

UMWELT-PRODUKTDOKUMENTATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	Holcim (Deutschland) GmbH
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhälter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-HOL-20240212-IBA2-DE
Ausstellungsdatum	03.09.2024
Gültig bis	02.09.2029

Vorgespanntes carbonfaserbewehrtes Betonelement CPC 40-2-2 Holcim (Deutschland) GmbH

www.ibu-epd.com | <https://epd-online.com>



1. Allgemeine Angaben

Holcim (Deutschland) GmbH

Programmhalter

IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V.
Hegelplatz 1
10117 Berlin
Deutschland

Deklarationsnummer

EPD-HOL-20240212-IBA2-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln:

Betonfertigteile, 01.08.2021
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen
Sachverständigenrat (SVR))

Ausstellungsdatum

03.09.2024

Gültig bis

02.09.2029



Dipl.-Ing. Hans Peters
(Vorstandsvorsitzende/r des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Florian Pronold
(Geschäftsführer/in des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)

Vorgespanntes carbonfaserbewehrtes Betonelement CPC 40-2-2

Inhaber der Deklaration

Holcim (Deutschland) GmbH
Tropowitzstraße 5
22529 Hamburg
Deutschland

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 m² carbonfaserbewehrtes Betonelement (CPC-Betonelement) der Dicke
CPC 40-2-2.

Gültigkeitsbereich:

Die Deklaration deckt 100% der Herstellung der carbonfaserbewehrten
Betonelemente CPC 40-2-2 im Werk der Vetra Betonfertigteilwerke GmbH
in Essen (Oldenburg) ab.
Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und
Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen,
Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.

Die EPD wurde nach den Vorgaben der EN 15804+A2 erstellt. Im
Folgenden wird die Norm vereinfacht als *EN 15804* bezeichnet.

Verifizierung

Die Europäische Norm EN 15804 dient als Kern-PCR

Unabhängige Verifizierung der Deklaration und Angaben gemäß ISO
14025:2011

☐

intern

☒

extern



Dr. Niels Jungbluth,
(Unabhängige/-r Verifizierer/-in)

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

CPC-Betonelemente sind im Fertigteilwerk hergestellte dünne Betonfertigteilplatten mit vorgespannter Carbonbetonbewehrung und basieren auf der «carbon prestressed concrete»-Technologie. Zur Betonage wird ein hochfester Beton mit der Druckfestigkeitsklasse C80/95 verwendet mit den Ausgangsstoffen Zement, Zusatzstoffe, Sand, Splitt und Additiven. Für die Verwendung des Produkts gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen am Ort der Verwendung, in Deutschland zum Beispiel die Bauordnungen der Länder, und die technischen Bestimmungen aufgrund dieser Vorschriften.

CPC-Betonelemente sind über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) Nr. Z-71.3-42 geregelt. In der Zulassung ist eine komplette statische Bemessung der CPC-Betonplatten enthalten. Damit lassen sich verschiedene Bauteile, wie Treppenstufen, Beläge, Balkonplatten und Außenwandbekleidungen individuell bemessen. Aber auch Modulbrücken können mit CPC-Betonplatten einfach und ressourcenschonend erstellt werden.

2.2 Anwendung

Die filigranen und dennoch belastbaren Platten eignen sich für zahlreiche Anwendungen im Bauwesen und im Landschaftsbau. Mit CPC-Platten können u.a. folgende Bauprodukte realisiert werden:

- Fuß- und Radwegbrücken
- Brückenbeläge
- Balkonplatten
- Treppen
- Bodenplatten
- Fassadenelemente
- Betonmöbel

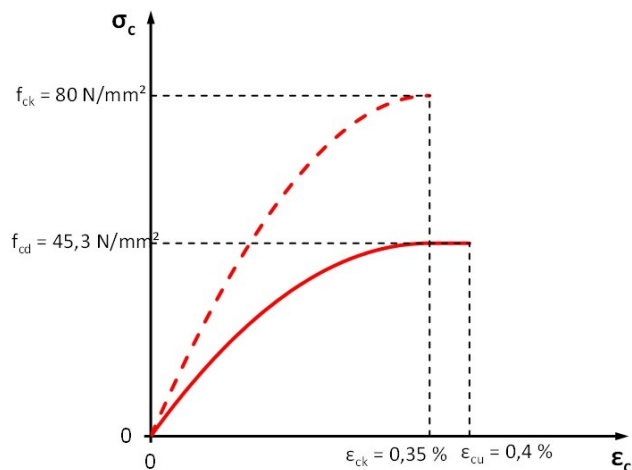
2.3 Technische Daten

Carbonbewehrung

d_t	=	1 mm	Durchmesser eines Rovings
A_t	=	0.445 mm ²	Carbonnettofläche eines Rovings
f_{tk}	=	4.450 N/mm ²	Charakteristische Zugfestigkeit des Rovings
E_{cdm}	=	230.000 N/mm ²	Elastizitätsmodul des Rovings
γ_t	=	1,25	Teilsicherheitsfaktor
α_t	=	0,85	Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitauswirkungen
$f_{td,100a}$	=	3.030 N/mm ²	Bemessungswert der Zugfestigkeit des Rovings
ϵ_{sk0}	=	1,94 %	Charakteristische Dehnung eines Rovings
ϵ_{sd}	=	1,32 %	Dehnung bei Erreichen des Bemessungswertes des Rovings
σ_{p0m}	=	2.000 N/mm ²	Spannung im Roving zum Zeitpunkt t=0 nach Absetzen der Vorspannkraft
$\sigma_{p0,fav}$	=	1.800 N/mm ²	Vorspannkraft, günstig wirkend unter Berücksichtigung der Langzeitverluste
$\sigma_{p0,unfav}$	=	2.100 N/mm ²	Vorspannkraft, ungünstig wirkend unter Berücksichtigung der Langzeitverluste

Beton

f_{dk}	=	80 N/mm ²	Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons
f_{cd}	=	45,3 N/mm ²	Bemessungswert der Betondruckfestigkeit
f_{ctm}	=	5,2 N/mm ²	Mittelwert der zentrischen Betonzugfestigkeit
E_{cdm}	=	42.000 N/mm ²	Elastizitätsmodul als Tangente im Ursprung der Spannungs-Dehnungs-Linie (Beton)
ϵ_{ck}	=	0,35 %	Dehnung beim Höchstwert der Betondruckspannung
γ_c	=	1,5	Teilsicherheitsfaktor des Betons
α_{ct}	=	0,85	Beiwert zur Berücksichtigung der Langzeitauswirkungen auf den Beton
XF4, XM2			Expositionsklassen



