

Verklaringhouder:	Klostermann GmbH & Co KG
Uitgever:	Kiwa-Ecobility Experts
Programmahouder:	Kiwa-Ecobility Experts
Registratienummer:	EPD-Klostermann-319-NL
Datum van uitgifte:	15.12.2023
Geldig tot:	15.12.2028



Betonstraatstenen/-tegels

Voor de holistische vormgeving van verkeersgebieden en open ruimtes.

1. Algemene informatie

Klostermann GmbH & Co KG

Programmahouder:

Kiwa-Ecobility Experts
Voltastr. 5
13355 Berlijn
Duitsland

Registratienummer:

EPD-Klostermann-319-NL

Deze EPD is gebaseerd op de volgende**Product Categorie Regels (PCR):**

PCR-document Deel A: Algemene productcategorieregels, versie 2.1, 2022-02-14

PCR-document Deel B: DIN EN 16757 Duurzaamheid van bouwwerken - Milieugebonden productverklaringen - Productcategorieregels voor beton en betonelementen

Datum van uitgifte:

15.12.2023

Geldig tot:

15.12.2028

Raoul Mancke
(Hoofd programmahouder, Kiwa-Ecobility Experts)

Martin Köhrer
(Verificatieorgaan, Kiwa-Ecobility Experts)

Betonstraatstenen/-tegels

Verklaringhouder:

Klostermann GmbH & Co KG
Am Wasserturm 20
48635 Coesfeld
Duitsland

Product eenheid:

1 m² betonstraatsteen/-tegel

Reikwijdte van de geldigheid:

Dit document heeft betrekking op betonstraatstenen/-tegels geproduceerd door Klostermann GmbH & Co. KG in de fabriek in Coesfeld, Duitsland. Dit is een gemiddelde EPD: een gemiddelde straatsteen/tegel bestaande uit beton, dat betrekking heeft op de opgegeven eenheid van 1 m². De gegevensverzameling voor de ecologische berekening is uitgevoerd op een fabrieksspecifieke basis met jaargegevens uit 2022. De LCA is daarom representatief voor betonstraatstenen/-tegels van Klostermann GmbH & Co KG. De houder van de verklaring is verantwoordelijk voor de onderliggende gegevens en de verificatie daarvan.

Verificatie:

De norm EN 15804:2012+A2:2019 dient als kern-PCR.

Onafhankelijke verificatie van het EPD door een onafhankelijke derde partij in overeenstemming met ISO 14025:2006

intern extern

Anne Kees Jeeninga – Adviselab V.o.f
(Onafhankelijke externe auditor)

2. Product

2.1 Productbeschrijving

Klostermann GmbH & Co KG biedt bestratings- en tegelsystemen in verschillende formaten, afmetingen, oppervlakken en kleuren. Klostermann GmbH & Co KG straatstenen van beton in verschillende afmetingen en diktes worden gebruikt voor de holistische vormgeving van verkeersgebieden en open ruimtes. De straatstenen verschillen in afmetingen, vormen, oppervlakken en kleuren. De productiestappen en materiaalsamenstelling zijn bijna identiek, daarom verwijst deze verklaring naar een gemiddeld product. Betonstraatstenen/-tegels worden vervaardigd uit natuurlijke aggregaten, hydraulische bindmiddelen (cement) met toevoeging van water en speciale betonadditieven.

Dit document heeft betrekking op betonstraatstenen/-tegels die worden geproduceerd door Klostermann GmbH & Co. KG in de fabriek in Coesfeld, Duitsland.

Verordening (EU) nr. 305/2011 (CPR) is van toepassing op het in de handel brengen van de producten in de EU/EVA (met uitzondering van Zwitserland). De producten vereisen een prestatieverklaring rekening houdend met de geharmoniseerde normen /DIN EN 1338: 2003, betonnen straatstenen/, of /DIN EN 1339: 2003, betonnen platen/ en de CE-markering. Voor het gebruik gelden de respectieve nationale voorschriften.

2.2 Toepassing

Betonstraatstenen/-tegels worden gebruikt voor verkeersgebieden en het ontwerpen van open ruimtes en zijn voornamelijk geschikt voor de volgende toepassingsgebieden:

- Woon-, service- en verkeerswegen
- Parkeer- en keerstroken, zones voor busverkeer
- Parkeer- en rustplaatsen, tankstations
- Rijdbare spooroppervlakken van spoorwegen
- Industriegebieden, spoorwegperrons, gepantserde wegen
- Land- en bosbouwwegen
- Voetgangerszones, voetpaden en fietspaden
- Privé opritten, binnenplaatsen
- Gebieden in de particuliere woonomgeving
- Parkeerplaatsen en havenwegen
- Stabilisatie van oevers en taluds

Het gebruik van straatstenen voor rijbanen moet worden vermeden, vooral wanneer snelheden van 60 km/u worden overschreden. Bovendien mogen bestratingmethoden in overeenstemming met RStO ook niet worden gebruikt voor verkeersgebieden in belastingsklassen Bk10 en hoger, waartoe bijvoorbeeld snelwegen en industriële verzamelwegen behoren.

Voordat met de aanleg wordt begonnen, moet worden nagegaan of de afzonderlijke lagen onder het bestratingsoppervlak (bv. funderingslaag, vorstbeschermingslaag, ondergrond) voldoende draagvermogen hebben. Ze moeten gedimensioneerd en verdicht zijn in overeenstemming met de

verwachte verkeersbelasting. Het controleren van de vereiste verdichting kan relatief snel en kosteneffectief worden uitgevoerd, bijvoorbeeld met behulp van de plaatdruktest volgens DIN 18134. Het aantal benodigde stenen per vierkante meter gelegd oppervlak is meestal inclusief de voegen. Daarom worden de producten zo geleverd dat de bestelde stenen kunnen worden gelegd met inachtneming van de rastermaat (steenmaat plus voeg).

