

# LCA achtergrondrapport Steenslag uit groeve in Europa exclusief transport naar Nederland, cat. 3

Rapport conform de SBK Bepalingsmethode versie  
3.0

**CROW**



**Uitvoerder**

Ecochain Technologies B.V.  
H.J.E. Wenckebachweg 123  
1096 AM Amsterdam  
Nederland

**Auteur**

Lisa Overmars  
23-06-2020

# Inhoud

<b>1.</b>	<b>Introductie</b>	<b>3</b>
1.1.	Achtergrond	3
1.2.	Doel en doelgroep van de studie	3
1.3.	Verificatie	4
<b>2.</b>	<b>Reikwijdte van de studie</b>	<b>5</b>
2.1.	Rekeneenheid	5
2.2.	Productomschrijving	5
2.3.	Systeengrenzen	5
2.4.	Procesboom	5
2.5.	Allocatie en afkapcriteria	7
<b>3.</b>	<b>Levenscyclusinventarisatie</b>	<b>8</b>
3.1.	Dataverzameling	8
3.2.	Inventarisatie en allocatie	8
<b>4.</b>	<b>Datavalidatie</b>	<b>12</b>
4.1.	Datakwaliteit	12
4.1.1	Representativiteit	12
4.1.2	Compleetheid	12
4.1.3	Consistentie en reproduceerbaarheid	12
4.2.	Kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving van processen, scenario's en literatuurbronnen	13
<b>5.</b>	<b>Levenscycluseffectbeoordeling</b>	<b>14</b>
5.1.	Weging van milieueffecten naar één score	14
5.2.	Resultaten	14
<b>6.</b>	<b>Levenscyclusinterpretatie</b>	<b>16</b>
6.1.	Zwaartepuntanalyse	16
6.2.	Gevoeligheidsanalyse	16
<b>7.</b>	<b>Referenties</b>	<b>18</b>



# 1. Introductie

## 1.1. Achtergrond

De specifieke rekenregels voor asfalt, oftewel Product Category Rules (hierna: PCR) zijn momenteel in ontwikkeling door TNO, in samenwerking met VBW Asfalt, Ecochain, Ecoreview, RWS, SGS, Arcadis en Esha [1]. Het doel van deze PCR asfalt is om een gelijk speelveld te creëren in de asfaltsector, waarbij alle partijen dezelfde uitgangspunten hanteren en onderscheid gemaakt kan worden op basis van duurzaamheid. Dit is voornamelijk van belang bij aanbestedingen, waarin duurzaamheid steeds vaker een van de criteria is op basis waarvan een gunningsbeslissing wordt genomen.

Een van de meest voorkomende materialen in asfalt is steenslag. Steenslag kan afkomstig zijn uit een groeve en geproduceerd worden door middel van explosieven, of afkomstig zijn uit een rivier/plas en geproduceerd worden door middel van afgraven en breken. Voor de steenslag uit een groeve is nog geen geschikte referentie beschikbaar in achtergrond databases zoals Ecoinvent en de Nationale Milieu Database (NMD). Daarom is er vanuit de CROW opdracht gegeven aan Ecochain voor de ontwikkeling van een algemeen milieuprofiel voor steenslag uit een groeve, welke gepubliceerd zal worden in de NMD. Het betreft een categorie 3 profiel, aangezien hoofdzakelijk gebruik is gemaakt van achtergrondgegevens. Deze referentie zal, conform de PCR asfalt, in LCA berekening voor asfalt de forfaitaire referentie zijn voor steenslag afkomstig uit een groeve en geproduceerd door middel van explosieven.

Deze LCA studie voor steenslag uit een groeve is opgesteld op 23-06-2020 door Lisa Overmars en voldoet aan de eisen gesteld in de NEN-EN ISO 14040 [2], NEN-EN ISO 14044 [3], NEN-EN 15804 [4], NEN-EN ISO 14025 [5], de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken versie 3.0, inclusief wijzigingsblad d.d. januari 2020 [6] en de PCR asfalt [1]. De studie is opgesteld voor toetsing conform de pre-toets [7]. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van Simapro [8]. De studie is na uitgave tot 5 jaar geldig. De resultaten van LCA studies en resulterende 'Environmental Product Declarations' of EPDs zijn enkel vergelijkbaar indien deze aan de Bepalingsmethode voldoen.

## 1.2. Doel en doelgroep van de studie

Het doel van de studie is om betrouwbare en nauwkeurige kwantitatieve milieugegevens van bouwmaterialen, bouwproducten en bouwelementen over te dragen aan de Nationale Milieu Database (NMD). Alle partijen die gebruik maken van de NMD om LCA berekeningen van asfalt conform de PCR asfalt op te stellen behoren tot de doelgroep, net als opdrachtgevers die de PCR asfalt voorschrijven, en alle overige gebruikers van de NMD.

De milieugegevens worden verstrekt voor toepassing in de keten, zodat ook andere partijen in staat zijn een milieuverklaring van hun product op te stellen. Daarnaast worden de milieugegevens verstrekt voor toepassing in LCA-berekeningen van bouwwerken. Hiervoor is vooral de methodische vergelijkbaarheid van de milieugegevens van belang. Deze gegevens dienen namelijk als basis om bouwwerkberekeningen te kunnen maken en om oplossingen te genereren die minder milieu-impact veroorzaken.



### 1.3. Verificatie

Verklaring van de toetser, MSc P.F. Stadhouders, 23 juni 2020:

“De methodologie en dataverzameling zoals beschreven in dit rapport voldoet aan de eisen van de “Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken” versie 3.0 van november 2019 en de onderliggende normen ISO 14040, ISO 14044 en NEN-EN 15804.”



