

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Deklarationsinhaber | Dyckerhoff GmbH                      |
| Herausgeber         | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) |
| Programmhalter      | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) |
| Deklarationsnummer  | EPD-DYK-20210333-IAC1-DE             |
| Ausstellungsdatum   | 26.01.2022                           |
| Gültig bis          | 25.01.2027                           |

CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R  
**Dyckerhoff GmbH**  
**Werk Deuna**

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



 **Dyckerhoff**

## 1. Allgemeine Angaben

### Dyckerhoff GmbH Werk Neuwied

#### Programmhalter

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

#### Deklarationsnummer

EPD-DYK-20210333-IAC1-DE

#### Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln:

Zement, 11.2017  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat (SVR))

#### Ausstellungsdatum

26.01.2022

#### Gültig bis

25.01.2027



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



Dr. Alexander Röder  
(Geschäftsführer Instituts Bauen und Umwelt e.V.)

### CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R

#### Inhaber der Deklaration

Dyckerhoff GmbH  
Industriestraße 7  
37355 Deuna  
Deutschland

#### Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 Tonne CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R  
Portlandkompositzement

#### Gültigkeitsbereich:

Die vorliegende Umwelt-Produktdeklaration bildet die Ökobilanz der Herstellung des Zementes mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung aus dem Jahr 2020 ab. Die in der Ökobilanz abgebildete Technologie kann aufgrund der hohen Produktionsmenge des Zementwerkes Deuna als repräsentativ für die Zementherstellung an diesem Standort betrachtet werden.

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 14025:2010*

intern  extern



Angela Schindler,  
Unabhängige/-r Verifizierer/-in

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

Der betrachtete Zement ist nach den Hauptzementarten der *EN 197-1* als CEM II einzuordnen. Zement ist ein hydraulisch erhärtender Baustoff. Er besteht aus einem Gemisch fein aufgemahlener, nichtmetallisch-anorganischer Bestandteile. Zement kann durch gemeinsames Vermahlen des bis zur Sinterung gebrannten Zementklinkers mit anderen Haupt- und Nebenbestandteilen oder durch Mischen getrennt feingemahlener Haupt- und Nebenbestandteile hergestellt werden. Nach Zugabe von Wasser entsteht eine Suspension (Zementleim), die aufgrund einsetzender Hydratationsreaktionen sowohl an der Luft als auch unter Wasser erstarrt und erhärtet sowie dauerhaft fest bleibt. Das deklarierte Produkt ist ein Portlandzement mit einer Zusammensetzung, die der durchschnittlichen Zusammensetzung des im Jahr 2020 produzierten Zementes entspricht. Die Zusammensetzung des Zementes variiert auch im Vergleich mehrerer Jahre nur geringfügig.

Für das Inverkehrbringen des Produkts in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die *Verordnung (EU) Nr. 305/2011* (CPR). Das Produkt benötigt eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der *DIN EN 197-1:2011, Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement* und die CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen.

### 2.2 Anwendung

Zement wird hauptsächlich als Bindemittel für Beton und Mörtel verwendet. Die Anwendung im Beton ist in der jeweils national gültigen Fassung der *EN 206* und ihrer nationalen Anwendungsdokumente beschrieben (für Deutschland *EN 206-1* und *DIN 1045-2*).

## 2.3 Technische Daten

Die Normdruckfestigkeiten des hergestellten Zementes entsprechen der Klasse 42,5 nach EN 197-1.

### Bautechnische Daten

| Bezeichnung                                  | Wert | Einheit           |
|--|------|-------------------|
| Klasse der Normdruckfestigkeit nach EN 197-1 | 42,5 | N/mm <sup>2</sup> |

Leistungswerte des Produkts entsprechend der Leistungserklärung in Bezug auf dessen wesentliche Merkmale gemäß *DIN EN 197-1:2011, Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*.

## 2.4 Lieferzustand

Zement ist ein pulverförmiges Schüttgut und wird überwiegend als lose Ware abgegeben und auf Straßen-, oder Schienenfahrzeuge bzw. Schiffe verladen. Ein kleinerer Teil des Zementes wird als Sackware an Kunden verkauft.

