

Programm für Umwelt-Produktdeklarationen (EPD)

des Schweizerischen Überwachungsverbands für Gesteinsbaustoffe

www.sugb.ch



UMWELT-PRODUKTDEKLARATION nach ISO 14025 und EN 15804



HERAUSGEBER

SÜGB, Schwanengasse 12, CH-3011 Bern

PROGRAMMBETREIBER

SÜGB, Schwanengasse 12, CH-3011 Bern

DEKLARATIONSINHABER

Element AG Tafers

DEKLARATIONSNUMMER

Tafers-Werk-Sorte 450-2023-1-ECOINVENT

AUSSTELLUNGSDATUM

22.02.2024

GÜLTIG BIS

21.02.2029

Durchschnitts-EPD für Beton Werk-Sorte 450

nach SN EN 206:2013+A2:2021



Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Angaben.....	3
1 Produkt.....	4
1.1 Allgemeine Produktbeschreibung	4
1.2 Anwendung.....	4
1.3 Technische Daten	4
1.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften	4
1.5 Lieferzustand	5
1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe.....	5
1.7 Herstellung	5
1.8 Produktverarbeitung / Installation.....	5
1.9 Verpackung.....	6
1.10 Nutzungszustand	6
1.11 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung.....	6
1.12 Referenznutzungsdauer (RSL)	6
1.13 Nachnutzungsphase	6
1.14 Entsorgung	6
1.15 Weitere Informationen	6
2 LCA: Rechenregeln	7
2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit	7
2.2 Systemgrenze	7
2.3 Abschätzungen und Annahmen.....	10
2.4 Abschneideregeln	10
2.5 Hintergrunddaten	11
2.6 Datenqualität	11
2.7 Betrachtungszeitraum	11
2.8 Allokation	11
2.9 Vergleichbarkeit	11
3 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen	12
3.1 A1-A3 Herstellungsphase.....	12
3.2 A4-A5 Errichtungsphase	12
3.3 B1-B7 Nutzungsphase	12
3.4 C1-C4 Entsorgungsphase.....	12
3.5 Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial	13
3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus	14
4 LCA: Ergebnisse.....	15
5 LCA: Interpretation.....	17
6 Literaturhinweise.....	19

Allgemeine Angaben

Programmhalter

SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für
Gesteinsbaustoffe
Schwanengasse 12
CH-3011 Bern
Schweiz

Inhaber der Deklaration/ Auftraggeber

Element AG
Mariahilfstrasse 25
1712 Tifers
Schweiz

Deklarationsnummer

Tifers-Werk-Sorte 450-2023-1-ECOINVENT

Deklarierte Produkte/deklarierte Einheit

Beton Werk-Sorte 450 nach SN EN 206+A2 [1]

Deklarationsart lt. SN EN 15804

von der Wiege bis zum Werktor mit den Modulen
C1-C4 und Modul D" (A1-A3 + C + D)

Deklarierte Einheit

1 m³ des genannten Betons

Die vorliegende EPD basiert auf den Produktkategorieregeln (PKR):

PCR Anleitungstexte für Gesteinsbaustoffe, PCR-
Code 2.17.4-2, Stand 08.02.2023 [2]
Die PCR wurden durch das PKR-Gremium des EPD-
Programms des SÜGB geprüft bzw. zugelassen und
erfüllen die Vorgaben der SN EN ISO 14025 [3] und
SN EN 15804+A2 [4].

Gültigkeitsbereich:

Die hier publizierten Daten sind repräsentativ für
die Herstellungs- (A1-A3) und Entsorgungsphase
(C1-C4) zuzüglich des Recyclingpotentials (D)
von Durchschnitts-Produkten der genannten
Betonsorte.

Detaillierte Angaben zur Repräsentativität der
EPD werden in Kap. 6 deklariert.

Dieses EPD-Dokument beruht auf den Angaben
des verifizierten Hintergrundberichts [5].

Ausstellungsdatum

22.02.2024

Haftung

Der Inhaber der Deklaration haftet für die
zugrundeliegenden Angaben und Nachweise.
Eine Haftung des SÜGB für
Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und
Nachweise ist ausgeschlossen.

Gültig bis

21.02.2029

Verifizierung

Die CEN Norm EN 15804 dient als Kern-PCR
Verifizierung der EPD durch eine/n
unabhängige/n Dritte/n gemäß ISO 14025

intern

extern

Ersteller der Ökobilanz

FSKB
Schwanengasse 12
3011 Bern

Florian Gschösser
Unabhängiger Prüfer vom PKR-Gremium bestellt



Peter Kuhnenn
Leiter Programmbetreiber SÜGB



1 Produkt

1.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Beton wird hergestellt durch Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Frischbeton wird prinzipiell auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk in Schalungen eingebracht, verdichtet und erhärtet in der gewünschten Form durch Hydratation des Zements zu einem festen künstlichen Gestein.

Das deklarierte Produkt ist unbewehrter Beton der Werk-Sorte 450 nach SN EN 206+A2, der im Fertigteilwerk verwendet wird. Diese Sorte entspricht bezüglich der Expositionsklassen einem Beton der Sorte F nach SN EN 206+A2 jedoch mit einer höheren Festigkeitsklasse, die sich ergibt um die frühen Ausschalfestigkeiten im Fertigteilwerk zu erreichen.

1.2 Anwendung

Werk-Sorte 450 wird im Fertigteilwerk für nicht tragende Elemente von Hochbauanwendungen eingesetzt, die RC-Granulate enthalten können.

1.3 Technische Daten

Die in Tabelle 1 angeführten (bau)technischen Daten orientiert sich an den europäischen Produktnormen für Beton und den dazugehörigen Nationalen Anhängen (siehe 2.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften). Die gemachten Angaben sind orientierend und nicht für die Bemessungen von Bauteilen geeignet. Es wurden nur Angaben zu jenen technischen Eigenschaften gemacht, die allgemein gültig für die Werk-Sorte 450 gemacht werden können.

Tabelle 1 Technische Daten für Werk-Sorte 450-Betone

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte		kg/m ³
Druckfestigkeit	C40/50	N/mm ²
Angaben nach MB SIA 2030	RC-C 25 ; E 30	-
Expositionsklasse	XC4 (CH), XF1 (CH)	-
Nennwert Grösstkorn D _{max}	22	mm
Klasse des Chloridgehalts	0.20	%
Konsistenzklasse C	F5	-

1.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften

Die für Betone geltenden Produktnormen in der Schweiz sind in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2 Normen Beton und Betonelemente in der Schweiz

Norm	Titel
SN EN 206	Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
Merkblatt SIA 2030	Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung
Merkblatt SIA 2042	Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten

1.5 Lieferzustand

Betone der Werk-Sorte 450 verlassen als Frischbeton in zweckmässigen Transporteinheiten die Mischanlage, werden zur Verarbeitungsstelle in der Fertigteilproduktion transportiert und in die vorbereiteten Schalungen für das Fertigteil eingebaut.

