

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

zirkulit AG, Steinackerstrasse 56, CH-8302 Kloten

DEKLARATIONSNUMMER

SÜGB EPD-Zirkulit C 001a-23 - Ecoinvent

AUSSTELLUNGSDATUM

14.07.2023

GÜLTIG BIS

14.05.2028

EPD für zirkulit[®] Beton Sorte C (RC-C50)

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	4
1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe.....	5
1.7 Herstellung	5
1.8 Produktverarbeitung / Installation.....	5
1.9 Verpackung.....	5
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	10
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.....	18
6 Literaturhinweise.....	20

Allgemeine Angaben

Programmhalter

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

Inhaber der Deklaration/ Auftraggeber

zirkulit AG
Steinackerstrasse 56
CH-8302 Kloten
Schweiz

Deklarationsnummer

SÜGB EPD-Zirkulit C 001a-23 - Ecoinvent
(redaktionelle Korrekturen)

Deklarierte Produkte/deklarierte Einheit

zirkulit® Sorte C nach SN EN 206:2013+A2:2021
[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 Produktkategorieeregeln (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) für
die genannte Betonsorte, hergestellt im
Produktionswerk der Eberhard Bau AG in
Rümlang.

Dieses EPD-Dokument beruht auf den Angaben
des verifizierten Hintergrundberichts [5] für die
EPD für zirkulit® und zireco® Beton.

Ausstellungsdatum

14.07.2023

Gültig bis

14.05.2028

Haftung

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

Ersteller der Ökobilanz

FSKB
Schwanengasse 12
3011 Bern, Schweiz

Verifizierung

Die CEN Norm EN 15804+A2 dient als Kern-PCR
Verifizierung der EPD durch eine/n
unabhängige/n Dritte/n gemäß ISO 14025

intern

extern



Peter Kuhnhenh
Leiter Programmbetreiber SÜGB



Prof. Dr. Susanne Kytzia
Stellvertretende Vorsitzende PKR-Gremium



Florian Gschösser
Unabhängiger Prüfer vom PKR-Gremium bestellt

1 Produkt

1.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Der zirkulit® Beton wird hergestellt durch Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung, inkl. Betonrecyclinggranulat (RC-C nach Merkblatt SIA 2030:2021) und Wasser sowie der Zugabe von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Frischbeton wird prinzipiell auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk in Schalungen eingebracht, verdichtet und in der gewünschten Form durch Hydratation des Zements zu einem festen künstlichen Gestein erhärtet.

Das deklarierte Produkt ist unbewehrter Beton der Sorte zirkulit® Sorte C (RC-C50), der als Transportbeton auf die Baustelle geliefert wird. Die Eigenschaften des untersuchten zirkulit® Sorte C-Beton entspricht den Angaben in der SN EN 206:2013+A2:2021 [1] Tabelle NA.5.

1.2 Anwendung

Sorte C Betone werden als Konstruktionsbetone für den Hochbau für alle Anwendungen eingesetzt.

1.3 Technische Daten

Die in Tabelle 1 angeführten (bau)technischen Daten orientieren sich an den europäischen Produktnormen für Beton und den dazugehörigen Nationalen Anhängen (siehe 1.4 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 Beton der Sorte zirkulit® Sorte C(RC-C50) gemacht werden können.

Tabelle 1 Technische Daten für zirkulit® Sorte C-Beton

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	ca. 2350	kg/m ³
Druckfestigkeit	C30/37	N/mm ²
Expositionsklasse	XC4 (CH), XF1 (CH)	-
Nennwert Grösstkorn D _{max}	32	mm
Klasse des Chloridgehalts	0.10	%
Konsistenzklasse C	C3, F4	-

1.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften

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

Tabelle 2 Normen Beton und Betonelemente in der Schweiz

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

1.5 Lieferzustand

zirkulit® Beton verlässt als Frischbeton in zweckmässigen Transporteinheiten (z. B. Fahrmischer) das Betonwerk, wird zur Verarbeitungsstelle transportiert und in die vorbereiteten Schalungen eingebaut.

1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Die analysierten Produkte enthalten keine „besonders besorgniserregenden Stoffe der Kandidatenliste für die Zulassung nach REACH, Stand [03.05.2023]“ [6].

Tabelle 3: Grundstoffe in Masse-%

Bestandteile:	Massen %
Rundsand 0/4	ca. 21
Rundkies 4/x	ca. 18
RC-Gesteinskörnung	ca. 40
Bindemittel CEM II/B	ca. 13
Wasser ¹⁾	< 1
RC-Wasser	< 6
Zusatzmittel Fließmittel	< 1
Zusatzstoff Flugasche	Ca. 1

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

Im Herstellungsprozess können Trennmittel an Misch- und Transporteinrichtung eingesetzt werden. Die Angaben zur Zusammensetzung entsprechen dem durchschnittlichen Jahresmittelwert.