Abkürzungen und Begriffe

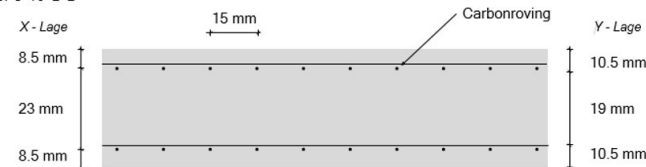
b_w	[mm]	Kleinste Querschnittsbreite
h	[mm]	Plattenstärke
N	[-]	Anzahl Bewehrungsdrähte in Haupttragrichtung
L	[-]	Anzahl Bewehrungslagen in Haupttragrichtung
σ_{cp}	[N/mm ²]	Betondruckspannung infolge Vorspannung

Leistungswerte des Produkts in Bezug auf dessen Merkmale nach der maßgebenden technischen Bestimmung (keine CE-Kennzeichnung).

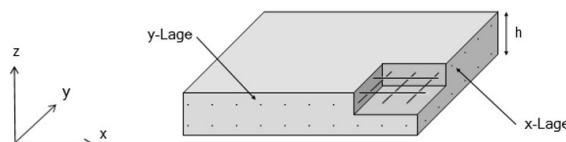
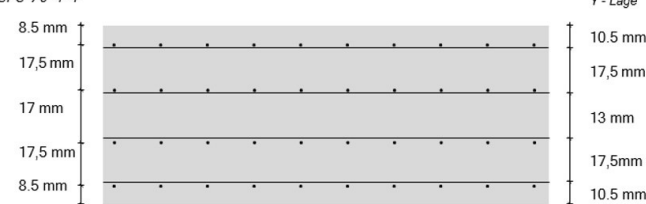
2.4 Lieferzustand

Die Elemente werden in den Dicken 4 und 7 cm hergestellt mit den maximalen Abmessungen 3,5 x 17 m (für die EPD zum Element in 7 cm Dicke, siehe eigene EPD).

CPC 40-2-2



CPC 70-4-4



2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Die CPC-Betonelemente bestehen aus folgenden Komponenten:

Carbonbewehrung < 1,0 M.-%

Beton:

Zement < 20 M.-%
 Zusatzstoffe < 10 M.-%
 Sand und Splitt < 70 M.-%
 Additive < 1 M.-%
 Wasser < 10 M.-%

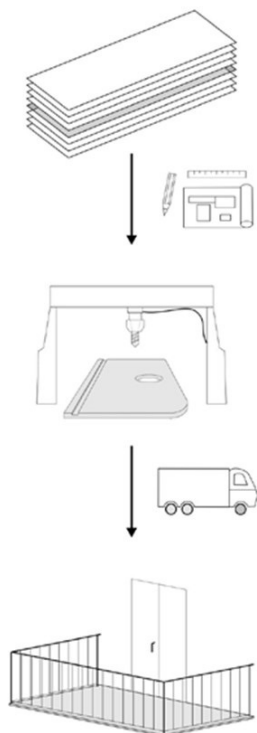
1) Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der *ECHA-Kandidatenliste* der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) (Datum 10.03.2023) oberhalb von 0,1 Massen-%: nein.

2) Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält weitere krebserregende (C, für cancer), mutagene (M) oder reproduktionstoxische (R) CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der *ECHA-Kandidatenliste* stehen, oberhalb von 0,1 Massen-% in mindestens einem Teilerzeugnis: nein.

3) Dem vorliegenden Bauprodukt wurden Biozidprodukte zugesetzt oder es wurde mit Biozidprodukten behandelt (es handelt sich damit um eine behandelte Ware im Sinne der *Biozidprodukteverordnung (EU) Nr. 528/2012*): nein.

2.6 Herstellung

Die CPC-Betonelemente werden im Fertigteilwerk hergestellt. Dazu wird die Carbonbewehrung in die Schalung eingelegt, vorgespannt und im Anschluss mit Beton gefüllt. Nach der Aushärtung des Betons werden die Platten ausgeschalt und mindestens 28 Tage auf Linienlagern gelagert. Anschließend werden die Elemente auf Bauteilgröße zugeschnitten und zur Baustelle geliefert.



CPC Großplatten

CPC Platten werden großformatig hergestellt und sind in verschiedenen Dicken ab Lager verfügbar.

Datentransfer

Die CAD Dateiformate der gewünschten Bauteile werden vom Kunden an die Vetra Betonfertigteilwerke GmbH übermittelt.

Zuschnitt

Die Platten werden mit einem CNC-Bearbeitungszentrum zugeschnitten. Es sind fast beliebige Formen möglich.

Lieferung

Die fertig bearbeiteten Bauteile werden just-in-time geliefert. Entweder zum Kunden oder direkt auf die Baustelle.

Fertiges Bauteil

Die fertigen Bauteile können innerhalb kurzer Zeit auf der Baustelle montiert werden.

2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung
 Holcim ist zertifiziert nach *ISO 14001*. Siehe auch *Handbuch Umweltmanagement*.

2.8 Produktverarbeitung/Installation

Die CPC-Betonelemente werden fertig bearbeitet auf die Baustelle geliefert. Die CPC-Maßplatten sind beim Transport und der Lagerung so zu sichern, dass keine Risse im Beton auftreten. Sie sind bis zum Einbau auf Linienlagern mit einem Abstand von max. einem Meter zu lagern.

Transport und Montage ist mit einem Vakuumheber vorgesehen. Die Art des Vakuumhebers richtet sich nach Zulassung und Herstellerangaben.