1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Die analysierten Produkte enthalten keine „besonders besorgniserregenden Stoffe der Kandidatenliste für die Zulassung nach REACH, Stand [05.12.2023]“ [6].

Tabelle 3: Grundstoffe in Masse-%

Bestandteile:	Massen %
Rundsand 0/4	29
Rundkies 4/x	27
Gesteinskörnung rezykliert 0/x	20
Bindemittel CEM II/B	17
Wasser ¹⁾	8
Zusatzmittel Fließmittel	<1

¹⁾ Trinkwasser, Grund- und Quellwasser bzw. Eigenfeuchte der Gesteinskörnungen

Im Herstellungsprozess können Trennmittel an Misch- und Transporteinrichtung eingesetzt werden.

1.7 Herstellung

Beton wird durch das Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzmitteln, Zusatzstoffen oder Fasern, hergestellt und erhält seine Eigenschaften durch Hydratation des Zements. Der Mischprozess erfolgt in einem Zwangsmischer, wobei bei den für die Durchschnittsbildung betrachteten Werken entweder ein Tellermischer oder ein Doppelwellenmischer zum Einsatz kommt.

Transportbeton wird in frischem Zustand zur Baustelle angeliefert. Baustellenbeton wird auf der Baustelle meist vom Verwender des Betons selbst für seine eigene Verwendung hergestellt. Im betrachteten Fall wird der Beton im frischen Zustand zum Einbau in das Fertigteil im Werk transportiert.

Abbildung 1 (Kapitel 2.2) zeigt das Schema der Herstellungsprozesse (A1-A3) für Transport-, Baustellen- und Fertigteilbeton.

1.8 Produktverarbeitung / Installation

Beton wird nach dem Mischen im Herstellwerk ohne eine Zwischenlagerung an den Verwendungsort transportiert und in die vorbereitete Schalung eingebracht (mittels Krankübel, Betonpumpe, Kübelbahn) und verdichtet.

Die Einbauprozesse von Bewehrungsstahl und anderen Produkten komplettieren in der Regel das Erreichen der funktionalen Einheit (nur mit diesen Bestandteilen erfüllt das deklarierte Endprodukt seine Funktion).

Nach einer ersten Phase der Erhärtung wird die Schalung entfernt und es beginnt die Phase der Nachbehandlung.

Der Einbauprozess ist in der Regel – abgesehen vom Geräusch der Vibratoren – mit keinen signifikanten Einflüssen auf die Umwelt verbunden.

Beim Einbauprozess sind die einschlägigen Vorschriften der SUVA zum Umgang mit Beton und zementhaltigen Baustoffen zu berücksichtigen.

1.9 Verpackung

In der Regel wird Beton im einbaufertigen Zustand lose (ohne Verpackungsmaterial) an den Verwendungsort ausgeliefert.

1.10 Nutzungszustand

Bei Betonen treten bei ordnungsgemässer Planung, sach- und fachgerechtem Einbau und störungsfreier Nutzung in der Regel keine Änderungen der stofflichen Zusammensetzung über den Zeitraum der Nutzung auf.

1.11 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Die Umweltverträglichkeit von Beton wird dadurch sichergestellt, dass nur genormte Ausgangsstoffe verwendet werden, die als unbedenklich angesehen werden.

1.12 Referenznutzungsdauer (RSL)

In der EPD wird die Nutzungsphase nicht deklariert (Betrachtung «von der Wiege bis zum Werktor» – A1-A3, C1-C4, D) bzw. wird aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten des analysierten Betons keine Angaben zur RSL gemacht. Die Vorgaben der SN EN 206+A2 [1] gelten für eine Nutzungsdauer von 50 bzw. 100 Jahren.

1.13 Nachnutzungsphase

Typische Betonstrukturen werden meist mit Zerstörungsbaggern und Brechern zerkleinert. Für Betonfertigteile besteht in einzelnen Fällen auch die Option das Element zerstörungsfrei rückzubauen und einer gesamthaften Wiederverwendung zuzuführen (Szenario wird in dieser EPD nicht betrachtet).

Nach Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften können aufbereitete Betone in folgenden Formen wiedereingesetzt werden:

- zerkleinerter Beton (Betongranulat) ersetzt Primärmaterial ohne weitere Abfallbehandlung, z.B. im Strassenbau
- zerkleinerter Beton (Betongranulat) ersetzt natürliche Gesteinskörnung in Frischbeton

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD eine 98%ige Recyclingquote angesetzt.

1.14 Entsorgung

Nach dem Abbruch wird der grobe Betonschutt (inkl. aller zusätzlichen Bestandteile der Struktur) gemäss VVEA als Abfall betrachtet.

Erreicht der Betonschutt das Ende der Abfalleigenschaften nicht, dann wird er auf einer Deponie für inerte Stoffe entsorgt.

Der VeVA-Code (Verordnung über den Verkehr mit Abfällen [7]) bzw. die EAK-Abfallschlüsselnummer [8] für Beton ist 170101.

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 2 % angesetzt.

1.15 Weitere Informationen

Weitere – laufend aktualisierte – Informationen finden sich auf www.element.ch.

2 LCA: Rechenregeln

2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m³ Werk-Sorte 450.

Tabelle 4: Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m ³
Dichte (Mittelwert)		kg/m ³

2.2 Systemgrenze

Auf Grund der Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für den betrachteten Beton in verschiedenen Betonfertigteilen erfolgt in dieser EPD eine Betrachtung "von der Wiege bis zum Werkstor" (Herstellungsphase – A1- A3, **Fehler! V erweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)) zuzüglich der Module C1-C4 und des Moduls D (Abbildung 2). Die Phasen A4/A5 bzw. B sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 bzw. Tabelle 9 nur informativ dargestellt.

