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-2018-1-ECOINVENT
DEKLARATIONSNUMMERECOPLATFORM	00001218
AUSSTELLUNGSDATUM	01.10.2018
GÜLTIG BIS	01.10.2023

Durchschnitts-EPD für Gesteinskörnungen

Natürliche GK 0/4 mm, rund
Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen
Natürliche GK 4/x mm, rund
Natürliche GK 4/x mm, gebrochen
Rezyklierte GK 0/x mm

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Angaben ... 3
1 Produkt ... 4
1.1 Allgemeine Produktbeschreibung ... 4
1.2 Anwendung ... 4
1.3 Technische Daten ... 5
1.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften ... 6
1.5 Lieferzustand ... 7
1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe ... 7
1.7 Herstellung ... 8
1.8 Produktverarbeitung / Installation ... 8
1.9 Verpackung ... 8
1.10 Nutzungszustand ... 9
1.11 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung ... 9
1.12 Referenznutzungsdauer (RSL) ... 9
1.13 Nachnutzungsphase ... 9
1.14 Entsorgung ... 9
1.15 Weitere Informationen ... 9
2 LCA: Rechenregeln ... 10
2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit ... 10
2.2 Systemgrenze ... 10
2.3 Abschätzungen und Annahmen ... 12
2.4 Abschneideregeln ... 12
2.5 Hintergrunddaten ... 12
2.6 Datenqualität ... 12
2.7 Betrachtungszeitraum ... 12
2.8 Allokation ... 12
2.9 Vergleichbarkeit ... 13
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 ... 13
3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus ... 14
4 LCA: Ergebnisse ... 15
4.1 LCA: Ergebnisse – Natürliche Gesteinskörnung 0/4 mm, rund ... 15
4.2 LCA: Ergebnisse – Natürliche Gesteinskörnung 0/4 mm, gebrochen ... 16
4.3 LCA: Ergebnisse – Natürliche Gesteinskörnung 4/x mm, rund ... 17
4.4 LCA: Ergebnisse – Natürliche Gesteinskörnung 4/x mm, gebrochen ... 18
4.5 LCA: Ergebnisse – Rezyklierte Gesteinskörnung 0/x mm ... 19
5 LCA: Interpretation ... 20
6 Darstellung der Repräsentativität von Durchschnitts-EPD ... 23
7 Literaturhinweise ... 25

Allgemeine Angaben

Name des Herstellers

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

Deklarationsnummer
FSKB-2018-1-ECOINVENT

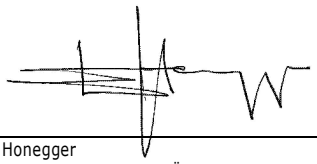
Deklarationsart lt. SN EN 15804
von der Wiege bis zum Werkstor

Die vorliegende EPD basiert auf den Produktkategorieregeln (PKR):
PCR Anleitungstexte für Gesteinsbaustoffe, PCR-Code 1.4.1-1, Stand 02.05.2018 [1]
Die PCR wurden durch das PKR-Gremium des EPD-Programms des SÜGB geprüft bzw. zugelassen und erfüllen die Vorgaben der SN EN ISO 14025 [2] und SN EN 15804 [3].

Ausstellungsdatum
01.10.2018

Gültig bis
01.10.2023

Ersteller der Ökobilanz
Dr. Florian Gschösser – floGeco
Hinteranger 61d
A-6161 Natters
Österreich



Ernst Honegger
Leiter Programmbetreiber SÜGB

Prof. Dr. Susanne Kytzia
Stellvertretende Vorsitzende PKR-Gremium

Name des Produktes

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

Deklarierte Produkte/deklarierte Einheit
Natürliche GK 0/4 mm, rund
Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen
Natürliche GK 4/x mm, rund
Natürliche GK 4/x mm, gebrochen
Rezyklierte GK 4/x mm

Deklarierte Einheit
1 Tonne der jeweiligen Gesteinskörnung

Gültigkeitsbereich:
Die hier publizierten Durchschnittsdaten sind repräsentativ für Durchschnitts-Produkte der jeweiligen Gesteinskörnung 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 für die untersuchten Gesteinskörnungen.

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

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

Daniel Kellenberger – Intep Integrale Planung GmbH,
Unabhängiger Prüfer vom PKR-Gremium bestellt

Prof. Simone Stürwald, Hochschule für Technik, Rapperswil
Unabhängiger Prüfer vom PKR-Gremium bestellt

1 Produkt

1.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Betrachtet werden die Gesteinskörnungen

- Natürliche GK 0/4 mm, rund
- Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen
- Natürliche GK 4/x* mm, rund
- Natürliche GK 4/x* mm, gebrochen
- Rezyklierte GK 4/x* mm.

* Für diese Gesteinskörnungen wird kein Größtkorn (D_{max}) festgesetzt. Sie umfassen Körnungen ab 4 mm bis hin zu den grössten in den Werken produzierten Körnungen (bis hin zu Körnungen mit D_{max} 63 mm – z.B. Gleisschotter) untereilt nach Rundkorn, gebrochenem Korn und rezykliertem Korn.

Natürliche Gesteinskörnungen bestehen aus mineralischen Vorkommen, welche mechanisch aufbereitet wurden. Natürliche Gesteinskörnungen werden aus Kiesgruben (Rundkorn & Kantkorn), Steinbrüchen (Kantkorn – gebrochen) oder vom Gewässeruntergrund (Rundkorn & Kantkorn) gewonnen.

Rezyklierte Gesteinskörnungen entstehen durch die Aufbereitung anorganischen Materials, das zuvor als Baustoff eingesetzt wurde (Sekundärstoffe). Hierzu zählen ausgebaute und mechanisch aufbereitete Betone, Asphalte sowie aufbereitetes Mauerwerk (Ziegel).

In Werken von FSKB-Mitgliedern werden keine ausgebauten Asphaltbaustoffe aufbereitet. Die analysierten Werke, die rezyklierte Gesteinskörnungen produzieren, bereiten (bis auf eines) rein ausgebauten Beton auf (Grenzwerte nach SN 640 743a «Verwertung von Betonabbruch [4]). Ein Werk hat die Ausgangstoffe für rezyklierte Gesteinskörnungen mit 75 % Beton und 25 % Mischabbruch angegeben.

Die in dieser Studie untersuchten rezyklierten Gesteinskörnungen konnten nicht in die Fraktionen 0/4 mm und 4/x mm getrennt werden.

Gesteinskörnungen werden generell als «feuchtes Produkt» verkauft, d.h. 1 Tonne Gesteinskörnung beinhaltet immer einen gewissen Prozentsatz an Feuchtigkeitsgehalt aus dem Produktionsprozess bzw. der Lagerung.

1.2 Anwendung

Gesteinskörnungen werden als Rohstoff für Beton (SN EN 12620 [5], SN 670 102b-NA [6]), Mörtel (SN EN 13139 [7], SN-670 101-NA [8]) und Asphalt (SN EN 13043 [9], SN 670 103b-NA [10]) angewandt.
Außerdem kommen sie als ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische (SN EN 13242 [11], SN 670119-NA [12], SN EN 13285 [13], SN EN 670 119-NA [14]) bzw. als Gleisschotter (SN EN 13450 [15], SN 670 110-NA [16]) zum Einsatz.

Für die verschiedenen Verwendungszwecke werden die tatsächlich angewandten Gesteinskörnungen entsprechend den geforderten Materialeigenschaften aus verschiedenen Kornklassen kombiniert (Sieblinie). Von den analysierten Werken wurde abgefragt, für welche Anwendungen die in dieser Untersuchung analysierten Gesteinskörnungen zum Einsatz kommen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Anwendungen der Gesteinskörnungen

Anwenung	Rundkorn 0/4	Kantkorn 0/4	Rundkorn 4/x	Kantkorn 4/x	Rez. GK 0/x
B	x	x	x	x	x
A	x	x	x	x	
M	x	x	x	x	
hgG	x	x	x	x	
uG	x	x	x	x	x
GS			x		
Erläuterung	B ... Beton, A ... Asphalt, M ... Mörtel, hgG ... hydraulisch gebundenes Gemisch, uG ... ungebundenes Gemisch, GS ... Gleisschotter				

1.3 Technische Daten

In Tabelle 2 bis Tabelle 6 sind die technischen Daten zu den untersuchten Gesteinskörnungen dargestellt (Durchschnittswerte und Bandbreite).

Die Durchschnittsbildung für die erhobenen Schüttdichten der einzelnen Gesteinskörnungen erfolgt dabei gewichtet nach den Produktionsmengen der einzelnen Werke. Die Schüttdichte wird als Verhältnis von Masse zu Volumen (inklusive der Poren) im losen Zustand, d.h. in lockerster Lagerung der Gesteinskörnung, definiert.

Die Lagerungsdichte (auch als Rohdichte oder Raumgewicht bezeichnet) beschreibt das Verhältnis von Masse zu Volumen (inklusive mit Wasser oder Luft gefülltem Porenraum) so wie es in der Natur (in-situ) vorkommt (gewachsener Boden).Die Umrechnung von der Schüttdichte zur Lagerungsdichte erfolgt über einen Literaturwert für den zur Gesteinskörnung zugehörigen Lösefaktor (DIN 24095, Erdbaumaschinen; Leistungsermittlung; Begriffe, Einheiten, Formelzeichen [17]). Der Lösefaktor beschreibt den Zusammenhang zwischen den Volumen von gewachsenen und gelockerten Böden.

