

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	InformationsZentrum Beton GmbH
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-IZB-20130431-IBG2-DE
Ausstellungsdatum	26.07.2013
Gültig bis	25.07.2018

## Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 InformationsZentrum Beton GmbH

[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com) / <https://epd-online.com>



## 1. Allgemeine Angaben

<p><b>Informationszentrum Beton GmbH</b></p> <p><b>Programmmhalter</b> IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V. Panoramastr. 1 10178 Berlin Deutschland</p> <hr/> <p><b>Deklarationsnummer</b> EPD-IZB-20130431-IBG2-DE</p> <hr/> <p><b>Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:</b> Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton, 07.2014 (PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat)</p> <hr/> <p><b>Ausstellungsdatum</b> 26.07.2013</p> <hr/> <p><b>Gültig bis</b> 25.07.2018</p>	<p><b>Beton C 30/37</b></p> <hr/> <p><b>Inhaber der Deklaration</b> InformationsZentrum Beton GmbH Steinhof 39 40699 Erkrath Deutschland</p> <hr/> <p><b>Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit</b> 1 m<sup>3</sup> unbewehrter Konstruktionsbeton (C 30/37)</p> <hr/> <p><b>Gültigkeitsbereich:</b> Dieses Dokument bezieht sich auf durchschnittliche Zusammensetzungen für Beton in Deutschland zur Verwendung für Bauteile des üblichen Hochbaus, Tief- und Ingenieurbau als Transportbeton oder Beton in Fertigteilen.</p> <p>Es beruht auf Daten, die in den Jahren 2010/2011 von den Mitgliedern des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. und der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. erhoben wurden.</p> <p>Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.</p> <hr/> <p><b>Verifizierung</b></p> <p>Die CEN Norm /EN 15804/ dient als Kern-PCR</p> <p>Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n Dritte/n gemäß /ISO 14025/</p> <p><input type="checkbox"/> intern      <input checked="" type="checkbox"/> extern</p>
--	---

<p></p> <hr/> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p>	<p></p> <hr/> <p>Dr. Eva Schmincke, Unabhängige/r Prüfer/in vom SVR bestellt</p>
--	--

<p></p> <hr/> <p>Dr. Burkhard Lehmann (Geschäftsführer IBU)</p>
--

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

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 C 30/37.

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 C 30/37 statistisch berücksichtigt.

### 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 C 30/37 nach DIN EN 206 hat die folgenden technischen Eigenschaften:

#### Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Wärmeleitfähigkeit	1,35 - 2	W/(mK)
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$	60 - 130	-
Rohdichte	2000 - 2600	kg/m <sup>3</sup>
Druckfestigkeit (charakteristische Zylinder-Würfelfestigkeit nach 28 Tagen)	30/37	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit $f_{ctm}$	2,9	N/mm <sup>2</sup>
Elastizitätsmodul $E_{cm}$	33000	N/mm <sup>2</sup>
spez. Wärmekapazität $c_p$	1000	J (kg K)

### 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

DIN EN 206-1	Teil 1 - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
DIN 1045 -1	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
DIN 1045 -2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton -Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
DIN 1045 -3	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
DIN 1045-4	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton -Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen
DIN EN 1992	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 13224	Betonfertigteile - Deckenplatten mit Stegen
DIN EN 13225	Betonfertigteile - Stabförmige Bauteile
DIN EN 13369	Allgemeine Regeln für Betonfertigteile
DIN EN 13747	Betonfertigteile – Deckenplatten mit Ortbetonerfüllung
DIN EN 14843	Betonfertigteile – Treppen
DIN EN 14991	Betonfertigteile - Gründungselemente
DIN EN 14992	Betonfertigteile – Wandelemente
DIN EN 15050	Betonfertigteile – Brückenelemente
DIN EN 15258	Betonfertigteile - Stützwandelemente

### 2.5 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.

### 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

- Zement - ca. 13,6 bis 13,8 M.-%

- Flugasche - ca. 0,5 bis 3,3 M.-%
- Wasser - ca. 6,8 bis 7,1 M.-%
- Gesteinskörnung - ca. 75,8 bis 78,9 M.-%
- Zusatzmittel - ca. 0,1 M.-%

