

UMWELT-PRODUKTTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	InformationsZentrum Beton GmbH
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-IZB-20230426-IBA1-DE
Ausstellungsdatum	20.10.2023
Gültig bis	19.10.2028

Beton der Druckfestigkeitsklasse C60/75
InformationsZentrum Beton GmbH

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



1. Allgemeine Angaben

InformationsZentrum Beton GmbH

Programmhalter

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

Deklarationsnummer

EPD-IZB-20230426-IBA1-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln:

Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton, 01.08.2021
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen
Sachverständigenrat (SVR))

Ausstellungsdatum

20.10.2023

Gültig bis

19.10.2028



Dipl.-Ing. Hans Peters
(Vorstandsvorsitzender des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



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

Beton der Druckfestigkeitsklasse C60/75

Inhaber der Deklaration

InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Deutschland

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 m³ unbewehrter Konstruktionsbeton (C60/75)

Gültigkeitsbereich:

Dieses Dokument bezieht sich auf durchschnittliche Zusammensetzungen für Beton der Druckfestigkeitsklasse C60/75 in Deutschland zur Verwendung für Bauteile des üblichen Hochbaus, Tief- und Ingenieurbaus als Transportbeton oder Beton in Fertigteilen.

Es beruht auf Daten, die für das Jahr 2021 von den Mitgliedern des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. und der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. erhoben wurden.

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



Angela Schindler,
Unabhängige/-r Verifizierer/-in

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

Beton wird hergestellt durch Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen.

Der Frischbeton wird auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk in Schalungen eingebracht, verdichtet und erhärtet in der gewünschten Form durch Hydratation des Zements zu einem festen künstlichen Gestein.

Das deklarierte Produkt ist unbewehrter Beton, der als Transportbeton oder als Fertigteil auf die Baustelle geliefert wird. Bei bewehrten Bauteilen ist der Anteil des Bewehrungsstahls gesondert zu berücksichtigen.

Zur Berechnung der Ökobilanz des durchschnittlichen Betons wurden die Ökobilanzen für Transportbeton und für Fertigteilbeton für die betrachtete Druckfestigkeitsklasse auf Grundlage der Produktionsdaten ermittelt. Die Durchschnittsbildung erfolgte gewichtet nach Produktionsvolumen von Transportbeton und Fertigteilbeton für die Druckfestigkeitsklasse C60/75.

Über die Auswertung der Daten von sowohl Transportbeton- als auch Betonfertigteilherstellern sollen insbesondere Informationen für frühe Planungsphasen, zu deren Zeitpunkt die Entscheidung, ob Transportbeton oder Fertigteile zur Ausführung kommen, noch nicht gefallen ist, kommuniziert werden. Dabei wird der aktuelle Produktionsanteil von Transportbeton und Fertigteilbeton in Deutschland in der Ökobilanzierung für die Druckfestigkeitsklasse C60/75 statistisch berücksichtigt.

Für die Verwendung von Transportbeton gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen, am Ort der Verwendung, in Deutschland zum Beispiel die Bauordnungen der Länder und die technischen Bestimmungen auf Grund dieser Vorschriften. Das Gleiche gilt für solche Betonfertigteile, für die es keine europäische Produktnorm gibt.

Wird Frischbeton im Fertigteilwerk zu Betonfertigteilen weiterverarbeitet, so gilt für das Inverkehrbringen dieser Produkte in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 CPR. Diese Betonfertigteile benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der entsprechenden harmonisierten Produktnormen DIN EN 13224:2012-01, Betonfertigteile - Deckenplatten mit Stegen, DIN EN 13225:2013-06, Betonfertigteile - Stab förmige tragende Bauteile, DIN EN 13747:2010-08, Betonfertigteile - Deckenplatten mit Ortbetonergänzung, DIN EN 14843:2007-07, Betonfertigteile - Treppen, DIN EN 14991:2007-07, Betonfertigteile - Gründungselemente, DIN EN 14992:2012-09, Betonfertigteile - Wandelemente, DIN EN 15050:2012-06, Betonfertigteile - Fertigteile für Brücken oder DIN EN 15258:2009-05, Betonfertigteile - Stützwandelemente und eine CE-Kennzeichnung. Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen.

2.2 Anwendung

Beton ist im Bauwesen ein vielfältig eingesetzter Baustoff. Er findet Anwendung im Hochbau vor allem für Decken, Wände, Treppen, Fundamente, Stützen und Binder, im Tiefbau bei erdberührten Bauteilen, Fundamenten, Bodenplatten, Bohrpfehlen und im Ingenieurbau z. B. bei Brücken.

2.3 Technische Daten

Beton der Druckfestigkeitsklasse C60/75 nach EN 206-1 hat die folgenden technischen Eigenschaften:

Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit	1,15 - 1,65	W/(mK)
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	60 - 130	-
Rohdichte	2000 - 2600	kg/m ³
Druckfestigkeit charakteristische Zylinder-Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen	60/75	N/mm ²
Zugfestigkeit f_{ctm}	ca. 4,4	N/mm ²
Biegezugfestigkeit	ca. 8,8	N/mm ²
Elastizitätsmodul E_{cm}	ca. 39.000	N/mm ²
Ausgleichsfeuchtegehalt	~ 3,0	%
spez. Wärmekapazität c_p	1000	J (kg K)

Maßgebende Prüfnormen sind: EN 12350 und EN 12390.

