

EPD - ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION nach ISO 14025 und EN 15804+A2



HERAUSGEBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, www.bau-epd.at
PROGRAMMBETREIBER	Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, www.bau-epd.at
DEKLARATIONSINHABER	Leube Zement GmbH, A-5083 St. Leonhard, Gartenauerplatz 9
DEKLARATIONSNUMMER	BAU-EPD-LEUBE-2024-1-ECOINVENT-9 Zementdatensätze
AUSSTELLUNGSDATUM	15.03.2024
GÜLTIG BIS	15.03.2029
ANZAHL DER DATENSÄTZE	9
ENERGIE MIX ANSATZ	MARKTORIENTIERTER ANSATZ (MARKED BASED APPROACH)

CEM II/A-S 42,5 R WT 38
CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33
CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Ergänzung Dezember 2024:

CEM I 52,5 R
CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei
CEM II/A-S 52,5 R
CEM II/A-LL 42,5 N
CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N
AHWZ LEUMIX

Leube Zement GmbH



Inhaltsverzeichnis des Projektberichts

1	Allgemeine Angaben	4
2	Produkt	6
2.1	Allgemeine Produktbeschreibung	6
2.2	Anwendung	7
2.3	Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften	7
2.4	Technische Daten	7
2.5	Grundstoffe / Hilfsstoffe	8
2.6	Herstellung	11
2.7	Verpackung	12
2.8	Lieferzustand	12
2.9	Transporte	13
2.10	Produktverarbeitung / Installation	13
2.11	Nutzungsphase	13
2.12	Referenznutzungsdauer (RSL)	13
2.13	Nachnutzungsphase	13
2.14	Entsorgung	13
2.15	Weitere Informationen	13
3	LCA: Rechenregeln	14
3.1	Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit	14
3.2	Systemgrenze	15
3.3	Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus	17
3.4	Abschätzungen und Annahmen	17
3.5	Abschneideregeln	18
3.6	Hintergrunddaten	18
3.7	Datenqualität	18
3.8	Betrachtungszeitraum	19
3.9	Allokation	19
3.10	Vergleichbarkeit	19
4	LCA: Szenarien und weitere technische Informationen	20
4.1	A1-A3 Herstellungsphase	20
4.2	A4-A5 Errichtungsphase	20
4.3	B1-B7 Nutzungsphase	20
4.4	C1-C4 Entsorgungsphase	20
4.5	D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial	20
5	LCA: Ergebnisse	21
5.1	Ergebnisse CEM II/A-S 42,5 R WT 38	22
5.2	Ergebnisse CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33	24
5.3	Ergebnisse CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R	26
5.4	Ergebnisse CEM I 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)	28
5.5	Ergebnisse CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei (Ergänzung Dezember 2024)	30

5.6	Ergebnisse CEM II/A-S 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024).....	32
5.7	Ergebnisse CEM II/A-LL 42,5 N (Ergänzung Dezember 2024).....	34
5.8	Ergebnisse CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N (Ergänzung Dezember 2024)	36
5.9	Ergebnisse AHWZ LEUMIX (Ergänzung Dezember 2024)	38
6	LCA: Interpretation	41
7	Literaturhinweise.....	47
8	Verzeichnisse und Glossar	48
8.1	Abbildungsverzeichnis	48
8.2	Tabellenverzeichnis	48
8.3	Abkürzungen.....	49

1 Allgemeine Angaben

<p>Produktbezeichnung Zement bzw. aufbereitete, hydraulisch wirksame Zusatzstoffe (AHWZ)</p>	<p>Deklarierte Einheit 1 Tonne Zement bzw. aufbereitete, hydraulisch wirksame Zusatzstoffe (AHWZ)</p>
<p>Deklarationsnummer BAU-EPD-LEUBE-2024-1-ECOINVENT-9 Zementdatensätze</p>	<p>Deklariertes Bauprodukt: Produktion von 1 Tonne</p>
<p>Deklarationsdaten <input checked="" type="checkbox"/> Spezifische Daten <input type="checkbox"/> Durchschnittsdaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CEM II/A-S 42,5 R WT 38 nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R nach BTZ-0042 [2]
<p>Deklarationsbasis MS-HB Version 4.0.0 vom 27.01.2023 [4]: PKR: Anforderungen an eine EPD für Zement PKR-Code: 1.3.1 Version 1.0 vom 22.05.2023 (PKR geprüft u. zugelassen durch das unabhängige PKR-Gremium) Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung der Bau EPD GmbH in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.</p>	<p><u>Ergänzung 2024:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CEM I 52,5 R nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/A-S 52,5 R nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/A-LL 42,5 N nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1] • AHWZ LEUMIX nach ÖNORM B 3309-1:2010 [3] <p>Anzahl der Datensätze im Dokument: 3</p> <p>Gültigkeitsbereich Die EPD gilt für die oben angeführten Durchschnittsprodukte der Leube Zement GmbH.</p> <p>Repräsentativität Das repräsentative Marktgebiet (Produktion, Vertrieb, Anwendung, Entsorgung) der deklarierten Produkte ist Österreich und Deutschland. Die EPD ist repräsentativ für die gesamte Menge der deklarierten Produkte im Jahr 2022. Die in der EPD bewertete Produktionstechnologie ist repräsentativ für die Gesamtmenge der im Jahr 2022 produzierten deklarierten Produkte.</p>
<p>Deklarationsart lt. ÖNORM EN 15804:2022 [5] von der Wiege bis zum Werkstor</p>	<p>Datenbank, Software, Version Datenbank: Ecoinvent v3.8 (Cut-off by classification) Software: Ökobilanzrechner der floGeco GmbH (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) [6] Version Charakterisierungsfaktoren: Joint Research Center, EF 3.0</p>
<p>Ersteller der Ökobilanz floGeco GmbH Hinteranger 61d A-6161 Natters Österreich</p>	<p>Die ÖNORM EN 15804:2022 [5] dient als Kern-PKR. Die c-PKR des CEN EN 16908:2022 [7] wurde angewendet.</p> <p>Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach EN ISO 14025:2010 <input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern</p> <p>Verifizierer: Univ.-Prof. DI Dr. Alexander Passer</p>

Deklarationsinhaber Leube Zement GmbH, Gartenauerplatz 9, A-5083 St. Leonhard, Österreich	Herausgeber und Programmbetreiber Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Wien Österreich
--	---



DI (FH) DI Sarah Richter
Leitung Konformitätsbewertungsstelle



Univ.-Prof. DI Dr. Alexander Passer
Verifizierer

Information: EPD-Ergebnisse der gleichen Produktgruppe aus verschiedenen Programmbetrieben müssen nicht zwingend vergleichbar sein.

2 Produkt

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, d. h. ein fein gemahlener anorganischer Stoff, der, mit Wasser gemischt, Zementleim ergibt, welcher durch Hydratation erstarrt und erhärtet und nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig bleibt.

Zement nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1], ÖNORM EN 197-5:2022 [8], ÖNORM B 3327-1:2005 [9] bzw. ÖNORM EN 14216:2015 [10] besteht aus

- Zementhauptbestandteilen (Portlandzementklinker, Hüttensand, Puzzolane, Flugasche, gebrannter Schiefer, Kalkstein oder Silicastaub),
- Zementnebenbestandteilen (verbessern nach entsprechender Aufbereitung aufgrund ihrer Korngrößenverteilung die physikalischen Eigenschaften von Zement),
- Calciumsulfat (wird den anderen Bestandteilen des Zements bei seiner Herstellung zur Regelung des Erstarrungsverhaltens zugegeben) und
- (Zement-)Zusätzen (die Gesamtmenge der Zusätze darf einen Massenanteil von 1,0 % bezogen auf den Zement (ausgenommen Pigmente) nicht überschreiten).

Portlandzementklinker entsteht aus einem Rohstoffgemisch, das in einer Ofenanlage bei einer Temperatur von über 1400 °C bis zum Sintern erhitzt wird. Portlandzementklinker besteht vorwiegend aus Calciumsilikaten und Calciumaluminaten.

Aufbereitete (gemahlene) hydraulisch wirksame Zusatzstoffe (kurz: AHWZ) können als Zusatzstoff Typ II für Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 [11] verwendet werden. AHWZ ist ein feinkörniger Stoff der aus zumindest zwei der Bestandteile Hüttensand und/oder Flugasche und/oder anorganische mineralische Stoffe (ausgenommen Zementklinker, Hüttensand, Flugasche und Silicastaub) besteht. Der zweite Bestandteil muss in einem Anteil von mindestens 5 % enthalten sein. Es darf nur ein Typ eines anorganischen mineralischen Stoffs gewählt werden, der mit maximal 25 % zu begrenzen ist. Die Herstellung erfolgt durch eine entsprechende Mischung bzw. durch eine gemeinsame Vermahlung.

Diese EPD betrachtet die Herstellung der Zemente bzw. der aufbereiteten, hydraulisch wirksamen Zusatzstoffe (AHWZ)

- CEM II/A-S 42,5 R WT 38 nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R nach BTZ-0042 [2]

Ergänzung Dezember 2024:

- CEM I 52,5 R nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-S 52,5 R nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/A-LL 42,5 N nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N nach ÖNORM EN 197-1:2011 [1]
- AHWZ LEUMIX nach ÖNORM B 3309-1:2010 [3]

der Leube Zement GmbH.

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner der floGeco GmbH (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) verwendet.

Die EPD ist repräsentativ für die gesamte Produktionsmenge der deklarierten Produkte im Jahr 2022.

Die in der EPD bewertete Produktionstechnologie ist repräsentativ für die Gesamtmenge der im Jahr 2022 produzierten deklarierten Produkte.

Die Schwankungsbreite der abgebildeten Produkte wird in Kapitel 6 LCA: Interpretation entsprechend dargestellt und diskutiert.

2.2 Anwendung

Die Hauptanwendung von Zement ist die Herstellung von Beton nach ÖNORM EN 206:2021 [11] bzw. nach ÖNORM B 4710-1:2018 [12], Zementestrich nach ÖNORM EN 13813:2003 [13] bzw. ÖNORM B 3732:2016 [14] und Zementmörtel nach ÖNORM EN 998-1:2017 [15] und ÖNORM EN 998-2:2017 [16]. Aufbereitete (gemahlene) hydraulisch wirksame Zusatzstoffe (kurz: AHWZ) können als Zusatzstoff Typ II für Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 [11] verwendet werden.

Der CEM II/A-S 42,5 R WT38 der Leube Zement GmbH wird für Betone mit rascher Erhärtung, kurzen Schalfristen und hoher Betonfestigkeit eingesetzt. Der CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 ist ein Normalzement für die Herstellung von Transportbeton und Betonfertigteilen mit normalen Anforderungen. Die Zemente CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R eignen sich für die Herstellung von Transportbeton mit normalen Anforderungen und sind im Wesentlichen für den Hochbau sowie Bodenstabilisierungen vorgesehen. Der CEM I 52,5 R ist vor allem durch seine sehr hohe Anfangsfestigkeit sowie schnelle Aushärtung gekennzeichnet und wird somit hauptsächlich für Spezialbetone im Tunnelbau eingesetzt. Der CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei zeichnet sich neben seiner Sulfatbeständigkeit durch geringe Wärmeentwicklung, gute Verarbeitbarkeit, geringen Wasserbedarf und hervorragende Nacherhärtung aus (Einsatzbereich z. B. Tunnelbau, Kläranlagen, im Tiefbau, Betonrohre und Schächte). Der CEM II/A-S 52,5 R ist ein vielseitiger sowie hochleistungsfähiger Zement für Betone mit einer besonders hohen Anfangsfestigkeit. Der CEM II/A-LL 42,5 N ist geeignet für alle gängigen Verwendungszwecke gemäß ÖNORM B 4710-1 [11], insbesondere jedoch speziell zur Estrichherstellung mit hohen Anforderungen an die Austrocknung. Der CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N ist ein Universalzement für die Herstellung von Transportbeton und Betonfertigteilen mit normalen Anforderungen. Die AHWZ FLEUMIX werden als Zusatzstoff Typ II für Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 angewandt.

2.3 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften

Für das Inverkehrbringen der Zemente nach EN 197-1:2011 [1] in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011(CPR). Die Zemente nach EN 197-1:2011 [1] benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der EN 197-1:2011 [1] und die CE-Kennzeichnung. Die Zemente CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R brauchen eine Anwendungszulassung nach ÖNORM EN 197-5:2022 [8] (Zertifizierung durch das österreichische Institut für Bautechnik – OIB (bautechnische Zulassung) [2]). Die aufbereiteten hydraulisch wirksamen Zusatzstoffe (AHWZ) nach ÖNORM B 3309-1:2010 [3] brauchen eine Produktregistrierung sowie das Einbauzeichen bzw. wird die Herstellung durch eine Materialprüfanstalt fremdüberwacht.

Tabelle 1: Produktrelevante Normen

Norm	Titel
ÖNORM EN 197-1:2011	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
ÖNORM B 3327-1:2005	Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen - Teil 1: Zusätzliche Anforderungen
ÖNORM EN 197-5:2022	Zement - Teil 5: Portlandkompositzement CEM II/C-M und Kompositzement CEM VI
ÖNORM B 3309-1:2010	Aufbereitete, hydraulisch wirksame Zusatzstoffe für die Betonherstellung (AHWZ) - Teil 1: Kombinationsprodukte (GC/GC-HS)

2.4 Technische Daten

Tabelle 2: Technische Daten CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3120	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm ²

Tabelle 3: Technische Daten CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3020	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm ²

abelle 4: Technische Daten CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	2980	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-5:2022	32,5 bzw. 42,5	N/mm ²

Ergänzung Dezember 2024:

Tabelle 5: Technische Daten CEM I 52,5 R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3200	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	52,5	N/mm ²

Tabelle 6: Technische Daten CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3210	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	52,5	N/mm ²
Begrenzte frühzeitige Wärmeentwicklung	170	J/g
C ₃ A-Gehalt des Klinkers	0	%

Tabelle 7: Technische Daten CEM II/A-S 52,5 R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3120	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	52,5	N/mm ²

Tabelle 8: Technische Daten CEM II/A-LL 42,5 N

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3070	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm ²

Tabelle 9: Technische Daten CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	3150	kg/m ³
Klasse der Normdruckfestigkeit nach ÖNORM EN 197-1:2011	42,5	N/mm ²

Tabelle 10: Technische Daten AHWZ LEUMIX

Bezeichnung	Wert	Einheit
Mittlere Rohdichte bzw. Rohdichtebereich	2850	kg/m ³

2.5 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Für die deklarierten Produkte wurde von der Leube Zement GmbH die repräsentative stoffliche Zusammensetzung für das Produktionsjahr 2022 erhoben und zur EPD Erstellung zur Verfügung gestellt. Tabelle 11 bis Tabelle 13 zeigen aus Vertraulichkeitsgründen (siehe „8.3 Regeln zur Vertraulichkeit der Daten“ – ÖNORM EN ISO 14025:2010 [14]) die Vorgaben zur stofflichen Zusammensetzung aus der ÖNORM EN 197-1:2011 [1] bzw. der ÖNORM EN 197-5:2022 [8].