## 2. Reikwijdte van de studie

In de volgende secties wordt de reikwijdte (scope) van deze studie beschreven. Dit omvat, maar is niet gelimiteerd tot, het identificeren van specifieke product systemen, de product functie(s), rekeneenheid, systeemgrenzen, allocatieprocedures en cut-off criteria van de studie.

### 2.1. Rekeneenheid

De basis voor de uitvoering van een levenscyclusanalyse is de rekeneenheid. De rekeneenheid kan in twee vormen worden geformuleerd: een functionele eenheid of een producteenheid. Een producteenheid geeft een hoeveelheid product aan waarvan de specifieke toepassing niet genoemd wordt. In een functionele eenheid wordt vastgelegd welke functie het product moet vervullen gedurende welke periode.

Voor deze studie is uitgegaan van de producteenheid, omdat de studie van grondstof tot product ('cradle-to-gate') is uitgevoerd. De afvalfase is achterwege gelaten, omdat het product als grondstof dient. De producteenheid is als volgt gedefinieerd: de productie van 1 kg steenslag uit een groeve in Europa geproduceerd door middel van explosieven, exclusief transport van de groevelocatie naar Nederland. Deze studie betreft een gemiddelde voor steenslag afkomstig uit een groeve, welke van toepassing is op de verschillende steenslagfracties, inclusief brekerzand.

### 2.2. Productomschrijving

Steenslag is gebroken steen. Doordat het gebroken is is het hoekiger en ruwer dan fijn grind, en heeft het daardoor een hogere haakweerstand. Daarom is steenslag geschikt voor situaties waarbij de steenslag aan ander materiaal moeten hechten, of, in de juiste verdeling van korrelgroottes, een samenhangend stabiel pakket gevormd dient te worden. Steenslag kan voor verschillende toepassingen worden ingezet, zoals als funderingsmateriaal onder wegen, of als ballastmateriaal bij spoorwegen, maar de belangrijkste toepassing van steenslag is als bestanddeel van asfalt. Het gebruik van steenslag resulteert in een stevig wegdek met minimale spoorvorming en een goede stroefheid van het wegdek.

