33E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	6,26E-05	1,69E-07	0,00E+00	-2,99E-07	-1,16E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>2</sub>	616,752	127,818	96,066	840,636	146,800	5,547	0,000	42,885	65,602	13,777	3,028	0,000	-7,070	-31,767	0,000
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	7,192	0,528	0,505	8,225	0,701	0,043	0,000	0,092	0,270	0,167	0,134	0,000	-0,022	-0,574	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 45: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Massivwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	3,08E-06	6,69E-07	6,60E-07	4,41E-06	9,58E-07	5,33E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	1,57E-07	2,01E-08	0,00E+00	-2,50E-09	-4,69E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	4,500	0,175	0,187	4,862	0,185	0,081	0,000	0,020	0,089	0,110	0,002	0,000	-0,016	-0,866	0,000
ETP-fw*	CTUe	184,695	63,148	35,271	283,114	70,600	1,111	0,000	20,493	32,432	10,798	1,422	0,000	-0,448	-15,353	0,000
HTP-c*	CTUh	1,28E-07	4,11E-09	3,68E-09	1,36E-07	4,30E-09	1,27E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	1,55E-09	5,17E-11	0,00E+00	-7,83E-11	3,49E-09	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	3,72E-07	9,06E-08	7,81E-08	5,41E-07	1,05E-07	3,15E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	6,98E-08	6,47E-10	0,00E+00	-9,59E-10	-1,78E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	155,635	77,336	670,729	903,699	148,996	1,655	0,000	2,889	39,664	24,455	6,013	0,000	-0,369	29,471	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 46: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Massivwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	160,223	2,062	129,120	291,405	2,147	2,929	0,000	0,244	1,031	2,136	0,026	0,000	-0,026	-14,159	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,208	0,000	2,927	3,135	0,000	-2,927	0,000	0,000	0,000	-0,204	-0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	160,431	2,062	161,883	324,376	2,147	3,811	0,000	0,244	1,031	1,932	0,021	0,000	-0,672	-14,159	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	609,079	127,820	38,494	775,394	146,803	0,117	0,000	42,885	65,603	13,778	3,029	0,000	-6,148	-31,767	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	7,779	0,000	0,000	7,779	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,624	-0,156	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	616,855	127,820	96,103	840,779	146,803	5,547	0,000	42,885	65,603	6,154	2,873	0,000	-7,070	-31,767	0,000
SM	kg	1,170	0,000	0,000	1,170	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 47: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Massivwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,48E-03	8,13E-04	4,84E-04	2,78E-03	9,12E-04	1,10E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	7,63E-05	1,60E-05	0,00E+00	-2,90E-05	-6,65E-05	0,00E+00
NHWD	kg	6,885	6,334	11,977	25,196	12,864	0,043	0,000	0,061	3,260	0,416	19,995	0,000	-0,015	-0,344	0,000
RWD	kg	3,36E-03	7,73E-05	1,07E-04	3,54E-03	8,12E-05	3,86E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	5,09E-05	8,01E-07	0,00E+00	-7,61E-06	-3,59E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 48: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Massivwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,131	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

## 5.2 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Treppe"

Tabelle 49: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Treppe

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	109,937	8,624	10,988	129,549	11,823	0,978	-5,414	3,276	4,625	0,750	0,122	-0,964	-0,643	-1,796	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	109,154	8,611	11,538	129,303	11,808	0,376	-5,414	3,275	4,619	0,762	0,122	-0,964	-0,638	-1,664	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,651	-0,651	0,000	0,651	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,029	0,005	0,019	0,053	0,006	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,50E-07	1,87E-07	4,55E-07	1,19E-06	2,68E-07	8,76E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	1,21E-08	3,52E-09	0,00E+00	-2,73E-08	-2,18E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,29E-01	2,06E-02	5,11E-02	3,00E-01	2,92E-02	1,07E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	8,54E-03	9,16E-04	0,00E+00	-6,65E-04	-1,80E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	2,71E-02	6,23E-04	1,37E-03	2,90E-02	8,71E-04	3,61E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	4,49E-04	1,01E-05	0,00E+00	-9,12E-05	4,00E-06	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	7,02E-02	5,66E-03	1,82E-02	9,41E-02	7,96E-03	3,00E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	1,99E-03	3,52E-04	0,00E+00	-2,18E-04	-8,80E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,764	0,058	0,227	1,049	0,082	0,003	0,000	0,153	0,026	0,022	0,004	0,000	-0,002	-0,090	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	1,98E-01	3,15E-02	6,61E-02	2,95E-01	4,77E-02	8,61E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	6,65E-03	1,31E-03	0,00E+00	-1,21E-03	-2,45E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,92E-04	2,76E-05	2,47E-05	2,44E-04	3,30E-05	9,41E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	4,69E-05	1,69E-07	0,00E+00	-3,99E-07	-1,19E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>u</sub>	490,252	121,812	134,389	746,453	179,225	5,586	0,000	42,885	65,602	10,332	3,028	0,000	-9,432	-35,673	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	6,070	0,507	1,005	7,582	0,856	0,042	0,000	0,092	0,270	0,125	0,134	0,000	-0,030	-0,598	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 50: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Treppe

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	2,18E-06	6,28E-07	1,13E-06	3,94E-06	1,17E-06	5,65E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	1,18E-07	2,01E-08	0,00E+00	-3,33E-09	-4,97E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	3,951	0,171	0,333	4,455	0,226	0,081	0,000	0,020	0,089	0,082	0,002	0,000	-0,021	-0,879	0,000
ETP-fw*	CTUe	156,618	59,991	48,247	264,857	86,195	1,129	0,000	20,493	32,432	8,099	1,422	0,000	-0,597	-16,477	0,000
HTP-c*	CTUh	9,73E-08	3,94E-09	5,48E-09	1,07E-07	5,25E-09	1,32E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	1,16E-09	5,17E-11	0,00E+00	-1,04E-10	1,64E-09	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	3,33E-07	8,52E-08	1,02E-07	5,19E-07	1,28E-07	3,36E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	5,24E-08	6,47E-10	0,00E+00	-1,28E-09	-1,93E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	91,769	73,893	1403,030	1568,692	181,907	1,675	0,000	2,889	39,664	18,341	6,013	0,000	-0,492	29,108	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 51: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Treppe

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	133,577	1,995	267,733	403,305	2,622	3,959	0,000	0,244	1,031	1,602	0,026	0,000	-0,034	-14,379	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,167	0,000	3,956	4,122	0,000	-3,956	0,000	0,000	0,000	-0,163	-0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	133,744	1,995	320,325	456,063	2,622	3,811	0,000	0,244	1,031	1,438	0,022	0,000	-0,897	-14,379	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	483,453	121,814	36,008	641,275	179,229	0,157	0,000	42,885	65,603	10,333	3,029	0,000	-8,202	-35,673	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	6,847	0,000	0,000	6,847	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,710	-0,137	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	490,301	121,814	134,402	746,516	179,229	5,586	0,000	42,885	65,603	3,623	2,892	0,000	-9,432	-35,673	0,000
SM	kg	13,789	0,000	0,000	13,789	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärabfallstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärabfallstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 52: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Treppe

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,21E-03	7,74E-04	6,76E-04	2,65E-03	1,11E-03	1,13E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	5,73E-05	1,60E-05	0,00E+00	-3,87E-05	-1,07E-04	0,00E+00
NHWD	kg	5,840	5,908	4,290	16,038	15,706	0,046	0,000	0,061	3,260	0,312	19,995	0,000	-0,019	-0,359	0,000
RWD	kg	2,84E-03	7,59E-05	1,56E-04	3,07E-03	9,91E-05	3,86E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	3,82E-05	8,01E-07	0,00E+00	-1,01E-05	-3,65E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 53: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Treppe

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,176	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

### 5.3 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Balkonplatte"

Tabelle 54: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Balkonplatte

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	117,568	10,820	11,965	140,353	9,471	0,505	-5,278	3,276	4,625	1,175	0,122	-1,022	-0,137	-1,196	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	116,611	10,804	11,988	139,404	9,459	0,370	-5,278	3,275	4,619	1,194	0,122	-1,022	-0,136	-1,064	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,128	-0,128	0,000	0,128	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,037	0,005	0,016	0,058	0,005	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	6,88E-07	2,35E-07	4,51E-07	1,37E-06	2,15E-07	8,55E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	1,90E-08	3,52E-09	0,00E+00	-5,83E-09	-7,60E-09	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,48E-01	2,41E-02	5,10E-02	3,23E-01	2,34E-02	1,01E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	1,34E-02	9,16E-04	0,00E+00	-1,42E-04	-1,55E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,02E-02	7,81E-04	1,26E-03	3,22E-02	6,98E-04	3,59E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	7,03E-04	1,01E-05	0,00E+00	-1,95E-05	2,37E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	7,44E-02	6,22E-03	1,80E-02	9,85E-02	6,38E-03	2,70E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	3,12E-03	3,52E-04	0,00E+00	-4,65E-05	-8,14E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,805	0,063	0,224	1,093	0,065	0,002	0,000	0,153	0,026	0,035	0,004	0,000	0,000	-0,083	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	2,14E-01	3,73E-02	6,48E-02	3,17E-01	3,82E-02	7,76E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	1,04E-02	1,31E-03	0,00E+00	-2,59E-04	-2,10E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,36E-04	3,52E-05	2,45E-05	1,96E-04	2,65E-05	9,14E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	7,35E-05	1,69E-07	0,00E+00	-8,52E-08	-1,14E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>2</sub>	569,785	153,297	135,530	858,612	143,570	5,462	0,000	42,885	65,602	16,187	3,028	0,000	-2,014	-29,033	0,000
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	7,104	0,635	0,970	8,709	0,686	0,045	0,000	0,092	0,270	0,196	0,134	0,000	-0,006	-0,558	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 55: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Balkonplatte

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	2,64E-06	8,01E-07	1,05E-06	4,49E-06	9,37E-07	4,66E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	1,85E-07	2,01E-08	0,00E+00	-7,11E-10	-4,49E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	4,798	0,211	0,287	5,296	0,181	0,081	0,000	0,020	0,089	0,129	0,002	0,000	-0,005	-0,856	0,000
ETP-fw*	CTUe	176,141	75,684	46,914	298,739	69,047	1,061	0,000	20,493	32,432	12,688	1,422	0,000	-0,128	-14,566	0,000
HTP-c*	CTUh	1,45E-07	4,95E-09	5,23E-09	1,56E-07	4,21E-09	1,16E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	1,82E-09	5,17E-11	0,00E+00	-2,23E-11	4,78E-09	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	3,43E-07	1,08E-07	9,88E-08	5,51E-07	1,03E-07	2,69E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	8,20E-08	6,47E-10	0,00E+00	-2,73E-10	-1,68E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	100,826	92,816	1156,744	1350,385	145,718	1,613	0,000	2,889	39,664	28,735	6,013	0,000	-0,105	29,725	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 56: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Balkonplatte

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>0</sub>	162,082	2,527	225,423	390,032	2,100	0,779	0,000	0,244	1,031	2,510	0,026	0,000	-0,007	-14,005	0,000
PERM	MJ H <sub>0</sub>	0,175	0,000	0,778	0,953	0,000	-0,778	0,000	0,000	0,000	-0,172	-0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>0</sub>	162,258	2,527	274,676	439,460	2,100	3,809	0,000	0,244	1,031	2,338	0,022	0,000	-0,192	-14,005	0,000
PENRE	MJ H <sub>0</sub>	562,959	153,299	41,544	757,803	143,573	0,033	0,000	42,885	65,603	16,189	3,029	0,000	-1,752	-29,033	0,000
PENRM	MJ H <sub>0</sub>	6,876	0,000	0,000	6,876	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,739	-0,138	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>0</sub>	569,835	153,299	135,597	858,731	143,573	5,462	0,000	42,885	65,603	9,450	2,891	0,000	-2,014	-29,033	0,000
SM	kg	1,435	0,000	0,000	1,435	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>0</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>0</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 57: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Balkonplatte

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,42E-03	9,74E-04	6,62E-04	3,05E-03	8,92E-04	1,05E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	8,97E-05	1,60E-05	0,00E+00	-8,26E-06	-3,80E-05	0,00E+00
NHWD	kg	7,038	7,571	4,228	18,837	12,581	0,037	0,000	0,061	3,260	0,489	19,995	0,000	-0,004	-0,333	0,000
RWD	kg	3,24E-03	9,36E-05	1,72E-04	3,50E-03	7,94E-05	3,86E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	5,98E-05	8,01E-07	0,00E+00	-2,17E-06	-3,55E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 58: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Balkonplatte

VOEB	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,035	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

5.4 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Stütze"

Tabelle 59: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Stütze

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	124,549	6,819	9,286	140,654	8,285	0,462	-4,966	3,276	4,625	1,949	0,122	-0,970	-0,088	-0,100	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	123,297	6,808	9,308	139,413	8,274	0,363	-4,966	3,275	4,619	1,981	0,122	-0,970	-0,088	0,031	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,087	-0,087	0,000	0,087	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,041	0,003	0,008	0,052	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	9,58E-07	1,48E-07	3,49E-07	1,45E-06	1,88E-07	8,52E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	3,15E-08	3,52E-09	0,00E+00	-3,75E-09	1,82E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	3,06E-01	1,50E-02	3,09E-02	3,52E-01	2,05E-02	1,00E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	2,22E-02	9,16E-04	0,00E+00	-9,15E-05	-1,11E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,59E-02	5,06E-04	7,85E-04	3,71E-02	6,11E-04	3,59E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	1,17E-03	1,01E-05	0,00E+00	-1,26E-05	6,61E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	8,20E-02	3,80E-03	1,06E-02	9,64E-02	5,58E-03	2,67E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	5,18E-03	3,52E-04	0,00E+00	-3,00E-05	-6,92E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,879	0,039	0,129	1,046	0,057	0,002	0,000	0,153	0,026	0,058	0,004	0,000	0,000	-0,070	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	2,48E-01	2,32E-02	4,05E-02	3,11E-01	3,34E-02	7,67E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	1,73E-02	1,31E-03	0,00E+00	-1,67E-04	-1,46E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	2,16E-04	2,23E-05	2,44E-05	2,62E-04	2,31E-05	9,12E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	1,22E-04	1,69E-07	0,00E+00	-5,49E-08	-1,05E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>u</sub>	738,631	96,651	107,116	942,397	125,585	5,451	0,000	42,885	65,602	26,864	3,028	0,000	-1,298	-16,924	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	9,620	0,402	0,486	10,508	0,600	0,045	0,000	0,092	0,270	0,326	0,134	0,000	-0,004	-0,485	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 60: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Stütze

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	3,69E-06	5,07E-07	5,80E-07	4,77E-06	8,19E-07	4,57E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	3,07E-07	2,01E-08	0,00E+00	-4,58E-10	-3,60E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	6,487	0,135	0,164	6,786	0,158	0,081	0,000	0,020	0,089	0,214	0,002	0,000	-0,003	-0,815	0,000
ETP-fw*	CTUe	230,732	47,694	30,190	308,616	60,397	1,043	0,000	20,493	32,432	21,056	1,422	0,000	-0,082	-11,081	0,000
HTP-c*	CTUh	2,38E-07	3,14E-09	3,33E-09	2,44E-07	3,68E-09	1,14E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	3,02E-09	5,17E-11	0,00E+00	-1,44E-11	1,05E-08	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	5,16E-07	6,86E-08	6,73E-08	6,52E-07	8,98E-08	2,62E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	1,36E-07	6,47E-10	0,00E+00	-1,76E-10	-1,23E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	151,060	58,574	536,291	745,925	127,464	1,607	0,000	2,889	39,664	47,687	6,013	0,000	-0,068	30,850	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 61: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Stütze

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	217,912	1,723	103,079	322,714	1,837	0,528	0,000	0,244	1,031	4,165	0,026	0,000	-0,005	-13,323	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,195	0,000	0,528	0,722	0,000	-0,528	0,000	0,000	0,000	-0,191	-0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	218,106	1,723	136,525	356,354	1,837	3,809	0,000	0,244	1,031	3,974	0,022	0,000	-0,123	-13,323	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	731,502	96,652	48,714	876,868	125,587	0,021	0,000	42,885	65,603	26,867	3,029	0,000	-1,129	-16,924	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	7,193	0,000	0,000	7,193	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,049	-0,144	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	738,695	96,652	107,135	942,482	125,587	5,451	0,000	42,885	65,603	19,818	2,885	0,000	-1,298	-16,924	0,000
SM	kg	1,091	0,000	0,000	1,091	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu



Tabelle 62: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Stütze

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,86E-03	6,13E-04	5,27E-04	3,00E-03	7,80E-04	1,05E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	1,49E-04	1,60E-05	0,00E+00	-5,32E-06	8,81E-05	0,00E+00
NHWD	kg	10,775	4,786	3,849	19,410	11,005	0,036	0,000	0,061	3,260	0,811	19,995	0,000	-0,003	-0,286	0,000
RWD	kg	4,38E-03	6,00E-05	8,59E-05	4,53E-03	6,95E-05	3,85E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	9,93E-05	8,01E-07	0,00E+00	-1,40E-06	-3,37E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 63: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Stütze

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,024	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

## 5.5 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Binder"

Tabelle 64: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Binder

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	154,096	6,901	7,480	168,477	8,484	0,380	-2,473	3,276	4,625	1,924	0,122	-1,116	0,000	-12,557	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	152,933	6,890	7,405	167,228	8,473	0,359	-2,473	3,275	4,619	1,955	0,122	-1,116	0,000	-12,465	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,048	0,003	0,009	0,061	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	-0,004	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	8,84E-07	1,50E-07	3,20E-07	1,35E-06	1,92E-07	8,49E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	3,11E-08	3,52E-09	0,00E+00	0,00E+00	-2,83E-07	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	3,82E-01	1,51E-02	3,51E-02	4,32E-01	2,10E-02	9,90E-04	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	2,19E-02	9,16E-04	0,00E+00	0,00E+00	-5,79E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,55E-02	5,04E-04	7,70E-04	3,68E-02	6,25E-04	3,58E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	1,15E-03	1,01E-05	0,00E+00	0,00E+00	-4,43E-03	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	1,02E-01	3,83E-03	1,23E-02	1,18E-01	5,71E-03	2,62E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	5,12E-03	3,52E-04	0,00E+00	0,00E+00	-1,82E-02	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	1,100	0,039	0,152	1,290	0,059	0,002	0,000	0,153	0,026	0,057	0,004	0,000	0,000	-0,189	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	3,11E-01	2,34E-02	4,47E-02	3,79E-01	3,42E-02	7,52E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	1,71E-02	1,31E-03	0,00E+00	0,00E+00	-8,15E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	2,77E-04	2,25E-05	1,69E-05	3,16E-04	2,37E-05	9,07E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	1,20E-04	1,69E-07	0,00E+00	0,00E+00	-1,69E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>u</sub>	948,292	97,833	94,551	1140,676	128,604	5,429	0,000	42,885	65,602	26,520	3,028	0,000	0,000	-148,589	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	13,992	0,405	0,538	14,936	0,614	0,046	0,000	0,092	0,270	0,321	0,134	0,000	0,000	-1,133	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 65: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Binder