## 2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

- Zementklinker 65–72 %:

Zementklinker entsteht aus einem Rohstoffgemisch, das in einer Ofenanlage bei einer Temperatur von über 1400 °C bis zum Sintern erhitzt wird. Die Ausgangsstoffe zur Herstellung des Zementklinkers müssen hauptsächlich Calciumoxid (CaO) und Siliciumdioxid (SiO<sub>2</sub>) sowie in geringen Mengen Oxide des Aluminiums (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und des Eisens (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) enthalten. Gesteine, die diese Verbindungen liefern, sind Kalkstein oder Kreide und Ton oder deren natürlich vorkommendes Gemisch, der Kalksteinmergel.

-- Flugasche 12–16 %:

Flugaschen sind feinkörnige Verbrennungsrückstände, die in Elektrofiltern zur Abgasreinigung von Kohlekraftwerken abgeschieden werden. Sie können je nach Herkunft und chemisch-mineralogischer Beschaffenheit der Braun- bzw. Steinkohle aluminosilikatisch oder silikatisch zusammengesetzt sein und besitzen puzzolanische Eigenschaften.

- Kalkstein 10–15 %

- Gips/Anhydrit/Halbhydrat 4–6 %:

Gips, Anhydrit und Halbhydrat werden dem Zement als Erstarrungsregler zugegeben.

Das Produkt enthält Stoffe der *ECHA-Liste* der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern - SVHC) (Datum 25.06.2020) oberhalb von 0,1 Massen-%: nein.

Das Produkt enthält weitere CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der Kandidatenliste stehen, oberhalb von 0,1 Massen-% 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 wichtigsten Zementrohstoffe Kalkstein, Ton und ihr natürliches Gemisch, der Kalksteinmergel, werden in Steinbrüchen hauptsächlich durch Sprengen gewonnen. Kreide und Ton lassen sich mit Eimerketten-, Schaufelrad- oder Schürfkübelbaggern unmittelbar von der Bruchwand abtragen. Fahrzeuge befördern das grobstückige Rohmaterial zu Hammerbrechern, in denen es zu Schotter gebrochen wird. Der Schotter kann dann auf Bandförderern vom Bruch in das Zementwerk transportiert werden. Die Rohmaterialkomponenten werden über Dosiereinrichtungen einer Mühle in vorbestimmten Mischungsverhältnissen aufgegeben und zu Rohmehl feingemahlen. Zementklinker wird nach dem Trockenverfahren in Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmern hergestellt. Im Vorwärmer wird das Rohmehl von den Abgasen aus dem Drehofen auf > 800 °C erhitzt. Das aus der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers austretende Material gelangt in den unter 3–4° geneigten Drehofen, in dem das Brenngut vom Ofeneinlauf in Richtung des am Ofenauslauf installierten Brenners bewegt wird. In der so genannten Sinterzone erreicht das Brenngut Temperaturen von etwa 1450 °C. An den Ofenauslauf schließt sich ein Klinkerkühler an. Nach dem Brennen und Kühlen wird der Klinker in Silos oder geschlossenen Hallen gelagert, um Emissionen von Klinkerstaub möglichst zu vermeiden.

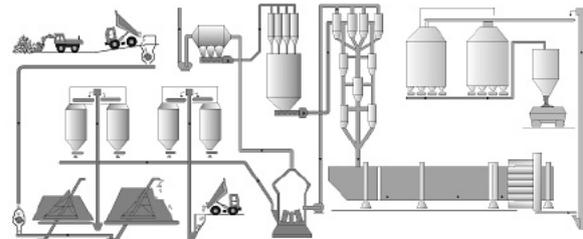


Bild 1: Klinkerherstellung

Zur Herstellung von Zement wird der Klinker allein oder mit weiteren Hauptbestandteilen getrennt oder gemeinsam feingemahlen. Dabei wird dem Mahlgut zur Regelung des Erstarrens ein Sulfatträger zugesetzt. Dazu wird Gips oder Anhydrit aus natürlichen Vorkommen oder aus Rauchgasentschwefelungsanlagen verwendet. Der fertige Zement wird meist in Silos gelagert, aus denen der Zement als Sack- oder als Siloware zum Versand kommt.