In jedem Fall gilt:

- Bedienung nur durch eingewiesenes Personal
- Den Vakuumheber nur bestimmungsgemäß verwenden
- Betriebsanleitungen, Eigengewicht und max. Lasten beachten
- Persönliche Schutzausrüstung tragen
- Bei eingeschaltetem Vakuumsauger die Steuereinheit entfernt vom Körper halten, nicht unter die Saugfläche fassen oder schauen
- Lasten nur senkrecht anheben, nicht schräg oder vertikal
- Nur geeignete Lastaufnahmemittel mit ausreichender Saugfläche verwenden
- Hub und Senkbewegungen nicht mit manueller Kraft beeinflussen
- Bauteile vorab auf Sauberkeit und Beschädigungen prüfen

2.9 Verpackung

Je nach Größe der CPC-Elemente und Bauteilart werden die Platten auf Einwegpaletten oder Europaletten verpackt. Falls mehrere Platten übereinandergestapelt werden, sind Betonabstandshalter und/oder zusätzliche Kanthölzer zu verwenden. Die Ecken können mit Kunststoffkantschutz versehen werden und abschließend mit Wickelfolie umwickelt werden.

Einwegpaletten können stofflich recycelt oder energetisch genutzt werden. Europaletten werden der Wiederverwendung zugeführt. Kunststoffkantschutz und Wickelfolie können ebenfalls stofflich recycelt werden, werden aber in der Regel energetisch genutzt.

2.10 Nutzungszustand

Die CPC-Betonelemente bestehen aus hochfestem Beton und sind frost- und frost/tausalzbeständig.

Während der Nutzungsphase wird in Abhängigkeit der Exposition und Nutzungsdauer ein Teil des bei der Herstellung des Klinker aus der Kalzinierung des Kalksteins freigesetzten CO₂ wieder rückgebunden (Karbonatisierung).

Weitere Änderungen in der stofflichen Zusammensetzung der Platten während der Nutzung sind nicht zu erwarten.

2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Die CPC-Betonelemente bestehen aus hochfestem Beton, welcher weitestgehend inert ist. Es sind keine gesundheitsschädlichen Bestandteile enthalten.

2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Eine Referenznutzungsdauer nach *ISO 15686* wird nicht deklariert. Die CPC-Betonelemente sind gemäss allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung *Z-71.3-42* auf eine Lebensdauer von 100 Jahren bemessen.

2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Die CPC-Betonelemente wurden gemäß *DIN 4102-1:1998-05*, Abschnitt 5.2 geprüft und können in die Baustoffklasse A2 nach *DIN 4102* eingereiht werden.

Wasser

CPC-Betonelemente verändern sich aufgrund unvorhergesehener Wassereinwirkung nicht; negative Folgen auf die Umwelt sind dabei nicht zu erwarten.

Mechanische Zerstörung

Nicht relevant.

2.14 Nachnutzungsphase

Unbeschädigte CPC-Betonelemente können wieder- oder weiterverwendet werden. Beschädigte Elemente können gemäß *DAfStb-Richtlinie:2010-09* Beton nach *EN 206-1* und *DIN 1045-2* mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach *EN 12620* als Recyclingmaterial Typ 1 für Recyclingbeton aufbereitet und wiederverwendet werden.

2.15 Entsorgung

CPC-Elemente können als Bauschutt entsorgt werden. Abfallschlüssel gemäß Europäischem *Abfallverzeichnis: 17 01 01*

2.16 Weitere Informationen

Weitere Informationen zum Produkt können bezogen werden unter: www.holcim.de/de/cpc
www.holcim.de/de/zertifikate

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Es wird 1 m² carbonfaserbewertes Betonelement (CPC-Betonelement) der Dicke CPC 40-2-2 deklariert.

Deklarierte Einheit und Massebezug

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m ²
Flächengewicht	95,6	kg/m ²
Schichtdicke	0,04	m

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: "Von der Wiege bis zur Bahre mit Optionen, Modulen C1–C3 und Modul D (A1–A3, C, D und zusätzliche Module. Die zusätzlichen Module können A4 und/oder A5 und/oder B1–B7 sein)."

Die Systemgrenze von Modul A1–A3 umfasst alle Prozesse im Zusammenhang mit der Herstellung der Kohlenstofffasern, des Bewehrungsgitters aus Kohlenstofffasern und Epoxidharz sowie des Zements und des Betons. Zu den vorgelagerten Prozessen gehören Rohstoffgewinnung, Energieerzeugung, Transport, Bau und Entsorgung der Infrastruktur usw.

Modul A4 enthält ein Standardszenario für den Transport von der Produktionsstätte zur Baustelle.

Modul A5 enthält die Entsorgung der Verpackung in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage, aus der Wärme und Strom aus dem Produktsystem exportiert wird; der Nutzen dieser exportierten Energie wird in Modul D ausgewiesen. Die Auswirkungen im Zusammenhang mit der Installation mittels Vakuumsaugern oder herkömmlichen Hebevorrichtungen werden vernachlässigt.

Modul B1 beinhaltet die Karbonatisierung des Betons durch (Wieder-)Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre während seiner Lebensdauer. Wird das CPC-Element vor Ablauf seiner technischen Lebensdauer rückgebaut, verringert sich der Wert der Karbonatisierung entsprechend. Die anderen B-Module sind für das deklarierte Produkt nicht relevant.

Für das Ende der Lebensdauer werden 2 Szenarien angegeben:

Default-Szenario: Recycling zu rezykliertem Gesteinskörnung Typ 1 für R-Beton

Modul C1 enthält die Vorzerkleinerung des CPC-Elements für das Recycling.

Modul C2 enthält ein Standardszenario für den Transport (50 km mit dem Lkw) des CPC-Elements von der Rückbaustelle zu einer Sortieranlage für Baustoffe.

Modul C3 enthält die Zerkleinerung und Sortierung des vorgebrochenen CPC-Elements in sekundäres Betongranulat.

Das Modul C4 enthält keine Auswirkungen und wird als "Null" deklariert.

Modul D enthält die Vorteile des Ersatzes von vorgebrochenem Granulat durch das rezyklierte CPC-Element. Dieses Modul beinhaltet auch den Nutzen der exportierten Energie aus der Energierückgewinnung bei der Behandlung von Verpackungsmaterial in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage in Modul A5. Es wird angenommen, dass die exportierte Wärme die Wärme aus Erdgas als "saubersten" fossilen Brennstoff ersetzt und dass der exportierte Strom den deutschen Reststrommix ersetzt.

Szenario 1: Wiederverwendung

Das Modul C1/1 beinhaltet die Deinstallation des CPC-Elements. In Analogie zum Installationsprozess wird angenommen, dass die mit der Deinstallation verbundenen Auswirkungen vernachlässigt werden können. Das demontierte CPC-Element erreicht das Abfallende auf der Rückbaustelle (siehe auch *EN 16757*, Abschnitt 4.6.3.3.).