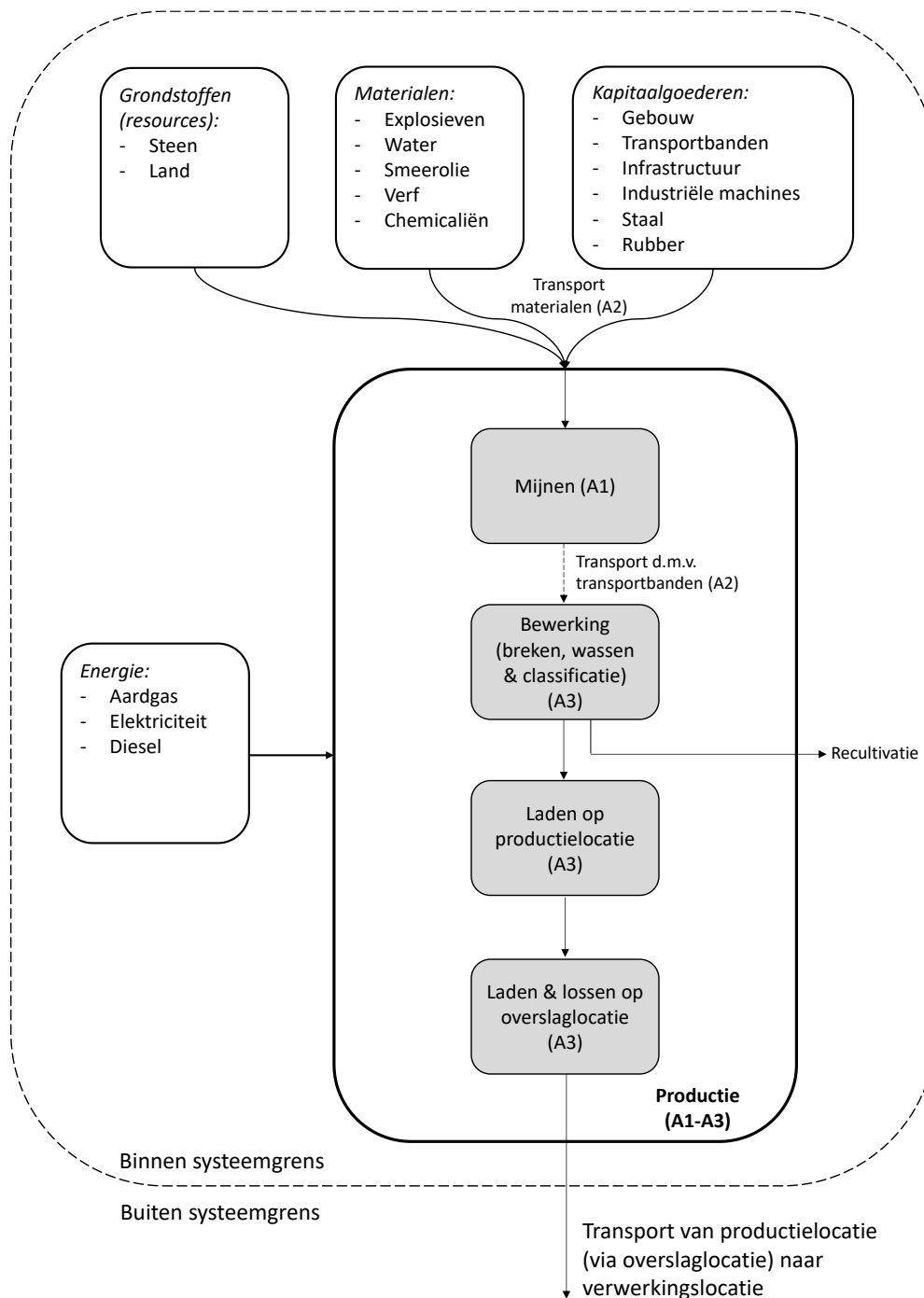
### 2.3. Systeemgrenzen

De levenscyclusanalyse van steenslag uit groeve die in deze studie is uitgevoerd, is afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. Omdat er in deze studie is uitgegaan van een producteenheid zonder sloop- en afvalfase, zijn conform de Bepalingsmethode de volgende modules meegenomen: de winning van grondstoffen/materialen en energie (A1), transport naar de productielocatie (A2) en de productiefase (A3). De bouwfase (Module A4 – A5), sloop- en afvalfase (Module C) en hergebruik- en recyclingfase (Module D) zijn buiten beschouwing gelaten.

### 2.4. Procesboom

Een procesboom omvat alle namen van de processen, inclusief goederen (materialen, producten) en diensten, uit de levenscyclus van een product binnen de systeemgrenzen. Figuur 1 geeft de procesboom van steenslag uit de groeve weer.





Figuur 1: Procesboom van steenslag uit groeve

Steenslag uit een groeve wordt geproduceerd door winning van steen met behulp van explosieven. Vervolgens wordt het gewonnen steen bewerkt, door middel van breken, wassen en classificatie. Tijdens en na dit productieproces wordt een fractie van het gewonnen materiaal teruggestort in de mijn (recultivatie). Hierdoor is voor 1 kg eindproduct een hogere hoeveelheid startproduct benodigd dat door de verschillende productieprocessen heen gaat. Daarna wordt de steenslag op een oceaanschip, binnenvaartschip, vrachtwagen of trein geladen. In veel gevallen wordt het steenslag op een overslaglocatie op een andere transport overgebracht, bijvoorbeeld van een oceaanschip op een binnenvaartschip. Daarom is deze overslag ook meegenomen in de analyse. Het transport van de productielocatie (groeve) via de overslaglocatie naar de verwerkingslocatie (asfaltcentrale) is in deze



studie niet meegenomen. Dit dient, conform de PCR asfalt, meegenomen te worden in module A2 van het asfalt.

## **2.5. Allocatie en afkapcriteria**

In deze studie zijn alle inputs en outputs - zoals emissies, energie- en materiaalvoer - meegenomen in de berekening conform de Bepalingsmethode [7]. Dit houdt in dat er rekening is gehouden met de productie, aanvoer/afvoer en onderhoud van kapitaalgoederen. Dit omdat vanuit eerder onderzoek en eerdere LCA studies is gebleken dat de bijdrage hiervan waarschijnlijk groter dan 5% is.



# 3. Levenscyclusinventarisatie

De levenscyclusinventarisatie omvat het verzamelen van gegevens en de berekeningsprocedures om de relevante milieu-ingrepen (ingående en uitgaande stromen) van een productsysteem te kwantificeren. Hierbij worden energie, grondstoffen en transport gegevens meegenomen en omgerekend naar emissies naar lucht, bodem, water en grondstof extracties.

## 3.1. Dataverzameling

Dataverzameling heeft plaatsgevonden door allereerst het generieke productieproces van steenslag uit een groeve in kaart te brengen. Dit generieke productieproces is geverifieerd bij een van de belangrijkste marktpartijen: Graniet Import Benelux. Op deze manier is gewaarborgd dat alle relevante milieu-ingrepen zijn geïdentificeerd. Vervolgens is de LCA opgesteld, waarbij alleen gebruik is gemaakt van proceskaarten uit de Nationale Milieu Database (v3.1) en Ecoinvent (v3.5). Er is dus geen gebruik gemaakt van daadwerkelijke data van leveranciers van steenslag.

Enige uitzondering hierop is dat de productiecapaciteit van een (overslag)kraan is aangeleverd door een marktpartij (anoniem), aangezien dit niet beschikbaar is in achtergrondatabases. Dit aangeleverde productievolume is gelijk aan 380 ton/uur. Dit productievolume is vergeleken met informatie die openbaar beschikbaar is. In openbare bronnen worden productievolumes van 400 ton/uur [9] en 450 ton/uur [10] vermeld. Hieruit kan geconcludeerd worden dat 380 ton/uur een realistische inschatting is.

## 3.2. Inventarisatie en allocatie

In deze paragraaf wordt de kwantiteit, kwaliteit en allocatie van verschillende materialen, energiestromen en emissies behandeld. Hierbij is rekening gehouden met de eisen voor de systeemgrenzen, zoals gesteld in de Bepalingsmethode Bijlage III.

In deze studie is één proceskaart opgesteld voor de productie van steenslag uit groeve (A1-A3), welke is weergegeven in Tabel 1. In Bijlage 1 is exact dezelfde proceskaart opgenomen, zoals deze is gemodelleerd in SimaPro. In Tabel 1 wordt ook aangegeven waar de gegevens op zijn gebaseerd (bron).

Het startpunt voor het opstellen van de proceskaart voor steenslag uit groeve was de proceskaart 'Basalt//[RER] basalt quarry operation' uit Ecoinvent. Deze proceskaart is als startpunt gebruikt aangezien het productieproces (blasting) representatief is voor steenslag afkomstig uit een groeve; In tegenstelling tot bijvoorbeeld het productieproces (breken) waarop de referentie 'gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed' is gebaseerd.

