

**cem+**  
suisse

# Schweizer Zement CEM II/A (2021)

Umweltdeklaration  
nach EN 15804+A2



# Schweizer Zement CEM II/A (2021)

## Umweltdeklaration nach EN 15804+A2

<b>Inhaber und Herausgeber der Umweltdeklaration</b>	cemsuisse Verband der Schweizerischen Cementindustrie Marktgasse 53 3011 Bern www.cemsuisse.ch
<b>Deklarationsnummer</b>	Cem-22-01
<b>Ausstellungsdatum</b>	24.10.2022
<b>Gültigkeit</b>	5 Jahre ab Ausstellungsdatum
<b>Verifizierung</b>	Die Europäische Norm EN 15804 dient als Kern-PCR. Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach EN ISO 14025:2011   Matthias Klingler büro für umweltchemie Schaffhauserstrasse 21 8006 Zürich

**cemsuisse**  
Verband der Schweizerischen  
Cementindustrie  
Marktgasse 53  
3011 Bern

### Schweizer Zementproduzenten:

Holcim (Schweiz) AG  
Hagenholzstrasse 83  
8050 Zürich

Jura-Cement-Fabriken AG  
Talstrasse 13  
5103 Wildegg

Juracime SA  
Fabrique de ciment  
2087 Cornaux

Vigier Cement AG  
Zone industrielle Rondchâtel  
2603 Péry

Diese Verbandsdeklaration ist repräsentativ für 100% der Mitglieder von cemsuisse, namentlich für die Holcim (Schweiz) AG mit den Werken Siggenthal, Untervaz und Eclépens, jura cement mit den Werken Jura-Cement-Fabriken AG Wildegg und Juracime SA Cornaux und Ciments Vigier SA mit dem Werk Péry.

# Produkt

## Produktdefinition

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel. Er besteht aus einem Gemisch fein gemahlener, nichtmetallisch-anorganischer Bestandteile. Verschiedene Zementarten können durch gemeinsames Vermahlen des bis zur Sinterung gebrannten Zementklinkers mit anderen Haupt- und Nebenbestandteilen oder durch Mischen getrennt feingemahlener Haupt- und Nebenbestandteile hergestellt werden. Nach Zugabe von Wasser entsteht eine Suspension (Zementleim), die aufgrund einsetzender Hydratationsreaktionen sowohl an der Luft als auch unter Wasser erstarrt und erhärtet sowie dauerhaft festbleibt.

## Anwendung

Wichtigstes Anwendungsgebiet von Zement in der Schweiz ist die Herstellung von Beton und Mörtel, also das Verbinden natürlicher, künstlicher oder rezyklierter Gesteinskörnungen (Kies und Sand) zu einem monolithischen Baustoff, der üblichen Umwelteinwirkungen gegenüber dauerhaft ist. Aufgrund der hohen Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Beton ist Zement weltweit eines der wichtigsten Bindemittel im Baubereich.

## Zusammensetzung

Das deklarierte Produkt ist ein CEM II/A mit einer Zusammensetzung, die der durchschnittlichen Zusammensetzung der in der Schweiz im Jahr 2017–2021 produzierten Zemente CEM II/A-D, CEM II/A-LL und CEM II/A-M (D-LL) entspricht. Sie weisen Normdruckfestigkeiten entsprechend der Klassen 42,5 oder 52,5 auf.

Die Zementdaten basieren auf einem nationalen Durchschnittsklinker und auf den jährlichen Marktanteilen dieser drei Zemente im Jahre 2021 (Marktanteile: CEM II/A-D = 0,6 %, CEM II/A-LL 42.5 N = 90,2 %, CEM II/A-LL 42.5 R = 1,4 %, CEM II/A-LL 52.5 N = 5,4 %, CEM II/A-LL 52.5 R = 1,5 % und CEM II/A-M (D-LL) 52.5 N = 0,9 %).

