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	Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB)
DEKLARATIONSNUMMER	FSKB-Sorte P2 2023-1-ECOINVENT
AUSSTELLUNGSDATUM	22.05.2023
GÜLTIG BIS	21.05.2028

Durchschnitts-EPD für Beton Sorte P2

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 ... 5
1.5 Lieferzustand ... 5
1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe ... 5
1.7 Herstellung ... 5
1.8 Produktverarbeitung / Installation ... 6
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 ... 7
1.15 Weitere Informationen ... 7
2 LCA: Rechenregeln ... 8
2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit ... 8
2.2 Systemgrenze ... 8
2.3 Abschätzungen und Annahmen ... 11
2.4 Abschneideregeln ... 11
2.5 Hintergrunddaten ... 12
2.6 Datenqualität ... 12
2.7 Betrachtungszeitraum ... 12
2.8 Allokation ... 12
2.9 Vergleichbarkeit ... 12
3 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen ... 13
3.1 A1-A3 Herstellungsphase ... 13
3.2 A4-A5 Errichtungsphase ... 13
3.3 B1-B7 Nutzungsphase ... 13
3.4 C1-C4 Entsorgungsphase ... 13
3.5 Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial ... 14
3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus ... 15
4 LCA: Ergebnisse ... 16
5 LCA: Interpretation ... 18
6 Darstellung der Repräsentativität von Durchschnitts-EPD ... 20
6.1 Markt ... 20
6.2 Liste aller Werke und Produkte ... 20
6.3 Hinweise bezüglich nicht betrachteter Werke ... 20
6.4 Repräsentativität der EPD-Ergebnisse ... 21
6.5 Weitere Hinweise zu erforderlichen Angaben im EPD-Dokument: ... 21
7 Literaturhinweise ... 22

Allgemeine Angaben

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

Inhaber der Deklaration/ Auftraggeber
FSKB – Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie
Schwanengasse 12
CH-3011 Bern
Schweiz

Deklarationsnummer
FSKB-Sorte P2-2023-1-ECOINVENT

Deklarierte Produkte/deklarierte Einheit
Beton Sorte P2 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 m^3 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 Durchschnittsdaten sind repräsentativ für die Herstellungs- (A1-A3) und Entsorgungsphase (C1-C4) zuzüglich des Recyclingpotentials (D) von Durchschnitts-Produkten der genannten Betonsorte hergestellt bei Mitgliedern des FSKB – Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie.
Detaillierte Angaben zur Repräsentativität der Durchschnitts-EPD werden in Kap. 6 deklariert.

Dieses EPD-Dokument beruht auf den Angaben des verifizierten Hintergrundberichts [5] für die Durchschnitts-EPD für Beton.

Ausstellungsdatum
22.05.2023

Gültig bis
21.05.2028

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

Ersteller der Ökobilanz
FSKB (Datenerhebung)
Schwanengasse 12
3011 Bern
Sphera Solutions GmbH (Berechnung)
Hauptstraße 111-113
70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany

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

Peter Kuhnhenn
Leiter Programmbetreiber SÜGB

Florian Gschösser
Unabhängiger Prüfer vom PKR-Gremium bestellt

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 Durchschnittsprodukt ist unbewehrter Beton der Sorte P2, der als Transportbeton auf die Baustelle geliefert wird. Die Eigenschaften der untersuchten Sorte P2-Betone entsprechen den Angaben in der SN EN 206+A2 [1] Tabelle NA.8.

1.2 Anwendung

Sorte P2-Betone werden für Pfahl- und Schlitzwandanwendungen im Tiefbau für Anwendungen unter Wasser eingesetzt.

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 das Durchschnittsprodukt Sorte P2-Beton gemacht werden können.

Tabelle 1: Technische Daten für Sorte P2-Betone

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	ca. 2'410	kg/m^3
Druckfestigkeit	C25/30	N/mm^2
Expositionsklasse	-	-
Nennwert Grösstkorn D_{max}	32	mm
Klasse des Chloridgehalts	0.10	%
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

Sorte P2-Betone verlassen als Frischbeton in zweckmässigen Transporteinheiten (z. B. Fahrmischer) das Betonwerk, werden zur Verarbeitungsstelle transportiert und in die vorbereiteten Schlitzwände bzw. Bohrpfähle eingebaut.

1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Die analysierten Produkte enthalten keine „besonders besorgniserregenden Stoffe der Kandidatenliste für die Zulassung nach REACH, Stand [01.04.2022]" [6].