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

Leistungswerte für Betonfertigteile nach harmonisierter Produktnorm entsprechend der Leistungserklärung in Bezug auf deren wesentliche Merkmale gemäß den in Kapitel 2.1 aufgeführten Produktnormen.

2.4 Lieferzustand

Frischbeton wird als Transportbeton in einbaufertigem Zustand in Betonfahrmischern an die Baustelle geliefert oder im Fertigteilwerk zu Betonbauteilen weiterverarbeitet und als fertige Bauelemente in unterschiedlichen Größen zur Baustelle gefahren.

2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Bezeichnung	Wert	Einheit
Zement	ca. 17	M.-%
Wasser	ca. 6,5	M.-%
Gesteinskörnung	ca. 74	M.-%
Zusatzstoffe (Flugasche und Gesteinsmehle)	ca. 2,3	M.-%
Zusatzmittel	ca. 0,2	M.-%

Hilfsstoffe: Schalöl als Trennmittel

Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der ECHA-Liste der für eine Zulassung infrage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) (Datum 21.08.2023) oberhalb von 0,1 M.-%: nein.

Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält weitere CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der Kandidatenliste stehen, oberhalb von 0,1 M.-% in mindestens einem Teilerzeugnis: nein.

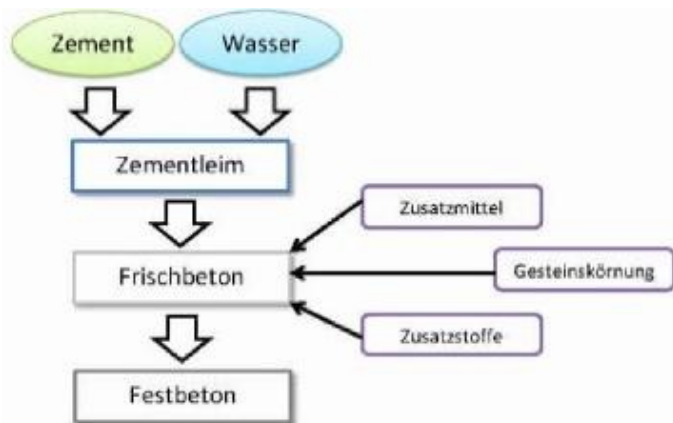
Dem vorliegenden Bauprodukt wurden Biozidprodukte zugesetzt oder es wurde mit Biozidprodukten behandelt (es handelt sich damit um eine behandelte Ware im Sinne der Biozidprodukteverordnung (EU) Nr. 528/2012): nein.

2.6 Herstellung

Die dosierten Gesteinskörnungen werden zunächst trocken mit Zement als Bindemittel und weiteren Zusatzstoffen (siehe 2.5 Grundstoffe) vorgemischt. Danach wird die Mischung mit Wasser zu einem plastisch verformbaren Frischbeton gemischt.

Dieser wird als Transportbeton ohne Lagerung mit Betonfahrmischern auf die Baustelle transportiert und dort in die vorbereitete Schalung (i. d. R. mit Bewehrung) eingebracht und verdichtet.

Im Betonfertigteilwerk wird der Frischbeton über Kübelbahnen und Betonverteiler in die vorbereiteten Schalungen eingebracht und verdichtet. Danach können die Bauteile zur besseren Erhärtung ggf. für einige Stunden wärmebehandelt werden. Nach ca. 12 bis 18 Stunden werden die Teile ausgeschalt und zum weiteren Aushärten auf dem Lagerplatz gelagert, bis sie zur Baustelle transportiert werden.



Zur Sicherung der Betonqualität sind heute in allen deutschen Transportbetonwerken Qualitätssicherungssysteme installiert, die sich an den Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle in *EN 206-1*, *DIN 1045-2* bzw. der Norm für Qualitätsmanagementsysteme *ISO 9001* orientieren. Die Gütesicherung, Eigen- und Fremdüberwachung der Betonfertigteilwerke erfolgt entsprechend den Vorgaben der Normen (*DIN 1045-4* bzw. *EN 13369* und Produktnormen).

2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Frischbeton- und Restwasserrecycling sind in nahezu allen Betonwerken Deutschlands gängige Praxis. Noch nicht erhärtete Betonreste aus Mischern, Betonfahrzeugen, Kübelbahnen und Betonverteilern werden ausgewaschen und sowohl die Gesteinskörnung als auch das anfallende Restwasser erneut als Betonausgangsstoffe wiederverwendet.

Frischbeton enthält eine stark alkalische Lösung, die beim Mischen von Zement mit Wasser entsteht und Haut- und Augenreizungen hervorrufen kann. Die Abrasivität der Gesteinskörnung in Beton und Mörtel kann dies noch zusätzlich unterstützen.

Aufgrund des in nicht chromatarmen Zementen enthaltenen wasserlöslichen Chromats kann sich bei anhaltendem Kontakt mit Betonen aus derartigen Zementen eine allergische Chromatdermatitis entwickeln. Gemäß *REACH*-Verordnung sind Zemente, bei denen die Gefahr eines Hautkontakts besteht, daher chromatarm (ca. 90 % bis 95 % aller in Deutschland hergestellten Zemente).

Weitere Hinweise können aus den Sicherheitsdatenblättern vom Hersteller von Transportbeton bzw. von zementgebundenen Baustoffen entnommen werden.