Der Durchschnittsklinker bildet die branchenbezogene Klinkerproduktion in der Schweiz – aufgrund der schwankenden Brennstoffmengen – in der Periode 2017–2021 ab. Die Rezepturen der einzelnen Zementarten wurden über denselben Zeitraum (2017–2021) gemittelt. Der Durchschnittszement Schweiz hat folgende Zusammensetzung:

Bestandteile	Masseprozent (M.-%)
Zementklinker (K)	77,8
Kalkstein (LL)	15,0
Hüttensand	0,19
Silikastaub	0,13
Ofenstaub	1,75
Gips	4,91
Eisensulfat	0,24

### **Zementklinker (K)**

Zementklinker entsteht aus einem Rohstoffgemisch, das in einer Ofenanlage bei einer Temperatur von über 1450°C bis zum Sintern erhitzt wird. Die Ausgangsstoffe zur Herstellung des Zementklinkers müssen hauptsächlich Calciumoxid (CaO) und Siliciumdioxid (SiO<sub>2</sub>) sowie in geringen Mengen Oxide des Aluminiums (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) und des Eisens (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) enthalten. Gesteine, die diese Verbindungen liefern, sind Kalkstein und Ton oder deren natürlich vorkommendes Gemisch, der Kalksteinmergel.

### **Kalkstein (LL)**

Gemahlener Kalkstein wird als inerter Hauptbestandteil zur Verbesserung der Korngrößenverteilung des Zements verwendet. Gemäss SN EN 197-1 muss Kalkstein einen ausreichend hohen Gehalt an Calciumcarbonat sowie niedrige Gehalte an organischem Kohlenstoff (L : ≤ 0,50 M.-%; LL : ≤ 0,20 M.-%) und Ton aufweisen.

# Produkt

## **Gips/Anhydrit**

Gips und Anhydrit werden dem Zement als Erstarrungsregler zugegeben.

## **Hüttensand (S)**

Bei der Produktion von Roheisen entsteht als Nebenprodukt Hochofenschlacke. Durch Granulation, d. h. durch schnelle Kühlung der bis zu etwa 1500°C heissen, flüssigen basischen Schlacke mit Wasser auf Temperaturen unter 100°C entsteht Hüttensand. Hüttensand ist ein latent-hydraulischer Stoff, der mit einem Anreger in technisch nutzbarer Zeit hydraulisch erhärtet.

## **Ofenstaub**

Ofenstaub ist ein Zuschlagstoff, der beim Brennen des Klinkers entsteht.

## **Eisensulfat**

Eisensulfat wird als Reduktionsmittel eingesetzt, um die Grenzwerte für Cr (VI) in Zement einzuhalten.

## **Silikastaub (D)**

Silikastaub ist glasig erstarrtes, pulverförmiges amorphes Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) mit einer Reinheit von > 85%. Der sehr feine nicht kristalline Silikastaub entsteht als Nebenprodukt in einem Lichtbogenofen bei der Herstellung von elementarem Silicium oder von Legierungen, die Silicium enthalten. Durch das Schmelzen von Quarz zusammen mit Kohle in Elektroöfen bei 2500°C–2800°C oxidiert durch Abkühlen Si-Metall erst zu SiO dann zu amorphen Siliciumdioxid  $\text{SiO}_2$ .