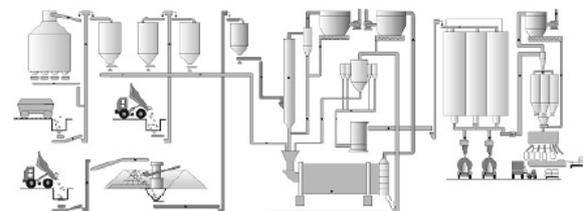


Bild 2: Zementherstellung

## 2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Die Errichtung und der Betrieb des Zementwerkes unterliegen den Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der *TA Luft*, der *17. BImSchV* (Verbrennung von Abfällen) und der *TA Lärm*. Darüber hinaus gelten die einschlägigen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.

Der Standort ist mit seinen installierten Managementsystemen für den Bereich Arbeitssicherheit nach *OHSAS 18001*, für den Bereich der Energie nach *ISO 50001* und für den Bereich Umwelt nach *ISO 14001* zertifiziert.

### 2.8 Produktverarbeitung/Installation

Zemente gelangen direkt in die Endanwendung oder sie werden in industriellen Anlagen zur Herstellung/ Formulierung von Transportbeton, Werk trockenmörtel, Putz etc. eingesetzt.

In der Endanwendung werden Zemente und damit hergestellte hydraulische Bindemittel zur Herstellung von Baustoffen und Bauteilen sowohl von industriellen und professionellen Anwendern (Fachkräfte im Baugewerbe) als auch von privaten Endverbrauchern eingesetzt. Hierzu werden Zemente und zementhaltige hydraulische Bindemittel mit Wasser versetzt, homogenisiert und zum gewünschten Baustoff und Bauteil verarbeitet. Die hiermit verbundenen Tätigkeiten umfassen den Umgang mit trockenen (Pulver) und mit Wasser versetzten (Suspension) Materialien.

Weitere Hinweise können den aktuellen Sicherheitsdatenblättern für Zement entnommen werden (siehe 2.16).

### 2.9 Verpackung

Ein kleiner Anteil des Zementes erreicht den Kunden als Sackware in Säcken aus Papier. Als Verpackungsmaterialien kommen Polyethylen (PE)- Schrumpffolien (AVV 150102), Holzpaletten (AVV 150103) und Stahlband (AVV 150104) zum Einsatz. Im Rahmen des Interseroh-Systems werden die Holzpaletten an die Zementhersteller zurückgeführt.

### 2.10 Nutzungszustand

Für Zement nicht relevant.

### 2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Wichtige Hinweise können dem Sicherheitsdatenblatt für Zement entnommen werden (siehe 2.16).

### 2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Für Zement nicht relevant.

### 2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

#### Brand

Zement ist weder brennbar noch explosiv.

#### Brandschutz

| Bezeichnung    | Wert |
|----------------|------|
| Baustoffklasse | A1   |

#### Wasser

Erhärteter Zement bildet eine feste Masse, die nicht mit ihrer Umgebung reagiert. Zement darf nicht unbeabsichtigt in größeren Mengen ins Grundwasser oder Abwassersystem gelangen. Durch Exposition ist ein Anstieg des pH-Wertes möglich. Bei einem pH-Wert von über 9 können ökotoxikologische Effekte auftreten. Das in das Abwassersystem oder ins Oberflächenwasser geleitete oder abfließende Wasser darf daher nicht zu einem entsprechenden pH-Wert führen. Abwasser- und Grundwasserverordnung sind zu beachten.

#### Mechanische Zerstörung

Für Zement nicht relevant.

### 2.14 Nachnutzungsphase

Für Zement nicht relevant.

### 2.15 Entsorgung

Falls Zement entsorgt werden muss, sollte dieser mit Wasser aushärten und unter Beachtung der örtlichen behördlichen Bestimmungen entsorgt werden. Die Entsorgung des ausgehärteten Produktes kann in Abhängigkeit von der Herkunft gemäß Abfallschlüssel AVV 170101 (Beton) oder AVV 101314 (Betonabfälle und Betonschneidschlämme) erfolgen. Detaillierte Informationen sind den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen (siehe 2.16).