Tabelle 2: Technische Daten Natürliche GK 0/4 mm, rund

Bezeichnung	Wert	Einheit
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt 4 %)	1,52	t/m³
Bandbreite Schüttdichte	1,38 bis 1,61	t/m³
Lösefaktor α_L	0,89	
Durchschnittliche Lagerungsdichte	1,71	t/m³
Bandbreite Lagerungsdichte	1,55 bis 1,81	t/m³
Korngrösse		
Bezeichnung	(0/4)	mm

Tabelle 3: Technische Daten Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen

Bezeichnung	Wert	Einheit
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt 4 %)	1,50	t/m³
Bandbreite Schüttdichte	1,37 bis 1,53	t/m³
Lösefaktor α_L	0,89	
Durchschnittliche Lagerungsdichte	1,69	t/m³
Bandbreite Lagerungsdichte	1,54 bis 1,72	t/m³
Korngrösse		
Bezeichnung	(0/4)	mm

Tabelle 4: Technische Daten Natürliche GK 4/x mm, rund

Bezeichnung	Wert	Einheit
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt 2 %)	1,63	t/m³
Bandbreite Schüttdichte	1,49 bis 1,66	t/m³
Lösefaktor α_L	0,89	
Durchschnittliche Lagerungsdichte	1,83	t/m³
Bandbreite Lagerungsdichte	1,68 bis 1,87	t/m³
Korngrösse		
Bezeichnung	(4/x) [g]	mm

Tabelle 5: Technische Daten Natürliche GK 4/x mm, gebrochen

Bezeichnung	Wert	Einheit
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt 2 %)	1,39	t/m³
Bandbreite Schüttdichte	1,30 bis 1,44	t/m³
Lösefaktor α_L	0,89	
Durchschnittliche Lagerungsdichte	1,56	t/m³
Bandbreite Lagerungsdichte	1,46 bis 1,62	t/m³
Korngrösse		
Bezeichnung	(4/x)	mm

Tabelle 6: Technische Daten Rezyklierte GK 0/x mm

Bezeichnung	Wert	Einheit
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt 4 %)	1,53	t/m³
Bandbreite Schüttdichte	1,50 bis 1,56	t/m³
Lösefaktor α_L	0,89	
Durchschnittliche Lagerungsdichte	1,69	t/m³
Bandbreite Lagerungsdichte	1,69 bis 1,75	t/m³
Korngrösse		
Bezeichnung	(0/x)	mm

1.4 Produktrelevanten Normen, Regelwerke und Vorschriften

Die für Gesteinskörnungen geltenden Produktnormen in der Schweiz sind in Tabelle 7 angeführt.

Tabelle 7: Normen für Gesteinskörnungen in der Schweiz

Norm	Titel
SN 670 050	Gesteinskörnungen – Grundnorm [18]
SN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton [5]
SN 670 102b-NA	Gesteinskörnungen für Beton – Nationaler Anhang [6]
SN EN 13139	Gesteinskörnungen für Mörtel [7]
SN-670 101-NA	Gesteinskörnungen für Mörtel – Nationaler Anhang [8]
SN EN 13043	Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlung für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen [9]
SN 670 103b-NA	Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlung für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen – Nationaler Anhang [10]
SN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Strassenbau [11]
SN 670 119a-NA	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Strassenbau – Nationaler Anhang [12]
SN EN 13285	Ungebundene Gemische – Anforderungen [13]
SN EN 670 119-NA	Ungebundene Gemische – Anforderungen – Nationaler Anhang [14]
SN EN 13450	Gesteinskörnungen für Gleisschotter [15]
SN 670 110-NA	Gesteinskörnungen für Gleisschotter – Nationaler Anhang [16]
SN 670 071	Recycling – Grundnorm [19]

1.5 Lieferzustand

Gesteinskörnungen werden nach dem Erreichen der gewünschten Korngröße in den Werken getrennt nach Kornklassen (ergibt sich aus oberem und unterem Sieb bei Siebklassifizierung) in Boxen, Silos bzw. ohne Überdachung (Halden) gelagert. Entsprechend der gewünschten Sieblinie werden die verschiedenen Kornklassen bereits im Werk der Gesteinskörnungsproduktion bzw. im Werk für den Folgebaustoff (Beton, Asphalt) zu einem Korngemisch kombiniert. Der Transport der Gesteinskörnungen erfolgt je nach Anwendung mit LKW bzw. in Asphalt- und Betonwerken auch mit Förderbändern oder Radladern.

1.6 Grundstoffe / Hilfsstoffe

Die analysierten Durchschnittsprodukte enthalten keine „besonders besorgniserregenden Stoffe der Kandidatenliste für die Zulassung nach REACH, Stand [15.01.2018]" [20].

Tabelle 8: Grundstoffe Natürliche GK 0/4 mm, rund in Masse-%

Bestandteile:	**Massen %**
Natürlicher Sand [1)]	96 %
Wasser [2)]	4 %

[1)] Rundkorn aus Kiesgruben und Gewässer
[2)] Feuchtegehalt der Gesteinskörnung

Tabelle 9: Grundstoffe Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen in Masse-%

Bestandteile:	**Massen %**
Natürliche, gebrochene Zuschlagstoffe [3)]	96 %
Wasser [4)]	4 %

[3)] Kantkorn aus Kiesgruben (gebrochenes Rundkorn) und Steinbrüchen
[4)] Feuchtegehalt der Gesteinskörnung

Tabelle 10: Grundstoffe Natürliche GK 4/x mm, rund in Masse-%

Bestandteile:	**Massen %**
Natürlicher Rundkies [5)]	98 %
Wasser [6)]	2 %

[5)] Rundkorn aus Kiesgruben und Gewässer
[6)] Feuchtegehalt der Gesteinskörnung

Tabelle 11: Grundstoffe Natürliche GK 4/x mm, gebrochen in Masse-%

Bestandteile:	**Massen %**
Natürliche, gebrochene Zuschlagstoffe [7)]	98 %
Wasser [8)]	2 %

[7)] Kantkorn aus Kiesgruben (gebrochenes Rundkorn) und Steinbrüchen
[8)] Feuchtegehalt der Gesteinskörnung

Tabelle 12: Grundstoffe Rezyklierte GK 0/x mm in Masse-%

Bestandteile:	**Massen %**
Betongranulat [9)]	85,2 %
Mischabbruchgranulat [10)]	7,6 %
Asphaltgranulat [11)]	max. 2,9 %
Fremdstoffe [12)]	max. 0,3 %
Wasser [13)]	4 %

[9)] **Kantkorn aus aufbereitetem Beton**
[10)] **Kantkorn aus aufbereitetem Mischabbruch**
[11)] **Kantkorn aus aufbereitetem Asphalt**
[12)] **Stoffe fremder Herkunft (wie Metalle und Kunststoffe)**
[13)] **Feuchtegehalt der Gesteinskörnung**

1.7 Herstellung

Die untersuchten natürlichen Gesteinskörnungen werden aus Kiesgruben (Rundkorn & Kantkorn), Steinbrüchen (Kantkorn – gebrochen) oder vom Gewässeruntergrund (Rundkorn & Kantkorn) gewonnen. Die Gewinnung erfolgt bis auf ein Werk mit Abbaugeräten (z.B. Hydraulikbagger). In einem Steinbruch erfolgt die Gewinnung der Gesteinskörnung mit Sprengstoff. Hierzu ist anzumerken, dass in der Schweiz generell nur mehr sehr wenige Werke existieren in denen Gesteinskörnungen mit Sprengstoff gewonnen werden.

Die Herstellungsprozesse gliedern sich allgemein in:

- Gesteinsgewinnung
- Brechen zur Korngrößenverringerung (evtl. mehrstufig)
- Waschen (Auswaschen von Ton- und Kleinstpartikeln – Abschlämmbares Material in Schlammbecken oder Schlammpresse)
- Klassieren nach Korngröße (evtl. mehrstufig)
- Lagerung auf Halden oder in Behältern
- Verwertung von abschlämmbaren Material

In jenen Werken in denen kein Schlammbecken zur Verwertung von abschlämmbaren Material zur Anwendung kommt, wird alternativ eine Schlammpresse eingesetzt.

Ein Grossteil der gebrochenen Gesteinskörnungen wird aus gebrochenen Rundkorn hergestellt.

Abbildung 1 (Kapitel 2.2) **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**zeigt das Schema der Herstellungsprozesse inklusive der relevanten Inputs und Outputs bzw. der Systemgrenzen für den Herstellungsprozess (rote Strichlinie). Die blaue Strichlinie zeigt die Systemgrenze für Recycling-Zuschlagstoffe. Bei Recycling-Zuschlägen wird die Systemgrenze dort gesetzt, wo der Sekundärrohstoff das „Ende der Abfalleigenschaften" erreicht hat. Das Ende der Abfalleigenschaften wird über 4 Kriterien festgelegt (SN EN 15804 – Anhang B [3]).

1.8 Produktverarbeitung / Installation

Die Produktverarbeitung und Installation von Gesteinskörnungen hängt stark von den möglichen bzw. geplanten Einsatzzwecken der Gesteinskörnung ab (Rohmaterial für Baustoffe bzw. direkt als Baustoff).

Wird die Gesteinskörnung als Rohstoff für einen weiteren Baustoff (z.B. Beton, Mörtel, Asphalt, hydraulisch gebundene Gemische) eingesetzt, so erfolgt die Verarbeitung im Zuge der Produktion des Baustoffs entweder in einem Mischwerk oder in situ auf der Baustelle.

Wird die Gesteinskörnung als eigener Baustoff (z.B. als ungebundenes Gemisch oder Gleisschotter) angewandt, so erfolgt die Installation mit entsprechenden Einbau- (Bagger, Radlader, etc.) und Verdichtungsgeräten (Walzen, Grader, Stampfer, etc.).

1.9 Verpackung

In der Regel werden Gesteinskörnungen lose (ohne Verpackungsmaterial) ausgeliefert.