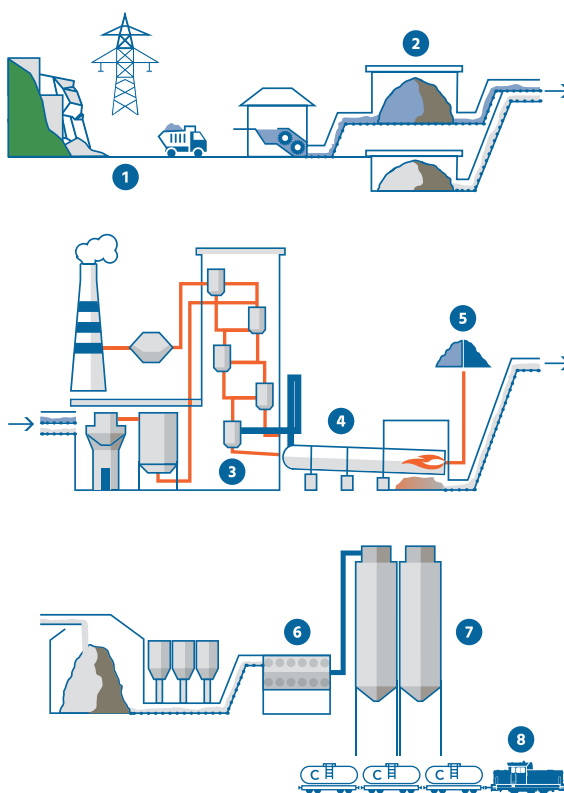
# Produkt

## Herstellung

Die wichtigsten Zementrohstoffe Kalkstein, Ton und ihr natürliches Gemisch, der Kalksteinmergel, werden in Steinbrüchen hauptsächlich durch Sprengen gewonnen. Ton lässt sich unmittelbar von der Bruchwand abtragen. Fahrzeuge befördern das grob stückige Rohmaterial zu Hammerbrechern, in denen es zu Schotter gebrochen wird. Der Schotter kann dann auf Bandförderern vom Steinbruch in das Zementwerk transportiert werden. Die Rohmaterialkomponenten werden über Dosiereinrichtungen einer Mühle in vorbestimmten Mischungsverhältnissen aufgegeben und zu Rohmehl feingemahlen.

Zementklinker wird heute in der Schweiz zum überwiegenden Teil (ca. 95 %) nach dem Trockenverfahren in Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmern – teilweise mit Calcinatoren zur Optimierung des Brennstoffeinsatzes ausgestattet – hergestellt. Im Vorwärmer wird das Rohmehl von den Abgasen aus dem Drehofen auf  $>800^{\circ}\text{C}$  erhitzt. Die Abluft wird, nachdem sie im Gegenstrom im Vorwärmer das Rohmehl erhitzt hat, je nach Anlage über mehrere Stufen (Staubfilter, DeNOx, Nasswäsche etc.) gereinigt und dem Kamin zugeführt. Das aus der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers austretende Material gelangt in den unter  $3\text{--}4^{\circ}$  geneigten Drehofen, in dem das Brenngut vom Ofeneinlauf in Richtung des am Ofenauslauf installierten Brenners bewegt wird. In der so genannten Sinterzone erreicht das Brenngut Temperaturen von etwa  $1450^{\circ}\text{C}$ .

An den Ofenauslauf schliesst sich ein Klinkerkühler an. Nach dem Brennen und Kühlen wird der Klinker in Silos oder geschlossenen Hallen gelagert, um Emissionen von Klinkerstaub möglichst zu vermeiden. Zur Herstellung von Zement wird der Klinker allein oder mit weiteren Hauptbestandteilen getrennt oder gemeinsam feingemahlen. Dabei wird dem Mahlgut zur Regelung des Erstarrens noch ein Sulfatträger zugesetzt. Dazu verwendet man Gips oder Anhydrit aus natürlichen Vorkommen oder aus Rauchgasentschwefelungsanlagen. Der fertige Zement wird meist in Silos gelagert, aus denen der Zement hauptsächlich als Siloware und weniger als 5 % in Säcken zum Versand kommt.



## Herstellungsprozess

- 1 Abbau von Rohmaterialien (Kalkstein und Mergel)
- 2 Vorbereitung des Rohmaterials
- 3 Vorheizen des Materials durch Abwärme
- 4 Klinkerbildung im Zementofen bei  $1500^{\circ}\text{C}$
- 5 Brennstoffe (z.B. Altreifen, Altholz, Klärschlamm, Kunststoffabfälle)
- 6 Mahlen des Klinkers
- 7 Mischen des fertigen Zements
- 8 Transport via Bahn oder Strasse

# Produkt

## Umwelt, Qualität und Gesundheit

### **Umwelt**

Die Schweizer Zementindustrie substituiert seit Jahren über 60% der fossilen Primärbrennstoffe wie Kohle, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Aufgrund der limitierten Verfügbarkeit der alternativen Brennstoffe ist die Erhöhung der Substitutionsraten herausfordernd. Wegen der damit verbundenen Schwankungen wurden der vorliegenden Deklaration die mittlere Brennstoffzusammensetzung der Jahre 2017–2021 zugrunde gelegt.

In der Schweiz bestehen in der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) Vorgaben betreffend Schadstoffgehalten in Klinker und Zement. Die Freisetzung von gefährlichen Substanzen in Raumluft, Boden und Wasser ist damit nicht relevant, da allfällige Schadstoffe im ausgehärteten Produkt des mit Zement hergestellten und nachbehandelten Bauproduktes (Beton oder Mörtel) fest in die Matrix eingebunden sind [ECN 2013].

Nicht gebundener Zement darf nicht in die Kanalisation, in Oberflächenwasser oder ins Grundwasser gelangen.

