

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Hoofdstuk 43 Staalconstructies

Datum rapportage: 24 april 2025
Versie rapportage: 1.4

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase
Opdrachtnemers: SGS Search, Witteveen+Bos en Royal Haskoning DHV

Auteur(s): Branco Schipper, SGS Search
Wisse ten Bosch, Wouter ter Heijden, Witteveen+Bos
Jasper Roosendaal, Bas Mentink, Royal Haskoning DHV
L. Valstar, D. van Nunen, LBP|SIGHT

Peer reviewer(s) H. van der Leij, LBP|SIGHT

H 43 Staalconstructies		
(Deel) producten	Hoeveelheden	Eenheid
Balken/Liggers/Kolommen, Groot (IPE600)	1	m ¹
Balken/Liggers/Kolommen, Klein (IPE140)	1	m ¹
Balken/Liggers/Kolommen, Middelgroot (IPE300)	1	m ¹
Bevestiging, verbindingen en verankering	1	p
Natlaksysteem	1	m ²
Metalliseersysteem	1	m ²
Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer exclusief onderbouw	1	p

Wijzigingenregister

Tabel 2 Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer reviewer(s)	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
1	18 september 2020				
2	21 oktober 2020				kleine aanpassingen in het rapport, fouten hersteld
3	27 september 2021				toevoeging tijdelijke stalen brug
4	2 december 2024	L. Valstar en D. van Nunen, LBP SIGHT	H. van der Leij, LBP SIGHT	Natlaksysteem en metalliseersysteem	Wijziging in de schalingsformules

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	5
1.1 Doelstelling en doelgroep	5
1.2 Verantwoording	6
1.3 Leeswijzer	7
2 Methode	8
2.1 Aanpak	8
2.2 Scope	8
2.3 Productbeschrijving	9
2.4 Functionele eenheid	11
2.5 Systeemgrenzen	12
3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)	14
3.1 Dataverzameling	14
3.2 Decompositie in materialen en processen	14
3.2.1 Categorie 3 milieuprofielen voor staal	15
3.2.2 Ligger, kolom of balk in staalconstructie	17
3.2.3 Bevestiging, verbindingen en verankeringen	21
3.2.4 Natlaksysteem	22
3.2.5 Metalliseersysteem	25
3.2.6 Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer	28
4 Resultaten	34
4.1 Berekening milieuprofiel	34
4.2 Gekarakteriseerde resultaten	35
4.3 Gewogen resultaten	37
4.3.1 Per deelproduct	37
4.3.2 Als onderdeel van hoofdproduct	38
4.4 Zwaartepuntanalyse	40
5 Referenties	42
Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per deelproduct	43
6 Bijlage B – Schaling	50

1 Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstuk 43 'staalconstructies' in de Nationale Milieudatabase². Rijkswaterstaat en de Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) zijn in 2020 gestart met het actualiseren van de categorie 3 data voor de Spoor-, Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in de Nationale Milieudatabase (NMD). Per RAW-hoofdstuk of thematisch onderwerp wordt de categorie 3 data voor de GWW geactualiseerd. Deze rapportage beschrijft de uitkomsten daarvan.

De GWW-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarde van materialen, producten en processen voor de realisatie van een GWW-werk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwen werken'³. Met software-instrumenten zoals DuboCalc⁴ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Oprachtgevers in de GWW-sector gebruiken deze MKI-berekeningen om in de ontwerpfase van het project afwegingen te kunnen maken tussen verschillende materialen of ontwerpopties. Ze vergelijken dan de MKI-waarde van de verschillende oplossingen en kunnen vervolgens voor het duurzaamste materiaal (het product met de laagste MKI-waarde) kiezen. Ook kan in de aanbesteding van een project een gunningscriterium toegepast worden waarbij de inschrijver met de laagste MKI-waarde de hoogste fictieve korting krijgt⁵.

Stichting NMD wil regelmatig de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In paragraaf 1.2 wordt toegelicht hoe verbeterpunten voor de categorie 3 data bij Stichting NMD kunnen worden aangedragen.

Categorie 3 data wordt automatisch geactualiseerd als Stichting NMD de Achtergrondprocessendatabase actualiseert, als gevolg van een update van de Ecoinvent database. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de Ecoinvent database en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage. De meest actuele categorie 3 data kan altijd ingezien worden in de gevalideerde rekeninstrumenten, zoals DuboCalc.

1.1 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van staalconstructies op basis van hoofdstuk 43 van de RAW Bepalingen 2020. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de categorie 3 productkaarten in de Nationale Milieudatabase (NMD).

¹ LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

² Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

³ Meer informatie over de Bepalingsmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

⁴ Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

⁵ Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoer-dubocalc-toepassen/>

De onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage zal, naast de ingevoerde productkaarten, worden aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar worden gemaakt aan de sector.

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de NMD.
- Opdrachtgevers in de GWW-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de GWW-sector als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van de categorie 3 data.

1.2 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0 (juli 2020) inclusief het wijzigingsblad d.d. oktober 2020*, en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 1.0, juli 2020)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040 - ISO14044* en de *NEN-EN 15804:2012 +A2:2019*⁶.

De LCA is uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat, Stichting Bouwkwaliiteit, LBP|SIGHT, SGS, Sant Verde, Witteveen+Bos en Royal Haskoning DHV. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode februari 2020 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. De inventarisatie is in de periode oktober 2020 – juni 2021 aangevuld door Royal Haskoning DHV, waarna wederom aansluitend de berekeningen zijn uitgevoerd. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

Het LCA-dossier dat in het kader van deze studie is opgesteld is niet getoetst door een externe derde partij. Echter de studie is wel intern getoetst door een tweede team van deskundigen. In deze crosscheck is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd.

De productkaarten zoals deze op basis van deze studie zijn ingevoerd, zijn in beheer bij Stichting NMD. De studie is met de nodige zorgvuldigheid uitgevoerd. Indien echter een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan er een verzoek tot rectificatie worden ingediend bij Stichting NMD. Deze zal een dergelijk verzoek conform haar procedures afwikkelen. Hiervoor kan een e-mail gestuurd worden aan info@milieudatabase.nl.

In versie 1.4 van het rapport heeft LBP|SIGHT wijzigingen aangebracht aan de schalingsformules van het natlaksysteem en metalliseersysteem om overeen te komen met de Bepalingsmethode versie 1.2. Er zijn geen resultaatwijzigingen doorgevoerd.

⁶ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**2 wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd.

In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De productbeschrijving, productsamenstelling en de inventarisatie van de levenscyclusanalyse komen hierin aan bod.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de gevoeligheidsanalyse beschreven.

2 Methode

2.1 Aanpak

Dit rapport beschrijft één hoofdproduct en de verschillende deelproducten die onderdeel zijn van dit hoofdproduct. Voor deze deelproducten wordt de volledige levenscyclus beschreven. Daarnaast zijn er alternatieve deelproducten vermeld. De alternatieve deelproducten worden minder toegepast en van deze producten zijn in sommige gevallen alleen de fases A1-3 beschreven.

Voor alle deelproducten geldt dat niet alle componenten tot in detail beschreven zijn. Voor ieder product zijn de belangrijkste componenten geïnterpreteerd. Het doel hierbij is om de producten te inventariseren die samen tenminste 80% van de milieu-impact bepalen.

Tenslotte, niet alle alternatieve deelproducten zijn meegenomen in de berekeningen. Ook hier is het doel dat de meegenomen deelproducten bij elkaar in 80% van de gevallen (projecten) worden toegepast.

De LCA-berekening is opgesteld met SimaPro v9.1 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- Ecolnvent database versie 3.5
- Versie Bepalingsmethode: 1.0 met wijzigingsblad oktober 2020

Rapportversie 1.4

Met de Bepalingsmethode versie 1.2 (januari 2025) zijn de regels omtrent schaling veranderd. Met deze versie is veranderd dat er drie opties voor schaling mogelijk zijn: het productonderdeel kent geen schaling, het productonderdeel kent een lineaire schaling en het productonderdeel kent een non-lineaire schaling. Aan de hand van deze regel zijn voor dit rapport de schalingsformules aangepast, aangezien machtsfuncties in de schaling niet meer conform de regels zijn. Hierdoor is de schaling in Bijlage B aangepast. De invoer van deze wijziging is gedaan door het aanpassen van de composer. De achtergronddata voor set A1 is Ecolnvent database versie 3.6, en voor set A2 Ecolnvent database versie 3.9.1. Er zijn geen inhoudelijke resultaatwijzigingen doorgevoerd.

2.2 Scope

De studie is gericht op hoofdstuk 43 (staalconstructies) van de Standaard RAW Bepalingen 2020 (CROW, 2020). Op basis van de prioritering van RAW-hoofdstukken en thema's die verdere uitwerking behoeven, zoals vastgesteld bij aanvang van dit project, zijn de volgende onderdelen meegenomen in deze studie:

- liggers
- balken
- kolommen
- bevestiging, verbinding en verankering
- afwerkings- en verduurzamingslagen
- tijdelijke stalen brug

2.3 Productbeschrijving

Liggers, balken en kolommen

Liggers, balken en kolommen vormen samen een staalconstructie. In essentie bestaan deze drie typen elementen allemaal uit balkstaal in een bepaalde vorm en uitvoering. Wanneer een of meerdere stalen profielen worden toegepast als ondersteunende balk(en) spreken we van een ligger. Bij toepassing als verticale dragende constructie spreken we van een kolom. Een balk is een meer generieke aanduiding voor een stalen element dat dient tot overspanning van een ruimte of steun in een constructie. Afhankelijk van de toepassing en gewenste stijfheid worden verschillende profielen toegepast, zoals I- en H- en U-profielen. Er bestaat een grote verscheidenheid aan profielen, met specifieke massa's variërend van 15 tot 350 kg per strekkende meter.

Op basis van de input van experts is geconstateerd dat stalen bruggen (waar staalconstructie wordt toegepast) zeer project- en locatiespecifiek zijn. Zo kan onderscheid worden gemaakt tussen beweegbare bruggen en vaste bruggen, welke elk weer onder te verdelen zijn in verschillende types. Een beknopt overzicht is weergegeven in Figuur 1. Natuurlijk spelen de afmetingen (overspanning, breedte) ook een belangrijke rol. Hierdoor is het lastig om stalen bruggen te generaliseren, en is schaling van een LCA berekening voor een generieke brug lastig.

Beweegbare bruggen

169 stuks (114 HWN, 55 HVWN)

Brugtype:

- Ophaalbrug
- Basculebrug
- Draaibrug
- Hefbrug
- Etc



Vaste stalen bruggen

109 stuks (28 HWN, 81 HVWN)

Brugtype:

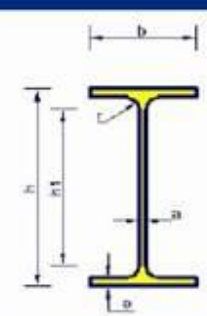
- Boogbrug
- Vakwerkbrug
- Tuibrug
- Liggerbrug
- Etc

Figuur 1 Overzicht variatie bruggen

Stalen bruggen zijn opgebouwd uit stalen elementen, die bestaan uit een combinatie van veel verschillende typen profielen (vooral I-profielen). In Figuur 2 is een overzicht van I-profielen weergegeven.

IPE balkstaal

HG = handelsgewicht
 G = gewicht
 f = doorsnede
 v = verfoppervlakte



Profiel	Afmetingen in mm						Gewicht		mm.		Profiel
YPE	h	b	a	e	r	h1	HG	G	f	v	YPE
80	80	46	3,8	5,2	5	60	6,2	6	7,6	0,329	80
100	100	55	4,1	5,7	7	75	8,3	8,1	10,3	0,401	100
120	120	64	4,4	6,3	7	93	10,6	10,4	13,2	0,474	120
140	140	73	4,7	6,9	7	112	13,2	12,9	16,4	0,55	140
160	160	82	5	7,4	9	127	16,1	15,8	20,1	0,622	160
180	180	91	5,3	8	9	146	19,2	18,8	23,9	0,698	180
200	200	100	5,6	8,5	12	159	22,9	22,4	28,5	0,768	200
220	220	110	5,9	9,2	12	178	26,7	26,2	33,4	0,848	220
240	240	120	6,2	9,8	15	190	31,3	30,7	39,1	0,921	240
270	270	135	6,6	10,2	15	220	36,8	36,1	45,9	1,04	270
300	300	150	7,1	10,7	15	249	43,1	42,2	53,8	1,16	300
330	330	160	7,5	11,5	18	271	50,1	49,1	62,6	1,25	330
360	360	170	8	12,7	18	299	58,2	57,1	72,7	1,35	360
400	400	180	8,6	13,5	21	331	67,6	66,3	84,5	1,47	400
450	450	190	9,4	14,6	21	379	79,1	77,6	98,8	1,61	450
500	500	200	10,2	16	21	426	92,5	90,7	116	1,74	500
550	550	210	11,1	17,2	24	468	108,1	106	134	1,88	550
600	600	220	12	19	24	514	124,4	122	156	2,02	600

Euronorm 19-57
DIN 1025

Figuur 2 Overzicht I-profielen

Om toch een vereenvoudiging te kunnen toepassen, is gekozen om een drietal I-profielen te kiezen, die in massa en strekkende meters grofweg overeenkomen met een mogelijke opbouw van een brug uit stalen elementen. Hierbij speelt ook mee dat deze profielen allemaal worden teruggerekend naar hetzelfde milieuprofiel, waardoor het onderscheid in een groot aantal profielen beperkt toegevoegde waarde biedt. De verhouding tussen massa en het te beschermen oppervlak is echter wel relevant. Een groot profiel zal per massa eenheid een kleiner oppervlak hebben. Hierom is een spreiding van één klein, één middel en één groot profiel uitgewerkt.

Bevestigingen, verbindingen en verankering

In staalconstructies worden stalen elementen op verschillende manieren met elkaar verbonden. Veel voorkomende vormen van verbindingen en verankeringen zijn:

- boutverbindingen;
- lasverbindingen;
- penverbindingen;
- scharnierverbindingen.