Ondanks hoogwaardige productietechnologie zijn maattoleranties onvermijdelijk. Daarom is het raadzaam om de vereiste legbreedte, d.w.z. de afstand tussen de kanten, te bepalen door afzonderlijke rijen stenen te leggen voordat met het eigenlijke leggen wordt begonnen. Maar zelfs als de randafwerking al gelegd is, kan het raadzaam zijn om afzonderlijke rijen stenen te leggen en vooral uit te lijnen voordat met het eigenlijke leggen wordt begonnen. In beide gevallen kan dit voorbereidende werk vaak onnodig en duur zaagwerk aan de randen voorkomen.

Het leggen van individuele rijen stenen om de exacte afstand van de randafwerking te bepalen, is altijd verplicht als de ZTV Pflaster-StB 20 deel uitmaakt van het bouwcontract.

2.3 Technische gegevens

De structurele gegevens van betonstraatstenen/-tegels worden in de volgende tabel gegeven in overeenstemming met DIN EN 1338 en DIN EN 1339.

Naam	Eenheid	Waarde
Duurzaamheid (vorst/dooibestendigheid) onder normale omstandigheden en/of in aanwezigheid van dooizouten	Voldoende	-
Slipweerstand en slipweerstand - minimumwaarde (alleen voor stenen waarvan het oppervlak geslepen, gepolijst of zo geproduceerd is dat er een glad oppervlak is ontstaan)	≥ 45	-
Slipweerstand en slipweerstand (duurzaamheid)	Voldoende	-
Waterabsorptie	≤ 6	M.-%
Breukbelasting	≥ 250	N/mm
Ruwe dichtheid en open porositeit	2350	kg/m ³
Afwijking van de afmetingen (toegestaan)	Lengte/breedte ± 2 Dikte ± 3	mm mm
Buigtreksterkte	≥ 5	MPa
Thermische geleidbaarheid	1,56	W/(mK)
Toelaatbaar verschil tussen de twee diagonalen (Alleen voor rechthoekige stenen met diagonalen van meer dan 200 mm.) Klasse 2 (K)	3	mm
Weerbestendigheid - Klasse 3(D)	Massaverlies n. F.-T. test $\leq 1,0$ (gemiddelde waarde)	kg/m ²
Duurzaamheid van de weerbestendigheid	Voldoende	-
Splijttreksterkte (karakteristiek)	$\geq 3,6$	MPa
Splijttreksterkte (enkele waarde)	$\geq 2,9$	MPa
Duurzaamheid van kracht	Voldoende	-
Brandgedrag volgens 96/603/EU	Klasse A1	-
Gedrag bij uitwendige brand volgens 2000/533/EU	Voldoende	-
Slijtvastheid	≤ 20	mm

2.4 Op de markt brengen

Klostermann GmbH & Co. KG betonstraatstenen/-tegels worden om veiligheidsredenen en ter voorkoming van transportschade voor het transport op pallets geladen. De afmetingen van de betonstraatstenen/-tegels zijn als volgt:

- Breedte = 10 - 100 cm
- Lengte = 10 - 120 cm
- Dikte = 5 - 16 cm

2.5 Grondstoffen

Het belangrijkste bestanddeel van Klostermann GmbH & Co KG betonstraatstenen/-tegels is beton, dat bestaat uit natuurlijke producten zoals grind, steenslag, zand, water en cement. Tot 80% van dit toeslagmateriaal bestaat uit fijne natuursteenkorrels en harde steenslag.

Een ander belangrijk onderdeel van de betonstraatstenen/-tegels is het gerecycleerde materiaal, dat wordt uitgesorteerd tijdens de kwaliteitscontrole. Zoals te zien is in het stroomdiagram van het proces (Figuur 1), gaat het afgekeurde materiaal door de breek- en classificatiefabriek om 100% hergebruikt te worden als toeslagmateriaal in het nieuwe productieproces.

Aan de gekleurde betonproducten worden ook kleurpigmenten toegevoegd.

Component	Samenstelling (functie)
Cement	Binder
Zand	Aggregaat
Grind	Aggregaat
Gesplitst	Aggregaat
Recycling split/betongranulaat	Aggregaat
Water	Water toevoegen
Efflorescentiebescherming	Toevoeging
Waterafstotend	Toevoeging
Luchtgeleidend middel	Toevoeging
Vulstof (bijv. vliegias)	Toevoeging
Pigment	Toevoeging