### **Qualität**

Zur Sicherung der Zementqualität sind heute in allen Schweizer Zementwerken Qualitätssicherungssysteme installiert, die sich an den Anforderungen an die werkeigene Produktionskontrolle in der SN EN 197-2 bzw. der Norm für Qualitätsmanagementsysteme ISO 9001 orientieren. Neben den konkreten Vorgaben zur Prozesssteuerung sowie zur Überwachung der Zwischen- und Endprodukte umfassen QM-Systeme nach ISO 9001 auch Massnahmen zur Verbesserung der Organisationsstruktur und der Produktionsabläufe insgesamt.

### **Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz**

In den Schweizer Zementwerken hat Arbeitssicherheit Priorität: So haben sich die Unternehmen im Rahmen einer Branchenlösung für Massnahmen in den Bereichen Sicherheit und Gesundheitsschutz organisiert: In den Werken werden z.B. weitgehend Massnahmen getroffen, um Staubentwicklung zu vermeiden, da wiederholtes Einatmen grösserer Zementstaubmengen über einen längeren Zeitraum das Risiko für Erkrankungen der Lunge erhöhen kann.

Zement hat aufgrund seiner stark alkalischen Reaktion eine hautreizende Wirkung: Ein längerer Hautkontakt mit feuchtem Zement, Frischbeton oder -mörtel ist deshalb zu vermeiden. Es ist geeignete wasserdichte Schutzkleidung (wie beispielsweise Schutzbrille und Handschuhe) zu tragen. Zur Sicherstellung von Chromatgehalten unter 2 ppm (Vermeidung allergener Wirkungen) wird dem Zement präventiv gemäss ChemRRV ein Reduktionsmittel (Eisensulfat) beigegeben.

# Berechnungsgrundlagen der Ökobilanz

## Deklarierte Einheit

Die Angaben der Ökobilanz beziehen sich auf folgende deklariert Einheit: 1000kg der Zementgruppen CEM II/A als Portlandzement mit 6–20% anderen Hauptbestandteilen nach SN EN 197-1.

## Systemgrenze

Art der EPD: von der Wiege bis zum Werkstor (A1–A3)

Die Systemgrenze der EPD folgt dem modularen Aufbau gemäss SN EN 15804+A2. Die Module A1 bis A3 sind in der Ökobilanz enthalten, die Module A4 bis D sind nicht deklariert (siehe Tabelle rechts).

Das Produktionsstadium A1 bis A3 umfasst die Herstellung von Zement aus Klinker und Zumahlstoffen, also die Gewinnung, Aufbereitung und den Transport der Primärrohstoffe und der primären Brennstoffe sowie den Antransport und allfällige Aufbereitung von Sekundärstoffen bzw. alternativen Brennstoffen für die Klinkerherstellung sowie analog für alle Vorketten der Einsatzstoffe und Energieträger, die für die Zementherstellung eingesetzt werden.

Die Stadien von Bau, Nutzung und Entsorgung werden in der Ökobilanz nicht berücksichtigt, da es sich bei Zement um ein Vorprodukt handelt, das in verschiedensten Anwendungen eingesetzt werden kann

## Weitere Anmerkungen und Annahmen

Laut SN EN 15804+A2 werden eingesetzte Sekundärbrennstoffe bzw. -rohstoffe ab dem Aufbereitungsgrad in die Bilanzierung mit einbezogen, an dem sie das Ende der Abfalleigenschaften erreicht haben. Sämtliche bei der Klinkerherstellung eingesetzten alternativen Rohmaterialien/Korrekturstoffe und alternativen Brennstoffe haben das Ende der Abfalleigenschaften nicht erreicht, womit der Einsatz im Zementofen als Abfallbehandlungsprozess angesehen wird. Damit gehen diese Materialien lastenfrei in die Ökobilanz ein; die aus dem Einsatz der alternativen Brennstoffe resultierenden Anteile an (fossilen) CO<sub>2</sub>-Emissionen werden dem vorgelagerten Produktsystem angelastet und nicht im GWP ausgewiesen (CEN/TR 16970, Tabelle 2).