Afwerkings- en verduurzamingslagen

Stalen constructies die worden blootgesteld aan invloeden van weer, wind en water worden vaak afgewerkt met een afwerkingslaag om corrosie te voorkomen. Er zijn verschillende typen afwerkingslagen. In de GWW-sector worden met name natlaksystemen (coating) vaak toegepast. In deze studie worden twee typen natlaksystemen beschouwd: een enkelvoudig natlaksysteem, en een natlaksysteem in combinatie met het metalliseren van het staal.

Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer

Betreft een tijdelijke stalen brug voor fietsers en voetgangers. Tijdens bouw- of restauratiewerkzaamheden aan een bestaande brug of ander type oeververbinding is vaak een tijdelijke overgang nodig voor het fiets- en voetgangersverkeer. Tijdelijke bruggen zijn meestal niet voorzien van onderbouw. Deze dient apart te worden geplaatst afhankelijk van de situatie. In de LCA zijn het brugdek (incl. leuning) van een tijdelijke brug, en een onderstel apart benaderd. Ook het resultaat van een complete tijdelijke stalen brug wordt gegeven, als een soort hoofdproduct.

2.4 Functionele eenheid

In deze studie wordt een hoofdproduct, bestaande uit meerdere deelproducten, beschouwd. De functionele eenheid van het hoofdproduct is:

- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 ton staalconstructie.
- Het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 stuk tijdelijke stalen brug voor licht verkeer

Voor de deelproducten worden de volgende functionele eenheden gehanteerd:

- het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m¹ stalen ligger, balk of kolom;
- het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 bevestiging, verbinding en/of verankering in een stalen constructie;
- het geheel van benodigde materialen ten behoeve van 1 m² natlaksysteem in afwerkings- en verduurzamingslagen van een stalen constructie

Productsamenstelling

Als uitgangspunt voor een staalconstructie is een stalen boogbrug met hoofdoverspanning van 160m en 2.000 ton staal genomen⁷. Deze brug is teruggerekend naar verschillende stalen elementen met verschillende specificaties. Aan de hand van de afmetingen van de toegepaste staalprofielen is bij benadering het oppervlak bepaald wat met een conserverende natlaklaag behandeld dient te worden. De gehanteerde oppervlaktes per meter profiel zijn: IPE140, 0,572 m², IPE300, 1,2 m², en IPE600, 2,08 m². De productsamenstelling is in onderstaande tabel weergegeven.

⁷ Op basis van het onderzoek 'Duurzaamheidonderzoek hergebruik boogbrug Vianen' van Witteveen+Bos

Tabel 1 Productsamenstelling van 1 ton staalconstructie

Deelproduct	Variant	Hoeveelheid	Eenheid
Liggers	dwarsligger, IPE140	1,7	m ¹
Liggers	dwarsligger, IPE600	0,5	m ¹
Liggers	lengte, IPE140	6	m ¹
Liggers	lengte, IPE600	2	m ¹
Kolommen	IPE600	0,2	m ¹
Balken	gemiddeld/IPE300 43,1 kg/m ¹	13,07	m ¹
Bevestiging, verbindingen en verankeringen	boutverbindingen	0,365	stuks
Afwerkings- en verduurzamingslagen	Natlaksysteem	25,70	m ²

2.5 Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In tabel 3, volgend uit de *EN 15804* en de *SBK-Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieupact over de gehele levenscyclus meegenomen.

EPD	Cradle-to-gate met opties	Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productiesysteem
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
		Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabel 2: Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: module niet gedeclareerd)

In de gebruikte achtergrondprocessen zijn ten minste de volgende ingrepen meegenomen in de analyse:

- Emissies naar de lucht bij het gebruik van thermische energie van CO₂, CO, NO_x (NO en NO₂), SO₂, C_xH_y en fijnstof (PM10 deeltjes < 10µm);
 - Emissies naar water van CZV, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stof (PM10: deeltjes < 10µm);
- Emissies naar bodem van PAK en zware metalen

3 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen die horen bij staalconstructies.

3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruik gemaakt van ontwerp- en praktijkkennis van deskundigen van Witteveen+Bos en Royal Haskoning DHV.

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens.

Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor energieopwekking en transport.

3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde deelproducten zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnventariseerd. De berekende LCI is opgenomen in deze paragraaf waarbij is beschreven welke uitgangspunten hiertoe zijn gehanteerd. In Tabel 3 t/m Tabel 13 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

In de tabellen wordt voor inzet van materieel (A5, C1) verwezen naar de LCA cat.3 rapportage Hoofdstuk 1000 t/m 8000 processen. Dat rapport is o.a. te downloaden via <https://milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase/>

3.2.1 Categorie 3 milieuprofielen voor staal

De huidige categorie 3 basis productkaarten voor staal in de NMD laten te wensen over. Tot op heden zijn drie productkaarten beschikbaar, ongelegeerd, laaggelegeerd en hooggelegeerd staal. Daarbij kunnen nog twee profielen voor verzinkt en gemoffeld staal worden opgeteld. Hierin ontbreken de bewerkingen die het staal hun gewenste vorm geven (bijv. walsen).

Er wordt momenteel nog gewerkt aan nieuwe categorie 2 branchedata voor de Staalfederatie. Alhoewel deze data niet direct voor categorie 3 data dient te worden gebruikt, is op basis van de gegevens wel een vertaalstap naar categorie 3 data gemaakt door LBP|SIGHT [9] op basis van Ecoinvent productkaarten. Deze zullen in dit kader worden gebruikt en ingevoerd in de NMD. In deze studie wordt onderscheid gemaakt stalen constructie profielen, warmgewalst plaat- en bandstaal, en buis- en kokerprofielen. Bovendien is zowel de verhouding primair en secundair staal meegenomen, als de verhouding van het productieproces (*Basic Oxygen Furnace* staal, ook wel converter staal; en *Electric Arc Furnace* staal). In Tabel 3, Tabel 4 en Tabel 5 wordt de decompositie van deze basis productkaarten weergegeven. Deze profielen worden daarna in de decompositie van de deelproducten gebruikt.

Tabel 3 Decompositie stalen constructieprofielen per kg

Stalen constructieprofielen (RER en RoW) 4,2% primair, 95,8% secundair				
Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerking
Converter staal	Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	0,0317	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt
Electric staal	Steel, low-alloyed {RER} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U	0,9683	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt
Bewerking	Section bar rolling, steel {RER} processing Cut-off, U_Aanpassing staal verlies	1	kg	De hoeveelheid staal input is gecorrigeerd voor het feit dat de hoeveelheid afval die in het proces van de section bar rolling vrijkomt 100% aan het converter is toegekend in plaats van de actuele verhoudingen van de productiemix

Ook is een {GLO} profiel samengesteld uit de {RER} en {RoW} productkaarten. De verdeling is als volgt:

Stalen constructieprofielen (A1-3) - categorie 3 {GLO} | 4,2% primair, 95,8% secundair

- 0,28635 kg - Stalen constructieprofielen (A1-3) - categorie 3 {RER} | 4,3% primair, 95,7% secundair

- 0,71365 kg - Stalen constructieprofielen (A1-3) - categorie 3 {RoW} | 4,3% primair, 95,7% secundair

Tabel 4 Decompositie warmgewalst plaat- en bandstaal per kg

Warmgewalst plaat- en bandstaal (RER en RoW) 82,7% primair, 17,3% secundair				
Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerking
Converter staal	Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	1	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt
Bewerking	Hot rolling, steel {RER} processing Cut-off, U	1	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt

Ook is een {GLO} profiel samengesteld uit de {RER} en {RoW} productkaarten. De verdeling is als volgt:

Warmgewalst plaat- en bandstaal (A1-3) - categorie 3 {GLO} | 82,7% primair, 17,3% secundair

- 0,12542 kg - Warmgewalst plaat- en bandstaal (A1-3) - categorie 3 {RER} | 83,7% primair, 17,3% secundair
- 0,87458 kg - Warmgewalst plaat- en bandstaal (A1-3) - categorie 3 {RoW} | 83,7% primair, 17,3% secundair

Tabel 5 Decompositie warmgewalste stalen buis- en kokerprofielen per kg

Warmgewalste stalen buis- en kokerprofielen (RER en RoW) 86,6% primair, 13,4% secundair				
Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerking
Converter staal	Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	1,05	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt
Bewerking	Drawing of pipe, steel {RER} processing Cut-off, U	1	kg	Voor de RoW productkaart wordt het RoW milieuprofiel gebruikt

Ook is een {GLO} profiel samengesteld uit de {RER} en {RoW} productkaarten. De verdeling is als volgt:

Warmgewalst stalen buis- en kokerprofielen (A1-3) - categorie 3 {RER} | 86,6% primair, 13,4% secundair

- 0,32444 kg - Warmgewalste stalen buis- en kokerprofielen (A1-3) - categorie 3 {RER} | 86,6% primair, 13,4% secundair
- 0,67556 kg - Warmgewalste stalen buis- en kokerprofielen (A1-3) - categorie 3 {RoW} | 86,6% primair, 13,4% secundair

In ditzelfde kader is ook een nieuwe productkaart samengesteld voor module D van staalproducten. Het huidige module D profiel gaat uit van besparing van *Pig iron {GLO} production | Cut-off, U*, wat een grove benadering is. Recyclen van staal gebeurt voornamelijk in een Electric Arc Furnace (EAF). Staal uit een EAF bestaat voor bijna 100% uit gerecycled staal, terwijl een Basic Oxygen Furnace (BOF) typisch ongeveer 25%-35% schroot kan gebruiken. Een vergelijking van de twee productiemethoden zou daarmee tot een goede benadering van de voorkomen milieu impact bij recycling kunnen leiden.

Om rekening te houden met de verliezen en verschillen tussen het BOF en EAF proces, is de methode van het *World Steel LCI methodology report* [10] in *Appendix A2.6* toegepast. In de berekening, uitgevoerd door LBP|Sight op basis van staalfederatie data, wordt uitgegaan van een BOF proces van 100% primair materiaal, en het EAF proces met 100% secundair materiaal. In werkelijkheid zal het BOF proces ook schroot gebruiken bij productie van nieuw staal. Het resultaat van deze berekening is weergegeven in Tabel 6. Van de impact van EAF-staal productie, wordt de impact van BOF-staal productie afgetrokken.

Tabel 6 Decompositie module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot

Module D, staal, per kg NETTO geleverd schroot				
Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerking
Baten	Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	-1,1204 * 0,15535	kg	De hoeveelheid is negatief om aan te geven dat de lasten gekoppeld aan het ecoinvent profiel worden afgetrokken.
Baten	Steel, unalloyed {RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U	- 1,1204 * 0,84465	kg	
Lasten	Steel, low-alloyed {RER} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U	1,1204 * 0,15535	kg	Er worden lasten van low-alloyed staal toegerekend. Er is namelijk geen proces voor unalloyed electric staal.
Lasten	Steel, low-alloyed {RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U	1,1204 * 0,84465	kg	

3.2.2 Ligger, kolom of balk in staalconstructie

In dit hoofdstuk wordt de decompositie van liggers, kolommen en balken beschreven. Liggers, kolommen en balken (hierna alle drie aangegeven als balken) zijn nagenoeg hetzelfde; het onderscheid tussen de drie is met name ontwerptechnisch. Stalen balken kunnen sterk variëren in massa per strekkende meter; de range is ongeveer 15 – 355 kg/m. Hierom is besloten drie typen balk mee te nemen, een kleine, middelgrote, en grote stalen balk. Tabel 7, Tabel 8 en Tabel 9 weergeven de decompositie van 1 meter stalen balkconstructie voor respectievelijk de kleine, middelgrote en grote variant. De varianten zijn gebaseerd op profielen IPE140, IPE300 en IPE600 respectievelijk.

Levensduur

De technische levensduur van stalen ligger, kolommen en balken is 100 jaar.

Productiefase (A1-A3)

Staal kan van diverse locaties op de wereld worden aangevoerd, en daarmee is de oorsprong divers. Hierop is gekozen om het GLO profiel toe te passen in de berekeningen.

Constructiefase (A5)

In de constructiefase wordt, conform de SBK bepalingmethode 3% verlies gerekend voor geprefabriceerde producten. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

Gebruiksfase (B)

Het uitgangspunt voor de gebruiksfase van stalen balken is dat deze op zichzelf geen onderhoud nodig hebben. Ook het afroesten van staal is niet meegenomen aangezien in het hoofdproduct een beschermende laag wordt toegepast. Bovendien wordt geschat dat het effect van afroesten in (bovenwater) toepassingen een zeer beperkte milieu impact zal hebben.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4)

Na het bereiken van het einde van de levensduur worden de stalen balken verwerkt volgens de volgende verdeling: 1% stort, 94% recycling, 5% hergebruik. Dit wijkt af van het afvalscenario van de SBK bepalingmethode voor zware stalen constructies, wat uitgaat van 49% hergebruik, en 51% recycling. Maar na een levensduur van 100 jaar lijkt zo'n hoge fractie hergebruik onwaarschijnlijk.

Baten en lasten buiten de systeem grens (D)

De fracties primair en secundair staal zijn weergegeven in het milieuprofiel van A1-A3. Alleen primair materiaal wat wordt hergebruikt en gerecycled mogen als baten worden toegerekend, gestort secundair materiaal moet worden afgetrokken. Deze berekeningen zijn weergegeven in de hoeveelheid van module D in de volgende tabellen.