In de proceskaart 'Basalt//[RER] basalt quarry operation' zijn de mijnstap, en de bewerkingsstappen breken, wassen en classificatie opgenomen. Alle inputs en outputs uit deze proceskaart zijn opgenomen in de proceskaart voor steenslag uit groeve. De hoeveelheden inputs en outputs zijn bepaald op basis van de originele hoeveelheden vermenigvuldigt met een factor 1,04, vanwege verliezen als gevolg van recultivatie. Dit ophogingspercentage (4%) is bepaald op basis van de proceskaart 'gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed', waar 1,04 kg steen uit de grond (gravel (in ground)) nodig is voor de productie van 1 kg steenslag (gravel, crushed).

Ten opzichte van de inputs en outputs zoals opgenomen in de proceskaart voor basalt zijn er 2 wijzigingen doorgevoerd in de proceskaart voor steenslag uit groeve:

1. De hoeveelheid 'basalt, (in ground)' is aangepast naar 0. Voor steen uit de grond is de hoeveelheid gravel (in ground) zoals opgenomen in de proceskaart 'gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed' overgenomen. Dit omdat dit type steen representatiever is voor steenslag uit groeve.





De hoeveelheid 'limestone quarry infrastructure' is aangepast naar 0. Voor de infrastructuur is 'Gravel/sand quarry infrastructure {GLO} market for | Cut-off, U' aangehouden. Hier is voor gekozen aangezien de 'gravel/sand quarry infrastructure' representatiever is, en omdat deze dataset gebaseerd is op meer datapunten en dus betrouwbaarder is.

In de proceskaart 'Basalt//[RER] basalt quarry operation' zijn geen kapitaalgoederen opgenomen. Vanuit eerder onderzoek en eerdere LCA studies is gebleken dat de bijdrage van kapitaalgoederen naar verwachting groter is dan 5%. Daarom zijn alle kapitaalgoederen en hoeveelheden hiervan zoals vermeld in de proceskaart 'gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed' 1-op-1 overgenomen in de proceskaart voor steenslag uit groeve. Ook de hoeveelheid 'gravel/sand quarry infrastructure' en de hoeveelheid 'recultivation, limestone mine' zoals vermeld in de 'gravel, crushed' proceskaart zijn overgenomen in de proceskaart voor steenslag uit groeve. Al deze hoeveelheden zijn niet opgehoogd met 4%, omdat dat al is verwerkt in deze hoeveelheden.

Tot slot zijn er nog twee extra inputs aan de proceskaart toegevoegd welke van toepassing zijn op het 'laden op de productielocatie' en het 'laden & lossen op de overslaglocatie'. Dit laden vindt plaats met een kraan, daarom is hiervoor de referentie '0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for | Cut-off, U)' aangehouden. Het aantal benodigde uren is bepaald op basis van de gemiddelde productiecapaciteit van 380 ton per uur, zoals aangeleverd door een producent. Deze hoeveelheden zijn niet opgehoogd met 4%, aangezien alleen het eindproduct wordt getransporteerd, en het gerecultiveerde materiaal niet (zie Figuur 1).

Kortom, alle relevante grondstoffen, materialen en diensten in productiefase A1 en de productieprocessen in fase A3 zijn in deze studie meegenomen. De winning van grondstoffen (A1) is gebaseerd op de vermelde proceskaarten. De productieprocessen breken, wassen en classificatie, de afvalproductie en de emissies van particulates als gevolg van het ontploffen en breken zijn gebaseerd op de proceskaart 'basalt//[RER] basalt quarry operation'. De laad- en los processen zijn meegenomen door toevoeging van kraangebruik aan de proceskaart.

Deze proceskaart is exclusief transport van de groevelocatie via een eventuele overslaglocatie naar de verwerkingslocatie. Dit dient opgenomen te worden in de LCA's van de eindproducten, zoals asfalt. Het transport van de benodigde materialen (explosieven, smeerolie) en het transport van de materialen benodigd voor de kapitaalgoederen naar de groevelocatie is meegenomen, aangezien hiervoor 'market for' referenties zijn geselecteerd. Hierdoor zijn conform de Bepalingsmethode retourtransporten ook meegenomen, aangezien Ecoinvent een beladingsgraad van 50% toepast. Het interne transport dat plaats vindt met transportbanden is in deze studie ook meegenomen.

Tabel 1: Proceskaart voor 1 kg steenslag uit groeve in Europa exclusief transport naar Nederland, cat. 3 (A1-A3)

Inputs en outputs	Hoeveelheid	Eenheid	Bron
<b>Resources</b>			
Basalt (in ground)	0	kg	Aangepast aan Basalt//[RER] basalt quarry operation
Gravel (in ground)	1,04	kg	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Water, lake, RER (in water)	8,74E-06	m3	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Occupation, mineral extraction site (land)	8,30E-03	m2a	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Transformation, from forest, unspecified (land)	8,30E-04	m2	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04