Die in der Zementherstellung eingesetzten Zumahlstoffe werden – mit Ausnahme des Kalksteins aus eigenen Steinbrüchen – in der Regel eingekauft und als Kuppelprodukte über eine Ko-Produktallokation plus anschliessende Aufbereitung und Transporte modelliert (z.B. Hüttensande, gebrannter Schiefer) oder aber als Sekundärstoffe ab dem Erreichen des Endes der Abfalleigenschaften bilanziert, also inklusive allfälliger Aufbereitung und Transporte (z.B. Steinkohleflugasche, Silikastaub).

Als Hintergrunddaten für die Ökobilanz wurden Datensätze aus dem UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022 (KBOB et al. 2022) verwendet.

## Angaben zur Systemgrenze

(X = in Ökobilanz enthalten; MND = Modul nicht deklariert)

Produktionsstadium		
A1	X	Rohstoffversorgung
A2	X	Transport
A3	X	Herstellung

Stadium der Errichtung des Bauwerks		
A4	MND	Transport zur Baustelle
A5	MND	Einbau ins Gebäude

Nutzungsstadium		
B1	MND	Nutzung/Anwendung
B2	MND	Instandhaltung
B3	MND	Reparatur
B4	MND	Ersatz <sup>1)</sup>
B5	MND	Erneuerung <sup>1)</sup>
B6	MND	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes
B7	MND	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes

Entsorgungsstadium		
C1	MND	Rückbau/Abriss
C2	MND	Transport
C3	MND	Abfallbehandlung
C4	MND	Beseitigung

Gutschriften und Lasten ausserhalb der Systemgrenze		
D	MND	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial

<sup>1</sup> Einschränkungshinweis – Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

# Berechnungsgrundlagen der Ökobilanz

## **Abschneideregeln**

In der Ökobilanz wurden alle Daten aus der detaillierten Betriebsdatenerhebung berücksichtigt, inkl. Messreihen bzw. Abschätzungen zu den Luftemissionen. Mit diesem Ansatz wurden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als 1 Prozent der in der Herstellung von Zement bzw. Beton eingesetzten Gesamtstoff- bzw. Gesamtenergieströme bilanziert.

Vernachlässigt wurde die Herstellung allfälliger Verpackungen für die Rohstoffe und Zusatzmittel. Falls überhaupt Verpackungen zum Einsatz kommen, werden Mehrweggebinde verwendet, deren Mengen bzw. Umweltwirkungen für die Ökobilanz nicht relevant sind.

Darüber hinaus wurden im Rahmen der Ökobilanz keine Material- oder Energieflüsse vernachlässigt, die den Projektverantwortlichen bekannt wäre und die eine massgebliche Umweltwirkung hinsichtlich der ausgewiesenen Indikatoren erwarten liessen. Es kann also auch davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse 5% der Wirkkategorien nicht übersteigt.

Damit sind die Kriterien für den Ausschluss von Inputs und Outputs nach SN EN 15804 erfüllt.



# Ergebnis der Ökobilanz

**Deklarierte Einheit: 1000 kg Zement CEM II/A**

Herstellungsphase A1–A3

Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen		
<b>GWP-total</b> Globales Erwärmungspotenzial total	kg CO <sub>2</sub> eq	5,39E+02
<b>GWP-fossil</b> Globales Erwärmungspotenzial fossil	kg CO <sub>2</sub> eq	5,39E+02
<b>GWP-biogenic</b> Globales Erwärmungspotenzial biogen	kg CO <sub>2</sub> eq	3,88E-01
<b>GWP-luluc</b> Globales Erwärmungspotenzial luluc	kg CO <sub>2</sub> eq	5,10E-02
<b>ODP</b> (Ozone Depletion Potential) – Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht	kg CFC-11eq	2,49E-06
<b>AP</b> (Acidification Potential) – Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	mol H <sup>+</sup> eq	1,02E+00
<b>EP-freshwater</b> (Eutrophication Potential) – Eutrophierungspotenzial Süßwasser	kg P eq	1,12E-02
<b>EP-marine</b> (Eutrophication Potential) – Eutrophierungspotenzial Salzwasser	kg N eq	3,02E-01
<b>EP-terrestrial</b> (Eutrophication Potential) – Eutrophierungspotenzial Land	mol N eq	3,80E+00
<b>POCP</b> (Photochemical Ozone Creation Potential) Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	kg NMVOC eq	9,85E-01
<b>ADPE</b> Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen <sup>1</sup>	kg Sb eq	1,07E-04
<b>ADPF</b> Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe <sup>1</sup>	MJ	1,53E+03
<b>WDP</b> Wasser-Entzugspotenzial <sup>1</sup>	m <sup>3</sup> depriv.	3,21E+04
Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes		
Einsatz erneuerbarer Primärenergie – ohne die erneuerbaren Primärenergieträger, die als Rohstoffe verwendet werden	MJ (Hu)	1,72E+02
Einsatz der als Rohstoff verwendeten, erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ (Hu)	0
Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie	MJ (Hu)	1,72E+02
Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie ohne die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger	MJ (Hu)	1,98E+03
Einsatz der als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ (Hu)	0
Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie	MJ (Hu)	1,98E+03
Einsatz von Sekundärstoffen	kg	3,36E+01
Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	0
Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	0
Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen	m <sup>3</sup>	1,11E+00
Andere Umweltinformationen, die verschiedene Abfallkategorien beschreiben		
Gefährlicher Abfall zur Deponierung	kg	1,56E-03
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	kg	5,92E+00
Entsorgter radioaktiver Abfall	kg	1,08E-02