Tabel 7 Decompositie kleine stalen ligger, kolom, balk per 1 m¹

Kleine stalen ligger, kolom of balk						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal	A1-A3	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	13,2	kg	Profiel: IPE140 13,2 kg/m ¹
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,66	tkm	Transport 50km
Telekraan (diesel)	A5	Hijzen, Torenkraan, 70m, diesel	H1 - 8000 Processen	13,2/1000	uur	Productienorm 1 ton/h
Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper (diesel)	C1	Slopen, Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper, diesel	H1 - 8000 Processen	13,2/1000	uur	Productienorm 1 ton/h
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,66	tkm	Forfaitair transport
Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	13,2 * 0,01	kg	Stort, 1%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	13,2 * 0,05 * 0,042	kg	Hergebruik, 5%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0282-red&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	13,2* (0,94 * 0,042 – 0,01 * 0,958)	kg	Recycling, 94%

Tabel 8 Decompositie middelgrote stalen ligger, kolom, balk per 1 m¹

Middelgrote stalen ligger, kolom of balk						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal	A1-A3	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	43,1	kg	Profiel: IPE300 43,1 kg/m ¹
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	2,16	tkm	Forfaitair transport
Telekraan (diesel)	A5	Hijzen, Torenkraan, 70m, diesel	H1 - 8000 Processen	43,1/1000	uur	Productienorm 1 ton/h
Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper (diesel)	C1	Slopen, Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper, diesel	H1 - 8000 Processen	43,1/1000	uur	Productienorm 1 ton/h

Middelgrote stalen ligger, kolom of balk						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	2,16	tkm	Transport 50 km
Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	43,1 * 0,01	kg	Stort, 1%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	Stalen constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	43,1 * 0,05 * 0,042	kg	Hergebruik, 5%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	43,1 * (0,94 * 0,042 – 0,01 * 0,958)	kg	Recycling, 94%

Tabel 9 Decompositie grote stalen ligger, kolom, balk per 1 m¹

Grote stalen ligger, kolom of balk						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal	A1-A3	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	124,4	kg	Profiel: IPE600 124,4 kg/m ¹
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	6,22	tkm	Transport 50km
Telekraan (diesel)	A5	Hijzen, Torenkraan, 70m, diesel	H1 - 8000 Processen	124,4/1000	uur	Productienorm 1 ton/h
Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper (diesel)	C1	Slopen, Graafmachine met sloophamer/knijper/grijper, diesel	H1 - 8000 Processen	124,4/1000	uur	Productienorm 1 ton/h
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	6,22	tkm	Forfaitair transport
Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	124,4 * 0,01	kg	Stort, 1%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	124,4 * 0,05 * 0,042	kg	Hergebruik, 5%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	124,4 * (0,94 * 0,042 – 0,01 * 0,958)	kg	Recycling, 94%

3.2.3 Bevestiging, verbindingen en verankeringen

Bevestigingsmiddelen van stalen balken wordt in verschillende vormen uitgevoerd. Het uitgangspunt van de decompositie is dat er per verbinding 20 stuks verbindingsmateriaal wordt gebruikt van elk 0,5 kg. Dit betreft een gemiddelde van bevestigingsmiddelen waarmee relatief lichte constructie balken (13,2 kg/m¹) en zware constructie balken (124,4 kg/m¹) worden verbonden.

Levensduur

De technische levensduur van bevestigingsmiddelen is 100 jaar.

Constructiefase (A5)

In de constructiefase wordt, conform de SBK bepalingmethode 3% verlies gerekend voor geprefabriceerde producten. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten. Er is aangenomen dat de constructie van de bevestigingsmiddelen zelf met de hand gebeurt.

Sloop- en verwerkingsfase (C1-C4)

Bij bevestigingsmiddelen is uitgegaan van een afvalverwerking scenario van 99% recycling, 1% stort. Deze wijkt af van het scenario voor kleinere stalen objecten, wat uitgaat van 1% stort, 87% recycling en 12% hergebruik. Na een levensduur van 100 jaar is 12% hergebruik zeer onwaarschijnlijk.

Baten en lasten buiten de systeem grens (D)

Ondanks de naam van het NMD achtergrondproces, zit in het achterliggende ecoinvent proces weldegelijk een fractie secundair staal. In de berekening van module D is uitgegaan van een secundair staal gehalte van 18,9%. Alleen primair materiaal wat wordt hergebruikt en gerecycled mogen als baten worden toegerekend, gestort secundair materiaal moet worden afgetrokken. Deze berekeningen zijn weergegeven in de hoeveelheid van module D in de volgende tabellen.

Tabel 10 Decompositie Bevestiging, verbindingen en verankering per verbinding

Bevestiging, verbindingen en verankeringen						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal	A1-A3	0214-fab&Staal, ongelegeerd (o.b.v. Steel, unalloyed {GLO} market for Cut-off, U; 100% primair, 0% secundair)	NMD	10	kg	20 stuks per verbinding, 0,5 kg per stuk
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,5	tkm	Transport 50km

Bevestiging, verbindingen en verankeringen						
Materiaal c.q. proces	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Transport	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,5	tkm	Forfaitair transport
Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	10 * 0,01	kg	Stort; 1%
Baten en lasten buiten de systeemgrenzen	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	10 * (0,99 * 0,811 – 0,01 * 0,189)	kg	Recycling, 99%

3.2.4 Natlaksysteem

Het uitgangspunt voor zowel het natlaksysteem als het metalliseersysteem is het rapport 'Milieuinformatie grootschalig onderhoud stalen objecten'[8] geschreven door SGS Intron. De nodige proceskaarten (aanbrengen van, en verwijderen d.m.v. staalgrit stralen en reinigen) uit het rapport zijn opnieuw volgens de huidige Bepalingsmethode gemodelleerd. Hierbij vormt het SGS Intron rapport de basis, maar zijn aanpassingen gemaakt aangaande de hoeveelheid verdunner, overspray en levensduur. Hoeveelheden komen daarom niet precies overeen maar sluiten verhoudingsgewijs zo goed mogelijk aan op de uitgangspunten van het SGS Intron rapport. De decompositie van het natlaksysteem is weergegeven in Tabel 11.

Productiefase (A1-A3)

De primer is gemaakt van een hars, de toplaag juist van een polyurethaan (PUR) schuim verf. De tussenlaag bestaat uit een mix van deze componenten. Op basis van het Intron rapport en expertadvies zijn bijbehorende milieuprofielen geselecteerd. De verven worden verdund voordat deze kan worden aangebracht. Er wordt uitgegaan van een verdunner van 80% xyleen en 20% ethylbenzeen. Hoeveel verdunner de verf bevat hangt af van de laag. Op basis van expertadvies is bepaald dat de primer 25% verdunner bevat, de tussenlaag 20%, en de toplaag 40%. Dit is inclusief toevoegingen vlak voor aanbrengen van de verf.

Constructiefase (A5)

Er is uitgegaan van een rendement van 75% bij het aanbrengen (25% overspray). De overspray wordt opgevangen met een doek. Emissies van verfdeeltjes naar water uit het rapport van SGS Intron zijn aangehouden. Na aanbrengen van het natlak zal de verdunner verdampen. Deze emissies naar lucht zijn opgenomen in fase A5. Voor elk toegevoegd oplosmiddel is een bijbehorende en gekarakteriseerde emissie naar lucht toegepast.

Onderhoud (B) en levensduur

De natlakraag heeft een kortere levensduur dan de stalenconstructie waarop het is aangebracht. Het onderhoudsschema hangt echter af van de bereikbaarheid van het object. In deze berekening zijn we uitgegaan van de volgende onderhoudscycli op basis van expert kennis:

- 15 jaar na nieuwbouw of nieuwe conserveringssysteem: bijplekken van de roestige plekken (ca. 3% van het oppervlak). Vervolgens conservering volledig uitnutten;
- 35 jaar later (50 jaar na nieuwbouw) groot onderhoud. Conserveringssysteem compleet verwijderen en vervangen

Dit houdt in dat de conservering twee maal wordt bijgewerkt, en één keer in de levensduur van 100 jaar van een stalen constructie in het geheel wordt vervangen. De berekening weergegeven in de decompositietabel geldt dus voor een levensduur van 100 jaar.

Sloop- en afvalfase (C1 – C4)

Voordat een nieuwe natlakraag kan worden aangebracht, moet de oude laag worden verwijderd. Om tevens een goede oppervlakte te krijgen waaraan het natlak goed kan binden wordt de oude laag met smeltslakgrit stralen verwijderd. Volgens experts van RWS wordt ca. 50-70 kg smeltslakgrit gebruikt per vierkante meter. Het smeltslakgrit wordt in het algemeen gemaakt van slakken uit de metaalindustrie en kolencentrales. Om smeltslakgrit te maken wordt vloeibaar slak (een afval- of bijproduct) in een bad water gegoten waardoor het instantaan kristalliseert en uit elkaar springt in kleine korrels. Vervolgens worden deze korrels gedroogd, gezeefd en eventueel verder gebroken. Er is helaas geen geschikt proces beschikbaar in ecoinvent of de NMD. Om de milieupact van het smeltslakgrit te inventariseren is bij benadering het productie proces voor smeltslakgrit gemodelleerd. Er wordt aangenomen dat de droogstap de grootste milieu-impact zal hebben, en dat water consumptie, zeven en eventueel breken een zeer beperkte impact hebben. Informatie over het drogen van het smeltslakgrit na het waterbad wordt gebaseerd op het ecoinvent proces voor productie van cement uit hoogovenslak. Hierin wordt 0,32 MJ warmte per kilogram slak gebruikt. Er wordt aangenomen dat dit representatief is voor de droogstap van het smeltslakgrit. Informatie over de perslucht waarmee het grit wordt gestraald wordt gebaseerd op een studie door CYM Materiales SA[11]. Hierin wordt uitgegaan van een consumptie van ongeveer 22,8 m³ perslucht per m², bij een productienorm van 10 m²/uur. Het energie verbruik is berekend aan de hand van Ecoinvent data van een compressor aangedreven door aan aggregaat (17,4713 MJ/m²). Het smeltslakgrit wordt in combinatie met verfddeeltjes opgevangen. Het smeltslakgrit kan eenmalig gebruikt worden, en wordt na gebruik gestort als gevaarlijk afval met resterende verfddeeltjes (C2-deponie)..

Baten en lasten buiten de systeem grens (D)

Er worden geen materialen gerecycled, maar de verf wordt na verwijderen verbrand. Het is niet bekend hoeveel energie hiermee wordt opgewekt, maar naar schatting is het effect minimaal en daarom niet meegenomen.

Tabel 11 Decompositie Natlaksysteem per 1 m²

Materiaal c.q. proces	Natlaksysteem					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Primer & tussenlaag	A1-A3	Epoxy resin, liquid {RER} market for epoxy resin, liquid Cut-off, U	NMD	0,192	kg	120 µm primer + 50% van 120 µm tussenlaag + 25% overspray
Tussenlaag & toplaag	A1-A3	Polyurethane, flexible foam {RER} market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U	NMD	0,174	kg	50% van 120 µm tussenlaag + 80 µm toplaag + 25% overspray
Verdunner	A1-A3	Xylene {RER} market for xylene Cut-off, U	NMD	115,2	g	Verdunner: 10% van verf. Allen voor onderhoud, 5% voor nieuwbouw. 80% xyleen, 15% ethyl benzeen
Verdunner	A1-A3	Ethyl benzene {RER} market for ethyl benzene Cut-off, U	NMD	28,8	g	Verdunner: 10% van verf. 10% Ethyl benzeen
Verpakking	A1-A3	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} 82,7% primair, 17,3% secundair	NMD	0,0255	kg	Aanname: 5% van verf
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,0803	tkm	Transport 150km
Overspray verf emissies naar water	A5	Phenol	-	0,4186	g	Primer: 3,42 g per kg verf Tussenlaag: 3,25 g per kg verf Toplaag: 3,19 g per kg verf
Overspray verf emissies naar water	A5	Iron	-	0,3291	g	Proxy voor roest deeltjes Primer: 2,116 g per kg verf Tussenlaag: 3,09 g per kg verf Toplaag: 2,48 g per kg verf
Overspray verf emissies naar water	A5	Zinc	-	0,0173	g	Primer: 0,114 g per kg verf Tussenlaag: 0,16 g per kg verf Toplaag: 0,13 g per kg verf
Verdunner emissies naar lucht	A5	m-Xylene	-	115,2	g	80% xyleen
Verdunner emissies naar lucht	A5	Benzene, ethyl-	-	28,8	g	20% ethylbenzeen
Onderhoud	B	A1-A5 + C1-C4 Natlaksysteem	-	1,06	m2	Natlaksysteem wordt twee keer bijgewerkt (2 maal 3%), en één keer volledig vervangen in de levensduur van 100 jaar van een stalen constructie.
Reinigen met water	C1	0289-fab&Water, drinkwater (o.b.v. Tap water {RER} market group for Cut-off, U)	NMD	40	kg	40 liter

Materiaal c.q. proces	Natlaksysteem					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Diesel verbruik reinigen met water	C1	0114-pro&Dieselverbruik, per MJ (1-op-1 verwijzing naar Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	3,59	MJ	0,1 liter; 35,9 MJ/l
Smeltslakgrit	C1	0186-fab&Hoogovenslakmengsel (NVLB: C) (aangehouden = 0-waarden want 'vrij van milieulast', al is waarschijnlijk sprake van co-productie)	NMD	70	kg	Doorgaans ca. 50-70 kg per m ² , worst case aanpak: 70 kg. Gebruikt smeltslakgrit wordt opgevangen
Drogen smeltslakgrit	C1	0111-pro&Aardgas, algemeen gebruik, per m3 (o.b.v. 31,7 MJ Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U)	NMD	0,010095 * 70 = 0,70665	m ³	Op basis van 0,32 MJ/kg, en 31,7 MJ/m ³
Transport smeltslakgrit	C1	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	10,5	tkm	Aanvoer smeltslakgrit, op basis van 150km
Smeltslakgrit stralen	C1	0114-pro&Dieselverbruik, per MJ (1-op-1 verwijzing naar Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	17,4713	MJ	Bepaald op basis van 15,2 m ³ /m ² perslucht en verbruik van 0,76629 MJ/m ³ perslucht
Staalgrit emissies naar lucht	C1	Silicate particles	-	0,7	kg	1% smeltslakgrit wordt als stof uitgestoten. Milieu-impact is niet gecategoriseerd.
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	3,465	tkm	Transport 50 km van smeltslakgrit
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,015	tkm	Transport 50 km van verfresten inclusief overspray en verpakking
Verbranden verfresten	C3	0266-avC&Verbranden verf (10,14 MJ/kg) (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, municipal incineration Cut-off, U)	Ecoinvent	0,366	kg	Aangebrachte verf en opgevangen verf overspray wordt verbrand
Verbranden verpakking	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	25,5	g	Verblik wordt gestort
Stort staalgrit	C4	0299-sto&Stort verf (o.b.v. Waste paint {Europe without Switzerland} treatment of waste paint, sanitary landfill Cut-off, U)	-	69,3	kg	Vervuild staalgrit gaat naar C2-deponie

3.2.5 Metalliseersysteem

Ook bij het metalliseersysteem is uitgegaan van het rapport 'Milieuinformatie grootschalig onderhoud stalen objecten'[8] geschreven door SGS Intron. Voor deze verduurzamingslagen wordt eerst een metalliseerlaag aangebracht, waarover vervolgens eenzelfde soort natlak wordt aangebracht. Vanwege de metalliseerlaag is minder natlak nodig vergeleken met het geval wanneer alleen natlak wordt toegepast.