1.7 Herstellung

zirkulit® Beton wird durch das Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung, inkl. Betonrecyclinggranulat (RC-C nach Merkblatt SIA 2030:2021) und Wasser sowie der Zugabe von Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen hergestellt und erhält seine Eigenschaften durch Hydratation des Zements. Der Mischprozess erfolgt in einem Zwangsmischer, wobei bei dem Produktionswerk ein Doppelwellenmischer zum Einsatz kommt. Die eingesetzte rezyklierte Gesteinskörnung wird direkt beim Betonwerk aus Betonabbruch produziert. Die Behandlung der Sekundärrohstoffe mit CO₂ (CO₂- Sequestrierung) ist ein zusätzlicher Prozessschritt, der in der EPD-Berechnung in der vorliegenden Fassung nicht berücksichtigt ist.

Transportbeton wird in frischem Zustand zur Baustelle angeliefert. Bei den betrachteten zirkulit® Sorte C-Betone handelt es sich ausschliesslich um Transportbeton.

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

1.8 Produktverarbeitung / Installation

zirkulit® Beton wird nach dem Mischen im Herstellwerk ohne eine Zwischenlagerung an den Verwendungsort transportiert, in die vorbereitete Schalung eingebracht (mittels Krankübel oder Betonpumpe) 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) im Betonfahrmischer 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.

Die Karbonatisierung des Betons ist ein natürlicher "Alterungs"-Prozess des Betons, bei dem natürlicherweise CO₂ im Beton gespeichert wird. Dieser CO₂-Aufnahmeprozess wird im Rahmen dieser EPD-Berechnung nicht berücksichtigt. Die mit der Karbonatisierung verbundene Veränderung des pH-Wertes wird durch die an den Karbonatisierungswiderstand gestellten Anforderungen berücksichtigt.

1.11 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Die Umweltverträglichkeit von zirkulit® 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 mit den Modulen C1-C4 und Modul D“ (A1-A3 + C + D)) bzw. wird aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten des analysierten Betons keine Angaben zur RSL gemacht. Die Vorgaben der SN EN 206:2013+A2:2021 [1] gelten für eine Nutzungsdauer von 50 bzw. 100 Jahren.

1.13 Nachnutzungsphase

Typische Betonstrukturen werden meist mit Zerstörungsbaggern und Brechern zerkleinert.

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 und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD eine 100%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 und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 0 % angesetzt.

1.15 Weitere Informationen

Weitere, laufend aktualisierte Informationen finden sich auf www.zirkulit.ch.

2 LCA: Rechenregeln

2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m³ zirkulit® Sorte C-Beton.

Tabelle 4: Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m ³
Dichte (Mittelwert)	ca. 2'350	kg/m ³

2.2 Systemgrenze

Auf Grund der Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für Beton erfolgt in dieser EPD eine Betrachtung "von der Wiege bis zum Werkstor" (Herstellungsphase – A1-A3, Abbildung 1) 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.

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 die betrachtete Betonsorte 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 Produktionswerk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804 [4] für das Erreichen des Endes des Abfallstatus erfüllt sind.

Es wurden repräsentative Herstellung-Rezepturen der betrachteten Betone im Werk Ebirec der Eberhard Bau AG erhoben und analysiert. Die Rezepturdaten sind repräsentativ (Durchschnittswerte) für das Jahr 2022.

A2 Transport der Rohstoffe zur Mischanlage

Das Ebirec Baustoff Recycling Zentrum der Eberhard Bau AG ist Aufbereitungs- und Produktionsanlage in Einem. Aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes ist keine klare Trennung und eindeutige Datenerhebung der Transportdistanzen für die Betonherstellung möglich. Deshalb wurde für die Modellierung der Transportprozesse auf die Durchschnittswerte der Beton-Durchschnitts-EPD des FSKB [9] zurückgegriffen, was aufgrund der Bandbreite an Werken und den unterschiedlichen Herstellungsstandards als „sichere“ Werte für die Produktion Rohstofftransporte anzusehen ist.

A3 Betonherstellung

Aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes ist eine klare Trennung und eindeutige Datenerhebung für die Betonherstellung nicht möglich. Deshalb wurde auch für die Herstellungsprozesse auf die Durchschnittswerte der Beton-Durchschnitts-EPD des FSKB [9] zurückgegriffen, was wiederum aufgrund der Bandbreite an Werken und den unterschiedlichen Herstellungsstandards als „sichere“ Werte für die Produktion anzusehen ist.

Die Herstellung von Transport- oder Baustellenbeton 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 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 und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD eine 100%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 [4] 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 und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD eine 100%ige Recyclingquote angesetzt.

C4 Abfallentsorgung

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 0 % 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 (100%ige Recyclingquote).