# Ergebnis der Ökobilanz

## Sonstige Umweltinformationen, die Output-Stoffflüsse beschreiben

Komponenten zur Weiterverwendung	kg	0
Stoffe zum Recycling	kg	0
Stoffe für die Energierückgewinnung	kg	0
Exportierte Energie (Strom)	kg	0
Exportierte Energie (Wärme)	kg	0

## Zusätzliche Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen (optional)

<b>PM</b> Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen <sup>1</sup>	in Krankheitsfällen	5,02E-06
<b>IR</b> Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 <sup>1,2</sup>	in kBq U-235 eq	1,80E+01
<b>ETP-fw</b> Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme <sup>1</sup>	in CTUe	3,92E+03
<b>HTP-c</b> Toxizitätsvergleichseinheit für Menschen (krebserregend) <sup>1</sup>	in CTUh	4,11E-08
<b>HTP-nc</b> Toxizitätsvergleichseinheit für Menschen (nicht krebserregend) <sup>1</sup>	in CTUh	4,89E-06
<b>SQP</b> Bodenqualitätsindex <sup>1</sup>	in Pt	1,26E+02

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD-Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach EN 15804 A2 und den spezifischen Produktkategorieregeln (PCR), im Fall von Zement EN 16908 A1, erstellt wurden und der Gebäudekontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale berücksichtigt werden.

<sup>1</sup> Einschränkungshinweis – Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