Op basis van het SGS Intron rapport is besloten om naast de metaalliseerlaag, 0,9 maal de inventarisatie van de natlaklaag toe te passen. Dit sluit niet helemaal aan bij de inventarisatie gegeven door SGS Intron, maar is een eerste benadering. RWS vermoedt dat de laklaag op gemetalliseerd staal veel dunner kan zijn omdat die alleen nog een cosmetisch effect heeft – en overweegt de data op dit punt in de nabije toekomst aan te laten passen. De decompositie van het metalliseersysteem is weergegeven in Tabel 12.

Productie (A1-A3)

De productie van de precieze legering die wordt toegepast is niet gegeven in de beschikbare achtergrondatabases. In plaats daarvan is de inventarisatie bepaald op basis van de kaart *Aluminium alloy, AlMg3 {RER} production, cut-off, U* en de samenstelling van de legering. Het resultaat van deze aanname is gegeven in Tabel 12 bij fase A1-A3.

Constructiefase (A5)

Bij opbrengen van de metalliseer laag wordt elektriciteit gebruikt. Dit is opgenomen naast de inventarisatie van het natlaksysteem.

Onderhoud (B) en levensduur

De metalliseerlaag zal in de praktijk niet verwijderd worden gedurende de levensduur van de stalen constructie. De natlaklaag wordt wel onderhouden gedurende een levensduur van 100 jaar. Dit is meegenomen in de decompositie van de metalliseerlaag.

Sloop- en afvalfase (C1 – C4)

De metalliseerlaag zal gedurende de hele levensduur van de stalenconstructie blijven zitten en kan ook niet apart losgemaakt worden van het staal. De laag zal mogelijk bij recyclen van het staal in een EAF (electric arc furnace) deels vrijkomen als stof, of vermengen als legering met het staal. Dit recycle proces is onderdeel van het staal recycle proces en niet opgenomen in de decompositie. Verder wordt de inventarisatie van het natlaksysteem naar verhouding toegepast.

Baten en lasten buiten de systeem grens (D)

Mogelijk kan een klein deel van de metalliseerlaag worden teruggewonnen, maar aantallen zijn onbekend. Als worst-case benadering gaan we ervan uit dat de zink aluminium legering niet opnieuw inzetbaar is. Er worden geen baten of lasten gerekend in module D.

Tabel 12 Decompositie Metalliseersysteem per 1 m²

Materiaal c.q. proces	Metalliseersysteem					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Metalliseerlaag, zink	A1-A3	0028-fab&Zink (o.b.v. Zinc {GLO} market for Cut-off, U; 100% primair, 0% secundair)	NMD	0,85 * 1,8	kg	Zink aandeel legering
Metalliseerlaag, aluminium	A1-A3	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U; 20% primair, 80% scrap)	NMD	0,15 * 1,8	kg	Aluminium aandeel legering
Metalliseerlaag, productie	A1-A3	0569-pro&Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (73% grijs, 27%)	NMD	1,59 * 1,8	kWh	Op basis van <i>Aluminium alloy, AlMg3 {RER}</i>
Natlak	A1-A3	A1-A3 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	Vanwege toepassing metalliseerlaag is er minder natlak nodig
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,366	tkm	Transport 150km
Transport natlak	A4	A4 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
Stroom verbruik aanbrengen metalliseerlaag	A5	0569-pro&Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (73% grijs, 27%)	NMD	4,7	kWh	
A5 natlak	A5	A5 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
B natlak	B	B Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
C1 natlak	C1	C1 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
C2 natlak	C2	C2 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
C3 natlak	C3	C3 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	
C4 natlak	C4	C4 Natlaksysteem	Tabel 11	0,9	m2	

3.2.6 Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer

Betreft een tijdelijke stalen brug voor fietsers en voetgangers. Tijdens bouw- of restauratiewerkzaamheden aan een bestaande brug of ander type oeververbinding is vaak een tijdelijke overgang nodig voor het fiets- en voetgangersverkeer. De brug die is uitgewerkt heeft een overbruggingslengte van 12 meter en is 1,5 meter breed. De slijtlaag is op epoxybasis ingestrooid met split. De maximale variabele belasting is 5 kN/m². De puntbelasting is 1,5 kN en de leuningbelasting is 3 kN/m. Dit milieuprofiel is uitgewerkt als een hoofdproduct, bestaande uit drie deelproducten, namelijk:

- Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer: 'Brugdek met leuning inclusief slijtlaag'
- Cloeziana palen: 'Onderbouw'
- Cloeziana planken: 'Onderbouw'

Voegovergangen en opleggingen zijn niet van toepassing en daarom niet meegenomen in de scope van de berekening.



Tijdelijke bruggen worden heel verschillend toegepast in hoe lang ze in gebruik zijn voor hun tijdelijke functie – en de belasting en het aantal keren verplaatsen kan mede van invloed zijn op de levensduur. Voor deze categorie 3 data wordt uitgegaan van een totale levensduur van 10 jaar, waarin de brug op meerdere project locaties kan worden toegepast. Het uitgangspunt is dat de tijdelijke brug gemiddeld 1 jaar in gebruik zal zijn per locatie. Na het eerste gebruik kan de brug nog eens 9 keer worden ingezet, telkens met nieuwe onderbouw. Voor deze berekening gaan we uit van een nieuwe brug, maar met de gehanteerde rekenwijze zal de MKI niet verschillen in eerste, vijfde of tiende gebruik; bij elke inzet wordt 10% van de brug afgeschreven. Strikt gezien is de MKI verhouding tussen A1-A3 en D wel anders na het eerste gebruik.

Productiefase (A1-A3)

Het brugdek is hoofdzakelijk gemaakt van constructiestaal en weegt 3 ton inclusief leuningwerk [12]. Er wordt een slijtlaag aangebracht op het loopoppervlak. De slijtlaag bestaat uit epoxy, ingestrooid met split. De epoxyslijtlaag is 5 mm dik en weegt 15 kg/m² [13]. Het aandeel epoxy hierin is 5,5 kg/m² en het aandeel split daarmee 9,5 kg/m². Dit is berekend op basis van een soortelijk gewicht van 1100 kg/m³ voor de epoxyhars [14] ofwel 1,1 kg per mm dikte over 1 m². Het totale loopoppervlak is 9 m², daarmee is het gewicht van de slijtlaag is 135 kg, waarvan 49,5 kg epoxy en 85,5 kg split. Voor de onderbouw van de stalen brug wordt uitgegaan van drie palen van Cloeziana hout en vier dwarsplanken van Cloeziana hout. Het totale gewicht van de houten palen en dwarsplanken bedraagt 0,453 ton per brug, op basis van de maten opgegeven in de volgende tabel. Cloeziana palen en planken zijn geen onderdeel van de decompositie tabel voor de tijdelijke stalen brug, maar staan wel uitgewerkt in hoofdstuk 44, houtconstructies.

Element	Lengte	Afmetingen	Gewicht (Cloeziana: 1100 kg/m ³) ⁸	Stuks per tijdelijke brug
Cloeziana palen	5 m ¹ /stuk ⁹	d= 180 mm	140 kg / stuk	3
Cloeziana planken	2 m ¹ /stuk	50 mm x 100 mm	11 kg / stuk	4

Transportfase (A4, C2)

Forfaitaire transport afstanden volgens de bepalingsmethode zijn toegepast:

- 150 km transport naar werk
- 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie
- 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort
- 150 km transport totaal voor eind-leven naar AVI

Constructiefase (A5)

De tijdelijke brug wordt met behulp van een hydraulische kraan in het werk geplaatst. De productienorm bedraagt 4 uur per stuk.

⁸ Zie ook LCA Cat III Houtconstructies

⁹ Aangenomen lengte en diameter op basis van de situatie van de tijdelijke brug

In de constructiefase wordt, conform de SBK bepalingsmethode 3% verlies gerekend voor geprefabriceerde producten. Dit houdt in dat in deze fase 3% extra A1-A4, C2-C4 en D wordt gerekend. Dit dekt o.a. verkeerde bestellingen, stukgaan en fabricage fouten.

sfase (B1, B2-B5)

Niet bekend.

Einde levensduur, afvalscenario en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C1, C3, C4 en D)

De tijdelijke brug wordt uit het werk gehesen met een hydraulische kraan, gelijk aan de constructiefase. Ook productienorm is hetzelfde: 4 uur per stuk. De tijdelijke brug kan totaal 10 keer 1 jaar worden ingezet, na het eerste gebruik dus nog 9 keer. Hieruit volgt een kwaliteitsfactor (K) van 90%. Er is aangenomen dat eventueel onderhoud aan de brug tussen inzetten niet noemenswaardig is. 10% van de brug wordt per 1 jarig gebruik afgeschreven; 10% van de afvalverwerking die plaatsvindt na 10 jaar wordt daarom toegerekend per inzet. Zo wordt de milieupact verdeeld over de gehele levensduur van de brug.

Wanneer de brug einde levensduur is, dan wordt de slijtlaag verwijderd door te gritstralen. Dit gebeurt niet op locatie en is onderdeel van C3, helaas valt dit in de NMD momenteel niet te modelleren onder C3, en is daarom in de NMD opgenomen onder C1. Voor het stralen wordt gebruik gemaakt van een hogedrukcompressor en zuigwagen. Er is 20 kg/m² grit nodig, en de productie norm van stralen bedraagt 5 m²/uur, met een dieselverbruik van 30 liter per uur. Er wordt aangenomen dat net als voor het natlaksysteem, eveneens smeltslakgrit wordt gebruikt. Het smeltslakgrit wordt in het algemeen gemaakt van slakken uit de metaalindustrie en kolencentrales. Om smeltslakgrit te maken wordt vloeibaar slak (een afval- of bijproduct) in een bad water gegoten waardoor het instantaan kristalliseert en uit elkaar springt in kleine korrels. Vervolgens worden deze korrels gedroogd, gezeefd en eventueel verder gebroken. Er wordt aangenomen dat de droogstap de grootste milieupact zal hebben, en dat water consumptie, zeven en eventueel breken een zeer beperkte impact hebben. Informatie over het drogen van het smeltslakgrit na het waterbad wordt gebaseerd op het ecoinvent proces voor productie van cement uit hoogovenslak. Hierin wordt 0,32 MJ warmte per kilogram slak gebruikt. Er wordt aangenomen dat dit representatief is voor de droogstap van het smeltslakgrit.

De gehanteerde afvalscenario's (wanneer de tijdelijke brug niet meer ingezet kan worden in zijn functie) zijn als volgt bepaald: Stalen brugdek en leuningwerk (95% recycling; 5% stort), epoxy slijtlaag (100% AVI), en grit + split (100% stort).

Levensduur:

10 jaar totaal¹⁰, decompositie beschrijft eenmalige inzet voor 1 jaar

¹⁰ Richtwaarde ontwerplevensduur voor tijdelijke constructies conform [NEN-EN 1990+A1:2006+A1:2006/c2:2019 Eurocode: Basis of structural design](#) .

Hoofdproduct: Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer				
<i>Deelproduct</i>	<i>Hoeveelheid</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Variant</i>	<i>Toelichting</i>
Decompositietabel 3.2.6 Staalconstructies Stalen brug voor licht verkeer 'Brugdek inclusief slijtlaag'	1	Stuks	-	
Decompositietabel 3.2.4 Houtconstructies Cloeziana palen 'Onderbouw'	15	m ¹	Diameter 200 mm	Op basis van 3 stuks van 5 m ¹
Decompositietabel 3.2.5 Houtconstructies Cloeziana planken 'Onderbouw'	8	m ¹	Dikte 50 mm x Breedte 100 mm	Op basis van 4 stuks van 2 m ¹

Tabel 13 Decompositie van een tijdelijke stalen brug voor fietsers en voetgangers, 12 m lang, 1,5 m breed

Materiaal of proces	Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer					
	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie	A1-A3	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} 4,2% primair, 95,8% secundair	NMD	3000	kg	zie uitgangspunten tekst
Productie epoxy	A1-A3	0064-fab&Lijm, epoxy 2 componenten [VLK]	NMD	49,5	kg	zie uitgangspunten tekst
Productie split	A1-A3	0170-fab&Zand; brekerzand (uit puinbreker; = 0-waarden want 'vrij van milieulast')	NMD	85,5	kg	zie uitgangspunten tekst
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	3135 kg * 150 km = 470,25	tkm	150 km forfaitair transport
Aanbrengen	A5	Hijzen, Telekraan, 100 ton, diesel	H1-8000 Processen	4	uur	Productienorm: 4 uur per stuk
Constructieverlies	A5	3% A1-A4, C2-C4	-	-	-	
Demoneren	C1	Hijzen, Telekraan, 100 ton, diesel	H1-8000 Processen	4	uur	Productienorm: 4 uur per stuk
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	158,42	tkm	50 km naar opslag (voor hergebruik) en/of sorteerlocatie + 50km naar stort of 100 km naar AVI

Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Hogedruk stralen met compressor en zuigwagen	C3	0114-pro&Dieselverbruik, per MJ (1-op-1 verwijzing naar Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	10% * 54 L * 35,9 MJ/L	MJ	Productienorm: 5 m2 / uur, 30 L/uur Brug: 9 m2
Grit voor stralen	C3	0186-fab&Hoogovenslakmengsel (NVLB: C) (aangehouden = 0-waarden want 'vrij van milieulast', al is waarschijnlijk sprake van co-productie)	NMD	10% * 180	kg	Productienorm: 20 kg / m2 Brug: 9 m2
Grit productie (drogen)	C3	0111-pro&Aardgas, algemeen gebruik, per m3 (o.b.v. 31,7 MJ Heat, district or industrial, natural gas {RER} market group for Cut-off, U)	NMD	10% * 1,817	m3	0,010095 m3 per kg
Aanvoer en afvoer grit	C3	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	10% * 36	tkm	150 km aanvoer, 50 km direct naar stort
Afvalverwerking – Recycling staal	C3	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD	10% * 2850	kg	95% recycling
Afvalverwerking – AVI Epoxy	C3	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD	10% * 49,5	kg	100% AVI epoxy
Afvalverwerking – Stort grit + split	C4	0247-sto&Stort inert afval (o.b.v. Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U) fijn-/grofkeramisch, grind, kalkzandsteen, schelpen, zand	NMD	10% * (180 + 85,5)	kg	100% stort split + grit
Afvalverwerking – Stort staal	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	10% * 3000 * 5% = 15	kg	5% stort staal
Baten en lasten buiten systeemgrenzen – Recyclen Staal	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	10% * 3000 * (4,2% - 5%) = - 2,4	kg	Lasten staal. 4,2% primair staal, 5% verlies
Baten en lasten buiten systeemgrenzen - Epoxy	D	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD	10% * 49,5 kg * 28,67 MJ/kg = 141,9	MJ	49,5 kg epoxy met aangenomen LHV van 28,67 MJ/kg

Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer						
Materiaal of proces	Fase	Milieuprofiel	Database	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Baten en lasten buiten systeemgrenzen - hergebruik	D	A1-A3	NMD	- 90% * A1-A3		Brug wordt hergebruikt met kwaliteitsfactor 90% (brug kan totaal 10 keer worden ingezet)

4 Resultaten

4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de SBK-bepalingsmethode Milieuprestaties Gebouwen en GWW-werken.
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de CML-VLCA-rekenmethode (versie december 2019, NMD 3.1).
- Indien van toepassing zijn de regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit NEN-EN 15804 gevolgd, overeenkomstig de NEN-EN-ISO 14044.
- De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met SimaPro 9.1.
- Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
- Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

4.2 Gekarakteriseerde resultaten

Gekarakteriseerde resultaten zijn in Tabel 14 weergegeven per deelproduct per functionele eenheid. De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage A.