Für den Schutz der Arbeitnehmer bei Arbeiten, bei denen Quarzfeinstaub entstehen kann, werden in den deutschen Betonfertigteilwerken Maßnahmen gemäß dem "Übereinkommen über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltenden Produkte" (NEPSI) ergriffen.

2.8 Produktverarbeitung/Installation

Transportbeton wird nach dem Mischen ohne Lagerung mit Betonfahrmischern auf die Baustelle transportiert und dort in die vorbereitete Schalung (in der Regel mit Bewehrung aus Betonstahl) eingebracht und i. d. R. mit Innenrüttlern verdichtet. Nach einer ausreichend langen Erhärtungszeit werden die Bauteile ausgeschalt. Es folgt eine Nachbehandlungsphase.

Betonfertigteile werden von Montagekolonnen mittels Autokran oder Turmdrehkran auf der Baustelle montiert. Die Verbindung der Bauteile erfolgt je nach System und Anforderung, z. B. durch Mörtelverguss oder Schweißen. Montageanweisungen für die Montage von Betonfertigteilen auf der Baustelle gewährleisten die Einhaltung der geltenden Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften.

2.9 Verpackung

Die Anlieferung von Transportbeton und Betonfertigteilen erfolgt ohne Verwendung von Verpackungsmaterial.

2.10 Nutzungszustand

Die Zusammensetzung von Festbeton ändert sich im Nutzungszustand grundsätzlich nicht.

2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Die natürliche ionisierende Strahlung von Festbeton ist gering und gesundheitlich unbedenklich (vgl. Kapitel 7). Durch erdberührte Bauteile aus Beton kann der Zustrom von Radon aus dem Erdreich entscheidend verringert werden *ZEM*.

Die Umweltverträglichkeit von Beton wird dadurch sichergestellt, dass lediglich genormte Ausgangsstoffe verwendet werden dürfen, die a priori als unbedenklich angesehen werden oder für die die Umweltverträglichkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen wurde. Beton, der mit derart geprüften Ausgangsstoffen hergestellt ist, bedarf dann keines weiteren Nachweises *DAfStb1*.

2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Die in *EN 206-1* angegebenen Grenzwerte der Betonzusammensetzung sind unter den jeweiligen Expositionsklassen/Umweltbedingungen für eine beabsichtigte Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren festgelegt.

2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Beton erfüllt nach *DIN 4102-1* und *EN 13501-1* die Anforderungen der Baustoffklasse A1, 'nicht brennbar'. Im Brandfall können keine toxischen Gase und Dämpfe entstehen, und es kommt nicht zum Abtropfen oder Abfallen von brennenden Betonbestandteilen. Über eine entsprechende Dimensionierung der Bauteile können hohe Feuerwiderstandsklassen erreicht werden (in *EN 1992-2* sind Tabellenwerte für Feuerwiderstandsklassen nach *EN 13501-2* von bis zu R 240 bzw. REI 240 angegeben).

Brandschutz

Bezeichnung	Wert
Baustoffklasse	A1 "nicht brennbar"

Wasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) verhält sich Beton weitgehend inert. Es werden keine Stoffe in Mengen ausgewaschen, die wassergefährdend sein könnten.

Mechanische Zerstörung

Bei der mechanischen Zerstörung von Beton, bspw. durch Betonabbruch, entstehen keine umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Stoffe.

2.14 Nachnutzungsphase

Bauteile aus Beton können rückgebaut werden. Für das Recycling bewehrter Bauteile wird der Betonabbruch vom Betonstahl getrennt und aufbereitet. Hierzu wird der Beton zunächst zerkleinert und in einzelne Kornfraktionen getrennt

und im Straßenbau oder in geringen Anteilen als rezyklierte Gesteinskörnung zur Herstellung von Frischbeton verwendet. Der Betonstahl wird als Stahlschrott wiederverwendet. Prinzipiell besteht bei Fertigteilen die Möglichkeit, diese als Ganzes wiederzuverwenden.

2.15 Entsorgung

Die Deponierfähigkeit von Beton gem. Klasse I nach der TA Siedlungsabfall ist gewährleistet. Für Bauabfälle aus Beton gelten gemäß Abfallverwertungsverzeichnis die Abfallschlüssel 17 01 01 und 17 04 05 AVV.

2.16 Weitere Informationen

www.beton.org

www.nachhaltig-bauen-mit-beton.de

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m³ unbewehrter Konstruktionsbeton im Hochbau, Tief- oder Ingenieurbau.

Bei bewehrten Bauteilen ist der Anteil des Bewehrungsstahls gesondert zu berücksichtigen.

Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m ³
Dichte (Mittelwert)	2400	kg/m ³

Zur Berechnung der Ökobilanzen der durchschnittlichen Betone wurden zunächst die Ökobilanzen für Transportbeton und Fertigteilbeton für die betrachtete Druckfestigkeitsklasse separat ermittelt. Die Durchschnittsbildung erfolgte dann gewichtet nach dem Produktionsvolumen in Deutschland des Jahres 2021 für jede Druckfestigkeitsklasse.

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis Werkstor mit Optionen. Die gewählten Systemgrenzen umfassen die Herstellung des Betons einschließlich der Rohstoffgewinnung bis zum Einbau des fertigen Produktes.

Modul A1: Gewinnung und Aufbereitung der Betonausgangsstoffe, Produktion von Zement, Zusatzmitteln und Zusatzstoffen.