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	3,40E-06	5,13E-07	7,16E-07	4,62E-06	8,39E-07	4,40E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	3,03E-07	2,01E-08	0,00E+00	0,00E+00	-1,23E-06	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	6,041	0,135	0,171	6,348	0,162	0,080	0,000	0,020	0,089	0,211	0,002	0,000	0,000	-0,977	0,000
ETP-fw*	CTUe	220,877	48,310	25,962	295,149	61,849	1,025	0,000	20,493	32,432	20,786	1,422	0,000	0,000	-46,603	0,000
HTP-c*	CTUh	2,09E-07	3,16E-09	3,24E-09	2,15E-07	3,77E-09	1,11E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	2,98E-09	5,17E-11	0,00E+00	0,00E+00	-5,88E-08	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	4,98E-07	6,95E-08	6,21E-08	6,29E-07	9,19E-08	2,50E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	1,34E-07	6,47E-10	0,00E+00	0,00E+00	-5,94E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	141,604	59,239	630,002	830,844	130,528	1,597	0,000	2,889	39,664	47,076	6,013	0,000	0,000	6,216	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 66: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Binder

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	235,679	1,667	122,279	359,625	1,881	0,000	0,000	0,244	1,031	4,111	0,026	0,000	0,000	-16,005	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,908	0,000	0,000	0,908	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,890	-0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	236,604	1,667	161,742	400,014	1,881	3,808	0,000	0,244	1,031	3,222	0,007	0,000	0,000	-16,005	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	941,896	97,834	22,628	1062,358	128,606	0,000	0,000	42,885	65,603	26,523	3,029	0,000	0,000	-148,591	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	7,377	0,000	0,000	7,377	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,229	-0,148	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	949,262	97,834	94,558	1141,654	128,606	5,429	0,000	42,885	65,603	19,293	2,881	0,000	0,000	-148,591	0,000
SM	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärrohstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärrohstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 67: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Binder

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,75E-03	6,21E-04	4,67E-04	2,84E-03	7,99E-04	1,03E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	1,47E-04	1,60E-05	0,00E+00	0,00E+00	-1,38E-03	0,00E+00
NHWD	kg	10,839	4,851	1,055	16,745	11,270	0,034	0,000	0,061	3,260	0,801	19,995	0,000	0,000	-0,713	0,000
RWD	kg	5,88E-03	6,00E-05	8,05E-05	6,02E-03	7,11E-05	3,85E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	9,80E-05	8,01E-07	0,00E+00	0,00E+00	-4,10E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 68: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Binder

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

5.6 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Träger"

Tabelle 69: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Träger

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	122,419	5,560	9,588	137,567	7,320	0,397	-2,500	3,276	4,625	1,774	0,122	-1,028	-0,018	-0,348	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	121,234	5,551	9,544	136,329	7,311	0,360	-2,500	3,275	4,619	1,803	0,122	-1,028	-0,018	-0,217	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,017	-0,017	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,037	0,003	0,007	0,047	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	8,95E-07	1,21E-07	3,46E-07	1,36E-06	1,66E-07	8,49E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	2,87E-08	3,52E-09	0,00E+00	-7,54E-10	1,24E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,93E-01	1,22E-02	3,07E-02	3,35E-01	1,81E-02	9,93E-04	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	2,02E-02	9,16E-04	0,00E+00	-1,84E-05	-1,21E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,45E-02	4,03E-04	7,52E-04	3,56E-02	5,40E-04	3,58E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	1,06E-03	1,01E-05	0,00E+00	-2,52E-06	5,65E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	7,98E-02	3,08E-03	1,03E-02	9,31E-02	4,93E-03	2,63E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	4,72E-03	3,52E-04	0,00E+00	-6,02E-06	-7,19E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,859	0,031	0,124	1,014	0,051	0,002	0,000	0,153	0,026	0,053	0,004	0,000	0,000	-0,073	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	2,39E-01	1,89E-02	3,99E-02	2,98E-01	2,96E-02	7,55E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	1,57E-02	1,31E-03	0,00E+00	-3,36E-05	-1,61E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,96E-04	1,82E-05	2,32E-05	2,37E-04	2,04E-05	9,08E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	1,11E-04	1,69E-07	0,00E+00	-1,10E-08	-1,07E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>u</sub>	696,919	78,826	108,935	884,680	110,962	5,434	0,000	42,885	65,602	24,453	3,028	0,000	-0,261	-19,658	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	9,030	0,326	0,614	9,970	0,530	0,046	0,000	0,092	0,270	0,296	0,134	0,000	-0,001	-0,501	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 70: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Träger

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	3,44E-06	4,13E-07	5,63E-07	4,42E-06	7,24E-07	4,43E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	2,79E-07	2,01E-08	0,00E+00	-9,20E-11	-3,80E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	6,096	0,109	0,159	6,364	0,140	0,080	0,000	0,020	0,089	0,194	0,002	0,000	-0,001	-0,824	0,000
ETP-fw*	CTUe	217,739	38,935	31,981	288,655	53,365	1,029	0,000	20,493	32,432	19,167	1,422	0,000	-0,017	-11,868	0,000
HTP-c*	CTUh	2,17E-07	2,54E-09	3,34E-09	2,23E-07	3,25E-09	1,12E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	2,75E-09	5,17E-11	0,00E+00	-2,88E-12	9,21E-09	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	4,75E-07	5,60E-08	6,50E-08	5,96E-07	7,93E-08	2,52E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	1,24E-07	6,47E-10	0,00E+00	-3,53E-11	-1,33E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	139,149	47,714	496,928	683,790	112,622	1,599	0,000	2,889	39,664	43,408	6,013	0,000	-0,014	30,596	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 71: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Träger

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	204,850	1,320	95,294	301,465	1,623	0,104	0,000	0,244	1,031	3,791	0,026	0,000	-0,001	-13,477	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,174	0,000	0,104	0,278	0,000	-0,104	0,000	0,000	0,000	-0,170	-0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	205,024	1,320	127,587	333,931	1,623	3,808	0,000	0,244	1,031	3,621	0,022	0,000	-0,025	-13,477	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	691,038	78,827	52,279	822,144	110,964	0,004	0,000	42,885	65,603	24,456	3,029	0,000	-0,227	-19,659	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	5,950	0,000	0,000	5,950	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-5,831	-0,119	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	696,987	78,827	108,945	884,759	110,964	5,434	0,000	42,885	65,603	18,625	2,910	0,000	-0,261	-19,659	0,000
SM	kg	1,569	0,000	0,000	1,569	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 72: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Träger

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,74E-03	5,01E-04	5,51E-04	2,80E-03	6,90E-04	1,04E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	1,36E-04	1,60E-05	0,00E+00	-1,07E-06	5,96E-05	0,00E+00
NHWD	kg	10,157	3,911	4,011	18,078	9,724	0,034	0,000	0,061	3,260	0,739	19,995	0,000	-0,001	-0,297	0,000
RWD	kg	4,14E-03	4,81E-05	7,72E-05	4,26E-03	6,14E-05	3,85E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	9,04E-05	8,01E-07	0,00E+00	-2,80E-07	-3,41E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 73: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Träger

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

## 5.7 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Sandwichwand"

Tabelle 74: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Sandwichwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	103,408	8,521	9,440	121,369	10,744	0,539	-5,210	3,276	4,625	0,975	0,122	-0,881	-0,172	-1,478	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	102,557	8,508	9,547	120,613	10,731	0,368	-5,210	3,275	4,619	0,990	0,122	-0,881	-0,171	-1,346	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,168	-0,168	0,000	0,168	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,030	0,004	0,008	0,042	0,005	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,82E-07	1,85E-07	2,80E-07	1,05E-06	2,44E-07	8,56E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	1,58E-08	3,52E-09	0,00E+00	-7,30E-09	-1,43E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,13E-01	1,87E-02	2,95E-02	2,61E-01	2,66E-02	1,01E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	1,11E-02	9,16E-04	0,00E+00	-1,78E-04	-1,67E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	2,57E-02	6,23E-04	8,11E-04	2,72E-02	7,92E-04	3,59E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	5,83E-04	1,01E-05	0,00E+00	-2,44E-05	1,27E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	6,59E-02	4,73E-03	9,81E-03	8,05E-02	7,24E-03	2,72E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	2,59E-03	3,52E-04	0,00E+00	-5,83E-05	-8,45E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,712	0,048	0,119	0,879	0,074	0,002	0,000	0,153	0,026	0,029	0,004	0,000	-0,001	-0,086	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	1,88E-01	2,89E-02	3,71E-02	2,54E-01	4,34E-02	7,81E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	8,65E-03	1,31E-03	0,00E+00	-3,25E-04	-2,26E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	5,44E-05	2,78E-05	2,78E-05	1,10E-04	3,00E-05	9,16E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	6,10E-05	1,69E-07	0,00E+00	-1,07E-07	-1,16E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>2</sub>	496,355	120,806	88,575	705,737	162,874	5,471	0,000	42,885	65,602	13,432	3,028	0,000	-2,523	-32,157	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	6,303	0,501	0,178	6,982	0,778	0,045	0,000	0,092	0,270	0,163	0,134	0,000	-0,008	-0,577	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 75: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Sandwichwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	2,26E-06	6,34E-07	5,25E-07	3,42E-06	1,06E-06	4,73E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	1,53E-07	2,01E-08	0,00E+00	-8,91E-10	-4,71E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	4,132	0,167	0,163	4,462	0,205	0,081	0,000	0,020	0,089	0,107	0,002	0,000	-0,006	-0,867	0,000
ETP-fw*	CTUe	146,157	59,652	37,131	242,939	78,331	1,061	0,000	20,493	32,432	10,528	1,422	0,000	-0,160	-15,465	0,000
HTP-c*	CTUh	1,20E-07	3,91E-09	3,42E-09	1,27E-07	4,77E-09	1,17E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	1,51E-09	5,17E-11	0,00E+00	-2,79E-11	3,31E-09	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	2,43E-07	8,58E-08	7,55E-08	4,04E-07	1,16E-07	2,73E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	6,81E-08	6,47E-10	0,00E+00	-3,42E-10	-1,80E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	74,747	73,153	548,049	695,949	165,311	1,617	0,000	2,889	39,664	23,844	6,013	0,000	-0,132	29,434	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 76: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Sandwichwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>0</sub>	140,154	2,065	106,257	248,476	2,383	1,021	0,000	0,244	1,031	2,082	0,026	0,000	-0,009	-14,181	0,000
PERM	MJ H <sub>0</sub>	0,179	0,000	1,020	1,198	0,000	-1,020	0,000	0,000	0,000	-0,175	-0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>0</sub>	140,333	2,065	133,536	275,933	2,383	3,809	0,000	0,244	1,031	1,907	0,022	0,000	-0,240	-14,181	0,000
PENRE	MJ H <sub>0</sub>	488,678	120,808	41,053	650,538	162,878	0,042	0,000	42,885	65,603	13,434	3,029	0,000	-2,194	-32,158	0,000
PENRM	MJ H <sub>0</sub>	7,722	0,000	0,000	7,722	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-7,567	-0,154	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>0</sub>	496,400	120,808	88,619	705,827	162,878	5,471	0,000	42,885	65,603	5,866	2,874	0,000	-2,523	-32,158	0,000
SM	kg	3,059	0,000	0,000	3,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>0</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>0</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

Tabelle 77: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Sandwichwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,20E-03	7,67E-04	4,47E-04	2,42E-03	1,01E-03	1,06E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	7,44E-05	1,60E-05	0,00E+00	-1,03E-05	-7,05E-05	0,00E+00
NHWD	kg	5,811	5,990	5,603	17,404	14,273	0,037	0,000	0,061	3,260	0,406	19,995	0,000	-0,005	-0,345	0,000
RWD	kg	2,95E-03	7,41E-05	1,02E-04	3,12E-03	9,01E-05	3,86E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	4,96E-05	8,01E-07	0,00E+00	-2,71E-06	-3,60E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 78: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Sandwichwand

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,045	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

### 5.8 LCA: Ergebnisse Hauptuntergruppe "Gesamtdurchschnitt"

Tabelle 79: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Gesamtdurchschnitt

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
GWP-gesamt	kg CO <sub>2</sub> äquiv	121,661	7,642	9,464	138,767	9,172	0,591	-5,134	3,276	4,625	1,449	0,122	-0,963	-0,227	-2,187	0,000
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> äquiv	120,609	7,631	9,624	137,864	9,160	0,367	-5,134	3,275	4,619	1,473	0,122	-0,963	-0,226	-2,060	0,000
GWP-biogen	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,000	0,000	-0,227	-0,227	0,000	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> äquiv	0,038	0,004	0,015	0,058	0,004	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000
ODP	kg CFC-11 äquiv	7,84E-07	1,66E-07	3,55E-07	1,30E-06	2,08E-07	8,58E-09	0,00E+00	5,21E-08	1,01E-07	2,34E-08	3,52E-09	0,00E+00	-9,65E-09	-3,19E-08	0,00E+00
AP	mol H <sup>+</sup> äquiv	2,88E-01	1,70E-02	3,69E-02	3,42E-01	2,27E-02	1,02E-03	0,00E+00	3,04E-02	1,01E-02	1,65E-02	9,16E-04	0,00E+00	-2,35E-04	-1,91E-02	0,00E+00
EP-Süßwasser	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> äquiv	3,23E-02	5,56E-04	1,09E-03	3,40E-02	6,76E-04	3,59E-04	0,00E+00	1,01E-04	3,28E-04	8,68E-04	1,01E-05	0,00E+00	-3,23E-05	-1,77E-04	0,00E+00
EP-Salzwasser	kg N äquiv	7,97E-02	4,38E-03	1,28E-02	9,69E-02	6,18E-03	2,75E-04	0,00E+00	1,41E-02	2,55E-03	3,85E-03	3,52E-04	0,00E+00	-7,71E-05	-8,95E-03	0,00E+00
EP-Land	mol N äquiv	0,858	0,045	0,154	1,057	0,063	0,002	0,000	0,153	0,026	0,043	0,004	0,000	-0,001	-0,091	0,000
POCP	kg NMVOC äquiv	2,36E-01	2,63E-02	4,92E-02	3,11E-01	3,70E-02	7,91E-04	0,00E+00	4,53E-02	1,57E-02	1,29E-02	1,31E-03	0,00E+00	-4,30E-04	-2,61E-02	0,00E+00
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,75E-04	2,49E-05	2,59E-05	2,26E-04	2,56E-05	9,19E-07	0,00E+00	1,14E-06	1,51E-05	9,07E-05	1,69E-07	0,00E+00	-1,41E-07	-1,18E-05	0,00E+00
ADP-fossile Energieträger	MJ H <sub>u</sub>	669,032	108,279	116,884	894,194	139,035	5,485	0,000	42,885	65,602	19,976	3,028	0,000	-3,336	-39,322	0,000
WDP	m <sup>3</sup> Welt äquiv entzogen	8,643	0,449	0,659	9,751	0,664	0,044	0,000	0,092	0,270	0,242	0,134	0,000	-0,011	-0,604	0,000
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 80: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Gesamtdurchschnitt

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PM*	Auftreten von Krankheiten	3,12E-06	5,66E-07	8,47E-07	4,54E-06	9,07E-07	4,84E-09	0,00E+00	8,46E-07	3,44E-07	2,28E-07	2,01E-08	0,00E+00	-1,18E-09	-5,14E-07	0,00E+00
IRP*	kBq U235 äquiv	5,355	0,150	0,286	5,790	0,175	0,081	0,000	0,020	0,089	0,159	0,002	0,000	-0,008	-0,859	0,000
ETP-fw*	CTUe	198,386	53,447	36,316	288,150	66,866	1,066	0,000	20,493	32,432	15,657	1,422	0,000	-0,211	-17,264	0,000
HTP-c*	CTUh	1,76E-07	3,50E-09	4,13E-09	1,84E-07	4,08E-09	1,19E-10	0,00E+00	1,00E-09	2,11E-09	2,25E-09	5,17E-11	0,00E+00	-3,69E-11	-8,68E-10	0,00E+00
HTP-nc*	CTUh	4,21E-07	7,67E-08	7,68E-08	5,74E-07	9,94E-08	2,81E-09	0,00E+00	6,97E-09	4,66E-08	1,01E-07	6,47E-10	0,00E+00	-4,52E-10	-2,04E-08	0,00E+00
SQP*	Punkte	132,254	65,579	1181,719	1379,552	141,115	1,624	0,000	2,889	39,664	35,460	6,013	0,000	-0,174	27,391	0,000
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*die im Rechner für den Zusatzstoff Pigmente, sämtliche Zusatzmittel, den Spannstahl, Baustahl und feuerverzinkten Stahl angewandten Datensätze (IBU-EPD) weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen aus diesen Datensätzen für diese Indikatoren)

Tabelle 81: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Gesamtdurchschnitt

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
PERE	MJ H <sub>u</sub>	185,655	1,824	222,779	410,258	2,034	1,380	0,000	0,244	1,031	3,097	0,026	0,000	-0,012	-14,059	0,000
PERM	MJ H <sub>u</sub>	0,266	0,000	1,379	1,645	0,000	-1,379	0,000	0,000	0,000	-0,261	-0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H <sub>u</sub>	185,923	1,824	258,307	446,054	2,034	3,809	0,000	0,244	1,031	2,836	0,020	0,000	-0,317	-14,059	0,000
PENRE	MJ H <sub>u</sub>	662,088	108,280	44,885	815,253	139,038	0,055	0,000	42,885	65,603	19,978	3,029	0,000	-2,901	-39,323	0,000
PENRM	MJ H <sub>u</sub>	7,115	0,000	0,000	7,115	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,973	-0,142	0,000	0,000	0,000	0,000
PENRT	MJ H <sub>u</sub>	669,201	108,280	116,894	894,376	139,038	5,485	0,000	42,885	65,603	13,005	2,886	0,000	-3,336	-39,323	0,000
SM	kg	2,833	0,000	0,000	2,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
RSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NRSF	MJ H <sub>u</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m <sup>3</sup>	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

\*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu

**Tabelle 82: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Gesamtdurchschnitt**

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
HWD	kg	1,59E-03	6,88E-04	5,79E-04	2,85E-03	8,64E-04	1,07E-05	0,00E+00	2,89E-04	4,17E-04	1,11E-04	1,60E-05	0,00E+00	-1,37E-05	-1,56E-04	0,00E+00
NHWD	kg	8,636	5,349	6,971	20,956	12,184	0,038	0,000	0,061	3,260	0,603	19,995	0,000	-0,007	-0,364	0,000
RWD	kg	3,91E-03	6,64E-05	1,34E-04	4,11E-03	7,69E-05	3,86E-05	0,00E+00	8,42E-06	3,93E-05	7,38E-05	8,01E-07	0,00E+00	-3,59E-06	-3,57E-04	0,00E+00
CRU	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MFR	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
MER	kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EEE	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
EET	MJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

**Tabelle 83: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Gesamtdurchschnitt**

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	A4	A5	B1 - Karb	C1	C2	C3	C4	C4 - Karb	D aus A5	D aus C3	D aus C4
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,062	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt															

Tabelle 84 zeigt die Einschränkungshinweise hinsichtlich der Deklaration maßgebender Kern- und zusätzlicher Umweltwirkungsindikatoren, die in den jeweiligen Projektberichten und EPD-Dokumenten platziert werden müssen.