Tabel 14 Gekarakteriseerde resultaten deelproducten per functionele eenheid

Effectcategorie	Eenheid	Balken/ Liggers/ Kolommen, Groot (IPE600)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Klein (IPE140)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Middelgroot (IPE300)	Bevestiging, verbindingen en verankering	Natlak- systeem, inclusief onderhoud gedurende 100 jaar	Metalliseer systeem, inclusief onderhoud gedurende 100 jaar
		Per m ¹	Per m ¹	Per m ¹	Per stuk	Per m ²	Per m ²
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,05E-04	5,36E-05	1,75E-04	1,92E-05	1,74E-05	1,05E-02
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,50E-01	1,01E-01	3,31E-01	6,91E-02	1,35E-01	2,13E-01
4 global warming (GWP)	kg CO ₂ eq	1,32E+02	1,40E+01	4,58E+01	9,25E+00	3,06E+01	4,10E+01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,23E-05	1,31E-06	4,28E-06	6,47E-07	2,21E-06	2,56E-06
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C ₂ H ₄	5,62E-02	6,01E-03	1,96E-02	6,57E-03	3,22E-01	2,95E-01
7 acidification (AP)	kg SO ₂ eq	5,38E-01	5,73E-02	1,87E-01	4,16E-02	7,53E-02	1,59E-01
8 eutrophication (EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq	8,33E-02	8,88E-03	2,90E-02	5,92E-03	1,50E-02	2,98E-02
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,40E+01	6,81E+00	2,22E+01	5,45E+00	6,92E+00	1,11E+01
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,65E+00	4,94E-01	1,61E+00	1,83E-01	2,18E+00	2,11E+00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,93E+03	6,30E+02	2,06E+03	4,25E+02	2,11E+03	2,51E+03
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,31E+00	9,88E-01	3,22E+00	6,05E-01	1,68E-02	2,40E-01
PERT	MJ	1,16E+02	1,23E+01	4,02E+01	7,70E+00	4,02E+00	2,12E+01
PENRT	MJ	1,53E+03	1,62E+02	5,30E+02	1,29E+02	2,51E+02	3,92E+02
Water consumption (FW)	m ³	1,93E+00	2,05E-01	6,68E-01	7,97E-02	1,81E-01	2,69E-01
Hazardous waste (HWD)	kg	1,87E-03	2,01E-04	1,09E+01	3,06E-04	2,16E-04	5,79E-03
Non hazardous waste (NHWD)	kg	3,14E+01	3,34E+00	6,55E-04	2,41E+00	1,44E+02	1,30E+02
Radioactive waste (RWD)	kg	4,63E-03	4,92E-04	1,61E-03	3,49E-04	7,43E-04	1,00E-03

Tabel 15 Gekarakteriseerde resultaten tijdelijke stalen brug voor licht verkeer per stuk

<i>Effectcategorie</i>	<i>Eenheid</i>	Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer zonder onderbouw	Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer inclusief onderbouw
		Per stuk, per toepassing	Per stuk, per toepassing
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,16E-03	2,25E-03
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,21E+01	1,34E+01
4 global warming (GWP)	kg CO ₂ eq	1,75E+03	1,94E+03
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,75E-04	3,02E-04
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C ₂ H ₄	6,80E-01	7,87E-01
7 acidification (AP)	kg SO ₂ eq	5,67E+00	7,40E+00
8 eutrophication (EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq	1,04E+00	1,12E+00
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,40E+02	5,79E+02
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,24E+01	2,32E+01
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,02E+04	4,56E+04
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,30E+01	2,30E+01
PERT	MJ	4,79E+02	7,96E+03
PENRT	MJ	2,65E+04	2,94E+04
Water consumption (FW)	m ³	7,51E+00	8,19E+00
Hazardous waste (HWD)	kg	1,59E-01	1,55E-01
Non hazardous waste (NHWD)	kg	2,35E+02	3,31E+02
Radioactive waste (RWD)	kg	1,43E-02	2,35E-02

4.3 4.3 Gewogen resultaten

Het wegen van resultaten is een proces waarbij de resultaten van verschillende milieueffectcategorieën worden omgezet naar een 1 punt' score zodat ze integraal beschouwd kunnen worden. In deze studie wordt, conform de bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en GWW werken, gebruikgemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt. In de volgende twee sub-paragrafen worden de gewogen resultaten per deelproduct per functionele eenheid en in de hoeveelheden waarin de deelproducten in het hoofdproduct toegepast worden.

4.3.1 Per deelproduct

Onderstaande tabel laat de gewogen resultaten per deelproduct per functionele eenheid zien. In deze tabel is te zien dat de MKI van metalliseren in combinatie met natlak een hogere MKI per m² heeft dan natlak. Dat heeft te maken met de relatief grote hoeveelheid natlak die voor deze berekening van het metalliseersysteem gerekend is. Als die hoeveelheid natlak lager is, dan is de impact van het metalliseren met natlak lager dan het toepassen van enkel natlak. Naar verwachting wordt deze berekening op relatief korte termijn aangepast.

Tabel 16 Gewogen resultaten deelproducten per functionele eenheid

Effectcategorie	Eenheid	Balken/ Liggers/ Kolommen, Groot (IPE600)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Klein (IPE140)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Middelgroot (IPE300)	Bevestiging, verbindingen en verankering	Natlak- systeem, inclusief onderhoud gedurende 100 jaar	Metalliseer systeem, inclusief onderhoud gedurende 100 jaar
		<i>Per m¹</i>	<i>Per m¹</i>	<i>Per m¹</i>	<i>Per stuk</i>	<i>Per m²</i>	<i>Per m²</i>
Totaal	euro	€ 16,79	€ 1,79	€ 5,84	€ 1,28	€ 3,53	€ 4,91
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	euro	€ 0,15	€ 0,02	€ 0,05	€ 0,01	€ 0,02	€ 0,03
4 global warming (GWP)	euro	€ 6,58	€ 0,70	€ 2,29	€ 0,46	€ 1,53	€ 2,05
5 ozone layer depletion (ODP)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	euro	€ 0,11	€ 0,01	€ 0,04	€ 0,01	€ 0,64	€ 0,59
7 acidification (AP)	euro	€ 2,15	€ 0,23	€ 0,75	€ 0,17	€ 0,30	€ 0,63
8 eutrophication (EP)	euro	€ 0,75	€ 0,08	€ 0,26	€ 0,05	€ 0,14	€ 0,27
9 human toxicity (HT)	euro	€ 5,76	€ 0,61	€ 2,00	€ 0,49	€ 0,62	€ 1,00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	€ 0,14	€ 0,01	€ 0,05	€ 0,01	€ 0,07	€ 0,06
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	€ 0,59	€ 0,06	€ 0,21	€ 0,04	€ 0,21	€ 0,25
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	€ 0,56	€ 0,06	€ 0,19	€ 0,04	€ 0,00	€ 0,01

4.3.2 Als onderdeel van hoofdproduct

Tabel 17 laat de gewogen resultaten zien per product in de hoeveelheid waarin dit product in het hoofdproduct 'stalen boogbrug' toegepast is. In de zwaartepuntanalyse in de volgende paragraaf wordt de bijdrage per deelproduct aan het hoofdproduct in meer detail beschreven.

Tabel 17 Gewogen resultaten deelproducten als onderdeel van het hoofdproduct 'stalen boogbrug' per ton

Effectcategorie	Eenheid	Balken/ Liggers/ Kolommen, Groot (IPE600)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Klein (IPE140)	Balken/ Liggers/ Kolommen, Middelgroot (IPE300)	Bevestiging, verbindingen en verankering	Natlak- systeem
		2,70 m ¹	7,70 m ¹	13,07 m ¹	0,365 stuks	25,70 m ²
<i>Totaal</i>	<i>euro</i>	€ 45,33	€ 13,77	€ 76,34	€ 0,47	€ 90,82
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	euro	€ 0,41	€ 0,12	€ 0,69	€ 0,00	€ 0,56
4 global warming (GWP)	euro	€ 17,76	€ 5,40	€ 29,92	€ 0,17	€ 39,36
5 ozone layer depletion (ODP)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	euro	€ 0,30	€ 0,09	€ 0,51	€ 0,00	€ 16,55
7 acidification (AP)	euro	€ 5,81	€ 1,76	€ 9,78	€ 0,06	€ 7,74
8 eutrophication (EP)	euro	€ 2,02	€ 0,62	€ 3,41	€ 0,02	€ 3,47
9 human toxicity (HT)	euro	€ 15,54	€ 4,72	€ 26,17	€ 0,18	€ 16,00
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	€ 0,38	€ 0,11	€ 0,63	€ 0,00	€ 1,68
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	€ 1,60	€ 0,49	€ 2,69	€ 0,02	€ 5,43
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	€ 1,51	€ 0,46	€ 2,53	€ 0,01	€ 0,03

Tabel 18 geeft de MKI resultaten voor de tijdelijke brug uitgesplitst in zijn verschillende deelproducten. De MKI data zijn representatief voor 1 x toepassen van een tijdelijke brug in een project.

Cloeziana palen en planken zijn onderdeel van het hoofdstuk houtconstructies.

Tabel 18 Gewogen resultaten deelproducten als onderdeel van het hoofdproduct ‘tijdelijke stalen brug voor licht verkeer’ per stuk

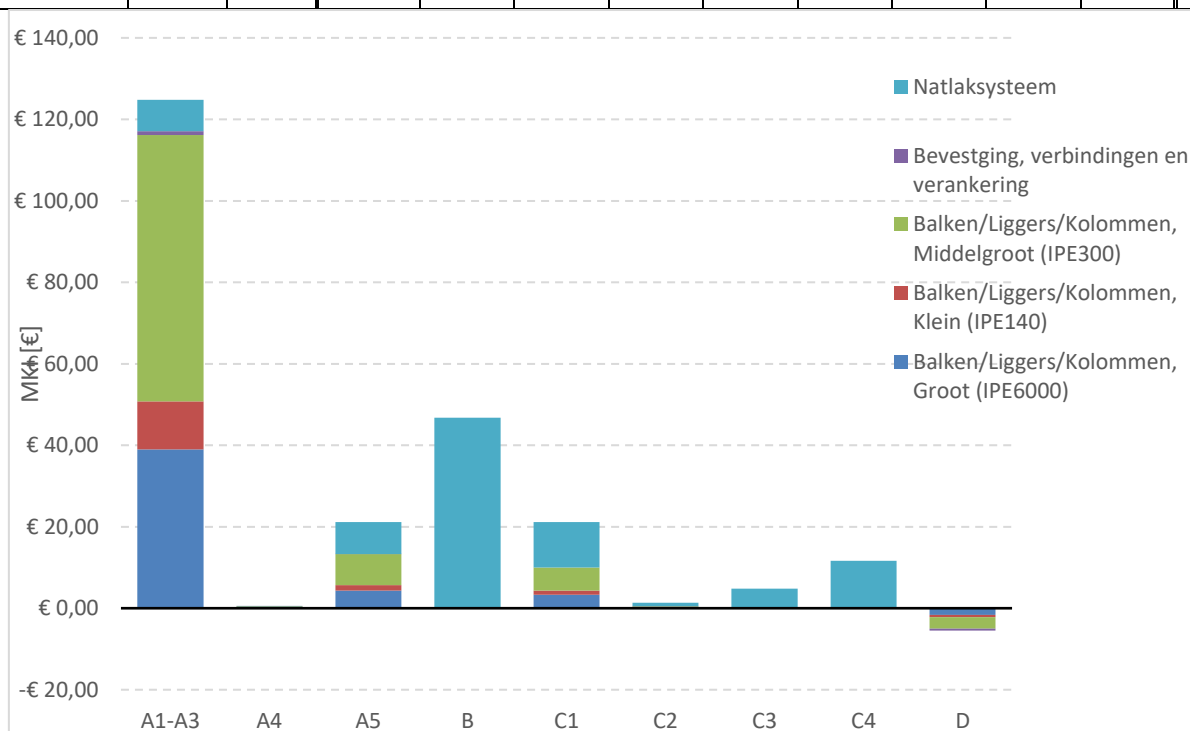
Effectcategorie	Eenheid	(Totaal hoofdproduct) Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer	Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer exclusief onderbouw	Cloeziana palen (diameter 200mm) (Onderbouw)	Cloeziana planken (50x100mm) (Onderbouw)
		Per stuk, per toepassing	1 stuks, per toepassing	15 m ¹	8 m ¹
<i>Totaal</i>	<i>euro</i>	€ 199,06	€ 177,38	€ 20,52	€ 1,16
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	euro	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2 abiotic depletion, fuel (AD)	euro	€ 2,14	€ 1,93	€ 0,20	€ 0,01
4 global warming (GWP)	euro	€ 96,96	€ 87,39	€ 9,11	€ 0,46
5 ozone layer depletion (ODP)	euro	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00
6 photochemical oxidation (POCP)	euro	€ 1,57	€ 1,36	€ 0,20	€ 0,01
7 acidification (AP)	euro	€ 29,60	€ 22,68	€ 6,44	€ 0,47
8 eutrophication (EP)	euro	€ 10,08	€ 9,38	€ 0,67	€ 0,03
9 human toxicity (HT)	euro	€ 52,07	€ 48,56	€ 3,36	€ 0,14
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	euro	€ 0,70	€ 0,67	€ 0,02	€ 0,00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	euro	€ 4,56	€ 4,02	€ 0,51	€ 0,03
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	euro	€ 1,38	€ 1,38	€ 0,00	€ 0,00