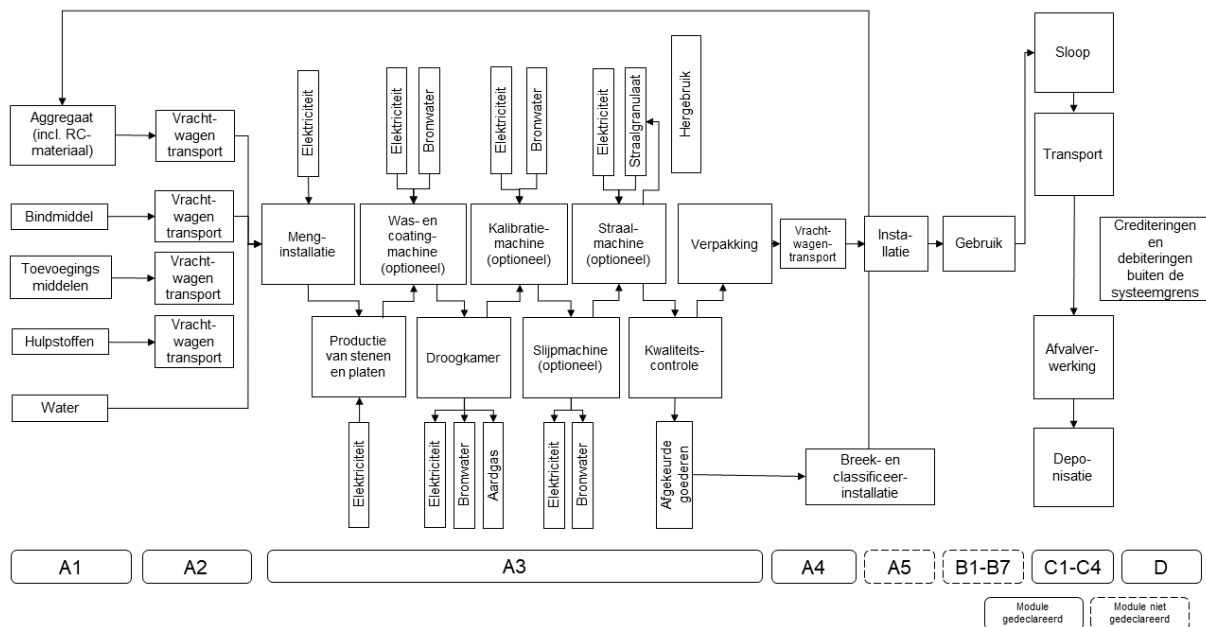
Het product bevat geen stoffen van de "Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation" (SVHC).

2.6 Productieproces

Bij Klostermann GmbH & Co KG worden betonstraatstenen/-tegels in 3 stappen gebruiksklaar geproduceerd:

- Mengsel van grondstoffen
- Vormgeven
- Uitharding en veroudering

De volgende figuur toont het processtroombdiagram dat werd gemodelleerd voor de levenscyclusanalyse. Voor elke fase wordt weergegeven wat er in de betreffende fase wordt gedaan en hoe de verschillende fasen met elkaar zijn verbonden.



Figuur 1 . Stroomdiagram van het proces

2.7 Verpakking

Klostermann GmbH & Co. KG betonstraatstenen/-tegels worden gestapeld op industriële poolpallets en vervolgens vervoerd per vrachtwagen. Als verpakkingsmateriaal wordt PE-krimpfolie en PVC-band gebruikt.

2.8 Referentielevensduur (afgekort RSL)

De referentielevensduur kon niet worden bepaald in overeenstemming met /ISO 15686-1/. Volgens de levensduur van bouwcomponenten voor de levenscyclusanalyses in overeenstemming met het beoordelingssysteem voor duurzaam bouwen /BBSR Tabel 2017/, is de referentielevensduur van betonstraatstenen/-tegels meer dan 50 jaar.

2.9 Andere informatie

Installatiehandleidingen, technische informatie en productgegevensbladen kunnen worden gedownload op de website van Klostermann GmbH & Co. KG: www.klostermann-beton.de.

3. LCA: Rekenregels

3.1 Product eenheid

De opgegeven eenheid verwijst naar de productie van één vierkante meter (1 m²) gemiddelde betonstraatsteen/-tegel. De functionele eenheid kan daarom dienen als benchmark voor gelijkaardige producten.

Alle betonstraatstenen/-tegels worden gemaakt van dezelfde grondstoffen en ondergaan vergelijkbare productiestappen. Alleen additieven zoals verschillende pigmenten hebben een effect op de kleuring van het oppervlaktedesign of de verschillende vormen van de straatstenen. Door dezelfde productiestappen is de productsamenstelling van betonstraatstenen/-tegels met verschillende gewichten per eenheid vergelijkbaar. De LCA-resultaten kunnen daarom worden geschaald afhankelijk van het gewicht per oppervlakte-eenheid.

Product	Eenheid	Waarde
Aangegeven eenheid	1	m ²
Gramgewicht	188	kg/m ²
Laagdikte	8	cm
Conversiefactor naar 1 kg	0,0053	-

3.2 Systeemgrens

De systeemgrenzen omvatten de volgende in- en uitgangen:

Module	Module verklaard	binnen de systeemgrens	buiten de systeemgrens
A1 Levering van grondstoffen	X	Grondstoffen	
A2 Vervoer	X	Transport van de dealer naar de fabriek	
A3 Productie	X	Stroomvoorziening voor halverwarming Energieopwekking op de locatie	Administratie gebouw
A4 Vervoer	X	Transport van de fabriek naar de klant	
C1 Ontmanteling / sloop	X	Graafmachine toepassing	
C2 Vervoer	X	Transport volgens afvalscenario NMD	
C3 Afvalverwerking	X	Afvalverwerking	
C4 verwijderen	X	Stortplaats Recycling	
D Kredietnota's en ladingen buiten de Systeemgrens	X	Recycling van het product	CO ₂ Opname

3.3 Schattingen en aannames

Voor de meeste inputs (grondstoffen en externe inputs) werden representatieve en gemiddelde gegevens voor Duitsland gebruikt. Voor inputs waarvoor geen overeenkomstige Duitse dataset bestond, werd een dataset voor een buurland (bv. Zwitserland of Nederland) of een regionale dataset (bv. voor de EU) gebruikt. In enkele gevallen werd een wereldwijde dataset gebruikt. Als er gegevens

werden geleverd door een fabrikant (bijv. een EPD), werd dit gebruikt als gegevensbron. Als er geen gegevens beschikbaar waren, werden de gegevens van Ecoinvent gebruikt.