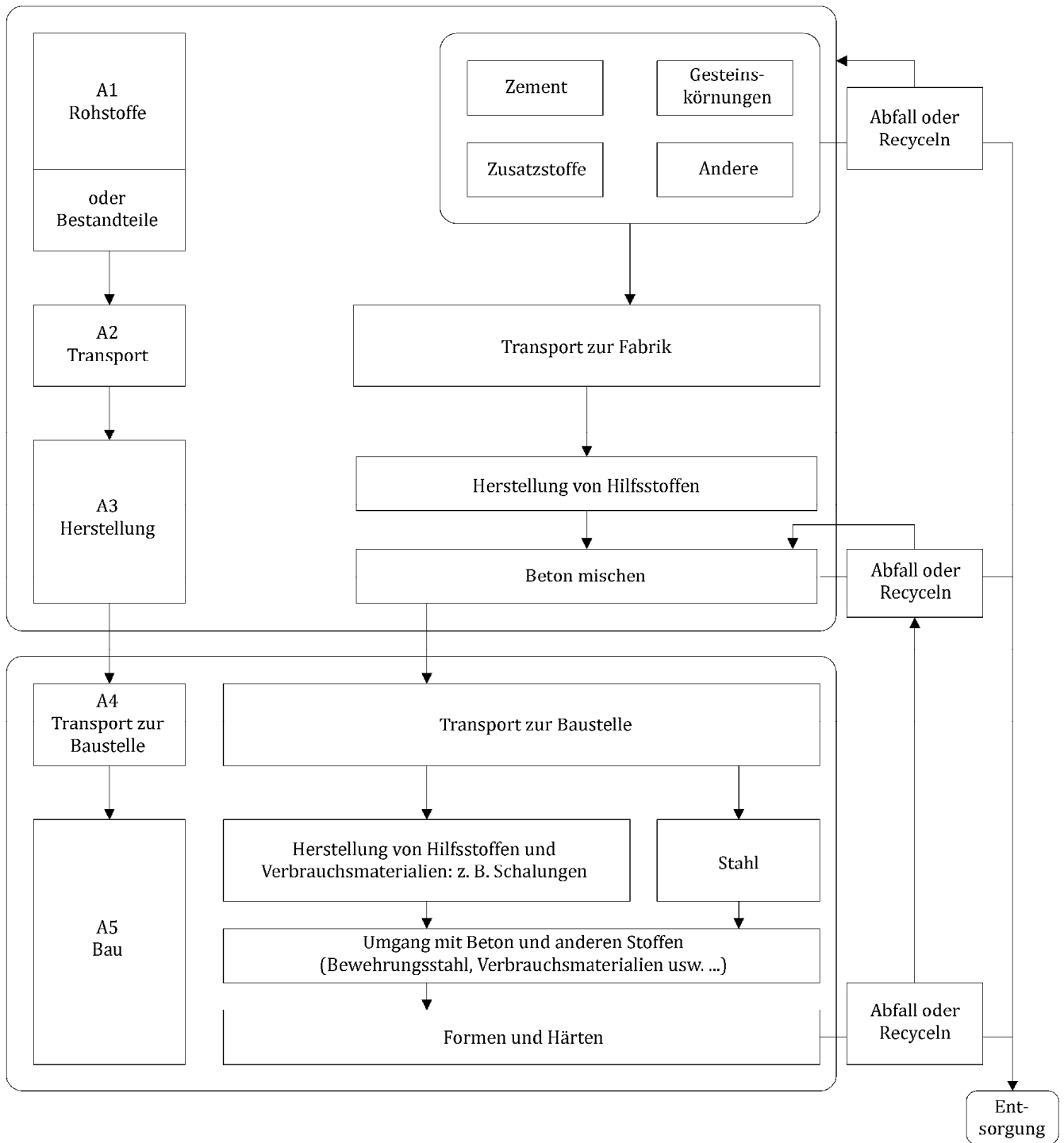


Abbildung 1: Systemgrenzen A1 - A5 für Transport und Baustellenbeton [10]