Zwaartepuntanalyse

Tabel 19 en Figuur 3 laten de bijdrage per deelproduct en levenscyclusfase aan het hoofdproduct 'stalen boogbrug' (per ton) zien. De grootste bijdrage komt van fase A1-A3, de productiefase. Dit valt toe te rekenen aan de verschillende stalen liggers, balken en kolommen, welke het gros van het gewicht van de brug bepalen. Het profielstaal wordt grotendeels met secundair EAF staal gemaakt, wat ervoor zorgt dat het staal een relatief lage MKI heeft voor staal. Verder is het conserveringssysteem is duidelijk weergegeven in de zwaartepuntanalyse. Vooral fase B van het natlaksysteem springt eruit. Gedurende de levenscyclus van 100 jaar wordt de natlakraag twee keer bijgewerkt en één maal helemaal vervangen.

Tabel 19 Bijdrage aan het hoofdproduct 'stalen boogbrug' per deelproduct en levenscyclusfase

Product	Hoeveelheid	Eenheid	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	Totaal
Totaal (Hoofdproduct)	1,00	ton	€ 124,81	€ 0,50	€ 21,13	€ 46,73	€ 21,19	€ 1,34	€ 4,81	€ 11,67	-€ 5,45	€ 226,73
Balken/Liggers/Kolommen, Groot (IPE6000)	2,70	m ¹	€ 38,98	€ 0,16	€ 4,34	€ 0,00	€ 3,35	€ 0,16	€ 0,00	€ 0,00	-€ 1,67	€ 45,33
Balken/Liggers/Kolommen, Klein (IPE140)	7,70	m ¹	€ 11,80	€ 0,05	€ 1,37	€ 0,00	€ 1,01	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,51	€ 13,77
Balken/Liggers/Kolommen, Middelgroot (IPE300)	13,07	m ¹	€ 65,38	€ 0,27	€ 7,59	€ 0,00	€ 5,62	€ 0,27	€ 0,00	€ 0,00	-€ 2,80	€ 76,34
Bevestiging, verbindingen en verankering	0,37	stuks	€ 0,91	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,48	€ 0,47
Natlaksysteem	25,70	m ²	€ 7,74	€ 0,02	€ 7,80	€ 46,73	€ 11,20	€ 0,86	€ 4,81	€ 11,66	€ 0,00	€ 90,82

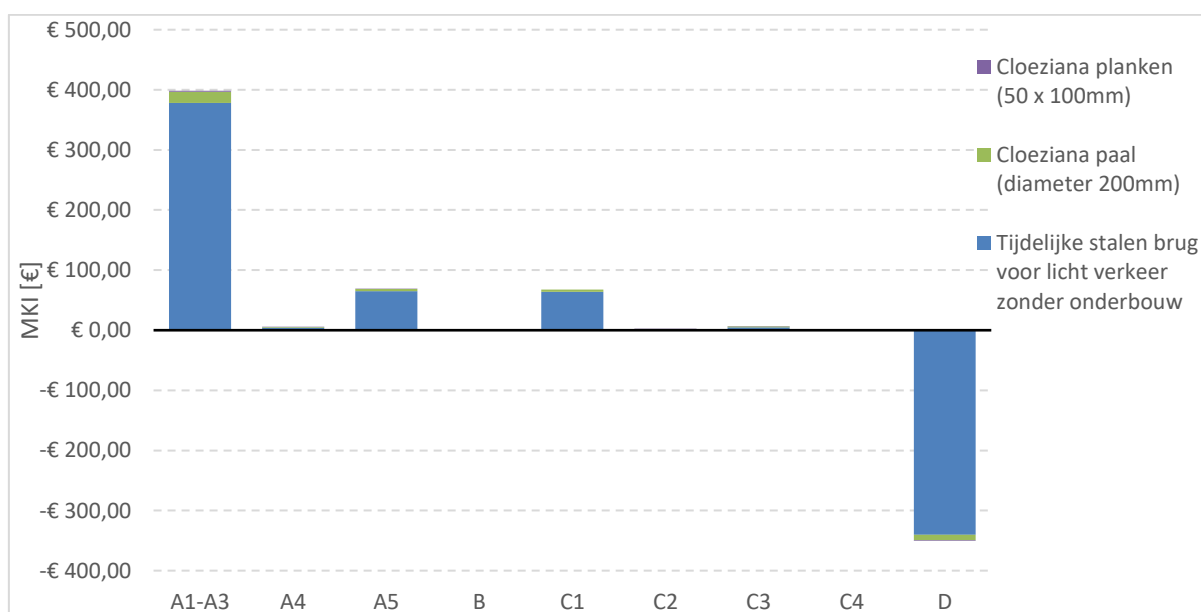


Figuur 3 Bijdrage aan het hoofdproduct 'Stalen boogbrug' per deelproduct en levenscyclusfase

Tabel 20 en Figuur 4 laten de bijdrage per deelproduct en levenscyclusfase aan het hoofdproduct 'tijdelijke stalen brug voor licht verkeer' zien. Productie en plaatsen van de brug zelf geeft duidelijk de grootste impact van de gehele constructie. De MKI data zijn representatief voor 1 x toepassen van een tijdelijke brug in een project.

Tabel 20 Bijdrage aan het hoofdproduct 'Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer' per deelproduct en levenscyclusfase

Product	Hoeveelheid	Eenheid	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	Totaal
Totaal (Hoofdproduct)	1,00	stuk	€ 398,59	€ 5,26	€ 80,16	€ 0,00	€ 67,56	€ 2,27	€ 6,74	€ 0,31	€ -350,35	€ 199,06
Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer zonder onderbouw	1,00	stuk	€ 378,26	€ 4,46	€ 76,67	€ 0,00	€ 63,74	€ 1,50	€ 4,61	€ 0,03	€ -340,41	€ 177,38
Cloeziana paal (diameter 200mm)	15,00	m ¹	€ 18,73	€ 0,74	€ 3,46	€ 0,00	€ 3,82	€ 0,71	€ 1,97	€ 0,26	€ -9,17	€ 20,52
Cloeziana planken (50 x 100mm)	8,00	m ¹	€ 1,59	€ 0,06	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,06	€ 0,17	€ 0,02	€ -0,78	€ 1,16



Figuur 4 Bijdrage aan het hoofdproduct 'Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer' per deelproduct en levenscyclusfase

5 Referenties

- [1] NEN-EN-ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006
- [2] NEN-EN-ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006
- [3] NEN-EN 15804+A1:2013 Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013
- [4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.0, juli 2020
- [5] Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.2
- [6] Ecoinvent Database versie 3.5
- [7] CROW, 2015. Standaard RAW Bepalingen 2015.
- [8] SGS Intron, Milieuinformatie grootschalig onderhoud stalen objecten. 27-07-2016
- [9] LBP|Sight, notitie staal in geluidsschermen, sluisdeuren en wegportalen, 26-11-2019
- [10] World Steel LCI methodology report, 2017
- [11] Study of costs and performances between Steel Abrasive and Sand, CYM Materiales SA
- [12] Fiets- en voetgangersbrug, De Boer & De Groot, via https://www.deboerendegroot.nl/downloads/downloads/pdf-paspoort-hulpbrug-03_44009.pdf
- [13] Epoxy slijtlagen, Smits Neuchatel, via <https://www.smitsneuchatel.nl/nl/productensystemen/slijtlagen/epoxy-sn-ep-slurry>
- [14] Soortelijk gewicht epoxyhars via <https://netcomposites.com/>

Bijlage A Gekarakteriseerde resultaten per deelproduct

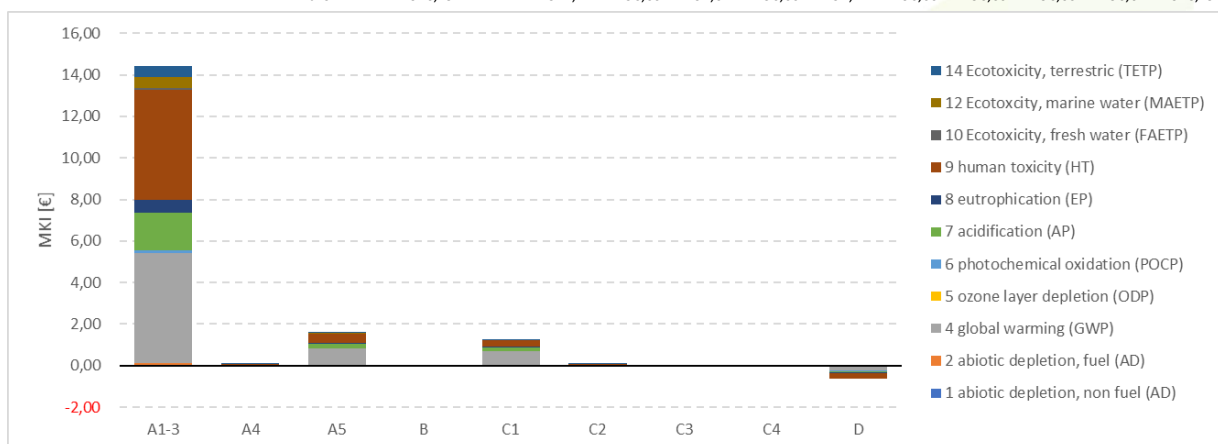
Balken/Liggers/Kolommen, Groot (IPE600)

De grootste bijdrage is in fase A1-A3. De productie van het staal is dominant. Vanwege de grote fractie secundair staal wordt in module D maar weinig milieulasten teruggewonnen ondanks dat een groot deel van het staal wordt gerecycled. Het is echter geen primair materiaal wat wordt gerecycled, en kan daarom niet als baten worden meegerekend. Het gebruik van secundair staal drukt wel de milieu impact van A1-A3 naar beneden.

Balken/Liggers/Kolommen, Groot (IPE6000)

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m Staalconstructies, Balken/Liggers/Kolommen, Groot (IPE600) (van project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW data)
Methode:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	StaalconstA1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,05E-04	4,74E-04	1,02E-06	2,04E-05	0,00E+00	6,27E-06	1,02E-06	0,00E+00	7,40E-09	2,09E-06	€16,79
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,50E-01	7,70E-01	4,02E-03	1,10E-01	0,00E+00	9,15E-02	4,02E-03	0,00E+00	9,60E-05	-2,98E-02	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,32E+02	1,06E+02	5,31E-01	1,59E+01	0,00E+00	1,34E+01	5,31E-01	0,00E+00	6,57E-03	-4,84E+00	€ 0,15
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,23E-05	7,50E-06	1,06E-07	2,46E-06	0,00E+00	2,33E-06	1,06E-07	0,00E+00	2,37E-09	-2,27E-07	€ 6,58
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,62E-02	5,64E-02	3,35E-04	5,61E-03	0,00E+00	4,41E-03	3,35E-04	0,00E+00	7,15E-06	-1,09E-02	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	5,38E-01	4,62E-01	1,94E-03	5,11E-02	0,00E+00	3,93E-02	1,94E-03	0,00E+00	4,95E-05	-1,83E-02	€ 0,11
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	8,33E-02	6,77E-02	3,95E-04	9,20E-03	0,00E+00	7,52E-03	3,95E-04	0,00E+00	9,37E-06	-1,89E-03	€ 2,15
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,40E+01	5,85E+01	1,87E-01	4,85E+00	0,00E+00	3,32E+00	1,87E-01	0,00E+00	2,86E-03	-3,09E+00	€ 0,75
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,65E+00	4,34E+00	1,21E-02	1,95E-01	0,00E+00	6,57E-02	1,21E-02	0,00E+00	6,92E-05	2,92E-02	€ 5,76
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,93E+03	5,25E+03	3,16E+01	3,71E+02	0,00E+00	2,20E+02	3,16E+01	0,00E+00	2,42E-01	3,03E+01	€ 0,14
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,31E+00	8,77E+00	1,11E-03	2,82E-01	0,00E+00	1,18E-02	1,11E-03	0,00E+00	7,13E-06	2,40E-01	€ 0,59
PERT	MJ	1,16E+02	1,12E+02	0,00E+00	3,37E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-03	2,11E-01	€ 0,56
PENRT	MJ	1,53E+03	1,52E+03	0,00E+00	4,45E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,14E-01	-4,06E+01	€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	1,93E+00	1,89E+00	0,00E+00	5,61E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,09E-04	-1,68E-02	€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	1,87E-03	2,45E-03	0,00E+00	5,45E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,35E-07	-6,36E-04	€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	3,14E+01	2,96E+01	0,00E+00	9,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,24E+00	-3,39E-01	€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	4,63E-03	4,51E-03	0,00E+00	1,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,34E-06	-1,94E-05	€ 0,00
MKI	Euro	€ 16,79	€ 14,44	€ 0,06	€ 1,61	€ 0,00	€ 1,24	€ 0,06	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,62	€ 16,79