Tabelle 3: Grundstoffe in Masse-%

Bestandteile:	Massen %
Rundsand 0/4	31
Rundkies 4/x	43
Kies gebrochen 4/x	<1
RC-Gesteinskörnung	5
Bindemittel CEM II/A	12
Bindemittel CEM II/B	4
Wasser [1)]	< 1
RC-Wasser	6
Zusatzmittel Frostschutz	< 1
Zusatzmittel Fliessmittel	< 1
Zusatzmittel Verzögerer	< 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. Bei den für die Durchschnittsbildung betrachteten Sorte P2-Betone handelt es sich ausschließlich um Transportbetone.

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

1.8 Produktverarbeitung / Installation

Beton wird nach dem Mischen im Herstellwerk ohne eine Zwischenlagerung an den Verwendungsort transportiert und in die vorbereiteten Schlitzwände bzw. Bohrpfähle 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).

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.

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.

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.fskb.ch.

2 LCA: Rechenregeln

2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m^3 Sorte P2-Beton.

Tabelle 4: Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m^3
Dichte (Mittelwert)	ca. 2'410	kg/m^3

Die Durchschnittsbildung für die die Betonsorte P2 erfolgt dabei gewichtet nach den Produktionsmengen der einzelnen Werke.

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, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) zuzüglich der Module C1-C4 und des Moduls D (Abbildung 2). Die Phasen A4/A5 bzw. B sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abbildung 2 bzw. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** nur informativ dargestellt.