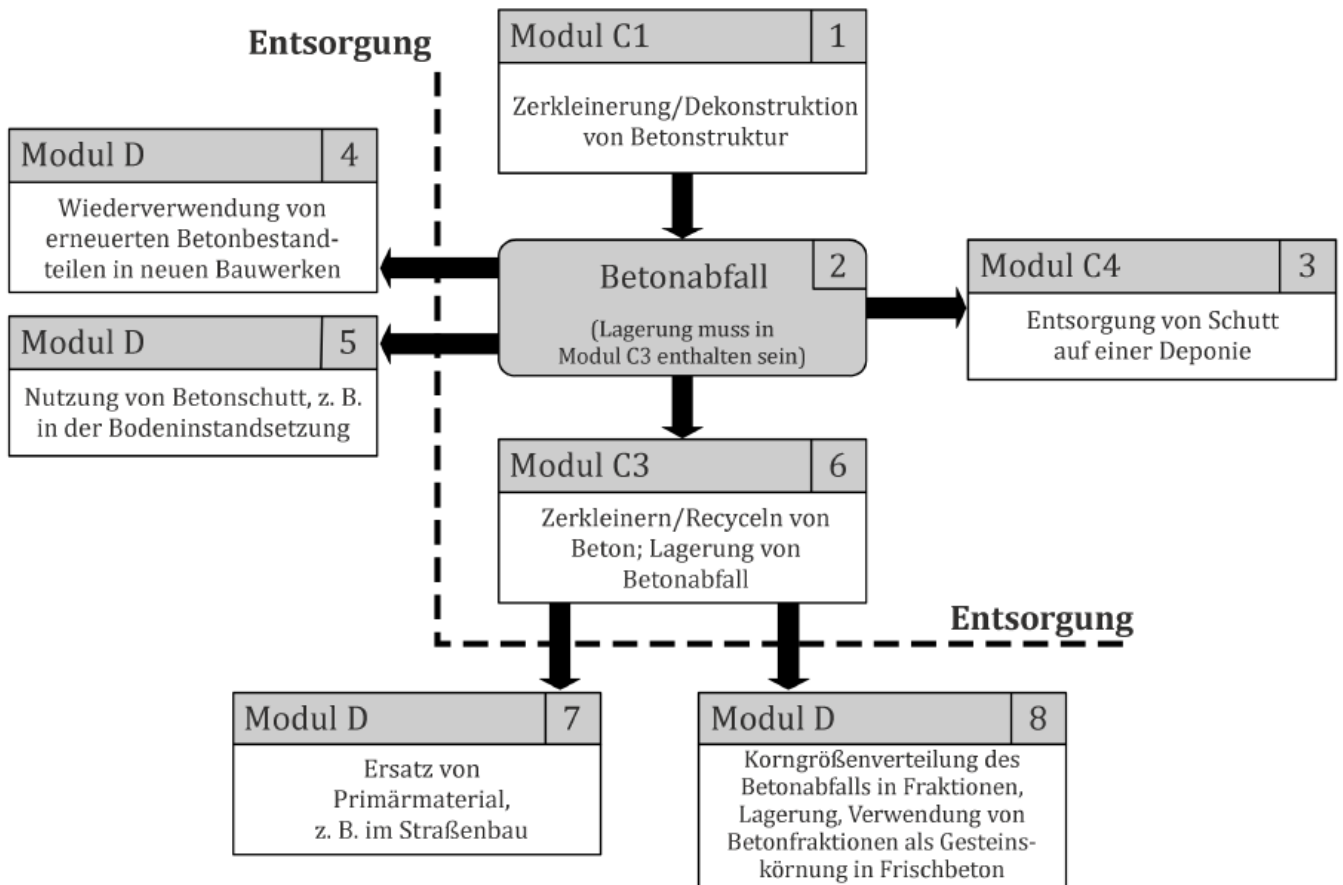


Abbildung 2 Typische Prozesse im Entsorgungsstadium von Betonelementen und deren Zuordnung zu den Lebenszyklusmodulen C1-C4 und D (Transportprozesse werden nicht gezeigt) [10]

2.3 Abschätzungen und Annahmen

Die Transportdistanzen für den Rohstofftransport und die Daten für den Herstellungsprozess inkl. Infrastruktur wurden von den Durchschnitts-EPD des FSKB (Referenzjahr 2020) [9] übernommen. Dabei wurde für den Maschinenpark und Förderbänder eine Lebensdauer von 25 Jahren, und für Gebäude, Straßen und Außenanlagen eine Lebensdauer von 50 Jahren, angesetzt [11].

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 2022 berücksichtigt [12-14]. 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 Rezeptur (A1) des betrachteten Betons im Werk Ebirec der Eberhard Bau 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 [9] übernommen.

Die Kriterien des SÜGB-EPD-Programms (siehe Managementsystem-Handbuch [15]) 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 im Werk Ebirec erstellten Zirkulit- Betone Sorte Sorte B.

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

Die Daten für die Herstellprozesse der betrachteten Betonsorte wurden aus den Durchschnitts-EPD des FSKB übernommen. Bei der Erstellung der Durchschnitts-EPD war 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) 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 Sorte A-Betonen 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 [16] und SN EN 16908 [17] mit Netto-CO₂-Emissionen aus. D.h., Emissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen, die noch einen Abfallstatus haben, werden dem verursachenden Systemzugeordnet und nicht im Zement-System berücksichtigt.