ANMERKUNG aus ÖNORM EN 197-1:2011 [1] – 6.1: Der Eindeutigkeit halber beziehen sich die Anforderungen an die Zusammensetzung auf die Summe aller Haupt- und Nebenbestandteile (siehe folgende Tabellen in dieser EPD). Der gebrauchsfertige Zement besteht aus den Haupt- und Nebenbestandteilen, dem erforderlichen Calciumsulfat (zur Regelung des Erstarrungsverhaltens – z.B. natürlicher Gips) und den verwendeten Zusätzen (z.B. Chromatreduzierer).

Tabelle 11: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker (K)	Hauptbestandteil	80 – 94%
Hüttensand (S)	Hauptbestandteil	6 – 20%
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 12: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker (K)	Hauptbestandteil	65 – 79%
Hüttensand (S)	Hauptbestandteil	21 – 35%
Silicastaub (D)	Hauptbestandteil	
Puzzolan (natürlich (P), natürlich getempert (Q))	Hauptbestandteil	
Flugasche (kieselsäurereich (V), kalkreich (W))	Hauptbestandteil	
Gebrannter Schiefer (T)	Hauptbestandteil	
Kalkstein (L, LL)	Hauptbestandteil	
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 13: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker (K)	Hauptbestandteil	50 – 64%
Hüttensand (S)	Hauptbestandteil	36 – 50%
Silicastaub (D)	Hauptbestandteil	
Puzzolan (natürlich (P), natürlich getempert (Q))	Hauptbestandteil	
Flugasche (kieselsäurereich (V), kalkreich (W))	Hauptbestandteil	
Gebrannter Schiefer (T)	Hauptbestandteil	
Kalkstein (L, LL)	Hauptbestandteil	
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Ergänzung Dezember 2024:**Tabelle 14: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM I 52,5 R**

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker	Hauptbestandteil	95 – 100%
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 15: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker	Hauptbestandteil	80 – 94%
Hüttensand	Hauptbestandteil	6 – 20%
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 16: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 52,5 R

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker	Hauptbestandteil	80 – 94%
Hüttensand	Hauptbestandteil	6 – 20%
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 17: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-LL 42,5 N

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker	Hauptbestandteil	80 – 94%
Kalkstein	Hauptbestandteil	6 – 20%
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 18: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Portlandzementklinker	Hauptbestandteil	65 – 79%
Hüttensand	Hauptbestandteil	21 – 35%
Silicastaub	Hauptbestandteil	
Puzzolan (natürlich, natürlich getempert)	Hauptbestandteil	
Flugasche (kieselsäurereich, kalkreich)	Hauptbestandteil	
Gebrauntes Schiefer	Hauptbestandteil	
Kalkstein	Hauptbestandteil	
Nebenbestandteile (fein zerkleinerte anorganische, mineralische Stoffe, die aus der Klinkerproduktion (z.B. Rohmehl) stammen oder den anderen Hauptbestandteilen entsprechen, im Zement aber nicht als Hauptbestandteil enthalten sind)	Nebenbestandteil	0 – 5%

Tabelle 19: Grundstoffe / Hilfsstoffe AHWZ LEUMIX

Bestandteile:	Funktion	Massen %
Hüttensand	Hauptbestandteil	>5%
Flugasche (kieselsäurereich, kalkreich)	Hauptbestandteil	>5%
Anorganische mineralische Stoffe (ausgenommen Zementklinker, Hüttensand, Flugasche und Silicastaub) z.B. Kalkstein	Hauptbestandteil	>5% bzw. <25%

Die Produkte/Erzeugnisse/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der ECHA-Kandidatenliste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) (Datum 10.12.2024) oberhalb von 0,1 Massen-%: **nein**.

2.6 Herstellung

Die wichtigsten Zementrohstoffe Kalkstein, Ton und ihr natürliches Gemisch, der Kalksteinmergel, werden in Steinbrüchen hauptsächlich durch Sprengen gewonnen. Ton lässt 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 z. B. auf Förderbändern vom Bruch in das Zementwerk transportiert werden. Die Rohmaterialkomponenten werden über Dosiereinrichtungen einer Mühle in vorbestimmten Mischungsverhältnissen aufgegeben und zu Rohmehl feingemahlen.

Zementklinker wird in Österreich ausschließlich nach dem Trockenverfahren in Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmern hergestellt. Im Vorwärmer wird das Rohmehl von den Abgasen aus dem Drehofen auf über 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 österreichischen Zementwerken Qualitätssicherungssysteme installiert, die sich an den Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle nach ÖNORM EN 197-2:2020 [17] bzw. der Norm für Qualitätsmanagementsysteme ÖNORM EN ISO 9001:2015 [18] orientieren. Neben den konkreten Vorgaben zur Prozesssteuerung sowie zur Überwachung der Zwischen- und Endprodukte umfassen QM-Systeme nach ÖNORM EN ISO 9001:2015 [18] auch Maßnahmen zur Verbesserung der Organisationsstruktur und der Produktionsabläufe insgesamt.

Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung des Zementherstellungsprozesses vom Steinbruch bis zum Versand.

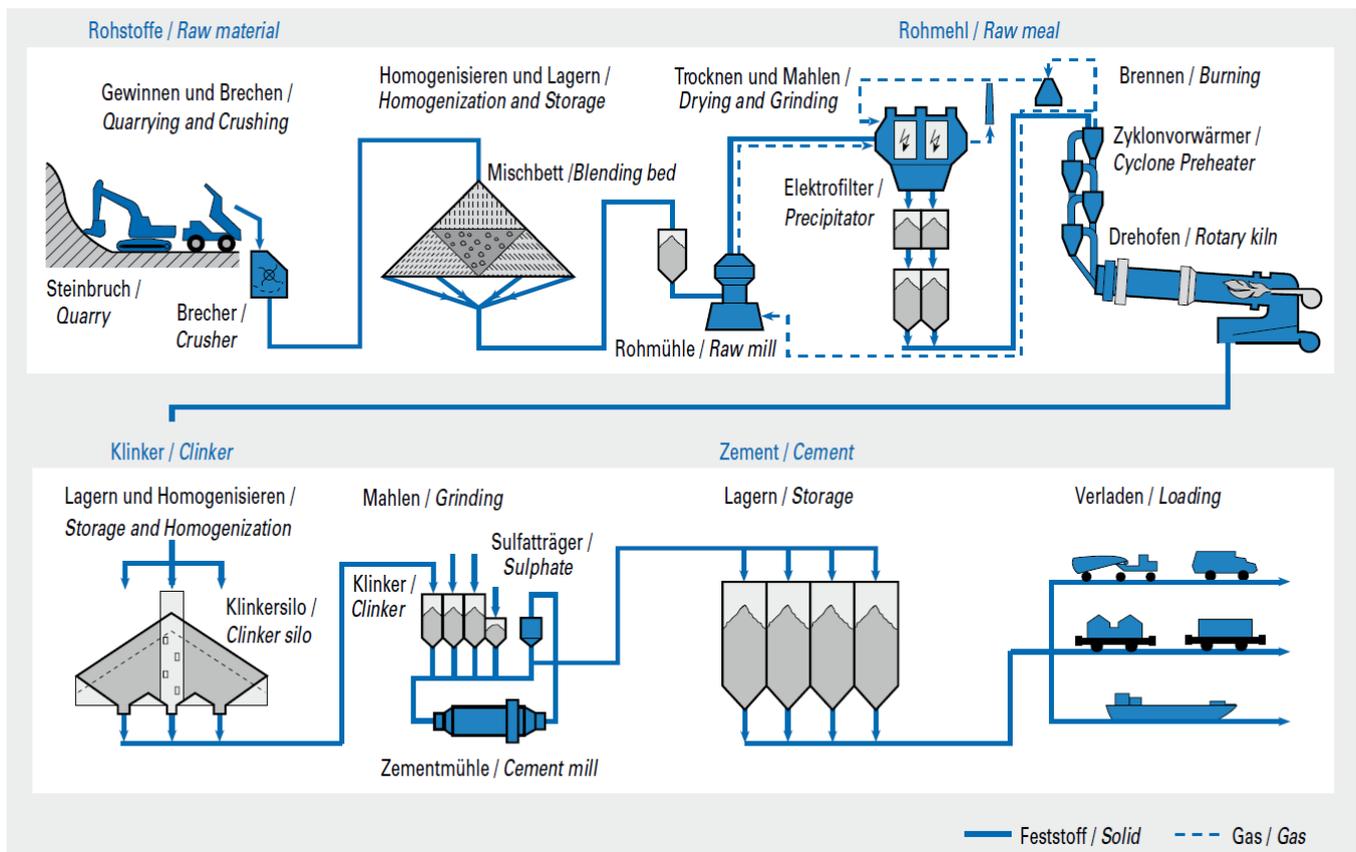


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Zementherstellungsprozesses vom Steinbruch bis zum Versand [19]

AHWZ ist ein feinkörniger Stoff der aus zumindest zwei der Bestandteile Hüttensand und/oder Flugasche und/oder anorganische mineralische Stoffe (ausgenommen Zementklinker, Hüttensand, Flugasche und Silicastaub) besteht. Der zweite Bestandteil muss in einem Anteil von mindestens 5 % enthalten sein. Es darf nur ein Typ eines anorganischen mineralischen Stoffs gewählt werden, der mit maximal 25 % zu begrenzen ist. Die Herstellung erfolgt durch eine entsprechende Mischung bzw. durch eine gemeinsame Vermahlung.

Anlagenspiegel aus „Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2022“ [20]:

Ofentechnik: 5-stufiger WT-DO mit Brennkammer und Kalzinator

Klinkerkühler: Pendelrostkühler

Zementmühlen: 2 Kugelmühlen

Abgasentstaubung: Drehrohfen, Klinkerkühler, Rohmühle 4 und Rohmühle 5 in Schlauchfiltern

Weitere Informationen: DeCONOX-Anlage (Kopplungsverfahren einer thermischen Nachverbrennungsanlage und einer SCR-DeNOx-Anlage in Reingasschaltung); Inbetriebnahme: März 2019

2.7 Verpackung

Ein sehr kleiner Anteil des Zementes erreicht den Kunden als Sackware in Säcken aus Papier. Als zusätzliche Verpackungsmaterialien kommen dabei PE-Schrumpffolien (EAK 150102 [21]) und Holzpaletten (EAK 150103 [21]) zum Einsatz. Im Rahmen des ARA-Systems bzw. des Bonus-Holsystems werden diese Verpackungsmaterialien an die Zementhersteller zurückgeführt.

Diese EPD betrachtet nur Siloware und berücksichtigt kein Verpackungsmaterial für den sehr geringen Marktanteil an Sackware.

2.8 Lieferzustand

Zement (und auch AHWZ) ist ein pulverförmiges Schüttgut und wird überwiegend als lose Ware abgegeben und auf Straßen- oder Schienenfahrzeuge verladen. Ein sehr kleiner Anteil des Zementes erreicht den Kunden als Sackware.

2.9 Transporte

Zement (und auch AHWZ) ist ein homogenes Massengut, welches entweder per LKW oder Bahn transportiert wird. Die in dieser EPD betrachteten Produkte werden überwiegend zu lokalen Absatzmärkten geliefert.

2.10 Produktverarbeitung / Installation

Die Hauptanwendung von Zement ist die Herstellung von Beton, Estrich bzw. Mörtel. Durch Mischen von Zement und Wasser entsteht Zementleim, der im entsprechenden Baustoff 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. Aufbereitete (gemahlene) hydraulisch wirksame Zusatzstoffe (AHWZ) können als Zusatzstoff Typ II für Beton gemäß ÖNORM B 4710-1 [11] verwendet werden.

Frischbeton wird heute fast ausschließlich in Transportbetonwerken, auf Großbaustellen oder in Fertigteilverken in mittleren bis großen Mischanlagen hergestellt. Zementestrich und Zementmörtel werden auf der Baustelle direkt gemischt bzw. von Mischwerken aus antransportiert.

2.11 Nutzungsphase

Da Zement und AHWZ als Zwischenprodukt Anwendung bei der Herstellung verschiedener zementgebundener Baustoffe (Transportbeton, Fertigteilbeton, Zementestrich, etc.) finden, ist es meist nicht möglich, Informationen über die Umweltauswirkungen aus dem Produkt während der Bauphase, der Nutzungsphase und der Entsorgungsphase bereitzustellen, da diese maßgeblich von der Nutzung des Zements abhängen. In dieser EPD werden daher die Lebenszyklusmodule A1-A3 (Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, Transport zum Hersteller, Herstellung) betrachtet. Die Bauphase, die Nutzungsphase und die Entsorgungsphase werden nicht berücksichtigt. Dies ist gemäß ÖNORM EN 15804:2022 [5] zulässig, da Zement die in der Norm genannten Bedingungen dafür erfüllt (siehe 3.2 Systemgrenze).

2.12 Referenznutzungsdauer (RSL)

Für Zement (und auch AHWZ) nicht relevant (siehe 2.11 Nutzungsphase und 3.2 Systemgrenze).

2.13 Nachnutzungsphase

Für Zement (und auch AHWZ) nicht relevant (siehe 2.11 Nutzungsphase und 3.2 Systemgrenze).

2.14 Entsorgung

Falls Zement entsorgt werden muss, sollte dieser mit Wasser aushärten und unter Beachtung der örtlichen behördlichen Bestimmungen entsorgt werden. Die Entsorgung des ausgehärteten Produkt erfolgt dann wie für Betonabfälle und Betonschlämme.