Modul A2: Transport der Rohstoffe zum Transportbeton-/Fertigteilwerk und interne Transporte

Modul A3: Betonherstellung im Werk (im Fertigteilwerk: inkl. energetische Aufwendungen für Verdichtung und ggf. Wärmebehandlung).

Modul A4: Transport zur Baustelle. Es wird ein gewichteter Mittelwert für den Transport zur Baustelle ausgewiesen. Falls Transportentfernungen im konkreten Projekt bekannt sind, sollten diese berücksichtigt werden.

Modul A5: Einbau von Transportbeton/Fertigteilen auf der Baustelle. Für die Umweltwirkungen werden die konservativeren Werte aus "Einbau Transportbeton" und "Einbau Fertigteilen" angegeben.

Modul B1: Carbonatisierung während der Nutzungsphase

Modul B2–B7: Für Betonbauteile sind Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen während der Referenznutzungsdauer i.

d. R. nicht erforderlich, so dass in diesen Modulen keine Umweltlasten anfallen.

Modul C1: Rückbau/Abbruch von Betongebäuden/-bauteilen

Modul C2: Transport von Betonabbruch zur Aufbereitung

Modul C3: Brechen und Aufbereiten von Betonabbruchmaterial

Modul D: Gutschrift für Verwendung von Betonabbruch

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Laut DBC liegt der Marktanteil von Betonverflüssigern und Fließmitteln bei ca. 80 % des Gesamtabsatzes an Betonzusatzmitteln in Deutschland (hiervon Betonverflüssiger ca. 19 %, Fließmittel ca. 61 %, Datenbasis 2021). Als Abschätzung werden für die vorliegende Ökobilanzierung diese beiden Betonzusatzmittel betrachtet. Alle übrigen Zusatzmittel (Verzögerer, Luftporenbildner, Beschleuniger, Einpresshilfen, Stabilisierer, Dichtungsmittel und Sonstige) stellen in Summe die übrigen 20 % dar.

3.4 Abschneideregeln

Es wurden alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte Energie für Mischen sowie Verdichtung und Wärmebehandlung im Betonfertigteilwerk und interne Transporte berücksichtigt.

Die Umweltlasten aus der Herstellung und Nutzung der Schalung wurden für die Ökobilanzierung der Betonherstellung vernachlässigt. Bei üblichen Einsatzhäufigkeiten von Schalungen liegt die Masse der eingesetzten Ressourcen und der eingesetzten Primärenergie bei unter 1 % der Gesamtwerte für die Betonherstellung.

3.5 Hintergrunddaten

Die Daten, auf denen die Ökobilanz beruht, wurden vom Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. (BTB) und der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. (FV) zur Verfügung gestellt.

Der BTB hat in seinem Arbeitsausschuss "Betontechnologie und Umwelt" Daten zu den Energieverbräuchen, Ausgangsstoffen sowie Betonzusammensetzungen erhoben. Insgesamt liegen Rückmeldungen zu 199 Transportbetonwerken vor, wobei zum Teil einzelne Rückmeldungen mehrere Werke umfassen. Die so erhaltenen Zusammensetzungen wurden mit langjährig geführten Verbandsstatistiken abgeglichen, so dass sie als typisch angesehen werden können.

Die FV führte eine Befragung ihrer Mitglieder durch. Es wurden Daten von Fertigteilherstellern aus dem gesamten Bundesgebiet mit jährlichen Produktionsvolumina zwischen weniger als 10.000 m³ und mehr als 50.000 m³ zur Verfügung gestellt (ca. 17 % der deutschen Betonfertigteilproduktion). Somit ist die Repräsentativität der Daten sichergestellt. Für weitere geschätzt rund 5 % der Fertigteilproduktion wird den Fertigteilwerken Transportbeton zugeliefert.

Hinsichtlich der verwendeten Zemente wurde der statistische Anteil verschiedener Zementarten erfasst.

Die Durchschnittsbildung Transportbeton/ Fertigteilbeton erfolgte bei den Modulen A1–A3 und A4 gewichtet nach den jeweiligen Produktionsvolumen für die Druckfestigkeitsklasse C60/75.

Die Ökobilanzierung wurde mit der Software-System "LCA for Experts" der Firma *Sphera* (Version 10.7.0.183) durchgeführt.

3.6 Datenqualität

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf Produktionsdaten aus dem Jahr 2021. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien, Hilfs- und Betriebsstoffen sind in den Werken jeweils als Mittelwerte von 12 Monaten berücksichtigt. Es kann von einer sehr guten Repräsentativität der in der Ökobilanz verwendeten Daten ausgegangen werden.

3.7 Betrachtungszeitraum

Die verwendeten Daten beziehen sich auf Produktionsprozesse aus dem Jahr 2021. Der in der Ökobilanz betrachtete Durchschnittsbeton bildet den Durchschnitt der Betonproduktion in Deutschland über diesen Zeitraum ab.

3.8 Geographische Repräsentativität

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

3.9 Allokation

Allokation bei Flugasche und bei Hüttensand (Module A1 bis A3): Nach EN 15804 wird eine ökonomische Allokation durchgeführt.

Zur Allokation bei Produkten, die bei der Herstellung von Zement Anwendung finden vgl. EPD Zement (Deklarationsnummer EPD-VDZ-20210336-1AG1-DE).

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. Generische Datensätze der MLC Datenbank (Cup 2022.2) wurden für die Modellierung der Produktion von Beton verwendet. Die verwendete Datenbank wird von Sphera verwaltet.

