

UMWELT-PRODUKTTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	Verein Deutscher Zementwerke e.V.
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-VDZ-20210336-IAG1-DE
Ausstellungsdatum	25.05.2022
Gültig bis	24.05.2027

Zement

Verein Deutscher Zementwerke e.V.

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



1. Allgemeine Angaben

Verein Deutscher Zementwerke e.V.

Programmmhalter

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

Deklarationsnummer

EPD-VDZ-20210336-1AG1-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln:

Zement, 05.22
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat (SVR))

Ausstellungsdatum

25.05.2022

Gültig bis

24.05.2027



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



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

Zement

Inhaber der Deklaration

Verein Deutscher Zementwerke e.V.
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 t Zement

Gültigkeitsbereich:

Die vorliegende Umwelt-Produktdeklaration bildet die Ökobilanz der Herstellung eines Zements mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung in Deutschland im Jahr 2020 hergestellter Zemente ab. Die Ökobilanz, die der EPD zugrunde liegt, beruht auf Daten von allen deutschen Zementwerken der VDZ-Mitgliedsunternehmen. Die in der Ökobilanz abgebildete Technologie kann aufgrund dieser hohen Beteiligung der Zementwerke als repräsentativ für die Zementherstellung in Deutschland 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 14025:2011

☐ intern ☒ extern



Angela Schindler,
Unabhängige/-r Verifizierer/-in

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

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 Zement mit einer Zusammensetzung, die der durchschnittlichen Zusammensetzung der in Deutschland im Jahr 2020 produzierten Zemente entspricht.

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 EN 197-1 oder der EN 14216 und die CE-Kennzeichnung. Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen.

Zement wird im Allgemeinen nach:

- DIN EN 197-1:2011, Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement,
- DIN EN 14216:2015, Zement - Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Sonderzement mit sehr niedriger Hydratationswärme oder in Deutschland auch nach
- DIN 1164-10, -11 und -12, Zement mit besonderen Eigenschaften

hergestellt.

Darüber hinaus können allgemein bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) oder Europäische Technische Zulassungen für solche Zemente, die von oben genannten Normen abweichen, gelten.

2.2 Anwendung

Zement wird hauptsächlich als Bindemittel für Beton, Zementestrich und Zementmörtel verwendet.

2.3 Technische Daten

Die für den durchschnittlichen, in Deutschland im Jahr 2020 hergestellten Zement erfassten Zemente haben Normdruckfestigkeiten entsprechend der Klassen 32,5, 42,5 oder 52,5 nach EN 197-1.

Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Klasse der Normdruckfestigkeit nach DIN EN 197-1	32,5	N/mm ²
Klasse der Normdruckfestigkeit nach DIN EN 197-1	42,5	N/mm ²
Klasse der Normdruckfestigkeit nach DIN EN 197-1	52,5	N/mm ²

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 kleiner Anteil des Zementes erreicht den Kunden als Sackware.

2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Portlandzementklinker: ca. 70 %

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 (SiO₂) sowie in geringen Mengen Oxide des Aluminiums (Al₂O₃) und des Eisens (Fe₂O₃) enthalten. Gesteine, die diese Verbindungen liefern, sind Kalkstein oder Kreide und Ton oder deren natürlich vorkommendes Gemisch, der Kalksteinmergel.

Hüttensand: ca. 18 %

Bei der Produktion von Roheisen entsteht als Nebenprodukt Hochofenschlacke. Durch Granulation, d. h. durch schnelle Kühlung der bis zu etwa 1500 °C heißen, flüssigen basischen Schlacke mit Wasser auf Temperaturen unter 100 °C entsteht Hüttensand. Hüttensand ist ein latent-hydraulischer Stoff, der mit einem Anreger in technisch nutzbarer Zeit hydraulisch erhärtet.

Kalkstein: ca. 5 %

Flugasche: ca. 0,5 %

Flugaschen sind feinkörnige Verbrennungsrückstände, die in Elektrofiltern zur Abgasreinigung von Kohlekraft-

werken abgeschieden werden. Sie können je nach Herkunft und chemisch-mineralogischer Beschaffenheit der Braun- bzw. Steinkohle alumo-silikatisch oder silikatisch zusammengesetzt sein und besitzen puzzolanische Eigenschaften.