Abfallschlüssel des Europäischen Abfallartenkatalogs (EAK) in Abhängigkeit von der Herkunft: 17 01 01 [21] (Beton) oder 10 13 14 [21] (Betonabfälle und Betonschlämme).

Diese EPD betrachtet aufgrund der in siehe 2.11 Nutzungsphase und 3.2 Systemgrenze angeführten Argumentationen die Entsorgungsphase nicht.

2.15 Weitere Informationen

Ergänzende Informationen zu den deklarierten Produkten können online unter www.leube.eu/zement abgerufen werden.

3 LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 Tonne des jeweiligen Zements bzw. des aufbereiteten, hydraulisch wirksamen Zusatzstoffs (AHWZ).

Tabelle 20: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3120	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000321	m ³ /kg

Tabelle 21: Deklarierte Einheit CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3020	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000331	m ³ /kg

Tabelle 22: Deklarierte Einheit CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	2980	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000336	m ³ /kg

Ergänzung Dezember 2024:

Tabelle 23: Deklarierte Einheit CEM I 52,5 R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3200	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000313	m ³ /kg

Tabelle 24: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3210	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000312	m ³ /kg

Tabelle 25: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 52,5 R

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3120	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000321	m ³ /kg

Tabelle 26: Deklarierte Einheit CEM II/A-LL 42,5 N

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3070	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000326	m ³ /kg

Tabelle 27: Deklarierte Einheit CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	3150	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000317	m ³ /kg

Tabelle 28: Deklarierte Einheit AHWZ LEUMIX

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Rohdichte für Umrechnung in kg	2850	kg/m ³
Massenbezogenes Volumen	0,000351	m ³ /kg

3.2 Systemgrenze

Tabelle 29: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTELLUNGS- PHASE			BAU- PHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGS- PHASE				Vorteile und Belastungen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Entsorgung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Typ der Ökobilanz bzw. der EPD: von der Wiege bis zum Werkstor

Die gewählten Systemgrenzen umfassen die Herstellung des Zements einschließlich der Rohstoffgewinnung bis zum fertigen Produkt am Werkstor.

Da Zement und AHWZ als Zwischenprodukte Anwendung bei der Herstellung verschiedener zementgebundener Baustoffe (Transportbeton, Fertigteilbeton, Zementestrich, etc.) finden, ist es meist nicht möglich, Informationen über die Umweltauswirkungen aus dem Produkt während der Bauphase, der Nutzungsphase und der Entsorgungsphase bereitzustellen, da diese maßgeblich von der Nutzung des Zements abhängen. In der EPD werden daher die Lebenszyklusmodule A1-A3 (Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, Transport zum Hersteller, Herstellung) betrachtet. Die Bauphase, die Nutzungsphase und die Entsorgungsphase werden nicht berücksichtigt. Dies ist gemäß ÖNORM EN 15804:2022 [5] zulässig, da Zement die folgenden in der Norm genannten Bedingungen erfüllt:

- Das Produkt oder Material wird während der Installation physikalisch in andere Produkte integriert, so dass es am Ende der Lebensdauer nicht physikalisch von diesen getrennt werden kann.
- Das Produkt oder Material ist am Ende der Lebensdauer infolge eines physikalischen oder chemischen Umwandlungsprozesses nicht mehr identifizierbar.
- Das Produkt oder Material enthält keinen biogenen Kohlenstoff.

Modul A1: Rohstoffgewinnung und -aufbereitung:

- Rohstoffgewinnung für die Zement- und Klinkerherstellung

dies umfasst z. B. den Abbau kalkhaltiger Materialien wie Kalkstein oder Mergel sowie tonhaltiger Materialien wie Ton oder Tonschiefer

- Gewinnung von Primärbrennstoffen
Wichtige Primärenergieträger, die bei der Zementproduktion verwendet werden, sind Steinkohle, Petrolkoks, Braunkohle und Erdgas
- Aufbereitung von Rohstoffen, Brennstoffen und Co-Produkten anderer Industrien (z. B. Hochofenschlacke, Flugasche)

Modul A2: Transporte zum Zementwerk und interne Transporte

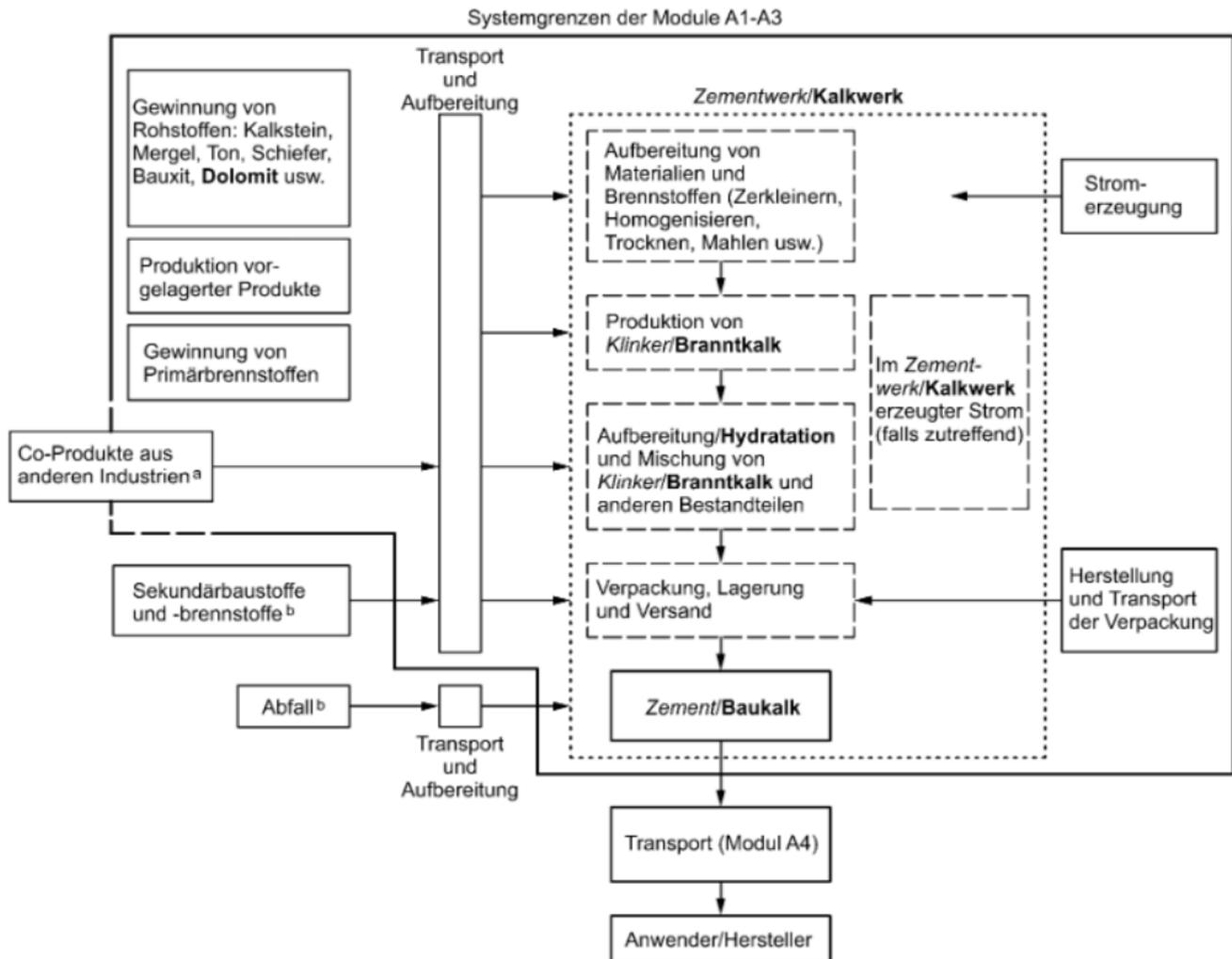
- Transport von Rohstoffen, Brennstoffen und Co-Produkten anderer Industrien zum Zement- oder Mahlwerk
- interne Transporte im Zement- oder Mahlwerk
- gegebenenfalls Transport von Portlandzementklinker und anderen Zementbestandteilen zum Mahlwerk

Modul A3: Zementherstellung

- Klinkerproduktion: Erhitzen des Rohstoffgemischs in einer Ofenanlage bis zum Sintern (bei einer Temperatur von über 1400 °C)
- Mahlen der Rohstoffe
- Mahlen und Mischen der Zementhaupt- und -nebenbestandteile
- Lagerung des Zements, Vorbereitung zum Versand

Für die als Roh- und Brennstoffe verwendeten Abfälle liegen die Abfallschlüsselnummern nach Österreichischer Abfallverzeichnisverordnung vor (siehe Projektbericht Zementrechner – Tabelle 15, Tabelle 17 und Tabelle 22). Die Abfälle gehen lastenfrei in die Ökobilanz ein, weil Sie aufgrund der vorliegenden Abfallschlüsselnummer erst im Drehrohrofen das Ende der Abfalleigenschaften erreichen. Transporte von Abfällen von Abfallaufbereitungsanlagen zum Zementwerk werden im Ökobilanzrechner nicht miteinbezogen. Co-Produkte aus anderen Industrien (Schlacken, Hüttensand, Flugasche und REA-Gips) werden basierend auf einer ökonomischen Allokation berücksichtigt (siehe 3.9 Projektbericht Zementrechner). Auch der Transport dieser eingesetzten Co-Produkte ins Werk wird mitberücksichtigt.

3.3 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus



^a siehe 6.4.3 ÖNORM EN 16908

^b siehe Anhang D ÖNORM EN 16908

Abbildung 2: Systemgrenzen der Zementproduktion nach ÖNORM EN 16908 [7]

3.4 Abschätzungen und Annahmen

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner der floGeco GmbH (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) verwendet. Abschätzungen und Annahmen bezüglich der Ökobilanzmodellierungen im verifizierten Rechner können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [6] eingesehen werden. Die hier angesprochenen Abschätzungen und Annahmen beziehen sich auf die Datenerhebungen für die betrachteten Produkte der Leube Zement GmbH.

Bei einer Gegenüberstellung der jeweils angesetzten Wasserinputs (Prozesswasser) und -outputs (Abwasser) ergibt sich ein Überschuss an Wasserinput (Prozesswasser), welcher auf dem Werksgelände entsprechend versickert bzw. verdunstet.

Die Emissionswerte für Kupfer (Cu), Beryllium (Be), Selen (Se) und Zink (Zn) wurden aus den Auswertungen von Prof. Gerd Mausitz vom Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften der TU Wien für das Jahr 2022 übernommen (jährlich eine Produktions-, Brennstoff-, Energie-, Rohstoff- und Emissionsstatistik basierend auf kontinuierlichen Datenlieferungen der Mitglieder der VÖZ), weil diese Werte im betrachteten Werk nicht gemessen werden.

3.5 Abschneideregeln

Gemäß ÖNORM EN 15804:2022 [5] müssen für einen (Einheits-)Prozess die Abschneidekriterien von 1 % des erneuerbaren und des nicht erneuerbaren Einsatzes von Primärenergie und 1 % der Gesamtmasse dieses Einheitsprozesses eingehalten werden. Darüber hinaus darf die Gesamtsumme der vernachlässigten Input-Flüsse im Modul A1-A3 höchstens 5 % des Energie- und Masseinsatzes betragen.

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner der floGeco GmbH verwendet (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked). Im Ökobilanzrechner angewandte Abschneideregeln können im Projektbericht des floGeco-Rechentools [6] eingesehen werden. Die hier angesprochenen Abschneideregeln beziehen sich auf die Datenerhebungen für die betrachteten Produkte der Leube Zement GmbH.

Der Hersteller hat die Mengen aller eingesetzten Stoffe, die benötigten Energiemengen, die Produktionsaufwände sowie die anfallenden Transportprozesse erhoben und vorgelegt. Außerdem wurden entsprechende Messwerte für Emissionen angegeben. Geringe Mengen an Abfällen, die bei der Zementherstellung anfallen (z. B. Kleinmengen an Schmierstoffen oder Verpackungsmaterial – prinzipiell werden die Roh- und Brennstoffe unverpackt angeliefert) werden im Ökobilanzrechner nicht berücksichtigt, weil diese auch zum größten Teil in der Klinkerherstellung direkt thermisch verwertet werden.

Hilfsstoffe, deren Stoffströme einen Anteil von weniger als 1 % darstellen, wurden vernachlässigt. Dabei handelt es sich um Schmieröle, Schmierfette, etc. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse weniger als 5 % der Wirkungskategorien ausmacht.

3.6 Hintergrunddaten

Zur Erstellung der Ökobilanz wurde der Ökobilanzrechner der floGeco GmbH verwendet (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked). Im Ökobilanzrechner angewandte Hintergrunddaten können im Projektbericht des floGeco-Rechentools (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) [6] eingesehen werden.

Für die Erstellung des Ökobilanzrechners wurde als Hintergrund-Datenbank ecoinvent v3.8 mit dem Systemmodell „cut-off by classification“ verwendet [22]. Da die deklarierten Zemente von Mitgliedern der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) hergestellt werden, wurden, soweit möglich, österreichische Hintergrunddaten für den Ökobilanzrechner herangezogen. Ansonsten wurden europäische, globale oder z.T. auch schweizerische (aufgrund der geographischen Nähe oft repräsentativer als der europäische/globale Durchschnitt) Datensätze verwendet (siehe Projektbericht Ökobilanzrechner floGeco GmbH - Anhang 1 - Tabelle 36 und Tabelle 37 [6]).

Die Daten für die Produktion der betrachteten Produkte wurden über Datenerhebungen im Werk erfasst. Die bereitgestellten Daten wurden vor der Eingabe in den Ökobilanzrechner auf Plausibilität geprüft. Die Vordergrunddaten stammen direkt vom Hersteller und sind deshalb entsprechend repräsentativ für die betrachteten Produkte.

3.7 Datenqualität

Für die Erstellung des Ökobilanzrechners wurden Datensätze aus ecoinvent v.3.8 mit dem Systemmodell „cut-off by classification“ verwendet [22]. Die im Ökobilanzrechner der floGeco GmbH (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) angewandten Datensätze können im dazugehörigen Projektbericht in Anhang 1 - Tabelle 36 und Tabelle 37 eingesehen werden [6].