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Charakteristische Produkteigenschaften biogener Kohlenstoff

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor

Bezeichnung	Wert	Einheit
Biogener Kohlenstoff im Produkt	-	kg C
Biogener Kohlenstoff in der zugehörigen Verpackung	-	kg C

Transport zur Baustelle (A4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Liter Treibstoff (je m ³ Beton)	4,9	l/100km
Transport Distanz	17,6	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	55	%
Rohdichte der transportierten Produkte	2400	kg/m ³
Volumen-Auslastungsfaktor	0,55	-

Einbau ins Gebäude (A5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	0,28	kWh

Modul B1:

Durch Carbonatisierung nehmen Betonbauteile während ihrer Nutzungsdauer Kohlendioxid aus der Luft auf. Dies kann als negatives Treibhauspotenzial in Modul B1 ausgedrückt werden. Unter Annahme eines 20 cm dicken Betonbauteiles ergibt sich für den C60/75 ein Wert von ca. -12 kg CO₂/m³ Beton.

Modul B2–B7:

Für Betonbauteile sind Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen während der Referenznutzungsdauer i. d. R. nicht erforderlich, so dass in diesen Modulen keine Umweltlasten anfallen. Zudem werden keine Energie und kein Wasser verbraucht.

C1 Rückbau:

Nach aktuellem Stand der Technik erfolgt der Rückbau von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton überwiegend mit Longfrontbaggern, die mit Abbruchzangen ausgerüstet sind. Die Betongebäude werden hierbei über das sogenannte "Pressschneiden" d. h. das Zerkleinern von Beton durch das Einleiten einer Druckkraft, abgebrochen. Angenommen wurde ein Beton mit einem durchschnittlichen Bewehrungsgehalt.

C2 Transport:

Die Aufbereitung von Betonabbruchmaterial durch Brechen kann direkt an der Stelle des Gebäudeabbruchs mit mobilen Brechanlagen oder in größeren, ortsfest gebundenen Recyclingwerken erfolgen. In dieser Ökobilanz wird die durchschnittliche Transportentfernung für den Transport von Betonabfall zum Aufbereitungsprozess mit ca. 50 km abgeschätzt.

C3 Abfallbehandlung:

Die Aufbereitung des Bauschutts aus Beton erfolgt heute üblicherweise mit Backen- oder Prallbrechern, die neben dem reinen Brechen auch eine Vorabsiebung und eine Metallabscheidung durchführen. Die Beschickung der Anlage erfolgt mittels Radlader. Für Bagger und Radlader zusammen wurde ein Dieserverbrauch von 0,38 l/t Durchsatz ermittelt. Für Brecher, Förderbänder, Siebe, Magnetband etc. wurde ein Bedarf elektrischer Energie von 8,3 MJ/t Betonbruch berechnet.

Eine ähnliche Betrachtung im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens "R-Beton" lieferte Energieaufwände in vergleichbarer Größenordnung *DAfStb2*.

Nur 5,5 % des im Jahr 2020 angefallenen mineralischen Bauschutts wurde auf Deponien beseitigt *MON*. Aus diesem Grund wird die Deponierung in der vorliegenden Ökobilanzierung nicht betrachtet.

D Gutschriften und Lasten nach dem Lebensende:
Der Output am Ende des Brechvorgangs kann als Sekundärmaterial die Primärmaterialien Sand/Kies und Splitt/Schotter ersetzen. Die Verwendung liegt derzeit vorwiegend im Straßenbau. Für den Ersatz von Primärrohstoffen werden ökobilanzielle Gutschriften im Modul D ausgewiesen.

Carbonatisierung:
Unter Carbonatisierung versteht man die Bildung von Calciumcarbonat aus calciumhaltigen Hydratationsprodukten im

Zementstein des Betons, wobei Kohlendioxid aus der Luft gebunden wird. Durch die Carbonatisierung des Betons wird die Freisetzung von Kohlendioxid bei der Baustoffherstellung teilweise rückgängig gemacht. Dies kann als negatives Treibhauspotenzial ausgedrückt werden.

Die Berechnungen beruhen auf Versuchen mit unbehandeltem Beton ohne Außenputz und im Innenbereich mit Anstrich, aber ohne Bodenbelag.

EN 16757 gibt 75 % der maximal möglichen CO₂-Aufnahme als mittleren Richtwert für die Langzeitaufnahme von CO₂ an. Geht man davon aus, dass 12 kg CO₂/m³ Beton bereits in der Nutzungsphase (B1) durch Carbonatisierung aufgenommen werden (siehe oben), beträgt das Potenzial zur CO₂-Aufnahme für einen Beton C60/75 nach dem Lebensende ca. 91,1 kg/m³. Dieser Wert sollte jedoch nur als Anhaltswert verstanden werden, da er vielen Einflussfaktoren unterliegt.

5. LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken. Für die Berechnung wurden die Charakterisierungsfaktoren des Environmental Footprint (EF3.0) verwendet.