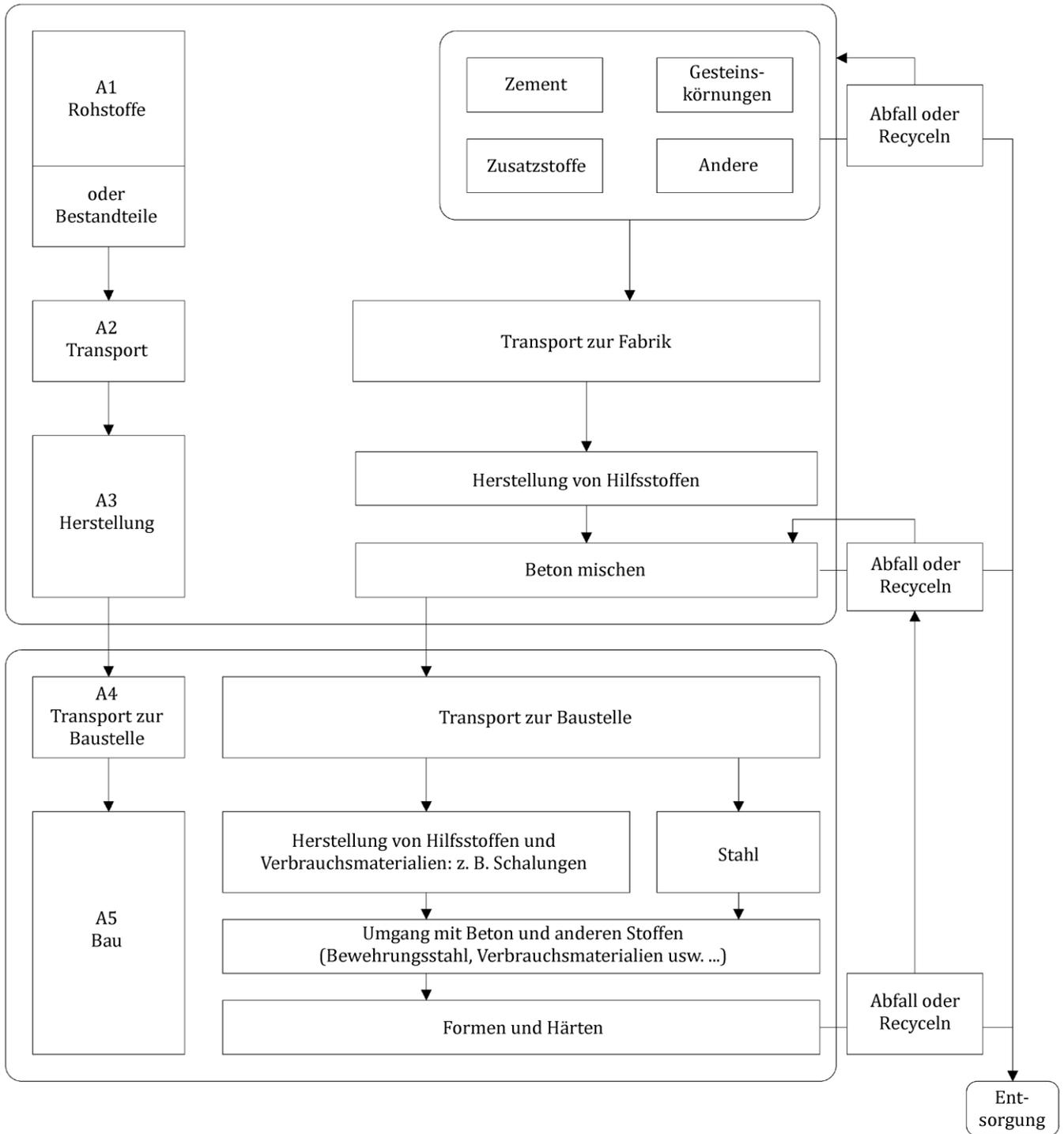


Abbildung 1: Systemgrenzen A1 - A5 für Transport und Baustellenbeton [9]

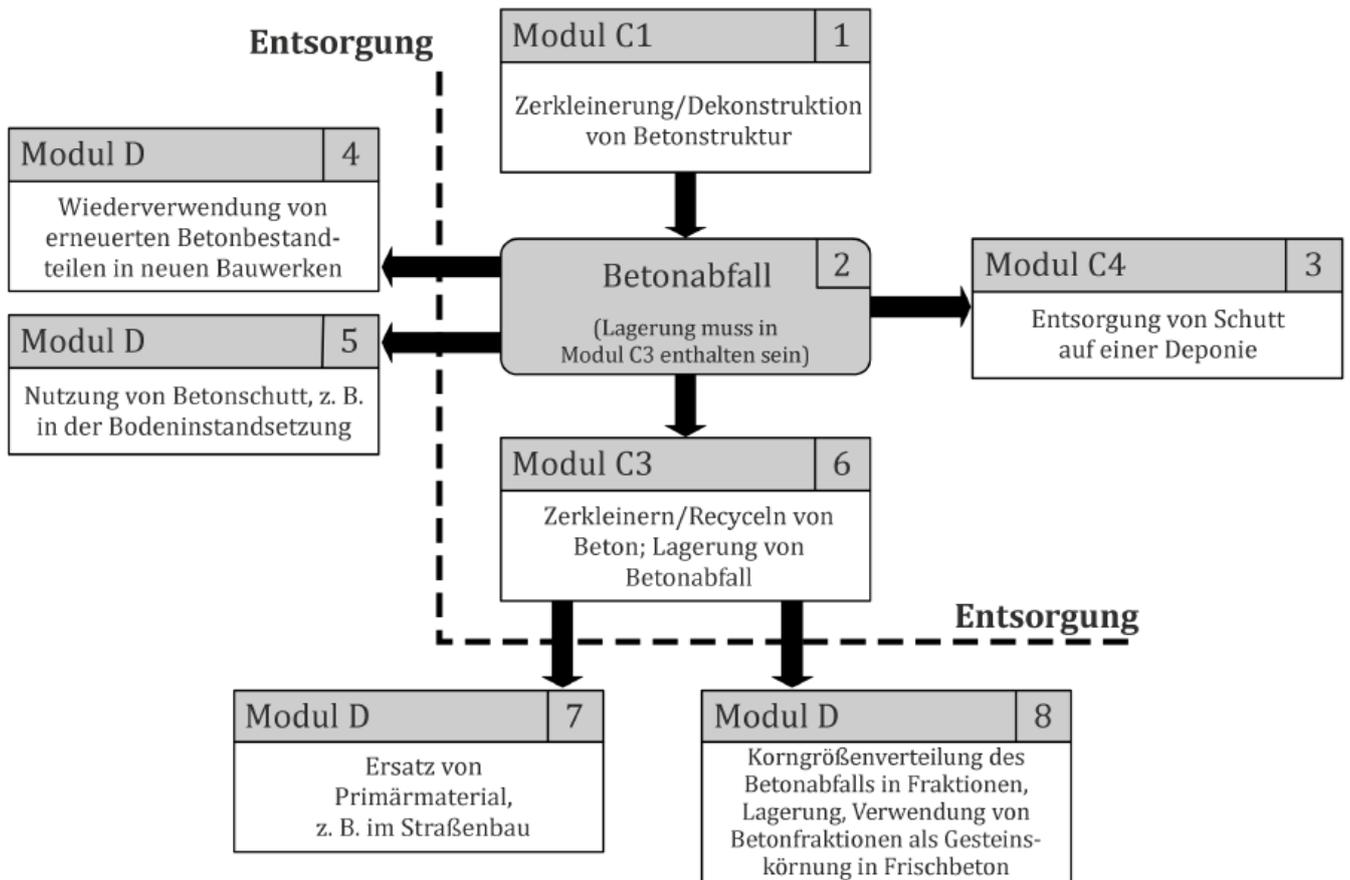


Abbildung 2: Typische Prozesse im Entsorgungsstadium von Betonelementen und deren Zuordnung zu den Lebenszyklusmodulen C1-C4 und D (Transportprozesse werden nicht gezeigt) [9]

Module A1 bis A3

Im Zuge der Analyse der Herstellungsphase (A1-A3) der betrachteten Betonsorte werden sämtliche Stoffe, Produkte und Energien, als auch anfallender Abfall und dessen Behandlung berücksichtigt.