Alle specifieke transportafstanden van de bronmaterialen werden geregistreerd en dienovereenkomstig in aanmerking genomen.

De afstanden van de plaats van gebruik tot de respectieve afvalverwerking zijn overgenomen uit de LCA-berekeningssoftware R<THiNK, die werkt met de afstanden uit de Nationale Milieudatabase (NMD) van Nederland.

Om redenen van gegevensbescherming worden verdere aannames alleen toegelicht in het achtergrondrapport dat bij dit EPD hoort.

3.4 Afsluitingscriteria

Alle materiaalstromen die meer dan 1% bijdragen aan de totale massa, energie of milieueffecten van het systeem werden meegenomen in de LCA. Er kan worden aangenomen dat de verwaarloosde processen in totaal minder dan 5% zouden hebben bijgedragen aan de onderzochte impactcategorieën.

De houten pallets die deel uitmaken van de verpakking worden niet meegerekend, omdat ze slechts 0,5% van de totale productmassa uitmaken. Daarnaast valt het gebruik van straalgranulaat ook onder de afkapcriteria. Het straalgranulaat maakt minder dan 0,01% van de totale massa uit en is daarom buiten beschouwing gelaten.

Kapitaalgoederen zijn goed voor minder dan 1% van de CO₂-impact en vallen daarom onder de afkapcriteria. Dit werd geverifieerd door het Ecoinvent v3.6 proces "Cement production, alternative constituents 21-35%".

3.5 Referentieperiode en geografisch referentiegebied

Alle processpecifieke gegevens werden verzameld voor het jaar 2022. De gebruikte hoeveelheden grondstoffen, verbruiksgoederen en voorraden en het energieverbruik werden geregistreerd en gemiddeld over het volledige jaar 2022. Het referentiegebied is Duitsland.

3.6 Gegevenskwaliteit

Over het algemeen kan de gegevenskwaliteit als goed worden gecategoriseerd. Alle relevante processpecifieke gegevens konden worden geregistreerd tijdens de operationele gegevensverzameling. Voor sommige elementen (zoals energieverbruik) konden de gegevens niet specifiek worden toegewezen aan het productieproces alleen, daarom werd een conservatiever cijfer (voor de hele productiefaciliteit) gebruikt.

In sommige gevallen werden primaire gegevens van klanten gebruikt, die een zeer goede gegevenskwaliteit hebben omdat ze rechtstreeks van de bron afkomstig zijn. Daarnaast werden secundaire gegevens uit de Ecoinvent-database (2019, versie 3.6) gebruikt. De database wordt regelmatig gecontroleerd en voldoet daarom aan de eisen van DIN EN ISO 14040/44

(achtergrondgegevens niet ouder dan 10 jaar). De achtergrondgegevens voldoen aan de eisen van EN 15804+A2. De gebruikte hoeveelheden grondstoffen, verbruiksgoederen en voorraden en het energieverbruik werden geregistreerd en gemiddeld over het hele werkingsjaar.

De algemene regel dat specifieke gegevens van bepaalde productieprocessen of gemiddelde gegevens afgeleid van bepaalde processen voorrang moeten krijgen bij het berekenen van een EPD of LCA, werd nageleefd. Gegevens voor processen waarop de fabrikant geen invloed heeft, werden toegewezen aan generieke gegevens.

3.7 Allokatie

Specifieke informatie over allokaties binnen de achtergrondgegevens is te vinden in de documentatie van de Ecoinvent-gegevenssets. De verstrekte gegevens zijn interne kengetallen waarvoor geen publicatie is gepland. In de grondstoffase worden geen bijproducten gegenereerd en daarom zijn in deze fase geen toewijzingsmethoden toegepast. In het geval van verbranding of storting van verpakkings- en productieafval wordt een multi-input toewijzing met een krediet voor elektriciteit en thermische energie volgens de eenvoudige kredietmethode gebruikt. Er vindt geen allokatie plaats tijdens de productiefase in de fabriek. De productie van betonstraatstenen/-tegels is een apart proces.

3.8 Vergelijkbaarheid

In principe is het alleen mogelijk om de milieueffecten van verschillende producten te vergelijken of te beoordelen als ze zijn geproduceerd in overeenstemming met EN 15804. Bij het beoordelen van de vergelijkbaarheid moet in het bijzonder rekening worden gehouden met de volgende aspecten: gebruikte PCR, functionele of opgegeven eenheid, geografische referentie, definitie van de systeemgrens, opgegeven modules, selectie van gegevens (primaire of secundaire gegevens, achtergronddatabase, kwaliteit van gegevens), gebruikte scenario's voor gebruiks- en verwijderingsfasen en de levenscyclusinventaris (gegevensverzameling, berekeningsmethoden, toewijzingen, geldigheidsperiode). PCR's en algemene programma-instructies van verschillende EPD-programma's kunnen verschillen. De vergelijkbaarheid moet worden gecontroleerd. Meer informatie is te vinden in EN 15804+A2 (5.3 Vergelijkbaarheid van EPD's voor bouwproducten) en ISO 14025 (6.7.2 Vereisten voor vergelijkbaarheid).

4. LCA: Scenario's en aanvullende technische informatie

Er zijn conservatieve scenario's gemaakt voor module A4 en module C1, die zijn opgenomen in het achtergrondrapport dat bij deze EPD hoort.

Voor module A4 is een transportafstand van 124 km berekend.

Voor module A5 werden 2 verschillende soorten verpakking (PE-krimpfolie en PVC-band) beschouwd. Houten pallets worden ook als verpakking gebruikt, maar door de kleine hoeveelheid valt dit onder de afkapcriteria.