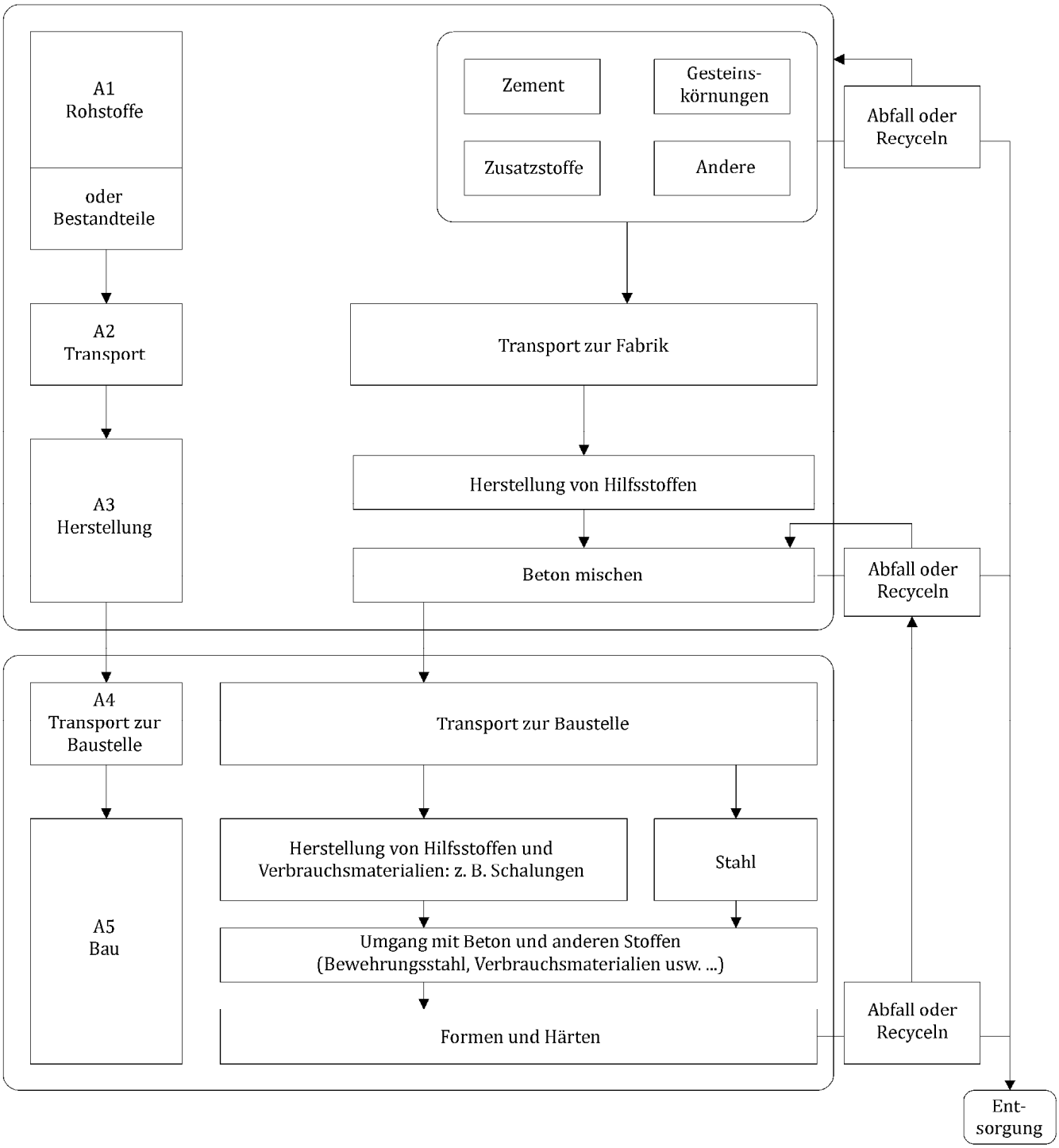

Abbildung 1: Systemgrenzen A1 – A5 für Transport und Baustellenbeton [9]

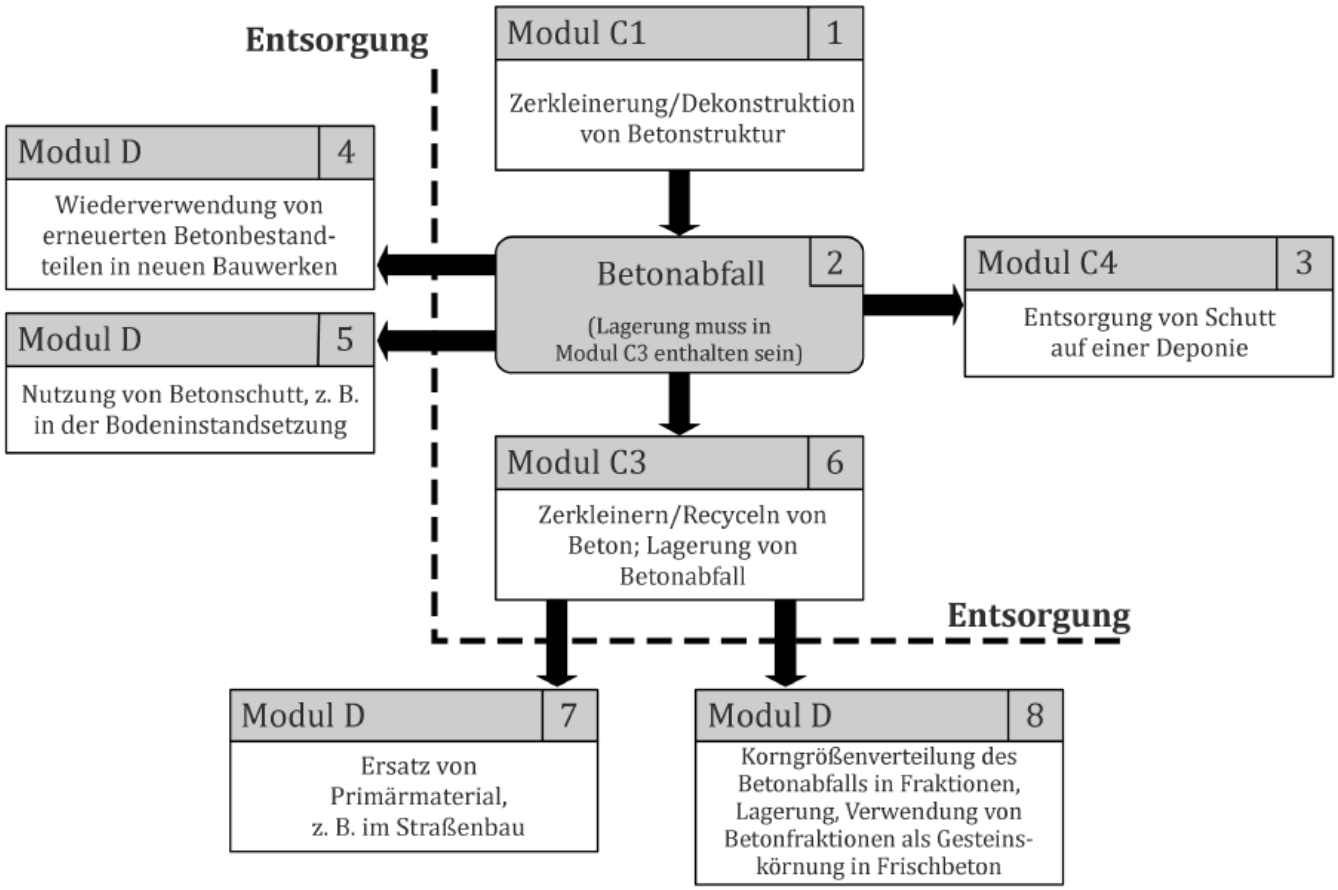

Abbildung 2: Typische Prozesse im Entsorgungsstadium von Betonelementen und deren Zuordnung zu den Lebenszyklusmodulen C1-C4 und D (Transportprozesse werden nicht gezeigt) [9]

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 berücksichtig.

