

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-20180100-IBG1-DE |
| Ausstellungsdatum | 03.09.2018 |
| Gültig bis | 02.09.2023 |

Beton der Druckfestigkeitsklasse C 50/60 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.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Deklarationsnummer

EPD-IZB-20180100-IBG1-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton, 07.2014
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat (SVR))

Ausstellungsdatum

03.09.2018

Gültig bis

02.09.2023



Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer
(Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Dipl. Ing. Hans Peters
(Geschäftsführer IBU)

Beton C 50/60

Inhaber der Deklaration

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39
40699 Erkrath
Deutschland

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 m³ unbewehrter Konstruktionsbeton (C 50/60)

Gültigkeitsbereich:

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.

Es beruht auf Daten, die für das Jahr 2016 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.

Verifizierung

Die Europäische Norm /EN 15804/ dient als Kern-PCR

Unabhängige Verifizierung der Deklaration und Angaben gemäß /ISO 14025:2010/

☐ intern ☒ extern



Angela Schindler,
Unabhängige/r Verifizierer/in vom SVR bestellt

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 C 50/60.

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 50/60 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/, /DIN EN 13225/, /DIN EN 13747/, /DIN EN 14843/, /DIN EN 14991/, /DIN EN 14992/, /DIN EN 15050/ oder /DIN EN 15258/ 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 C 50/60 nach /DIN 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 | 50/60 | N/mm ² |
| Zugfestigkeit f_{ctm} | ca. 4,1 | N/mm ² |
| Biegezugfestigkeit | ca. 8,1 | N/mm ² |
| Elastizitätsmodul E_{cm} | ca. 37000 | N/mm ² |
| Ausgleichsfeuchtegehalt | ~ 3,0 | % |
| spez. Wärmekapazität c_p | 1000 | J (kg K) |

Maßgebende Prüfnormen sind: /DIN EN 12350/ und /DIN 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 dessen 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. 15,9 bis 17,3 | M.-% |
| Wasser | ca. 6,2 bis 6,7 | M.-% |
| Gesteinskörnung | ca. 73,8 bis 77,0 | M.-% |
| Zusatzstoffe (Flugasche und Gesteinsmehle) | ca. 0,8 bis 2,8 | M.-% |
| Zusatzmittel | ca. 0,1 bis 0,2 | M.-% |

Hilfsstoffe: Schalöl als Trennmittel

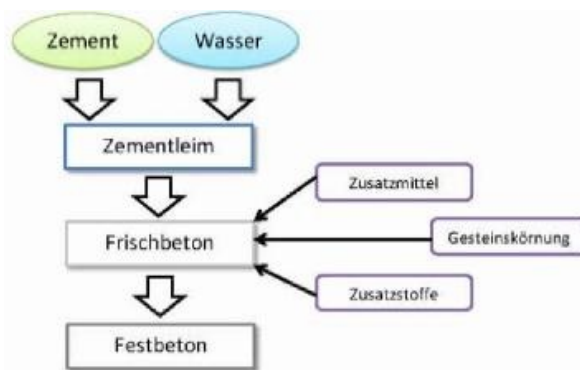
Zur wirklichkeitsnahen Abbildung der Betonzusammensetzung wurde über den statistischen Zusammenhang von Zementarten zu Zementfestigkeitsklassen die Ökobilanz für Zemente verschiedener Festigkeitsklassen modelliert und deren Anteil an der Betonrezeptur ermittelt.

2.6 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 geschüttet 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 /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).

2.7 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 /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.

2.8 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 & 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 /DIN 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 /DIN 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 /DIN EN 1992-1-2/ 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 weiterzuverwenden.

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.vdz-online.de/zement-taschenbuch.html

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 |
| Umrechnungsfaktor zu 1 kg | 0,000412 | - |

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 2016 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.

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 von Beton

Modul D: Gutschrift für Verwendung von Betonabbruch

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Laut /DBC/ liegt der Marktanteil von Betonverflüssigern (BV) und Fließmitteln (FM) bei ca. 88 % des Gesamtabsatzes an Betonzusatzmitteln in Deutschland (hiervon BV ca. 27 %, FM ca. 73 %, Datenbasis 2016). 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 Beton-verflüssiger 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. (FV) zur Verfügung gestellt.