Transformation, from mineral extraction site (land)	8,30E-04	m2	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Transformation, to mineral extraction site (land)	8,30E-04	m2	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Transformation, to unknown (land)	8,30E-04	m2	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
<b>Materials/fuels</b>			
Alkyd paint, white, without solvent, in 60% solution state//[RER] market for alkyd paint, white, without solvent, in 60% solution state	3,12E-06	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Blasting//[RER] blasting	8,04E-05	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Chemical, organic//[GLO] market for chemical, organic	3,74E-07	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Diesel, burned in building machine//[GLO] market for diesel, burned in building machine	0,043056	MJ	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Electricity, medium voltage//[RER] market group for electricity, medium voltage	0,006458	kWh	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Heat, district or industrial, other than natural gas//[RER] market group for heat, district or industrial, other than natural gas	0,000309	MJ	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Limestone quarry infrastructure//[GLO] market for limestone quarry infrastructure	0	p	Aangepast aan Basalt//[RER] basalt quarry operation
Lubricating oil//[RER] market for lubricating oil	5,62E-05	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Transport, passenger car//[RER] market for transport, passenger car	1,12E-05	km	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Building, hall, steel construction//[GLO] market for building, hall, steel construction	2,85E-06	m2	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Conveyor belt//[GLO] market for conveyor belt	9,51E-08	m	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Gravel/sand quarry infrastructure//[GLO] market for gravel/sand quarry infrastructure	4,75E-11	p	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Industrial machine, heavy, unspecified//[GLO] market for industrial machine, heavy, unspecified	9,51E-05	kg	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Steel, low-alloyed, hot rolled//[GLO] market for steel, low-alloyed, hot rolled	5,10E-05	kg	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
Synthetic rubber//[GLO] market for synthetic rubber	4,00E-06	kg	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
recultivation, limestone mine//[GLO] market for recultivation, limestone mine	1,27E-06	m2	gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed
0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for   Cut-off, U)	2,63E-06	hr	Data leverancier (0,001/380)
0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO} market for   Cut-off, U)	2,63E-06	hr	Data leverancier (0,001/380)

### Emissions to air



Particulates, < 2.5 um (low.pop.)	8,32E-06	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Particulates, > 10 um (low.pop.)	1,16E-04	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Particulates, > 2.5 um, and < 10um (low.pop)	4,16E-05	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Water	1,75E-06	m3	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
<b>Emissions to water</b>			
Water	6,99E-06	m3	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
<b>Waste to treatment</b>			
Municipal solid waste//[RER] market group for municipal solid waste	6,39E-05	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Waste graphical paper//[RER] market group for waste graphical paper	5,41E-07	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Waste paint//[CH] market for waste paint	1,18E-08	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Waste paint//[Europe without Switzerland] market for waste paint	5,06E-06	kg	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04
Wastewater, from residence//[RoW] market for wastewater, from residence	9,98E-08	m3	Basalt//[RER] basalt quarry operation maal 1,04



# 4. Datavalidatie

## 4.1. Datakwaliteit

Voor deze studie lag de focus op het opstellen van een algemeen profiel voor steenslag uit een groeve. Hiervoor is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van achtergronddata. Daardoor is de datakwaliteit automatisch lager dan wanneer gebruik wordt gemaakt van voorgronddata van producenten van steenslag. De verwachting is dat deze studie een realistische worst-case benadering is voor steenslag uit een groeve. Hieronder wordt ingegaan op de representativiteit, compleetheid en consistentie en reproduceerbaarheid van deze studie. Dit wordt beoordeeld met het datakwaliteitssysteem voor eenheidsprocessen uit bijlage VI van de SBK Bepalingsmethode.

### 4.1.1 Representativiteit

Gebruikte referenties voor milieu-ingrepen zijn recent (<2 jaar), aangezien deze afkomstig zijn uit de NMD 3.1 en Ecoinvent v3.5.

De opgestelde proceskaart is geografisch representatief voor steenslag uit groeve afkomstig uit Europa dat wordt gebruikt op de Nederlands markt. Dit omdat de proceskaart hoofdzakelijk is gebaseerd op basalt afkomstig uit Europa. Deze LCA is niet specifiek voor de productie van steenslag in een bepaald land, maar betreft een gemiddelde voor steenslag afkomstig uit Europa. Het wordt afgeraden om deze proceskaart te gebruiken in het geval de steenslag niet afkomstig is uit Europa, omdat de geografische representativiteit dan niet geborgd kan worden.

Deze studie geeft een technologisch representatief beeld, aangezien de LCA is gebaseerd op de huidige productiemethodes toegepast voor de productie van steenslag afkomstig uit een groeve. Dit houdt in dat de gegevens actueel en representatief zijn voor de huidige stand der techniek. De gegevens zijn niet geschikt voor toekomstig voorspellingen met betrekking tot de milieueffecten van steenslag uit groeve.

Hoewel de opgestelde LCA geografisch en technologisch representatief is, kan het zijn dat de gehanteerde hoeveelheden wellicht zoals vermeld in de LCI data verouderd zijn. Dit omdat de LCI data van de gehanteerde datasets gebaseerd op Ecoinvent versie 2, en niet individueel zijn geüpdatet bij het overbrengen van de data naar Ecoinvent versie 3. Wel kunnen wijzigingen zijn doorgevoerd in de dataset als gevolg van centrale updates die zijn doorgevoerd bij de update naar Ecoinvent versie 3.

### 4.1.2 Compleetheid

Alle milieu-ingrepen en economische stromen - zoals grondstoffen, energie, emissies en afval - zijn in milieueffecten gekwalificeerd en gekwantificeerd. Alle geïdentificeerde milieu-ingrepen zijn vertaald naar milieueffecten. Directe emissies zijn alle gekarakteriseerd via de karakterisatiefactoren van CML. De gebruikte proceskaarten zijn afkomstig uit geaccepteerde databases zoals Ecoinvent en de NMD, waarmee gewaarborgd is dat alle relevante milieu-ingrepen gekarakteriseerd zijn.

De hoeveelheden massa en energie zijn gebaseerd op de hoeveelheden vermeld in de Ecoinvent proceskaarten. Deze gegevens zijn gebaseerd op daadwerkelijke gegevens van productielocaties; voor de basalt/[RER] quarry operation is dit bijvoorbeeld gebaseerd op een Duitse steengroeve. Daarmee zijn in principe alle massa en energiestromen sluitend.