A1 Herstellung von Rohmaterialien und Bestandteilen

Für Beton der Werk-Sorte 450 werden die einzelnen Bestandteile des Betons berücksichtigt (z. B. Zement, Gesteinskörnung, Zusatzstoffe, Zusatzmittel, Wasser – siehe Tabelle 3).

Die Systemgrenze für rezyklierte Gesteinskörnungen wird mit dem Eintreffen des (vorgebrochenen) Materials in das Kieswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804+A2 [4] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

A2 Transport der Rohstoffe zur Mischanlage

Die (durchschnittlichen) Transportdistanzen (in km) der einzelnen Rohstoffe wurden getrennt für den Transport auf der Strasse, mit dem Schiff bzw. mit der Bahn erfasst.

A3 Betonherstellung

Die Herstellung von Transport-, Baustellen- oder Fertigteilbeton umfasst:

- Produktion von Hilfsstoffen (Schmieröle, Motoröle, Transportbänder, ...)
- Transporte im Werk
- Deponierung, Entsorgung und Aufbereitung (bis zum Ende der Abfallphase) jeglichen Outputs aus dem Herstellungsprozess
- Einsatz von Materialien und Ausrüstungen für die Abwasserbehandlung
- für die Herstellung verwendete Energie

Produktionsabfall, der werksintern wiederverwendet wird, wird auch als Teil von Modul A3 berücksichtigt.

Das verwendete Prozesswasser wird dem Trinkwassernetzwerk oder aus der Natur entnommen (Grundwasser, Fluss, Regenwasser, etc.) und mit Hilfe von Aufbereitungsmassnahmen so oft wie möglich wiederverwendet. Nicht mehr in den Prozesskreislauf rückgeführtes Prozesswasser wird nach Vorbehandlung in die ARA eingeleitet.

Das in den Werken anfallende Abwasser ist zu einem Teil auf die Wasserentsorgung für das in Verwaltungsgebäuden anfallende Wasser und zu einem Teil auf zu entsorgendes Prozesswasser zurückzuführen.

Module C1 bis C4 und D

C1 Rückbau/ Abriss

Als Szenario für den Rückbau/ Abbruch der Betonstruktur werden die gängigsten Abbruchverfahren mit Betonzange und Hydraulikbagger berücksichtigt. Für diese EPD wird der Energiebedarf (Diesel) für ein Standard-Rückbauszenario mit zwei Hydraulikbaggern (einer mit Betonzange, einer mit Tieflöffel) berücksichtigt.

C2 Transport von rückgebautem Beton

Der Transport des rückgebauten Betons erfolgt mittels LKW. Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD eine 98%ige Recyclingquote angesetzt. Da Verwertungsstellen für Beton in der Schweiz regelmäßig und flächendeckend anzufinden sind, wird eine durchschnittliche Transportdistanz von 25 km für das rückgebaute Material angesetzt.

C3 Abfallbehandlung

Die Systemgrenze für rezyklierte Gesteinskörnungen aus rückgebautem Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Kieswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804+A2 [3] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher sind im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Abfallbehandlung zu berücksichtigen.

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD eine 98%ige Recyclingquote angesetzt.

C4 Abfallentsorgung

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 2 % angesetzt.

D Nutzen und Lasten außerhalb der Systemgrenze

Szenarien für Wiederverwendung bzw. Recycling sind:

- Zerkleinerter Beton ersetzt Primärmaterial ohne weitere Abfallbehandlung (im Strassenbau, etc.)
- Substitution von natürlichen Gesteinskörnungen in Frischbeton

Die Wiederverwendung von ausgebauten Betonelementen in neuen Bauwerken hat bisher keinen signifikanten Anteil und wird daher nicht berücksichtigt.

Diese EPD berücksichtigt eine Substituierung von primärer Gesteinskörnung im nächsten Produktsystem für den gesamten rückgebauten Beton (98%ige Recyclingquote).

2.3 Abschätzungen und Annahmen

Für den Maschinenpark und Förderbänder wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren, für Gebäude, Straßen und Außenanlagen eine Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt [10]. Über diese Perioden wird die Jahresproduktionsmenge aus 2020 zur Umlegung der Infrastruktur auf die Gesamtproduktionsmenge herangezogen.

2.4 Abschneideregeln

Die definitiven Materialverluste bei der Produktion (Anhaftungen am Mischer und Leitblechen) betragen im Durchschnitt weniger als 1% und werden nicht gesondert betrachtet. Grössere anfallende Mengen (z. B. Fehlchargen) in einzelnen Werken sind unter mineralischen Abfällen entsprechend erfasst.

2.5 Hintergrunddaten

Als Hintergrund-Datenbank wurde ecoinvent 3.8 (Systemmodell: „Cut-Off by Classification“) verwendet. Außerdem wurden Schweizer Zement-EPD der cemsuisse aus dem Jahr 2021 berücksichtigt [11-13]. Für den notwendigen Strombedarf wurde der durchschnittliche Schweizer Strommix angesetzt. Für Gesteinskörnungen wurden die Sachbilanzen der Gesteinskörnungs-EPD des FSKB (Ausgabe 2018) angewandt, wobei hier die Ergebnisse nach dem Indikatorenset nach SN EN 15804+A2 [4] ausgegeben wurden. Die genauen Verweise zu den Hintergrunddaten sind im Hintergrundbericht [5] in Anhang I aufgeführt.

2.6 Datenqualität

Es wurde eine repräsentative Rezepturen (A1) des betrachteten Betons im Werk Tafers der Element AG erhoben und analysiert.

Alle wesentlichen Daten für die Transporte der Rohstoffe (A2) und für den Produktionsprozess (A3) wie Energieverbrauch, Hilfsstoffe, Abfälle und Infrastruktur innerhalb der Systemgrenze werden aus den Durchschnitts-EPD-Beton des FSKB [5] übernommen.

Die Kriterien des SÜGB-EPD-Programms (siehe Managementsystem-Handbuch [14]) bzw. der SN EN 15804+A2 [4] für Datenerhebung, generische Daten und das Abschneiden von Stoff- und Energieflüssen wurden eingehalten. Die Daten sind plausibel.

Die Ergebnisse sind repräsentativ für die im Jahr 2022 produzierten Betone der Werk-Sorte 450.

2.7 Betrachtungszeitraum

Die Rezepturdaten sind repräsentativ für das Jahr 2022 und die Herstellungsdaten stammen aus den Durchschnitts-EPD, welche sich auf das Referenzjahr 2020 beziehen.

2.8 Allokation

Eine ökonomische Co-Produkten-Allokation innerhalb der einzelnen Werke (d.h. eine Aufteilung der Belastungen basierend auf den jeweiligen Anteilen der produzierten Betonsorten am Betriebseinkommen) war aufgrund mangelnder Informationen in den Werken nicht möglich bzw. wollten einige Hersteller Daten zu Ihren Betriebseinkommen aus Vertraulichkeitsgründen (Betriebsgeheimnis) nicht offenlegen. Die Allokation für die innerhalb eines Werkes produzierten Betonsorten bzw. die Abgrenzung der Sachbilanz für die Herstellung von Betonen der Werk-Sorte 450 in einem Werk basiert deshalb auf den Produktionsmengen.