Hilfsstoffe: Schalöl als Trennmittel

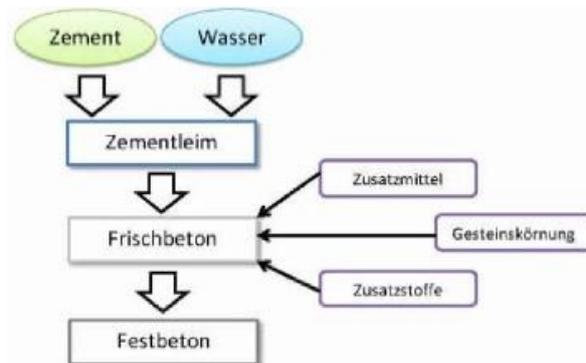
Zur wirklichkeitsnahen Abbildung der Betonzusammensetzung wurde über den statistischen Zusammenhang von Zementarten zu Zementfestigkeitsklassen die Ökobilanz für Zemente verschiedener Festigkeitsklassen modelliert und deren Anteil an der Betonrezeptur ermittelt.

### 2.7 Herstellung

Die dosierten Gesteinskörnungen werden zunächst trocken mit Zement als Bindemittel und weiteren Zusatzstoffen (siehe 2.6 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 geschüttet und verdichtet. Danach können die Bauteile zur besseren Erhärtung 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 DIN EN 206-1, DIN 1045-2 bzw. der Norm für Qualitätsmanagementsysteme DIN EN ISO 9001 orientieren. Die Gütesicherung, Eigen- und Fremdüberwachung der Betonfertigteilwerke erfolgt entsprechend den Vorgaben der Normen (DIN 1045-4 bzw. DIN EN 13369 und Produktnormen).

### 2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Frischbeton- und Restwasserrecycling sind in nahezu allen Betonwerken Deutschlands gängige Praxis. Noch

nicht erhärtete Betonreste aus Mischern, Beton-fahrzeugen, 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 enthaltenden wasserlöslichen Chromats kann sich bei anhaltendem Kontakt mit Betonen aus derartigen Zementen eine allergische Chromatdermatitis entwickeln. Gemäß REACH-Verordnung [REACH] 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. zementgebundenen Baustoffe 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 enthaltender Produkte“ (NEPSI) ergriffen.

## 2.9 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 aus-reichend 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 Unfall-verhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften.

## 2.10 Verpackung

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

## 2.11 Nutzungszustand

Die Zusammensetzung von Festbeton ändert sich im Nutzungszustand grundsätzlich nicht.

## 2.12 Umwelt & 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 Umwelt-verträglichkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen wurde. Beton, der mit derart geprüften Ausgangsstoffen hergestellt ist, bedarf dann keines weiteren Nachweises [DAfStb2].

## 2.13 Referenz-Nutzungsdauer

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

## 2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

### Brand

Beton erfüllt nach DIN 4102-1 und EN 13501-1 die Anforderungen der Baustoffklasse A1, „nicht brenn-bar“. 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 1992-1-2 sind Tabellenwerte für Feuerwiderstandsklassen nach EN 13501-2 von bis zu R 240 bzw. REI 240 angegeben).

### Wasser

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

### Mechanische Zerstörung

## 2.15 Nachnutzungsphase

Bauteile aus Beton können rückgebaut werden. Für das Recycling bewehrter Bauteile wird der Beton-abbruch 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 Gesteins-körnung zur Herstellung von Frischbeton verwendet. Der Betonstahl wird als Stahlschrott wiederverwendet.

Prinzipiell besteht bei Fertigteilen die Möglichkeit, diese als Ganzes weiterzuverwenden.

## 2.16 Entsorgung

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

## 2.17 Weitere Informationen

[www.beton.org](http://www.beton.org)

[www.vdz-online.de/zement-taschenbuch.html](http://www.vdz-online.de/zement-taschenbuch.html)

### 3. LCA: Rechenregeln

#### 3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>
Dichte (Mittelwert)	2400	kg/m <sup>3</sup>
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	2400	-

#### 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 Beton-ausgangsstoffe.

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

Modul A5: Einbau von Transportbeton/Fertigteilen auf der Baustelle

Modul B1-B7: Für Betonbauteile sind Instandhaltung- 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 von Beton

Modul D: Gutschrift für Verwendung von Betonabbruch, evtl. CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch die Carbo-natisierung von Beton nach dem Abbruch von Betonbauwerken

#### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

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 2010 für jede Druckfestigkeitsklasse.