A1 Herstellung von Rohmaterialien und Bestandteilen

Für Sorte P2-Betone 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- 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 in Werken 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 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 [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 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 ersetz 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 2022 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. Als Software diente der, von der Firma floGecoGmbH erstellte, Ökobilanzrechner für Betone (Version 21.02.2023) [14]. Die genauen Verweise zu den Hintergrunddaten sind im Hintergrundbericht [5] in Anhang I aufgeführt.

2.6 Datenqualität

Alle wesentlichen Daten wie Energie- und Rohstoffverbrauch, Hilfsstoffe, Abfälle und Infrastruktur innerhalb der Systemgrenze wurden von den analysierten Werken zur Verfügung gestellt. Dazu wurde ein mit dem Auftraggeber abgestimmter Fragebogen verwendet. Die erhobenen Daten wurden in Gesprächen mit den einzelnen Herstellern hinterfragt bzw. diskutiert und anschließend ausgewertet.

Die Daten sind aktuell (Jahresmittel über das Produktionsjahr 2020). 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.

Bezüglich Repräsentativität der EPD-Ergebnisse siehe Kapitel 6.

2.7 Betrachtungszeitraum

Die verwendeten Daten entsprechen dem Jahresdurchschnitt des Produktionsjahres 2020.

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 Sorte P2-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 [15] und SN EN 16908 [16] mit Netto-CO_2-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) 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+A2 [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/m³
Hilfsmittel für den Rückbau	2 Hydraulikbagger (1 x mit Betonzange, 1 x mit Tieflöffel)	-
Wasserbedarf	-	m³/m³
Sonstiger Ressourceneinsatz	-	kg/m³
Stromverbrauch	-	kWh/m³
Weiterer Energieträger: Diesel	15,28	MJ/m³
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes	-	kg/m³
Output-Stoffe infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung	-	kg/m³
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOC), Boden und Wasser	-	kg/m³

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	2'410	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	2'410	kg $_{\text{getrennt}}$
	-	kg $_{\text{gemischt}}$
Rückholverfahren, spezifiziert nach Art	-	kg $_{\text{Wiederverwendung}}$
	2'410	kg $_{\text{Recycling}}$
	-	kg $_{\text{Energierückgewinnung}}$
Deponierung, spezifiziert nach Art	-	kg $_{\text{Deponierung}}$

3.5 Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

D Nutzen und Lasten außerhalb der Systemgrenze

Szenarien für Wiederverwendung bzw. Recycling sind:

- Zerkleinerter Beton ersetz 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.

4 LCA: Ergebnisse

Tabelle 9: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTEL-LUNGS-PHASE			ERRICH-TUNGS-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 deklarierter 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	213,616	5,560	0,673	219,849	7,278	9,287	0,000	0,198	-6,368
GWP-fossil	kg CO_2 äquiv	213,377	5,547	0,591	219,515	7,274	9,275	0,000	0,197	-6,072
GWP-biogen	kg CO_2 äquiv	0,385	0,010	0,080	0,475	0,003	0,008	0,000	0,001	-0,287
GWP-luluc	kg CO_2 äquiv	0,030	0,003	0,000	0,033	0,001	0,004	0,000	0,000	-0,003
ODP	kg CFC-11 äquiv	1,44E-06	1,21E-06	6,56E-08	2,72E-06	1,55E-06	2,15E-06	0,00E+00	9,77E-08	-1,05E-06
AP	mol H^+ äquiv	4,24E-01	1,85E-02	1,92E-03	4,45E-01	7,56E-02	2,64E-02	0,00E+00	1,94E-03	-5,43E-02
EP-Süsswasser	kg PO_4^{3-} äquiv	4,82E-03	5,00E-04	1,54E-04	5,47E-03	2,25E-04	6,08E-04	0,00E+00	1,12E-05	-1,04E-03
EP-Salzwasser	kg N äquiv	1,29E-01	4,35E-03	1,03E-03	1,34E-01	3,35E-02	5,35E-03	0,00E+00	7,31E-04	-2,35E-02
EP-Land	mol N äquiv	1,577	0,047	0,004	1,628	0,367	0,058	0,000	0,008	-0,238
POCP	kg NMVOC äquiv	4,11E-01	1,66E-02	1,35E-03	4,29E-01	1,01E-01	2,24E-02	0,00E+00	2,30E-03	-6,61E-02
ADP-Mineralien und Metalle	kg Sb äquiv	6,50E-05	2,56E-05	7,03E-06	9,77E-05	3,74E-06	3,29E-05	0,00E+00	3,85E-07	-4,71E-05
ADP-fossile Energieträger	MJ H_u	718,001	87,365	16,742	822,107	99,788	140,626	0,000	6,388	-109,227
WDP	m3 Welt äquiv entzogen	12437,271	0,398	-0,464	12437,204	0,156	0,428	0,000	0,020	-1,805
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	2,53E-06	4,61E-07	1,89E-08	3,01E-06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IRP*	kBq U235 äquiv	8,650	0,743	0,797	10,190	0,450	0,725	0,000	0,031	-2,435
ETP-fw*	CTUe	1,55E+03	7,39E+01	2,14E+01	1,65E+03	58,382	110,377	0,000	3,538	-120,533
HTP-c*	CTUh	2,00E-08	3,69E-09	5,47E-10	2,43E-08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
HTP-nc*	CTUh	1,91E-06	7,45E-08	1,09E-08	1,99E-06	4,23E-08	1,12E-07	0,00E+00	1,67E-09	-8,75E-08
SQP*	Punkte	-5,439	66,883	2,510	63,953	1,27E+01	9,80E+01	0,00E+00	1,42E+01	6,09E+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 Ressorceneinsatzes