Die angewandten Zement-Datensätze weisen ihre Ergebnisse entsprechend dem Verursacherprinzip nach SN EN 15804+A2 [4], CEN/TR 16970 [15] und SN EN 16908 [16] mit Netto-CO₂-Emissionen aus. D.h., Emissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen, die noch einen Abfallstatus haben, werden dem verursachenden System zugeordnet und nicht im Zement-System berücksichtigt.

Für die Zuteilung der Umweltlasten auf die Produkte „Flugasche“ (Kohlekraftwerk) und „Hüttensand“ kommt die ökonomische Allokation zur Anwendung.

Für rezyklierte Gesteinskörnungen wurde die Systemgrenze mit dem Eintreffen des Materials in das Kieswerk gesetzt (Modul A1 und C3/ D), weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804+A2 [4] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

2.9 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach SN EN 15804+A2 [4] erstellt wurden, die gleichen programmspezifischen PCR bzw. etwaige zusätzliche Regeln sowie die gleiche Hintergrunddatenbank verwendet wurden und außerdem der Gebäudekontext bzw. produktspezifische Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

3 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

3.1 A1-A3 Herstellungsphase

Laut SN EN 15804 [4] sind für die Module A1-A3 keine technischen Szenarioangaben gefordert, weil die Bilanzierung dieser Module in der Verantwortung des Herstellers liegt und vom Verwender der Ökobilanz nicht verändert werden würden.

3.2 A4-A5 Errichtungsphase

Module nicht deklariert.

3.3 B1-B7 Nutzungsphase

Module nicht deklariert.

3.4 C1-C4 Entsorgungsphase

C1 Rückbau/ Abriss

Als Szenario für den Rückbau/ Abbruch werden die gängigsten Abbruchverfahren mit Betonzange und Hydraulikbagger berücksichtigt. Für diese EPD wird der Energiebedarf (Diesel) für ein Standard-Rückbauszenario mit zwei Hydraulikbaggern (einer mit Betonzange, einer mit Tieflöffel) berücksichtigt.

Tabelle 5: Beschreibung des Szenarios „Rückbau (C1)“

Parameter zur Beschreibung des Rückbaus (C1)	Wert	Messgröße
Hilfsstoffe für den Rückbau	-	kg/m ³
Hilfsmittel für den Rückbau	2 Hydraulikbagger (1 x mit Betonzange, 1 x mit Tieflöffel)	-
Wasserbedarf	-	m ³ /m ³
Sonstiger Ressourceneinsatz	-	kg/m ³
Stromverbrauch	-	kWh/m ³
Weiterer Energieträger: Diesel	15,28	MJ/m ³
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes	-	kg/m ³
Output-Stoffe infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung	-	kg/m ³
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/m ³

C2 Transport von rückgebautem Beton

Der Transport des rückgebauten Betons erfolgt mittels LKW. Da Verwertungsstellen für Beton in der Schweiz regelmäßig und flächendeckend anzufinden sind, wurde eine durchschnittliche Transportdistanz von 25 km für das rückgebaute Material angesetzt.

Tabelle 6: Beschreibung des Szenarios „Transport Entsorgung (C2)“

Parameter zur Beschreibung des Transportes Entsorgung (C2)	Wert	Messgröße
Mittlere Transportentfernung	25,3	km
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	Euro 6	-
Mittlerer Treibstoffverbrauch, Treibstofftyp: Diesel bzw. Schweröl	25,3	l/100 km
Mittlere Transportmenge	5,79	t
Mittlere Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	46 %	%
Mittlere Rohdichte der transportierten Produkte		kg/m ³
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥ 1 für in Schachteln verpackte oder komprimierte Produkte)	<1	-

C3 Abfallbehandlung

Die Systemgrenze für rezyklierte Gesteinskörnungen aus rückgebautem Beton wird mit dem Eintreffen des rückgebauten Materials in das Kieswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804+A2 [3] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind. Daher sind im betrachteten Produktsystem keine Belastungen aus der Abfallbehandlung zu berücksichtigen.

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD eine 98%ige Recyclingquote angesetzt.

C4 Abfallentsorgung

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 2 % angesetzt.

Tabelle 7: Beschreibung des Szenarios „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“

Parameter für die Entsorgungsphase (C1–C4)	Wert	Messgröße
Sammelverfahren, spezifiziert nach Art		kg getrennt
	-	kg gemischt
Rückholverfahren, spezifiziert nach Art	-	kg Wiederverwendung
		kg Recycling
	-	kg Energierückgewinnung
Deponierung, spezifiziert nach Art	48	kg Deponierung

3.5 Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

D Nutzen und Lasten außerhalb der Systemgrenze

Szenarien für Wiederverwendung bzw. Recycling sind:

- Zerkleinerter Beton ersetzt Primärmaterial ohne weitere Abfallbehandlung (im Strassenbau, etc.)
- Substitution von natürlichen Gesteinskörnungen in Frischbeton

Die Wiederverwendung von ausgebauten Betonelementen in neuen Bauwerken hat bisher keinen signifikanten Anteil und wird daher nicht berücksichtigt.

Diese EPD berücksichtigt eine Substituierung von primärer Gesteinskörnung im nächsten Produktsystem für den gesamten rückgebauten Beton (98%ige Recyclingquote).

Tabelle 8: Beschreibung des Szenarios „Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (Modul D)“

Parameter für das Modul (D)	Wert	Messgröße
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus A4-A5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus A4-A5	-	kg/m3
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus B2-B5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus B2-B5	-	kg/m3
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus C1-C4	98	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus C1-C4	-	kg/m3

3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus

Siehe Abbildung 1 und Abbildung 2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..**

4 LCA: Ergebnisse

Tabelle 9: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTELLUNGSPHASE			ERRICHTUNGSPHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGSPHASE				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	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

X = in Ökobilanz enthalten; MND = Modul nicht deklariert; MNR = Modul nicht relevant

Die folgenden Tabellen liefern die Ergebnisse der Ökobilanz (Umweltauswirkungen, Ressourceneinsatz, Output-Flüsse und Abfallkategorien) je 1 m³ deklariertes Beton.