Gebrannter Schiefer: ca. 0,5 %

Ölschiefer ist ein bituminöser kalkhaltiger Schiefer. Durch Brennen des Ölschiefers bei 800 °C entsteht daraus ein Bindemittel, das sowohl hydraulische als auch puzzolanische Eigenschaften aufweist.

Gips/Anhydrit: ca. 6 %

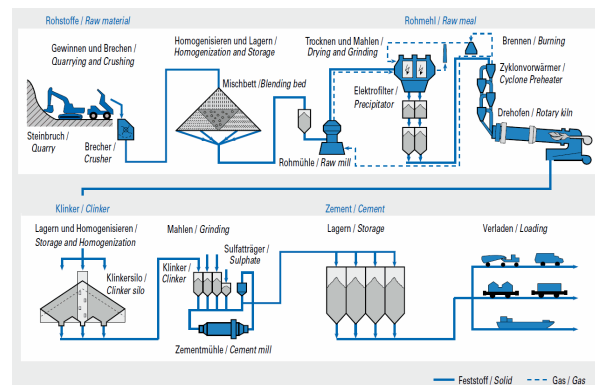
Gips und Anhydrit werden dem Zement als Erstarungsregler zugegeben. In vielen Zementwerken findet auch Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen Verwendung.

Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der ECHA-Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern - SVHC) (19.05.2022) oberhalb von 0,1 Massen-%: nein.

Das Produkt/Erzeugnis/mindestens ein Teilerzeugnis enthält weitere CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der Kandidatenliste stehen, oberhalb von 0,1 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 heute in Deutschland zum überwiegenden Teil nach dem Trockenverfahren in Drehrohröfen mit Zyklovorwärmern 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. 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 verwendet man Gips oder Anhydrit aus natürlichen Vorkommen oder aus Rauchgasentschwefelungsanlagen. Der fertige Zement wird meist in Silos gelagert, aus denen der Zement als Sack- oder als Siloware zum Versand kommt.

Zur Sicherung der Zementqualität sind heute in allen deutschen Zementwerken Qualitätssicherungssysteme installiert, die sich an den Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle in *EN 197-2* bzw. der Norm für Qualitätsmanagementsysteme *ISO 9001* orientieren. Neben den konkreten Vorgaben zur Prozesssteuerung sowie zur Überwachung der Zwischen- und Endprodukte umfassen QM-Systeme nach *ISO 9001* auch Maßnahmen zur Verbesserung der Organisationsstruktur und der Produktionsabläufe insgesamt.

2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Die Errichtung und der Betrieb von Zementwerken unterliegen den Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, insbesondere der *TA Luft*, der *17. BImSchV* (Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen) und der *TA Lärm*. Darüber hinaus gelten berufsgenossenschaftliche Vorschriften wie z. B. die Festlegung von maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen für Staub (MAK).

In den deutschen Zementwerken werden die Maßnahmen zum Schutz von Arbeitnehmern vor potenzieller Exposition mit Quarzfeinstaub gemäß europäischem Sozialabkommen „Übereinkommen über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte“ ergriffen.

Viele Zementhersteller in Deutschland haben ein Umweltmanagementsystem nach *ISO 14001* oder dem „Gemeinschaftssystem der Europäischen Union für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung“ (*EMAS*) in ihren Werken installiert. Zunehmend werden auch Managementsysteme für den Arbeitsschutz nach *OHSAS 18001* (Occupational Health and Safety Assessment Series) installiert.

2.8 Produktverarbeitung/Installation

2.8.1 Allgemeines

Durch Mischen von Zement und Wasser entsteht der Zementleim, der in Beton oder Mörtel die einzelnen Körner der Gesteinskörnung umhüllt und durch sein Erhärten fest miteinander verbindet. Dabei geht der nach der Wasserzugabe flüssige Zementleim in den

festen Zementstein über. Frischbeton wird heute fast ausschließlich in Transportbetonwerken, auf Großbaustellen oder in Fertigteilwerken in mittleren und großen Mischanlagen hergestellt.

2.8.2 Umwelt und Gesundheit während der Produktverarbeitung

Zementstaub kann die Atemwege reizen.