Tijdens de gebruiksfase (module B1) kunnen de betonstraatstenen/-tegels koolstofdioxide absorberen door carbonatatie. Volgens DIN EN 16757 is de gemiddelde referentiewaarde voor langdurige CO₂ absorptie 75% van de maximaal mogelijke CO₂ absorptie. Deze waarde moet echter alleen als richtlijn worden gezien, omdat deze afhankelijk is van veel beïnvloedende factoren. De norm DIN EN 16757 legt uit hoe de theoretische maximale CO₂ opname kan worden berekend.

Op basis van de theoretische maximale CO₂ opname van het gebruikte cement, is er een potentieel voor CO₂ opname op lange termijn van 5,57 kg CO₂ per m² voor 1 m² betonstraatsteen/-tegel aan het einde van zijn levensduur. De CO₂ opname werd niet in aanmerking genomen in dit EPD en wordt hier enkel ter informatie gegeven. De exacte berekening is te vinden in het achtergrondrapport.

5. LCA: Resultaten

5.1 Indicatoren voor de levenscyclusinventaris

De volgende tabellen tonen de resultaten van de effectbeoordelingsindicatoren, verbruik van hulpbronnen, afval en andere productiestromen. De hier getoonde resultaten hebben betrekking op het gespecificeerde gemiddelde product.

Beperkende opmerkingen bij ADP-e, ADP-f, WDP, ETP-fw, HTP-c, HTP-nc, SQP: De resultaten van deze milieueffectindicator moeten met voorzichtigheid worden gebruikt, omdat de onzekerheden in deze resultaten groot zijn of omdat er slechts beperkte ervaring met de indicator is.

Beperkende noot bij IR: Deze impactcategorie heeft voornamelijk betrekking op het mogelijke effect van ioniserende straling in lage dosis op de menselijke gezondheid in de splijtstofcyclus. Er wordt geen rekening gehouden met effecten door mogelijke nucleaire ongevallen en beroepsmatige blootstelling, noch met de opberging van radioactief afval in ondergrondse faciliteiten. Potentiële ioniserende straling van de bodem, radon en sommige bouwmaterialen wordt ook niet gemeten door deze indicator.

Beschrijving Systeemgrens

Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase							Verwijderingsfase				Aanvullende informatie Buiten de levenscyclus
Levering van grondstoffen	Transport	Vervaardiging	Transport	Bouw / installatie processen	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervanging	Verbouwing / Vernieuwing	Operationeel energieverbruik	operationeel watergebruik	Ontmanteling, sloop	Transport	Afvalverwerking	Stortplaats	Potentieel voor hergebruik, terugwinning en recycling
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	X	X	X

X=Geclareerde modules | MND=Niet gedeclareerde modules | MNR=Niet relevante modules

LCA-resultaten - Indicatoren voor de beschrijving van milieueffecten op basis van de effectbeoordeling (LCIA): 1 m² betonstraatsteen/-tegel (EN 15804+A2)