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ H_u	94,728	14,304	11,889	120,921	0,561	2,010	0,000	0,130	-34,547
PERM	MJ H_u	0,214	0,000	0,000	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PERT	MJ H_u	94,942	14,304	11,889	121,135	0,561	2,010	0,000	0,130	-34,547
PENRE	MJ H_u	882,214	87,367	16,741	986,323	99,789	140,629	0,000	6,388	-109,229
PENRM	MJ H_u	8,537	0,000	0,000	8,537	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ H_u	890,751	87,367	16,741	994,860	9,98E+01	1,41E+02	0,00E+00	6,39E+00	-1,09E+02
SM	kg	191,857	0,000	0,000	191,857	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	1,759	0,382	-0,600	1,541	1,62E-01	4,30E-01	0,00E+00	1,78E-02	-1,52E+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

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	7,79E-04	2,16E-04	1,74E-05	1,01E-03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
NHWD	kg	3,316	4,209	1,898	9,423	0,136	7,366	0,000	46,469	-0,925
RWD	kg	6,46E-03	1,22E-03	3,67E-04	8,05E-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	2,28E+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 Beton Sorte P2.

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).

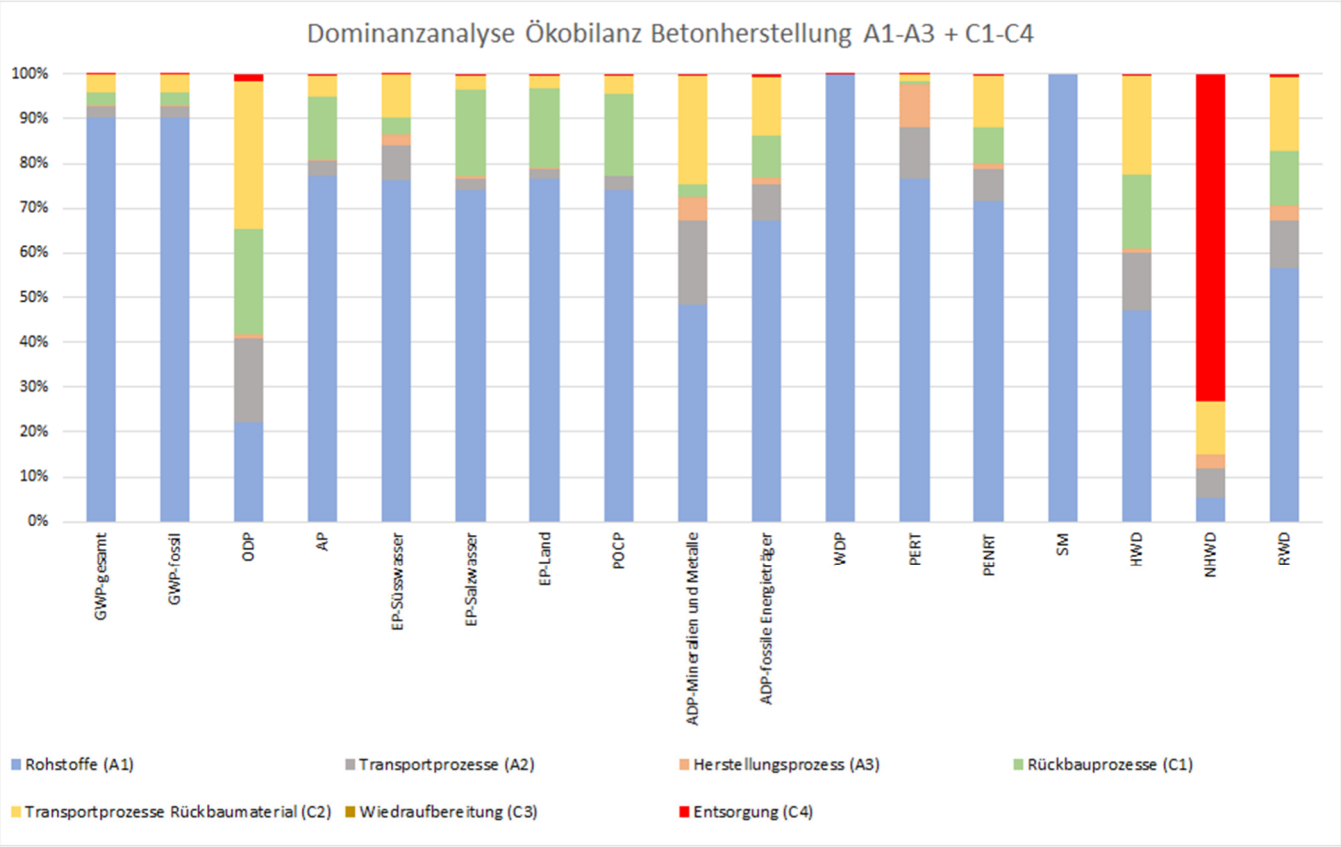

Abbildung 3: Dominanzanalyse betrachtete Lebenszyklusphasen (A1-C4)