1.10 Nutzungszustand

Bei Gesteinskörnungen als Baustoff (z.B. ungebundene Fundationsschicht im Straßenoberbau) treten bei ordnungsgemäßer Planung, sach- und fachgerechtem Einbau und störungsfreier Nutzung keine Änderungen der stofflichen Zusammensetzung über den Zeitraum der Nutzung auf.
Wird die Gesteinskörnung als Rohstoff für weitere Bauprodukte (z.B. Beton) verwendet, so ist eine Betrachtung der Nutzungsphase bzw. des Nutzungszustands der Gesteinskörnung selbst nicht mehr möglich und hat in der EPD des Folgebauprodukts zu erfolgen.

1.11 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Von Gesteinskörnungen gehen keine bekannten Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit aus.

Wird die Gesteinskörnung als Rohstoff für weitere Bauprodukte (z.B. Beton) verwendet, so hat eine Betrachtung der Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit während der Nutzung in der EPD des Folgebauprodukts zu erfolgen.

1.12 Referenznutzungsdauer (RSL)

In der EPD wird die Nutzungsphase nicht deklariert (Betrachtung «von der Wiege bis zum Werktor» – A1-A3), bzw. wird aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten der analysierten Gesteinskörnungen keine Angaben zur RSL gemacht.

1.13 Nachnutzungsphase

Wird die Gesteinskörnung als Rohstoff für weitere Bauprodukte (z.B. Beton, hydraulisch gebundenes Gemisch, Asphalt) verwendet, so richten sich die Möglichkeiten der Nachnutzung nach den Anwendungen der Bauprodukte. Prinzipiell können Betone, hydraulisch gebundene Gemische und Asphalte so aufbereitet werden, dass Sie als Sekundärrohstoff in die Materialproduktion rückgeführt werden. Dies gilt auch für wiederaufbereitete ungebundene Schichten und Gleisschotter.

Außerdem werden Betongranulate, Asphaltgranulate, Mischgranulate und auch wiederaufbereitete ungebundene Gemische bzw. Gleisschotter als ungebundene Schichten (z.B. im Straßenbau) wiederverwendet.

1.14 Entsorgung

Prinzipiell wird versucht Gesteinskörnungen aber auch rezyklierte Gesteinskörnungen aus Beton, hydraulisch gebundenen Gemischen und Asphalten in den Materialproduktionsprozess zurückzuführen.

Falls Gesteinskörnungen bzw. Bauprodukte mit Gesteinskörnungen als Rohstoffe nicht praktikabel rezykliert werden können, werden diese einer Entsorgung auf einer Inertabfall- oder Baurestmassendeponie zugeführt.

Der VeVA-Code (Verordnung über den Verkehr mit Abfällen [21]) bzw. die EAK-Abfallschlüsselnummer [22] für «Abfälle von Kies und Gesteinsbruch» ist 010408. Die Abfallschlüsselnummer für Beton ist 170101, jene für «Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik» 170107 und jene für «Bitumengemische» 170302.

Im Zuge der Herstellung der Gesteinskörnungen werden abschlämmbare Feinteile ausgewaschen. Der im Werk anfallende Schlamm wird entsprechend Artikel 19c der VVEA (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen [23]) zur Wiederauffüllung von Materialentnahmestellen verwertet und wird deshalb nicht als zu entsorgendes Material berücksichtigt.

1.15 Weitere Informationen

Um den Arterhalt von Flora und Fauna zu unterstützen und zu fördern, werden bereits während der Abbauperiode von vielen Kieswerken temporäre ökologische Massnahmen ergriffen. Dazu gehören Laichplätze für seltene Amphiben, Brutplätze für seltene Vogelarten und Insekten sowie unwirtliche Böden für selten gewordene Primärpflanzen, usw., die aktiv professionell unterhalten und teilweise in Lehrpfade für Schulen oder ähnliches integriert werden.

2 LCA: Rechenregeln

2.1 Deklarierte Einheit/ Funktionale Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 t geschüttete Gesteinskörnung inklusive Feuchtegehalt.

Tabelle 13: Deklarierte Einheit Natürliche GK 0/4 mm, rund

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt = 4 %)	1,52	t/m^3

Tabelle 14: Deklarierte Einheit Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt = 4 %)	1,50	t/m^3

Tabelle 15: Deklarierte Einheit Natürliche GK 4/x mm, rund

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt = 2 %)	1,63	t/m^3

Tabelle 16: Deklarierte Einheit Natürliche GK 4/x mm, gebrochen

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt = 2 %)	1,39	t/m^3

Tabelle 17: Deklarierte Einheit Rezyklierte GK 0/x mm

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t
Durchschnittliche Schüttdichte (Feuchtegehalt = 4 %)	1,53	t/m^3

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

2.2 Systemgrenze

Aufgrund der Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten für Gesteinskörnungen erfolgt in dieser EPD eine Betrachtung «von der Wiege bis zum Werktor» (Herstellungsphase – A1-A3, Abbildung 1).

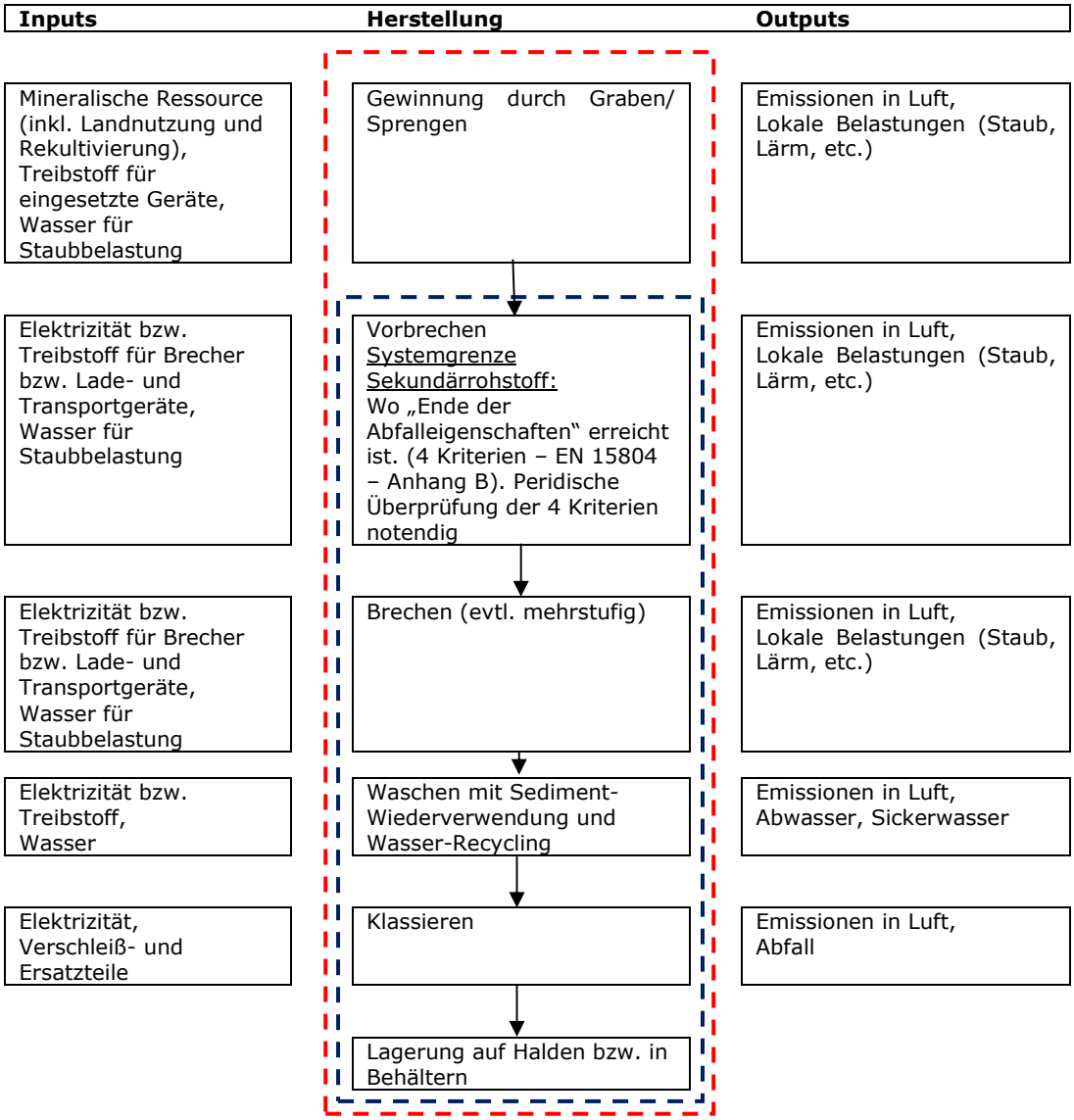


Abbildung 1: Flussdiagramm Herstellungsprozesse

A1-A3:

Die Herstellungsphase beinhaltet generell die Produktionsschritte in den Werken inklusive der Energiebereitstellung mit den dazugehörenden Vorketten, die Herstellung der Rohstoffe und Hilfsstoffe sowie deren Transport ins Werk, die Werksinfrastruktur bzw. -verwaltung (inklusive Trinkwasser- und Heizbedarf) und die Entsorgung der in der Produktion anfallenden Abfälle.

Hinsichtlich der Energiebereitstellung wurde für den Elektrizitätsbedarf Strom auf der Mittelspannungsebene (Übertragung von 1 kWh Strom bei Mittelspannung) und für interne Transporte der Verbrauch an Diesel in den Transportgeräten angesetzt.

Bei der Herstellung der Gesteinskörnungen fallen Materialverluste an, welche sich in abschlämmbares Material und weitere Materialverluste gliedern.