Die Daten für die Produktion der betrachteten Produkte wurden über Datenerhebungen im Werk erfasst. Dabei wurden die Kriterien der Bau EPD GmbH für die Datenerhebung eingehalten. Die bereitgestellten Daten wurden vor der Eingabe in den Ökobilanzrechner auf Plausibilität geprüft.

Bei der Erhebung der Vordergrunddaten (Primärdaten) wurden folgende Qualitätsanforderungen berücksichtigt:

- Die Kriterien der Bau EPD GmbH für die Datenerhebung und die Abgrenzung der Stoff- und Energieströme werden eingehalten.
- Die verwendeten Daten entsprechend dem Jahresdurchschnitt des Bezugsjahres 2022.
- Alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffbedarf sowie Transportwege innerhalb der Systemgrenze wurden vom Hersteller bereitgestellt.

Die Anforderungen an die Hintergrunddaten gemäß den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [4]) werden mit dem Ökobilanzrechner erfüllt. Die Hintergrund-Datenbank ecoinvent 3.8 [22] wurde im Jahr 2021 publiziert, beinhaltet jedoch einzelne Datensätze, deren Erhebungs- bzw. Bezugsjahr mehr als 10 Jahre (Anforderung ÖNORM EN 15804:2022 [5] bzw. Bau EPD GmbH) zurückliegt. Diese Datensätze wurden jedoch über die Jahre in den verschiedenen ecoinvent-Datenbank-Versionen unter Berücksichtigung notwendiger Anpassungen für Datenbank-Updates mitgeführt. In den Dokumentationen zur ecoinvent Datenbank v.3 („Übersicht und Methodik“ - https://ecoinvent.org/wp-content/uploads/2021/09/dataqualityguideline_ecoinvent_3_20130506.pdf, „Dokumentation der in der ecoinvent Datenbank v3.8 umgesetzten Änderungen“ - <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>) können detaillierte Informationen über die Datenqualität der ecoinvent-Datensätze eingesehen werden.

Die Modellierung des angewandten Strommix erfolgt über einen im Zement-LCA-Rechner integrierten Strom-LCA-Rechner. Der Stromrechner ermöglicht die laut den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [4]) notwendige Berücksichtigung des tatsächlichen Produktmix des Stromlieferanten basierend auf der Stromkennzeichnung des eingesetzten Strommix (gem. § 78 Abs 1 und 2 EIWOG 2010 und Stromkennzeichnungsverordnung 2011 VO). Details zum Strom-LCA-Rechner können im Projektbericht des Zement-Ökobilanzrechners eingesehen werden [6].

3.8 Betrachtungszeitraum

Die verwendeten Daten für die Herstellung der deklarierten Produkte entsprechen dem Jahresdurchschnitt des Produktionsjahres 2022. Die Produktions- und Absatzzahlen im Jahr 2022 wurden durch die COVID-Pandemie nicht beeinträchtigt.

3.9 Allokation

Die Regeln zur Allokation von Co-Produkten wurden bei der Erstellung des angewandten Zement-Ökobilanzrechners berücksichtigt. Im Ökobilanzrechner angewandte Allokationsansätze können im dazugehörigen Projektbericht [6] eingesehen werden.

Hochhoffenschlacke (Hüttensand), Flugaschen, REA-Gips und Silicastaub sind nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] als handelbare Co-Produkte der Roheisenerzeugung, der Stromerzeugung in Kohlekraftwerken bzw. der Silicium-Herstellung einzustufen. Die Herstellungsprozesse dieser Co-Produkte sind nicht unabhängig von der Herstellung der jeweiligen Hauptprodukte (Stahl, Strom, Silicium) und können nicht von den Hauptprodukten getrennt werden. Daher ist ein Allokationsverfahren zu verwenden.

Bei der Allokation des Hochofenprozesses, der Prozesse in Kohlekraftwerken und der Prozesse in Silicium-Werken ist zu beachten, dass der Hauptzweck die Herstellung der jeweiligen Hauptprodukte (Stahl, Strom, Silicium) ist, nicht die Herstellung der Co-Produkte, was sich insbesondere an den erzielten Umsätzen zeigt. Der Unterschied zwischen dem durch die Hauptprodukte und die Co-Produkte generierten Betriebseinkommen ist als groß (> 25 %) einzustufen. Daher kommt nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] für die Umweltlasten die ökonomische Allokation zur Anwendung.

3.10 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] erstellt wurden, die gleichen programmspezifischen PKR bzw. etwaige zusätzliche Regeln sowie die gleiche Hintergrunddatenbank verwendet wurden und darüber hinaus der Gebäudekontext bzw. produktspezifische Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

4 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

4.1 A1-A3 Herstellungsphase

Laut ÖNORM EN 15804 sind für die Module A1-A3 keine technischen Szenarioangaben gefordert. Die Bilanzierung dieser Module liegt in der Verantwortung des Herstellers und darf vom Verwender der Ökobilanz nicht verändert werden.

Die Datensammlung für die Herstellungsphase erfolgte gemäß ISO 14044 Abschnitt 4.3.2. Entsprechend der Zieldefinition wurden in der Sachbilanz alle maßgeblichen Input- und Output-Ströme, die im Zusammenhang mit dem betrachteten Produkt auftreten, identifiziert und quantifiziert.

In einem ersten Schritt erfolgt mit Hilfe des im Zementrechner integrierten Strom-LCA-Rechners die Modellierung des im Werk angewandten Strommix. Im Strom-LCA-Rechner kann der Strommix entsprechend der vom Lieferanten bereitgestellten Zusammensetzung nach Energieträgern eingegeben werden. Basierend auf den eingegebenen Stromanteilen werden die Ökobilanz-Ergebnisse für den Strom auf Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebene berechnet. Die Ökobilanzergebnisse für den Strommix auf den drei Spannungsebenen werden in den LCA-Rechner für den Klinker und den Zement übernommen. Im nächsten Schritt kann mit Hilfe des Ökobilanzrechners zunächst die Produktion von Portlandzementklinker bewertet werden. Im nachfolgenden Schritt kann die Ökobilanz für den betrachteten Zement basierend auf den vorher ermittelten Klinkerdaten erstellt werden.

Die im Ökobilanzrechner hinterlegten Sachbilanzen bzw. Input- und Outputflüsse basieren auf den Datensammlungen von Prof. Gerd Mausitz vom Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften der TU Wien, der für die Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) jährlich eine Produktions-, Brennstoff-, Energie-, Rohstoff- und Emissionsstatistik basierend auf kontinuierlichen Datenlieferungen der Mitglieder der VÖZ erstellt [23]. Die im Ökobilanzrechner der floGeco GmbH (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) angewandten LCA-Szenarien und -Ansätze können im dazugehörigen Projektbericht [6] eingesehen werden.

4.2 A4-A5 Errichtungsphase

Module nicht deklariert.

4.3 B1-B7 Nutzungsphase

Module nicht deklariert.

4.4 C1-C4 Entsorgungsphase

Module nicht deklariert.

4.5 D Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

Modul nicht deklariert.

5 LCA: Ergebnisse

Die mit dem Ökobilanzrechner (verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked) berechenbaren Parameter bzw. Ökobilanzergebnisse entsprechen einer Bilanzierung nach ÖNORM EN 15804:2022 [5]. Es werden deshalb die ÖNORM EN 15804:2022 [5] angeführten Charakterisierungsfaktoren (Joint Research Center, EF 3.0) der Wirkungsabschätzung angewandt.

Es gilt anzumerken, dass die Wirkungsabschätzungsergebnisse nur relative Aussagen sind, die keine Aussagen über „Endpunkte“ der Wirkungskategorien, Überschreitung von Schwellenwerten, Sicherheitsmarken oder über Risiken enthalten.

Gemäß dem Verursacherprinzip nach ÖNORM EN 15804:2022 [5] bzw. CEN/TR 16970 sind die Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Der Ökobilanzrechner weist aus Transparenzgründen für das Treibhauspotenzial (GWP total) zusätzlich zum Nettowert (ohne die CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung) auch einen Bruttowert (inkl. der Emissionen aus der Abfallverbrennung) aus.

Tabelle 30 bis Tabelle 74 zeigen die Ökobilanzergebnisse für die deklarierten Produkte der Leube Zement GmbH.

5.1 Ergebnisse CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Tabelle 30: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	489,101
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	488,477
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,383
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,216
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,52E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,714
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,160
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,267
EP-Land	mol N äquiv	3,252
POCP	kg NMVOC äquiv	0,577
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,74E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1134,935
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,342
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 679,223 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 627,752 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 51,230 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 31: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,40E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,312
ETP-fw	CTUe	3129,201
HTP-c	CTUh	3,02E-08
HTP-nc	CTUh	1,79E-06
SQP	Punkte	327,219
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 32: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	530,452
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	530,452
PENRE	MJ H _u	1135,661
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1135,661
SM	kg	351,348
RSF	MJ H _u	620,282
NRSF	MJ H _u	1699,282
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 33: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,813E-04
NHWD	kg	11,106
RWD	kg	4,460E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 34: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.2 Ergebnisse CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Tabelle 35: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	410,625
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	410,055
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,369
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,178
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,30E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,620
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,132
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,232
EP-Land	mol N äquiv	2,791
POCP	kg NMVOC äquiv	0,502
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,70E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1011,332
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,066
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 565,756 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 523,698 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 41,858 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 36: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	3,97E-06
IRP	kBq U235 äquiv	3,994
ETP-fw	CTUe	2759,602
HTP-c	CTUh	2,78E-08
HTP-nc	CTUh	1,64E-06
SQP	Punkte	312,874
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 37: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	477,877
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	477,877
PENRE	MJ H _u	1011,924
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1011,924
SM	kg	419,809
RSF	MJ H _u	506,124
NRSF	MJ H _u	1386,542
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 38: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,679E-04
NHWD	kg	11,834
RWD	kg	4,402E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 39: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.3 Ergebnisse CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Tabelle 40: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	323,895
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	323,395
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,343
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,139
ODP	kg CFC-11 äquiv	4,78E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,509
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,102
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,190
EP-Land	mol N äquiv	2,267
POCP	kg NMVOC äquiv	0,413
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,51E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	839,984
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	19,008
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 442,735 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 410,452 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 32,126 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 41: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	3,40E-06
IRP	kBq U235 äquiv	3,442
ETP-fw	CTUe	2499,206
HTP-c	CTUh	2,41E-08
HTP-nc	CTUh	1,41E-06
SQP	Punkte	284,856
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 42: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	421,524
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	421,524
PENRE	MJ H _u	840,439
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	840,439
SM	kg	425,034
RSF	MJ H _u	387,723
NRSF	MJ H _u	1062,179
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 43: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,028E-04
NHWD	kg	11,623
RWD	kg	4,034E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 44: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.4 Ergebnisse CEM I 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 45: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM I 52,5 R

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	567,004
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	566,325
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,398
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,254
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,56E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,805
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,189
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,301
EP-Land	mol N äquiv	3,698
POCP	kg NMVOC äquiv	0,649
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,83E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1256,490
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,597
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 793,140 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 731,982 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 60,877 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 46: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM I 52,5 R

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,77E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,636
ETP-fw	CTUe	3580,982
HTP-c	CTUh	3,22E-08
HTP-nc	CTUh	1,88E-06
SQP	Punkte	334,602
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 47: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM I 52,5 R

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	584,458
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	584,458
PENRE	MJ H _u	1257,352
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1257,352
SM	kg	235,862
RSF	MJ H _u	737,779
NRSF	MJ H _u	2021,169
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 48: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM I 52,5 R

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,654E-04
NHWD	kg	9,755
RWD	kg	4,387E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 49: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM I 52,5 R

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.5 Ergebnisse CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 50: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	506,746
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	506,107
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,390
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,224
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,54E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,736
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,166
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,275
EP-Land	mol N äquiv	3,353
POCP	kg NMVOC äquiv	0,594
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,84E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1170,200
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,557
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 704,872 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 651,245 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 53,377 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 51: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,49E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,448
ETP-fw	CTUe	3227,082
HTP-c	CTUh	3,09E-08
HTP-nc	CTUh	1,81E-06
SQP	Punkte	330,455
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 52: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	542,935
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	542,935
PENRE	MJ H _u	1170,955
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1170,955
SM	kg	325,960
RSF	MJ H _u	646,394
NRSF	MJ H _u	1770,814
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 53: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,822E-04
NHWD	kg	10,876
RWD	kg	4,484E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 54: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.6 Ergebnisse CEM II/A-S 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 55: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	518,806
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	518,159
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,390
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,230
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,50E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,748
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,171
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,279
EP-Land	mol N äquiv	3,420
POCP	kg NMVOC äquiv	0,604
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,80E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1184,126
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,503
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 722,901 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 667,670 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 54,974 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 56: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,54E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,457
ETP-fw	CTUe	3316,242
HTP-c	CTUh	3,09E-08
HTP-nc	CTUh	1,81E-06
SQP	Punkte	328,114
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 57: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	551,544
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	551,544
PENRE	MJ H _u	1184,904
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1184,904
SM	kg	298,373
RSF	MJ H _u	665,868
NRSF	MJ H _u	1824,164
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 58: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,692E-04
NHWD	kg	10,445
RWD	kg	4,413E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 59: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.7 Ergebnisse CEM II/A-LL 42,5 N (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 60: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	484,695
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	484,079
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,374
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,217
ODP	kg CFC-11 äquiv	4,94E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,697
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,161
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,260
EP-Land	mol N äquiv	3,192
POCP	kg NMVOC äquiv	0,563
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,71E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1107,336
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	19,642
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 676,848 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 624,842 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 51,764 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 61: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,21E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,142
ETP-fw	CTUe	3410,490
HTP-c	CTUh	2,86E-08
HTP-nc	CTUh	1,63E-06
SQP	Punkte	303,150
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 62: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	531,790
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	531,790
PENRE	MJ H _u	1108,067
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1108,067
SM	kg	199,917
RSF	MJ H _u	626,907
NRSF	MJ H _u	1717,431
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 63: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	7,832E-04
NHWD	kg	9,116
RWD	kg	3,973E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 64: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.8 Ergebnisse CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 65: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	448,132
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	447,535
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,376
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,198
ODP	kg CFC-11 äquiv	5,18E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,661
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,146
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,247
EP-Land	mol N äquiv	2,998
POCP	kg NMVOC äquiv	0,535
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,75E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	1066,824
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	20,129
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	
Für alle GWP-Indikatoren in A1 – A3 werden die Nettowerte deklariert. Der Abfallstatus der (abfallbasierten) Brennstoffe wurde nachgewiesen. Die Bruttoemissionen (d.h., einschließlich CO ₂ aus der Verbrennung von Abfällen) betragen 621,613 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-total), 574,620 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-fossil), 46,772 kg CO ₂ äquiv / t (GWP-biogen).		