Die Module C2/1, C3/1 und C4/1 enthalten keine Auswirkungen und werden als "Null" deklariert.

Modul D/1 enthält den Nutzen der Wiederverwendung des CPC-Elements in einem neuen Gebäude nach der Nutzungsdauer des Gebäudes, in dem das CPC-Element installiert war.

Dieses Modul umfasst auch die Vorteile der exportierten Energie aus der Energierückgewinnung aus der Behandlung von Verpackungsmaterial in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage in Modul A5. Es wird angenommen, dass die exportierte Wärme die Wärme aus Erdgas als "saubersten" fossilen Brennstoff ersetzt und dass der exportierte Strom den deutschen Reststrommix ersetzt.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Über die in diesem Kapitel 3 und in Kapitel 4 ausgeführten Punkte hinaus mussten keine weiteren Annahmen und Abschätzungen getroffen werden, die für das Ergebnis relevant wären.

3.4 Abschneideregeln

Es wurden alle Daten aus der Betriebserhebung ausgewertet und wo notwendig durch Abschätzungen ergänzt. Die folgenden Prozesse wurden als unbedeutend oder nicht mit dem Produktionsprozess verbunden angesehen:

- der Kraftstoffverbrauch für den internen Transport,
- die Herstellung und Entsorgung von Mehrweg-IBC-Containern,

- Maschinen und Infrastruktur an den Produktionsstandorten,
- Aufwendungen für das allgemeine Management, Forschung und Entwicklung, Verwaltung und Marketing.

In den Modulen A5 und C1/1 (für das Wiederverwendungsszenario) wurden das Heben und die Installation/De-Installation des CPC-Elements als vernachlässigbar angesehen, da die Auswirkungen auf andere Transportvorgänge sehr gering sind.

Bei diesem Ansatz wurden auch Massen- und Energieströme unter 1 % der gesamten Massen- und Energieströme, die durch die angegebenen Produkte verursacht werden, in die Bewertung einbezogen.

Darüber hinaus wurden keine Stoff- und Energieströme vernachlässigt, die den Projektverantwortlichen bekannt gewesen wären und von denen zu erwarten gewesen wäre, dass sie wesentlich zu den angegebenen Umweltindikatoren beitragen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Gesamtbeitrag der vernachlässigten Prozesse nicht höher als 5 % der angegebenen Wirkungskategorien ist.

Damit sind die Kriterien für den Ausschluss von Inputs und Outputs nach *EN 15804*, Abschnitt 6.3.6 bzw. nach IBU PCR Teil A (*IBU 2022*) erfüllt.

3.5 Hintergrunddaten

Es wurde für die Berechnungen die Ökobilanzdatensoftware *GaBi*, Version 10.6.1.35 mit Datenbankversion 2022.1 verwendet.

3.6 Datenqualität

Die Vordergrunddaten beruhen auf einer umfangreichen und detaillierten Datenerhebung am Produktionsstandort. Die Vordergrunddaten konnten dabei vollständig mit entsprechenden Datensätzen aus *GaBi* verknüpft werden. Die Herstellung von Carbonfasern wurde ausgehend von einem Ökobilanzbericht der The Japan Carbon Fiber Manufacturers Association (*JCFMA 2022*) nachmodelliert. Für die Modellierung des Zementes wurden die produktspezifischen Werte der IBU EPD IBU-CEI-HOL-2203120-DE2022000042-1SUG001-DE für "Holcim ECOPlanet A5 Siloware Werk Dortmund" verwendet.

Die Hintergrunddaten wurden im Jahr 2022 aktualisiert. Somit ist die Qualität der Vordergrunddaten und der Hintergrunddaten als sehr gut zu beurteilen.

3.7 Betrachtungszeitraum

Die Daten der Ökobilanz repräsentierten die Produktionsbedingungen für das Jahr 2022.

3.8 Geographische Repräsentativität

Land oder Region, in dem/r das deklarierte Produktsystem hergestellt und ggf. genutzt sowie am Lebensende behandelt wird: Europa

3.9 Allokation

Bei der Herstellung von Kohlenstofffasern, Kohlenstofffaser-Bewehrungsmatten und Beton - also im Vordergrundsystem - wurden keine Koproduktionsprozesse modelliert.

Bei der Herstellung des Betons wird verdichteter Silikastaub verwendet. Silikastaub fällt als Filterstaub im Elektrofilter bei der Ferrosilizium-/Siliziummetallproduktion an. Silikastaub dient als hochwertiger Zusatzstoff für die Zement- und Betonherstellung, der von den Zementwerken eingekauft wird. Somit wird der Prozess der Ferrosilizium-/Siliziummetallproduktion ökonomisch auf Silizium und Siliziumdioxidstaub alloziert.

Die Zuordnung der Kuppelprodukte in den *GaBi*-Hintergrunddatensätzen erfolgt wie in den jeweiligen Dokumentationen der *GaBi*-Datensätze beschrieben. Es wurden keine Prozesse als Teil des Vordergrundmodells modelliert, die eine Zuordnung von Multi-Input-Prozessen erfordert hätten. Die Hintergrunddatensätze zu kommunalen Müllverbrennungsanlagen wurde ohne Änderungen aus *GaBi* übernommen.

Die Zuordnung von Wiederverwendung, Recycling und Verwertung wurde durch den Cut-off-Ansatz im Vordergrundmodell gemäß *EN 15804* vermieden. Der Einsatz von alternativen Brennstoffen und alternativen Rohstoffen bei der Klinker- und Zementherstellung wird wie in der IBU-EPD für den in der Modellierung verwendeten Zement deklariert berücksichtigt.

3.10 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach *EN 15804* erstellt wurden und der Gebäudekontext bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale berücksichtigt werden. Es wurde für die Berechnungen die Ökobilanzdatensoftware *GaBi*, Version 10.6.1.35 mit Datenbankversion 2022.1 verwendet.

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Charakteristische Produkteigenschaften biogener Kohlenstoff

Notiz: 1 kg biogener Kohlenstoff ist äquivalent zu 44/12 kg CO₂.