Das in Werken verwendete Prozesswasser wird zum größten Teil aus der Natur entnommen (Grundwasser, Fluss, Regenwasser, etc.) und mit Hilfe von Aufbereitungsmassnahmen so oft wie möglich wiederverwendet. In einzelnen Werken wird zum Teil auch Trinkwasser dem Prozesswasserkreislauf zugeführt. Nicht mehr in den Prozesskreislauf rückgeführtes Prozesswasser versickert zum grössten Teil in der Werksanlage bzw. wird zu einem Teil als Feuchtegehalt mit der Gesteinskörnung ausgetragen.

Die Wasserversorgung für Verwaltungsgebäude (Toilette, etc.) erfolgt entweder mit Trinkwasser oder mit Wasser aus der Natur.

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

Keines der untersuchten Werke konnte Angaben zur Staubentwicklung (Feinstaub) machen. Generell wird jedoch versucht über eine entsprechende Befeuchtung die Staubentwicklung so gering wie möglich zu halten. Eine Sensibilitätsanalyse zeigte, dass Feinstaubemissionen keine Belastungen hinsichtlich der in der EPD angewandten Parameter bewirken.

2.3 Abschätzungen und Annahmen

Die Nutzungsdauer der Kiesgruben, Steinbrüche bzw. der Schlammbecken wurde mit 50 Jahren angesetzt [24]. Außerdem wurde angenommen, dass über diese Periode 50-mal die Jahresproduktionsmenge 2016 hergestellt wird, um somit die genutzten Flächen auf die Gesamtproduktion in diesen 50 Jahren umlegen zu können.

Für den Maschinenpark und Förderbänder wurde eine Lebensdauer von 25 Jahren, für Gebäude, Straßen und Außenanlagen eine Lebensdauer von 50 Jahren angesetzt [24]. Auch über diese Perioden wird die Jahresproduktionsmenge 2016 zur Umlegung der Infrastruktur auf die Gesamtproduktionsmenge herangezogen.

2.4 Abschneideregeln

Die Materialverluste in den Werken (bestehend aus abschlämmbaren Material und sonstige Verlusten – z.B. bei internem Transport) übersteigen die Grenze von 1 % und werden deshalb in der Sachbilanz berücksichtigt.

2.5 Hintergrunddaten

Als Hintergrund-Datenbank wurde ecoinvent 3.4 mit dem Systemmodell „cut-off by classification" verwendet. Als Software diente SimaPro 8.5.0 der Firma Pré.

Für den Elektrizitätsbedarf wurde der aktuelle durchschnittliche Schweizer Verbraucherstrommix (inklusive Stromimporte, Stromnetz und Transmissionsverluste) angesetzt.

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 2016). Die Kriterien SÜGB-EPD-Programms (siehe Managementsystem-Handbuch [25]) bzw. des Nationalen Anhangs der SN EN 15804 [3] für Datenerhebung, generische Daten und das Abschneiden von Stoff- und Energieflüssen wurden eingehalten. Die Daten sind plausibel.

Im Zuge der Aktualisierung der ecoinvent-Datenbank zur Version 3.4 im Jahr 2017 wurden Datensätze ergänzt und enthaltenen Datensätze aktualisiert bzw. deren aktuelle Anwendbarkeit überprüft, d.h. Datensätze mit älterem Erhebungszeitpunkt (für EPD >10 Jahre relevant) wurden auf Ihre Aktualität überprüft und entsprechend angepasst. Sämtliche angewandten Hintergrunddatensätze erfüllen somit die Kriterien des SÜGB-EPD-Programms (siehe Managementsystem-Handbuch) bzw. der SN EN 15804 [3].

Bezüglich Repräsentativität der EPD-Ergebnisse siehe Kapitel 6.

2.7 Betrachtungszeitraum

Die verwendeten Daten entsprechen dem Jahresdurchschnitt des Produktionsjahres 2016.

2.8 Allokation

Eine ökonomische Co-Produkten-Allokation innerhalb der einzelnen Werke (d.h. eine Aufteilung der Belastungen basierend auf den jeweiligen Anteilen der einzelnen Gesteinskörnungen am Betriebseinkommen) war aufgrund mangelnder Informationen nicht möglich. Einige Werke verarbeiten die produzierten Gesteinskörnungen in betriebszugehörigen Werken (häufig sogar direkt angrenzend an die Gesteinskörnungsproduktion) zu weiteren Bauprodukten (z.B. Beton) weiter, weshalb diesen Gesteinskörnungen kein direktes Betriebseinkommen zurechenbar ist.

Eine weitere Schwierigkeit brachte die Tatsache, dass Gesteinskörnungen für ihre Anwendungen immer aus verschiedensten Kornklassen zu einer gewünschten Sieblinie kombiniert werden. Eine Aufteilung des Betriebseinkommens auf die in dieser Studie analysierten Gesteinskörnungen war deshalb für viele Werke schlicht und einfach nicht möglich.

Einige Werke konnten bzw. wollten Daten zu Ihren Betriebseinkommen aus Vertraulichkeitsgründen (Betriebsgeheimnis) nicht offenlegen.

Die Allokation für die innerhalb eines Werkes produzierten Gesteinskörnungen basiert deshalb auf den Produktionstonnagen. Da die Hersteller keine detaillierten Angaben dazu machen können, ob es für einzelne Gesteinskörnungen Mehr- oder Minderverbräuche an Inputs bzw. Outputs (z.B. Dieselverbrauch) entstehen, werden die Gesamtverbräuche im Werk linear auf die Gesamtproduktionsmenge aufgeteilt. Weiterführend basiert dann die Allokation innerhalb der einzelnen untersuchten Gesteinskörnungen auf den Produktionstonnagen jener Werke, welche die spezifische Gesteinskörnung produzieren.

Für Sekundärrohstoffe wurde die Systemgrenze mit dem Eintreffen des (vorgebrochenen) Materials in das analysierte Werk gesetzt, weil ab diesem Zeitpunkt die 4 Kriterien nach SN EN 15804 [3] 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 [3] 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 [3] 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

Module nicht deklariert.

3.5 Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

Module nicht deklariert.

3.6 Flussdiagramm der Prozesse im Lebenszyklus

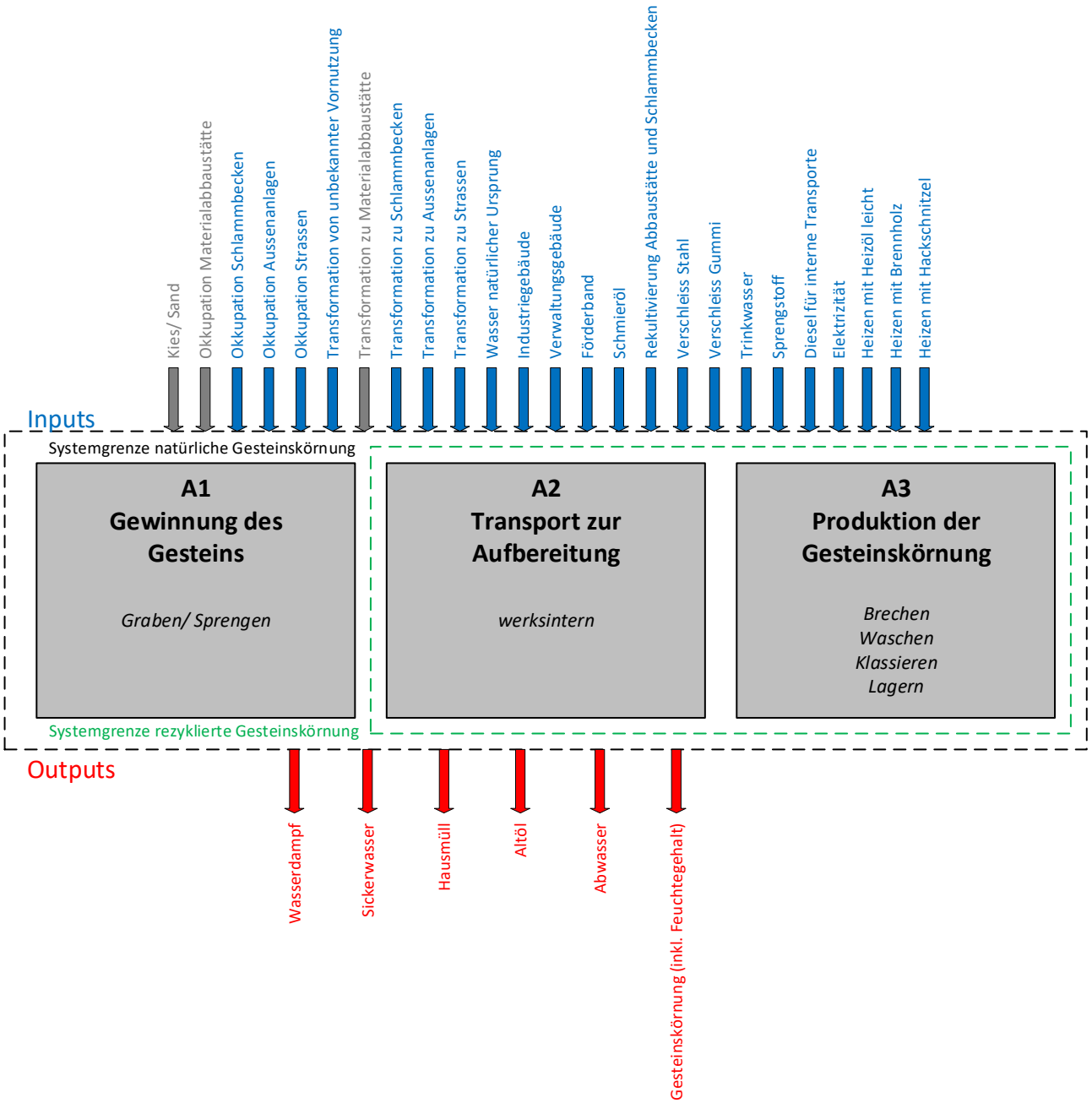


Abbildung 2: Flussdiagramm mit detaillierten Inputs und Outputs

Eine detaillierte Aufteilung der einzelnen Inputs und Outputs auf die Module A1, A2 und A3 ist deshalb nicht möglich, weil die Hersteller diese zum Grossteil nicht spezifischen Prozessen (z.B. Elektrizität für Förderband – A2, Brechen – A3, Klassieren – A3,, etc.) zuordnen können und nur eine gesamthafte Angabe machen können.