Tabelle 84: Klassifizierung von Einschränkungshinweisen zur Deklaration von Kern- und zusätzlichen Umweltindikatoren

ILCD-Klassifizierung	Indikator	Einschränkungshinweis
ILCD-Typ 1	Treibhauspotenzial (GWP, en: Global Warming Potential)	keine
	Potenzial des Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht, (ODP, en: Ozone Depletion Potential)	keine
	potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen (PM, en: Particulate Matter)	keine
ILCD-Typ 2	Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung (AP, en: Acidification Potential)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Süßwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Süßwasser)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Salzwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Salzwasser)	keine
	Eutrophierungspotenzial, kumulierte Überschreitung (EP-Land)	keine
	troposphärisches Ozonbildungspotenzial (POCP, en: Photochemical Ozone Creation Potential)	keine
	potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 (IRP, en: Ionizing Radiation Potential)	1
ILCD-Typ 3	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für nicht fossile Ressourcen (ADP-Mineralien und Metalle)	2
	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für fossile Ressourcen (ADP-fossil)	2
	Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer), entzugsgewichteter Wasserverbrauch (WDP, en: Water Deprivation Potential)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme (ETP-fw)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-c)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-nc)	2
	potenzieller Bodenqualitätsindex (SQP, en: Soil Quality Index)	2
Einschränkungshinweis 1 — Diese Wirkungskategorie behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird ebenfalls nicht von diesem Indikator gemessen.		
Einschränkungshinweis 2 — Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.		



## 6 LCA: Interpretation

Es gilt anzumerken, dass die Wirkungsabschätzungsergebnisse nur relative Aussagen sind, die keine Aussagen über „Endpunkte“ der Wirkungskategorien, Überschreitung von Schwellenwerten, Sicherheitsmarken oder über Risiken enthalten.

Alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffbedarf sowie Transportwege innerhalb der Systemgrenze wurden von den Herstellern zur Erstellung der Ökobilanz bereitgestellt. Die Anforderungen an die Hintergrunddaten gemäß den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [2]) werden erfüllt. Die Qualität der angewandten Daten ermöglicht deshalb die Erstellung von plausiblen und aussagekräftigen Ökobilanz-Ergebnissen.

Abbildung 3 bis Abbildung 10 zeigen die Dominanzanalysen zur Interpretation der (wichtigsten) Ökobilanzergebnisse der Module A1 bis C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D) für die betrachteten durchschnittlichen Betonfertigteile.

Die Betonrohstoffe (A1) haben bei allen betrachteten Hauptuntergruppen für fast alle Indikatoren (bis auf NHWD) den größten Einfluss auf die Ergebnisse von A1-C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D), gefolgt von den Transporten der Rohstoffe (A2) bzw. der Herstellungsprozesse im Werk (A3) und der Transporte zur Baustelle (A4) (Reihenfolge variiert in Abhängigkeit des Parameters). Für NHWD hat die Deponierung (C4) den größten Einfluss auf die Ergebnisse von A1-C4.

Der Einbau (A5) mittels Turmdrehkran ist bei einer Betrachtung von A1-C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D) bei allen Hauptuntergruppen für alle Indikatoren von geringerer Bedeutung. Der Abbruch (C1) mittels Hydraulikbagger hat im Vergleich zum Einheben einen entsprechend höheren Einfluss auf die Ergebnisse A1-C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D), was auf den höheren Energiebedarf für das Zerstören von Betonstrukturen zurückzuführen ist.

Die Bedeutung des Transports der rückgebauten Materialien zur Wiederaufbereitung bzw. Entsorgung (C2) ist sehr stark von der Transportdistanz abhängig. Für einen Transport über 25 km ist der Einfluss von Modul C2 auf A1-C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D) für alle Indikatoren gering.

Die Systemgrenze für rückgebauten Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Recycling-Werk (C3) gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher werden im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Wiederaufbereitung von Beton berücksichtigt. Die Systemgrenze für die rückgebauten Stahlkomponenten wird nach dem Sortieren und Pressen im Recycling Werk gesetzt. Der Einfluss dieser Prozesse in C3 ist bei einer Betrachtung von A1-C4 (ohne Karbonatisierung und Modul D) als gering einzustufen.

Der Einfluss der Deponierung von Beton und Stahlkomponenten (C4) ist sehr stark von der Recycling-Quote abhängig. Bei sehr hohen Recycling-Anteilen wie in dieser EPD (98 %) ist ein unbedeutender Einfluss der Deponierungsprozesse auf die Ergebnisse für A1-C4 zu erkennen.

Der Einfluss der Karbonatisierung in B1 ist sehr stark vom Oberflächen/ Volumen-Verhältnis und der Betondruckfestigkeitsklasse der betrachteten Fertigteile abhängig. Bei der durchschnittlichen österreichischen Massivwand liegt das Oberflächen/ Volumen-Verhältnis in der Kategorie zwischen 3 und 8 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, was für einen Beton der Kategorie C25/30 - C35/45 ein Karbonatisierungspotenzial von ca. -3,5 % des GWP-gesamt von A1-C4 bedeutet. Die Karbonatisierung in B1 reicht für die betrachteten Hauptuntergruppen von ca. -1 % (Binder) bis ca. 4 % (Sandwichwand) des GWP-gesamt von A1-C4.

Die Karbonatisierung auf der Deponie (C4) ist sehr stark von der Recycling-Quote abhängig. Bei einem hohen Recycling- und folglich niedrigem Deponierungsanteil wie in dieser EPD angesetzt ist ein geringes Karbonatisierungspotenzial des Betonabbruchs zu erwarten (ca. -0,6 % des GWP-gesamt von A1-C4 für den Gesamtdurchschnitt).

Die möglichen Potentiale in Modul D aus der Verbrennung von Verpackungen und Transporthilfen sind abhängig von den jeweiligen Einsatzmengen, die bei den hier betrachteten Hauptuntergruppen sehr gering sind.

Die Potenziale durch die Anwendung von rezyklierten Beton bzw. Stahl in einem Folgeprodukt (D aus C3) hängen stark von der Recycling-Quote ab, welche in dieser EPD mit 98 % sehr hoch angesetzt wurde. Der Einfluss von D aus C3 für rezyklierten Beton ist aufgrund der Nettofluss-Regel von der Einsatzmenge an rezykliertem Gesteinskörnung als Rohstoff (A1) abhängig und ist aufgrund des verhältnismäßig geringen Einflusses der zu substituierenden natürlichen Gesteinskörnung (für den Großteil der Indikatoren) eher gering. Für rezyklierten Stahl entsteht in D aus C3 aufgrund des Recycling-Anteils von 100 % im eingesetzten Bewehrungsstahl und der angesetzten Recycling-Quote von 98 % für den rückgebauten Stahl aufgrund der Nettofluss-Regel sogar eine geringe Belastung. Für den Gesamtdurchschnitt der betrachteten konstruktiven Hochbau-Fertigteile ergibt sich so z.B. ein Benefit von ca. -1,5 % des GWP-gesamt von A1-C4.