Bezeichnung	Wert	Einheit
Biogener Kohlenstoff im Produkt	0	kg C
Biogener Kohlenstoff in der zugehörigen Verpackung	0,5	kg C

Modul A4 enthält ein Standardszenario für den Transport von der Produktionsstätte zur Baustelle. Für den Transport von der Produktion zur Baustelle wird eine Standardentfernung von 100 km angenommen. Kapazitätsauslastung und Dieselvebrauch sind dem *GaBi*-Datensatz für einen durchschnittlichen LKW-Transport in Europa entnommen und wurden nicht verändert.

Modul A5 beinhaltet die Entsorgung der Transportverpackungen in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage, aus der Energie aus dem Produktsystem exportiert wird. Gemäß dem *CEWEP-Energiebericht III* werden für die Energierückgewinnung eine Umwandlung des unteren Heizwertes des Abfalls in 14,8 % Strom und 28,3 % Wärme angenommen. Der Nutzen dieser exportierten Energie wird in Modul D ausgewiesen. Als Distanz zur Müllverbrennungsanlage werden 50 km bilanziert.

Referenz Nutzungsdauer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Lebensdauer nach Angabe Hersteller	100	a

Die CPC-Betonelemente sind auf eine Lebensdauer von bis zu 100 Jahren bemessen.

Modul B1 beinhaltet die Karbonatisierung des Betons durch die (Wieder-)Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre während der Nutzungsdauer. Die Karbonatisierung wird nach dem in EN 16757, Anhang BB, dargelegten Ansatz quantifiziert. Für die Quantifizierung der Karbonatisierung während der Nutzungsphase von 100 Jahren wird davon ausgegangen, dass die CPC-Elemente im Außenbereich von Bauwerken oder Gebäuden verwendet werden, wobei eine Seite dem Regen ausgesetzt ist und die andere Seite vor Regen geschützt ist. Wird das CPC-Element vor Ablauf seiner technischen Lebensdauer rückgebaut, verringert sich der Wert der Karbonatisierung entsprechend.

Im End-of-Life werden zwei Szenarien angegeben:

1. Verwendung des ausgebauten CPC-Elements als Zuschlagstoff in R-Beton als Ersatz für Kies aus primären Quellen (Default-Szenario)

Das **Modul C1** beinhaltet die Vorzerkleinerung des CPC-Elements für das Recycling. Der Dieselverbrauch während des Rückbaus und der Vorzerkleinerung wird basierend auf dem Datensatz 'Disposal, building, reinforced concrete, to recycling/CH U' aus der UVEK 2022 Datenbank ebenso berücksichtigt wie die damit verbundenen Staubemissionen.

Modul C2 enthält ein Standardszenario für den Transport (50 km mit dem LKW) des CPC-Elements von der Rückbaustelle zu einer Brech-/Sortieranlage für Baumaterialien. Kapazitätsauslastung und Kraftstoffverbrauch sind dem GaBi-Datensatz für einen durchschnittlichen LKW-Transport in Europa entnommen und wurden nicht verändert.

Modul C3 beinhaltet die Zerkleinerung und Sortierung des vorgebrochenen CPC-Elements zu Sekundärbetongranulat. Für die Zerkleinerung/Sortierung wird Strom (0,0037 kWh/kg) verbraucht, während Diesel (0,00147 kg/kg) für die interne Logistik in der Zerkleinerungsanlage verwendet wird. Die Werte für den Strom- und Dieselverbrauch sind dem UVEK 2022-Datensatz "Entsorgungsgebäude, Stahlbeton, zur Sortieranlage" entnommen. Es wird eine Sortiereffizienz von 95 % angenommen, während die 5 % Abfall 50 km zu einer Inertstoffdeponie transportiert werden.

Das **Modul C4** enthält keine Auswirkungen und wird als "Null"

deklariert.

Modul D enthält die Vorteile des Ersatzes von zerkleinertem Primärgranulat durch das recycelte CPC-Element. Dieses Modul umfasst auch die Vorteile der exportierten Energie aus der Energierückgewinnung aus der Behandlung von Verpackungsmaterial in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage Modulen A3 und A5 (s. oben).

2. Wiederverwendung des demontierten CPC-Elements (Szenario 1)

Das **Modul C1/1** beinhaltet den Rückbau des CPC-Elements. In Analogie zum Einbau wird angenommen, dass die mit dem Rückbau verbundenen Auswirkungen vernachlässigt werden können. Das demontierte CPC-Element erreicht das Abfallende auf der Rückbaustelle (siehe auch EN 16757, Abschnitt 4.6.3.3.).

Alle weiteren **Module C2/1, C3/1 und C4/1** sind für das Wiederverwendungsszenario gleich 'null'.

Modul D/1 enthält die Vorteile der Wiederverwendung des CPC-Elements in einem neuen Gebäude nach der Nutzungsdauer des Gebäudes, in dem das CPC-Element installiert war. Daher wird die Produktion von 1 m² eines CPC-Elements, wie in den Modulen A1–A3 inventarisiert (ohne die Auswirkungen von Verpackung und Transport), ersetzt. Dieses Modul umfasst auch die Vorteile der exportierten Energie aus der Energierückgewinnung aus der Behandlung von Verpackungsmaterial in einer kommunalen Müllverbrennungsanlage in den Modulen A3 und A5. Es wird davon ausgegangen, dass die exportierte Wärme Wärme aus Erdgas als dem "saubersten" fossilen Brennstoff ersetzt und dass der exportierte Strom den deutschen Reststrommix ersetzt.

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das CPC-Element ausgebaut, transportiert und in der gleichen Dimension wieder eingebaut werden kann, ohne beschädigt zu werden. Bei einer nicht 100%-igen Wiederverwendung müssen die Aufbereitung, Entsorgung von Verschnitten oder auch der Aufwand für technische Prüfungen ergänzt werden. In diesem Sinne ist das Szenario der 100%-igen Wiederverwendung ein sehr optimistisches Szenario.

5. LCA: Ergebnisse

Es werden die Charakterisierungsfaktoren der EN 15804+A2, EF 3.1, verwendet.