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

Für rezyklierte Gesteinskörnungen wurde die Systemgrenze mit dem Eintreffen des Materials im Kieswerk (Modul A1 und C3/D) gesetzt, 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 Szenario-Angaben 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	2'350	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 [4] 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 und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD eine 100%ige Recyclingquote angesetzt.

C4 Abfallentsorgung

Rückgebauter Beton wird in der Schweiz nahezu vollständig recycelt. Deshalb und aufgrund des angrenzenden Recycling-Werkes wird in dieser EPD ein Deponierungsanteil von 0 % angesetzt.

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

Parameter für die Entsorgungsphase (C1–C4)	Wert	Messgröße
Sammelverfahren, spezifiziert nach Art	2'350	kg getrennt
	-	kg gemischt
Rückholverfahren, spezifiziert nach Art	-	kg Wiederverwendung
	2'350	kg Recycling
	-	kg Energierückgewinnung
Deponierung, spezifiziert nach Art	-	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 (100%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/m ³
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus B2-B5	-	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus B2-B5	-	kg/m ³
Materialien für Wiederverwendung oder Recycling aus C1-C4	100	%
Energierückgewinnung bzw. Sekundärbrennstoffe aus C1-C4	-	kg/m ³

3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus

Siehe Abbildung 1 und Abbildung 2.

4 LCA: Ergebnisse

Tabelle 9: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTELLUNGS-PHASE			ERRICHTUNGS-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	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	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
GWP-gesamt	kg CO ₂ äquiv	172,393	5,538	0,673	178,603	7,278	9,580	0,000	0,000	-6,568
GWP-fossil	kg CO ₂ äquiv	172,023	5,525	0,591	178,140	7,274	9,567	0,000	0,000	-6,263
GWP-biogen	kg CO ₂ äquiv	0,509	0,009	0,080	0,598	0,003	0,008	0,000	0,000	-0,296
GWP-luluc	kg CO ₂ äquiv	0,020	0,003	0,000	0,023	0,001	0,004	0,000	0,000	-0,003
ODP	kg CFC-11 äquiv	1,32E-06	1,22E-06	6,56E-08	2,60E-06	1,55E-06	2,22E-06	0,00E+00	0,00E+00	-1,09E-06
AP	mol H ⁺ äquiv	3,47E-01	1,81E-02	1,92E-03	3,67E-01	7,56E-02	2,72E-02	0,00E+00	0,00E+00	-5,60E-02
EP-Süßwasser	kg PO ₄ ³⁻ äquiv	3,79E-03	4,78E-04	1,54E-04	4,42E-03	2,25E-04	6,27E-04	0,00E+00	0,00E+00	-1,07E-03
EP-Salzwasser	kg N äquiv	1,10E-01	4,16E-03	1,03E-03	1,15E-01	3,35E-02	5,52E-03	0,00E+00	0,00E+00	-2,43E-02
EP-Land	mol N äquiv	1,267	0,045	0,004	1,316	0,367	0,060	0,000	0,000	-0,246
POCP	kg NMVOC äquiv	3,31E-01	1,61E-02	1,35E-03	3,49E-01	1,01E-01	2,31E-02	0,00E+00	0,00E+00	-6,81E-02
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	6,22E-05	2,46E-05	7,03E-06	9,38E-05	3,74E-06	3,39E-05	0,00E+00	0,00E+00	-4,86E-05
ADP-fossile Energieträger	MJ H ₂	779,980	86,539	16,742	883,260	99,788	145,051	0,000	0,000	-112,664
WDP	m ³ Welt äquiv entzogen	9362,915	0,375	-0,464	9362,826	0,156	0,442	0,000	0,000	-1,862
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

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
PM*	Auftreten von Krankheiten	2,28E-06	4,57E-07	1,89E-08	2,76E-06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRP*	kBq U235 äquiv	7,124	0,693	0,797	8,615	0,450	0,747	0,000	0,000	-2,512
ETP-fw*	CTUe	1,18E+03	7,24E+01	2,14E+01	1,27E+03	58,382	113,850	0,000	0,000	-124,326
HTP-c*	CTUh	1,65E-08	3,44E-09	5,47E-10	2,05E-08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HTP-nc*	CTUh	1,41E-06	7,30E-08	1,09E-08	1,50E-06	4,23E-08	1,15E-07	0,00E+00	0,00E+00	-9,02E-08
SQP*	Punkte	17,489	65,386	2,510	85,385	1,27E+01	1,01E+02	0,00E+00	0,00E+00	6,28E+01