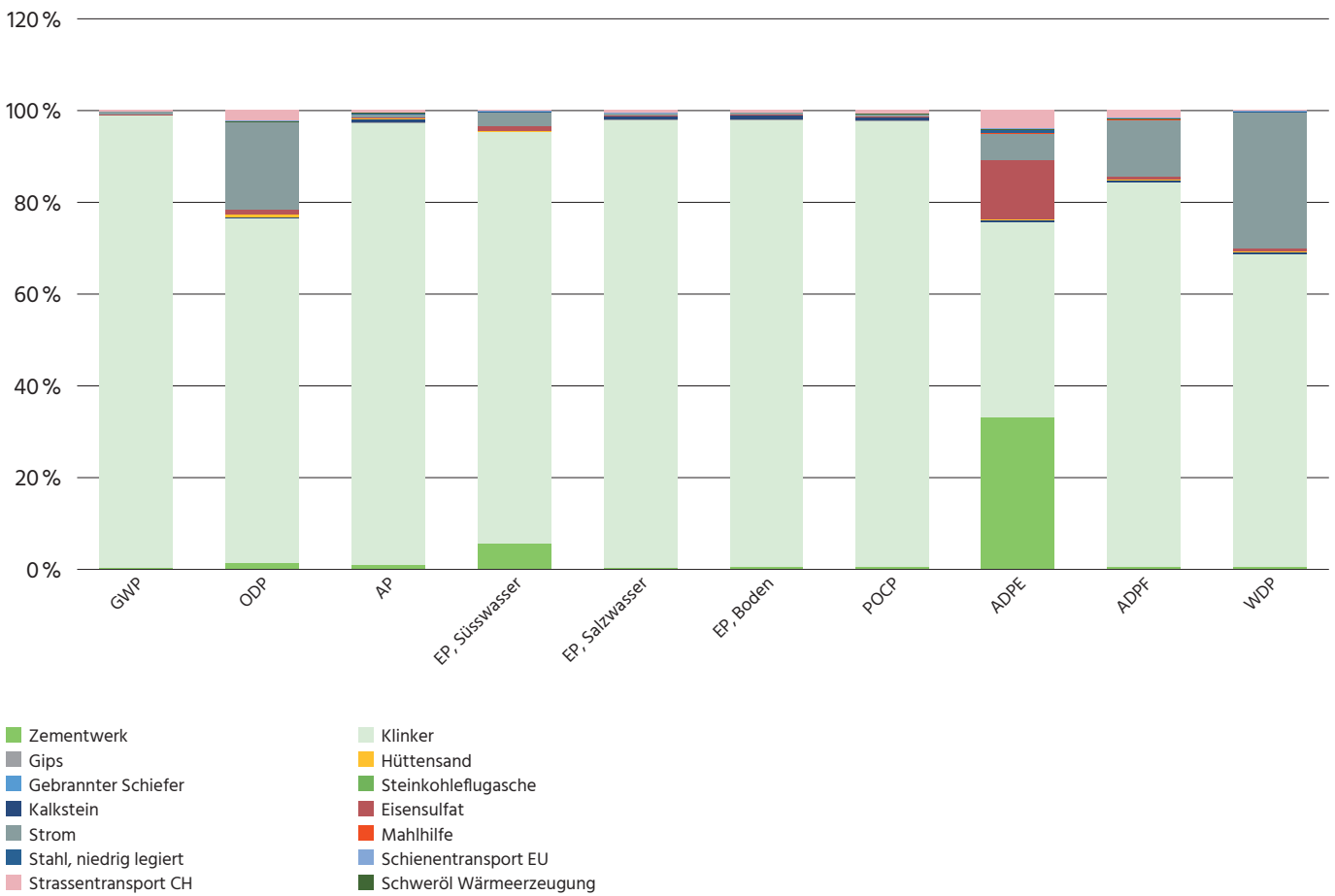
<sup>2</sup> Einschränkungshinweis – Diese Wirkungskategorie behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird ebenfalls nicht von diesem Indikator gemessen.

# Interpretation

## Indikatoren der Wirkungsabschätzung

Die Umweltwirkungen werden für fast alle Indikatoren der Wirkungsabschätzung durch die Klinkerherstellung dominiert. Einzelne relevante Beträge stammen aus der Stromgewinnung und den damit verbundenen Emissionen bzw. Beiträgen zu den Eutrophierungspotenzialen, zur Frischwasserökotoxizität, zur radioaktiven Strahlung und zur nicht kanzerogenen Humantoxizität. Weitere relevante Beiträge stammen aus der Erstellung und Entsorgung des Zementwerks.

## Relative Beiträge zu den Umweltwirkungen: CEM II/A



Das GWP von Zement wird im Wesentlichen durch die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Klinkerherstellung verursacht, wobei pro Tonne Zement CEM II/A rund 408 kg CO<sub>2</sub> geogenen Ursprungs sind und 86,3 kg CO<sub>2</sub> aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe stammen. Zusätzlich zum ausgewiesenen GWP werden 81,9 kg CO<sub>2</sub> fossiles bzw. 47,9 kg biogenes CO<sub>2</sub> pro Tonne Zement CEM II/A aus der energetischen Nutzung von Abfällen freigesetzt.

# Interpretation

## **Ausgewählte Indikatoren der Sachbilanz**

Primärenergieträger werden zur Energiegewinnung (und nicht stofflich) eingesetzt, wobei die entstehenden Aschen Rohmaterial, insbesondere Kalkstein, ersetzen. Der Primärenergieeinsatz wird durch die Klinkerherstellung dominiert, wobei die Primärenergie nicht-erneuerbar vor allem durch den Einsatz fossiler Energieträger verursacht wird. Erneuerbare Primärenergie wird vorwiegend zur Stromerzeugung aus Wasserkraft sowohl für die Klinkerherstellung als auch für die Zementherstellung und dort insbesondere für das Aufmahlen des zugesetzten Kalksteins eingesetzt.