Hinweis: Da für das Modul C1 nur 1 Szenario ausgewiesen werden kann, enthält Modul C1 die Werte für die Vorzerkleinerung des CPC-Elements im Hinblick auf ein stoffliches Recycling (Szenario 2). Diese Werte sind für eine Deinstallation im Hinblick auf eine Wiederverwertung (Szenario 1) konservativ.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL ODER INDIKATOR NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung/Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	X	X	X	X	X

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A2: 1 m² CPC-Element 40-2-2

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C2/1	C3	C3/1	C4	C4/1	D	D/1
GWP-total	kg CO ₂ -Äq.	2,77E+01	6,6E-01	3,76E+00	-3,89E+00	4,88E-01	3,12E-01	0	8,14E-01	0	0	0	-2,12E+00	-2,9E+01
GWP-fossil	kg CO ₂ -Äq.	2,85E+01	6,6E-01	1,61E+00	-3,89E+00	4,88E-01	3,12E-01	0	8,15E-01	0	0	0	-2,12E+00	-2,88E+01
GWP-biogenic	kg CO ₂ -Äq.	-7,69E-01	-2,58E-03	1,91E+00	0	-3,25E-03	-1,22E-03	0	-5,41E-03	0	0	0	-2,11E-03	-1,69E-01
GWP-luluc	kg CO ₂ -Äq.	1,05E-02	2,52E-03	3,07E-05	0	3,35E-03	1,19E-03	0	3,67E-03	0	0	0	-6,01E-04	-9,81E-03
ODP	kg CFC11-Äq.	4,7E-11	1,34E-13	4,24E-13	0	4,88E-14	6,35E-14	0	7,27E-13	0	0	0	-4,19E-12	-3,59E-11
AP	mol H ⁺ -Äq.	7,42E-02	2,05E-03	6,52E-04	0	5,54E-03	9,71E-04	0	6,52E-03	0	0	0	-2,41E-03	-7,09E-02
EP-freshwater	kg P-Äq.	2,19E-04	1,31E-06	1,06E-07	0	1,78E-06	6,18E-07	0	2E-06	0	0	0	-7,46E-07	-1,9E-04
EP-marine	kg N-Äq.	2E-02	9,6E-04	1,57E-04	0	2,8E-03	4,54E-04	0	3,13E-03	0	0	0	-8,89E-04	-1,91E-02
EP-terrestrial	mol N-Äq.	2,01E-01	1,07E-02	3,1E-03	0	3,08E-02	5,06E-03	0	3,44E-02	0	0	0	-9,73E-03	-1,92E-01
POCP	kg NMVOC-Äq.	6,74E-02	1,87E-03	4,08E-04	0	8,09E-03	8,84E-04	0	9,02E-03	0	0	0	-2,38E-03	-6,33E-02
ADPE	kg Sb-Äq.	4,54E-06	6,57E-08	1,09E-08	0	5,01E-08	3,11E-08	0	7,15E-08	0	0	0	-1,39E-07	-4,38E-06
ADPF	MJ	3,57E+02	8,69E+00	8,01E-01	0	6,53E+00	4,11E+00	0	1,12E+01	0	0	0	-3,2E+01	-3,38E+02
WDP	m ³ Welt-entzogen	-5,22E+00	2,82E-03	3,67E-01	0	5,56E-03	1,33E-03	0	1,49E-02	0	0	0	-1,4E-02	6,06E+00

GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – nicht fossile Ressourcen (ADP – Stoffe); ADPF = Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – fossile Brennstoffe (ADP – fossile Energieträger); WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – INDIKATOREN ZUR BESCHREIBUNG DES RESSOURCENEINSATZES nach EN 15804+A2: 1 m² CPC-Element 40-2-2

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C2/1	C3	C3/1	C4	C4/1	D	D/1
PERE	MJ	1,54E+02	5,72E-01	2,02E-01	0	4,52E-01	2,7E-01	0	7,04E-01	0	0	0	-1,34E+00	-1,24E+02
PERM	MJ	3,41E-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,41E-01
PERT	MJ	1,54E+02	5,72E-01	2,02E-01	0	4,52E-01	2,7E-01	0	7,04E-01	0	0	0	-1,34E+00	-1,25E+02
PENRE	MJ	3,45E+02	8,7E+00	8,01E-01	0	6,55E+00	4,11E+00	0	1,12E+01	0	0	0	-3,2E+01	-3,26E+02
PENRM	MJ	1,17E+01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,17E+01
PENRT	MJ	3,57E+02	8,7E+00	8,01E-01	0	6,55E+00	4,11E+00	0	1,12E+01	0	0	0	-3,2E+01	-3,38E+02
SM	kg	1,13E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,13E+00
RSF	MJ	1,24E+01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,24E+01
NRSF	MJ	1,86E+01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,86E+01
FW	m ³	1,96E-01	4,43E-04	8,64E-03	0	5,22E-04	2,1E-04	0	1,3E-03	0	0	0	-3,11E-03	-1,76E-01

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 = Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – ABFALLKATEGORIEN UND OUTPUTFLÜSSE nach EN 15804+A2: 1 m² CPC-Element 40-2-2

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C2/1	C3	C3/1	C4	C4/1	D	D/1
HWD	kg	8,06E-07	3,8E-11	7,68E-11	0	3,47E-11	1,79E-11	0	2,88E-10	0	0	0	-3,47E-09	-8,09E-07
NHWD	kg	3,23E+00	1,42E-03	2,13E-02	0	1,07E-03	6,69E-04	0	4,79E+00	0	0	0	-1,9E+00	-3,23E+00
RWD	kg	1,09E-02	1,09E-05	2,19E-05	0	1,22E-05	5,17E-06	0	3,34E-04	0	0	0	-1,62E-03	-1,15E-02
CRU	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MFR	kg	1,82E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,2E+00
MER	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EEE	MJ	2,59E-01	0	6,02E+00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,67E-01
EET	MJ	4,95E-01	0	1,15E+01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,19E-01

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

ERGEBNISSE DER ÖKOILANZ – zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2-optional:

1 m² CPC-Element 40-2-2

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C2/1	C3	C3/1	C4	C4/1	D	D/1
PM	Krankheitsfälle	1,05E-06	1,18E-08	3,67E-09	0	1,28E-07	5,57E-09	0	1,41E-07	0	0	0	-6,03E-08	-7,5E-07
IR	kBq U235-Äq.	1,49E+00	1,11E-03	2,17E-03	0	1,84E-03	5,25E-04	0	2,71E-02	0	0	0	-1,28E-01	-1,43E+00
ETP-fw	CTUe	1,18E+02	6,65E+00	3,5E-01	0	4,63E+00	3,15E+00	0	6,24E+00	0	0	0	-5,72E+00	-1,09E+02
HTP-c	CTUh	1,43E-08	1,33E-10	2,55E-11	0	9,53E-11	6,31E-11	0	1,97E-10	0	0	0	-2,64E-10	-1,36E-08
HTP-nc	CTUh	3,93E-07	7,67E-09	9,06E-10	0	7,48E-09	3,63E-09	0	1,78E-08	0	0	0	-1,7E-08	-3,89E-07
SQP	SQP	7,15E+02	2,61E+00	2,42E-01	0	2,76E+00	1,23E+00	0	3,14E+00	0	0	0	-1,24E+00	-1,81E+02

PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IR = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (kanzerogene Wirkung); HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (nicht kanzerogene Wirkung); SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex

Einschränkungshinweis 1 – gilt für den Indikator „Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235“.