### 4.1.3 Consistentie en reproduceerbaarheid

De studie is volledig reproduceerbaar. In dit kader zijn de referenties van alle bronnen, zowel primaire als publieke bronnen en literatuur vastgelegd in het hoofdstuk 7. Referenties. Om aansluitend de reproduceerbaarheid te garanderen is een projectdossier opgesteld dat via Ecochain te raadplegen is, zoals genoemd in paragraaf 2.8.4 van de Bepalingsmethode.



## 4.2. Kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving van processen, scenario's en literatuurbronnen

In deze paragraaf wordt besproken welke achtergrondprocessen gebruikt zijn in deze studie en uit welke databases deze afkomstig zijn. Zoals beschreven in paragraaf 3.2 zijn alle in- en outputs gebaseerd op 3 achtergrondprocessen. Een onderbouwing voor de selectie van deze 3 achtergrondprocessen is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Overzicht van de 3 referenties gebruikt voor opbouw van de proceskaart 'steenslag uit groeve'

Proceskaart	Bron	Toelichting
Basalt//[RER] basalt quarry operation	Ecoinvent v 3.5 Cut-off	Deze referentie is geselecteerd als belangrijkste bron voor de modellering aangezien het productieproces representatief is voor steenslag afkomstig uit een groeve geproduceerd door middel van explosieven. De productiemethode van basalt steen is namelijk gebaseerd op 'blasting' in tegenstelling tot bijvoorbeeld het productieproces in de referentie 'gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed'.
gravel, crushed//[RoW] gravel production, crushed	Ecoinvent v 3.5 Cut-off	De kapitaalgoederen en de recultivatatie zijn overgenomen uit deze referentie, aangezien deze niet waren opgenomen in de 'basalt//[RER] basalt quarry operation' referentie. Daarnaast is het type steen overgenomen uit deze referentie, aangezien dit type steen naar verwachting het meest representatief is voor steenslag uit groeve.
0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}  market for   Cut-off, U)	Nationale Milieu Database versie 3.1 (obv Ecoinvent 3.5)	Deze referentie is geselecteerd voor het laden van de steenslag op een schip, trein of truck op de productielocatie en het laden en lossen op een overslaglocatie van de ene transportmethode op de andere transportmethode, aangezien dit in veel gevallen gebeurt met een kraan.

Een compleet overzicht van alle materialen, transportmiddelen en processen die zijn toegepast in deze studie zijn te vinden in Tabel 1. Deze zijn allen gebaseerd op de referenties weergegeven in Tabel 2. De gehanteerde proceskaarten, met uitzondering van de kraan, zijn afkomstig uit Ecoinvent v 3.5. De tekst vermeld in de kolom 'bron' geldt als onderbouwing voor de betreffende ingaande- of uitgaande stroom.



# 5. Levenscyclus-effectbeoordeling

## 5.1. Weging van milieueffecten naar één score

Het wegen van milieu-impacts is een proces waarbij verschillende milieu-effectscores worden omgerekend tot één eenheid, zodat ze kunnen worden opgeteld tot een totaalscore. Gezien het doel van de studie wordt in deze analyse gebruik gemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI), behorende bij de Bepalingsmethode. De MKI weegmethode is gebaseerd op de schaduwprijsmethodiek. De schaduwprijs is het voor de overheid hoogste toelaatbare kostenniveau (preventiekosten) per eenheid emissiebestrijding.

De tabel hieronder geeft weer welke weegfactoren gebruikt zijn voor het berekenen van de MKI-waarde. De weegfactoren van de indicatoren zijn alle 0, omdat deze van zichzelf niet bijdragen aan de milieu-impact (bijvoorbeeld: energieverbruik zelf is geen milieu-impact, maar de bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissie wel). De verantwoording van het gebruik van MKI staat in de rapporten "Handboek schaduwrijzen" van CE Delft (2010) [11] en "Toxiciteit heeft z'n prijs" van TNO, 2004 [12].

Tabel 3: MKI weegfactoren

	MKI weegfactor (euro)
Uitputting van abiotische grondstoffen (kg Sb-eq)	0,16
Uitputting van fossiele energiedragers (kg Sb-eq)	0,16
Klimaatverandering (kg CO <sub>2</sub> -eq)	0,05
Aantasting ozonlaag (kg CFC-11-eq)	30
Fotochemische oxidantvorming (kg ethene-eq)	2
Verzuring (kg SO <sub>2</sub> -eq)	4
Vermesting (kg PO <sub>4</sub> 3 <sup>-</sup> -eq)	9
Humaan-toxicologische effecten (kg 1,4-DB-eq)	0,09
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater) (kg 1,4-DB-eq)	0,03
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater) (kg 1,4-DB-eq)	0,0001
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch (kg 1,4-DB-eq)	0,06

## 5.2. Resultaten

Deze paragraaf beschrijft de resultaten van de LCA berekening van steenslag uit een groeve. Het milieuprofiel zoals voorgeschreven door de Bepalingsmethode (paragraaf 2.6.5) bestaat uit 11 effectcategorieën en een aantal milieu-indicatoren. Beide groepen verschillen onderling van elkaar. Gebruik van energie geeft bijvoorbeeld een score aan de milieu-indicator 'Energie (primair)' (dit is nog geen milieueffect), en draagt bij aan de score van (onder meer) de effectcategorieën 'uitputting van fossiele brandstoffen' en 'klimaatverandering'.