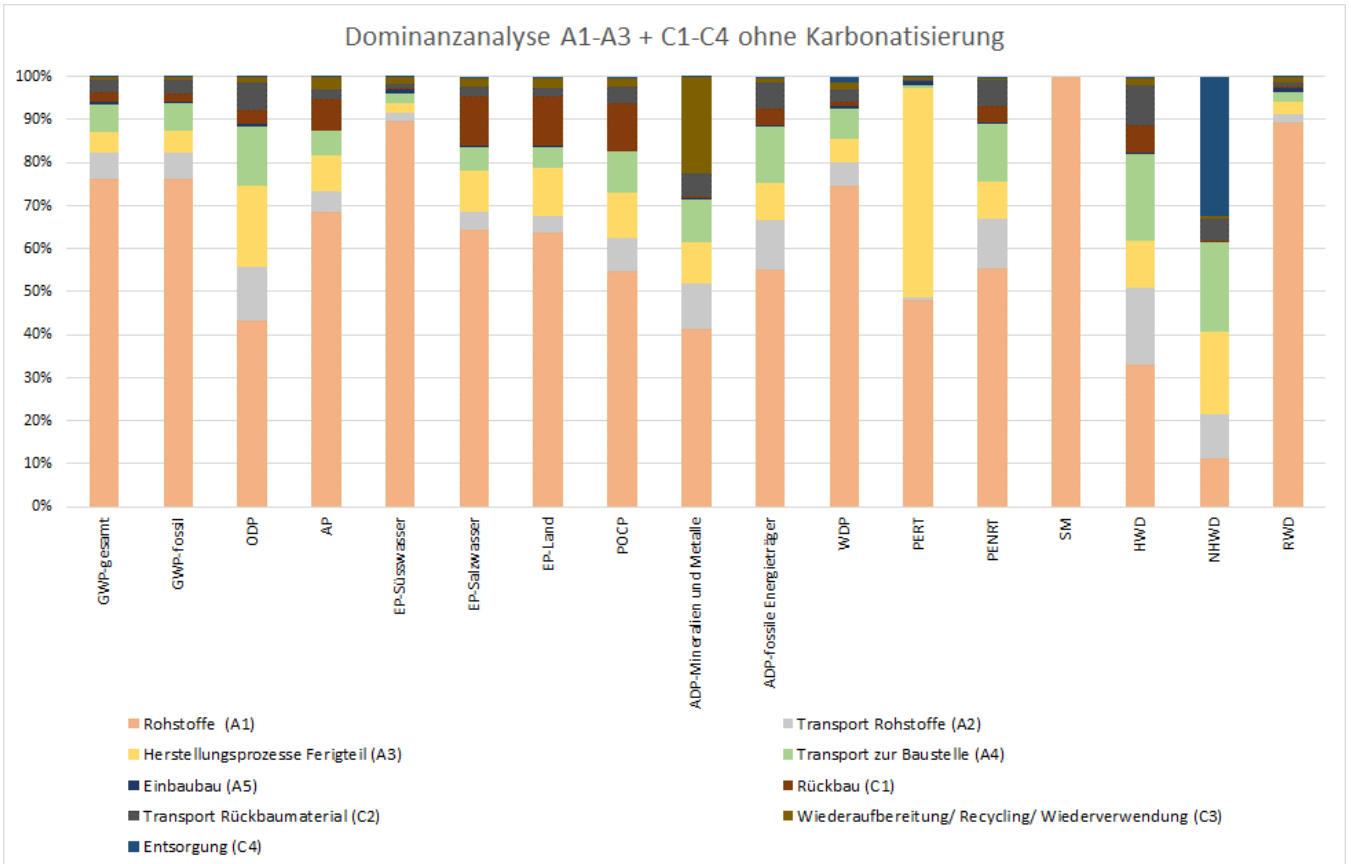


Abbildung 3: Dominanzanalyse Module A1-C4 Massivwand

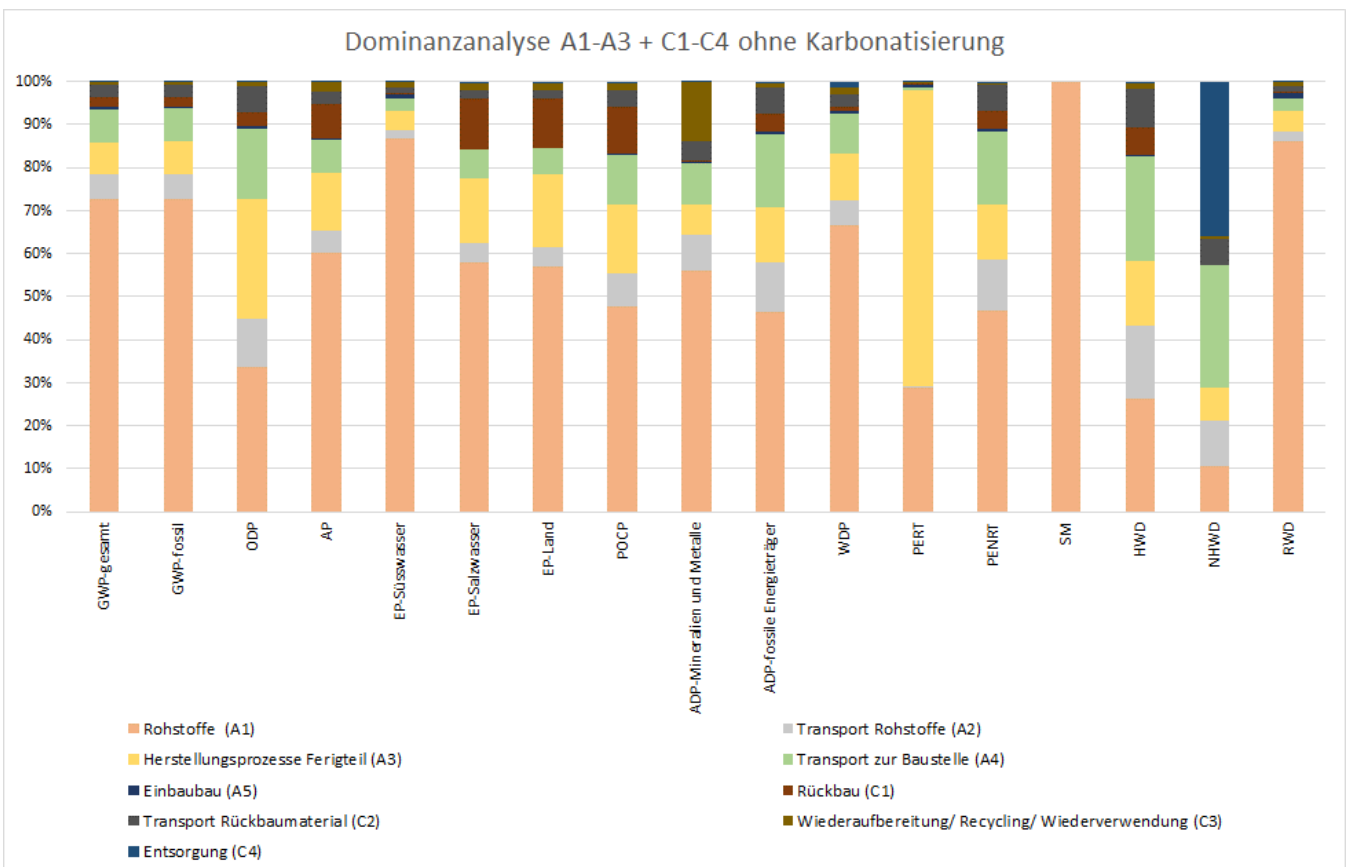


Abbildung 4: Dominanzanalyse Module A1-C4 Treppe

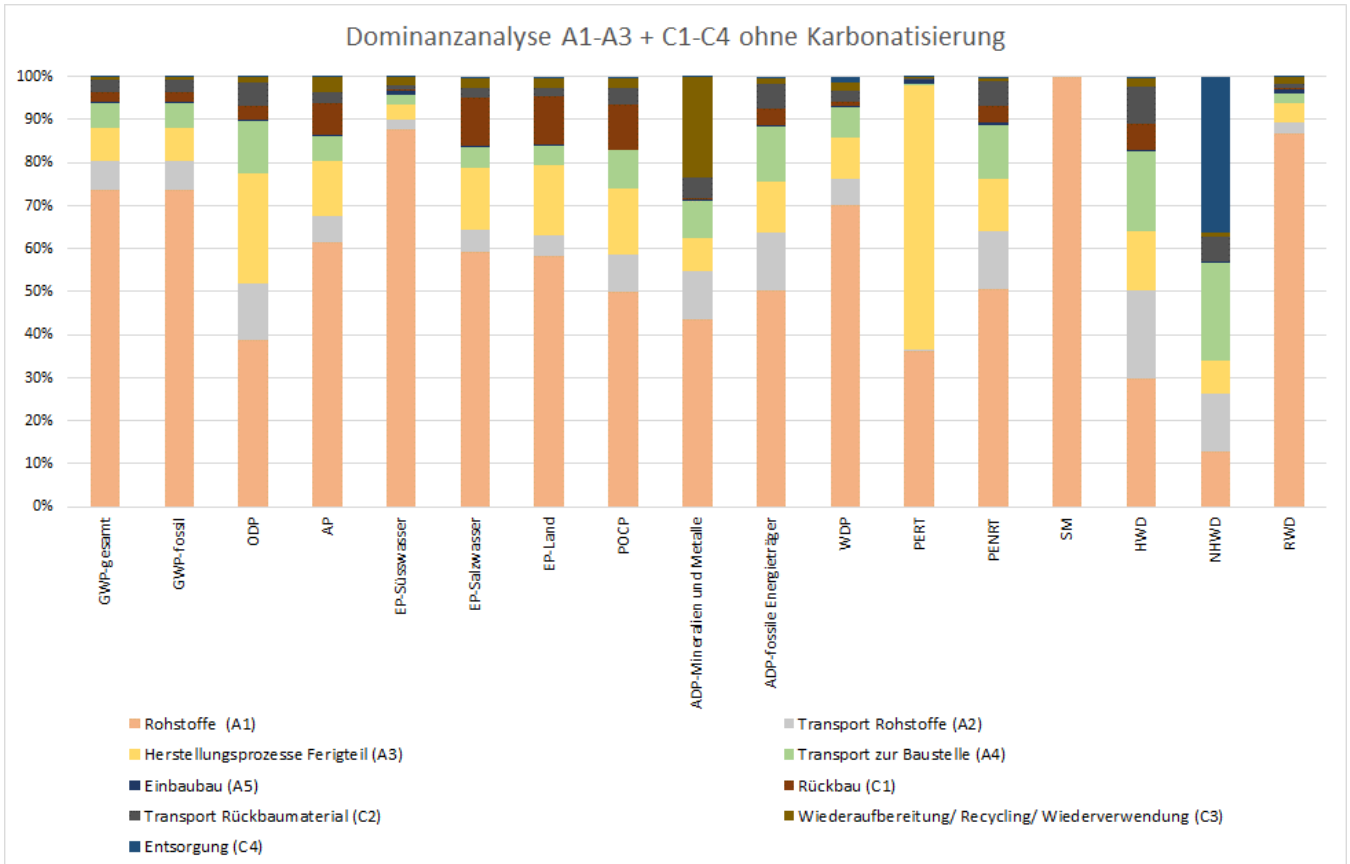


Abbildung 5: Dominanzanalyse Module A1-C4 Balkonplatte

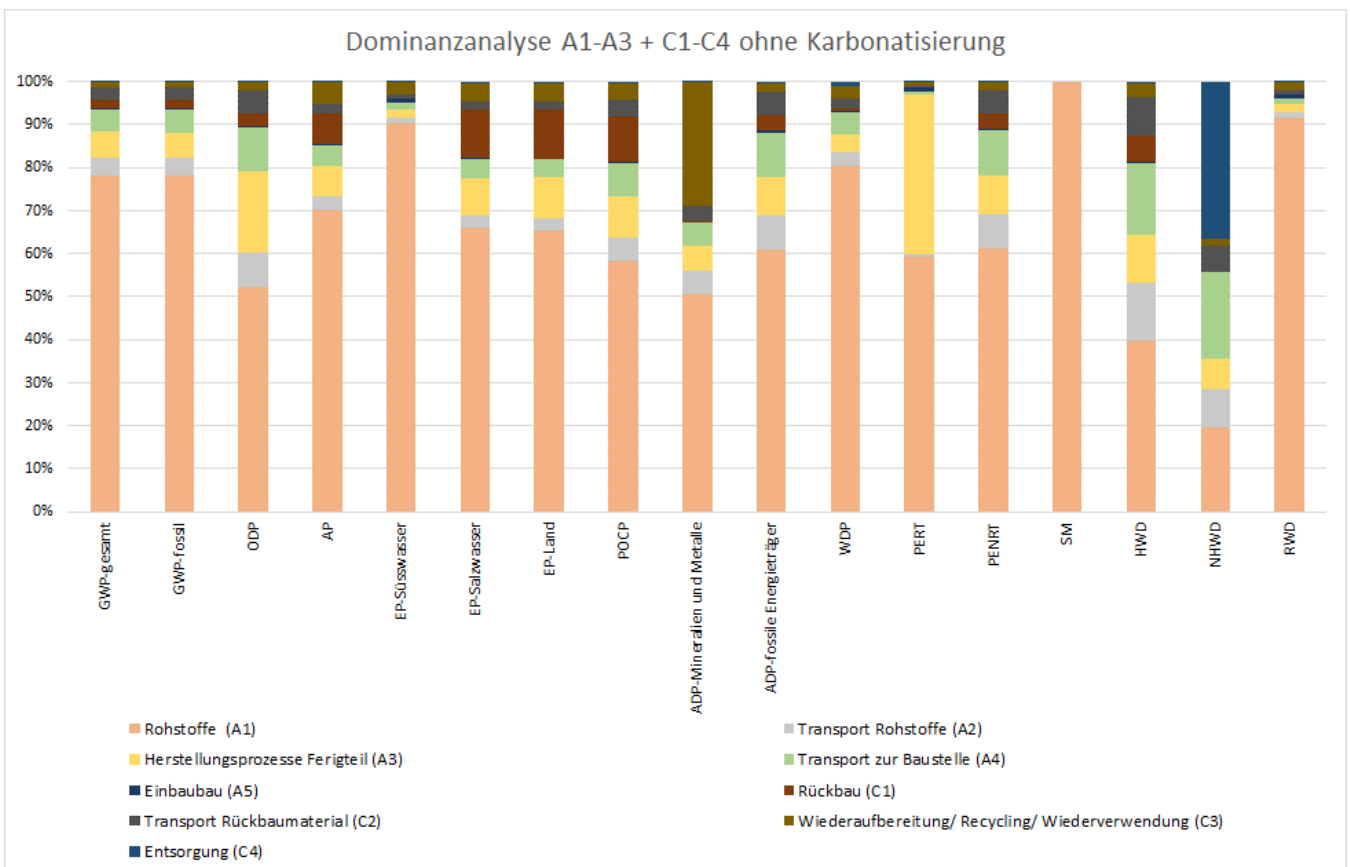


Abbildung 6: Dominanzanalyse Module A1-C4 Stütze

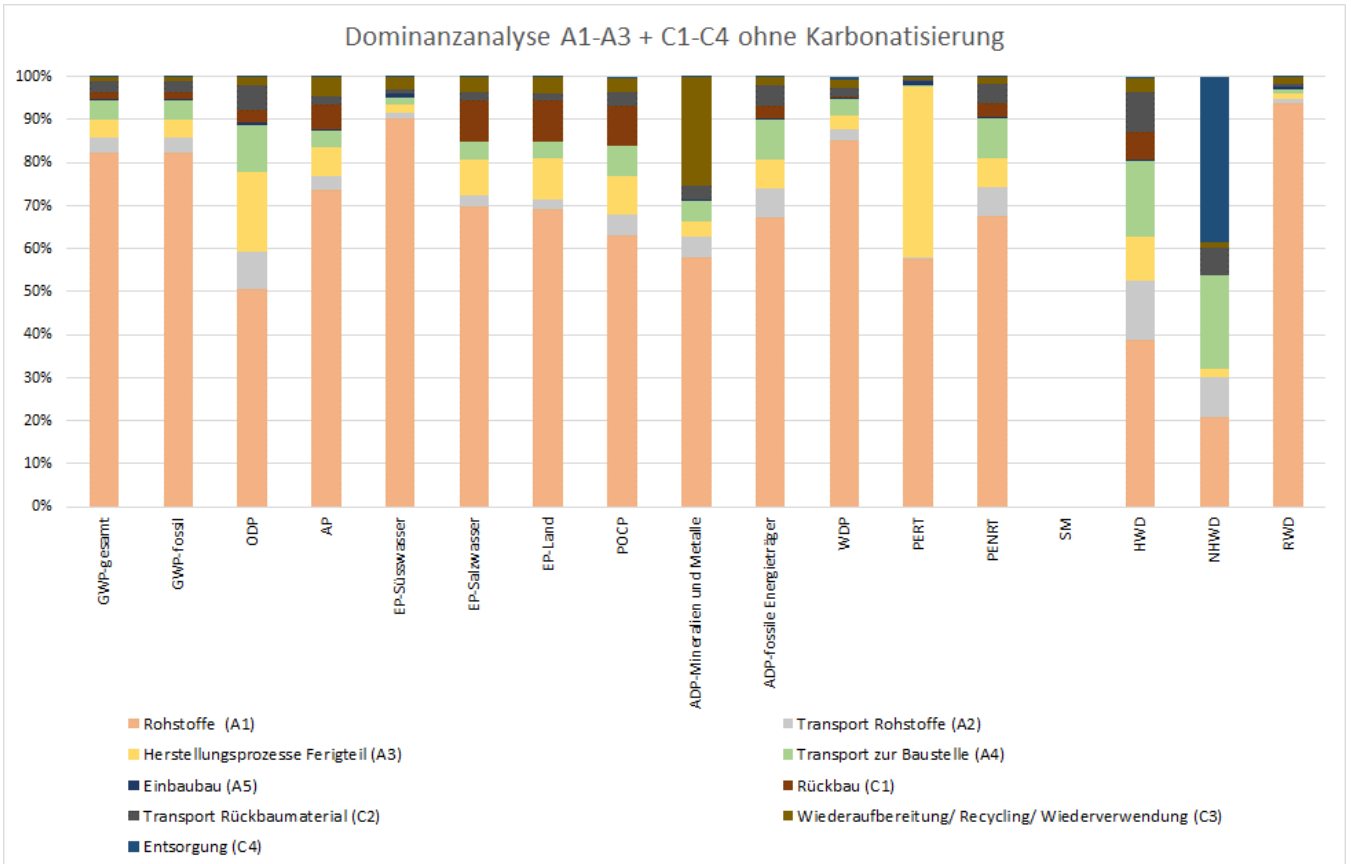


Abbildung 7: Dominanzanalyse Module A1-C4 Binder

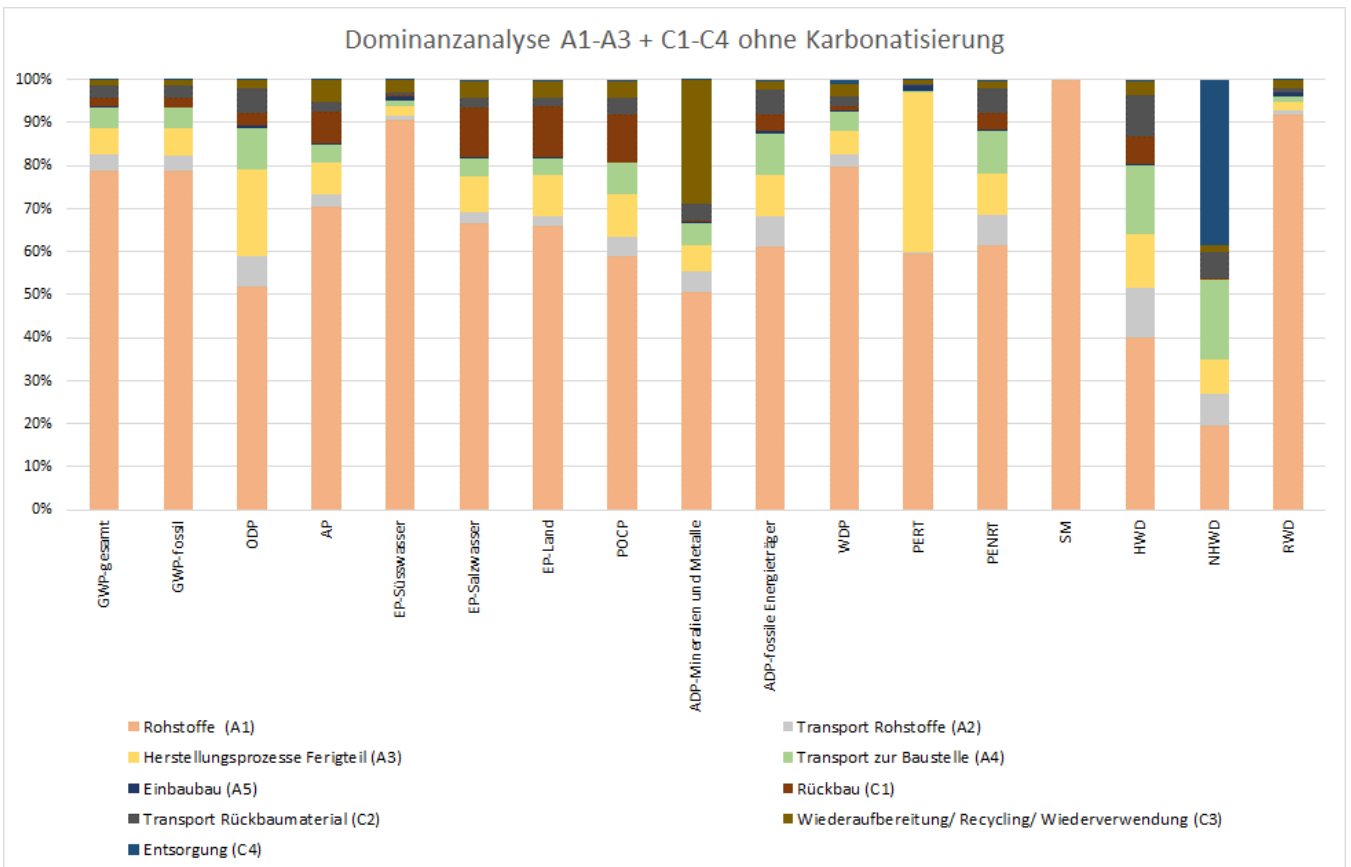


Abbildung 8: Dominanzanalyse Module A1-C4 Träger

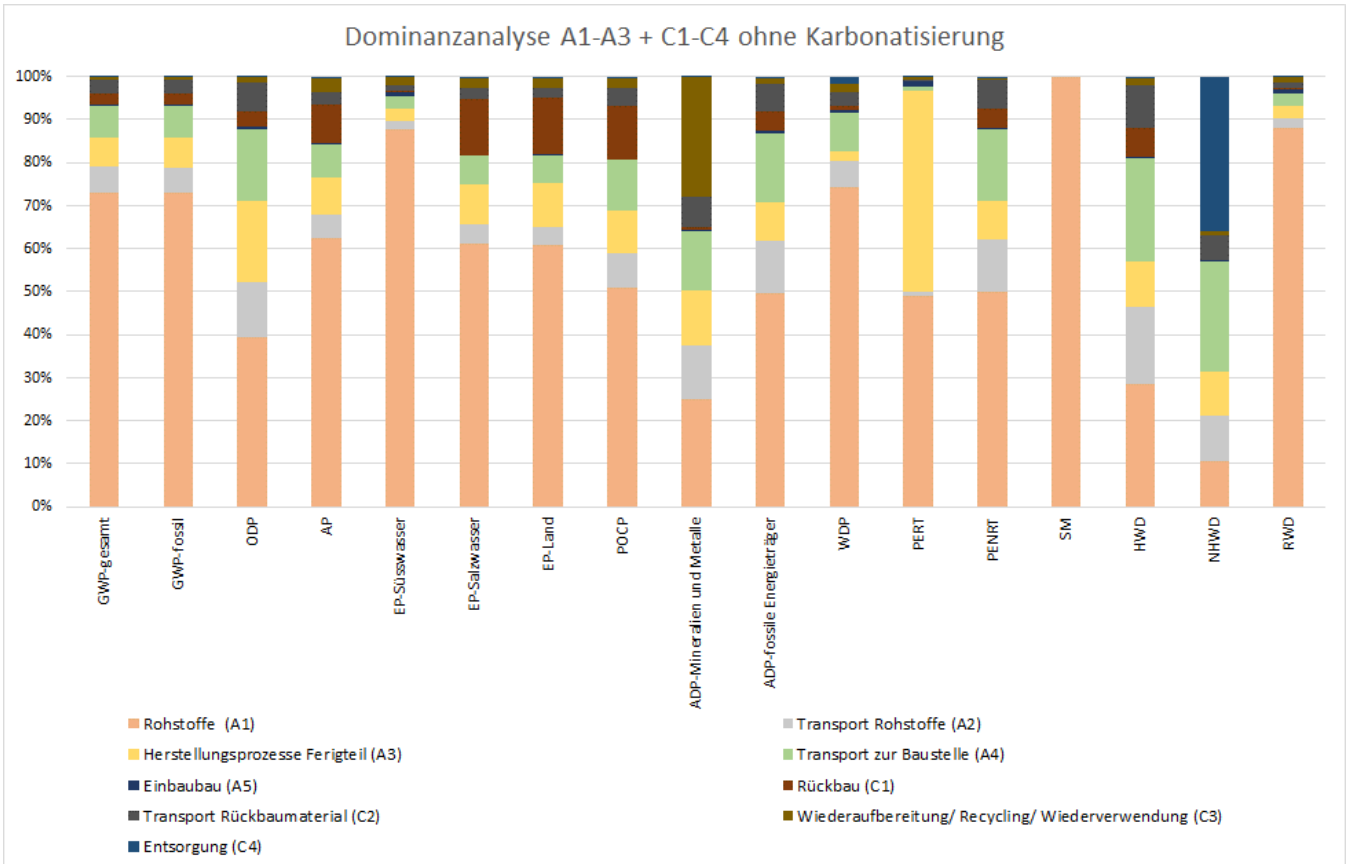


Abbildung 9: Dominanzanalyse Module A1-C4 Sandwichwand

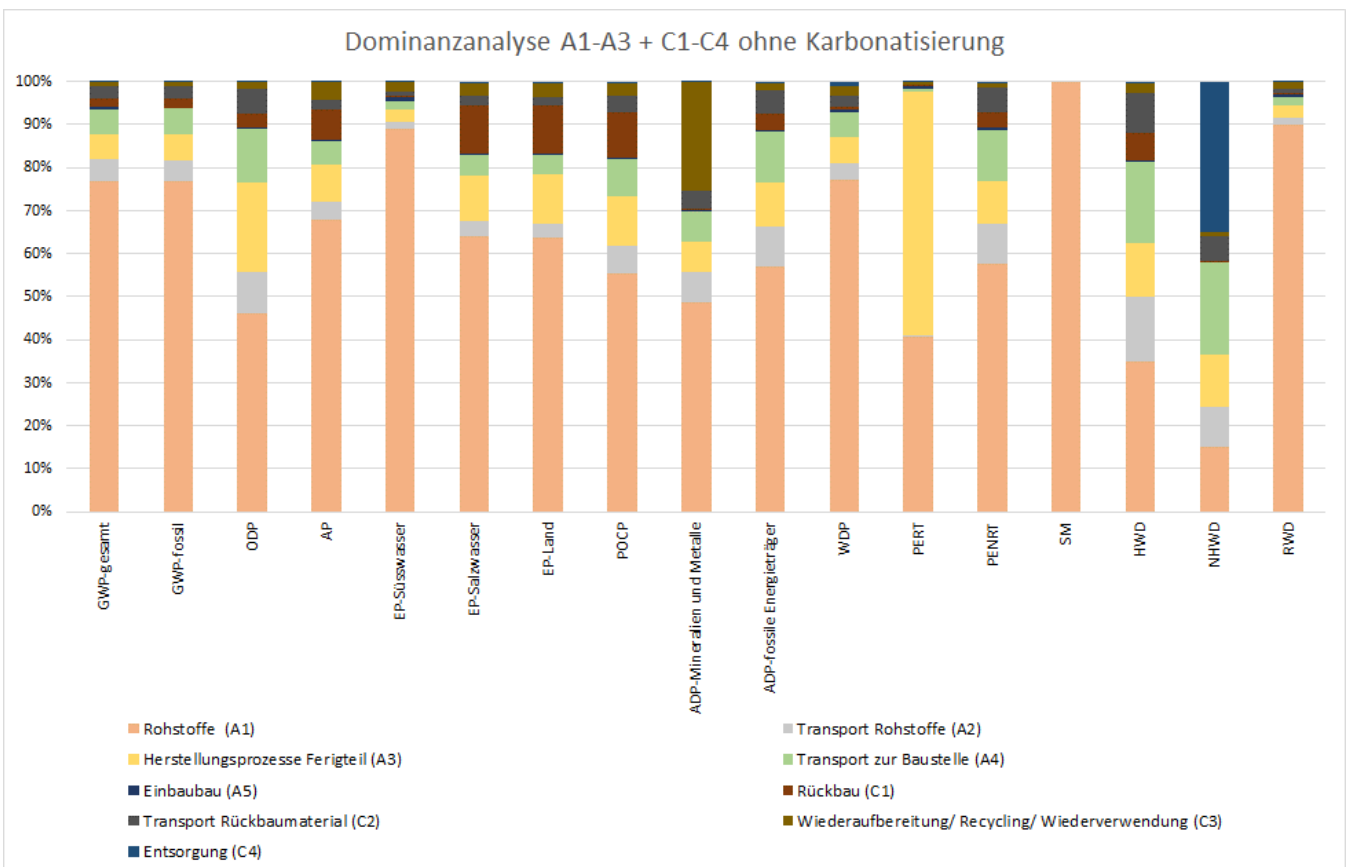


Abbildung 10: Dominanzanalyse Module A1-C4 Gesamtdurchschnitt

Abbildung 11 bis Abbildung 18 zeigen die Dominanzanalyse der Module A1 bis A3 für die betrachteten durchschnittlichen Betonfertigteile.

Auch für die A1-A3-Ergebnisse (bis auf NHWD) ist bei allen Hauptuntergruppen der größte Einfluss bei der Rohstoffherstellung (A1) zu erkennen. Die Module A2 und A3 haben über die gesamte Palette an Indikatoren gesehen einen gleichbedeutenden Einfluss.