*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	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ H _u	87,998	12,286	11,889	112,172	0,561	2,073	0,000	0,000	-35,634
PERM	MJ H _u	0,585	0,000	0,000	0,585	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H _u	88,583	12,286	11,889	112,757	0,561	2,073	0,000	0,000	-35,634
PENRE	MJ H _u	877,080	86,541	16,741	980,362	99,789	145,055	0,000	0,000	-112,667
PENRM	MJ H _u	28,900	0,000	0,000	28,900	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ H _u	905,980	86,541	16,741	1009,262	9,98E+01	1,45E+02	0,00E+00	0,00E+00	-1,13E+02
SM	kg	1102,510	0,000	0,000	1102,510	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ H _u	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 _u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FW	m ³	1,954	0,362	-0,600	1,715	1,62E-01	4,44E-01	0,00E+00	0,00E+00	-1,56E+00

*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

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	7,00E-04	2,16E-04	1,74E-05	9,34E-04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NHWD	kg	3,099	4,222	1,898	9,219	0,136	7,598	0,000	0,000	-0,954
RWD	kg	7,90E-03	1,20E-03	3,67E-04	9,47E-03	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	2,35E+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

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, Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Dominanzanalysen für die deklarierte Betonsorte.

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).

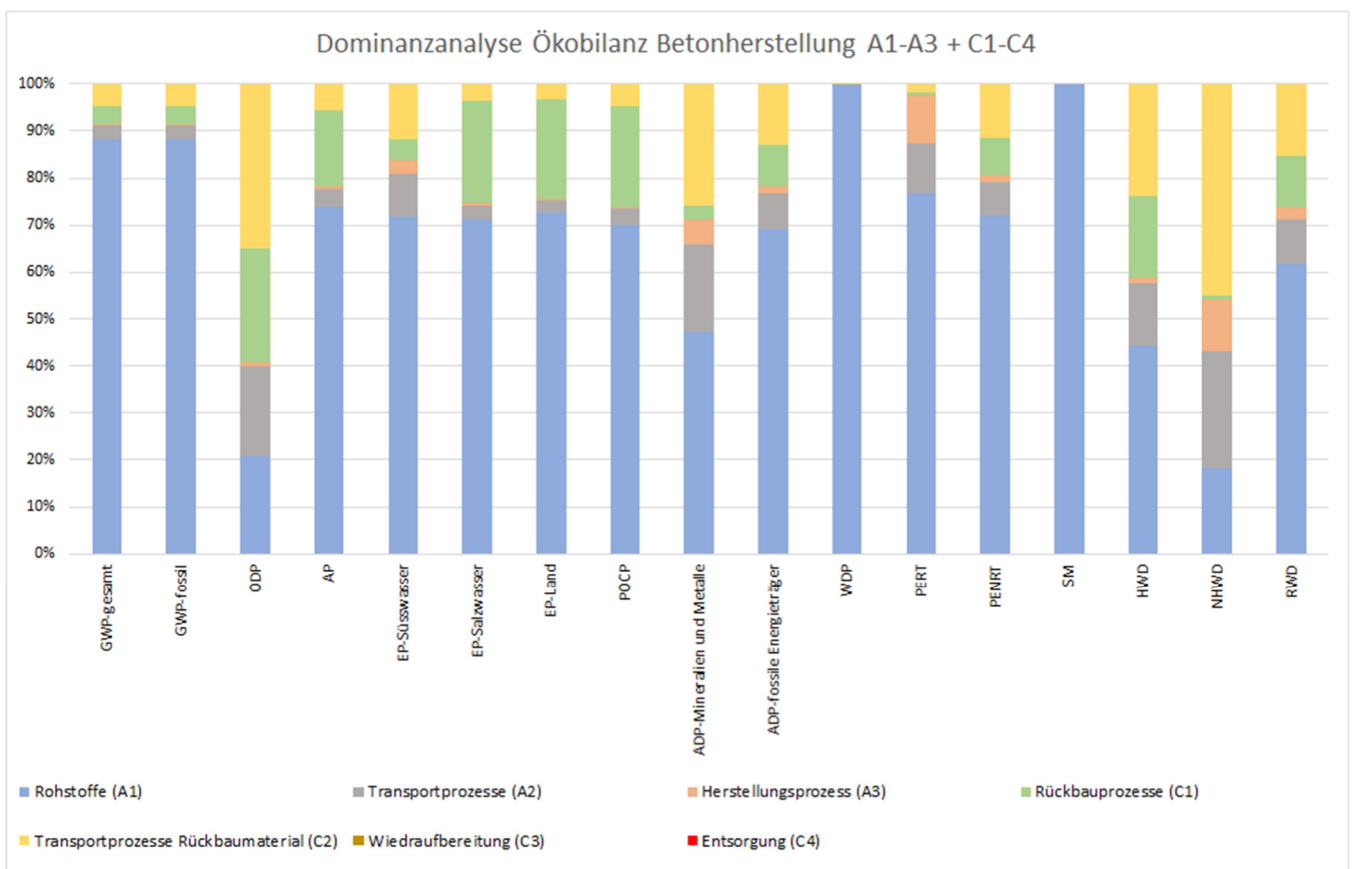


Abbildung 3 Dominanzanalyse betrachtete Lebenszyklusphasen (A1-C4)