Wenn Zement mit Wasser in Kontakt kommt oder Zement feucht wird, entsteht eine stark alkalische Lösung, die 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 eine allergische Chromatodermatitis entwickeln. Gemäß *REACH-Verordnung* sind Zemente, bei denen die Gefahr eines Hautkontakts besteht, daher chromatarm (ca. 90 % bis 95 % aller in Deutschland hergestellten Zemente). Nicht chromatoreduzierte Zemente dürfen nur in vollautomatischen Prozessen, bei denen keine Gefahr des Hautkontakts besteht, eingesetzt werden.

Weitere Hinweise können den Sicherheitsdatenblättern für Zement entnommen werden, die von den Zementherstellern veröffentlicht werden.

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 diese Verpackungsmaterialien an die Zementhersteller zurückgeführt.

2.10 Nutzungszustand

Für Zement nicht relevant.

2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Für Zement nicht relevant.

2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Für Zement nicht relevant.

2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Zement ist weder brennbar noch explosiv.

Wasser

Bei der Reaktion von Zement mit Wasser entstehen die so genannten Hydratphasen, die das Erstarren und Erhärten des Zementleims zum Zementstein bewirken. Bei einer unbeabsichtigten Freisetzung größerer Zementmengen in Gewässer kann es zu einer Erhöhung des pH-Wertes im Gewässer kommen. Wassergefährdungsklasse: WGK 1 (schwach wassergefährdend) (Selbsteinstufung gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (*VwVwS*)).

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. Entsorgung des ausgehärteten Produkts: wie Betonabfälle und Betonschlämme.

Abfallschlüssel nach AVV: In Abhängigkeit von der Herkunft als 17 01 01 oder 10 13 14.

Abfallbezeichnung nach AVV: 17 01 01: Beton;
10 13 14: Betonabfälle und Betonschlämme.

2.16 Weitere Informationen

Weitere Informationen: www.vdz-online.de

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 t.

Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	0,001	-

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege-bis-Werkstor. Die gewählten Systemgrenzen umfassen die Herstellung des Zements einschließlich der Rohstoffgewinnung bis zum fertigen Produkt am Werkstor. Das Produktstadium umfasst:

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. Die Entwicklung von Szenarien für diese Stadien muss am Endprodukt (z. B. Beton) erfolgen.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Es wurden keine Abschätzungen und Annahmen getroffen, die für die Interpretation der Ökobilanz-ergebnisse relevant wären.

3.4 Abschneideregeln

Bei der Modellierung der Herstellung von Zement wurden stoffliche Ressourcen vernachlässigt, die einen Anteil von < 0,4 % an der Gesamtmasse der eingesetzten stofflichen Ressourcen haben.

3.5 Hintergrunddaten

Die Daten, auf denen die Ökobilanzierung beruht, entstammen einer Datenabfrage unter deutschen Zementwerken auf Grundlage der Zementproduktion des Jahres 2020. Angaben zum Einsatz von stofflichen und energetischen Ressourcen sowie zu Transportentfernungen wurden von den Zementwerken zur Verfügung gestellt.

Die in der Ökobilanzierung verwendeten Emissionsdaten für die Klinkerherstellung beruhen auf den gesetzlich vorgeschriebenen Emissionsmessungen an

Drehofenanlagen der deutschen Zementindustrie im Jahr 2019.

Zur Modellierung der Zementherstellung wurde die *GaBi-Software* der spha Solutions GmbH für Ökobilanzierungen mit den darin enthaltenen Datensätzen verwendet (Stand 2021.1).

3.6 Datenqualität

Von VDZ-Mitgliedsunternehmen werden in Deutschland aktuell 51 Zementwerke betrieben (davon 33 Werke mit Klinkererzeugung). Der Klinker-/ Zementfaktor von 70 % (siehe 2.5) für Deutschland im Jahr 2020 wurde vom Statistischen Bundesamt ermittelt. Die Datenerfassung erfolgte über von der VDZ Technology gGmbH erstellte Fragebögen, die von Mitarbeitern der VDZ-Mitgliedsunternehmen ausgefüllt wurden. Daten zur Produktion von Zementklinker, die den größten Einfluss auf die Umweltwirkungen der Zementherstellung hat, wurden von allen 33 Zementwerken mit Klinkererzeugung zur Verfügung gestellt. 27 Zementwerke stellten darüber hinaus Daten zur Zusammensetzung aller dort produzierten Zemente zur Verfügung. Mit diesen Informationen wurden die Anteile der weiteren Zementbestandteile (in Summe 30 %) ermittelt und mit der Versandstatistik nach Zementarten (*Verein Deutscher Zementwerke* (VDZ)) abgeglichen.