Tabelle 10: Ökobilanzergebnisse – Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen

Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen nach EN 15804+A2:2019										
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	216.142	26.701	0.673	243.516	7.278	9.532	0.000	0.203	-6.535
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	215.812	26.666	0.591	243.069	7.274	9.519	0.000	0.203	-6.231
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0.502	0.023	0.080	0.605	0.003	0.008	0.000	0.001	-0.295
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0.023	0.011	0.000	0.034	0.001	0.004	0.000	0.000	-0.003
ODP	kg CFC-11 äquiv	1.51E-06	6.18E-06	6.56E-08	7.75E-06	1.55E-06	2.21E-06	0.00E+00	1.00E-07	-1.08E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	4.34E-01	7.58E-02	1.92E-03	5.11E-01	7.56E-02	2.70E-02	0.00E+00	1.99E-03	-5.58E-02
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	4.86E-03	1.75E-03	1.54E-04	6.76E-03	2.25E-04	6.24E-04	0.00E+00	1.15E-05	-1.06E-03
EP-Salzwasser	kg N äquiv	1.33E-01	1.54E-02	1.03E-03	1.49E-01	3.35E-02	5.49E-03	0.00E+00	7.51E-04	-2.42E-02
EP-Land	mol N äquiv	1.579	0.168	0.004	1.751	0.367	0.060	0.000	0.008	-0.244
POCP	kg NMVOC äquiv	4.12E-01	6.45E-02	1.35E-03	4.78E-01	1.01E-01	2.30E-02	0.00E+00	2.36E-03	-6.78E-02
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	7.56E-05	9.45E-05	7.03E-06	1.77E-04	3.74E-06	3.37E-05	0.00E+00	3.95E-07	-4.83E-05
ADP-fossile Energieträger	MJ H _u	856.188	404.296	16.742	1277.225	99.788	144.327	0.000	6.556	-112.102
WDP	m ³ Welt äquiv entzogen	12482.581	1.231	-0.464	12483.347	0.156	0.439	0.000	0.021	-1.853
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) A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt									

Tabelle 11: Ökobilanzergebnisse – Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren

Zusätzliche Umweltwirkungsindikatoren nach EN 15804+A2:2019										
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
PM*	Auftreten von Krankheiten	2.61E-06	2.15E-06	1.89E-08	4.78E-06	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
IRP*	kBq U235 äquiv	8.794	2.083	0.797	11.674	0.450	0.744	0.000	0.032	-2.499
ETP-fw*	CTUe	1.53E+03	3.17E+02	2.14E+01	1.87E+03	58.382	113.284	0.000	3.631	-123.708
HTP-c*	CTUh	2.02E-08	1.02E-08	5.47E-10	3.09E-08	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HTP-nc*	CTUh	1.85E-06	3.21E-07	1.09E-08	2.18E-06	4.23E-08	1.14E-07	0.00E+00	1.72E-09	-8.98E-08
SQP*	Punkte	16.196	281.792	2.510	300.498	1.27E+01	1.01E+02	0.00E+00	1.46E+01	6.25E+01
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 A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt									

*die für die Zusatzstoffe angewandten Datensätze weisen keine Ergebnisse für diese Indikatoren aus (deshalb keine Belastungen durch Zusatzmittel für diese Indikatoren)

Tabelle 12: Ökobilanzergebnisse – Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes nach EN 15804+A2:2019

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ H ₀	101.785	5.779	11.889	119.452	0.561	2.063	0.000	0.133	-35.457
PERM	MJ H ₀	0.479	0.000	0.000	0.479	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PERT	MJ H ₀	102.264	5.779	11.889	119.931	0.561	2.063	0.000	0.133	-35.457
PENRE	MJ H ₀	1002.384	404.306	16.741	1423.431	99.789	144.333	0.000	6.556	-112.106
PENRM	MJ H ₀	23.807	0.000	0.000	23.807	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PENRT	MJ H ₀	1026.190	404.306	16.741	1447.237	9.98E+01	1.44E+02	0.00E+00	6.56E+00	-1.12E+02
SM	kg	483.680	0.000	0.000	483.680	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RSF	MJ H ₀	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
NRSF	MJ H ₀	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FW	m ³	1.958	1.237	-0.600	2.595	1.62E-01	4.42E-01	0.00E+00	1.82E-02	-1.56E+00
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht-erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt									

*INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung des Einsatzes von Süßwasserressourcen zu, deshalb werden diese

Tabelle 13: Ökobilanzergebnisse – Abfallkategorien und Outputflüsse

Abfallkategorien und Outputflüsse nach EN 15804+A2:2019

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	8.79E-04	1.06E-03	1.74E-05	1.95E-03	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NHWD	kg	3.877	21.178	1.898	26.953	0.136	7.560	0.000	47.693	-0.949
RWD	kg	8.13E-03	5.44E-03	3.67E-04	1.39E-02	0.001	0.002	0.000	0.000	-0.002
CRU	kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MFR	kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00E+00	0.00E+00	2.34E+03	0.00E+00	0.00E+00
MER	kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EEE	MJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
EET	MJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt									

Tabelle 14: Ökobilanzergebnisse – Informationen zur Beschreibung des biogenen Kohlenstoffgehalts am Werkstor

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
C-Gehalt-Produkt	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-Gehalt-Verpackung	kg C	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Legende	C-Gehalt-Produkt = biogener Kohlenstoffgehalt im Produkt; C-Gehalt-Verpackung = biogener Kohlenstoffgehalt in der zugehörigen Verpackung A1 = Rohstoffe, A2 = Transportprozesse, A3 = Herstellungsprozesse, C1 = Rückbauprozesse, C2 = Transportprozesse Rückbaumaterial, C3 = Wiederaufbereitung/ Recycling, C4 = Entsorgung, D = Substitution im nächsten Produkt									

5 LCA: Interpretation

Abbildung 3 bis Abbildung 5 zeigen die Dominanzanalysen für den Werk-Sorte 450.

Die betrachteten Lebenszyklusphasen (A1-C4) von Beton werden in fast allen Wirkungskategorien durch die Rohstoffe insbesondere die Zementherstellung dominiert. Dies betrifft insbesondere das Treibhauspotenzial (GWP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial (EP); sowie das Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP).

Der Einfluss des Produktionsprozesses im Werk (A3) ist insbesondere beim Treibhaus-, Versauerungs-, Eutrophierungs- und Ozonbildungspotential sehr gering.

In der Entsorgungsphase (C1-C4) hat vor allem der Transport (C2) zur Wiederaufbereitung einen entsprechenden Einfluss, insbesondere für das Abbaupotential der atmosphärischen Ozonschicht (ODP) und die drei betrachteten Abfallkategorien (HWD, NHWD, RWD).