Parameters	Einheid	A1	A2	A3	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
Kernindicatoren											
GWP-totaal	kg CO ₂ -eq.	1,70E+01	1,39E+00	2,56E+00	2,09E+01	1,66E+00	3,49E+00	1,03E+00	3,00E-01	9,78E-03	-6,31E-01
GWP-f	kg CO ₂ -eq.	1,67E+01	1,39E+00	2,48E+00	2,06E+01	1,66E+00	3,49E+00	1,03E+00	2,99E-01	9,76E-03	-6,28E-01
GWP-b	kg CO ₂ -eq.	2,33E-01	9,43E-04	4,95E-02	2,84E-01	1,26E-03	9,71E-04	4,76E-04	1,73E-03	1,94E-05	-2,88E-03
GWP-luluc	kg CO ₂ -eq.	2,35E-02	4,61E-04	3,45E-02	5,84E-02	5,07E-04	2,75E-04	3,78E-04	5,68E-05	2,72E-06	-6,75E-04
ODP	kg CFK 11-eq.	1,03E-06	3,36E-07	3,92E-07	1,75E-06	4,08E-07	7,54E-07	2,27E-07	3,87E-08	4,02E-09	-6,26E-08
AP	mol H ⁺ -eq.	4,25E-02	7,41E-03	1,35E-02	6,34E-02	5,35E-03	3,65E-02	5,98E-03	1,87E-03	9,27E-05	-4,54E-03
EP-fw	kg P-eq.	3,33E-04	1,06E-05	1,15E-04	4,59E-04	1,32E-05	1,27E-05	1,04E-05	9,30E-06	1,09E-07	-2,32E-05
EP-m	kg N-eq.	1,11E-02	1,71E-03	4,43E-03	1,72E-02	1,17E-03	1,61E-02	2,11E-03	7,46E-04	3,19E-05	-1,30E-03
EP-T	mol N-eq.	1,20E-01	1,91E-02	5,01E-02	1,89E-01	1,31E-02	1,77E-01	2,32E-02	8,28E-03	3,51E-04	-1,50E-02
POCP	kg NMVOC-eq.	3,31E-02	6,29E-03	1,43E-02	5,36E-02	5,14E-03	4,87E-02	6,63E-03	2,25E-03	1,02E-04	-4,16E-03
ADP-mm	kg Sb-eq.	1,15E-04	2,36E-05	1,84E-05	1,57E-04	2,96E-05	5,36E-06	2,61E-05	8,42E-07	8,94E-08	-3,12E-05
ADP-f	MJ	7,49E+01	2,22E+01	4,11E+01	1,38E+02	2,70E+01	4,81E+01	1,55E+01	4,01E+00	2,73E-01	-7,82E+00
WDP	m ³ wereld-eq.	1,85E+00	6,96E-02	5,97E-01	2,52E+00	8,77E-02	6,44E-02	5,56E-02	1,82E-02	1,22E-02	-9,01E+00
Aanvullende indicatoren											
PM	ziekte-incidentie	3,26E-03	1,16E-07	2,45E-07	3,26E-03	1,46E-07	9,68E-07	9,27E-08	4,13E-08	1,80E-09	-7,80E-08
IR	kBq U235-eq.	5,39E-01	9,67E-02	1,31E-01	7,67E-01	1,18E-01	2,06E-01	6,51E-02	1,27E-02	1,12E-03	-3,15E-02
ETP-fw	CTUe	1,37E+02	1,74E+01	2,56E+01	1,80E+02	2,15E+01	2,90E+01	1,39E+01	3,25E+00	1,77E-01	-1,26E+01
HTP-c	CTUh	3,90E-09	4,60E-10	8,82E-10	5,25E-09	5,22E-10	1,01E-09	4,50E-10	7,71E-11	4,09E-12	-4,66E-10
HTP-nc	CTUh	1,82E-07	1,89E-08	2,60E-08	2,26E-07	2,36E-08	2,49E-08	1,52E-08	2,18E-09	1,26E-10	-1,32E-08
SQP	Pt	2,72E+01	2,40E+01	6,64E+00	5,79E+01	3,09E+01	6,14E+00	1,35E+01	6,69E-01	5,72E-01	-1,01E+01
<p>GWP-totaal = aardopwarmingsvermogen - totaal; GWP-fossiel = aardopwarmingsvermogen - fossiel; GWP-biogeen = aardopwarmingsvermogen - biogeen; GWP-luluc = aardopwarmingsvermogen - landgebruik en verandering in landgebruik; ODP = ozonafbraak; AP = verzuring; EP-fw = eutrofiëring - zoet water; EP-m = eutrofiëring - zout water; EP-t = eutrofiëring - land; POCP = fotochemische ozonvorming; ADP-mm = uitputting van abiotische hulpbronnen - mineralen en metalen; ADP-f = uitputting van abiotische hulpbronnen - fossiele brandstoffen; WDP = watergebruik; ETP-fw = ecotoxiciteit (zoet water); HTP-c = toxiciteit voor de mens, carcinogene effecten; HTP-nc = toxiciteit voor de mens, niet-carcinogene effecten; IR = ioniserende straling, menselijke gezondheid; PM = emissies van zwevende deeltjes; SQP = landgebruikgerelateerde effecten / bodemkwaliteit.</p>											

LCA-resultaten - Indicatoren om het gebruik van hulpbronnen en milieu-informatie afgeleid van de levenscyclusinventarisatie (LCI) te beschrijven: 1 m² betonstraatsteen/-tegel (EN 15804+A2)

Parameters	Eenheid	A1	A2	A3	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	9,54E+00	2,71E-01	1,05E+01	2,03E+01	3,40E-01	2,60E-01	1,95E-01	2,28E-01	2,21E-03	-5,40E-01
PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	9,54E+00	2,71E-01	1,05E+01	2,03E+01	3,40E-01	2,60E-01	1,95E-01	2,28E-01	2,21E-03	-5,40E-01
PENRE	MJ	7,93E+01	2,35E+01	3,73E+01	1,40E+02	2,87E+01	5,11E+01	1,65E+01	4,28E+00	2,90E-01	-8,30E+00
PENRM	MJ	4,82E+01	0,00E+00	6,60E+00	5,48E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	1,27E+02	2,35E+01	4,39E+01	1,95E+02	2,87E+01	5,11E+01	1,65E+01	4,28E+00	2,90E-01	-8,30E+00
SM	Kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	M3	3,54E-01	2,44E-03	2,35E-02	3,80E-01	3,07E-03	2,47E-03	1,89E-03	1,34E-03	2,92E-04	-2,11E-01
HWD	Kg	2,84E-04	5,18E-05	7,67E-05	4,12E-04	6,55E-05	1,31E-04	3,94E-05	6,98E-06	4,08E-07	-1,58E-05
NHWD	Kg	6,11E-01	1,82E+00	1,39E-01	2,57E+00	2,35E+00	5,69E-02	9,86E-01	5,59E-01	1,85E+00	-8,49E-02
RWD	Kg	5,62E-04	1,51E-04	1,83E-04	8,96E-04	1,84E-04	3,34E-04	1,02E-04	1,80E-05	1,79E-06	-3,42E-05
CRU	Kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MFR	Kg	3,42E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,42E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,84E+02	0,00E+00	0,00E+00
MER	Kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

PERE = gebruik van hernieuwbare primaire energie - zonder de hernieuwbare primaire energiebronnen die als grondstoffen worden gebruikt; **PERM = gebruik van** hernieuwbare primaire energiebronnen die als grondstoffen worden gebruikt (materiaalgebruik); **PERT = totaal gebruik van** hernieuwbare primaire energie (primaire energie en hernieuwbare primaire energiebronnen die als grondstoffen worden gebruikt) (energie + materiaalgebruik); **PENRE = gebruik van** niet-hernieuwbare primaire energie zonder de niet-hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstoffen; **PENRM = gebruik van** niet-hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstoffen (materiaalgebruik); **PENRT = totaal gebruik van** niet-hernieuwbare primaire energie (primaire energie en de niet-hernieuwbare primaire energiebronnen gebruikt als grondstoffen) (energie + materiaalgebruik); **SM = gebruik van** secundaire materialen; **RSF = gebruik van** hernieuwbare secundaire brandstoffen; **NRSF = gebruik van** niet-hernieuwbare secundaire brandstoffen; **FW = netto gebruik van** zoetwaterbronnen; **HWD = gevaarlijk afval dat wordt gestort**; **NHWD = niet-gevaarlijk afval dat wordt gestort** (gemeentelijk afval); **RWD = radioactief afval**; **CRU = componenten voor verder gebruik**; **MFR = materialen voor recycling**; **MER = materialen voor energieretourwinning**; **EET = geëxporteerde energie (thermisch)**; **EEE = geëxporteerde energie (elektrisch)**.