Die abgefragten Daten wurden für das Kalenderjahr 2020 bereitgestellt und von der VDZ Technology gGmbH auf Plausibilität geprüft. Die Datenqualität kann als sehr gut eingeschätzt werden.

3.7 Betrachtungszeitraum

Betrachtungszeitraum: 1.1.2020 bis 31.12.2020. Der in der Ökobilanz betrachtete Durchschnittszement bildet den Durchschnitt der Zementproduktion in den betrachteten Werken über diesen Zeitraum ab.

3.8 Allokation

Allokation bei Hüttensand (Modul A1)

Nach *EN 15804* wird eine ökonomische Allokation für den Hochofenprozess durchgeführt. Die Prozesse „Granulation“ und „Mahlung“ werden zu 100 % dem Produkt Hüttensand zugeordnet.

Allokation bei Flugasche (Modul A1)

Nach *EN 15804* wird eine ökonomische Allokation für die Umweltlasten der Stromerzeugung in Kohlekraftwerken durchgeführt.

Allokation bei REA-Gips (Modul A1)

Nach EN 15804 wird eine ökonomische Allokation für die Umweltlasten des Kraftwerkprozesses durchgeführt. REA-Gips leistet einen sehr niedrigen Beitrag zum Betriebseinkommen eines Kraftwerks (< 1 %). Da REA-Gips zudem nur in geringen Mengen bei der Zementherstellung verwendet wird, kann der Kraftwerksprozess für die Ökobilanzierung der Zementherstellung vernachlässigt werden.

produktspezifischen Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

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

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Charakteristische Produkteigenschaften Biogener Kohlenstoff

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor

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

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

5. LCA: Ergebnisse

Zur Ermittlung der Wirkungsbilanz wurden die Charakterisierungsfaktoren des "Environmental Footprint reference Package 3.0" verwendet.

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 ₂ -Äq.]	553,00
Globales Erwärmungspotenzial - fossil	[kg CO ₂ -Äq.]	552,00
Globales Erwärmungspotenzial - biogen	[kg CO ₂ -Äq.]	0,81
Globales Erwärmungspotenzial - luluc	[kg CO ₂ -Äq.]	0,20
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	1,64E-7
Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung	[mol H ⁺ -Äq.]	0,80
Eutrophierungspotenzial - Süßwasser	[kg P-Äq.]	6,13E-4
Eutrophierungspotenzial - Salzwasser	[kg N-Äq.]	0,21
Eutrophierungspotenzial, kumulierte Überschreitung	[mol N-Äq.]	2,63
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	[kg NMVOC-Äq.]	0,64
Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - nicht fossile Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	4,39E-5
Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe	[MJ]	1890,00
Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	[m³ Welt-Äq. entzogen]	5,40

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

Indikator	Einheit	A1-A3
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	511,00
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,00
Total erneuerbare Primärenergie	[MJ]	511,00
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1890,00
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0,00
Total nicht erneuerbare Primärenergie	[MJ]	1890,00
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	12,90
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	558,00
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	1313,00
Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen	[m³]	1,40

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

Indikator	Einheit	A1-A3
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	1,05E-4
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	2,36
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	6,41E-2
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]	0,00

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]	4,69E-6
Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235	[kBq U235-Äq.]	6,09
Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme	[CTUe]	ND
Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung	[CTUh]	ND
Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung	[CTUh]	ND
Potenzieller Bodenqualitätsindex	[-]	ND

Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h. einschließlich CO₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen