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

Produktionsstadium					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 m³ Konstruktionsbeton C60/75

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO ₂ -Äq.	289	11	0,874	-12	3,32	10,3	5,05	ND	-12,1
GWP-fossil	kg CO ₂ -Äq.	288	10,9	0,862	-12	3,3	10,3	4,99	ND	-12
GWP-biogenic	kg CO ₂ -Äq.	0,466	0,0395	0,012	0	0,0015	0,00371	0,0505	ND	-0,106
GWP-luluc	kg CO ₂ -Äq.	8,4E-02	4,2E-02	3,02E-04	0	1,22E-02	3,93E-02	1,14E-02	ND	-2,02E-02
ODP	kg CFC11-Äq.	7,27E-08	2,22E-12	2,02E-11	0	6,47E-13	2,09E-12	7,61E-11	ND	-1,5E-10
AP	mol H ⁺ -Äq.	0,465	0,038	0,00124	0	0,0156	0,0357	0,0167	ND	-0,029
EP-freshwater	kg P-Äq.	3,31E-04	2,16E-05	3,99E-06	0	6,3E-06	2,03E-05	1,91E-05	ND	-4,02E-05
EP-marine	kg N-Äq.	1,43E-01	1,8E-02	3,99E-04	0	7,42E-02	1,69E-02	7,44E-03	ND	-1,11E-02
EP-terrestrial	mol N-Äq.	1,64	0,2	0,00414	0	0,082	0,188	0,0814	ND	-0,125
POCP	kg NMVOC-Äq.	0,389	0,0358	0,000973	0	0,0208	0,0355	0,0204	ND	-0,0269
ADPE	kg Sb-Äq.	2,36E-05	1,09E-06	4,24E-07	0	3,17E-07	1,02E-06	1,85E-06	ND	-3,67E-06
ADPF	MJ	1,47E+03	144	11	0	41,9	135	65,3	ND	-156
WDP	m³ Welt-Äq. entzogen	5,19	0,0466	0,0207	0	0,00153	0,0438	0,0073	ND	-2,94

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 m³ Konstruktionsbeton C60/75

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	325	9,46	9,32	0	2,76	8,9	36,8	ND	-73
PERM	MJ	0	0	0	0	0	0	0	ND	0
PERT	MJ	325	9,46	9,32	0	2,76	8,9	36,8	ND	-73
PENRE	MJ	1,47E+03	144	11	0	41,9	135	65,3	ND	-157
PENRM	MJ	0	0	0	0	0	0	0	ND	0
PENRT	MJ	1,47E+03	144	11	0	41,9	135	65,3	ND	-157
SM	kg	5,6	0	0	0	0	0	0	ND	2,36E+03
RSF	MJ	242,9	0	0	0	0	0	0	ND	0
NRSF	MJ	571,3	0	0	0	0	0	0	ND	0
FW	m³	1,46	0,153	0,02	0	0,04	0,14	0,1	ND	-1,49

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 m³ Konstruktionsbeton C60/75

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	1,28E-02	6,28E-10	1,21E-09	0	1,83E-10	5,91E-10	4,45E-08	ND	-9,96E-10
NHWD	kg	28,4	0,0234	0,0112	0	0,00682	0,022	0,0421	ND	-23,1
RWD	kg	4,95E-01	1,91E-04	9,9E-04	0	5,27E-05	1,7E-04	3,04E-03	ND	-7,75E-03

CRU	kg	0	0	0	0	0	0	0	ND	0
MFR	kg	0	0	0	0	0	0	2,36E+03	ND	0
MER	kg	0	0	0	0	0	0	0	ND	0
EEE	MJ	0	0	0	0	0	0	0	ND	0
EET	MJ	0	0	0	0	0	0	0	ND	0

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 ÖKOBILANZ – zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2-optional:

1 m³ Konstruktionsbeton C60/75

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	C4	D
PM	Krankheitsfälle	4,03E-06	2,28E-07	9,8E-09	0	1,78E-07	2,13E-07	1,79E-07	ND	-1,29E-06
IR	kBq U235-Äq.	4,63	0,0184	0,0982	0	0,00535	0,0173	0,303	ND	-0,774
ETP-fw	CTUe	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
HTP-c	CTUh	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
HTP-nc	CTUh	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SQP	SQP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

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

Im Wert für das GWP-fossil der Module A1 bis A3 nicht enthalten sind 48,4 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung. Im Wert für das GWP-biogen der Module A1 bis A3 nicht enthalten sind 22,1 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip *EN 15804* sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.

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'.