LCA-resultaten - informatie over biogeen koolstofgehalte: 1 m² betonstraatsteen/-tegel (EN 15804+A2)

Parameters	Eenheid	Waarde
Biogeen koolstofgehalte in het product	kg C	0
Biogeen koolstofgehalte in de bijbehorende verpakking	kg C	0

OPMERKING 1 kg biogene koolstof komt overeen met 44/12 kg CO₂.

5.2 Berekening van de MKI-waarde (Nederlands: Milieukostenindicator, ECI)

Zoals beschreven in het NMD-document 'Bepalingsmethode 'Milieupresetatie Bouwwerken' versie 1.1' uit 2022, kunnen de resultaten van de LCA worden samengevoegd tot een 1-puntswaarde, wat de MKI-waarde oplevert. Op basis van een weging naar de ernst van de verschillende milieueffectcategorieën wordt een 1-puntswaarde bepaald - de milieuprestatie. Voor de bouwsector is dit de milieukostenindicator (MKI), uitgedrukt in euro. Wanneer de milieuprestatie wordt uitgedrukt in een 1-punts score, is deze vergelijkbaar met de milieuprestatie van andere gebouwen en is het eenvoudiger om de milieueffecten te communiceren en eisen te stellen (NMD, 2023).

De MKI-waarde is een belangrijke evaluatiemethode, vooral in de Nederlandse bouwsector. In Nederland is het een vereiste voor openbare aanbestedingen. Het doel van de indicator is om de schaduwprijs weer te geven voor de milieueffecten van een product of project. De volgende weging wordt gebruikt voor de aggregatie:

Environmental impact category	Equivalent unit	Weighting factor [€ / kg equivalent]	
Depletion of abiotic raw materials (excluding fossil energy carriers) - ADP	Sb eq	€0.16	Raw materials
Depletion of fossil energy carriers - ADP	Sb eq ¹⁰	€0.16	
Global warming - GWP 100 years.	CO ₂ eq	€0.05	Emissions
Ozone layer depletion - ODP	CFK-11 eq	€30	
Photochemical oxidant-formation - POCP	C ₂ H ₄ eq	€2	
Acidification - AP	SO ₂ eq	€4	
Eutrophication - EP	PO ₄ eq	€9	
Human toxicity - HTP	1.4-DCB eq	€0.09	
Freshwater aquatic ecotoxicity - FAETP	1.4-DCB eq	€0.03	
Marine aquatic ecotoxicity - MAETP	1.4-DCB eq	€0.0001	
Terrestrial ecotoxicity - TETP	1.4-DCB eq	€0.06	

1-point score

Tabel 1 Wegingsfactoren (voor de milieueffectcategorieën) (NMD 2022)

Door de weging heeft de impactcategorie GWP de grootste invloed op de indicatorwaarde. Het gebruik van éénpuntsbeoordelingen is een extra beoordelingsinstrument voor LCA-resultaten. Er moet echter op worden gewezen dat de wegingen altijd gebaseerd zijn op waardebehoud en niet op een wetenschappelijke basis (ISO 14040). De resultaten van de MKI worden weergegeven in de volgende tabel, berekend volgens EN15804+A1.

Tabel 2 Resultaten - MKI-waarde (1-punts evaluatie) per 1 m² betonstraatsteen/-plaat

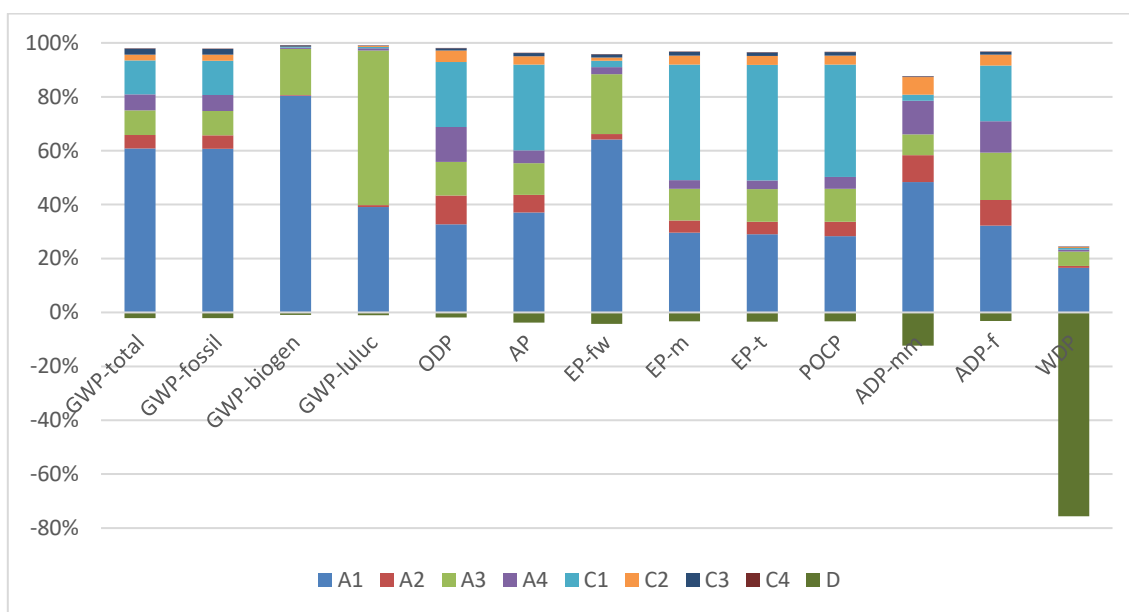
Module	Schaduwprijs per module (s€)	Aandeel in totaal volume (%)
A1 Levering van grondstoffen	1,87	62%
A2 Vervoer	0,17	6%
A3 Productie	0,26	8%
A4 Transport van de poort naar de bouwplaats	0,19	6%
C1 Ontmanteling / sloop	0,46	15%
C2 Vervoer	0,12	4%
C3 Afvalverwerking	0,03	1%
C4 verwijderen	0,01	0%
D Voordelen en belastingen buiten de grens van het productsysteem	-0,08	-3%
Schaduwprijs per functionele eenheid	3,03	