Tabel 4 geeft het milieuprofiel van steenslag uit een groeve weer. De waarden van de effectcategorieën zijn als volgt berekend: alle milieu-ingrepen uit de inventarisatie worden per effectcategorie vermenigvuldigd met de karakterisatiefactoren uit de Bepalingsmethode. Dit is gebaseerd op de methode 'SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score'. Tot slot zijn de verkregen waarden gesommeerd per effectcategorie.



Tabel 4: Milieuprofiel van 1 kg steenslag uit groeve in Europa exclusief transport van cradle-to-gate (A1-A3)

<b>Categorie of indicator</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Totaal A1-A3</b>
Milieu Kosten Indicator	Euro	1,437E-03
Uitputting van abiotische grondstoffen	kg Sb-eq	9,339E-08
Uitputting van fossiele energiedragers	kg Sb-eq	6,471E-05
Klimaatverandering	kg CO2-eq	9,468E-03
Aantasting ozonlaag	kg CFC-11-eq	1,269E-09
Fotochemische oxidantvorming	kg ethene-eq	9,865E-06
Verzuring	kg SO2-eq	8,447E-05
Vermesting	kg PO4 3 <sup>-</sup> -eq	1,778E-05
Humaan-toxicologische effecten	kg 1,4-DB-eq	4,544E-03
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zoetwater)	kg 1,4-DB-eq	6,550E-05
Ecotoxicologische effecten, aquatisch (zeewater)	kg 1,4-DB-eq	2,297E-01
Ecotoxicologische effecten, terrestrisch	kg 1,4-DB-eq	2,485E-05
Totaal gebruik van hernieuwbare primaire energie	MJ	1,156E-02
Totaal gebruik van niet hernieuwbare primaire energie	MJ	1,562E-01
Energie, primair	MJ	1,677E-01
Waterverbruik	m3	7,121E-05
Gevaarlijk afval	kg	2,128E-07
Niet-gevaarlijk afval	kg	1,855E-03
Radioactief afval	kg	9,630E-07

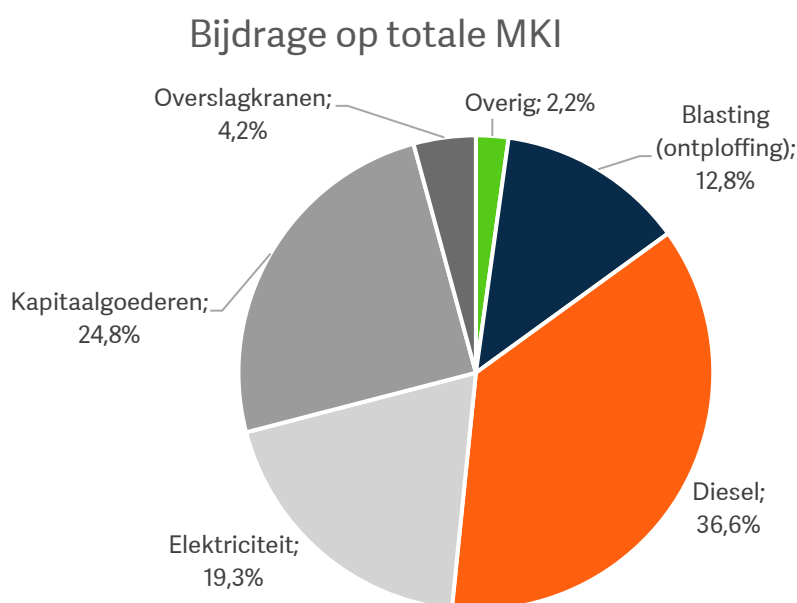


## 6. Levenscyclusinterpretatie

In hoofdstuk 5 is het milieuprofiel van steenslag uit groeve weergegeven, in dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de resultaten van de LCA.

### 6.1. Zwaartepuntanalyse

Figuur 2 geeft weer welke onderdelen de grootste invloed hebben op de totale MKI-waarde (A1-A3). Hieruit kan geconcludeerd worden dat het verbruik van diesel het meest bijdraagt aan de totale MKI (36,6%), gevolgd door de kapitaalgoederen (24,8%), het elektriciteitsverbruik (19,3%) en de ontploffing<sup>1</sup> (12,8%). Van de kapitaalgoederen draagt het gebouw het meeste bij (11,4% van de totale MKI), gevolgd door de industriële machine (5,4%). Zoals verwacht is de bijdrage van de kapitaalgoederen dus groter dan 5%.



Figuur 2: Bijdrage verschillende onderdelen op de totale MKI van steenslag uit groeve uit Europa exclusief transport naar Europa, cat. 3

### 6.2. Gevoeligheidsanalyse

Voor deze studie is het voor de gevoeligheidsanalyse hoofdzakelijk van belang geacht om te analyseren hoe deze opgestelde categorie 3 referentie voor steenslag uit een groeve zich verhoudt tot al bestaande categorie 2 en 3 referenties voor steenslag beschikbaar in de NMD. De profielen voor steenslag afkomstig uit een rivier/plas zijn in deze analyse voor de compleetheit ook meegenomen.