Tabelle 66: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	4,11E-06
IRP	kBq U235 äquiv	4,136
ETP-fw	CTUe	3054,277
HTP-c	CTUh	2,85E-08
HTP-nc	CTUh	1,66E-06
SQP	Punkte	311,117
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 67: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	505,148
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	505,148
PENRE	MJ H _u	1067,484
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	1067,484
SM	kg	328,100
RSF	MJ H _u	565,989
NRSF	MJ H _u	1550,544
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 68: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,373E-04
NHWD	kg	10,698
RWD	kg	4,256E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 69: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

5.9 Ergebnisse AHWZ LEUMIX (Ergänzung Dezember 2024)

Tabelle 70: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne AHWZ LEUMIX

Kernindikatoren für die Umweltwirkungen		
Parameter	Einheit	A1-A3
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	72,825
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	72,506
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,298
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,014
ODP	kg CFC-11 äquiv	4,71E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	0,219
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	0,006
EP-Salzwasser	kg N äquiv	0,082
EP-Land	mol N äquiv	0,817
POCP	kg NMVOC äquiv	0,183
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	1,23E-04
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	500,762
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	18,424
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; luluc = Landnutzung und Landnutzungsänderung; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADP = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen; WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)	

Tabelle 71: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne AHWZ LEUMIX

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren		
Parameter	Einheit	A1-A3
PM	Auftreten von Krankheiten	2,22E-06
IRP	kBq U235 äquiv	2,427
ETP-fw	CTUe	916,427
HTP-c	CTUh	1,77E-08
HTP-nc	CTUh	1,12E-06
SQP	Punkte	266,291
Legende	PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme - Süßwasser; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - kanzerogene Wirkung; HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen - nicht kanzerogene Wirkung; SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex	

Tabelle 72: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne AHWZ LEUMIX

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Parameter	Einheit	A1-A3
PERE	MJ H _u	243,835
PERM	MJ H _u	0,000
PERT	MJ H _u	243,835
PENRE	MJ H _u	500,769
PENRM	MJ H _u	0,000
PENRT	MJ H _u	500,769
SM	kg	816,711
RSF	MJ H _u	0,000
NRSF	MJ H _u	0,000
FW	m ³	*ND
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	
*ND: Indicator Not Declared: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu		

Tabelle 73: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne AHWZ LEUMIX

Abfallkategorien und Outputflüsse		
Parameter	Einheit	A1-A3
HWD	kg	8,681E-04
NHWD	kg	16,402
RWD	kg	4,428E-03
CRU	kg	0,000
MFR	kg	0,000
MER	kg	0,000
EEE	MJ	0,000
EET	MJ	0,000
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	

Tabelle 74: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne AHWZ LEUMIX

Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor		
Parameter	Einheit	A1-A3
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung	

Tabelle 75 zeigt die Einschränkungshinweise hinsichtlich der Deklaration maßgebender Kern- und zusätzlicher Umweltwirkungsindikatoren, die in den jeweiligen Projektberichten und EPD-Dokumenten platziert werden müssen.

Tabelle 75: Klassifizierung von Einschränkungshinweisen zur Deklaration von Kern- und zusätzlichen Umweltindikatoren

ILCD-Klassifizierung	Indikator	Einschränkungshinweis
ILCD-Typ 1	Treibhauspotenzial (GWP, en: Global Warming Potential)	keine
	Potenzial des Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht, (ODP, en: Ozone Depletion Potential)	keine
	potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen (PM, en: Particulate Matter)	keine
ILCD-Typ 2	Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung (AP, en: Acidification Potential)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Süßwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Süßwasser)	keine
	Eutrophierungspotenzial, in das Salzwasser gelangende Nährstoffanteile (EP-Salzwasser)	keine
	Eutrophierungspotenzial, kumulierte Überschreitung (EP-Land)	keine
	troposphärisches Ozonbildungspotential (POCP, en: Photochemical Ozone Creation Potential)	keine
	potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 (IRP, en: Ionizing Radiation Potential)	1
ILCD-Typ 3	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für nicht fossile Ressourcen (ADP-Mineralien und Metalle)	2
	Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für fossile Ressourcen (ADP-fossil)	2
	Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer), entzugsgewichteter Wasserverbrauch (WDP, en: Water Deprivation Potential)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme (ETP-fw)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-c)	2
	potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (HTP-nc)	2
	potenzieller Bodenqualitätsindex (SQP, en: Soil Quality Index)	2
Einschränkungshinweis 1 — Diese Wirkungskategorie behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird eben-falls nicht von diesem Indikator gemessen.		
Einschränkungshinweis 2 — 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

Es gilt anzumerken, dass die Wirkungsabschätzungsergebnisse nur relative Aussagen sind, die keine Aussagen über „Endpunkte“ der Wirkungskategorien, Überschreitung von Schwellenwerten, Sicherheitsmarken oder über Risiken enthalten.

Alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffbedarf sowie Transportwege innerhalb der Systemgrenze wurden vom Hersteller zur Erstellung der Ökobilanz bereitgestellt. Die Anforderungen an die Hintergrunddaten gemäß den Vorgaben der Bau EPD GmbH (MS-HB [2]) werden erfüllt. Die Qualität der angewandten Daten ermöglicht deshalb die Erstellung von plausiblen und aussagekräftigen Ökobilanz-Ergebnissen.

Abbildung 3 zeigt die Dominanzanalyse für die Klinkerherstellung der Leube Zement GmbH im Referenzjahr 2022.

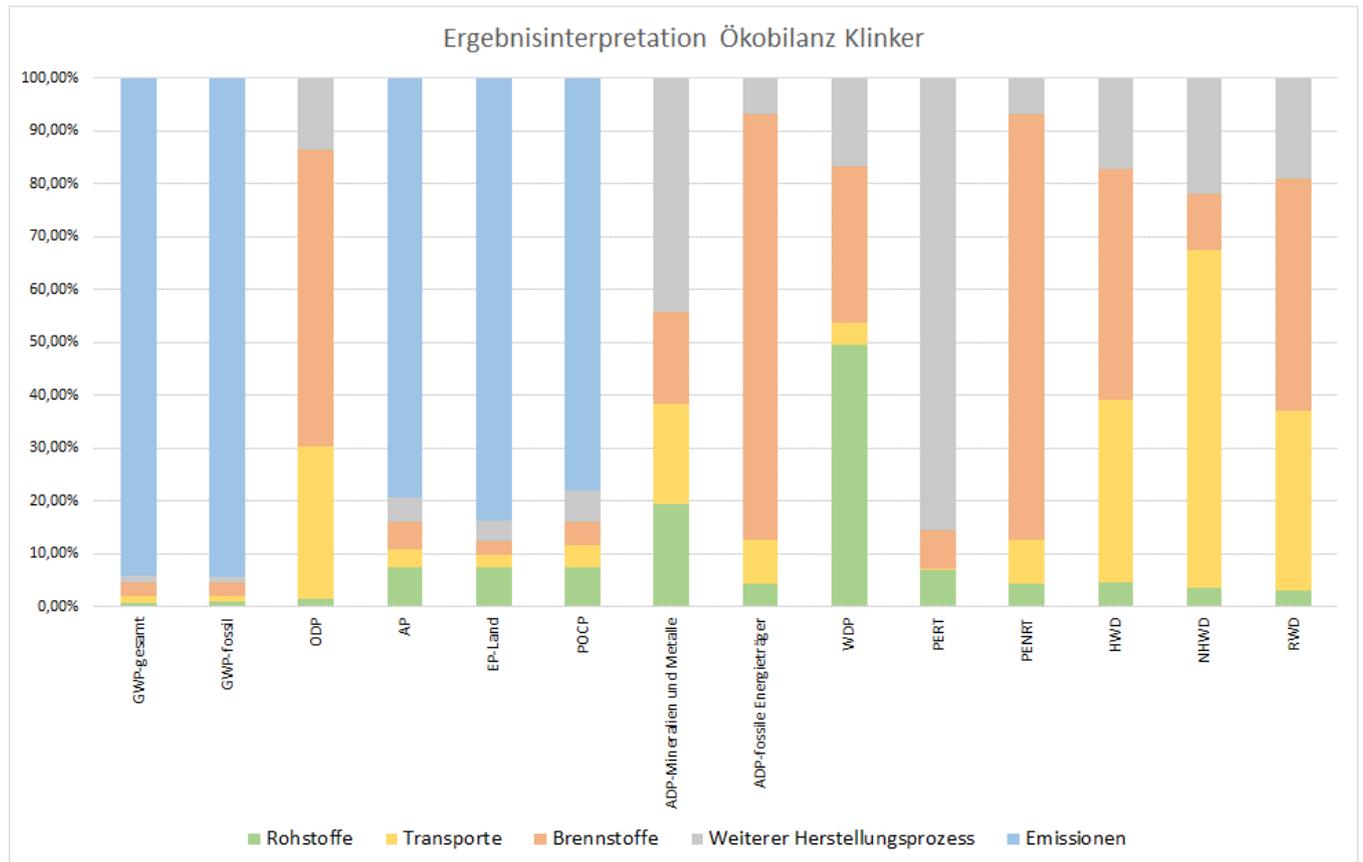


Abbildung 3: Dominanzanalyse Klinkerherstellung Leube Zement GmbH

Abbildung 4 bis Abbildung 12 zeigen die Dominanzanalysen für die Herstellung der deklarierten Produkte.