Opmerking: Gebruikers van wegingsfactoren moeten zich ervan bewust zijn dat er minder consensus is over wegingen en wegingsfactoren dan over bijvoorbeeld karakterisatiefactoren, en dat de methode ook onderhevig is aan onzekerheden (NMD 2022).

6. LCA: Interpretatie

6.1 Dominantieanalyse

Figuur 2 toont de procentuele invloed van de afzonderlijke stadia op de milieueffecten. De productiefase (A1-A3) is de fase met de grootste invloed op de LCA-resultaten voor alle parameters. De invloed van de andere stadia (A4, C1-C4 en D) is kleiner.



Figuur 2: Overzicht van de invloed van elke fase per milieueffectcategorie (in %)

De drie fasen in de productiefase (A1-A3) hebben de grootste invloed op het totale aardopwarmingsvermogen (GWP-totaal) van alle beschouwde fasen. Samen zijn ze goed voor 76 % van deze impactcategorie. Van deze drie modules draagt de grondstoffenvoorziening (A1) 65% bij, de transportfase (A2) 5% en de productiefase (A3) 6%.

6.2 Gevoeligheidsanalyse

Er werd geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

7. Referenties

Ecoinvent 2019	Ecoinvent-database versie 3.6 (2019)
EN 15804	EN 15804:2012+A2:2019: Duurzaamheid van bouwwerken - Milieugebonden productverklaringen - Basisregels voor de productcategorie bouwproducten
ISO 14025	ISO 14025:2006 Milieu-etiketteringen en -verklaringen - Type III milieuverklaringen - Principes en procedures EN 13249
ISO 14040	ISO 14040:2006 Milieubeheer - Levenscyclusanalyse - Principes en raamwerk
ISO 14044	ISO 14044:2006 Milieubeheer - Levenscyclusanalyse - Eisen en richtlijnen
NMD 2021	LCA Rapportage categorie 3 gegevens. Nationale Milieudatabase. Hoofdstuk 42 Betonconstructies. https://milieudatabase.nl/media/filer_public/01/b3/01b3875d-de65-4bf4-b898-551d41509173/h42_betonconstructies_-_v10.pdf
NMD 2022	Milieuprestatiebeoordelingsmethode voor bouwwerken. Rekenmethode voor het bepalen van de milieuprestatie van bouwwerken gedurende hun levensduur, gebaseerd op EN 15804. Versie 1.1 (maart 2022); Rijswijk
PCR A	Kiwa-Ecobility Experts, Berlijn, 2022: PCR A - Algemene programmacategorieregels voor bouwproducten uit het EPD-programma van Kiwa-Ecobility Experts; versie 2.1
PCR B	PCR-document Deel B: DIN EN 16757 Duurzaamheid van bouwwerken - Milieugebonden productverklaringen - Productcategorieregels voor beton en betonelementen
R<THiNK 2023	R<THiNK; Online EPD-tool door NIBE B.V.
SimaPro	SoftwareIndustriegegevens LCA-bibliotheek; website: https://simapro.com/databases/industry-data-lca-library/

	<p>Uitgever Kiwa-Ecobility Experts Kiwa GmbH, Ecobility Experts Wattstraße 11-13, Haus 1 13355 Berlijn Duitsland</p>	<p>Mail Web</p>	<p>DE.Ecobility.Experts@kiwa.com https://www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/ecobility-experts/</p>
	<p>Programmahouder Kiwa-Ecobility Experts Kiwa GmbH, Ecobility Experts Wattstraße 11-13, Haus 1 13355 Berlijn Duitsland</p>	<p>Mail Web</p>	<p>DE.Ecobility.Experts@kiwa.com https://www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/ecobility-experts/</p>
	<p>Maker van de LCA Kiwa-Ecobility Experts Kiwa GmbH, Ecobility Experts Wattstraße 11-13, Haus 1 13355 Berlijn Duitsland</p>	<p>Tel. Mail Web</p>	<p>+49 30 467761 43 DE.Nachhaltigkeit@kiwa.com www.kiwa.com</p>
	<p>Verklaringhouder Klostermann GmbH & Co. KG Betonwerke Am Wasserturm 20 48635 Coesfeld Duitsland</p>	<p>Tel. Mail Web</p>	<p>+49 2541 / 749 -0 info@klostermann-beton.de https://www.klostermann-beton.com/de/</p>

Kiwa-Ecobility Experts is
gevestigd lid van