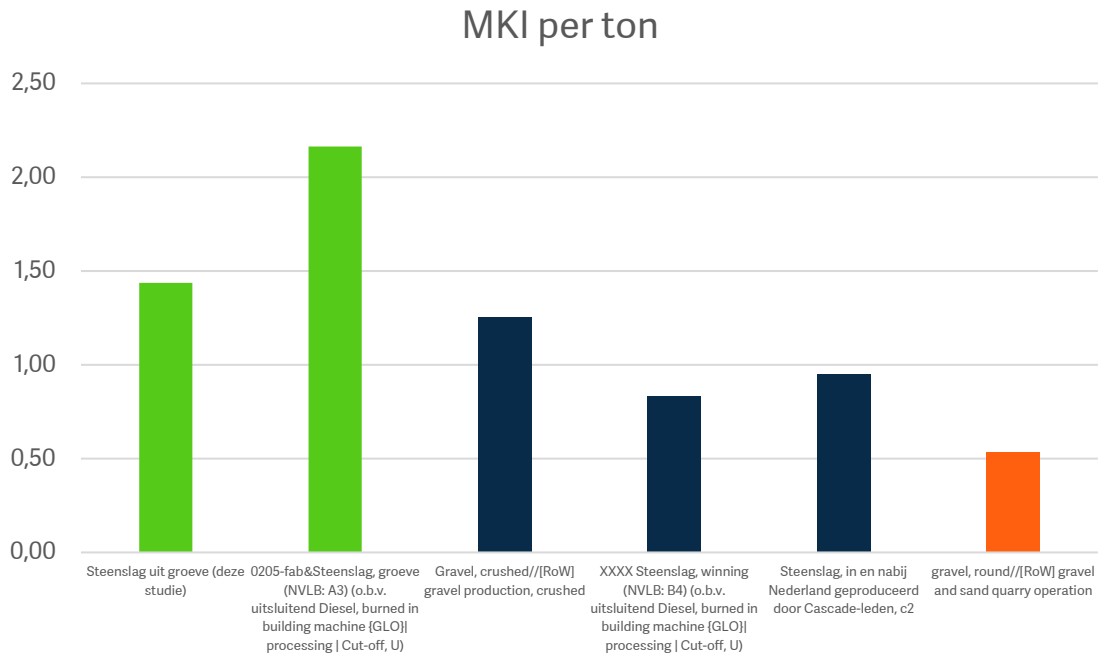
Figuur 2 geeft de MKI per ton van 6 steenslagprofielen weer, inclusief de referentie opgesteld in deze studie (links). In groen worden de referenties voor steenslag uit een groeve weergegeven, in blauw de referenties voor steenslag uit een rivier/plas geproduceerd door middel van afgraven en breken, en in oranje de referentie voor steenslag uit een rivier/plas geproduceerd door middel van afgraven (grind). Allereerst kan hieruit geconcludeerd worden dat de LCA opgesteld in deze studie resulteert in een lagere MKI dan de nu gangbare NMD3.0 referentie voor steenslag (0205-fab&Steenslag, groeve (NVLB:A3). Deze referentie is ook alleen gebaseerd op 'Diesel, burned in building machine {GLO} processing | Cut-off, U' en niet op het daadwerkelijke productieproces van steenslag. Wanneer steenslag uit een groeve wordt vergeleken met steenslag afkomstig uit een rivier/plas, dan kan geconcludeerd worden dat steenslag uit een rivier/plas

<sup>1</sup> Hierin wordt de productie van de explosieven en de emissies als gevolg van de ontploffing meegenomen.





een lagere MKI heeft wanneer het dit wordt geproduceerd door middel van alleen afgraven. Wanneer het productieproces van steenslag uit een rivier/plas bestaat uit een afgraaf- en breekproces dan is de MKI van steenslag uit een rivier/plas iets lager, maar wel in dezelfde ordergrootte als de MKI van steenslag uit een groeve.



Figuur 3: Analyse MKI/ton van verschillende steenslag referenties.



## 7. Referenties

- [1] Kootstra, L., Schwarz, A., Keijzer, E., Bizarro, D., Kuling, L., van Horssen, A., Albers, R. (2020) "PCR 0.6: Bitumineuze materialen in verkeersdragers en waterwerken in Nederland ("PCR Asfalt").", TNO.
- [2] 'ISO 14040: Environmental management - Life cycle assessment – Principles and Framework', International Organization for Standardization, ISO14040:2006.
- [3] 'ISO 14044: Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines', International Organization for Standardization, ISO14044:2006.
- [4] 'NEN-EN 15804: Duurzaamheid van bouwwerken - Milieuverklaringen van producten - Basisregels voor de productgroep bouwproducten', NEN-EN 15804:2012+A1:2013.
- [5] 'ISO 14025: Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures', International Organization for Standardization, ISO14025:2006.
- [6] 'SBK Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW werken', Stichting Bouwkwiteit, versie 3.0, januari 2019, met wijzigingsblad d.d. 1 juli 2019.
- [7] Pre-toets voor project-specifieke LCA's t.b.v. rekentools.
- [8] SimaPro 9.0.0.49.
- [9] Zevenmorgen, 2020, web: <https://zevenmorgenkraanschepen.nl/werkzaamheden/overslag>
- [10] Van der Spek, 2020, web: <https://vanderspek.nl/bouwmachines/westeria/>
- [11] De Bruyn, S.M., Korteland, M.H., Markowska, A.Z., Davidson, M.D., De Jong, F.L., Bles, M., Sevenster, M.N. (2010) "Handboek Schaduwprijzen. Waardering en weging van emissies en milieueffecten", CE Delft.
- [12] Van Harmelen, A.K., Korenromp, R.H.J., Ligthart, T.N., Van Leeuwen, S.M.H., Van Gijlswijk, R.N. (2004) "Toxiciteit heeft z'n prijs. Schaduwprijzen voor (eco-)toxiciteit en uitputting van abiotische grondstoffen binnen DuboCalc", TNO.





Ecochain Technologies B.V.  
H.J.E. Wenckebachweg 123  
1096 AM Amsterdam

+31 (0)20 303 5777  
[www.ecochain.com](http://www.ecochain.com)