4 LCA: Ergebnisse

Tabelle 18: 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	MND	MND	MND	MND	MND

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

4.1 LCA: Ergebnisse (pro t geschüttet inkl. Feuchtegehalt) – Natürliche Gesteinskörnung 0/4 mm, rund

Tabelle 19: Natürliche GK 0/4 mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen je

Parameter	Einheit	A1-A3
GWP (Globales Erwärmungspotenzial)	kg CO_2 Äquivalente / t	1,71E+00
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11 Äquivalente / t	4,51E-07
AP (Versauerungspotenzial von Boden und Wasser)	kg SO_2 Äquivalente / t	1,23E-02
EP (Eutrophierungspotenzial)	kg PO_4^{3-} Äquivalente / t	3,59E-03
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C_2H_4 Äquivalente / t	3,97E-04
ADPE (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)	kg Sb Äquivalente / t	7,38E-06
ADPF (Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe)	MJ H_u / t	2,41E+01

Tabelle 20: Natürliche GK 0/4 mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz

Parameter	Einheit	A1-A3
PERE (Erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	6,98E+00
PERM (Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PERT (Total erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	6,98E+00
PENRE (Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	4,90E+01
PENRM (Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PENRT (Total nicht erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	4,90E+01
SM (Einsatz von Sekundärstoffen)	kg / t	0
RSF (Erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
NRSF (Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
FW (Einsatz von Süßwasserressourcen)	m^3 / t	INA*

* INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung der Wasserflüsse zu

Tabelle 21: Natürliche GK 0/4 mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse

Parameter	Einheit	A1-A3
HWD (Gefährlicher Abfall zur Deponie)	kg / t	3,15E-05
NHWD (Entsorgter nicht gefährlicher Abfall)	kg / t	2,34E-01
RWD (Entsorgter radioaktiver Abfall)	kg / t	9,98E-04
CRU (Komponenten für die Wiederverwendung)	kg / t	0
MFR (Stoffe zum Recycling)	kg / t	0
MER (Stoffe für die Energierückgewinnung)	kg / t	0
EEE (Exportierte Energie elektrisch)	MJ / t	0
EET (Exportierte Energie thermisch)	MJ / t	0

4.2 LCA: Ergebnisse (pro t geschüttet inkl. Feuchtegehalt) – Natürliche Gesteinskörnung 0/4 mm, gebrochen

Tabelle 22: Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen

Parameter	Einheit	A1-A3
GWP (Globales Erwärmungspotenzial)	kg CO_2 Äquivalente / t	1,81E+00
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11 Äquivalente / t	4,63E-07
AP (Versauerungspotenzial von Boden und Wasser)	kg SO_2 Äquivalente / t	1,33E-02
EP (Eutrophierungspotenzial)	kg PO_4^{3-} Äquivalente / t	3,93E-03
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C_2H_4 Äquivalente / t	4,35E-04
ADPE (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)	kg Sb Äquivalente / t	8,26E-06
ADPF (Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe)	MJ H_u / t	2,52E+01

Tabelle 23: Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz

Parameter	Einheit	A1-A3
PERE (Erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	7,07E+00
PERM (Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PERT (Total erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	7,07E+00
PENRE (Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	5,03E+01
PENRM (Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PENRT (Total nicht erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	5,03E+01
SM (Einsatz von Sekundärstoffen)	kg / t	0
RSF (Erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
NRSF (Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
FW (Einsatz von Süßwasserressourcen)	m^3 / t	INA*

* INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung der Wasserflüsse zu

Tabelle 24: Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse

Parameter	Einheit	A1-A3
HWD (Gefährlicher Abfall zur Deponie)	kg / t	3,53E-05
NHWD (Entsorgter nicht gefährlicher Abfall)	kg / t	2,56E-01
RWD (Entsorgter radioaktiver Abfall)	kg / t	1,02E-03
CRU (Komponenten für die Wiederverwendung)	kg / t	0
MFR (Stoffe zum Recycling)	kg / t	0
MER (Stoffe für die Energierückgewinnung)	kg / t	0
EEE (Exportierte Energie elektrisch)	MJ / t	0
EET (Exportierte Energie thermisch)	MJ / t	0

4.3 LCA: Ergebnisse (pro t geschüttet inkl. Feuchtegehalt) – Natürliche Gesteinskörnung 4/x mm, rund

Tabelle 25: Natürliche GK 4/x mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen

Parameter	Einheit	A1-A3
GWP (Globales Erwärmungspotenzial)	kg CO_2 Äquivalente / t	1,60E+00
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11 Äquivalente / t	4,29E-07
AP (Versauerungspotenzial von Boden und Wasser)	kg SO_2 Äquivalente / t	1,17E-02
EP (Eutrophierungspotenzial)	kg PO_4^{3-} Äquivalente / t	3,46E-03
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C_2H_4 Äquivalente / t	3,75E-04
ADPE (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)	kg Sb Äquivalente / t	6,86E-06
ADPF (Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe)	MJ H_u / t	2,24E+01

Tabelle 26: Natürliche GK 4/x mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz

Parameter	Einheit	A1-A3
PERE (Erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	6,86E+00
PERM (Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PERT (Total erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	6,86E+00
PENRE (Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	4,71E+01
PENRM (Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PENRT (Total nicht erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	4,71E+01
SM (Einsatz von Sekundärstoffen)	kg / t	0
RSF (Erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
NRSF (Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
FW (Einsatz von Süßwasserressourcen)	m^3 / t	INA*

* INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung der Wasserflüsse zu

Tabelle 27: Natürliche GK 4/x mm, rund – Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse

Parameter	Einheit	A1-A3
HWD (Gefährlicher Abfall zur Deponie)	kg / t	3,04E-05
NHWD (Entsorgter nicht gefährlicher Abfall)	kg / t	2,23E-01
RWD (Entsorgter radioaktiver Abfall)	kg / t	9,69E-04
CRU (Komponenten für die Wiederverwendung)	kg / t	0
MFR (Stoffe zum Recycling)	kg / t	0
MER (Stoffe für die Energierückgewinnung)	kg / t	0
EEE (Exportierte Energie elektrisch)	MJ / t	0
EET (Exportierte Energie thermisch)	MJ / t	0

4.4 LCA: Ergebnisse (pro t geschüttet inkl. Feuchtegehalt) – Natürliche Gesteinskörnung 4/x mm, gebrochen

Tabelle 28: Natürliche GK 4/x mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen

Parameter	Einheit	A1-A3
GWP (Globales Erwärmungspotenzial)	kg CO_2 Äquivalente / t	2,38E+00
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11 Äquivalente / t	5,55E-07
AP (Versauerungspotenzial von Boden und Wasser)	kg SO_2 Äquivalente / t	1,78E-02
EP (Eutrophierungspotenzial)	kg PO_4^{3-} Äquivalente / t	5,25E-03
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C_2H_4 Äquivalente / t	6,05E-04
ADPE (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)	kg Sb Äquivalente / t	1,15E-05
ADPF (Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe)	MJ H_u / t	3,31E+01

Tabelle 29: Natürliche GK 4/x mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz

Parameter	Einheit	A1-A3
PERE (Erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	8,32E+00
PERM (Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PERT (Total erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	8,32E+00
PENRE (Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	5,89E+01
PENRM (Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PENRT (Total nicht erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	5,89E+01
SM (Einsatz von Sekundärstoffen)	kg / t	0
RSF (Erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
NRSF (Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
FW (Einsatz von Süßwasserressourcen)	m^3 / t	INA*

* INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung der Wasserflüsse zu

Tabelle 30: Natürliche GK 4/x mm, gebrochen – Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse

Parameter	Einheit	A1-A3
HWD (Gefährlicher Abfall zur Deponie)	kg / t	4,61E-05
NHWD (Entsorgter nicht gefährlicher Abfall)	kg / t	3,36E-01
RWD (Entsorgter radioaktiver Abfall)	kg / t	1,14E-03
CRU (Komponenten für die Wiederverwendung)	kg / t	0
MFR (Stoffe zum Recycling)	kg / t	0
MER (Stoffe für die Energierückgewinnung)	kg / t	0
EEE (Exportierte Energie elektrisch)	MJ / t	0
EET (Exportierte Energie thermisch)	MJ / t	0

4.5 LCA: Ergebnisse (pro t geschüttet inkl. Feuchtegehalt) – Rezyklierte Gesteinskörnung 0/x mm

Tabelle 31: Rezyklierte GK 0/x mm – Ergebnisse der Ökobilanz Umweltauswirkungen

Parameter	Einheit	A1-A3
GWP (Globales Erwärmungspotenzial)	kg CO_2 Äquivalente / t	2,20E+00
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11 Äquivalente / t	5,79E-07
AP (Versauerungspotenzial von Boden und Wasser)	kg SO_2 Äquivalente / t	1,62E-02
EP (Eutrophierungspotenzial)	kg PO_4^{3-} Äquivalente / t	4,35E-03
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C_2H_4 Äquivalente / t	4,74E-04
ADPE (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)	kg Sb Äquivalente / t	7,27E-06
ADPF (Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe)	MJ H_u / t	3,19E+01