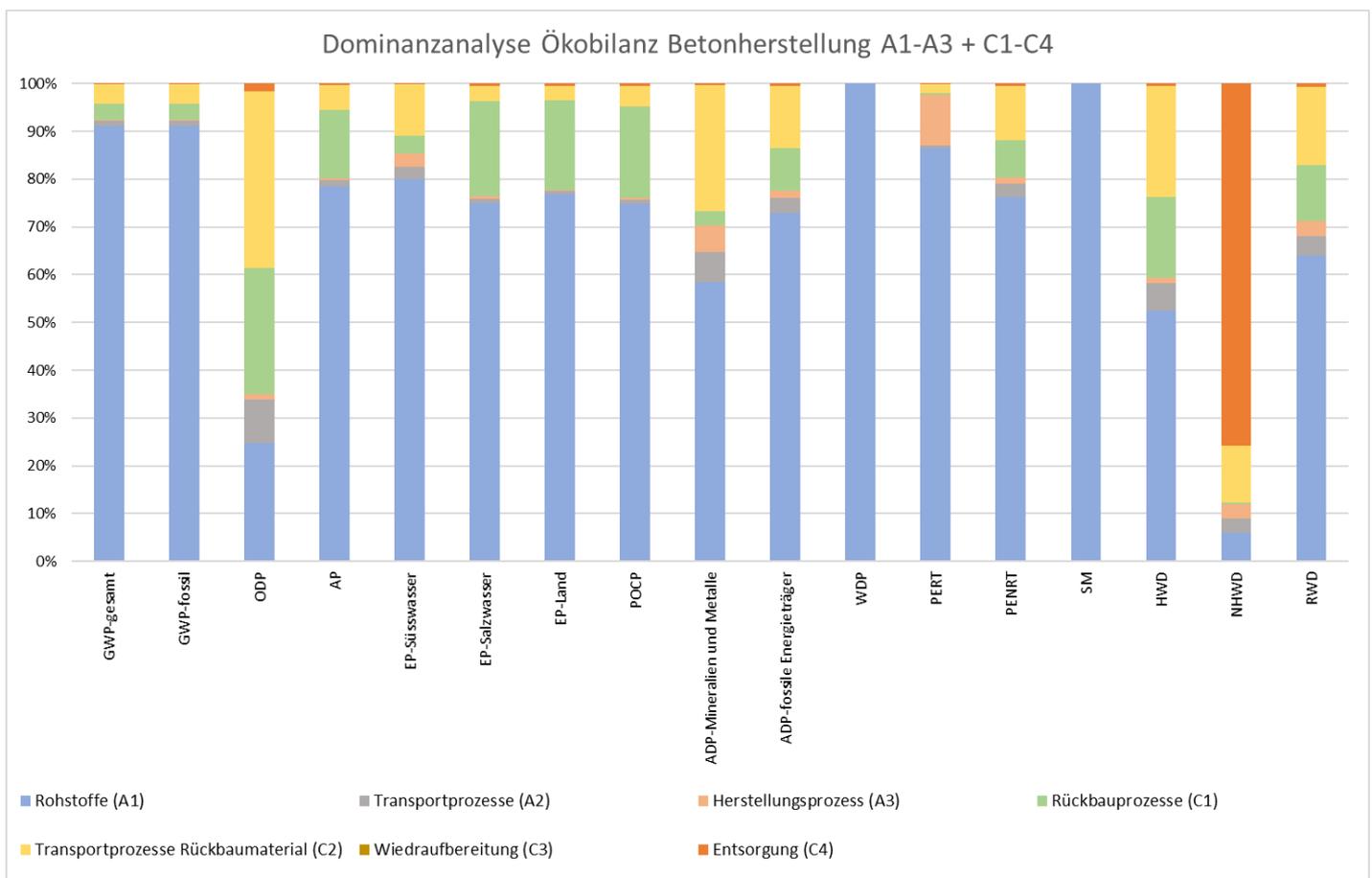


Abbildung 3: Dominanzanalyse betrachtete Lebenszyklusphasen (A1-C4)

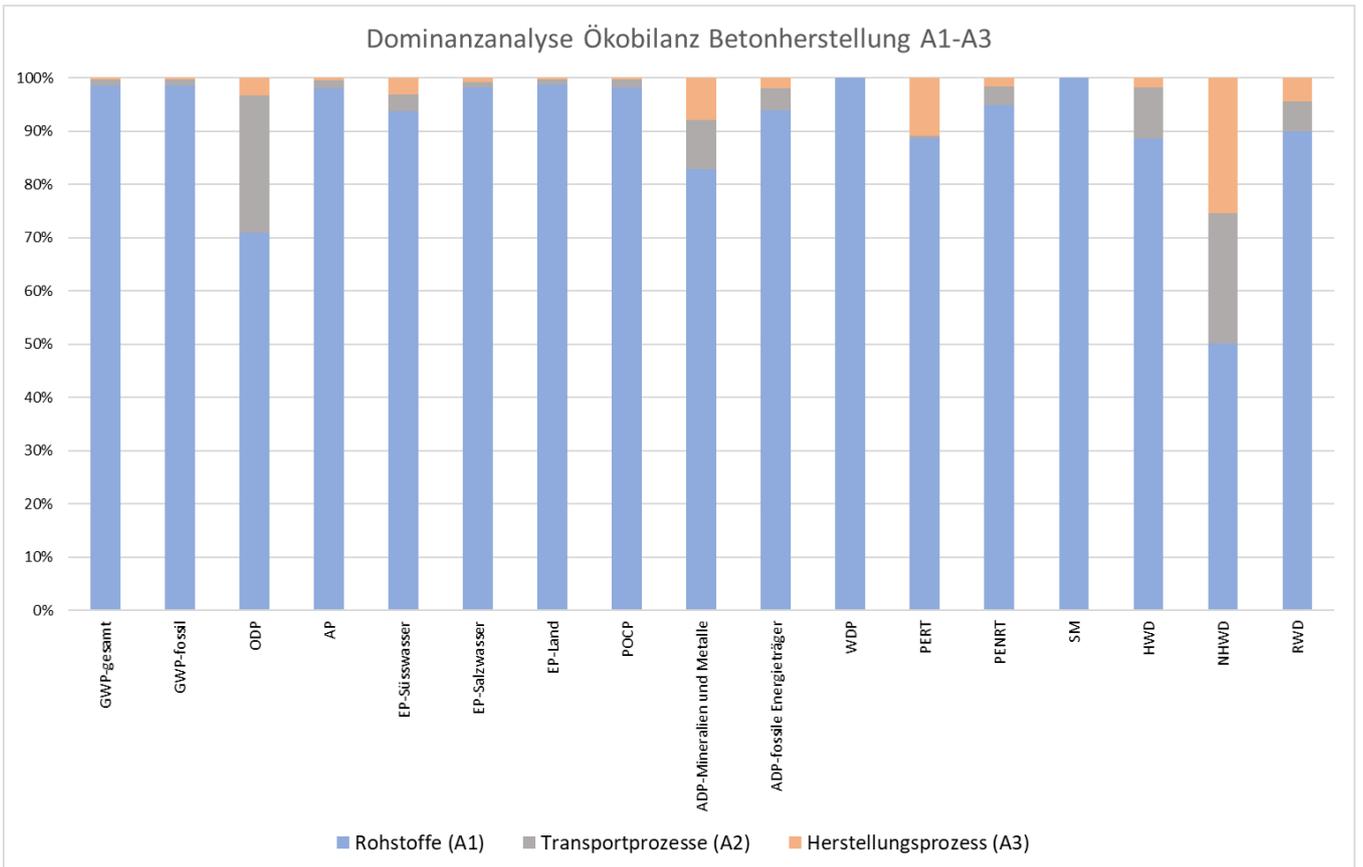


Abbildung 4: Dominanzanalyse Herstellung (A1-A3)