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 eben-falls nicht von diesem Indikator gemessen.

Einschränkungshinweis 2 – gilt für die Indikatoren: „Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - nicht fossile Ressourcen“, „Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe“, „Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung“, „Potenzieller Bodenqualitätsindex“.

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

Abbildung 1 veranschaulicht die relativen Beiträge der verschiedenen Lebenszyklusstadien zu den Umweltindikatoren für das End-of-Life-Szenario "Wiederverwendung". Abbildung 2 veranschaulicht die relativen Beiträge der verschiedenen Lebenszyklusstadien zu den Umweltindikatoren für das End-of-Life-Szenario "Recycling zu Schotter". Die Auswirkungen sind mit den Gesamtauswirkungen von Modul A1 bis Modul C4 normiert.

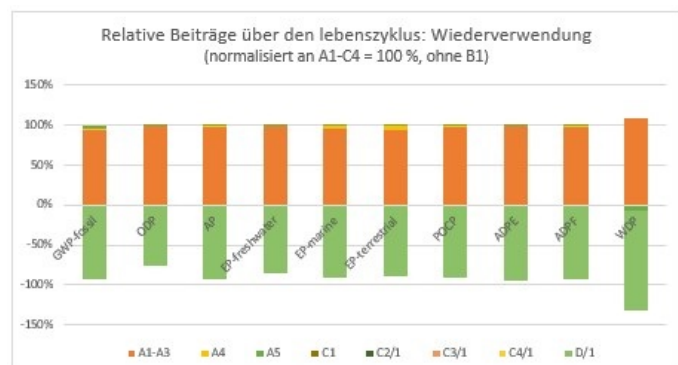


Abbildung 1: Relative Beiträge der verschiedenen Lebenszyklusstadien zum Umweltbelastungsindikator für das End-of-Life-Szenario "Wiederverwendung" für das Element CPC 40-2-2 (A1–C4 = 100 %)

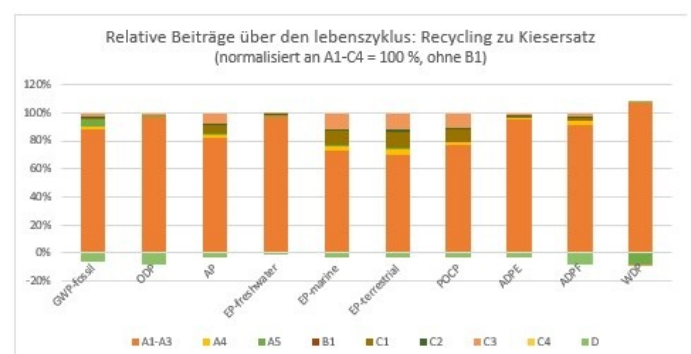


Abbildung 2: Relative Beiträge der verschiedenen Lebenszyklusphasen zum Umweltbelastungsindikator für das End-of-Life-Szenario "Recycling zu Kies" für das Element CPC 40-2-2 (A1–C4 = 100 %)

Das Umweltprofil wird von der Produktion des CPC-Elements (Module A1–A3) dominiert. Im Falle der Wiederverwendung trägt kein anderes Modul wesentlich zum Umweltprofil bei. Im Falle des Recyclings zu Kies können die Rückbau- und Recyclingprozesse bei ausgewählten Indikatoren bis zu 20 % beitragen.

Die Vorteile der Wiederverwendung des CPC-Elements nach seiner Nutzungsdauer sind größer als die Vorteile des

Recyclings des CPC-Elements zu Kies. Im Falle der Wiederverwendung beträgt der Nutzen etwa 90 % der Gesamtauswirkungen, während der Nutzen des Recyclings etwa 5 % der Gesamtauswirkungen ausmacht (10 % für das Treibhauspotenzial).

Die Entwicklung des GWP über den Lebenszyklus ist besonders erwähnenswert, da neben den fossilen Emissionen auch biogener Kohlenstoff gespeichert und aus der Verpackung freigesetzt wird und die Karbonisierung einen Teil der (geogenen) CO₂-Emissionen, die durch die Kalzinierung von Kalkstein bei der Klinkerherstellung freigesetzt werden, wieder aufnimmt.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des GWP über den Produktlebenszyklus für das CPC-Element CPC 40-2-2 bei Wiederverwendung als End-of-Life-Szenario. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Treibhausgaspotenzials über den Produktlebenszyklus für das CPC-Element CPC 40-2-2 für das End-of-Life-Szenario Recycling zu Kies.

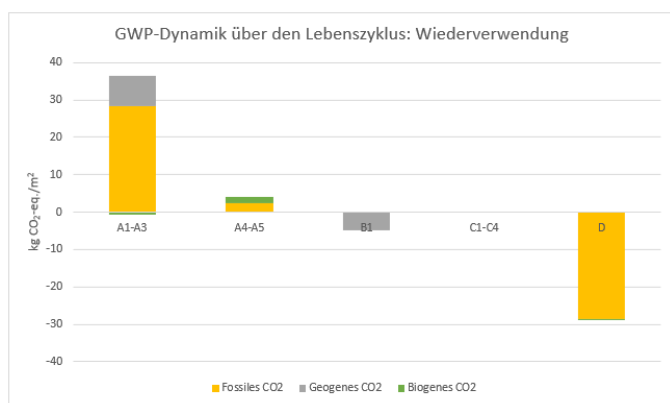


Abbildung 3: Entwicklung des GWP über den Produktlebenszyklus für das End-of-Life-Szenario