Der Nettoeinsatz von Süswasser wurde mangels allgemein akzeptierter Berechnungsregeln für diesen Indikator konservativ berechnet, indem Salzwasser und in Laufkraftwerken turbinirtes Wasser nicht verrechnet wurden, jeglicher anderer Süswassereinsatz, sei es als Prozess- oder Kühlwasser, bei der Berechnung des Indikators aber berücksichtigt wurde. Unter diesen Annahmen wird der Nettofrischwasserverbrauch durch die Stromerzeugung aus Speicherkraftwerken dominiert, wobei der Strom mehrheitlich für die Klinker- und Zementproduktion eingesetzt wird.

Entsprechend den methodischen Setzungen der SN EN 15804+A2 werden die bei der Klinkerherstellung eingesetzten alternativen Rohstoffe mit Ausnahme von Aushub und Pyritasche, die als Sekundärmaterial bilanziert werden) als Abfälle bewertet, wobei ca. 82,4 kg alternative Rohstoffe pro Tonne Zement CEM II/A eingesetzt werden. Analog werden Abfälle als alternative Brennstoffe eingesetzt, und zwar 520 MJ/t Zement CEM II/A aus biogenen Anteilen und 1189 MJ/t Zement CEM II/A aus fossilen Anteilen.

Aus der Klinker- bzw. Zementherstellung sind keine Abfälle bilanziert; die ausgewiesenen Abfallmengen stammen aus den Vorketten und beschreiben die entsprechenden deponierten Abfallmengen.

Es wird verdichteter Silikastaub als Sekundärmaterial gemäss SN EN 15804+A2 als Zumahlstoffe für die Zementherstellung eingesetzt.

## Nachweise

Gemäss den gesetzlichen Anforderungen der ChemRRV dürfen Zement oder zementhaltige Zubereitungen, die bezogen auf die Masse des trockenen Zementes mehr als 2 ppm wasserlösliches Chromat enthalten, nicht in Verkehr gebracht werden. Der Gehalt an wasserlöslichem Chromat wird gemäss SN EN 196-10 bestimmt. Der Nachweis der Einhaltung des Grenzwertes erfolgt durch werkeigene Kontrolle und Fremdüberwachung durch ein akkreditiertes Labor.

## Szenarien und zusätzliche technische Informationen

Da sich die Berechnungen für die EPD auf die Module A1-A3 beschränken, wird kein End-of-life Szenario definiert und berechnet. Die Entwicklung von Szenarien für die Verwendung und Entsorgung von Zement im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung muss am Endprodukt (z.B. Beton) und nicht am Vorprodukt Zement erfolgen.

Bei der Verwendung von Zementen in Szenarien ist betreffend die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu bemerken, dass die Rekarbonatisierung bei der Aufbereitung von Recyclingbeton dazu führt, dass ca. 10% des geogenen CO<sub>2</sub> wieder chemisch gebunden wird und in einem entsprechenden End-of-Life Szenario für Beton gutgeschrieben werden kann (Hunkeler & Leemann 2016).

## Referenzen

### Normen und Gesetze

SN EN ISO 14044:2006-10	Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen
SN EN ISO 14025:2007-10	Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren
EN 15804+A2:2019	Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
CEN/TR 16970	CEN/TR 16970:2016-08-31, Nachhaltiges Bauen. Leitfaden für die Anwendung von EN 15804
SN EN 197-1:2011	Zement Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement (SIA 215.002)
SN EN 197-2:2020	Zement Teil 2: Konformitätsbewertung (SIA 215.003)
SIA 2049	SIA Merkblatt 2049: Anforderung an neue Zemente
KBOB 2022	KBOB, eco-bau und IPB (2022): UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022; Grundlage für die KBOB Empfehlung 2009/1:2022: Ökobilanzdaten im Baubereich. Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Bern.

Weitere Literatur: [www.cemsuisse.ch](http://www.cemsuisse.ch)

### cemsuiss

Verband der Schweizerischen  
Cementindustrie  
Marktgasse 53  
3011 Bern

### Schweizer Zementproduzenten:

Holcim (Schweiz) AG  
Hagenholzstrasse 83  
8050 Zürich

Jura-Cement-Fabriken AG  
Talstrasse 13  
5103 Wildeggen

Juracime SA  
Fabrique de ciment  
2087 Cornaux

Vigier Cement AG  
Zone industrielle Rondchâtel  
2603 Péry