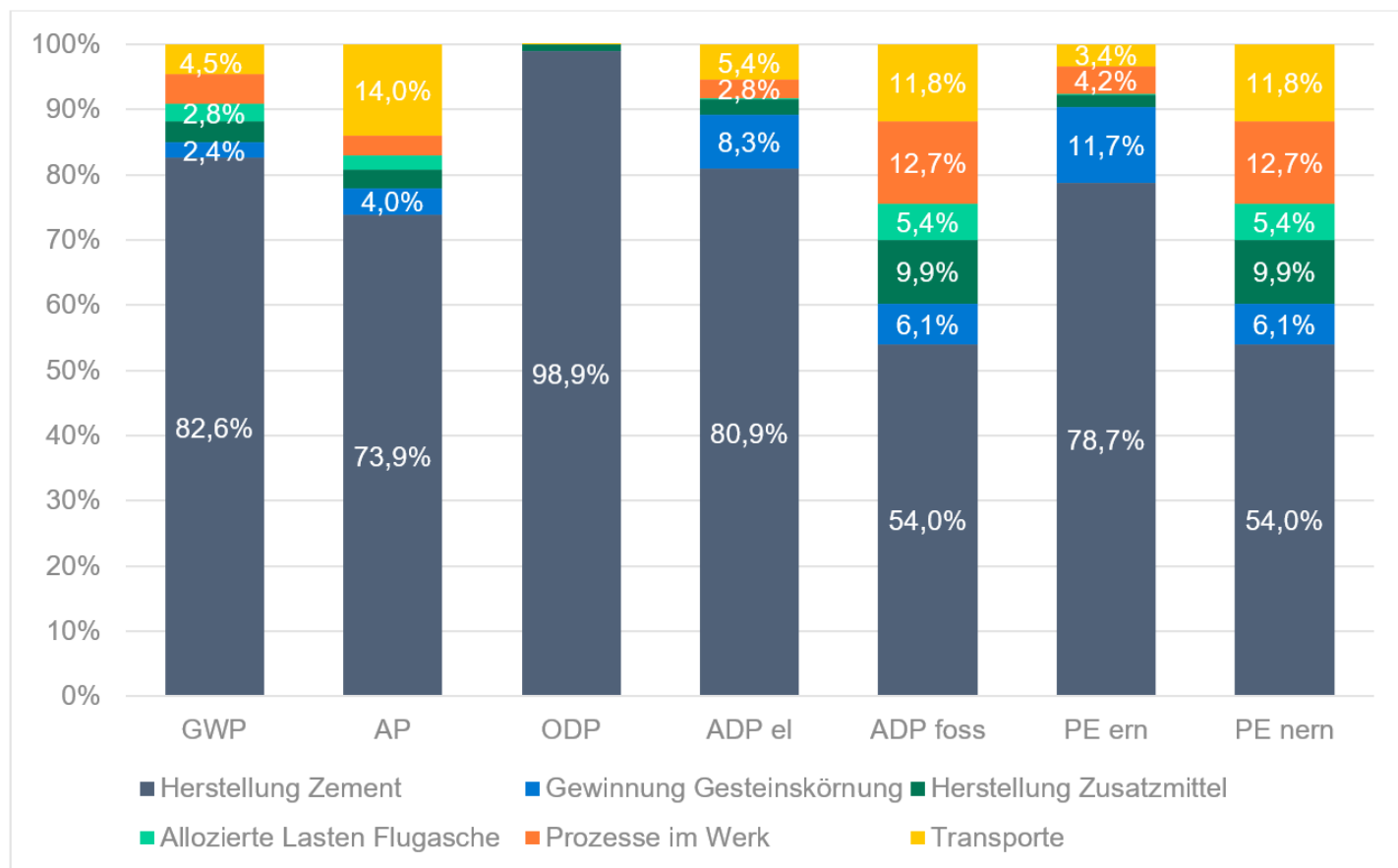
6. LCA: Interpretation

Bei der Herstellung von Beton dominiert die Zementherstellung alle Wirkungskategorien. Dies betrifft insbesondere das Treibhauspotenzial (**GWP**) sowie das Ozonschichtabbaupotenzial (**ODP**).

Ein weiterer größerer Einflussfaktor sind die Gewinnung/Herstellung und der Transport der weiteren Ausgangsstoffe.

Der Anteil der Prozesse im Werk ist insbesondere beim Treibhaus-, Versauerungs-, Eutrophierungs-, Ozonschichtabbaupotenzial sowie beim Potenzial für den Abbau abiotischer nicht fossiler Ressourcen sehr gering.

Das folgende Säulendiagramm gibt die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Indikatoren der Wirkungs- und Sachbilanz für die Module A1 bis A3 wieder.



Die Bandbreite der bei der Durchschnittsbildung erfassten Betone reicht von

- Betonen, bei denen die Parameter der Wirkungsabschätzung und der Primärenergiebedarf eines durchschnittlichen Betons dieser Druckfestigkeitsklasse um bis zu ca. 30 % überschritten werden bis zu

- Betonen, bei denen die Parameter der Wirkungsabschätzung und der Primärenergiebedarf eines durchschnittlichen Betons dieser Druckfestigkeitsklasse um bis zu ca. 30 % unterschritten werden.

Die Abweichungen vom Durchschnitt hängen insbesondere von der Betonzusammensetzung (Zementanteil und verwendete Zementart, Verwendung gebrochener oder nicht gebrochener Gesteinskörnung) ab.

7. Nachweise

7.1 Radioaktivität

Messungen der spezifischen Aktivität (Gammaskpektrometrie) des Bundesamtes für Strahlenschutz *BfS1* ergaben folgende Werte (in Bq/kg) (Min-Max-Werte in Klammern):

Bezeichnung	Wert	Einheit
RA-226	19 (13–25)	Bq/kg
Th-228	20 (10–47)	Bq/kg
K-40	360 (130–560)	Bq/kg

In Deutschland existieren derzeit keine gesetzlich festgelegten Grenzwerte zur Beurteilung der Radioaktivität von Baustoffen.

Alle mineralischen Grundstoffe enthalten geringe Mengen an natürlich radioaktiven Stoffen. Die Messungen zeigen, dass die natürliche Radioaktivität aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz des Baustoffes Beton erlaubt *BfS1*, *Bra1*.

7.2 Auslaugung

Die Anforderungen an Baustoffe hinsichtlich Auslaugung werden in Deutschland (für den konstruktiven Bau) in der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

(MVV-TB) beschrieben. Die Freisetzung von Substanzen ist demnach nur für bestimmte Anwendungen relevant und ist damit bauwerksbezogen. Je nach Anwendungsbereich, sind verschiedene Parameter und Prüfverfahren für potentiell relevante Ausgangsstoffe definiert. Für viele gängige Ausgangsstoffe und Anwendungsbereiche sind keine Prüfungen erforderlich (z. B. für natürliche Gesteinskörnungen oder Zemente nach DIN EN 197-1). Für die Prüfung der Auslaugung an Baustoffen werden u. a. die Prüfverfahren CEN/TS 16637-2 (monolithische Prüfkörper) sowie CEN/TS 16637-3 (durchströmbare Baustoffe, z. B. Gesteinskörnungen) eingesetzt.