Laut [DBC] liegt der Marktanteil von Betonverflüssigern (BV) und Fließmitteln (FM) bei ca. 88 % des Gesamtabsatzes an Betonzusatzmitteln in

Deutschland (hiervon BV ca. 40 %, FM ca. 60 %, Datenbasis 2009), alle übrigen Zusatzmittel (Verzögerer, Luftporenbildner, Beschleuniger, Einpresshilfen, Stabilisierer, Dichtungsmittel und Sonstige) stellen in Summe die übrigen 12 % dar. Als Abschätzung wurden in der Ökobilanzierung alle Betonzusatzmittel als Fließmittel und Betonverflüssiger modelliert.

#### 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. zur Verfügung gestellt.

Vom BTB wurden repräsentative Betonzusammensetzungen aus einem Forschungsvorhaben des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V. [DAfStb1] gewählt und mit Experten aus der Praxis sowie langjährig geführten Verbandsstatistiken abgeglichen, so dass diese als typisch angesehen werden können. Die Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. führte eine Befragung ihrer Mitglieder durch. Es wurden Daten von Fertigteilherstellern aus dem gesamten Bundesgebiet mit jährlichen Produktionsvolumina zwischen weniger als 8.000 m<sup>3</sup> und mehr als 80.000 m<sup>3</sup> zur Verfügung gestellt (ca. 31 % der deutschen Betonfertigteilproduktion). Somit ist die Repräsentativität der Daten sichergestellt.

Die Durchschnittsbildung Transportbeton/Fertigteilbeton erfolgte bei den Modulen A1-A5 gewichtet nach den jeweiligen Produktionsvolumen für die Druckfestigkeitsklasse C 30/37.

Zur Modellierung der Produktherstellung wurde das Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung „GaBi 5“ eingesetzt. Die Basisdaten der GaBi-Datenbank wurden für Energie, Transporte und Hilfsstoffe verwendet.

#### 3.6 Datenqualität

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf Produktionsdaten aus dem Jahr 2010. 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 2010. Der in der Ökobilanz betrachtete Durchschnittsbeton bildet den Durchschnitt der Betonproduktion in Deutschland über diesen Zeitraum ab.

### 3.8 Allokation

Allokation bei Flugasche (Module A1 bis A3): Nach EN 15804 wird eine ökonomische Allokation durchgeführt. Der Beitrag des Erlöses aus dem Verkauf von Flugasche zum Betriebseinkommen eines Kohlekraftwerks sowie die allozierten Umweltwirkungen des Kohlekraftwerkprozesses bezogen auf den Beton sind

sehr gering (< 1%). Der Flugasche wird daher nur der Transport zum Betonwerk zugeordnet.

Zur Allokation bei Produkten, die bei der Herstellung von Zement Anwendung finden vgl. EPD Zement (Deklarationsnummer EPD-VDZ-201 2111 -D).

### 3.9 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.

## 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Modul B1-B7: Für Betonbauteile sind Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen während der Referenznutzungsdauer i. d. R. nicht erforderlich, so dass in diesen Modulen keine Umweltlasten anfallen.

#### 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

Transport des groben Betonabbruchmaterials zur Brechanlage

#### C3: Abfallbehandlung:

Die Aufbereitung des Bauschutts aus Beton erfolgt heute üblicherweise mit Backen- oder Pralldrechern, die neben dem reinen Brechen auch eine Vorabsiebung und eine Metallabscheidung durchführen:

Nur 4,1 % des im Jahr 2010 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, die natürlicherweise in einem gewissen Maß stattfindet, wird die Freisetzung von Kohlendioxid bei der Baustoffherstellung teilweise rückgängig gemacht.

Dies kann als negatives Treibhauspotenzial ausgedrückt werden. Dieses negative Treibhauspotenzial wurde nicht im GWP für Beton in Modul D (Abschnitt 5) ausgewiesen, kann aber zusätzlich berücksichtigt werden.

Die quantitative CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Carbonatisierung kann in zwei Schritten bestimmt werden:

Berechnung der CO<sub>2</sub>-Aufnahme pro Volumen carbonatisierten Betons [kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>]. Für einen C 30/37 wie in dieser EPD beschrieben beträgt dieses Potenzial nach [PAD] 87,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> Beton.