Tabelle 32: Rezyklierte GK 0/x mm – Ergebnisse der Ökobilanz Ressourceneinsatz

Parameter	Einheit	A1-A3
PERE (Erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	7,67E+00
PERM (Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PERT (Total erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	7,67E+00
PENRE (Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger)	MJ H_u / t	6,13E+01
PENRM (Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung)	MJ H_u / t	0
PENRT (Total nicht erneuerbare Primärenergie)	MJ H_u / t	6,13E+01
SM (Einsatz von Sekundärstoffen)	kg / t	0
RSF (Erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
NRSF (Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe)	MJ H_u / t	0
FW (Einsatz von Süßwasserressourcen)	m^3 / t	INA*

* INA: Indicator Not Assessed: die ecoinvent-Datensätze lassen keine vollständige Erfassung der Wasserflüsse zu

Tabelle 33: Rezyklierte GK 0/x mm – Ergebnisse der Ökobilanz Output-Flüsse

Parameter	Einheit	A1-A3
HWD (Gefährlicher Abfall zur Deponie)	kg / t	3,62E-05
NHWD (Entsorgter nicht gefährlicher Abfall)	kg / t	2,40E-01
RWD (Entsorgter radioaktiver Abfall)	kg / t	1,24E-03
CRU (Komponenten für die Wiederverwendung)	kg / t	0
MFR (Stoffe zum Recycling)	kg / t	0
MER (Stoffe für die Energierückgewinnung)	kg / t	0
EEE (Exportierte Energie elektrisch)	MJ / t	0
EET (Exportierte Energie thermisch)	MJ / t	0

5 LCA: Interpretation

Abbildung 3 bis Abbildung 7 zeigen Dominanzanalysen für die Ergebnisse der analysierten Gesteinskörnungen.

Inputs bzw. Outputs die keinen Einfluss auf die Ergebnisse haben werden in der Legende der Ergebnisinterpretationen nicht dargestellt. Die Ressourcen-Inputs «Kies/Sand» bzw. «Wasser natürlicher Ursprung», die Landnutzungs-Inputs «Okkupation xxx» bzw. «Transformation von/ zu xxx» sowie die Emissionen «Wasserdampf» und «Sickerwasser» haben keinen Einfluss auf die Ergebnisse der hier untersuchten Indikatoren nach SN EN 15804 [3].

Die Dominanzanalysen in Abbildung 3 zeigen für die «Natürliche Gesteinskörnung 4/x mm, rund» den sehr starken Einfluss des Dieselbedarfs für interne Transporte bzw. des Strombedarfs auf die Ergebnisse der meisten Parameter.

Eine Ausnahme bildet hier der Parameter *Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (APDE)* bei dem die Infrastrukturinputs den grössten Einfluss auf die Ergebnisse haben. Dies kann damit begründet werden, dass der Verbrauch der Ressource «Kies/Sand» in diesem Parameter nicht mitberücksichtigt wird und dass sich der Bedarf an Diesel und Elektrizität im Parameter *Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Ressourcen (APDF)* wiederspiegelt. Deshalb rückt hier die Infrastruktur mehr in den Vordergrund.

Eine weitere Ausnahme bildet der Parameter *Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (NHWD)* bei dem vor allem der Dieselverbrauch weniger Einfluss hat und wiederum die Infrastruktur mehr im Vordergrund steht.

Der große Einfluss des Dieselverbrauchs bzw. des Elektrizitätsbedarfs auf die weiteren Parameter kann einerseits mit dem fossilen Ursprung des Diesels und andererseits mit den spezifischen Einflüssen der verschiedenen Stromproduktionsarten des Schweizer Stromix begründet werden.

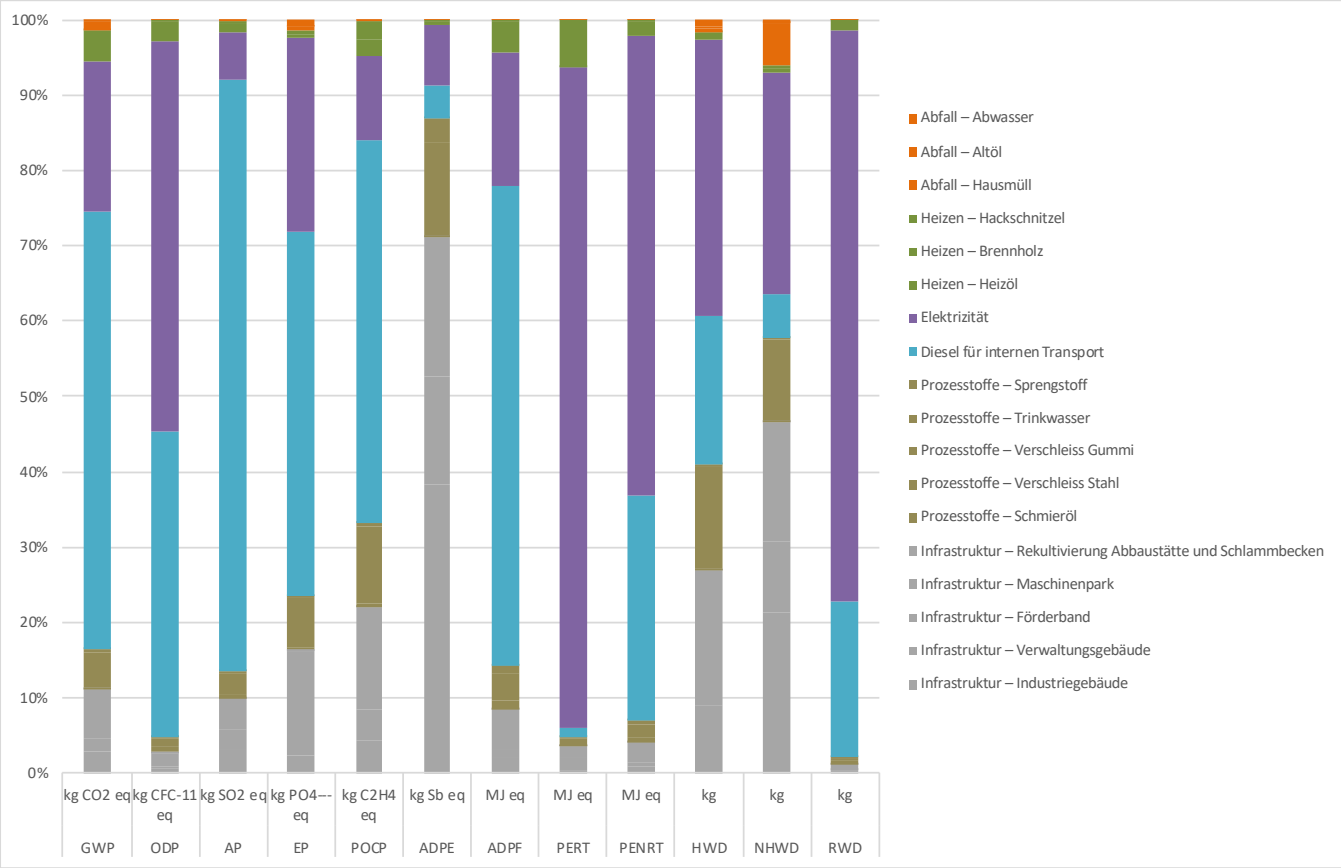


Abbildung 3: Natürliche GK 0/4 mm, rund – Anteile der Belastungen Module A1-A3

In Abbildung 3 bis Abbildung 7 ist zu erkennen, dass die Ergebnisse für die untersuchten Gesteinskörnungen sehr stark korrelieren, was auf ähnliche bis deckungsgleiche Einflüsse der jeweiligen Inputs und Outputs zurückzuführen ist. Aus diesem Grund werden die weiteren Dominanzanalysen nicht mehr im Detail diskutiert.