715 kg CO₂-Äq. / t (GWP-total),

664 kg CO₂-Äq. / t (GWP-fossil),

50,8 kg CO₂-Äq. / t (GWP-biogenic),

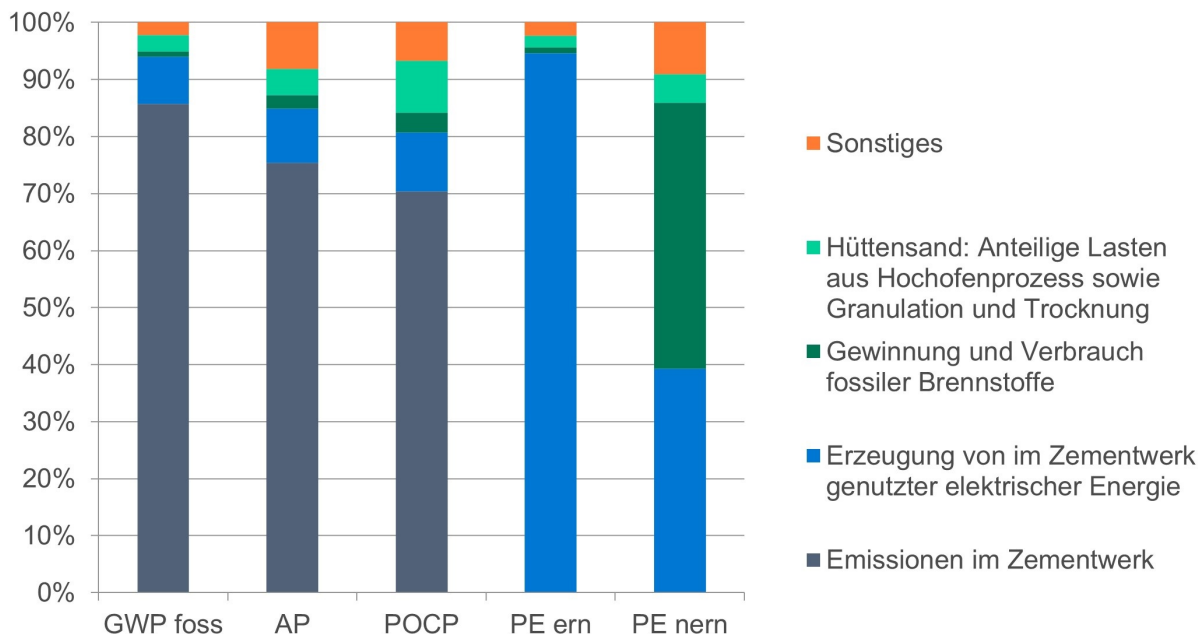
wobei diese Werte die entsprechenden Summen aus den Nettowerten und den Emissionen aus der Verbrennung nachgewiesener Abfälle darstellen.

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: „Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - nicht fossile Ressourcen“, „Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe“, „Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung“, „Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung“, „Potenzieller Bodenqualitätsindex“. Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

6. LCA: Interpretation

Das folgende Säulendiagramm gibt die wichtigsten Einflussfaktoren auf wichtige Indikatoren der Wirkungs- und Sachbilanz wieder.



Die Bandbreite der bei der Durchschnittsbildung erfassten Zemente reicht von

- Zementen, bei denen die Umweltwirkungen der Wirkungsabschätzung, der Primärenergiebedarf und die eingesetzte Menge an Sekundärbrennstoffen die eines durchschnittlichen Zements um ca. 25 % überschreiten

bis zu

- Zementen, bei denen die Umweltwirkungen der Wirkungsabschätzung, der Primärenergiebedarf und die eingesetzte Menge an Sekundärbrennstoffen die eines durchschnittlichen Zements um ca. 30 % unterschreiten.

Die Abweichungen vom Durchschnitt hängen insbesondere von

der Technologie und dem verwendeten Brennstoffmix bei der Klinkerherstellung und der Zementzusammensetzung (Anteil der Zementhaupt- und nebenbestandteile)

- der Technologie und dem verwendeten Brennstoffmix bei der Klinkerherstellung und
- der Zementzusammensetzung (Anteil der Zementhaupt- und nebenbestandteile)

ab.

7. Nachweise

7.1 Radioaktivität

Die Radioaktivität von Zementen wird derzeit in Deutschland nicht routinemäßig gemessen. Forschungsergebnisse des Bundesamtes für Strahlenschutz (Veröffentlichung im Strahlenschutzbericht 2012) zeigen, dass der Aktivitätsindex für Zement, der auf Grundlage der *Basic Safety Standards Directive (2013/59/Euratom, Version Juni 2018)* bewertet wird, in der Größenordnung des Aktivitätsindex für natürliche Böden und Gesteine liegt.