Der BTB hat im Arbeitsausschuss "Betontechnologie und Umwelt" zusammen mit verschiedenen Experten aus der Transportbetonindustrie repräsentative Betonzusammensetzungen bestimmt und diese mit langjährig geführten Verbandsstatistiken abgeglichen, so dass diese 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. 28% der deutschen Betonfertigteilproduktion). Somit ist die Repräsentativität der Daten sichergestellt.

Die Durchschnittsbildung Transportbeton/ Fertigteilbeton erfolgte bei den Modulen A1-A3 und A5

gewichtet nach den jeweiligen Produktionsvolumen für die Druckfestigkeitsklasse C 50/60.

Zur Modellierung der Produktherstellung wurde das Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung /GaBi / (GaBi-Version 8.7.0.18, Servicepack 34) eingesetzt.

3.6 Datenqualität

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf Produktionsdaten aus dem Jahr 2016. 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 2016. Der in der Ökobilanz betrachtete Durchschnittsbeton bildet den

Durchschnitt der Betonproduktion in Deutschland über diesen Zeitraum ab.

3.8 Allokation

Allokation bei Flugasche und bei Hüttensand (Module A1 bis A3): Nach /DIN 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-20170026-1AG1-DE).

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.

Die Basisdaten der GaBi--Datenbank (GaBi-Version 8.7.0.18, Servicepack 34) wurden für Energie, Transporte und Hilfsstoffe verwendet.

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

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 hierfür ein Wert von ca. 10 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 wird 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:

Transport des groben Betonabbruchmaterials zur Brechanlage

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.

Nur 6,2% des im Jahr 2014 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 Innenbereich mit Anstrich, aber ohne Bodenbelag.

/DIN EN 16757/ gibt 75% der maximal möglichen CO₂-Aufnahme als mittleren Richtwert für die Langzeitaufnahme von CO₂ an. Geht man davon aus, dass 10 kg CO₂/m³ Beton bereits in der Nutzungsphase (B1) durch Carbonatisierung aufgenommen werden (siehe oben), beträgt das Potenzial zur CO₂-Aufnahme für einen Beton C50/60 ca. 106,9 kg/m³. Dieser Wert sollte jedoch nur als Anhaltswert verstanden werden, da er vielen Einflussfaktoren unterliegt.

Transport zur Baustelle (A4)

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|--|------|-------------------|
| Liter Treibstoff (je m ³ Beton) | 4,9 | l/100km |
| Transport Distanz | 140 | km |
| Auslastung (einschließlich Leerfahrten) | 85 | % |
| Rohdichte der transportierten Produkte | 2400 | kg/m ³ |
| Volumen-Auslastungsfaktor | 0,85 | - |

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 CML-Faktoren der Version Oktober 2012 verwendet.

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 | MND | MNR | MNR | MNR | MND | MND | X | X | X | MND | X |

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

| Parameter | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | D |
|-----------|--|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| GWP | [kg CO ₂ -Äq.] | 300,00 | 28,80 | 1,08 | -10,00 | 3,10 | 12,00 | 6,01 | -21,40 |
| ODP | [kg CFC11-Äq.] | 8,40E-8 | 5,68E-12 | 4,71E-12 | 0,00E+0 | 6,09E-13 | 2,37E-12 | 1,31E-11 | -1,32E-10 |
| AP | [kg SO ₂ -Äq.] | 4,22E-1 | 7,15E-2 | 1,60E-3 | 0,00E+0 | 3,00E-2 | 3,21E-2 | 1,13E-2 | -4,73E-2 |
| EP | [kg (PO ₄) ³ -Äq.] | 8,37E-2 | 1,69E-2 | 2,57E-4 | 0,00E+0 | 6,53E-3 | 7,65E-3 | 2,17E-3 | -8,86E-3 |
| POCP | [kg Ethen-Äq.] | 3,79E-2 | -2,38E-2 | 1,11E-4 | 0,00E+0 | 3,18E-3 | -1,11E-2 | 9,74E-4 | -2,79E-3 |
| ADPE | [kg Sb-Äq.] | 1,07E-3 | 3,07E-6 | 5,36E-7 | 0,00E+0 | 3,28E-7 | 1,28E-6 | 1,97E-6 | -8,60E-6 |
| ADPF | [MJ] | 1360,00 | 389,70 | 10,50 | 0,00 | 41,70 | 163,00 | 68,40 | -227,00 |
| Legende | GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potential für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - nicht fossile Ressourcen (ADP - Stoffe); ADPF = Potential für die Verknappung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP - fossile Energieträger) | | | | | | | | |