### 2.16 Weitere Informationen

<https://www.dyckerhoff.com/web/dyckerhoff/grauzement/lieferprogramm/deuna>

## 3. LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 t.

#### Deklarierte Einheit

| Bezeichnung                                   | Wert | Einheit |
|---|------|---------|
| Deklarierte Einheit                           | 1    | t       |
| Umrechnungsfaktor [Masse/deklarierte Einheit] | 1000 | -       |

### 3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis Werkstor.

Das Produktionsstadium umfasst die Module A1–A3:

Modul A1: Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen

Modul A2: Transport der Rohstoffe zum Werkstor und interne Transporte

Modul A3: Zementherstellung

Das Baustadium, das Nutzungsstadium und das Entsorgungsstadium werden in der Ökobilanz für Zement nicht berücksichtigt.

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Es wurden keine Abschätzungen und Annahmen getroffen, die für die Interpretation der Ökobilanzergebnisse relevant wären.

### 3.4 Abschneideregeln

Bei der Modellierung der Herstellung von Zement wurden stoffliche Ressourcen vernachlässigt, die jeweils einen Anteil von < 0,1 % an der Gesamtmasse haben. Die Summe dieser vernachlässigten Ressourcen ist dabei kleiner als 0,1 % der Gesamtmasse der eingesetzten stofflichen Ressourcen für die Zementherstellung.

### 3.5 Hintergrunddaten

Die Gesamtmengen an Roh- und Brennstoffen wurden durch die Jahresproduktionsmenge dividiert, um so die Zusammensetzung von durchschnittlichen im Jahr 2020 produzierten Portlandzementklinkern und Zementen zu berechnen. Durch diese Art der Durchschnittsbildung ist die Repräsentativität des deklarierten Zementes sichergestellt.

Zur Modellierung der Zementherstellung wurde das *GCCA tool* mit den darin enthaltenen Datensätzen verwendet. Dieses Tool bezieht sich auf die neuesten Zement- und Beton-PCRs c-PCR-001 Zement und Baukalk (*EN 16908*) für Zement und c-PCR- 003 Beton und Betonelemente (*EN 16757*) für Beton und Fertigteile, die beim International EPD® System (Envirodec) registriert sind. Beide registriert als ergänzende PCRs der PCR 2019:14 Bauprodukte (*EN 15804*).

### 3.6 Datenqualität

Die Ökobilanzierung wurde mit dem *GCCA Industry EPD Tool for Cement and Concrete Version 3.1 (GCCA tool)* erstellt und beruht auf einer auf Plausibilität geprüften Datenerfassung von Roh- und Brennstoffen für das Werk Deuna.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Betrachtungszeitraum: 01.01.2020 bis 31.12.2020.

### 3.8 Allokation

In den betrachteten Prozessschritten der Zementklinkerherstellung und der Verarbeitung zu Zement entstehen keine Nebenprodukte. Allokationen innerhalb der Herstellungskette der Vorprodukte folgen den Regeln der *EN 15804* und den PCR-Dokumenten. Für die Flugasche wurde eine ökonomische Allokation vorgenommen. Dabei wurde die Flugasche mit einem Allokationsfaktor von 1,0 % bezogen auf den Prozess der Energiegewinnung durch die Verbrennung von Kohle in Kohlekraftwerken belastet. Damit erhält 1 t Flugasche ca. 143 kg CO<sub>2</sub> aus Umweltwirkungen des Kohlekraftwerkprozesses. Zusätzlich wird der Transport zum Zementwerk der Flugasche zugeordnet.

### 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.

Es wurde die Hintergrunddatenbank *ecoinvent v3.5* verwendet

## 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

### Charakteristische Produkteigenschaften

#### Biogener Kohlenstoff

Die Gesamtmasse an biogenen kohlenstoffhaltigen Materialien beträgt weniger als 5 % der Gesamtmasse.

Die Entwicklung von Szenarien muss am Endprodukt (z. B. Beton) und nicht am Vorprodukt Zement erfolgen.