7.2 Chromat

Gemäß gesetzlichen Anforderungen (Europäische Verordnung (EG) 1907/2006 "*REACH-Verordnung*" sowie Chemikalienverbotsverordnung) dürfen Zemente oder zementhaltige Zubereitungen, die bezogen auf

die Masse trockenen Zements 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 Hautkontakts besteht. Diese Zemente machen nur etwa 5 bis 10 % der Zementproduktion in Deutschland aus und enthalten im Mittel ca. 9 ppm wasserlösliches Chromat.

Der Gehalt an wasserlöslichem Chrom(VI) wird gemäß *EN 196-10* bestimmt. Der Nachweis für die Einhaltung des Grenzwertes wird herstellerseitig im Rahmen der werkseigenen Kontrolle erbracht.

8. Literaturhinweise

Normen

EN 196-10

DIN EN 196-10:2016-11, 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 197-2

DIN EN 197-2:2020-10, Zement - Teil 2: Konformitätsbewertung.

DIN 1164-10

DIN 1164-10:2013-03, Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt.

DIN 1164-11

DIN 1164-11:2003-11, Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 11: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit verkürztem Erstarren.

DIN 1164-12

DIN 1164-12:2005-06, Zement mit besonderen Eigenschaften - Teil 12: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit einem erhöhten Anteil an organischen Bestandteilen.

EN 14216

DIN EN 14216:2015-09, Zement - Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Sonderzement mit sehr niedriger Hydratationswärme.

EN 15804

DIN EN 15804:2012+A2: 2019 + AC:2021: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltprodukt-

deklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

EN 16908

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

ISO 9001

EN ISO 9001:2015, Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen.

ISO 14001

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

ISO 14025

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

Gesetze, Vorschriften und Verordnungen

AVV

Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) vom 10. Dezember 2001, letzte Änderung 04.07.2020.

Basic Safety Standards Directive

Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung, Version Juni 2018.

17. BImSchV

Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV), 2013.

OHSAS 18001

Occupational Health and Safety Assessment Series.

REACH-Verordnung

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 Chemikalienagentur, 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, 96/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

TA Lärm

Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) – Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BundesImmissionsschutzgesetz vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503.

TA Luft

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) – Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BundesImmissionsschutzgesetz vom 24. Juli 2002, GMBI 2002, Nr. 25 - 29, S. 511 bis 605.

Verordnung (EU) Nr. 305/2011

Construction Products Regulation (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.

VwVwS

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS), Mai 1999.

Weitere Quellen

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

ECHA

Europäische Chemikalienagentur (ECHA): Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe.
(<https://echa.europa.eu/>)

EMAS

Eco-Management and Audit Scheme,
<http://www.emas.de>

GaBi ts

Software und Datenbank zur Ökobilanzierung, Version 10.5.1.124, Sphera Solutions GmbH

IBU 2021

IBU (2021): Allgemeine Programmanleitung des Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Version 2.0, Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin.

NEPSI

The European Network on Silica (NEPSI):
Übereinkommen über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinen Siliziumdioxid und dieses enthaltener Produkte, in Kraft getreten am 25.10.2006.

PCR Teil A

Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Projektbericht nach EN 15804+A2:2021 (v1.2). Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), 2021-09.

PCR Zement

Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil B: Anforderungen an die EPD für Zement, Version 1.7. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V. (Hrsg.), 2022-05.
www.ibu-epd.com

Verein Deutscher Zementwerke (VDZ)

Zahlen und Daten – Zementindustrie in Deutschland. Verein Deutscher Zementwerke e.V. (Hrsg.), Ausgabe 2021.

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Hegelplatz 1
10117 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.
Hegelplatz 1
10117 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 Technology gGmbH
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Germany

Tel 0211- 45 78 0
Fax 0211 - 45 78 296
Mail info@vdz-online.de
Web www.vdz-online.de

**Inhaber der Deklaration**

Verein Deutscher Zementwerke e.V.
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf
Germany

Tel +49-211-45 78-0
Fax +49-211-45 78-296
Mail info@vdz-online.de
Web www.vdz-online.de