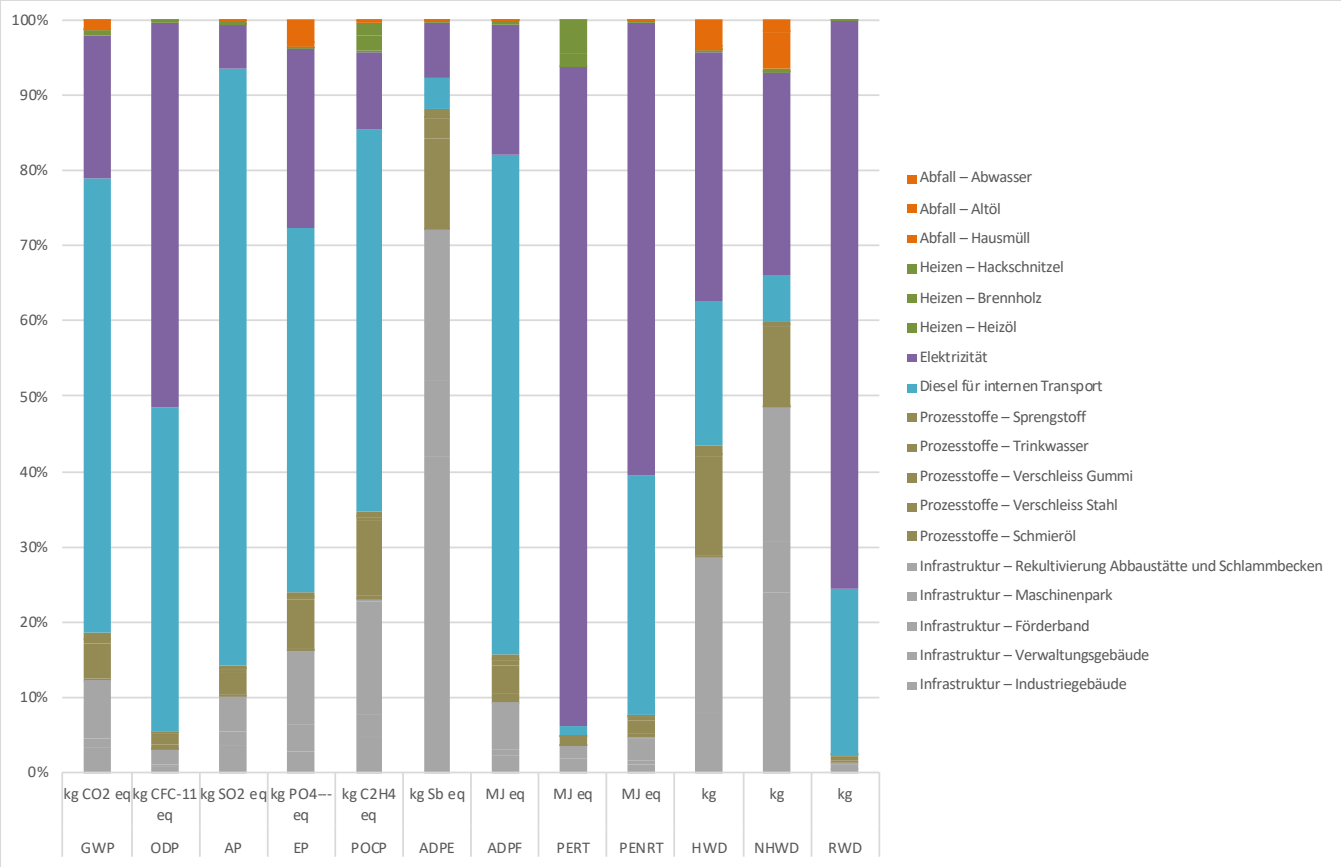


Abbildung 4: Natürliche GK 0/4 mm, gebrochen – Anteile der Belastungen Module A1-A3

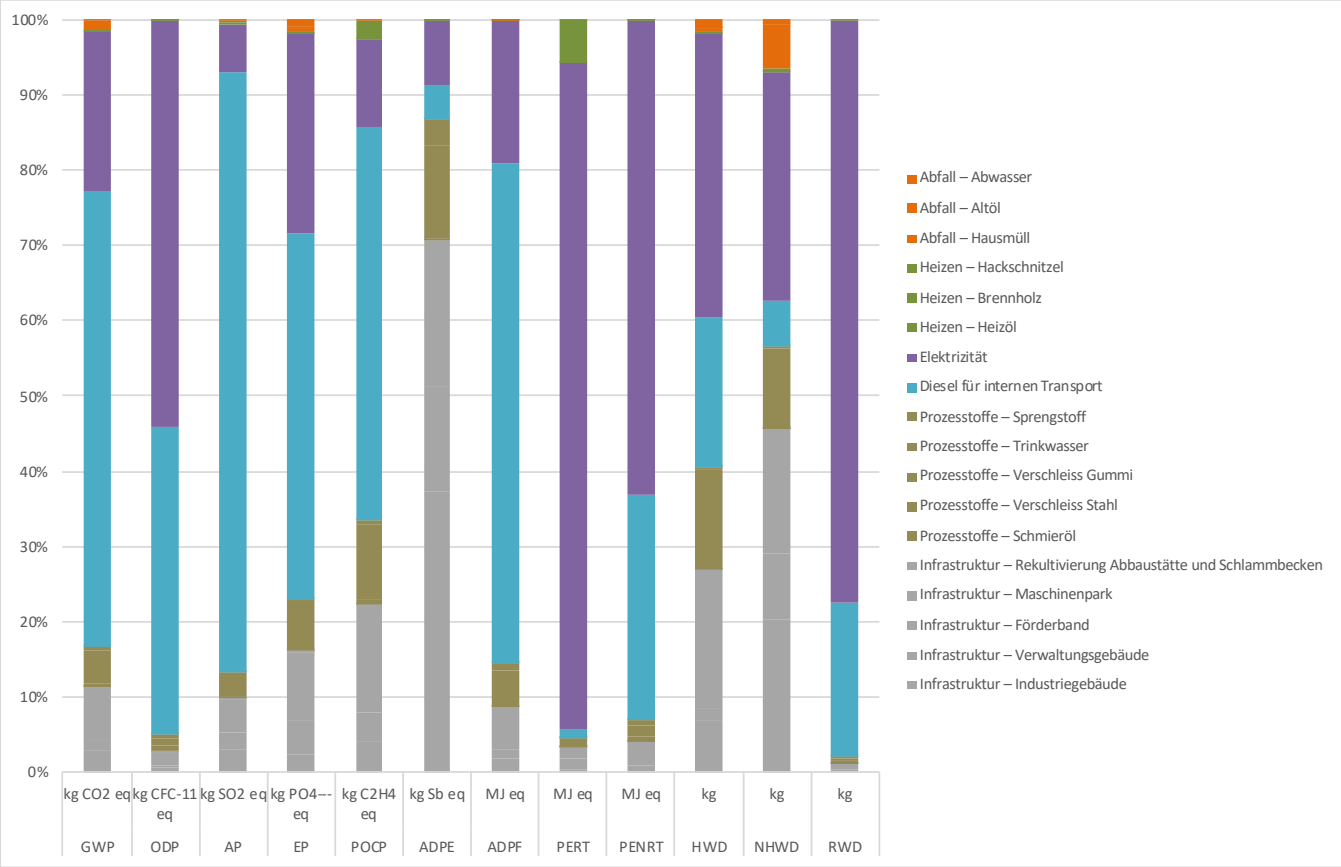


Abbildung 5: Natürliche GK 4/x mm, rund – Anteile der Belastungen Module A1-A3

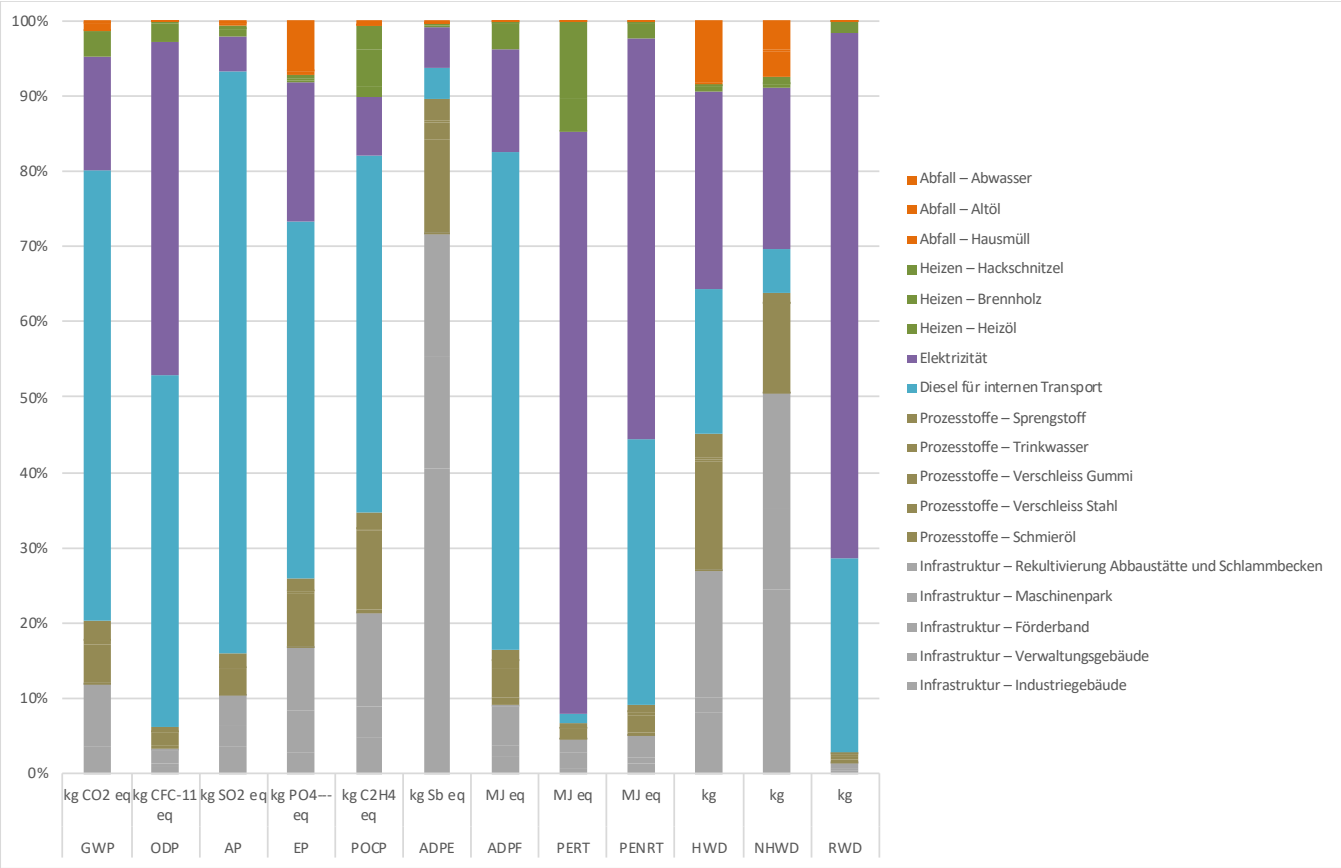


Abbildung 6: Natürliche GK 4/x mm, gebrochen – Anteile der Belastungen Module A1-A3