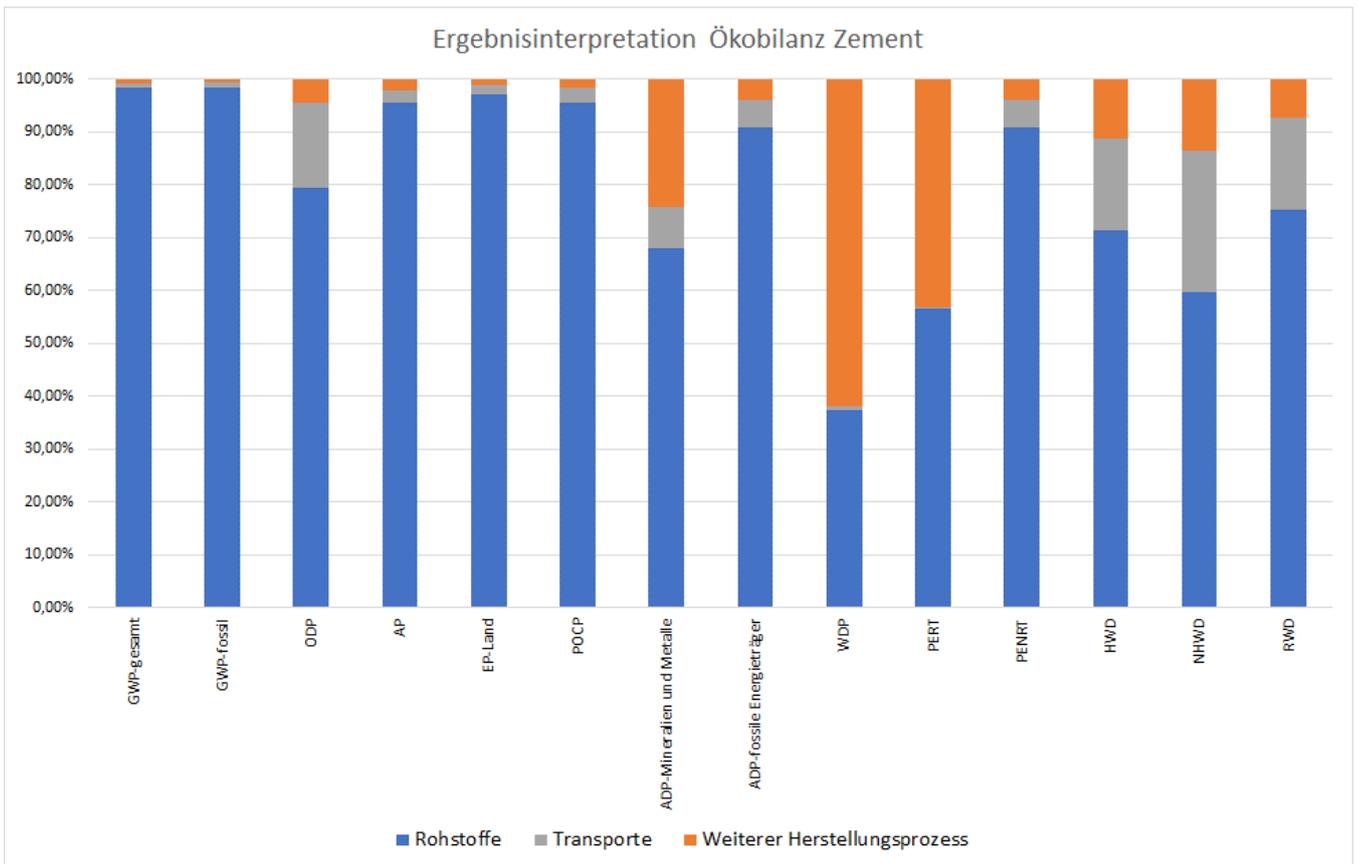


Abbildung 4: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 42,5 R WT 38

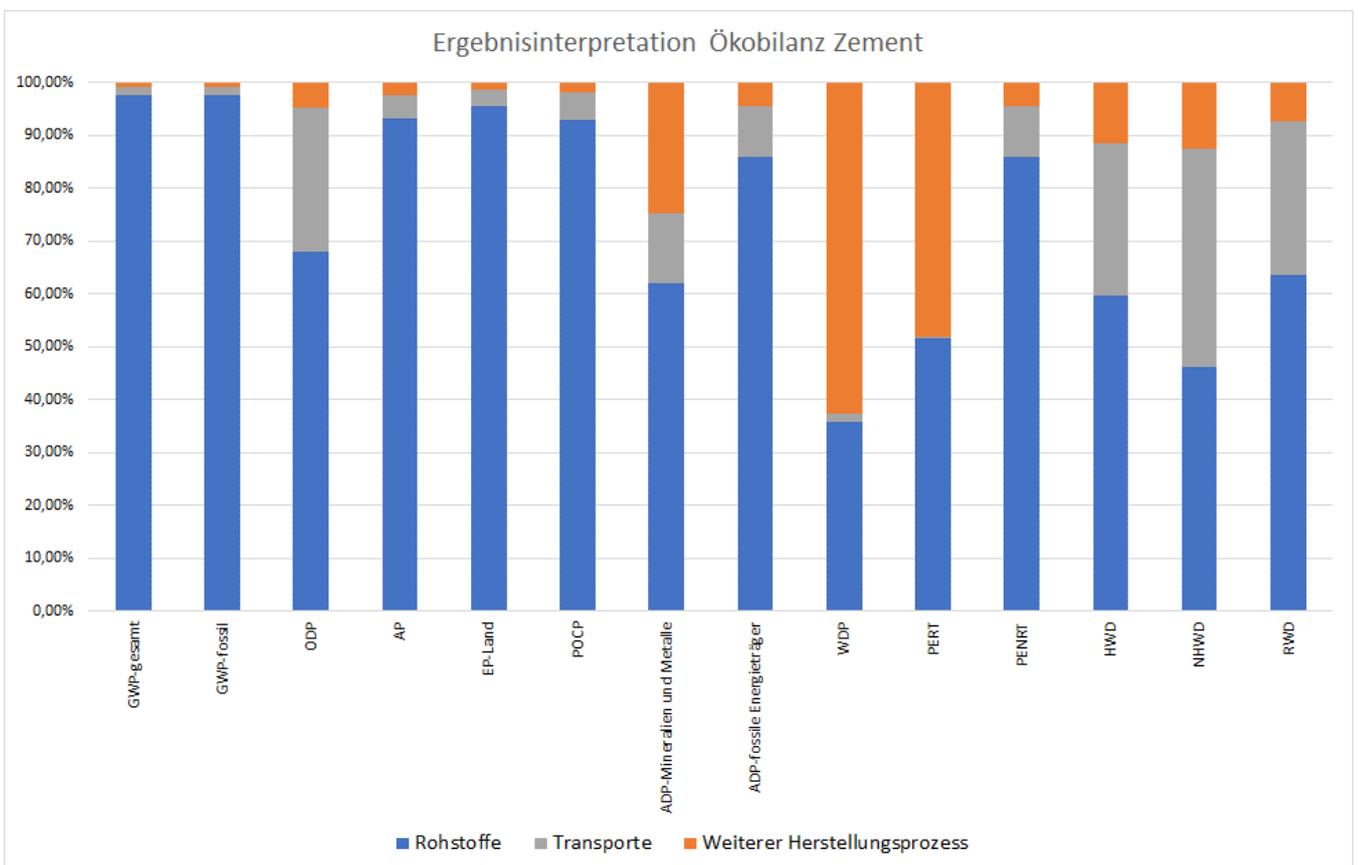


Abbildung 5: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33

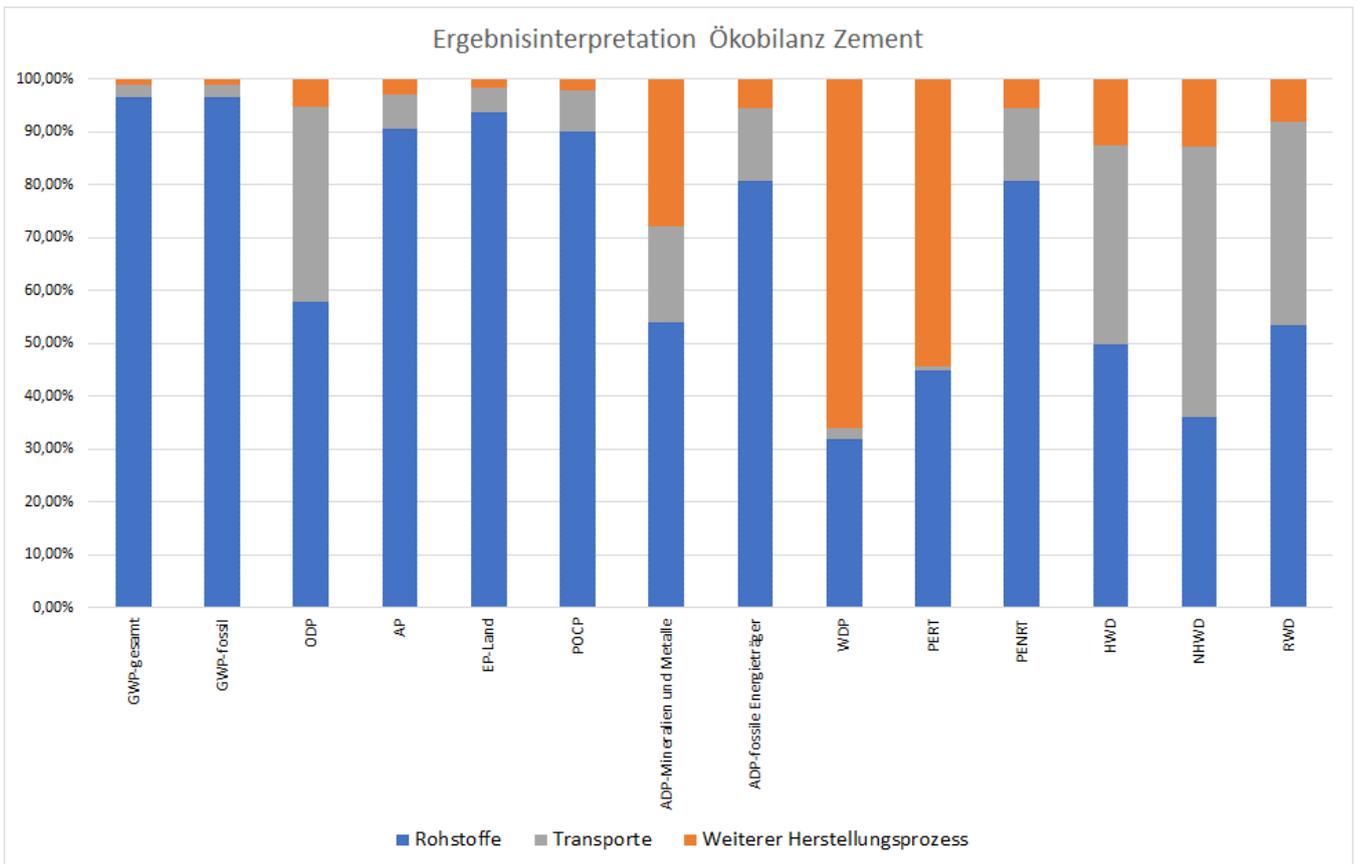


Abbildung 6: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R

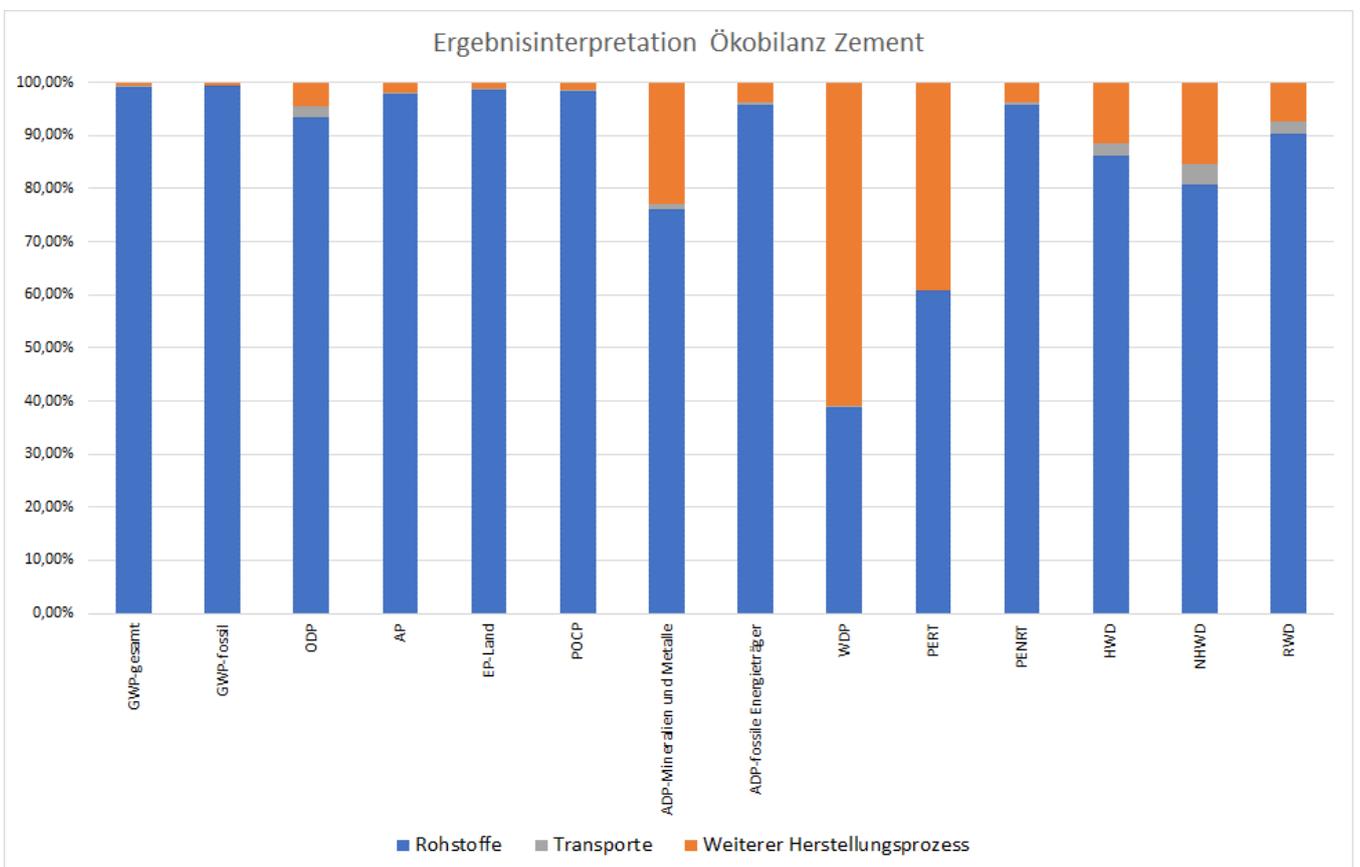


Abbildung 7: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM I 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)

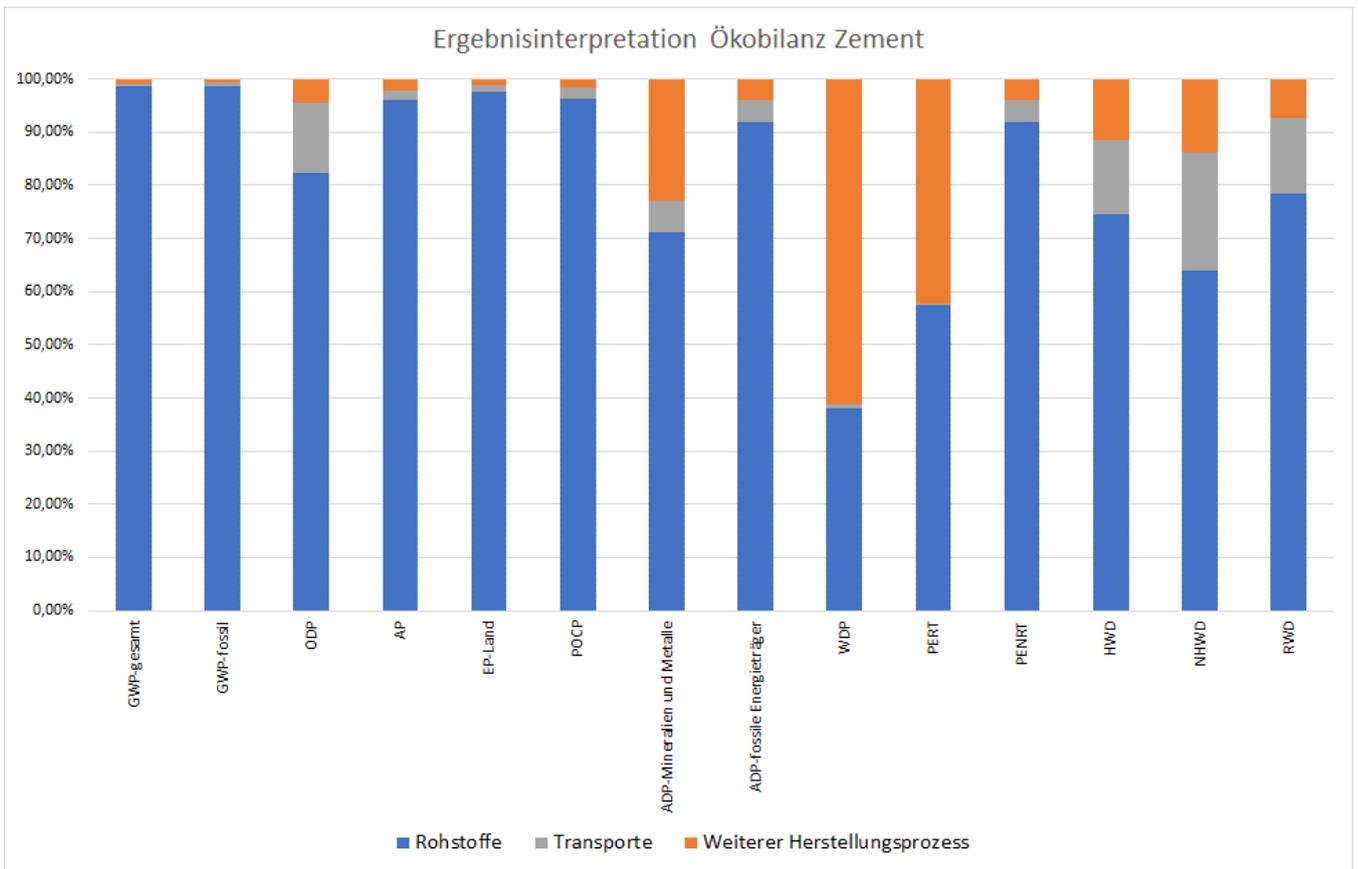


Abbildung 8: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei (Ergänzung Dezember 2024)