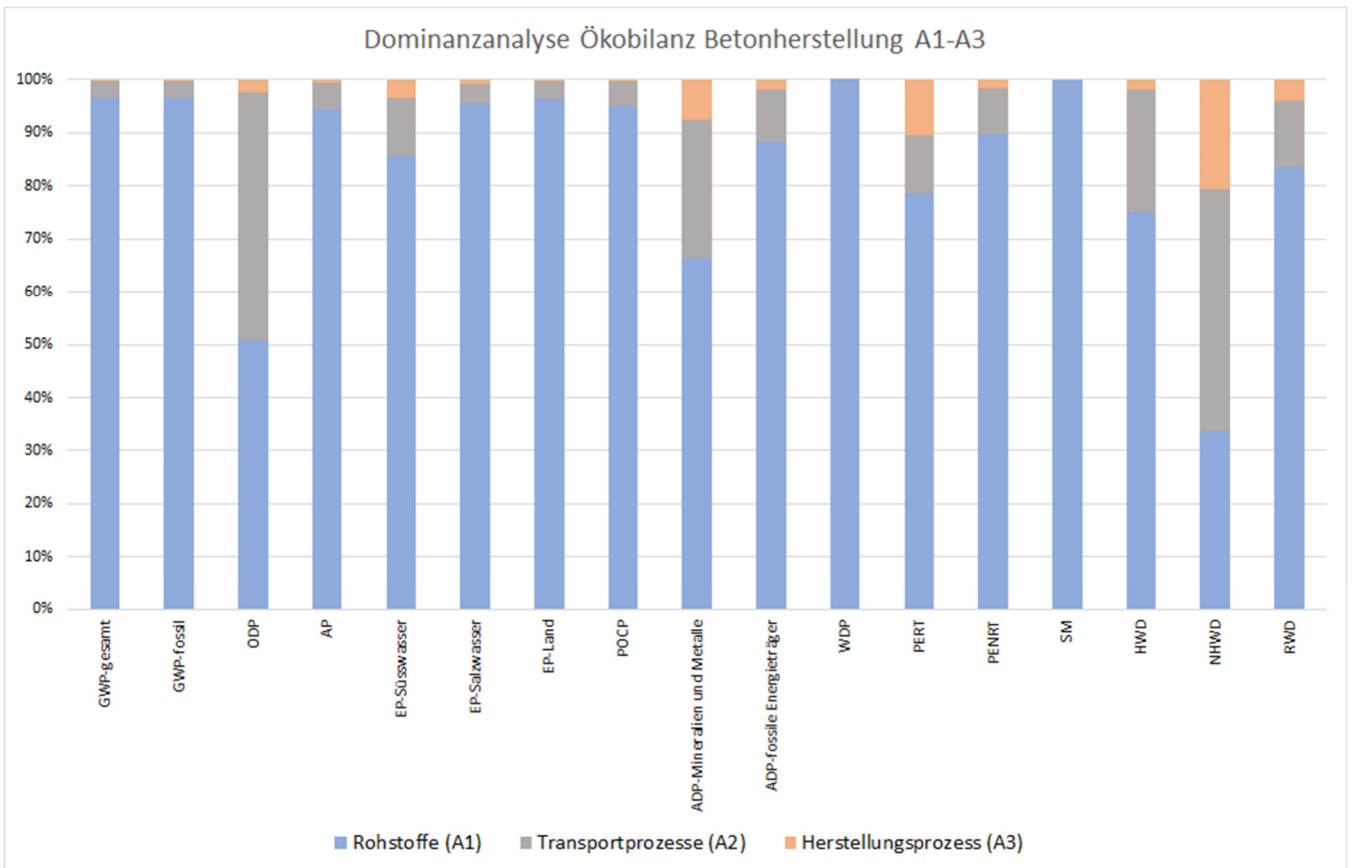


Abbildung 4 Dominanzanalyse Herstellung (A1-A3)