## 5. LCA: Ergebnisse

Wichtiger Hinweis Eutrophierungspotential - --Süßwasser:

Dieser Indikator wurde in Übereinstimmung mit dem Charakterisierungsmodell (*EUTREND-Modell*) als „kg P-Äq.“ berechnet.

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

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

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A2: 1 t Zement

| Kernindikator   | Einheit                            | A1-A3   |
|---|------------------------------------|---------|
| Globales Erwärmungspotenzial - total  | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 644,00  |
| Globales Erwärmungspotenzial - fossil   | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 644,00  |
| Globales Erwärmungspotenzial - biogen   | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 5,41E-2 |
| Globales Erwärmungspotenzial - luluc  | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 0,05    |
| Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht                                | [kg CFC11-Äq.]                     | 8,74E-6 |
| Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung                                | [mol H <sup>+</sup> -Äq.]          | 1,14    |
| Eutrophierungspotenzial - Süßwasser   | [kg PO <sub>4</sub> -Äq.]          | 0,11    |
| Eutrophierungspotenzial - Salzwasser  | [kg N-Äq.]                         | 7,40E-3 |
| Eutrophierungspotenzial, kumulierte Überschreitung                              | [mol N-Äq.]                        | 3,16    |
| Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon                                     | [kg NMVOC-Äq.]                     | 0,80    |
| Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - nicht fossile Ressourcen | [kg Sb-Äq.]                        | 2,35E-4 |
| Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe      | [MJ]                               | 1800,00 |
| Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)  | [m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen] | 36,80   |

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – INDIKATOREN ZUR BESCHREIBUNG DES RESSOURCENEINSATZES nach EN 15804+A2: 1 t Zement

| Indikator   | Einheit           | A1-A3   |
|---|-------------------|---------|
| Erneuerbare Primärenergie als Energieträger             | [MJ]              | 444,00  |
| Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung       | [MJ]              | 0,00    |
| Total erneuerbare Primärenergie                         | [MJ]              | 444,00  |
| Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger       | [MJ]              | 1800,00 |
| Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung | [MJ]              | 0,00    |
| Total nicht erneuerbare Primärenergie                   | [MJ]              | 1800,00 |
| Einsatz von Sekundärstoffen                             | [kg]              | 191,00  |
| Erneuerbare Sekundärbrennstoffe                         | [MJ]              | 725,00  |
| Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe                   | [MJ]              | 1800,00 |
| Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen                    | [m <sup>3</sup> ] | 0,95    |

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – ABFALLKATEGORIEN UND OUTPUTFLÜSSE nach EN 15804+A2: 1 t Zement

| Indikator                            | Einheit | A1-A3   |
|--------------------------------------|---------|---------|
| Gefährlicher Abfall zur Deponie      | [kg]    | 1,07E-2 |
| Entsorgter nicht gefährlicher Abfall | [kg]    | 0,00    |
| Entsorgter radioaktiver Abfall       | [kg]    | ND      |
| Komponenten für die Wiederverwendung | [kg]    | 0,00    |
| Stoffe zum Recycling                 | [kg]    | 0,00    |
| Stoffe für die Energierückgewinnung  | [kg]    | 0,00    |
| Exportierte elektrische Energie      | [MJ]    | 0,00    |
| Exportierte thermische Energie       | [MJ]    | ND      |

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2-optional: 1 t Zement

| Indikator  | Einheit           | A1-A3    |
|--|-------------------|----------|
| Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen              | [Krankheitsfälle] | 4,91E-6  |
| Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235                           | [kBq U235-Äq.]    | 17400,00 |
| Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme                               | [CTUe]            | 68,20    |
| Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung       | [CTUh]            | 5,66E-4  |
| Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung | [CTUh]            | 2,71E-5  |
| Potenzieller Bodenqualitätsindex   | [-]               | 2810,00  |

Wichtiger Hinweis Eutrophierungspotential---Süßwasser:  
Dieser Indikator wurde in Übereinstimmung mit dem Charakterisierungsmodell als „kg P--Äq.“ berechnet.

Anmerkung Abfallkategorien und Outputflüsse: Es wurden nur Abfälle berücksichtigt, die im Rahmen der Herstellung von Klinker und Zement direkt im Zementwerk angefallen sind.