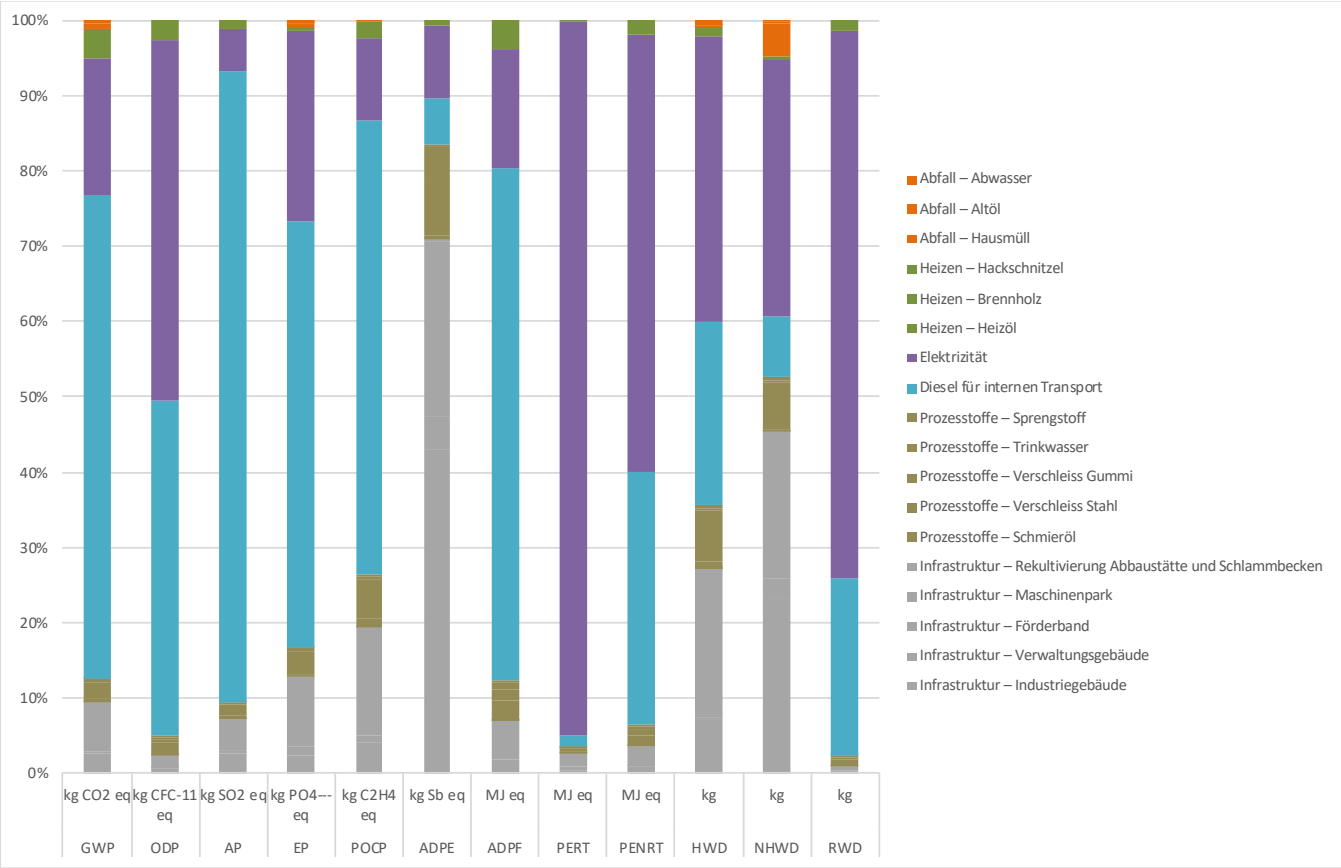


Abbildung 7: Rezyklierte GK 0/x mm – Anteile der Belastungen Module A1-A3

6 Darstellung der Repräsentativität von Durchschnitts-EPD

6.1 Markt

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

6.2 Liste aller Werke und Produkte

Tabelle 34: Produktionsmengen der analysierten Werke (anonymisiert)

Werk #	Rundkorn 0/4 [t]	Kantkorn 0/4 [t]	Rundkorn 4/x [t]	Kantkorn 4/x [t]	Rez. GK 0/x [t]	Summe pro Werk [t]	Summe pro Werk ohne Rez. GK [t]
1	28.297	-	68.379	1.405	3.113	101.194	98.08
2	90.000	40.000	150.000	60.000	15.000	355.000	340.000
3	47.000	-	102.100	-	-	149.100	149.100
4	83.000	5.000	140.000	10.500	19.000	267.500	248.500
5	12.000	250	23.900	3.800	24.336	64.286	39.950
6	441.000	246.000	947.000	101.000	-	1.735.000	1.735.000
7	-	32.332	-	97.559	-	129.891	129.891
8	-	29.462	-	28.534	-	57.996	57.996
9	45.357	-	104.720	-	-	150.077	150.077
10	58.832	18.481	116.258	42.908	-	236.479	236.479
11	45.940	-	32.186	-	-	78.126	78.126
12	121.215	19.374	121.215	38.120	-	299.924	299.924
13	50.970	6.455	96.216	8.302	-	161.943	161.943
14	103.660	26.948	250.591	39.081	-	420.280	420.280
15	275.901	149.776	764.934	86.733	-	1.277.344	1.277.344
16	97.262	43.609	280.875	38.408	-	460.154	460.154
Summe [t]	**1.500.434**	**627.687**	**3.198.374**	**556.350**	**61.449**	**5.944.294**	**5.882.845**

6.3 Hinweise bezüglich nicht betrachteter Werke

Die Bestimmung der Anzahl der Werke, welche die jeweiligen untersuchten Gesteinskörnungen 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 16 untersuchten Werken (der Gesamtstudie) beträgt 5,94 Mio. Tonnen an Gesteinskörnung (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**Tabelle 34). Das sind 11,26 % des Gesamtausstosses an Gesteinskörnungen in der Schweiz im Jahr 2016 (52,75 Mio. Tonnen).
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.

6.4 Repräsentativität der EPD-Ergebnisse

Die EPD-Ergebnisse sind repräsentativ für sämtliche Werke der FSKB-Mitglieder, welche die analysierten Gesteinskörnungen 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 Gesteinskörnungsproduktion anwenden.
Die Schweizer Kiesabbaugebiete liegen grossmehrheitlich im Lockermaterial über dem Grundwasserspiegel. In der Schweiz gibt es nur 2 Betriebe, die (noch) unter dem Grundwasserspiegel abbauen dürfen. Heute erhält man in der Schweiz dafür keine Abbaubewilligung mehr. Zusätzlich gibt es ca. <5 Betriebe, die mit Kieswerkschiffen Material aus dem Seegrund gewinnen. Klassische Steinbrüche sind im Übrigen stark in der Minderzahl. Diese Aspekte wurden bei der Auswahl der zu analysierenden Werke im Sinne der Repräsentativität mitberücksichtigt.

6.5 Weitere Hinweise zu erforderlichen Angaben im EPD-Dokument:

a) Technische und funktionale Eigenschaften – Bandbreiten UND Durchschnittswerte inkl. Durchschnittsbildung

Siehe Kapitel 1.3 bzw. Tabelle 2 bis Tabelle 6.

b) Zusammensetzung, Grundstoffe – Bandbreiten UND Durchschnittswerte inkl. Durchschnittsbildung

Siehe Tabelle 8 bis Tabelle 12.

c) Einsatzgebiet, Verwendungszweck
Siehe Tabelle 1.

7 Literaturhinweise

[1] SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe, PCR Anleitungstexte für Gesteinsbaustoffe, PCR-Code 1.4.1-1, Stand 02.05.2018

[2] SN EN ISO 14025: 2010-08 Umweltkennzeichnung und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren

[3] SN EN 15804+A1: 2013 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte

[4] SN 640 743a: 1998 Verwertung von Betonabbruch

[5] SN EN 12620+A1: 2008 Gesteinskörnungen für Beton

[6] SN 670102b-NA: 2008 Gesteinskörnungen für Beton – Nationaler Anhang

[7] SN EN 13139+AC: 2004 Gesteinskörnungen für Mörtel

[8] SN 670101-NA: 2004 Gesteinskörnungen für Mörtel – Nationaler Anhang

[9] SN EN 13043: 2006 Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlung für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen

[10] SN 670103b-NA: 2006 Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlung für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen – Nationaler Anhang

[11] SN EN 13242+A1: 2007 Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Strassenbau

[12] SN 670119a-NA: 2007 Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Strassenbau – Nationaler Anhang

[13 SN EN 13285: 2010 Ungebundene Gemische – Anforderungen

[14] SN EN 670119-NA: 2010 Ungebundene Gemische – Anforderungen – Nationaler Anhang

[15] SN EN 13450: 2002 Gesteinskörnungen für Gleisschotter

[16] SN 670110-NA: 2002 Gesteinskörnungen für Gleisschotter – Nationaler Anhang

[17] DIN 24095: 1995 Erdbaumaschinen; Leistungsermittlung; Begriffe, Einheiten, Formelzeichen

[18] SN 670 050: 2009 Gesteinskörnungen – Grundnorm

[19] SN 670 071: 2011 Recycling – Grundnorm

[20] 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 15.01.2018]

[21] Schweizer Bundesrat, Verordnung über den Verkehr mit Abfällen, Stand 01.01.2018

[22] Europäische Kommission, Europäische Abfallartenkatalog (EAK), Stand 01.01.2018

[23] Schweizer Bundesrat, VVAE Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, Stand 01.01.2018

[24] Kellenberger et al., 2007, Life Cycle Inventories of Bilding Products, ecoinvent center

[25] SÜGB – Schweizerischer Überwachungsverband für Gesteinsbaustoffe, Managementsystem-Handbuch (EPD-MS-HB) des EPD-Programms, Stand 01.02.2018

[26] SN EN ISO 14040: 2006 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

[27] SN EN ISO 14044: 2006 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

[28] Auswertung Datenerhebung in den beteiligten Werken (vertraulich)

	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 Dr. Florian Gschösser – floGeco Hinteranger 61d A-6161 Natters Österreich	Tel Mail Web	+43 664 135 15 23 office@flogeco.com www.flogeco.com
	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