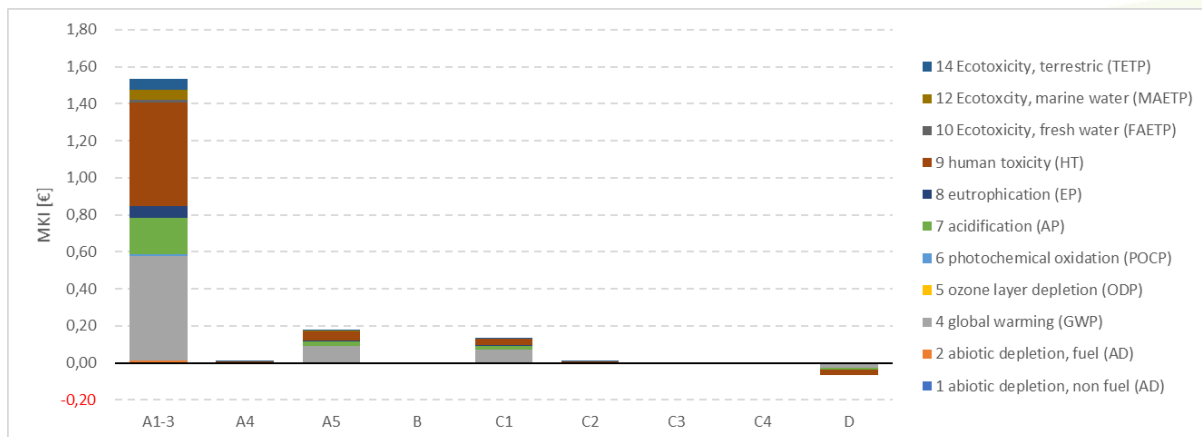
Balken/Liggers/Kolommen, Klein (IPE140)

De grootste bijdrage is in fase A1-A3. De productie van het staal is dominant. Vanwege de grote fractie secundair staal wordt in module D maar weinig milieulasten teruggewonnen ondanks dat een groot deel van het staal wordt gerecycled. Het is echter geen primair materiaal wat wordt gerecycled, en kan daarom niet als baten worden meegerekend. Het gebruik van secundair staal drukt wel de milieupact van A1-A3 naar beneden. Aangezien in dit deelproduct het balken betreft met een stuk lichter profiel, is de impact ook een stuk lager vergeleken met de grote balken.

Balken/Liggers/Kolommen, Klein (IPE140)

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m Staalconstructies, Balken/Liggers/Kolommen, Klein (IPE140) (van project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW data)
Methode:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	StaalconstA1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,36E-05	5,03E-05	1,08E-07	2,22E-06	0,00E+00	6,65E-07	1,08E-07	0,00E+00	7,85E-10	2,22E-07	€ 1,79
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,01E-01	8,17E-02	4,27E-04	1,21E-02	0,00E+00	9,71E-03	4,27E-04	0,00E+00	1,02E-05	-3,16E-03	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,40E+01	1,12E+01	5,64E-02	1,76E+00	0,00E+00	1,42E+00	5,64E-02	0,00E+00	6,97E-04	-5,13E-01	€ 0,02
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,31E-06	7,96E-07	1,12E-08	2,70E-07	0,00E+00	2,48E-07	1,12E-08	0,00E+00	2,51E-10	-2,41E-08	€ 0,70
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	6,01E-03	5,98E-03	3,56E-05	6,50E-04	0,00E+00	4,68E-04	3,56E-05	0,00E+00	7,59E-07	-1,16E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	5,73E-02	4,90E-02	2,06E-04	5,65E-03	0,00E+00	4,17E-03	2,06E-04	0,00E+00	5,26E-06	-1,94E-03	€ 0,01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	8,88E-03	7,18E-03	4,19E-05	1,01E-03	0,00E+00	7,98E-04	4,19E-05	0,00E+00	9,94E-07	-2,01E-04	€ 0,23
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,81E+00	6,21E+00	1,99E-02	5,41E-01	0,00E+00	3,52E-01	1,99E-02	0,00E+00	3,03E-04	-3,28E-01	€ 0,08
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,94E-01	4,60E-01	1,28E-03	2,12E-02	0,00E+00	6,97E-03	1,28E-03	0,00E+00	7,34E-06	3,10E-03	€ 0,61
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,30E+02	5,57E+02	3,35E+00	4,05E+01	0,00E+00	2,33E+01	3,35E+00	0,00E+00	2,57E-02	3,21E+00	€ 0,01
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,88E-01	9,31E-01	1,18E-04	3,00E-02	0,00E+00	1,25E-03	1,18E-04	0,00E+00	7,57E-07	2,55E-02	€ 0,06
PERT	MJ	1,23E+01	1,19E+01	0,00E+00	3,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,75E-04	2,23E-02	€ 0,06
PENRT	MJ	1,62E+02	1,62E+02	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-02	-4,31E+00	€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	2,05E-01	2,00E-01	0,00E+00	6,19E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,21E-05	-1,78E-03	€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	2,01E-04	2,60E-04	0,00E+00	8,05E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,43E-08	-6,75E-05	€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	3,34E+00	3,14E+00	0,00E+00	1,01E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,32E-01	-3,60E-02	€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	4,92E-04	4,79E-04	0,00E+00	1,48E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,42E-07	-2,06E-06	€ 0,00
MKI	Euro	€ 1,79	€ 1,53	€ 0,01	€ 0,18	€ 0,00	€ 0,13	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,07	€ 1,79



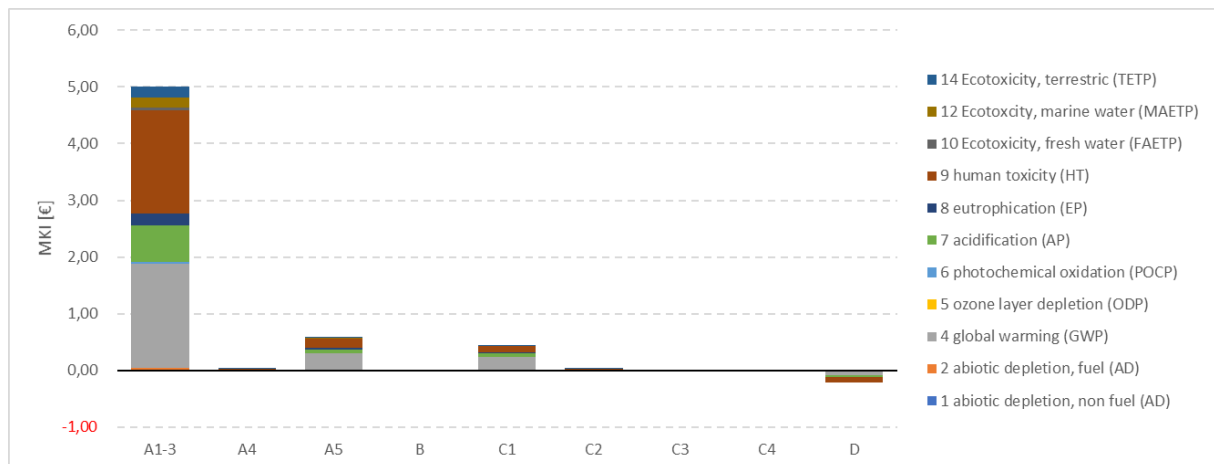
Balken/Liggers/Kolommen, Middelgroot (IPE300)

De grootste bijdrage is in fase A1-A3. De productie van het staal is dominant. Vanwege de grote fractie secundair staal wordt in module D maar weinig milieulasten teruggewonnen ondanks dat een groot deel van het staal wordt gerecycled. Het is echter geen primair materiaal wat wordt gerecycled, en kan daarom niet als baten worden meegerekend. Het gebruik van secundair staal drukt wel de milieue impact van A1-A3 naar beneden.

Balken/Liggers/Kolommen, Middelgroot (IPE300)

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 m Staalconstructies, Balken/Liggers/Kolommen, Middelgroot (IPE300) (van project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW
Methode:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	Staalconst	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,75E-04		1,64E-04	3,53E-07	7,25E-06	0,00E+00	2,17E-06	3,53E-07	0,00E+00	2,56E-09	7,25E-07	€ 5,84
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,31E-01		2,67E-01	1,39E-03	3,97E-02	0,00E+00	3,17E-02	1,39E-03	0,00E+00	3,33E-05	-1,03E-02	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,58E+01		3,67E+01	1,84E-01	5,73E+00	0,00E+00	4,64E+00	1,84E-01	0,00E+00	2,28E-03	-1,68E+00	€ 0,05
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,28E-06		2,60E-06	3,66E-08	8,81E-07	0,00E+00	8,08E-07	3,66E-08	0,00E+00	8,21E-10	-7,88E-08	€ 2,29
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,96E-02		1,95E-02	1,16E-04	2,12E-03	0,00E+00	1,53E-03	1,16E-04	0,00E+00	2,48E-06	-3,79E-03	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,87E-01		1,60E-01	6,71E-04	1,84E-02	0,00E+00	1,36E-02	6,71E-04	0,00E+00	1,72E-05	-6,33E-03	€ 0,04
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,90E-02		2,34E-02	1,37E-04	3,31E-03	0,00E+00	2,60E-03	1,37E-04	0,00E+00	3,25E-06	-6,56E-04	€ 0,75
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,22E+01		2,03E+01	6,48E-02	1,77E+00	0,00E+00	1,15E+00	6,48E-02	0,00E+00	9,90E-04	-1,07E+00	€ 0,26
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,61E+00		1,50E+00	4,18E-03	6,92E-02	0,00E+00	2,28E-02	4,18E-03	0,00E+00	2,40E-05	1,01E-02	€ 2,00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,06E+03		1,82E+03	1,09E+01	1,32E+02	0,00E+00	7,61E+01	1,09E+01	0,00E+00	8,40E-02	1,05E+01	€ 0,05
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,22E+00		3,04E+00	3,84E-04	9,80E-02	0,00E+00	4,09E-03	3,84E-04	0,00E+00	2,47E-06	8,31E-02	€ 0,21
PERT	MJ	4,02E+01		3,89E+01	0,00E+00	1,20E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,72E-04	7,30E-02	€ 0,19
PENRT	MJ	5,30E+02		5,28E+02	0,00E+00	1,63E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,43E-02	-1,41E+01	€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	6,68E-01		6,54E-01	0,00E+00	2,02E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,23E-05	-5,82E-03	€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	6,55E-04		8,49E-04	0,00E+00	2,63E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,68E-08	-2,20E-04	€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	1,09E+01		1,03E+01	0,00E+00	3,30E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,31E-01	-1,17E-01	€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	1,61E-03		1,56E-03	0,00E+00	4,84E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,63E-07	-6,72E-06	€ 0,00
MKI	Euro	€ 5,84		€ 5,00	€ 0,02	€ 0,58	€ 0,00	€ 0,43	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,00	-€ 0,21	€ 5,84



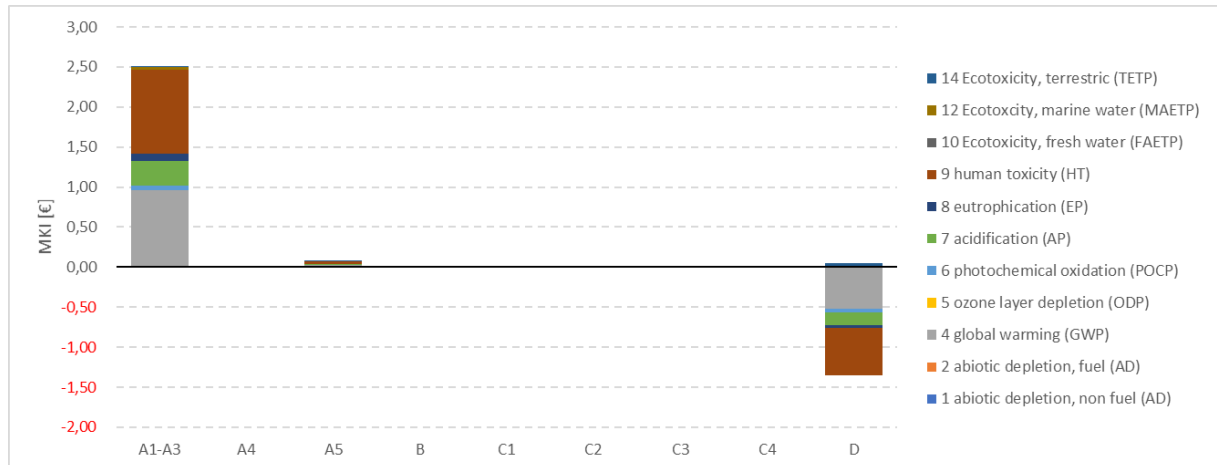
Bevestiging, verbindingen en verankering

De grootste bijdrage zit wederom in fase A1-A3. De productie van het staal, gemodelleerd met een generiek proces voor ongelegeerd staal, is dominant. De impact van fase A1-A3 wordt voor een groot deel teruggewonnen in module D, waarin de baten van het recyclen zijn inbegrepen.