Anmerkungen Globales Erwärmungspotenzial (**GWP**):

Hierin enthalten sind 145 kg CO<sub>2</sub>-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip gemäß *EN 15804* wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. 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.

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 ebenfalls nicht von diesem Indikator gemessen.

Einschränkungshinweis 2 – gilt für die Indikatoren: „Potential für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für nicht fossile Ressourcen“, „Potential für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für fossile Ressourcen“, „Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer), entzugsgewichteter Wasserverbrauch“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung“, „Potenzieller Bodenqualitätsindex“.

Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

## 6. LCA: Interpretation

Für die Interpretation der Ökobilanzierung wird der Herstellungsprozess in drei Schritte aufgeteilt:

- Rohmaterialgewinnung
- Klinkerproduktion und Klinkertransport
- Zementmahlung

Diese Schritte sind für die Grundstruktur des Simulationsmodells repräsentativ und lassen sich nicht einfach den Modulen A1–A3 zuordnen. In der Ökobilanzierung (Abschnitt 5) entsprechen die Module A1–A3 deshalb der oben dargestellten Grundstruktur des Herstellungsprozesses.

Der Anteil an nicht erneuerbaren Ressourcen der Brennstoffe im Produktionsprozess (**PENRE**) ist verhältnismäßig hoch. Die Herstellung von Zement ist sehr energieintensiv. Es werden große Mengen an thermischer und elektrischer Energie benötigt, welche nur sehr eingeschränkt ersetzt werden können. Trotzdem werden größtmögliche Einsatzraten an Sekundärbrennstoffen genutzt (Biomasse).

Der Herstellungsprozess von Zement benötigt nur geringe Mengen an Frischwasser. Abfallstoffe fallen sowohl in Produktions- und Instandhaltungsprozessen

als auch in der Werksverwaltung an und werden im Rahmen von Abfallberichten erfasst.

Der Primärenergieverbrauch (**PE**) und das Treibhauspotenzial (**GWP**) können fast ausschließlich der Klinkerproduktion zugeschrieben werden. Aufgrund des hohen Klinkergehaltes von Portlandkompositzement (CEM II/B-M) beeinflussen die Ofenbrennstoffe und die Entsäuerung des Kalksteins die Ökobilanzierung besonders deutlich. Auch die anderen Indikatoren werden stark von dem hohen Klinkerfaktor gesteuert, mindestens 60 % der Umweltauswirkungen resultieren aus der Klinkerherstellung.

Die Indikatoren Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (**POCP**) und Potential für den Abbau nicht fossiler abiotischer Ressourcen (**ADPE**) werden von der Zementmahlung beeinflusst.

Die Rohmaterialgewinnung im Steinbruch wirkt sich dagegen nicht signifikant auf die Ökobilanzierung aus. Für diesen Herstellungsschritt werden nur geringe Mengen Energie benötigt. Auf die Indikatoren Landverbrauch und Biodiversität hat die

Rohmaterialgewinnung einen großen Einfluss. Diese Indikatoren wurden im Rahmen der vorliegenden

Ökobilanzierung nicht betrachtet.

## 7. Nachweise

Im Folgenden werden Nachweise bezüglich Radioaktivität und Chromat beschrieben.

### Radioaktivität

Die Radioaktivität von Zementen wird derzeit in Deutschland nicht routinemäßig gemessen. Neuere Forschungsergebnisse des Bundesamtes für Strahlenschutz (Veröffentlichung im *Strahlenschutzbericht 2012*) zeigen, dass der Aktivitätsindex für Zement, der auf der Grundlage der *96/29/Euratom* bewertet wird, in der Größenordnung des Aktivitätsindex für natürliche Böden und Gesteine liegt.

### Chromat

Gemäß den gesetzlichen Anforderungen der *Verordnung (EG) 1907/2006* sowie der

*ChemVerbotsV* dürfen Zemente oder zementhaltige Zubereitungen, die bezogen auf die Masse des trockenen Zementes mehr als 2 ppm wasserlösliches Chromat enthalten, nicht in Verkehr gebracht werden. Davon ausgenommen sind Zemente, die nur in geschlossenen und vollautomatischen Prozessen verwendet werden und bei denen keine Gefahr des Hautkontaktes besteht. Der Gehalt an wasserlöslichem Chromat (VI) wird nach *EN 196-10* bestimmt und liegt unter 2 ppm. Der Nachweis wird herstellerseitig im Rahmen der werkseigenen Kontrolle erbracht.