Abschätzung des Anteils des carbonatisierten Betonvolumens am Gesamtbetonvolumen [in %]. Dieser hängt von verschiedenen Faktoren, insbesondere den Umgebungsbedingungen ab. Der Carbonatisierungsfortschritt (in Masse aufgenommenen Kohlendioxids je Betoneinheit) verläuft qualitativ näherungsweise wie im folgenden Bild dargestellt. Das Brechen des Betons beim Rückbau sowie der weiteren Zerkleinerung und die hierdurch entstehenden größeren Oberflächen führen zu einem deutlichen Anstieg der Carbonatisierungsgeschwindigkeit nach dem Lebensende eines Betonbauwerks. Der Korrosionsschutz der Bewehrung während der Nutzungsdauer der Betonbauteile wird über eine Bemessung und Herstellung nach europäischen Normen sichergestellt.

In [PAD] werden für verschiedene europäische Länder Abschätzungen für den Anteil des carbonatisierten Betonvolumens zum Zeitpunkt „100 Jahre nach Betonherstellung“ getroffen. Basierend auf Untersuchungen in anderen Ländern und der deutschen Recyclingquote von Beton kann dieser Anteil für Deutschland nach 100 Jahren mit ca. 70 % angenommen werden.

Die Multiplikation dieser beiden Werte liefert den absoluten Wert der CO<sub>2</sub>-Aufnahme in kg je Kubikmeter Beton.

#### Transport zu Baustelle (A4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Liter Treibstoff	6	l/100km
Transport Distanz	20,1	km

Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	82	%
Rohdichte der transportierten Produkte	2400	kg/m <sup>3</sup>
Volumen-Auslastungsfaktor	0,82	-

**Einbau ins Gebäude (A5)**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	1	kWh
Sonstige Energieträger	7	MJ

## 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.

### ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

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	X	X	X	X	MND	MND	X	X	X	MND	X

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>3</sup> Konstruktionsbeton C30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	231,90	3,30	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,47	1,38	-23,08
ODP	[kg CFC11-Äq.]	7,35E-7	1,79E-10	3,06E-9	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	3,23E-1	1,06E-2	9,18E-9	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	2,88E-2	4,74E-3	1,30E-2	-4,10E-2
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	5,13E-2	2,40E-3	1,86E-3	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
POCP	[kg Ethen-Äq.]	3,93E-2	1,30E-3	6,49E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
ADPE	[kg Sb-Äq.]	4,18E-4	1,53E-7	5,15E-8	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
ADPF	[MJ]	845,20	46,00	18,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,90	6,50	19,10	-242,70

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>3</sup> Konstruktionsbeton C30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D
PERE	[MJ]	82,70	1,80	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,26	0,76	-47,10
PERM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PERT	[MJ]	82,70	1,80	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,26	0,76	-47,10
PENRE	[MJ]	984,00	46,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	6,55	19,20	-319,00
PENRM	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PENRT	[MJ]	984,00	46,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	6,55	19,20	-319,00
SM	[kg]	116,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RSF	[MJ]	182,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NRSF	[MJ]	354,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FW	[m <sup>3</sup> ]	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00

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

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>3</sup> Konstruktionsbeton C30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D
HWD	[kg]	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NHWD	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RWD	[kg]	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CRU	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFR	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2400,00	2400,00
MER	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EEE	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EET	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

## 6. LCA: Interpretation

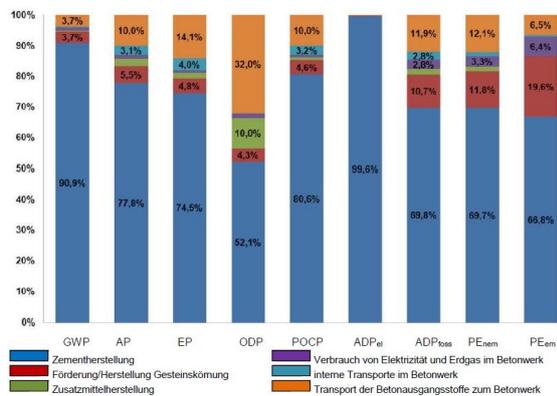
Bei der Herstellung von Beton dominiert die Zementherstellung alle Wirkungskategorien. Dies betrifft insbesondere das Treibhauspotenzial (GWP) sowie das Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen.

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

Der Anteil der Prozesse im Werk ist insbesondere

beim Treibhaus-, Versauerungs-, Eutrophierungs- und Ozonabbaupotenzial sehr gering (unter 5 %).