"Wiederverwendung" für das Element CPC 40-2-2, pro m²

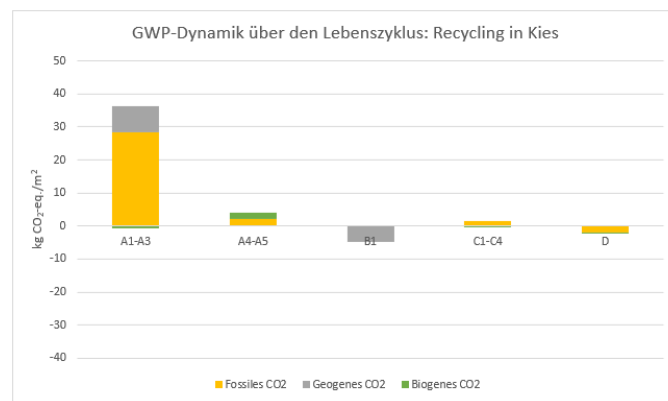


Abbildung 4: Entwicklung des GWP über den Produktlebenszyklus für das End-of-Life-Szenario "Recycling zu Kies" für das Element CPC 40-2-2, pro m²

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen, dass in der Produktionsphase (Module A1-A3) die Hauptbeiträge aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und den CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit der Kalzinierung bei der Klinkerherstellung stammen. Der Beitrag des während der Produktion emittierten bzw. in den Holzverpackungen gespeicherten biogenen Kohlenstoffs ist nicht signifikant; der biogene Kohlenstoff in der Verpackung wird bei deren Entsorgung in Modul A5 wieder freigesetzt. Andererseits wird ein Teil der geogenen CO₂-Emissionen, die durch die Kalzinierung von Kalkstein während der Klinkerproduktion freigesetzt werden, durch die Karbonisierung während der Nutzungsphase (Modul B1) wieder aufgenommen.

7. Nachweise

7.1 Radioaktivität

Nachweis im Rahmen der Zulassungsdokumente nicht gefordert; nicht relevant.

7.2 Auslaugung

Nachweis im Rahmen der Zulassungsdokumente nicht

gefordert; nicht relevant.

7.3 VOC-Emissionen

Nachweis im Rahmen der Zulassungsdokumente nicht gefordert; nicht relevant.

8. Literaturhinweise

Normen

ISO 14001

DIN EN ISO 14001:2015--11, Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

ISO 14025

DIN EN ISO 14025:2007--10, Umweltkennzeichnungen und --deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren.

ISO 14044

DIN EN ISO 14044:2006--10, Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.

ISO 15686

ISO 15686: Hochbau und Bauwerke – Planung der Lebensdauer (mehrere Teile).

EN 206

DIN EN 206:2021-06, Beton – Festlegung, Eigenschaften,

Herstellung und Konformität.

EN 12620

DIN EN 12620:2008-07, Gesteinskörnungen für Beton.

ISO 14001

DIN EN ISO 14001:2015--11, Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

EN 15804

DIN EN 15804+A2:2022-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

EN 16757

DIN EN 16757:2017, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente.

DIN 1045-2

DIN 1045-2:2023-08, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und

Spannbeton – Teil 2: Beton.

DIN 4102-1

DIN 4102-1:1998-05, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

Weitere Referenzen

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-71.3-42 des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 19.12.2023.

Abfallverzeichnis

BESCHLUSS DER KOMMISSION vom 18. Dezember 2014 zur Änderung der Entscheidung 2000/532/EG über ein Abfallverzeichnis gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates.

Biozidprodukteverordnung

VERORDNUNG (EU) Nr. 528/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten.

CEWEP-Energiebericht III

Reimann D.O. (2013): CEWEP Energy Report III (Status 2007 – 2010); Results of Specific Data for Energy, R1 Plant Efficiency Factor and NCV of 314 European Waste-to-Energy (WtE) Plants. CEWEP, Würzburg/Brussels, 2013.

DAfStb-Richtlinie

DAfStb Beton, rezyklierte Gesteinskörnung: 2010-09, DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620.

ECHA-Kandidatenliste

Die Kandidatenliste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Substanzen, European Chemicals Agency, Helsinki. Verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/nl/-/four-news-substances-added-to-the-candidate-list>.

GaBi

Ökobilanzdatensoftware GaBi, Version 10.6.1.35 mit Datenbankversion 2022.1.

Handbuch Umwelt

Holcim Deutschland Gruppe (2022) Handbuch Umweltmanagement. Version 9.0.

Hohmann

Hohmann A. (2019): Ökobilanzielle Untersuchung von Herstellungsverfahren für CFK-Strukturen zur Identifikation von Optimierungspotentialen; Systematische Methodik zur Abschätzung der Umweltwirkungen von Fertigungsprozessketten. Dissertation, Fakultät für Maschinenwesen, Technische Universität München, 240 S.

IBU PCR Teil A

Produktkategorie-regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Projektbericht, Version 1.3. Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), Berlin, 2021.

IBU PCR Teil B: Betonfertigteile

Produktkategorieregeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil B: Anforderungen an die EPD für Betonfertigteile, Version 2023--08. Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), Berlin.

JCFMA 2022

The Japan Carbon Fiber Manufacturers Association (2022): Overview of LCI data for carbon fiber, online.

UVEK 2022

UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022; Grundlage für die KBOB Empfehlung 2009/1:2022: "Ökobilanzdaten im Baubereich". Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern.

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (CPR)

VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Hegelplatz 1
10117 Berlin
Deutschland

+49 (0)30 3087748- 0
info@ibu-epd.com
www.ibu-epd.com

**Programmhalter**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Hegelplatz 1
10117 Berlin
Deutschland

+49 (0)30 3087748- 0
info@ibu-epd.com
www.ibu-epd.com

Dr. Frank Werner

Umwelt & Entwicklung

Ersteller der Ökobilanz

Dr. Frank Werner - Umwelt & Entwicklung
Kammelenbergstrasse 30
9011 St. Gallen
Schweiz

+ 41 (0)44 241 39 06
frank@frankwerner.ch
<http://www.frankwerner.ch/>



Holcim (Deutschland) GmbH
Tropowitzstraße 5
22529 Hamburg
Deutschland

+49 (0)5132 927 432
tm-deu@holcim.com
<https://www.holcim.de/de>

**Inhaber der Deklaration**

Holcim (Deutschland) GmbH
Tropowitzstraße 5
22529 Hamburg
Deutschland

+49 (0)5132 927 432
tm-deu@holcim.com
<https://www.holcim.de/de>