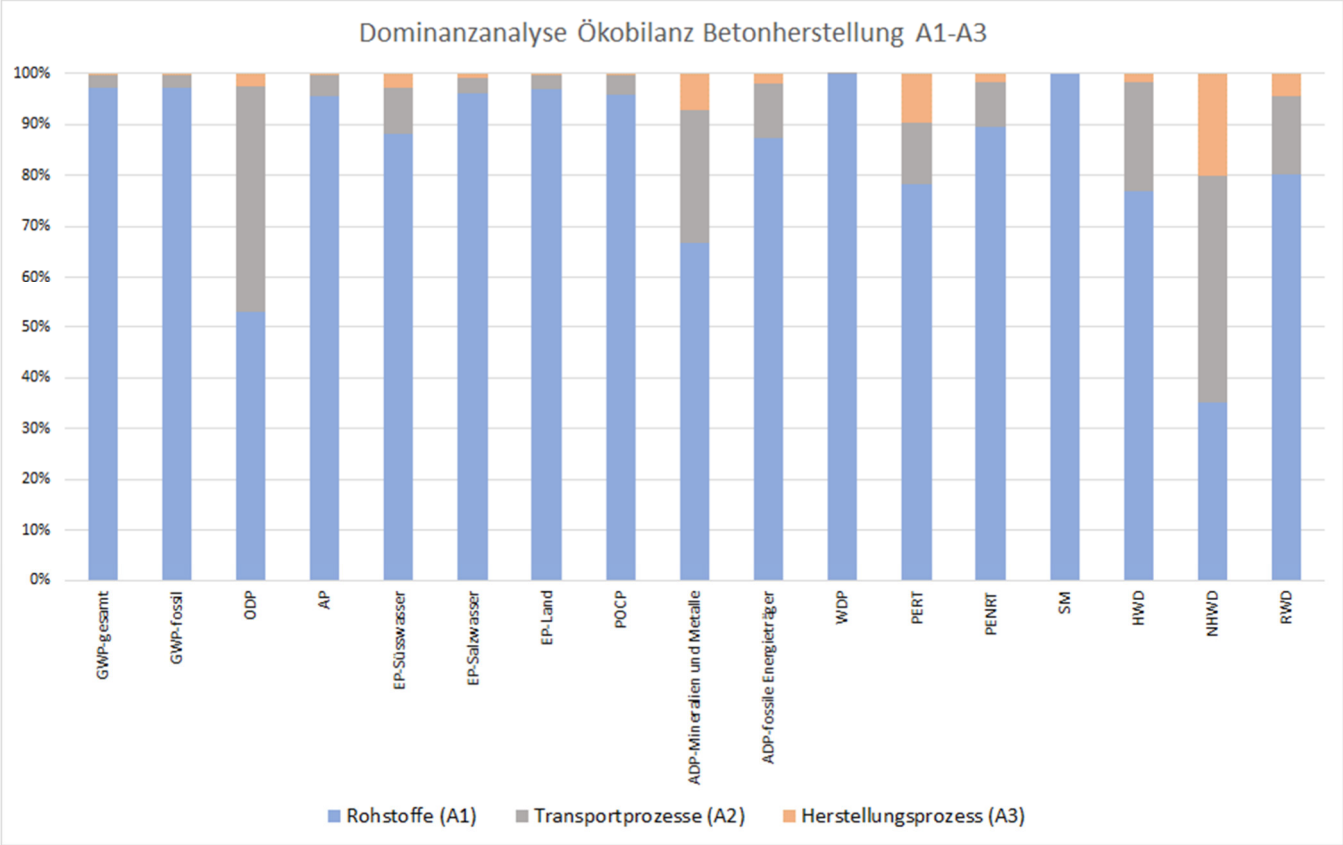

Abbildung 4: Dominanzanalyse Herstellung (A1-A3)

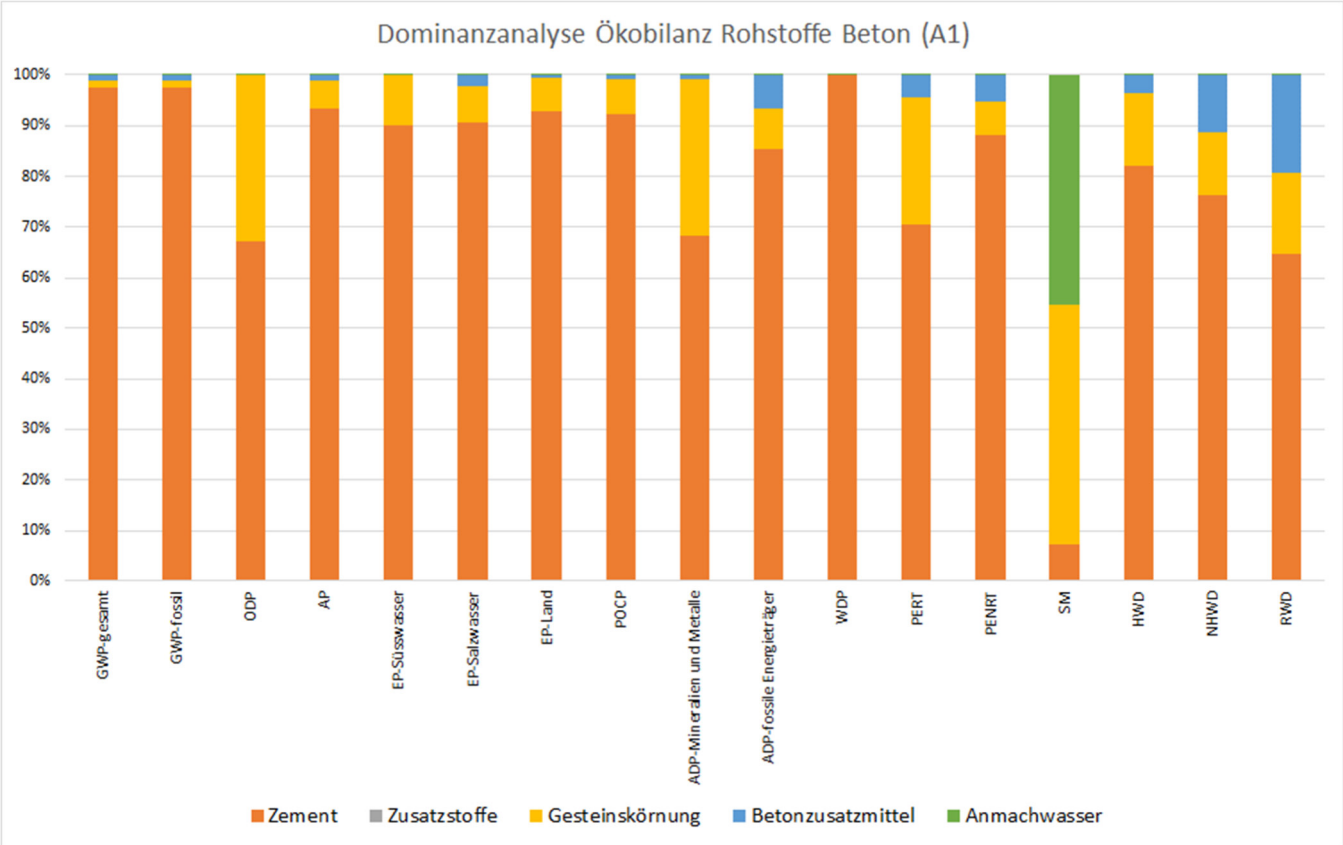

Abbildung 5: Dominanzanalyse Rohstoffe (A1)