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. 10 % überschritten werden bis zu
- Betonen, bei denen die Parameter der Wirkungsabschätzung und der Primärenergiebedarf eines durchschnittlichen Betons dieser Druckfestigkeitsklasse um bis zu ca. 10 % unterschritten werden.

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

## 7. Nachweise

### Radioaktivität

Messungen der spezifischen Aktivität (Gamma-spektrometrie) des Bundesamtes für Strahlenschutz [BfS1] ergaben folgende Werte (in Bq/kg) (Min-Max-Werte in Klammern):

RA-226	Th-228	K-40
19 (13–25)	20 (10–47)	360 (130–560)

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].

## 8. Literaturhinweise

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

**Allgemeine Grundsätze** für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2011-09.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:** Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2012-09.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:** Anforderungen an die EPD für Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton. 2012-07

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:** Anforderungen an die EPD für Betonfertigteile. 2011-05

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

**DIN EN ISO 9001:**2008-12, Qualitätsmanagement-systeme – Anforderungen (ISO 9001:2008)

**DIN EN 15804:**2012-04, Nachhaltigkeit von Bauwerken Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die

Produktkategorie Bauprodukte; Deutsche Fassung EN 15804:2012.

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

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

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

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

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

**DIN EN 13224:**2012-01, Betonfertigteile - Deckenplatten mit Stegen

**DIN EN 13225:**2013-06, Betonfertigteile - Stabförmige tragende Bauteile

**DIN EN 13369:**2013-08, Allgemeine Regeln für Betonfertigteile

**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

**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.

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

**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

**DIN EN 15258:**2009-05, Betonfertigteile – Stützwandelemente

[AVV] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis: Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22

[BfS1] BfS 2008 Gehrke, K. Hoffmann, B., Schkade, U., Schmidt, V., Wichterey, K.: Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Strahlenexposition - Zwischenbericht; Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin 2008.

[Bra1] Brandt, J.; Rechenberg, W.: Umwelt, Radioaktivität und Beton: Sachstandsbericht. Beton-Verlag 1994

[DAfStb1] DAfStb-Heft 584– Verbundforschungs-vorhaben „Nachhaltig Bauen mit Beton“ – Potentiale des Sekundärstoffeinsatzes im Betonbau – Teilprojekt B

[DAfStb2] Erläuterung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V. (DAfStb) zum aktuellen Regelungsstand der Umweltverträglichkeit von Beton (Dezember 2010)

[DBC]: Norbert Schröter und Petra Fischer: Entwicklung und Trends bei Betonzusatzmitteln; Beton 06/2010 (aktualisierte Daten für 2010 per Email erhalten von der Deutschen Bauchemie e.V.)

[DIBt1] DIBt-Grundsätze „Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser – 2009“

[MON] Kreislaufwirtschaft Bau - Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2010 (<http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/berichte.html>)

[PAD]: Claus Pade, Maria Guimares: The CO2 uptake of concrete in a 100 year perspective, Cement and Concrete Research 37 (2007)

[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

[ZEM]: Zement-Taschenbuch. Verein Deutscher Zementwerke e.V. (2008)

**Institut Bauen und Umwelt e.V.**, Berlin (Hrsg.): Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs);

**Allgemeine Grundsätze** für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:** Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2013-04.

**ISO 14025**  
DIN EN ISO 14025:2011-10, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.

**EN 15804**  
EN 15804:2012-04+A1 2013, Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products.

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Panoramastr. 1  
10178 Berlin  
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0  
Fax +49 (0)30 3087748- 29  
Mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Programmhalter**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Panoramastr. 1  
10178 Berlin  
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0  
Fax +49 (0)30 3087748- 29  
Mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Ersteller der Ökobilanz**

VDZ gGmbH  
Tannenstraße 2  
40476 Düsseldorf  
Germany

Tel +49 (0)211 4578 1  
Fax +49 (0)211 4578 296  
Mail [info@vdz-online.de](mailto:info@vdz-online.de)  
Web [www.vdz-online.de](http://www.vdz-online.de)

**Inhaber der Deklaration**

Informationszentrum Beton GmbH  
Steinof 39  
40699 Erkrath  
Germany

Tel +49 (0)211 28048-481  
Fax +49 (0)211 28048-320  
Mail [izb@beton.org](mailto:izb@beton.org)  
Web [www.beton.org](http://www.beton.org)