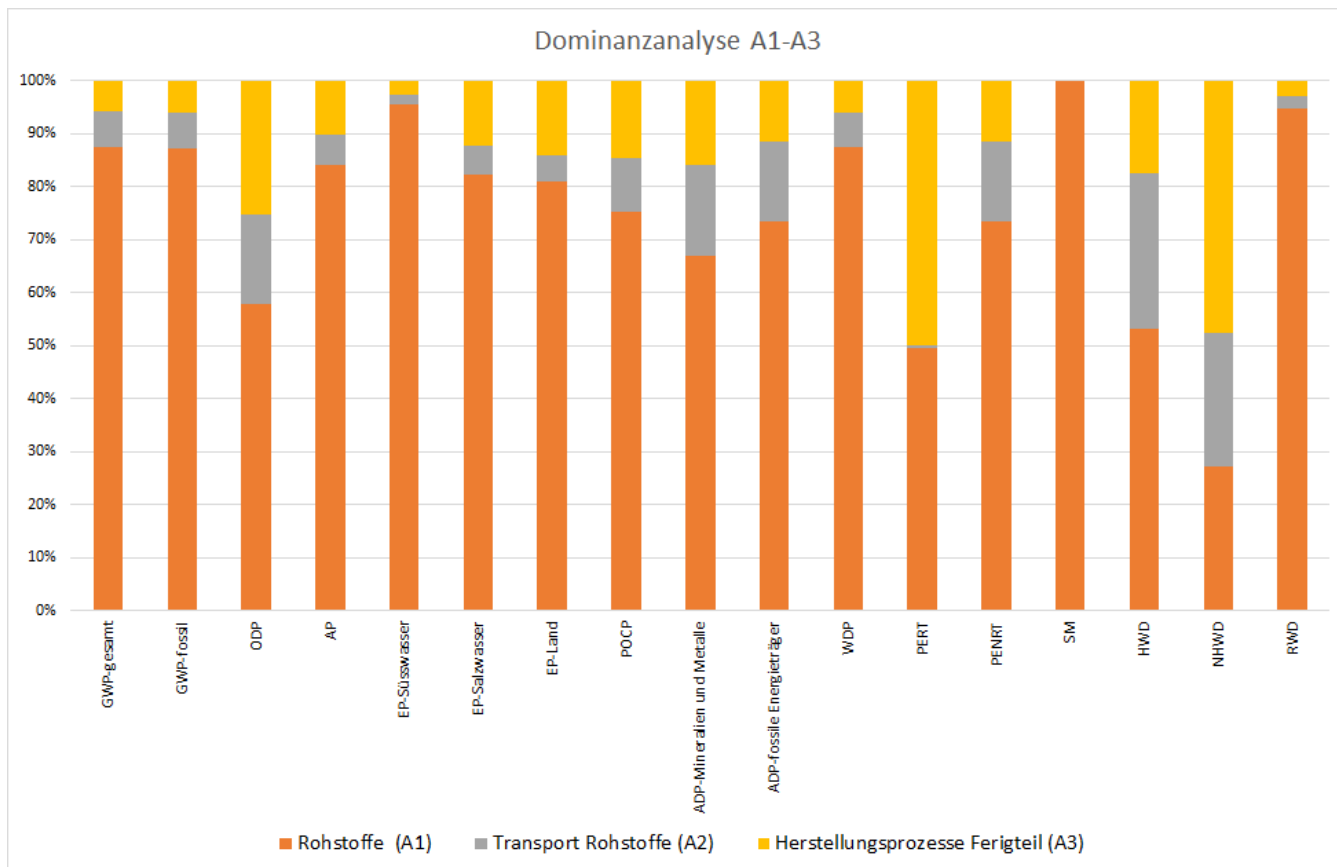


Abbildung 11: Dominanzanalyse Module A1-A3 Massivwand

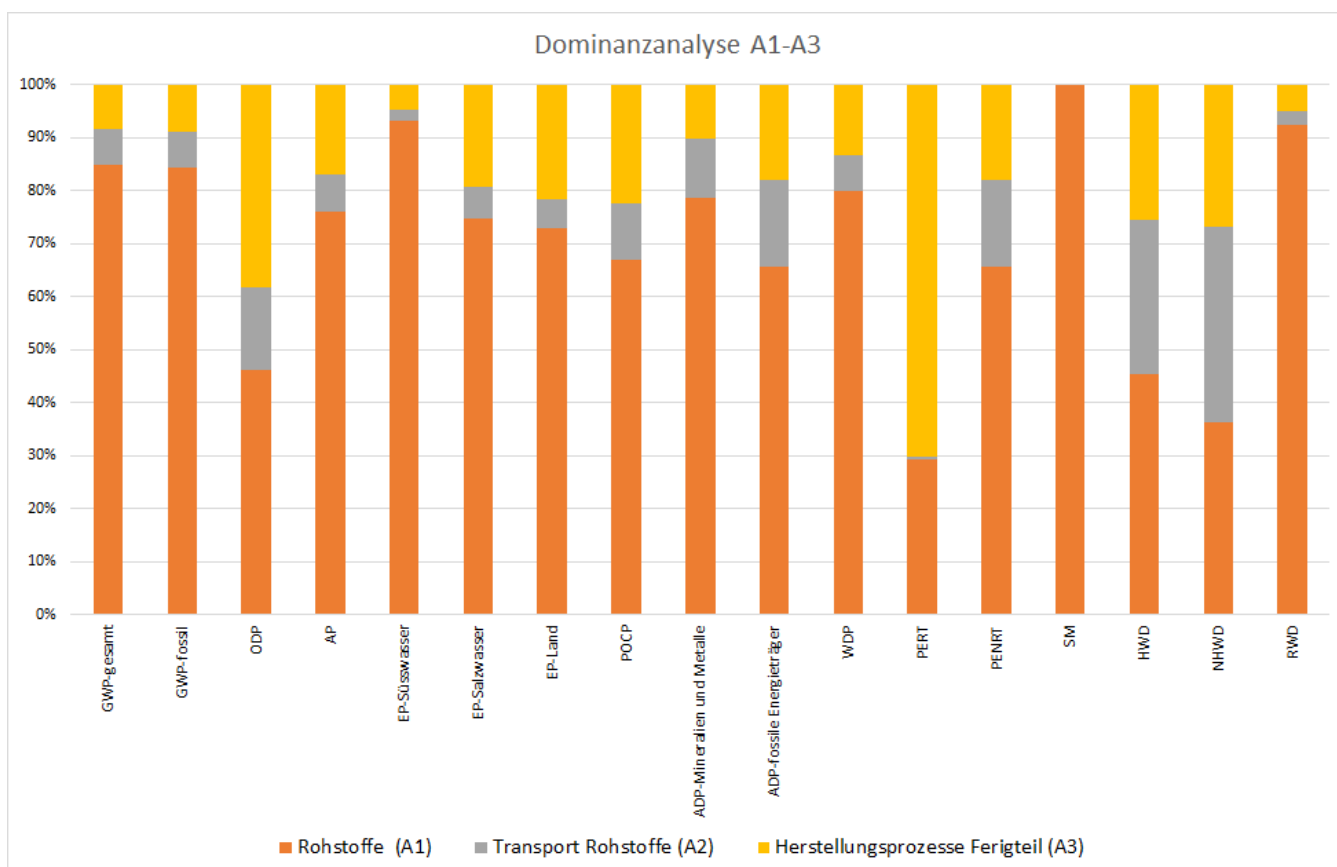


Abbildung 12: Dominanzanalyse Module A1-A3 Treppe

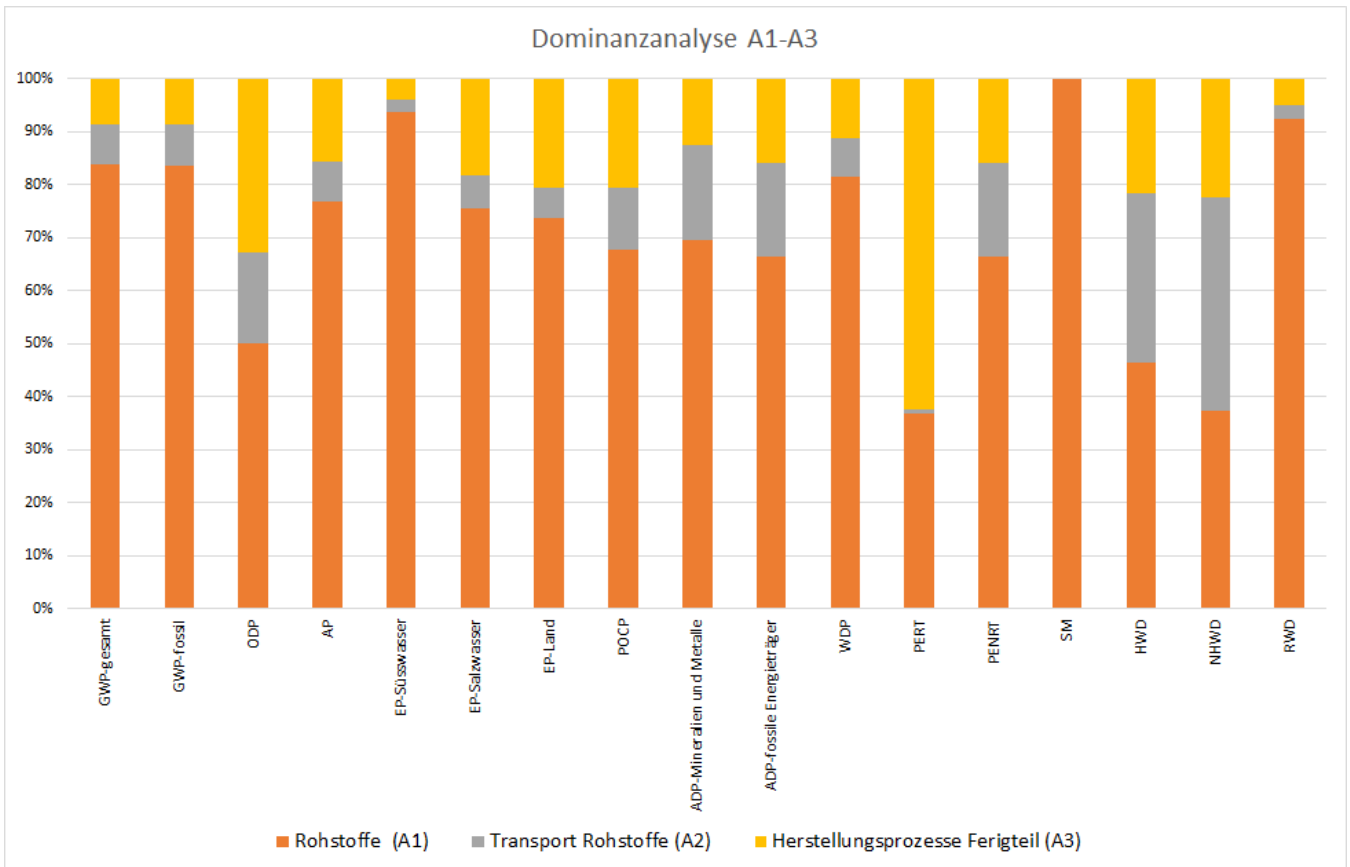


Abbildung 13: Dominanzanalyse Module A1-A3 Balkonplatte

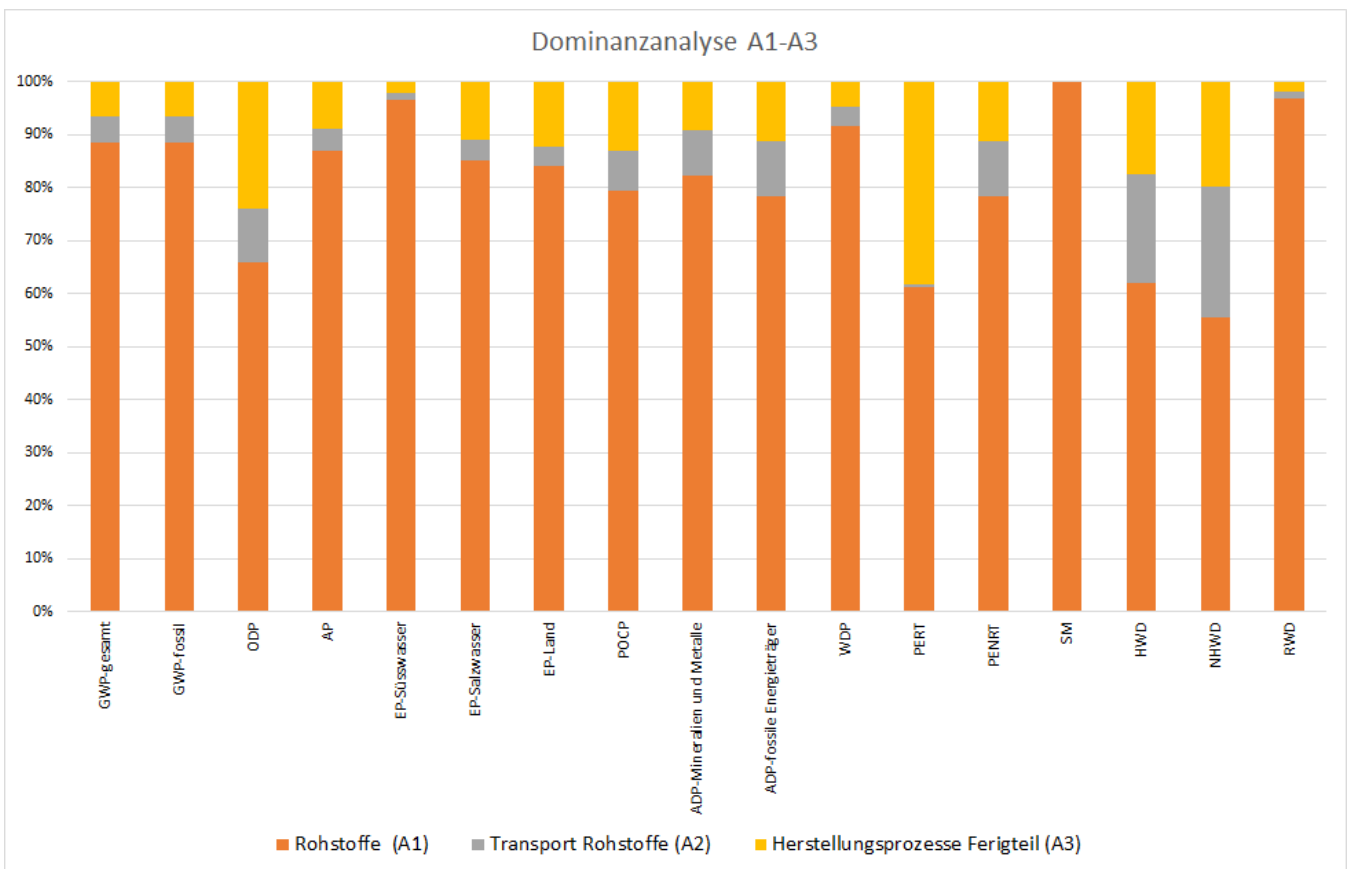


Abbildung 14: Dominanzanalyse Module A1-A3 Stütze

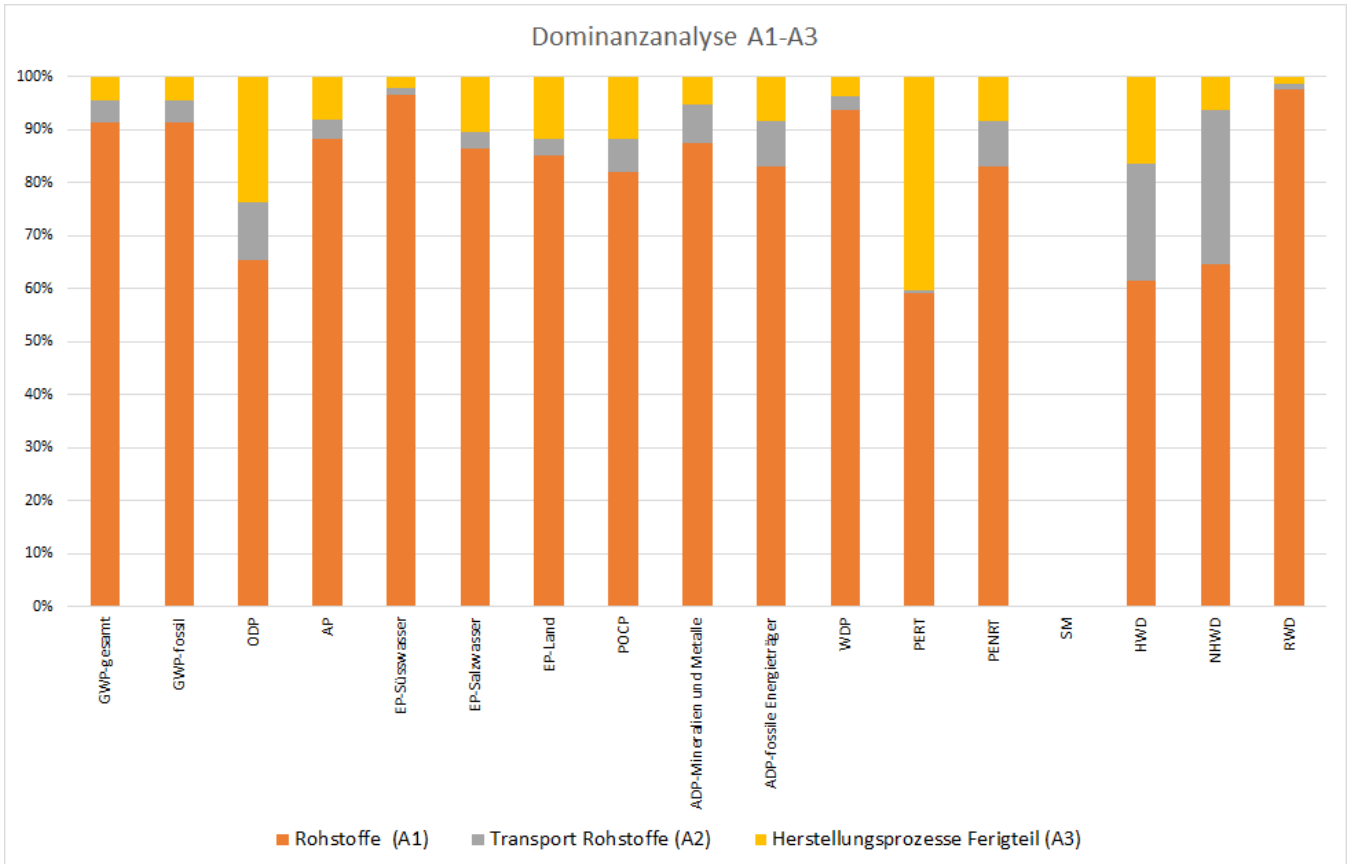


Abbildung 15: Dominanzanalyse Module A1-A3 Binder

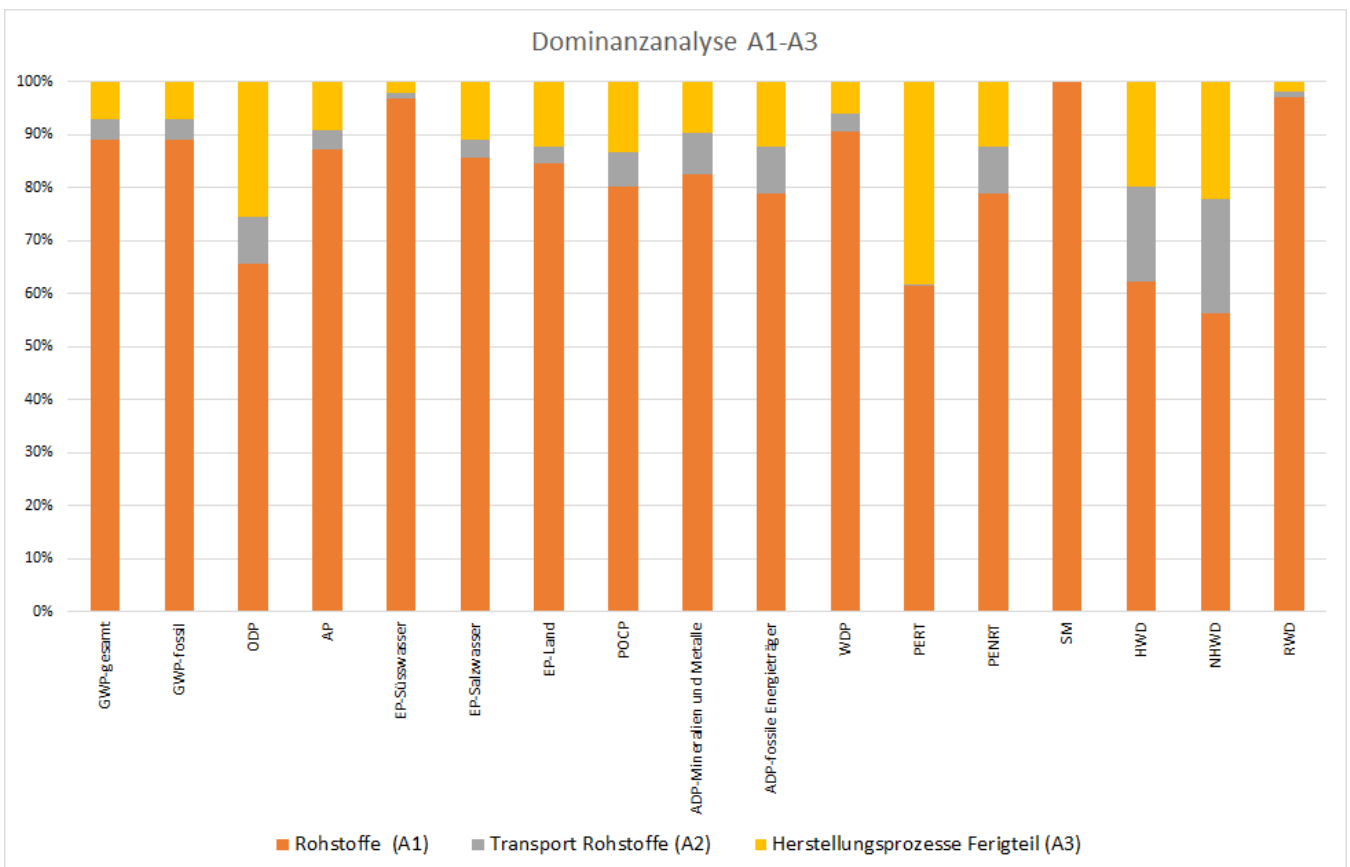


Abbildung 16: Dominanzanalyse Module A1-A3 Träger



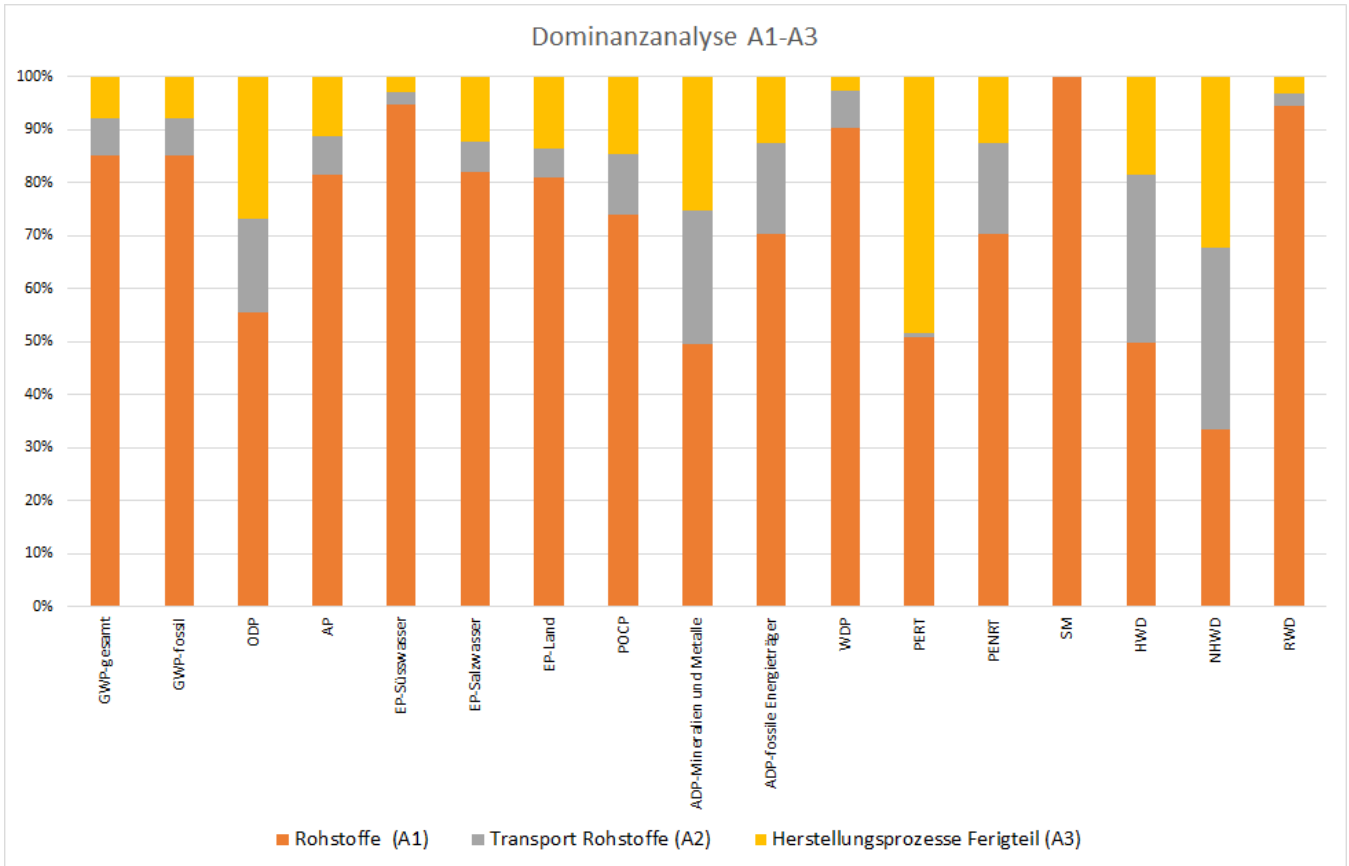


Abbildung 17: Dominanzanalyse Module A1-A3 Sandwichwand

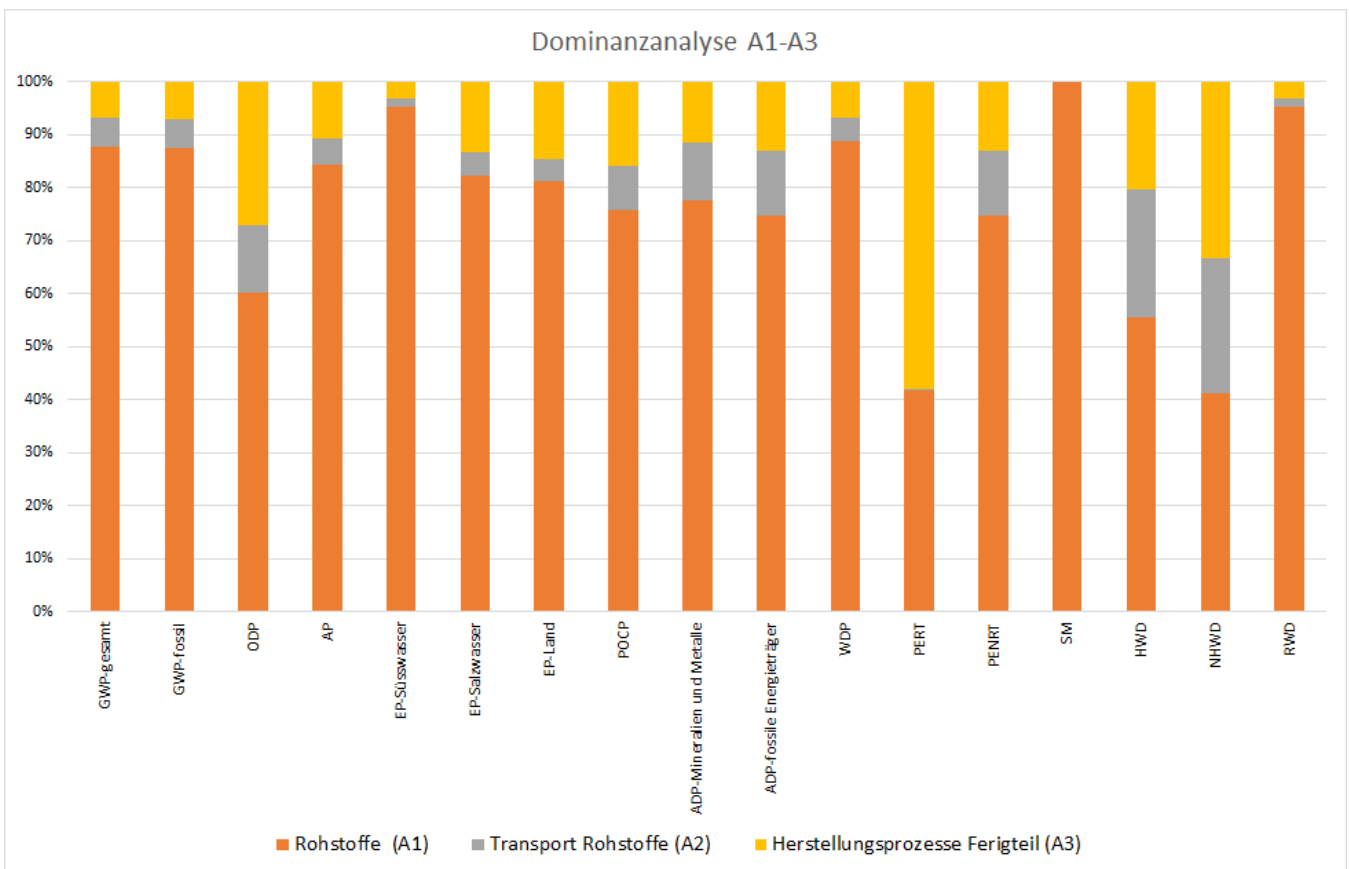


Abbildung 18: Dominanzanalyse Module A1-A3 Gesamtdurchschnitt

Abbildung 19 bis Abbildung 26 zeigen die Dominanzanalyse für das Module A1 für die betrachteten durchschnittlichen Betonfertigteile.

Hier ist bei allen Hauptuntergruppen der größte Einfluss auf den Großteil der Ergebnisse (ausgenommen sind hier vor allem SM und die Abfall-Indikatoren) beim Zement zu finden. Der Einfluss des Zements variiert stark in Abhängigkeit des Bewehrungsgehalts bzw. des Spannstahlanteils (Binder). Beim Indikator ADP-Mineralien und Metalle haben (mit Ausnahme für die Sandwichwand) die Betonzusatzstoffe (Gesteinsmehl) den größten Einfluss der eingesetzten Rohstoffe. Bei den Sekundärmaterialien (SM) haben das Recyclingwasser und ggf. die rezyklierte Gesteinskörnung den größten Einfluss. Bei einzelnen Hauptuntergruppen (z.B. Massivwand) erhöht der Einsatz von leichter Gesteinskörnung den Einfluss der gesamten eingesetzten Gesteinskörnungen.