6 Darstellung der Repräsentativität von Durchschnitts-EPD

6.1 Markt

Die EPD bezieht sich auf die Werke der FSKB-Mitglieder, welche Sorte P2-Beton produzieren. Gemäss Homepage sind ca. 500 Betonwerke Mitglied beim FSKB. Dies sind deutlich über 95 % der Schweizer Betonwerke.

6.2 Liste aller Werke und Produkte

Tabelle 15: Produktionsmengen der analysierten Werke (anonymisiert)

Werk	*Gesamt [m³]*	*Sorte P2 [m³]*
1	*68900*	5951
2	*16800*	0
3	*24800*	0
4	*95000*	3021
5	*21700*	0
6	*74730*	800
7	*46500*	700
8	*49500*	100
9	*63000*	150
10	*84231*	0
11	*55584*	0
12	*36000*	18
13	*49176*	0
14	*71000*	19
15	*37000*	117
16	*35581*	0
17	*25910*	0
18	*34203*	0
19	*32800*	0
20	*75677*	2
21	*84511*	2799
Summe [m³]	***1'082'604***	***13'677***

6.3 Hinweise bezüglich nicht betrachteter Werke

Die Bestimmung der Anzahl der Werke, welche die jeweiligen untersuchten Betone produzieren, ist dem FSKB mit dem ihm vorliegenden Datenmaterial nicht möglich.

Bei den analysierten Werken wurde darauf geachtet, dass sowohl Grosskonzerne, mittelständische Firmen als auch Kleinbetriebe untersucht werden. Grosskonzerne besitzen häufig auch mittelgrosse Werke, von denen einige auch in dieser Studie untersucht wurden.

Der Gesamtausstoss in den 21 untersuchten Werken (der Gesamtstudie) beträgt 1.08 Mio. m³ an Beton (siehe Tabelle 10). Das sind 7 % des Gesamtausstosses an Beton in der Schweiz im Jahr 2020 (15.5 Mio. m³).
Basierend auf der breiten Auswahl an Werks- und Betriebsgrössen bzw. aufgrund der analysierten Produktionsmenge können die EPD-Ergebnisse und die dazugehörigen Untersuchungen als repräsentativ bezeichnet werden. Weitere Ausführungen zur Repräsentativität im Hintergrundbericht Durchschnitts-EPD FSKB-Sorte A bis P2 [5].

6.4 Repräsentativität der EPD-Ergebnisse

Die EPD-Ergebnisse sind repräsentativ für sämtliche Werke der FSKB-Mitglieder, welche die analysierten Betone produzieren. Deshalb wurde versucht eine breite Auswahl an Werken zu analysieren (Klein- Mittel, Grossbetriebe), welche geographisch gleichmässig über die Schweiz verteilt sind und «State of the Art»-Technologien zur Betonproduktion anwenden.

6.5 Weitere Hinweise zu erforderlichen Angaben im EPD-Dokument:

a) Technische und funktionale Eigenschaften *Siehe Kapitel 1.3.*

b) Zusammensetzung, Grundstoffe – Durchschnittswerte
Siehe Tabelle 3.

c) Einsatzgebiet, Verwendungszweck
Siehe Kapitel 1.2.

7 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: 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] 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.; Künninger, T. et al.*: Life Cycle Inventories of Bilding Products. ecoinvent center, Dübendorf, 2007.

[11] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM I - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.

[12] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/A - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.

[13] *cemsuisse*: Schweizer Zement CEM II/B - Umweltdeklaration nach EN 15804+A2. cemsuisse, Bern, 2022.

[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 Mail Web	+41 31 326 26 36 info@sugb.ch www.sugb.ch
	Programmbetreiber SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe Schwanengasse 12 CH-3011 Bern Schweiz	Tel Mail Web	+41 31 326 26 36 info@sugb.ch www.sugb.ch
	Ersteller der Ökobilanz FSKB Schwanengasse 12 3011 Bern	Tel Mail Web	+41 31 326 26 26 info@fskb.ch www.fskb.ch
	Inhaber der Deklaration FSKB – Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie Schwanengasse 12 CH-3011 Bern Schweiz	Tel Mail Web	+41 31 326 26 26 info@fskb.ch www.fskb.ch