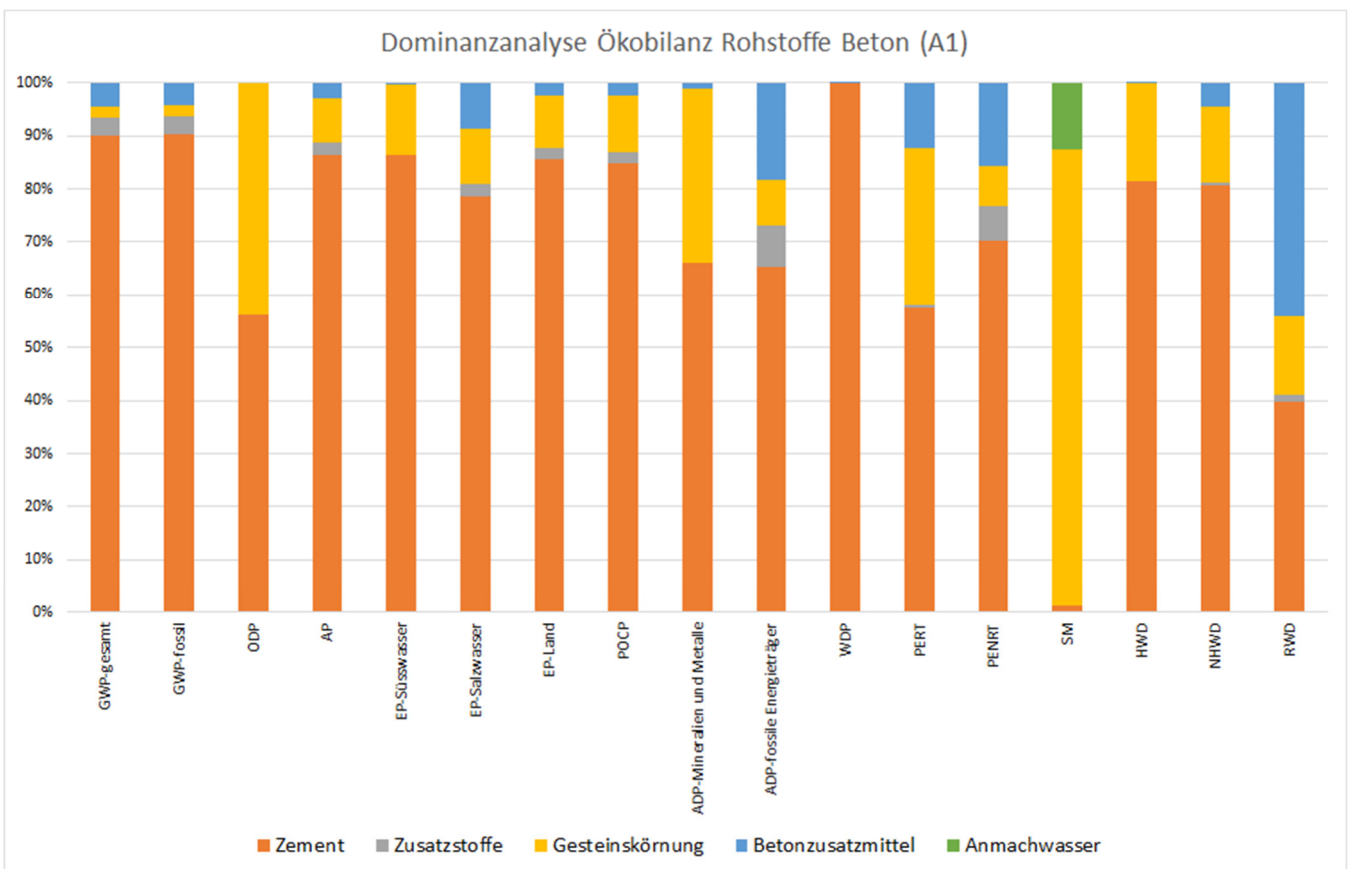


Abbildung 5 Dominanzanalyse Rohstoffe (A1)

6 Literaturhinweise[19]

- [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 EPD für zirkulit® und zireco® Beton Sorte A, Sorte B, Sorte C und WD (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: 03.05.2023].
- [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] *Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB)*: Hintergrundbericht Durchschnitts-EPD FSKB-Sorte A bis P2 (vertraulich). SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe, Bern, 2023.
- [10] SN EN 16757:2017. Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [11] *Kellenberger, D.; Althaus, H.-J.; Künniger, T. et al.*: Life Cycle Inventories of Building Products.ecoinvent center, Dübendorf, 2007.
- [12] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM I - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.
- [13] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/A - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.
- [14] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/B - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.
- [15] *SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe*: Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 08.02.2023. SÜGB, Bern, 2023.
- [16] CEN/TR 16970:2016. Nachhaltiges Bauen - Leitfaden für die Anwendung von EN 15804. Europäische Komitee für Normung CEN, Brüssel.
- [17] SN EN 16908:2017. Zement und Baukalk - Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln in Ergänzung zu EN 15804. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Bern.
- [18] SN EN ISO 14040+A1:2021. Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen. SNV Schweizerische Normen-Vereinigung SNV, Bern.
- [19] 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
CH-3011 Bern

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

**Inhaber der Deklaration**

zirkulit AG
Steinackerstrasse 56
CH-8302 Kloten
Schweiz

Tel +41 43 211 13 35
Mail info@zirkulit.ch
Web www.zirkulit.ch