Für Betone, die Betonzusatzmittel, Flugasche, rezyklierte Gesteinskörnung, industriell hergestellte Gesteinskörnung oder Sulfathüttenzement und Calciumaluminatsulfatzement enthalten, kann es in den relevanten Anwendungsbereichen Anforderungen an die Auslaugung geben. Sofern die Baustoffe nicht durch harmonisierte Normen erfasst sind, wurde die Erfüllung der Anforderung ggf. im Rahmen der bauaufsichtlichen Zulassung der Materialien geprüft.

7.3 VOC

Die Umweltverträglichkeit von Beton wird dadurch

gewährleistet, dass nur genormte Ausgangsstoffe verwendet werden dürfen, die a priori als unbedenklich gelten. Daher

werden üblicherweise keine Tests auf VOC aus dem Beton durchgeführt.

8. Literaturhinweise

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.):

PCR Teil A:

Produktkategorie Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht nach EN 15804+A2:2019. Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.). 2022-08.

PCR: Betonbauteile aus Ort- und Lieferbeton

Produktkategorie Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen Teil B: Anforderungen an die EPD für Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton. Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.). 2023-07.

IBU 2021

Allgemeine Anleitung für das IBU-EPD-Programm, Version 2.0, 2021-01. Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.).

Normen

DIN 1042-1

DIN 1045-1:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion.

DIN 1042-2

DIN 1045-2:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1.

DIN 1045-3

DIN 1045-3:2012-03 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung Anwendungsregeln zu DIN EN 13670.

DIN 1045-4

DIN 1045-4:2012-02 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen.

DIN 4102-1

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

EN 206-1

DIN EN 206-1:2001-07 Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.

EN 1992-2

DIN EN 1992: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.

EN 12350

DIN EN 12350: Prüfverfahren für Frischbeton.

EN 12390

DIN EN 12390: Prüfverfahren für Festbeton.

EN 13224

DIN EN 13224:2012-01 Betonfertigteile - Deckenplatten mit Stegen.

EN 13225

DIN EN 13225:2013-06 Betonfertigteile - Stabförmige tragende Bauteile.

EN 13369

DIN EN 13369:2013-08 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile.

EN 13501-1

DIN EN 13501-1:2010-01 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.

EN 13501-2

DIN EN 13501-2:2010-02 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.

EN 13747

DIN EN 13747:2010-08 Betonfertigteile – Decken-platten mit Ortbetonergänzung.

EN 14025

DIN EN ISO 14025:2011-10, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren.

EN 14843

DIN EN 14843:2007-07 Betonfertigteile – Treppen.

EN 14991

DIN EN 14991:2007-07 Betonfertigteile – Gründungs-elemente.

EN 14992

DIN EN 14992:2012-09 Betonfertigteile – Wandelemente.

EN 15050

DIN EN 15050:2012-06 Betonfertigteile - Fertigteile für Brücken.

EN 15258

DIN EN 15258:2009-05 Betonfertigteile - Stützwandelemente.

EN 15804

DIN EN 15804:2022-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Deutsche Fassung EN 15804:2012+A2:2019 + AC:2021.

EN 16757

DIN EN 16757:2023-03 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente.

ISO 9001

DIN EN ISO 9001:2015-11 Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2015).

Weitere Literatur

AVV

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis: Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) vom 10. Dezember 2001

(BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. S. 1533) geändert worden ist.

BfS1

BfS 2012: Gehrke, K.: Hoffmann, B.: Schkade, U.: Schmidt, V.: Wichterey, K.: Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Strahlenexposition; Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin 2012. urn:nbn:de 0221-201210099810.

Bra1

Brandt, J.; Rechenberg, W.: Umwelt, Radioaktivität und Beton: Sachstandsbericht. Beton-Verlag 1994.

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.

DAfStb1

Erläuterung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V. (DAfStb) zum aktuellen Regelungsstand der Umweltverträglichkeit von Beton (September 2020).

DAfStb2

Heft 641: Schlussbericht zum BMBF-Verbundforschungsvorhaben 'R-Beton - Ressourcenschonender Beton – Werkstoff der nächsten Generation' Schwerpunkt 3: Ökobilanz, Praxistest und Transfer (März 2022)

DBC

Deutsche Bauchemie e.V. - Jahresbericht 2021/2022.

DIBt1

DIBt-Grundsätze "Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – 2009".

Ecoinvent

Ecoinvent V3.8 + Cup 2022.2.

MON

Kreislaufwirtschaft Bau - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2020 (<http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de>).

REACH

REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

Sphera

Software-System "LCA for Experts" der Firma Sphera (Version 10.7.0.183).

ZEM

Zement-Taschenbuch. Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2008).

**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

**Ersteller der Ökobilanz**

VDZ Technology gGmbH
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Deutschland

0211- 45 78 0
info@vdz-online.de
www.vdz-online.de

**Inhaber der Deklaration**

InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Deutschland

+49 (0)211 28048-1
izb@beton.org
www.beton.org