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

| Parameter | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | D |
|-----------|--|---------|--------|-------|------|-------|--------|-------|---------|
| PERE | [MJ] | 292,00 | 26,20 | 5,89 | 0,00 | 2,80 | 11,00 | 20,70 | -94,10 |
| PERM | [MJ] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PERT | [MJ] | 292,00 | 26,20 | 5,89 | 0,00 | 2,80 | 11,00 | 20,70 | -94,10 |
| PENRE | [MJ] | 1510,00 | 391,40 | 13,66 | 0,00 | 41,90 | 163,00 | 78,70 | -279,00 |
| PENRM | [MJ] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PENRT | [MJ] | 1510,00 | 391,40 | 13,66 | 0,00 | 41,90 | 163,00 | 78,70 | -279,00 |
| SM | [kg] | 11,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2400,00 |
| RSF | [MJ] | 287,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NRSF | [MJ] | 546,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| FW | [m³] | 0,88 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -1,28 |
| 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 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

| Parameter | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3 | D |
|-----------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| HWD | [kg] | 3,35E-4 | 2,45E-5 | 1,29E-8 | 0,00E+0 | 2,62E-6 | 1,02E-5 | 2,30E-6 | -3,58E-6 |
| NHWD | [kg] | 50,60 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | -46,50 |
| RWD | [kg] | 6,00E-2 | 5,91E-4 | 1,26E-3 | 0,00E+0 | 6,33E-5 | 2,42E-4 | 4,00E-2 | -2,07E-2 |
| CRU | [kg] | 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 | 2400,00 | 0,00 |
| MER | [kg] | 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 |
| EET | [MJ] | 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 | | | | | | | | |

Im Wert für das GWP der Module A1 bis A3 nicht enthalten sind 46 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Zementklinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip /DIN EN 15804/ sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Aus Transparenzgründen wird der Wert hier jedoch zusätzlich angegeben: GWP inkl. Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung: 346 CO₂-Äq. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen für Zemente auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