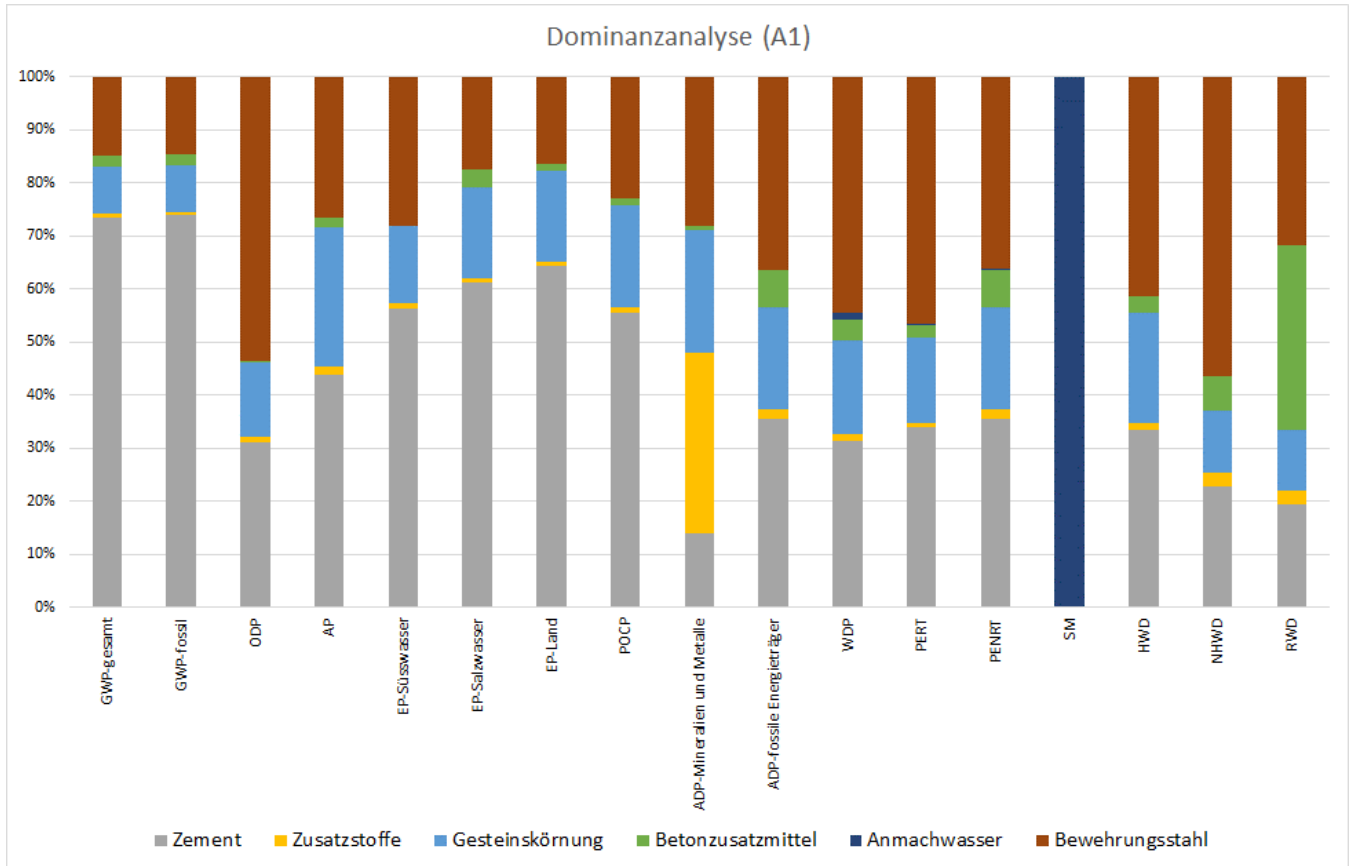


Abbildung 19: Dominanzanalyse Modul A1 Massivwand

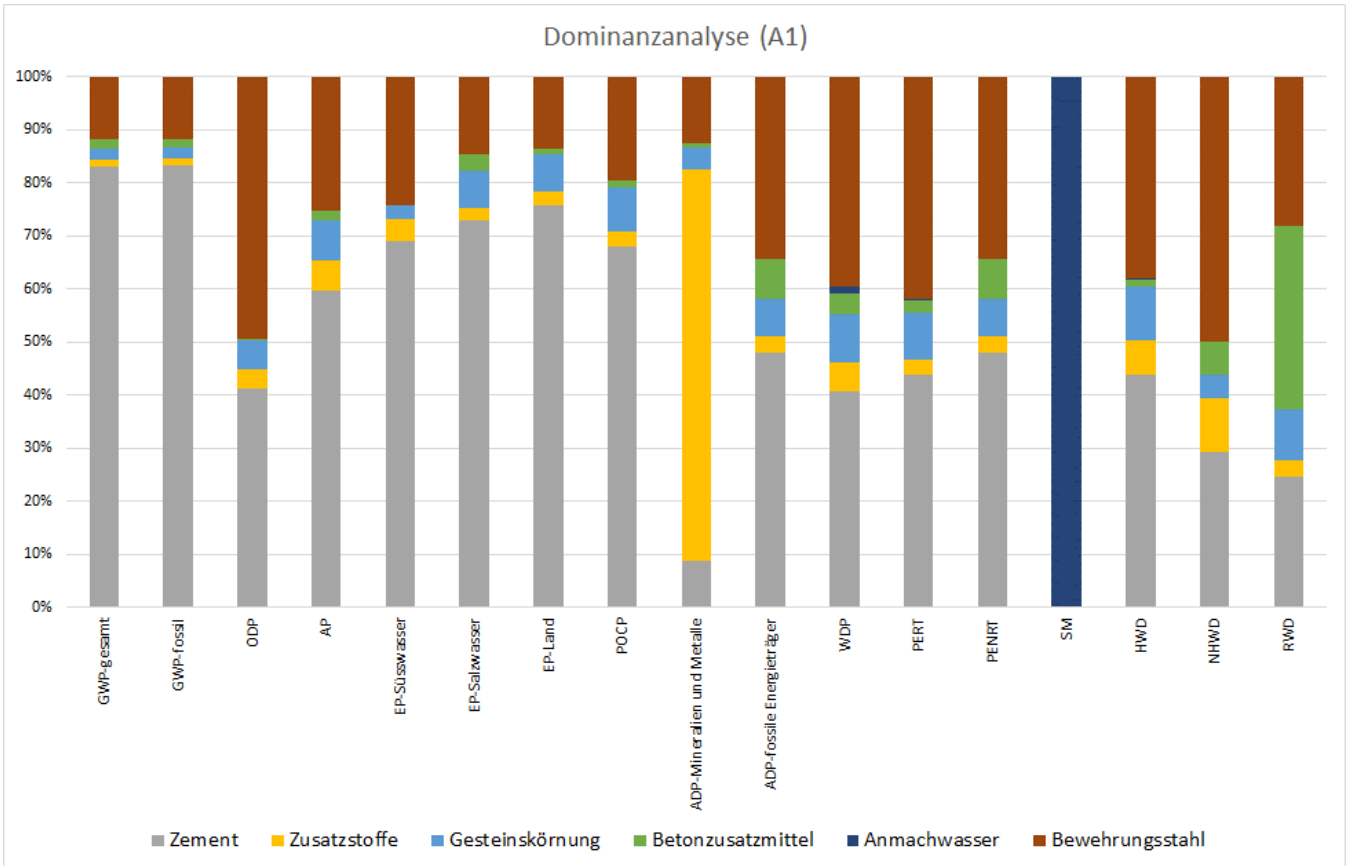


Abbildung 20: Dominanzanalyse Modul A1 Treppe

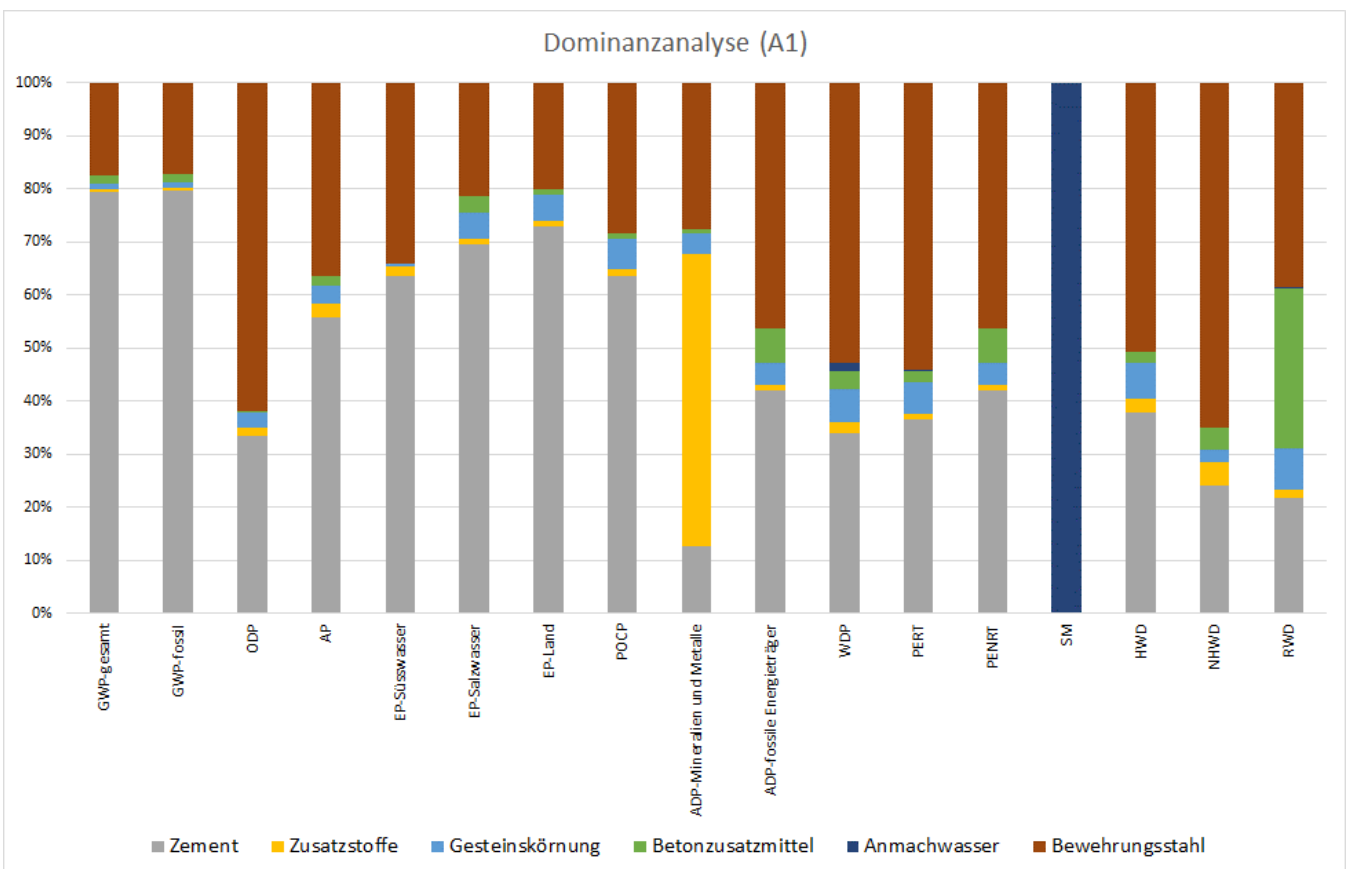


Abbildung 21: Dominanzanalyse Modul A1 Balkonplatte

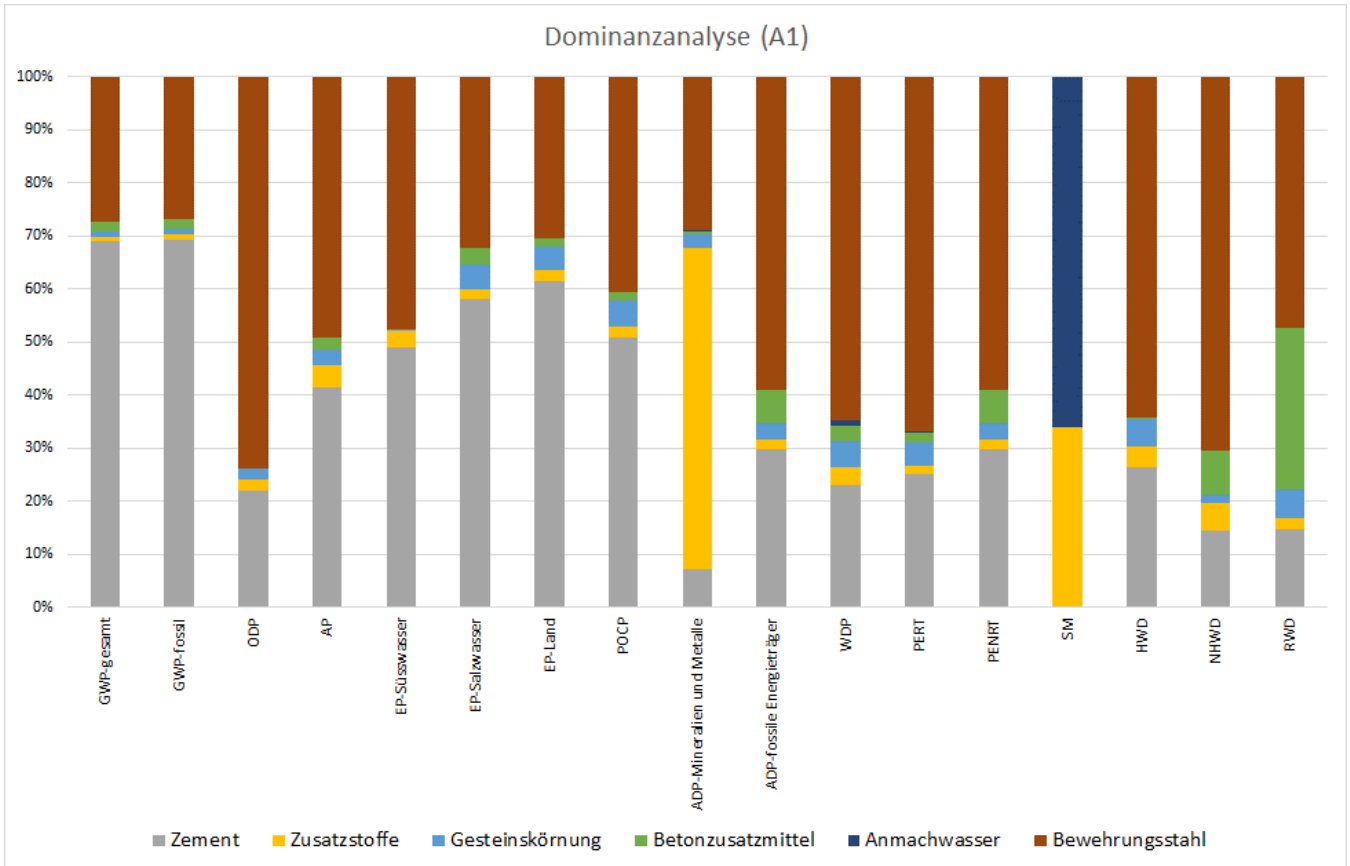


Abbildung 22: Dominanzanalyse Modul A1 Stütze

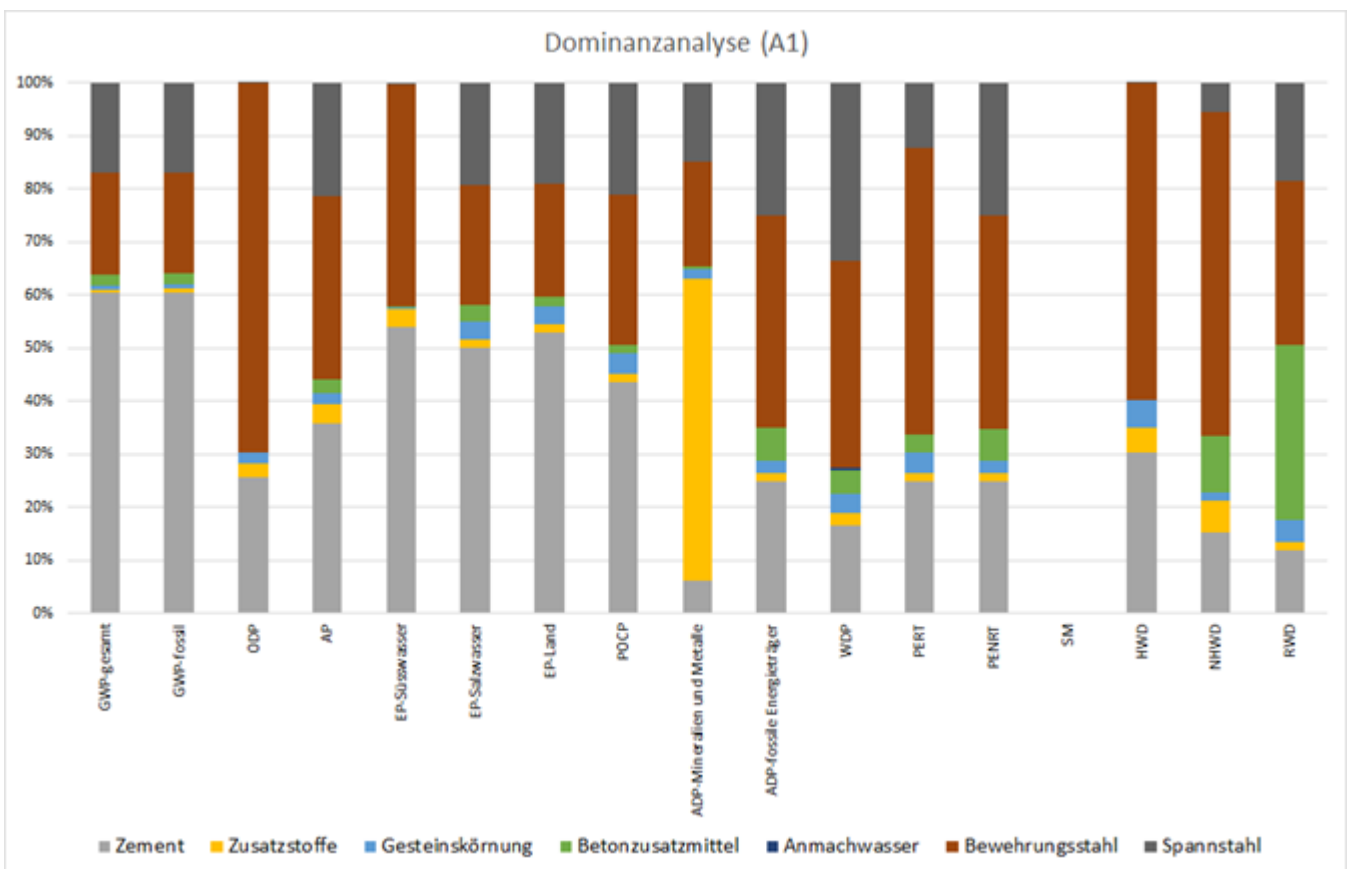


Abbildung 23: Dominanzanalyse Modul A1 Binder

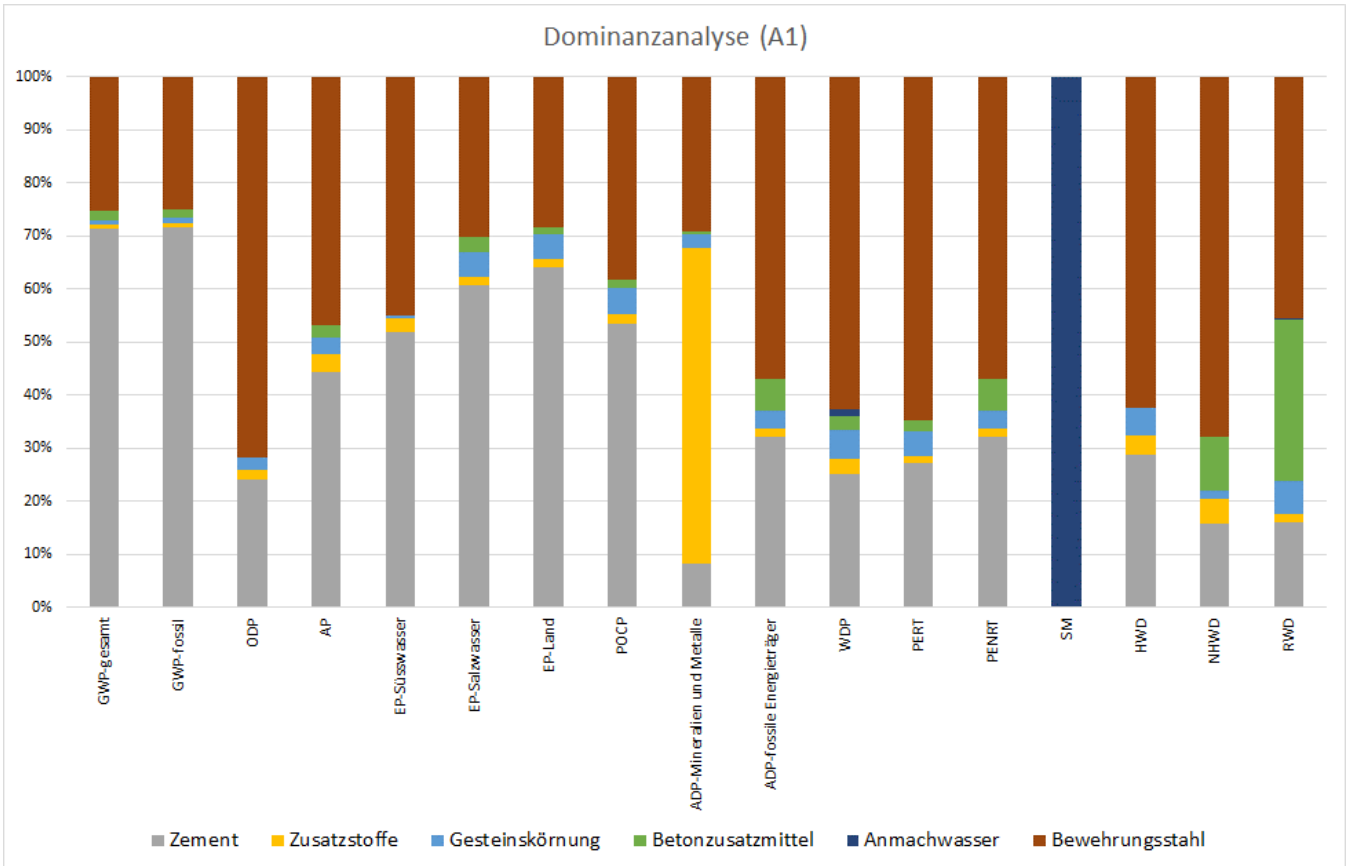


Abbildung 24: Dominanzanalyse Modul A1 Träger

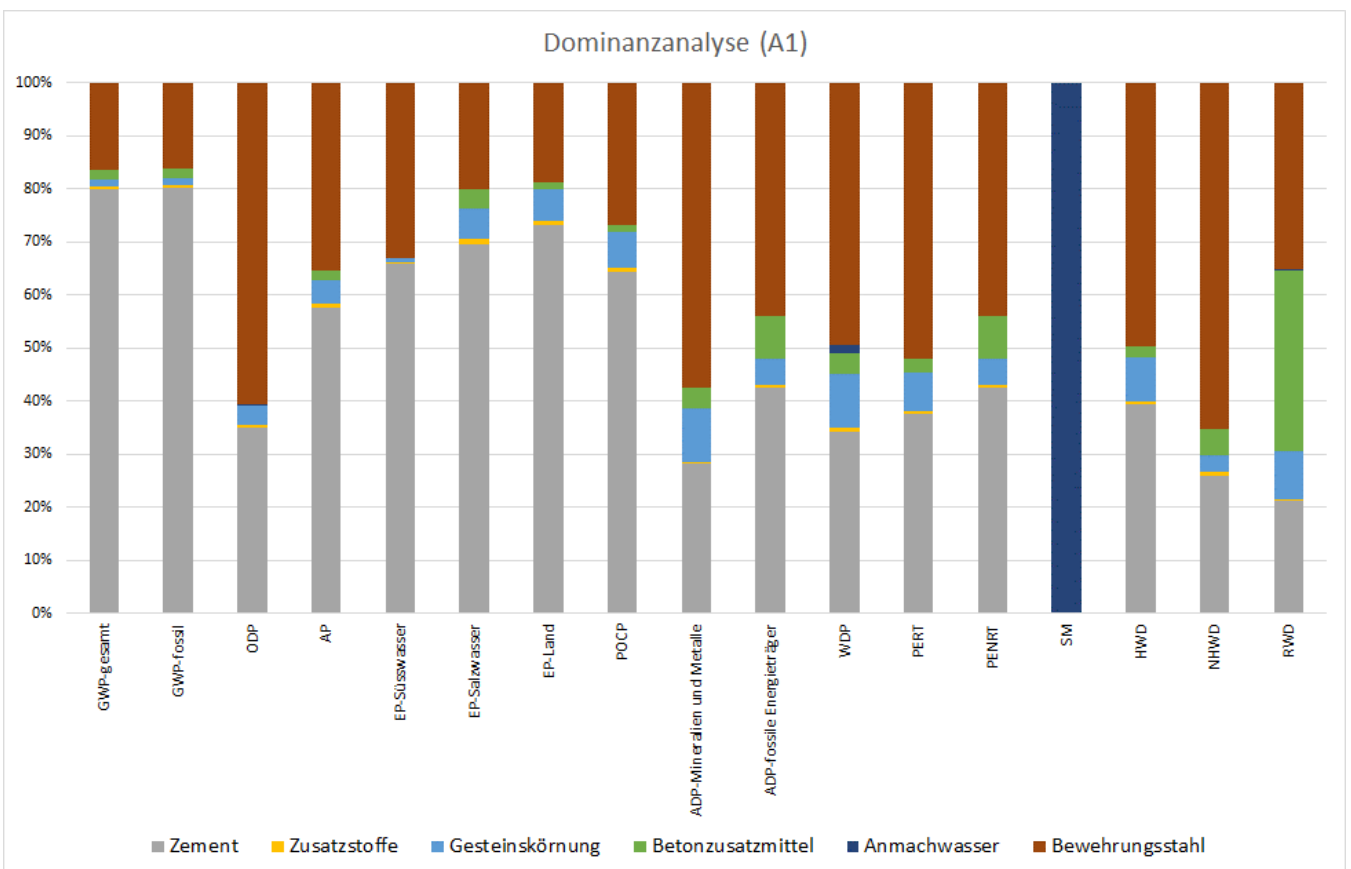


Abbildung 25: Dominanzanalyse Modul A1 Sandwichwand

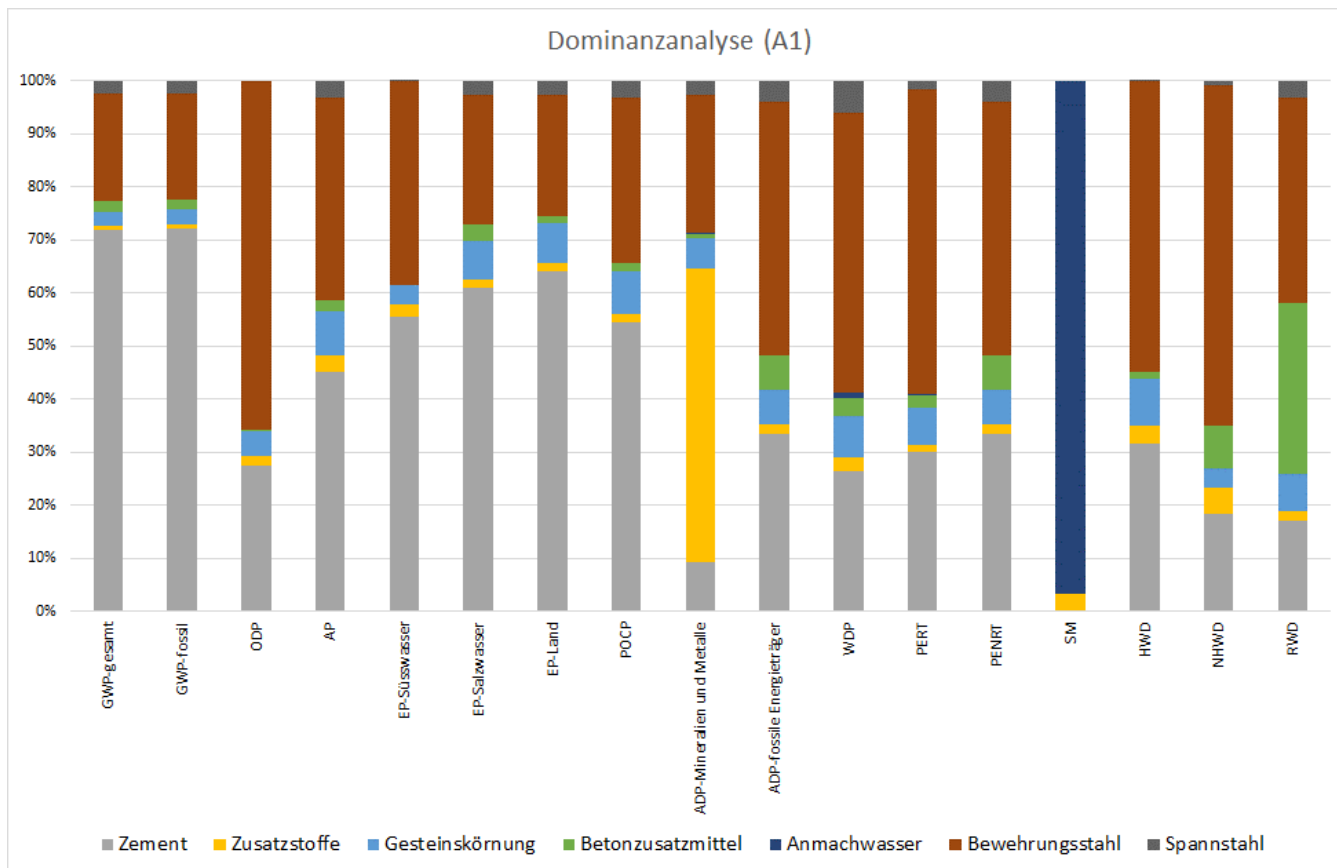


Abbildung 26: Dominanzanalyse Modul A1 Gesamtdurchschnitt

Zur Bewertung der Schwankung der Ergebnisse werden für den Gesamtdurchschnitt der betrachteten konstruktiven Hochbau-Fertigteile die maximalen und minimalen Werks-Ergebnisse dem Durchschnitt gegenübergestellt. Bezüglich des maximalen Ergebnisses ist zu erwähnen, dass in einem Werk Schleuderstützen mit einem Bewehrungsanteil >20 % als einziges Hochbau-Fertigteil hergestellt werden, was für dieses Werk bzw. Produkt ein entsprechend hohes Ergebnis bewirkt (z.B. GWP-gesamt ca. + 48 % im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt der betrachteten Werke). Aufgrund der verhältnismäßig geringen Produktionsmenge beeinflusst das Ergebnis für die Schleuderstützen bzw. für dieses Werk den Durchschnitt für die Stützen und den Gesamtdurchschnitt nur geringfügig. Klammert man das Werk mit der Schleuderstützenproduktion aus der Varianzbetrachtung aus, so erhält man zum Beispiel für das GWP-gesamt der betrachteten Werksdurchschnitte eine Schwankungsbreite von ca. -7 % bis ca. +18 % im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt der Werke, was die Stabilität der Auswertung bzw. ausgeglichene Herstellung der betrachteten Werke unterstreicht.

## 7 Literaturhinweise

- [1] *Bau EPD GmbH*: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 20.09.2023. Bau EPD Österreich, Wien, 2023.
- [2] *Bau EPD GmbH*: PCR Anleitungstexte für Beton und Betonelemente, PCR-Code 2.17, Stand 01.01.2024. Bau EPD Österreich, Wien, 2024.
- [3] ÖNORM EN 16757:2023. Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente. Austrian Standard Institute, Wien.
- [4] OIB-095.1-011/19:2019. Konsolidierte Fassung (15. März 2019) der Liste der Bauprodukte und der Anlagen A und B der Baustoffliste ÖA (Verordnung des OIB vom 15. August 2015 über die Baustoffliste ÖA, inklusive 1. Novelle) Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien.
- [5] ÖNORM EN 15804:2022. Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Austrian Standard Institute, Wien.
- [6] ÖNORM EN 206:2021. Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Austrian Standard Institute, Wien.
- [7] *Europäische Kommission*: Europäische Abfallartenkatalog (EAK). Europäische Kommission, Brüssel, 2021.
- [8] *floGeco GmbH*: Projektbericht - Ökobilanzrechner für Betonfertigteile - verifizierte Rechnerversion: 240419\_floGeco-EPD-Rechner\_v02. Bau EPD GmbH, Wien, 2024.
- [9] *ecoinvent Association*: ecoinvent Datenbank 3.9.1 – Systemmodell „Cut-Off by Classification“, <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/> [Zugriff am: 01.12.2023].
- [10] *Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ)*: Umwelt-Produktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A2 für österreichischen Durchschnittszement im Jahr 2017. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2020.
- [11] *Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB)*: Durchschnitts-EPD für Gesteinskörnungen - Natürliche GK 0/4 mm, rund - Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen - Natürliche GK 4/x mm, rund - Natürliche GK 4/x mm, gebrochen - Rezyklierte GK 0/x mm. SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe, Bern, 2018.
- [12] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Hardening Accelerators. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [13] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Set Accelerators. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [14] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Plasticisers and Superplasticisers. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [15] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Water Resisting Admixtures. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [16] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Air entrainers. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [17] *European Federation of Concrete Admixtures Associations Ltd. (EFCA)*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Concrete admixtures – Retarders. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2021.
- [18] *Sphera Solutions GmbH*: GaBi Datenbanken, <https://gabi.sphera.com/deutsch/databases/gabi-databases/> [Zugriff am: 01.12.2023].
- [19] *Lanxess Deutschland GmbH*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Iron Oxide Red Pigment (Fe2O3). Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2023.
- [20] *voestalpine Wire Austria GmbH*: ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION as per ISO 14025 and EN 15804 - Drawn Wire - Prestressing Wire and Strand. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Berlin, 2023.

- [21] *Bau EPD GmbH*: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 27.01.2023. Bau EPD Österreich, Wien, 2023.
- [22] CEN/TR 16970:2016. Nachhaltiges Bauen - Leitfaden für die Anwendung von EN 15804. Europäische Komitee für Normung CEN, Brüssel.
- [23] ÖNORM EN 16908:2022. Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln in Ergänzung zu EN 15804. Austrian Standard Institute, Wien.



## 8 Verzeichnisse und Glossar

### 8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm Herstellungsprozesse (A1-A3) Betonfertigteile inkl. Einbau (A4-A5) [3] .....	25
Abbildung 2: Typische Prozesse im Entsorgungsstadium von Betonelementen und deren Zuordnung zu den Lebenszyklusmodulen C1-C4 und D (Transportprozesse und Nutzungsphase werden nicht gezeigt) [3] .....	26
Abbildung 3: Dominanzanalyse Module A1-C4 Massivwand .....	50
Abbildung 4: Dominanzanalyse Module A1-C4 Treppe .....	50
Abbildung 5: Dominanzanalyse Module A1-C4 Balkonplatte .....	51
Abbildung 6: Dominanzanalyse Module A1-C4 Stütze .....	51
Abbildung 7: Dominanzanalyse Module A1-C4 Binder .....	52
Abbildung 8: Dominanzanalyse Module A1-C4 Träger .....	52
Abbildung 9: Dominanzanalyse Module A1-C4 Sandwichwand .....	53
Abbildung 10: Dominanzanalyse Module A1-C4 Gesamtdurchschnitt .....	53
Abbildung 11: Dominanzanalyse Module A1-A3 Massivwand .....	54
Abbildung 12: Dominanzanalyse Module A1-A3 Treppe .....	54
Abbildung 13: Dominanzanalyse Module A1-A3 Balkonplatte .....	55
Abbildung 14: Dominanzanalyse Module A1-A3 Stütze .....	55
Abbildung 15: Dominanzanalyse Module A1-A3 Binder .....	56
Abbildung 16: Dominanzanalyse Module A1-A3 Träger .....	56
Abbildung 17: Dominanzanalyse Module A1-A3 Sandwichwand .....	57
Abbildung 18: Dominanzanalyse Module A1-A3 Gesamtdurchschnitt .....	57
Abbildung 19: Dominanzanalyse Modul A1 Massivwand .....	58
Abbildung 20: Dominanzanalyse Modul A1 Treppe .....	59
Abbildung 21: Dominanzanalyse Modul A1 Balkonplatte .....	59
Abbildung 22: Dominanzanalyse Modul A1 Stütze .....	60
Abbildung 23: Dominanzanalyse Modul A1 Binder .....	60
Abbildung 24: Dominanzanalyse Modul A1 Träger .....	61
Abbildung 25: Dominanzanalyse Modul A1 Sandwichwand .....	61
Abbildung 26: Dominanzanalyse Modul A1 Gesamtdurchschnitt .....	62

### 8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktionswerke .....	6
Tabelle 2: Gesamtproduktionsmengen der betrachteten Hauptuntergruppen .....	7
Tabelle 3: Produktrelevante Normen .....	8
Tabelle 4: Technische Daten Hauptgruppe Massivwand .....	8
Tabelle 5: Technische Daten Hauptgruppe Treppe .....	9
Tabelle 6: Technische Daten Hauptgruppe Balkonplatte .....	9
Tabelle 7: Technische Daten Hauptgruppe Stütze .....	9
Tabelle 8: Technische Daten Hauptgruppe Binder .....	10
Tabelle 9: Technische Daten Hauptgruppe Träger .....	10
Tabelle 10: Technische Daten Hauptgruppe Sandwichwand .....	10
Tabelle 11: Technische Daten Hauptgruppe Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau .....	11
Tabelle 12: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Massivwand .....	12