## 8. Literaturhinweise

### Normen

#### EN 196-10

DIN EN 196-10:2006-10, Prüfverfahren für Zement - Teil 10: Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichem Chrom (VI) in Zement.

#### EN 197-1

DIN EN 197-1:2011-11, Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement.

#### EN 206

EN 206:2017-01, Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität.

#### DIN EN 206-1

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

#### DIN 1045-2

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.

#### ISO 14001

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

#### ISO 14025

ISO 14025:2006-07, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren.

#### EN 15804

DIN EN 15804+A2:2020-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

#### EN 16757

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

#### EN 16908

DIN EN 16908:2017-05, Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln in Ergänzung zu EN 15804.

#### ISO 50001

DIN EN ISO 50001:2011-06, Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

#### OHSAS 18001

OHSAS 18001:2007, Occupational Health and Safety Assessment Series.

### Weitere Literatur

#### AVV

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) vom 10.12.2001.

#### 17. BImSchV

Siebzehnte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044, 3754).

#### CE-Kennzeichnung

Europäische Kommission: The Blue Guide on the implementation of EU product rules, 2014, Kapitel 4.5.1 („CE Marking“).

#### ChemVerbotsV

Chemikalien-Verbotsverordnung, letzte Änderung: 01. Juni 2012.

**ECHA-Liste**

Liste der European Chemicals Agency (ECHA) der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe; Onlinedokument: <https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table>; Zugriffsjahr 2021.

**ecoinvent v3.5**

ecoinvent database, Version 3.5, August, 2018, ecoinvent Association, Zurich, CH.

**96/29/Euratom**

RICHTLINIE 96/29/EURATOM DES RATES, Version 24, November 2010, zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen.

**EUTREND-Modell**

Struijs et al., 2009b, wie in ReCiPe umgesetzt; <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>

**GCCA tool**

GCCA Industry EPD Tool for Cement and Concrete, Version 3.0, Global Cement and Concrete Association, 23 November 2020.

**IBU-Programmanleitung**

Die Erstellung von Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) - Allgemeine EPD-Programmanleitung Version 2.0. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2021.

**PCR Teil A**

Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Projektbericht, Version 1.7. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), 2018.

**PCR: Zement**

Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil B: Anforderungen an die Umwelt-Produktdeklaration für Zement, Version 1.6. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), 30.11.2017.

**Strahlenschutzbericht 2012**

Bundesamt für Strahlenschutz (Hg.): Jahresbericht 2012, Salzgitter, 2013-07.

**TA Lärm**

Europäische Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, 26. August 1998 (GMBI. S. 503).

**TA Luft**

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, 24. Juli 2002 (GMBI. S. 511).

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

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlamentes 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.

**Verordnung (EG) 1907/2006**

Europäische Chemikalienverordnung, welche die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe innerhalb der EU regelt (REACH).

**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](mailto:info@ibu-epd.com)  
Web [www.ibu-epd.com](http://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](mailto:info@ibu-epd.com)  
Web [www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com)

**Ersteller der Ökobilanz**

Dyckerhoff GmbH  
Biebricher Straße 74  
65203 Wiesbaden  
Germany

Tel +49 (0)611 676-0  
Fax +49 (0)611 676-1040  
Mail [info@dyckerhoff.com](mailto:info@dyckerhoff.com)  
Web [www.dyckerhoff.de](http://www.dyckerhoff.de)

**Inhaber der Deklaration**

Dyckerhoff GmbH  
Biebricher Straße 74  
65203 Wiesbaden  
Germany

Tel +49 (0)611 676-0  
Fax +49 (0)611 676-1040  
Mail [info@dyckerhoff.com](mailto:info@dyckerhoff.com)  
Web [www.dyckerhoff.de](http://www.dyckerhoff.de)