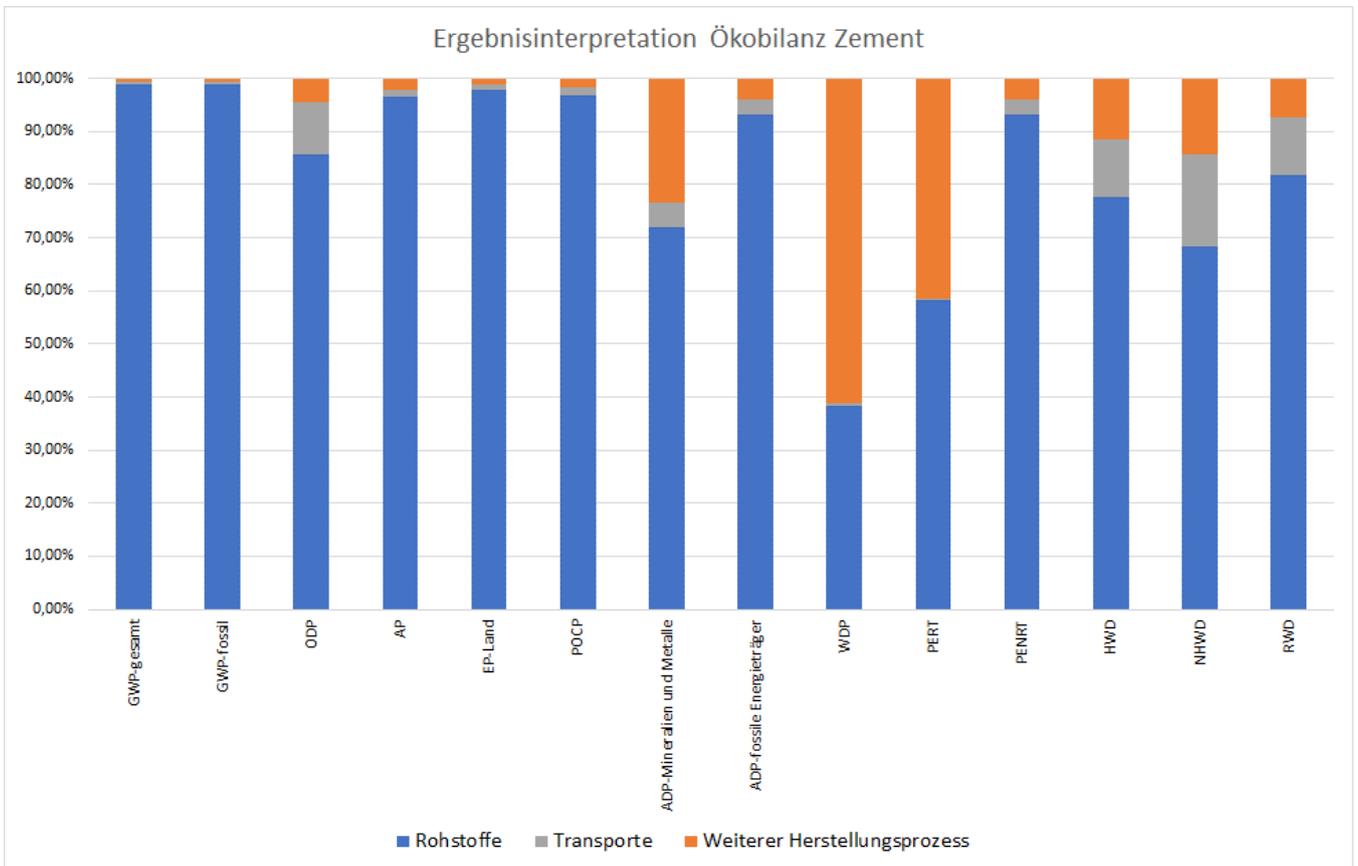


Abbildung 9: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)

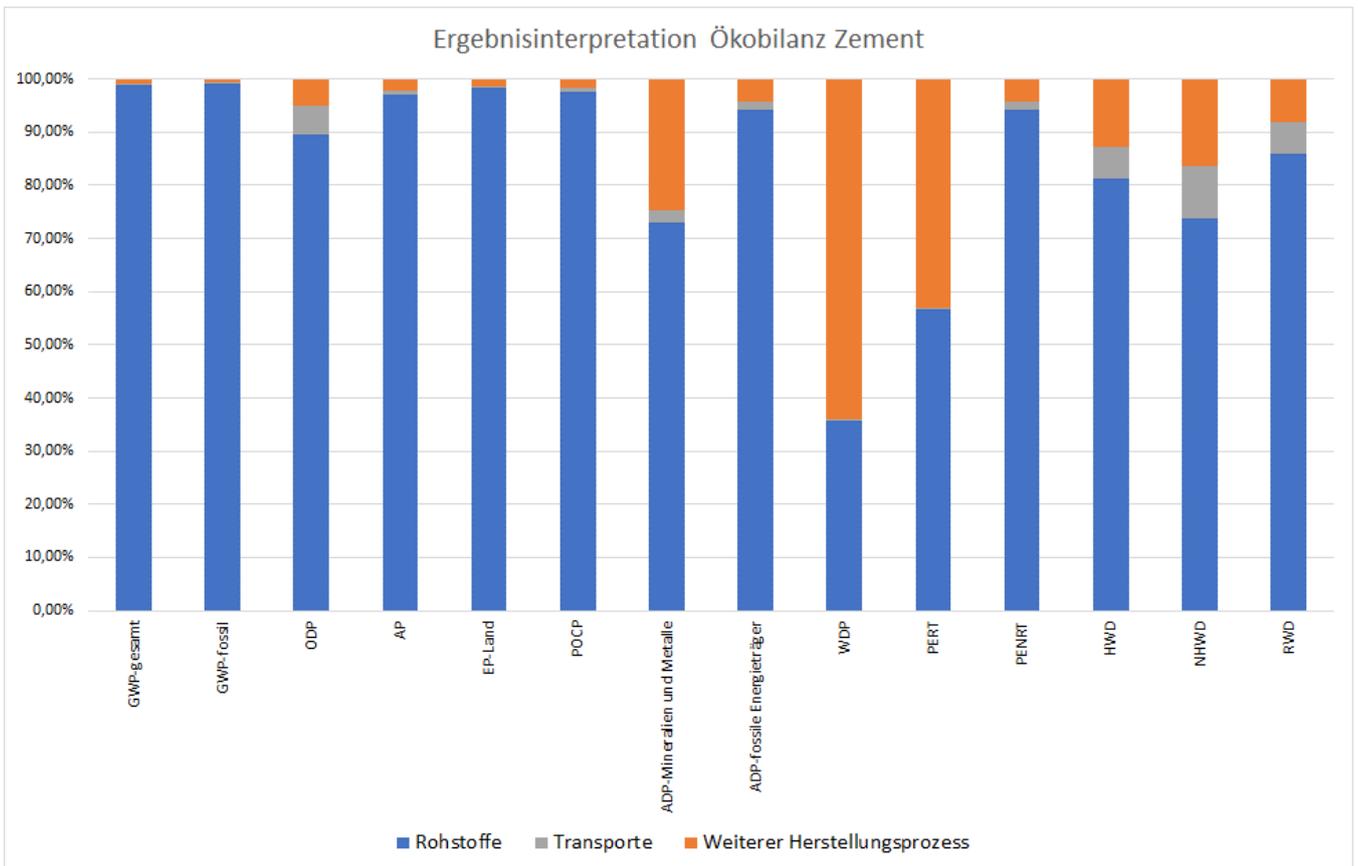


Abbildung 10: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-LL 42,5 N (Ergänzung Dezember 2024)

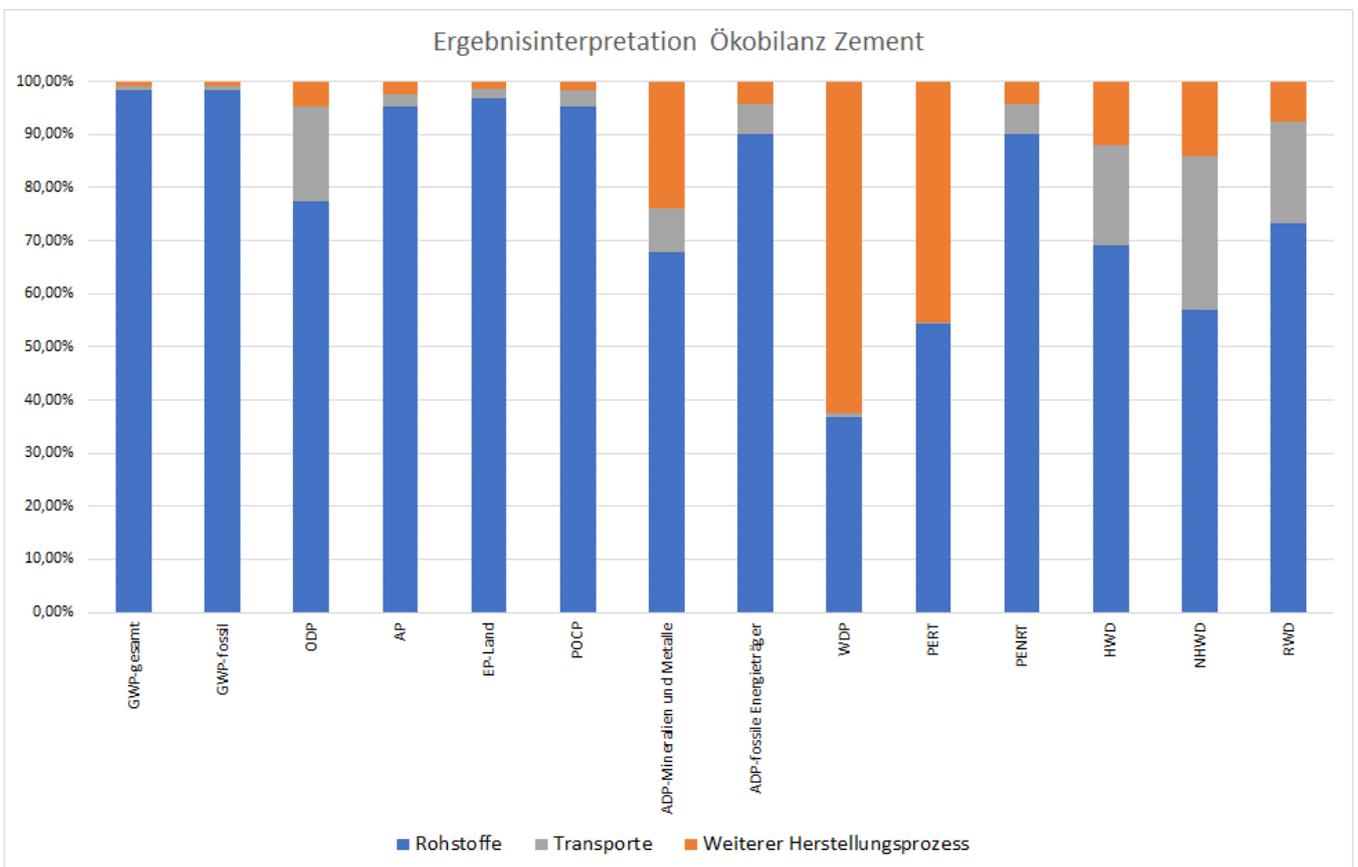


Abbildung 11: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N (Ergänzung Dezember 2024)

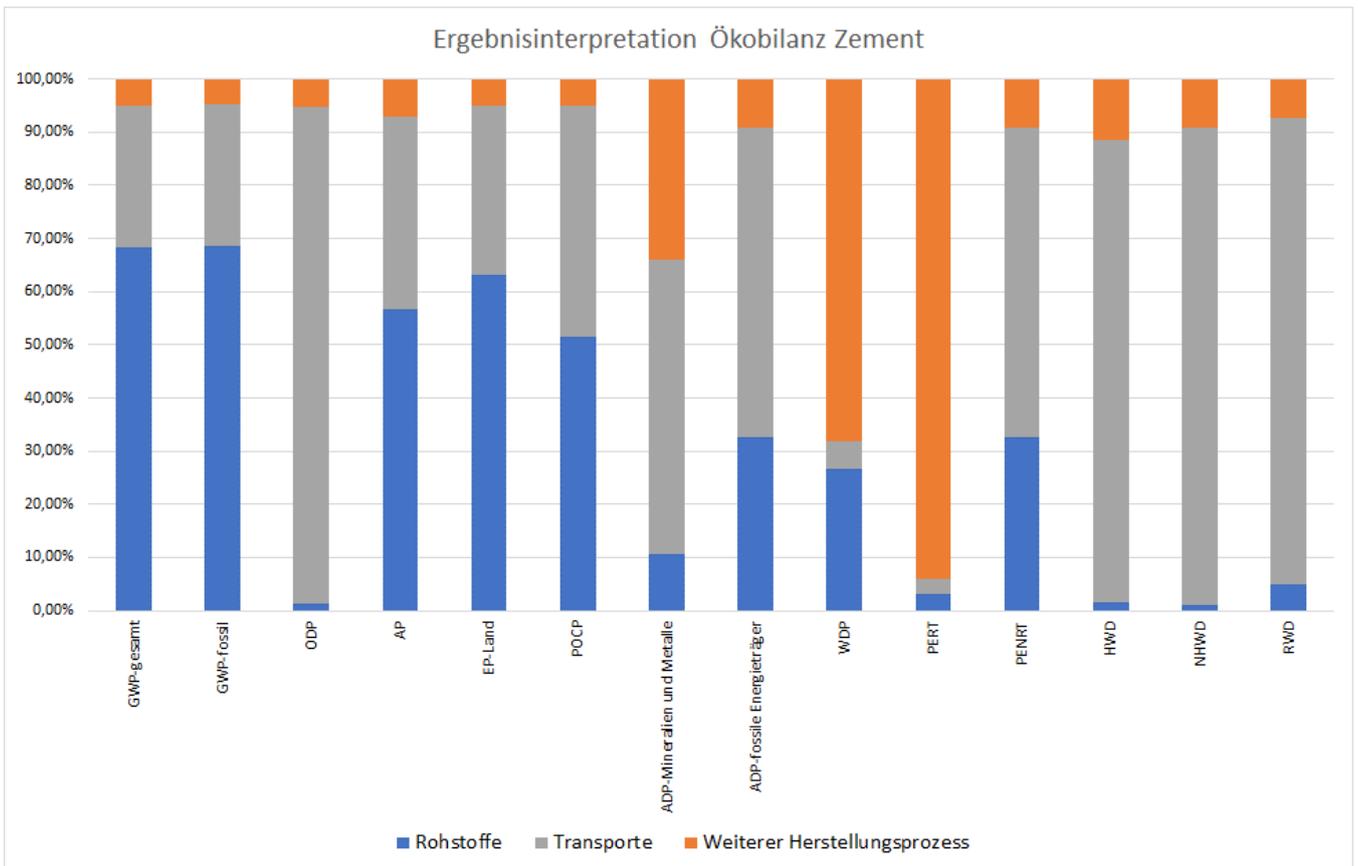


Abbildung 12: Dominanzanalyse Zementherstellung AHWZ LEUMIX (Ergänzung Dezember 2024)