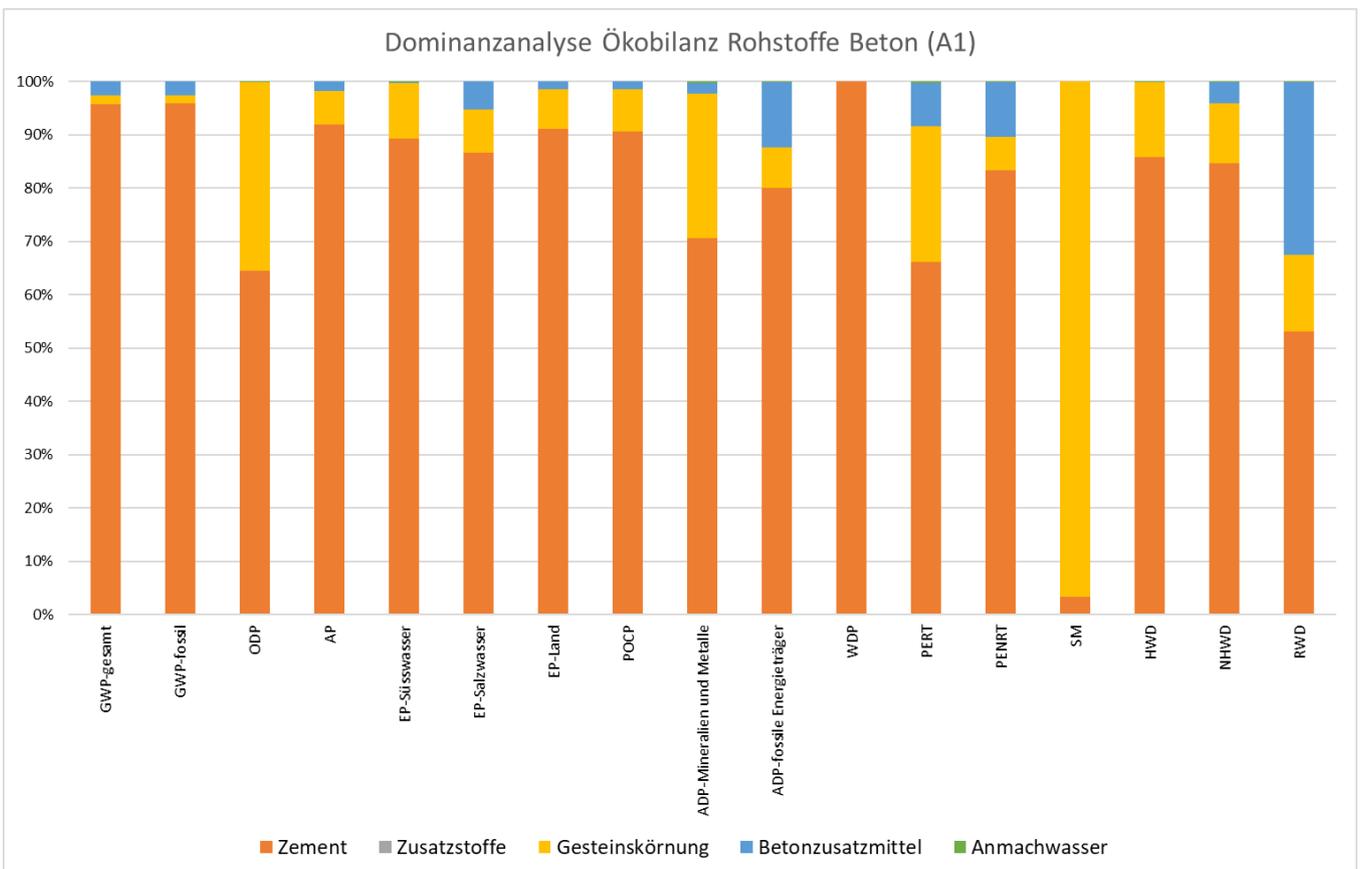


Abbildung 5: Dominanzanalyse Rohstoffe (A1)

6 Literaturhinweise

- [1] SN EN 206:2013+A2:2021. Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [2] *SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe*: PCR Anleitungstexte für Beton und Betonelemente, PCR-Code 2.17.4-2, Stand 08.02.2023. SÜGB, Bern, 2023.
- [3] SN EN ISO 14025:2010. Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren. SNV Schweizerische Normen-Vereinigung SNV, Bern.
- [4] SN EN 15804+A2:2022. Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [5] *Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB)*: Hintergrundbericht Durchschnitts-EPD FSKB-Sorte A bis P2 (vertraulich). SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe, Bern, 2023.
- [6] *ECHA – European Chemicals Agency*: Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe, <https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table> [Zugriff am: 05.12.2023].
- [7] *Schweizer Bundesrat*: Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA), Stand 01.06.2021. Schweizer Bundesrat, Bern, 2021.
- [8] *Europäische Kommission*: Europäische Abfallartenkatalog (EAK), Stand 01.06.2021. Europäische Kommission, Brüssel, 2021.
- [9] SN EN 16757:2017. Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [10] *Kellenberger, D.; Althaus, H.-J.; Künniger, T. et al.*: Life Cycle Inventories of Building Products.ecoinvent center, Dübendorf, 2007.
- [11] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM I - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2021.
- [12] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/A - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2021.
- [13] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/B - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2021.
- [14] *SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe*: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 08.02.2023. SÜGB, Bern, 2023.
- [15] CEN/TR 16970:2016. Nachhaltiges Bauen - Leitfaden für die Anwendung von EN 15804. Europäische Komitee für Normung CEN, Brüssel.
- [16] SN EN 16908:2017. Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln in Ergänzung zu EN 15804. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [17] SN EN ISO 14040+A1:2021. Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen. SNV Schweizerische Normen-Vereinigung SNV, Bern.
- [18] SN EN ISO 14044:2006. Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen. SNV Schweizerische Normen-Vereinigung SNV, Bern.

**Herausgeber**

SÜGB – Schweizerischer
Überwachungsverband für
Gesteinsbaustoffe
Schwanengasse 12
CH-3011 Bern
Schweiz

Tel +41 31 326 26 36
Mail info@sugb.ch
Web www.sugb.ch

**Programmbetreiber**

SÜGB – Schweizerischer
Überwachungsverband für
Gesteinsbaustoffe
Schwanengasse 12
CH-3011 Bern
Schweiz

Tel +41 31 326 26 36
Mail info@sugb.ch
Web www.sugb.ch

**Ersteller der Ökobilanz**

FSKB
Schwanengasse 12
3011 Bern

Tel +41 31 326 26 26
Mail info@fskb.ch
Web www.fskb.ch

**Inhaber der Deklaration**

Element AG
Mariahilfstrasse 25
1712 Tafers
Schweiz

Tel +41 26 494 77 77
Mail info@element.ch
Web www.element.ch