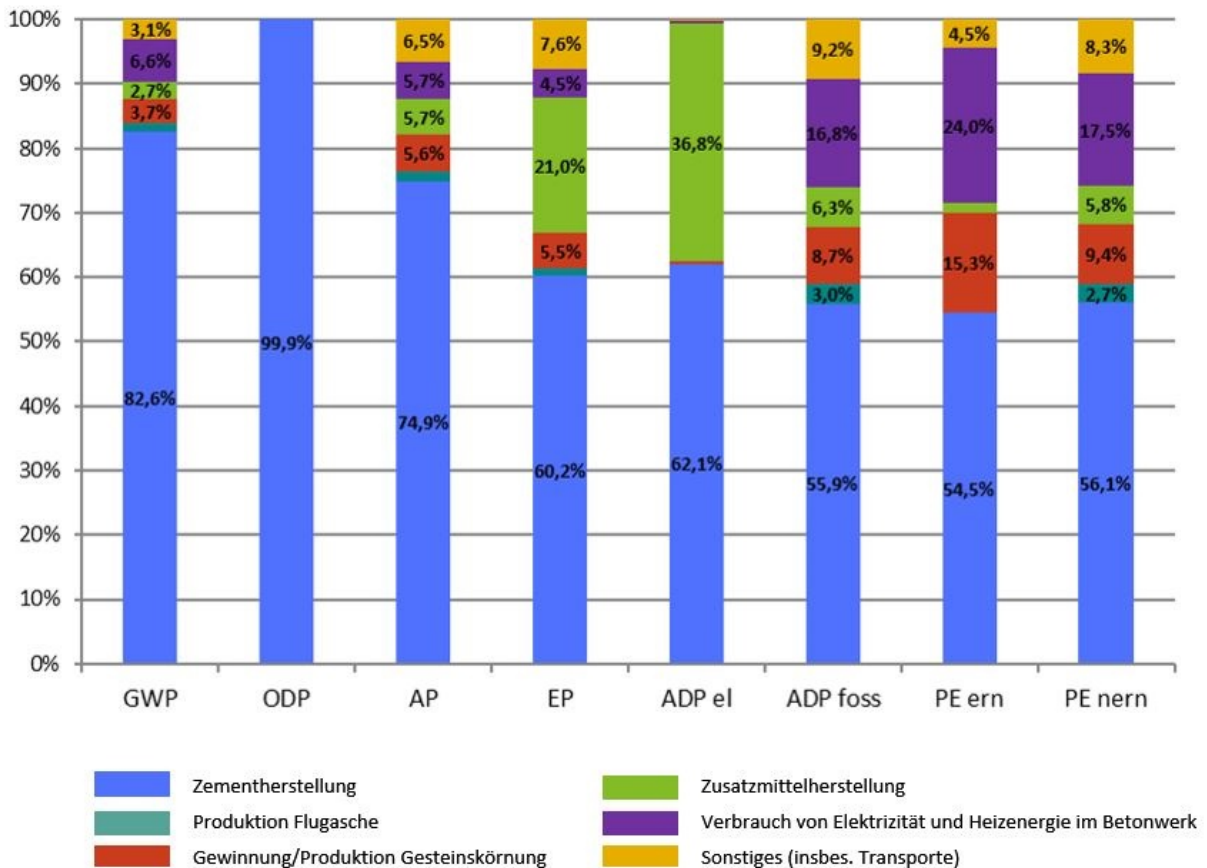
6. LCA: Interpretation

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 Ausgangsstoffe.

Der Anteil der Prozesse im Werk ist insbesondere beim Treibhaus-, Versauerungs-, Eutrophierungs-, Ozonschichtabbaupotenzial sowie beim Potenzial für den abiotischen Abbau 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

Radioaktivität

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

| | | |
|---------|---------|-----------|
| RA-226 | Th-228 | K-40 |
| 19 | 20 | 360 |
| (13–25) | (10–47) | (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., Berlin (Hrsg.):

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:
Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2017-04.

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:
Anforderungen an die EPD für Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton. 2017-11

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:
Anforderungen an die EPD für Betonfertigteile. 2017-11

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

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

DIN EN 12350: Prüfverfahren für Frischbeton

DIN EN 12390: Prüfverfahren für Festbeton

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

DIN EN 14843:2007-07 Betonfertigteile – Treppen

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

DIN EN 14992:2012-09 Betonfertigteile – Wandelemente

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

DIN EN 15258:2009-05 Betonfertigteile - Stützwandelemente

DIN EN 16757:2017-10 Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente

/AVV/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis: Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 17.7.2017 (BGBl. S. 2644) geändert worden ist

/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

/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 Text von Bedeutung für den EWR

/DAfStb1/ Erläuterung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V. (DAfStb) zum aktuellen Regelungsstand der Umweltverträglichkeit von Beton (Dezember 2010)

/DBC/: Deutsche Bauchemie e.V. - Jahresbericht 2016/2017

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

/GaBi 6/ dataset documentation for the software-system and databases, LBP, University of Stuttgart and thinkstep, Leinfelden-Echterdingen, 2014 (<http://documentation.gabi-software.com>)

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

/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)

/IBU 2016/

IBU (2016):Allgemeine EPD-Programmanleitung des Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Version 1.1, Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin.

/ISO 14025/

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

/EN 15804/

/EN 15804:2012-04+A1 2013/, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

**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@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.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@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Ersteller der Ökobilanz**

VDZ gGmbH
Tannenstrasse 2
40476 Duesseldorf
Germany

Tel +49-211-4578-1
Fax +49-211-4578-296
Mail info@vdz-online.de
Web www.vdz-online.de

**Inhaber der Deklaration**

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39
40699 Erkrath
Germany

Tel +49 (0)211 28048-481
Fax +49 (0)211 28048-320
Mail izb@beton.org
Web www.beton.org