Tabelle 13: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Massivwand .....	12
Tabelle 14: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Treppe .....	13
Tabelle 15: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Treppe .....	13
Tabelle 16: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Balkonplatte .....	13
Tabelle 17: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Balkonplatte .....	14
Tabelle 18: Grundstoffe / Hilfsstoffe Stütze .....	14
Tabelle 19: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Stütze .....	14
Tabelle 20: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Binder .....	15
Tabelle 21: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Binder .....	15
Tabelle 22: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Träger .....	15
Tabelle 23: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Träger .....	16
Tabelle 24: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Sandwichwand .....	16

Tabelle 25: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Sandwichwand\* ..... 16

Tabelle 26: Grundstoffe / Hilfsstoffe Beton Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau ..... 17

Tabelle 27: Grundstoffe / Hilfsstoffe Betonfertigteile Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau ..... 17

Tabelle 28: Referenz-Nutzungsdauern (RSL) nach ÖNORM EN 16757:2023 – Anhang F [3] ..... 19

Tabelle 29: Deklarierte Einheit Massivwand = 1 t ..... 20

Tabelle 30: Deklarierte Einheit Treppe = 1 t ..... 20

Tabelle 31: Deklarierte Einheit Balkonplatte = 1 t ..... 20

Tabelle 32: Deklarierte Einheit Stütze = 1 t ..... 20

Tabelle 33: Deklarierte Einheit Binder = 1 t ..... 21

Tabelle 34: Deklarierte Einheit Träger = 1 t ..... 21

Tabelle 35: Deklarierte Einheit Sandwichwand = 1 t ..... 21

Tabelle 36: Deklarierte Einheit Gesamtdurchschnitt konstruktive Fertigteile Hochbau = 1 t ..... 21

Tabelle 37: Deklarierte Lebenszyklusphasen ..... 22

Tabelle 38: Beschreibung des Szenarios „Transport zur Einbaustelle (A4) – Straße“ ..... 30

Tabelle 39: Beschreibung des Szenarios „Einbau in das Bauwerk (A5)“ ..... 31

Tabelle 40: Beschreibung des Szenarios „Rückbau (C1)“ ..... 32

Tabelle 41: Beschreibung des Szenarios „Transport Entsorgung (C2)“ ..... 32

Tabelle 42: Beschreibung des Szenarios „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“ ..... 33

Tabelle 43: Beschreibung des Szenarios „Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (Modul D)“ ..... 34

Tabelle 44: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Massivwand ..... 35

Tabelle 45: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Massivwand ..... 35

Tabelle 46: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Massivwand ..... 36

Tabelle 47: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Massivwand ..... 36

Tabelle 48: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Massivwand ..... 36

Tabelle 49: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Treppe ..... 37

Tabelle 50: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Treppe ..... 37

Tabelle 51: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Treppe ..... 37

Tabelle 52: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Treppe ..... 38

Tabelle 53: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Treppe ..... 38

Tabelle 54: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Balkonplatte ..... 38

Tabelle 55: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Balkonplatte ..... 39

Tabelle 56: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Balkonplatte ..... 39

Tabelle 57: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Balkonplatte ..... 39

Tabelle 58: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Balkonplatte ..... 39

Tabelle 59: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Stütze ..... 40

Tabelle 60: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Stütze ..... 40

Tabelle 61: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Stütze ..... 40

Tabelle 62: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Stütze ..... 41

Tabelle 63: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Stütze ..... 41

Tabelle 64: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Binder ..... 41

Tabelle 65: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Binder ..... 42

Tabelle 66: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Binder ..... 42

Tabelle 67: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Binder ..... 42

Tabelle 68: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Binder ..... 42

Tabelle 69: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Träger ..... 43

Tabelle 70: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Träger ..... 43

Tabelle 71: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Träger ..... 43

Tabelle 72: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Träger ..... 44

Tabelle 73: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Träger ..... 44

Tabelle 74: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Sandwichwand ..... 44

Tabelle 75: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Sandwichwand ..... 45

Tabelle 76: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Sandwichwand ..... 45

Tabelle 77: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Sandwichwand ..... 45

Tabelle 78: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Sandwichwand ..... 45

Tabelle 79: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne Gesamtdurchschnitt ..... 46

Tabelle 80: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne Gesamtdurchschnitt ..... 46

Tabelle 81: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne Gesamtdurchschnitt ..... 46

Tabelle 82: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne Gesamtdurchschnitt ..... 47

Tabelle 83: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne Gesamtdurchschnitt ..... 47

### 8.3 Abkürzungen

#### 8.3.1 Abkürzungen gemäß ÖNORM EN 15804

EPD	Umweltproduktdeklaration (en: environmental product declaration)
PKR	Produktkategorieregeln, (en: product category rules)
LCA	Ökobilanz, (en: life cycle assessment)
LCI	Sachbilanz, (en: life cycle inventory analysis)
LCIA	Wirkungsabschätzung, (en: life cycle impact assessment)
RSL	Referenz-Nutzungsdauer, (en: reference service life)
ESL	Voraussichtliche Nutzungsdauer, (en: estimated service life)
EPBD	Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden, (en: Energy Performance of Buildings Directive)
GWP	Treibhauspotenzial (en: global warming potential)
ODP	Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (en: depletion potential of the stratospheric ozone layer)
AP	Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (en: acidification potential of soil and water)
EP	Eutrophierungspotenzial (en: eutrophication potential)
POCP	Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (en: formation potential of tropospheric ozone)
ADP	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen (en: abiotic depletion potential)"

#### 8.3.2 Abkürzungen gemäß vorliegender PKR

CE-Kennz.	franz. Communauté Européenne = „Europäische Gemeinschaft“ oder Conformité Européenne, soviel wie „Übereinstimmung mit EU-Richtlinien“
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (de: Verordnung über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe)

**Eigentümer und Herausgeber**

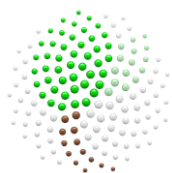
Bau EPD GmbH  
 Seidengasse 13/3  
 1070 Wien  
 Österreich

Tel +43 699 15 900 500  
 Mail [office@bau-epd.at](mailto:office@bau-epd.at)  
 Web [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

**Programmbetreiber**

Bau EPD GmbH  
 Seidengasse 13/3  
 1070 Wien  
 Österreich

Tel +43 699 15 900 500  
 Mail [office@bau-epd.at](mailto:office@bau-epd.at)  
 Web [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

**Ersteller der Ökobilanz**

floGeco GmbH  
 Hinteranger 61d  
 A-6161 Natters  
 Österreich

Tel +43 664 13 51 523  
 Fax  
 Mail [office@flogeco.com](mailto:office@flogeco.com)  
 Web [www.flogeco.com](http://www.flogeco.com)

**Inhaber der Deklaration**

Verband Österreichischer Beton- und  
 Fertigteilwerke (VÖB)  
 Gablenzgasse 3/5. OG  
 A-1150 Wien  
 Österreich

Tel +43 01 403 48 00  
 Fax +43 01 403 48 00 19  
 Mail [office@voeb.co.at](mailto:office@voeb.co.at)  
 Web [www.voeb.com](http://www.voeb.com)