Abbildung 4 bis Abbildung 11 zeigen den großen Einfluss der Rohstoffherstellung auf die Gesamtergebnisse der Herstellung der deklarierten Zemente. Für diesen großen Einfluss ist hauptsächlich der in den Zementen implementierte Klinker verantwortlich. Für vier Indikatoren (GWP, AP, EP-Land, POCP) sind hier die entsprechenden Emissionen (z.B. CO₂ für GWP) aus der Klinkerherstellung hauptverantwortlich für die Belastungen (Abbildung 3). Bei allen anderen Indikatoren haben die Herstellungsprozesse, die Herstellung der Brenn- und Rohstoffe sowie die Transporte einen entsprechenden Einfluss auf die Belastungen aus der Klinkerproduktion (Abbildung 3).

Die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen in der Klinkerproduktion von gesamt ca. 253 kg pro Tonne unterstreichen das Potential der Abfallverwertung in der Zementherstellung und den damit vermeidbaren Verbrauch an primären fossilen Energieträgern.

Abbildung 12 zeigt auch für die AHWZ für einen Großteil der Indikatoren (GWP, AP, EP-Land, POCP) einen großen Einfluss der Rohstoffherstellung, wobei dieser nicht so dominant wie bei der Zementherstellung ausfällt, weil AHWZ keinen Klinker als Rohstoff beinhaltet. Bei allen weiteren Indikatoren beeinflussen der Rohstofftransport bzw. die weiteren Herstellungsprozesse im Werk die AHWZ-Ergebnisse maßgebend.

7 Literaturhinweise

1. ASI - Austrian Standard Institute, *Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*. 2011, Austrian Standard Institute: Wien.
2. OIB – Österreichisches Institut für Bautechnik, *Leube GreenTech / Kombi Zement CEM II/C M (S LL) 32,5 N; Leube GreenTech / Kombi Zement CEM II/C M (S LL) 32,5 R; Leube GreenTech / Kombi Zement CEM II/C M (S LL) 42,5 N; Portlandkompositzement*. 2022, Österreichisches Institut für Bautechnik: Wien.
3. ASI – Austrian Standard Institute, *Aufbereitete, hydraulisch wirksame Zusatzstoffe für die Betonherstellung (AHWZ) - Teil 1: Kombinationsprodukte (GC/GC-HS)*. 2010, Austrian Standard Institute: Wien.
4. Bau EPD GmbH, *Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 27.01.2023*. 2023, Wien: Bau EPD Österreich.
5. ASI – Austrian Standard Institute, *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*. 2022, Austrian Standard Institute: Wien.
6. floGeco GmbH, *Projektbericht - Ökobilanzrechner für Zemente - verifizierte Rechnerversion: BAU-EPD-LCA-Tool-2023-001-FloGeco-Zement-20230626-Locked*. 2023, Wien: Bau EPD GmbH.
7. ASI – Austrian Standard Institute, *Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieeregeln in Ergänzung zu EN 15804*. 2022, Austrian Standard Institute: Wien.
8. ASI – Austrian Standard Institute, *Zement - Teil 5: Portlandkompositzement CEM II/C-M und Kompositzement CEM VI*. 2022, Austrian Standard Institute: Wien.
9. ASI – Austrian Standard Institute, *Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen - Teil 1: Zusätzliche Anforderungen*. 2005, Austrian Standard Institute: Wien.
10. ASI – Austrian Standard Institute, *Zement - Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Sonderzement mit sehr niedriger Hydratationswärme*. 2015, Austrian Standard Institute: Wien.
11. ASI – Austrian Standard Institute, *Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton)*. 2018, Austrian Standard Institute: Wien.
12. ASI – Austrian Standard Institute, *Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*. 2021, Austrian Standard Institute: Wien.
13. ASI – Austrian Standard Institute, *Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche - Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen*. 2003, Austrian Standard Institute: Wien.
14. ASI – Austrian Standard Institute, *Estriche - Planung, Ausführung, Produkte und deren Anforderungen - Ergänzende Anforderungen zur ÖNORM EN 13813*. 2016, Austrian Standard Institute: Wien.
15. ASI – Austrian Standard Institute, *Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 1: Putzmörtel*. 2017, Austrian Standard Institute: Wien.
16. ASI – Austrian Standard Institute, *Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 2: Mauermörtel*. 2017, Austrian Standard Institute: Wien.
17. ASI – Austrian Standard Institute, *Zement - Teil 2: Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit*. 2020, Austrian Standard Institute: Wien.
18. ASI – Austrian Standard Institute, *Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen*. 2015, Austrian Standard Institute: Wien.
19. Verein Deutscher Zementwerke e.V. (vdz.), *Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2015*. 2016, Berlin: Verein Deutscher Zementwerke e.V. (vdz.).
20. Mauschwitz, G., *Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie - Berichtsjahr 2022*. 2023, Wien: Technische Universität Wien.
21. Europäische Kommission, *Europäische Abfallartenkatalog (EAK)*. 2021, Brüssel: Europäische Kommission.

- 22. ecoinvent Association. *ecoinvent Datenbank 3.8 – Systemmodell „Cut-Off by Classification“*. 2022 10.11.2022]; Available from: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>.
- 23. Mauschitz, G., *Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie - Berichtsjahr 2017 bzw. 2011. 2018 bzw. 2013*, Wien: Technische Universität Wien.

8 Verzeichnisse und Glossar

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Zementherstellungsprozesses vom Steinbruch bis zum Versand [19]	12
Abbildung 2: Systemgrenzen der Zementproduktion nach ÖNORM EN 16908 [7]	17
Abbildung 3: Dominanzanalyse Klinkerherstellung Leube Zement GmbH	41
Abbildung 4: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 42,5 R WT 38	42
Abbildung 5: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33	42
Abbildung 6: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R	43
Abbildung 7: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM I 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024).....	43
Abbildung 8: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei (Ergänzung Dezember 2024).....	44
Abbildung 9: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-S 52,5 R (Ergänzung Dezember 2024)	44
Abbildung 10: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/A-LL 42,5 N (Ergänzung Dezember 2024)	45
Abbildung 11: Dominanzanalyse Zementherstellung CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N (Ergänzung Dezember 2024)	45
Abbildung 12: Dominanzanalyse Zementherstellung AHWZ LEUMIX (Ergänzung Dezember 2024)	46

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Produktrelevante Normen	7
Tabelle 2: Technische Daten CEM II/A-S 42,5 R WT 38.....	7
Tabelle 3: Technische Daten CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33	7
Tabelle 4: Technische Daten CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R	8
Tabelle 5: Technische Daten CEM I 52,5 R.....	8
Tabelle 6: Technische Daten CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei.....	8
Tabelle 7: Technische Daten CEM II/A-S 52,5 R.....	8
Tabelle 8: Technische Daten CEM II/A-LL 42,5 N.....	8
Tabelle 9: Technische Daten CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N	8
Tabelle 10: Technische Daten AHWZ LEUMIX	8
Tabelle 11: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 42,5 R WT 38	9
Tabelle 12: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33.....	9
Tabelle 13: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R.....	9
Tabelle 14: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM I 52,5 R	10
Tabelle 15: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei	10
Tabelle 16: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-S 52,5 R	10
Tabelle 17: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/A-LL 42,5 N	10
Tabelle 18: Grundstoffe / Hilfsstoffe CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N.....	11
Tabelle 19: Grundstoffe / Hilfsstoffe AHWZ LEUMIX.....	11
Tabelle 20: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 42,5 R WT 38	14
Tabelle 21: Deklarierte Einheit CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33.....	14
Tabelle 22: Deklarierte Einheit CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R.....	14
Tabelle 23: Deklarierte Einheit CEM I 52,5 R	14
Tabelle 24: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei	14
Tabelle 25: Deklarierte Einheit CEM II/A-S 52,5 R	14
Tabelle 26: Deklarierte Einheit CEM II/A-LL 42,5 N	14
Tabelle 27: Deklarierte Einheit CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N.....	15
Tabelle 28: Deklarierte Einheit AHWZ LEUMIX.....	15
Tabelle 29: Deklarierte Lebenszyklusphasen	15
Tabelle 30: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38.....	22
Tabelle 31: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38.....	22
Tabelle 32: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38	23
Tabelle 33: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38	23

Tabelle 34: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 38 23

Tabelle 35: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 24

Tabelle 36: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 24

Tabelle 37: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 25

Tabelle 38: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33 25

Tabelle 39: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N WT 33..... 25

Tabelle 40: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R 26

Tabelle 41: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R 26

Tabelle 42: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R 27

Tabelle 43: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R 27

Tabelle 44: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/C-M (S-LL) 42,5N und 32,5R..... 27

Tabelle 45: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM I 52,5 R..... 28

Tabelle 46: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM I 52,5 R..... 28

Tabelle 47: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM I 52,5 R 29

Tabelle 48: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM I 52,5 R 29

Tabelle 49: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM I 52,5 R 29

Tabelle 50: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei..... 30

Tabelle 51: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei..... 30

Tabelle 52: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei..... 31

Tabelle 53: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei 31

Tabelle 54: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 42,5 R WT 27 C3A-frei 31

Tabelle 55: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R 32

Tabelle 56: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R..... 32

Tabelle 57: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R..... 33

Tabelle 58: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R..... 33

Tabelle 59: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-S 52,5 R 33

Tabelle 60: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N 34

Tabelle 61: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N 34

Tabelle 62: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N 35

Tabelle 63: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N..... 35

Tabelle 64: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/A-LL 42,5 N 35

Tabelle 65: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N..... 36

Tabelle 66: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N 36

Tabelle 67: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N 37

Tabelle 68: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N 37

Tabelle 69: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N..... 37

Tabelle 70: Ergebnisse Kernindikatoren für die Umweltwirkungen pro Tonne AHWZ LEUMIX 38

Tabelle 71: Ergebnisse zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren pro Tonne AHWZ LEUMIX 38

Tabelle 72: Ergebnisse Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes pro Tonne AHWZ LEUMIX 39

Tabelle 73: Ergebnisse Abfallkategorien und Outputflüsse pro Tonne AHWZ LEUMIX 39

Tabelle 74: Ergebnisse biogener Kohlenstoffgehalt am Werkstor pro Tonne AHWZ LEUMIX..... 39

Tabelle 75: Klassifizierung von Einschränkungshinweisen zur Deklaration von Kern- und zusätzlichen Umweltindikatoren 40

8.3 Abkürzungen

8.3.1 Abkürzungen gemäß ÖNORM EN 15804

- EPD Umweltproduktdeklaration (en: environmental product declaration)
- PKR Produktkategorieregeln, (en: product category rules)
- LCA Ökobilanz, (en: life cycle assessment)
- LCI Sachbilanz, (en: life cycle inventory analysis)
- LCIA Wirkungsabschätzung, (en: life cycle impact assessment)
- RSL Referenz-Nutzungsdauer, (en: reference service life)
- ESL Voraussichtliche Nutzungsdauer, (en: estimated service life)
- EPBD Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden, (en: Energy Performance of Buildings Directive)
- GWP Treibhauspotenzial (en: global warming potential)
- ODP Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (en: depletion potential of the stratospheric ozone layer)
- AP Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (en: acidification potential of soil and water)

- EP Eutrophierungspotenzial (en: eutrophication potential)
POCP Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (en: formation potential of tropospheric ozone)
ADP Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen (en: abiotic depletion potential)"

8.3.2 Abkürzungen gemäß vorliegender PKR

- CE-Kennz. franz. Communauté Européenne = „Europäische Gemeinschaft“ oder Conformité Européenne, soviel wie „Übereinstimmung mit EU-Richtlinien“
REACH Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (de: Verordnung über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe

**Eigentümer und Herausgeber**

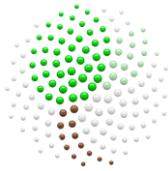
Bau EPD GmbH
 Seidengasse 13/3
 1070 Wien
 Österreich

Tel +43 664 2427429
 Mail office@bau-epd.at
 Web www.bau-epd.at

**Programmbetreiber**

Bau EPD GmbH
 Seidengasse 13/3
 1070 Wien
 Österreich

Tel +43 664 2427429
 Mail office@bau-epd.at
 Web www.bau-epd.at

**Ersteller der Ökobilanz**

floGeco GmbH
 Hinteranger 61d
 A-6161 Natters
 Österreich

Tel +43 664 13 51 523
 Fax
 Mail office@flogeco.com
 Web www.flogeco.com

**Inhaber der Deklaration**

Leube Zement GmbH,
 Gartenauerplatz 9,
 A-5083 St. Leonhard,
 Österreich

Tel +43 50 8108 0
 Fax
 Mail zement@leube.eu
 Web www.leube.eu/zement