Bevestiging, verbindingen en verankering

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 p Staalconstructies, Bevestiging, verbindingen en verankeringen (of project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW data)
Methode:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend 1,37E+02

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	Staal	A4	Staal	A5	Staalconstructies, Bevestiging	C2	Staal	C3	C4	Staal	D	Staal	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,92E-05	1,19E-05	8,11E-08	3,61E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,11E-08	0,00E+00	0,00E+00	5,95E-10	6,85E-06			€ 1,28
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	6,91E-02	1,27E-01	3,20E-04	3,83E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,20E-04	0,00E+00	7,72E-06	-6,24E-02					€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	9,25E+00	1,88E+01	4,22E-02	5,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,22E-02	0,00E+00	5,28E-04	-1,02E+01					€ 0,01
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,47E-07	1,07E-06	8,40E-09	3,25E-08	0,00E+00	0,00E+00	8,40E-09	0,00E+00	1,90E-10	-4,69E-07					€ 0,46
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	6,57E-03	2,96E-02	2,67E-05	8,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-05	0,00E+00	5,75E-07	-2,40E-02					€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	4,16E-02	7,74E-02	1,54E-04	2,33E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,54E-04	0,00E+00	3,98E-06	-3,84E-02					€ 0,01
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	5,92E-03	9,46E-03	3,14E-05	2,86E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,14E-05	0,00E+00	7,53E-07	-3,89E-03					€ 0,17
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,45E+00	1,16E+01	1,49E-02	3,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,49E-02	0,00E+00	2,30E-04	-6,58E+00					€ 0,05
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,83E-01	9,32E-02	9,59E-04	2,85E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,59E-04	0,00E+00	5,56E-06	8,49E-02					€ 0,49
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,25E+02	3,18E+02	2,51E+00	9,70E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,51E+00	0,00E+00	1,95E-02	9,16E+01					€ 0,01
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,05E-01	3,12E-02	8,82E-05	9,42E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,82E-05	0,00E+00	5,73E-07	5,73E-01					€ 0,04
PERT	MJ	7,70E+00	6,52E+00	0,00E+00	1,95E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-04	9,90E-01					€ 0,04
PENRT	MJ	1,29E+02	2,06E+02	0,00E+00	6,19E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,72E-02	-8,31E+01					€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	7,97E-02	1,05E-01	0,00E+00	3,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,68E-05	-2,85E-02					€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	2,41E+00	2,83E+00	0,00E+00	8,80E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-01	-6,14E-01					€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	3,06E-04	1,66E-03	0,00E+00	4,97E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-08	-1,40E-03					€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	3,49E-04	3,60E-04	0,00E+00	1,08E-05	0,00E+00	0,00E+00	-2,20E-05	0,00E+00	1,07E-07	-2,20E-05					€ 0,00
MKI	Euro	€ 1,28	€ 2,50	€ 0,00	€ 0,08	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ -1,30	€ 1,28	



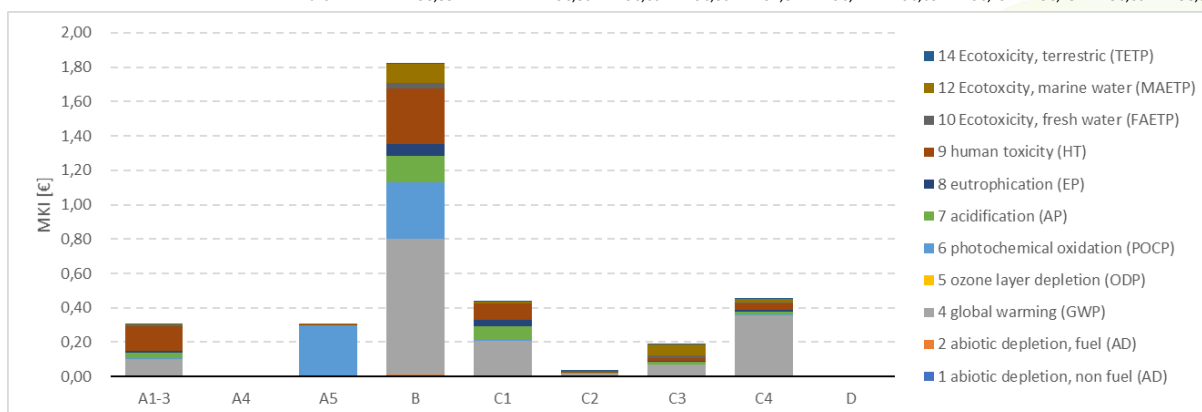
Natlaksysteem

De grootste bijdrage van het natlaksysteem zit in fase B, waarin de impact van het onderhoud van de natlaklaag is berekend. In feite wordt in fase B alle andere fasen opgeteld. De eigenlijk bepalende factoren zitten dus in fase A1-A3, A5, C1 en C3. De MKI waarde van fase A5 kan worden verklaard door het proces van aanbrengen, daar gaat ook veel materiaal verloren als emissie door overspray, maar ook zeker omdat de gebruikte verdunners in de verf zullen verdampen en zodoende als emissie naar de lucht vrijkomen. De productie van deze verdunners worden in A1-A3 meegenomen evenals de productie van de verf zelf. De MKI van fase C1 kan worden verklaard door inzet van staalgrit om de verflaag te verwijderen. In fase C3 ziet men de milieuimpact van het verbranden van verf.

Natlaksysteem

Calculation:	Analyse
Results:	Impact assessment
Product:	1 m2 Staalconstructies, Natlaksysteem (of project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW data)
Method:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Characterisation
Skip categories:	With result = 0
Exclude infrastructure processes:	No
Exclude long-term emissions:	Yes
Sorted on item:	Impact category
Sort order:	Ascending

Impact category	Unit	Total	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,74E-05	4,28E-06	1,32E-08	0,00E+00	8,97E-06	2,50E-06	5,70E-07	1,35E-07	9,63E-07	0,00E+00	€ 3,53
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,35E-01	2,01E-02	5,19E-05	0,00E+00	6,96E-02	3,13E-02	2,25E-03	2,94E-03	8,99E-03	0,00E+00	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,06E+01	2,00E+00	6,86E-03	0,00E+00	1,58E+01	4,10E+00	2,97E-01	1,36E+00	7,10E+00	0,00E+00	€ 0,02
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,21E-06	1,00E-07	1,36E-09	0,00E+00	1,14E-06	6,93E-07	5,91E-08	1,87E-08	1,99E-07	0,00E+00	€ 1,53
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,22E-01	1,71E-03	4,33E-06	1,49E-01	1,66E-01	2,73E-03	1,88E-04	1,05E-03	1,74E-03	0,00E+00	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	7,53E-02	7,74E-03	2,50E-05	0,00E+00	3,88E-02	1,89E-02	1,08E-03	3,84E-03	4,96E-03	0,00E+00	€ 0,64
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,50E-02	1,39E-03	5,10E-06	0,00E+00	7,73E-03	4,10E-03	2,21E-04	4,20E-04	1,16E-03	0,00E+00	€ 0,30
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,92E+00	1,55E+00	2,42E-03	3,12E-02	3,56E+00	1,09E+00	1,05E-01	1,74E-01	4,04E-01	0,00E+00	€ 0,14
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,18E+00	2,59E-01	1,56E-04	1,01E-01	1,12E+00	3,09E-02	6,75E-03	5,00E-01	1,62E-01	0,00E+00	€ 0,62
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,11E+03	3,10E+01	4,08E-01	2,39E-01	1,09E+03	8,95E+01	1,77E+01	6,66E+02	2,21E+02	0,00E+00	€ 0,07
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,68E-02	2,25E-03	1,43E-05	1,17E-07	8,63E-03	3,41E-03	6,20E-04	4,66E-04	1,39E-03	0,00E+00	€ 0,21
PERT	MJ	4,02E+00	1,29E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,07E+00	2,51E-01	0,00E+00	1,03E-01	3,04E-01	0,00E+00	€ 0,00
PENRT	MJ	2,51E+02	4,45E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,29E+02	5,29E+01	0,00E+00	4,79E+00	1,99E+01	0,00E+00	€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	1,81E-01	3,45E-02	0,00E+00	0,00E+00	9,34E-02	3,59E-02	0,00E+00	-1,15E-03	1,88E-02	0,00E+00	€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	2,16E-04	1,54E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-04	3,94E-05	0,00E+00	3,57E-05	1,45E-05	0,00E+00	€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	1,44E+02	1,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	7,38E+01	4,01E-02	0,00E+00	3,93E-02	6,95E+01	0,00E+00	€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	7,43E-04	2,74E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,82E-04	2,10E-04	0,00E+00	9,59E-06	1,14E-04	0,00E+00	€ 0,00
MKI	Euro	€ 3,53	€ 0,30	€ 0,00	€ 0,30	€ 1,82	€ 0,44	€ 0,03	€ 0,19	€ 0,45	€ 0,00	€ 3,53



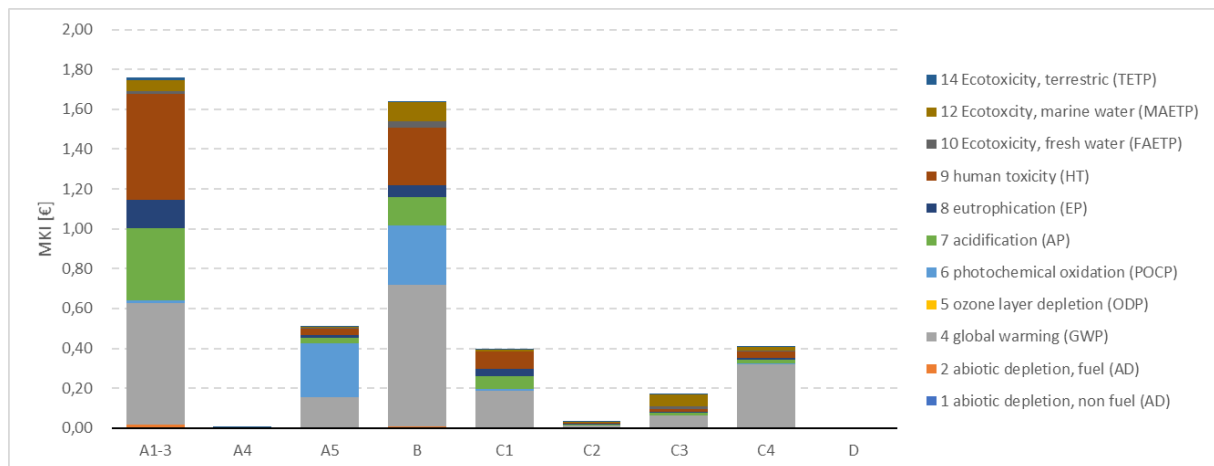
Metalliseersysteem

Het wezenlijke verschil van het metalliseersysteem met het natlak systeem is dat een metallische laag wordt aangebracht en minder natlak nodig is. Dit verhoogt de impact van fase A1-A3, productie van de metallische laag is milieu impactvol, en reduceert impact in fasen B, C1 en C3 enigszins (factor 0,9). In fase A5 is hier ook het aanbrengen van de metalliseerlaag meegenomen, waarbij elektriciteit wordt gebruikt.

Metalliseersysteem

Calculation:	Analyse
Results:	Impact assessment
Product:	1 m2 Staalconstructies, Metalliseersysteem (of project 26.19.00693 LCA SBK RWS Kwaliteitsverbetering GWW data)
Method:	SBK Bepalingsmethode, dec 2019 (NMD 3.1) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Characterisation
Skip categories:	With result = 0
Exclude infrastructure processes:	No
Exclude long-term emissions:	Yes
Sorted on item:	Impact category
Sort order:	Ascending

Impact category	Unit	Total	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,05E-02	1,05E-02	5,61E-08	2,79E-06	8,08E-06	2,25E-06	5,13E-07	1,21E-07	8,66E-07	0,00E+00	€ 4,91
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,13E-01	8,72E-02	2,21E-04	2,23E-02	6,27E-02	2,82E-02	2,02E-03	2,64E-03	8,09E-03	0,00E+00	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,10E+01	1,22E+01	2,92E-02	3,01E+00	1,42E+01	3,69E+00	2,67E-01	1,23E+00	6,39E+00	0,00E+00	€ 0,03
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,56E-06	5,01E-07	5,81E-09	1,62E-07	1,02E-06	6,24E-07	5,32E-08	1,68E-08	1,79E-07	0,00E+00	€ 2,05
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,95E-01	6,57E-03	1,84E-05	1,34E-01	1,49E-01	2,45E-03	1,69E-04	9,44E-04	1,57E-03	0,00E+00	€ 0,00
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	1,59E-01	9,03E-02	1,07E-04	7,51E-03	3,49E-02	1,70E-02	9,76E-04	3,46E-03	4,47E-03	0,00E+00	€ 0,59
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,98E-02	1,58E-02	2,17E-05	1,72E-03	6,96E-03	3,69E-03	1,99E-04	3,78E-04	1,05E-03	0,00E+00	€ 0,63
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,11E+01	5,94E+00	1,03E-02	3,41E-01	3,20E+00	9,78E-01	9,42E-02	1,56E-01	3,64E-01	0,00E+00	€ 0,27
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,11E+00	3,72E-01	6,64E-04	9,94E-02	1,01E+00	2,78E-02	6,07E-03	4,50E-01	1,46E-01	0,00E+00	€ 1,00
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,51E+03	5,93E+02	1,74E+00	3,69E+01	9,79E+02	8,06E+01	1,59E+01	5,99E+02	1,99E+02	0,00E+00	€ 0,06
14 Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,40E-01	2,11E-01	6,10E-05	1,54E-02	7,77E-03	3,07E-03	5,58E-04	4,20E-04	1,25E-03	0,00E+00	€ 0,25
PERT	MJ	2,12E+01	1,42E+01	0,00E+00	4,50E+00	1,86E+00	2,26E-01	0,00E+00	9,29E-02	2,74E-01	0,00E+00	€ 0,01
PENRT	MJ	3,92E+02	1,62E+02	0,00E+00	4,39E+01	1,16E+02	4,76E+01	0,00E+00	4,31E+00	1,79E+01	0,00E+00	€ 0,00
Water consumption (FW)	m3	2,69E-01	1,05E-01	0,00E+00	3,12E-02	8,40E-02	3,23E-02	0,00E+00	-1,03E-03	1,69E-02	0,00E+00	€ 0,00
Hazardous waste (HWD)	kg	5,79E-03	5,50E-03	0,00E+00	1,17E-04	1,00E-04	3,55E-05	0,00E+00	3,21E-05	1,31E-05	0,00E+00	€ 0,00
Non hazardous waste (NHWD)	kg	1,30E+02	1,07E+00	0,00E+00	1,14E-01	6,65E+01	3,61E-02	0,00E+00	3,54E-02	6,25E+01	0,00E+00	€ 0,00
Radioactive waste (RWD)	kg	1,00E-03	2,53E-04	0,00E+00	1,07E-04	3,44E-04	1,89E-04	0,00E+00	8,63E-06	1,02E-04	0,00E+00	€ 0,00
MKI	Euro	€ 4,91	€ 1,76	€ 0,00	€ 0,51	€ 1,64	€ 0,39	€ 0,03	€ 0,17	€ 0,41	€ 0,00	€ 4,91



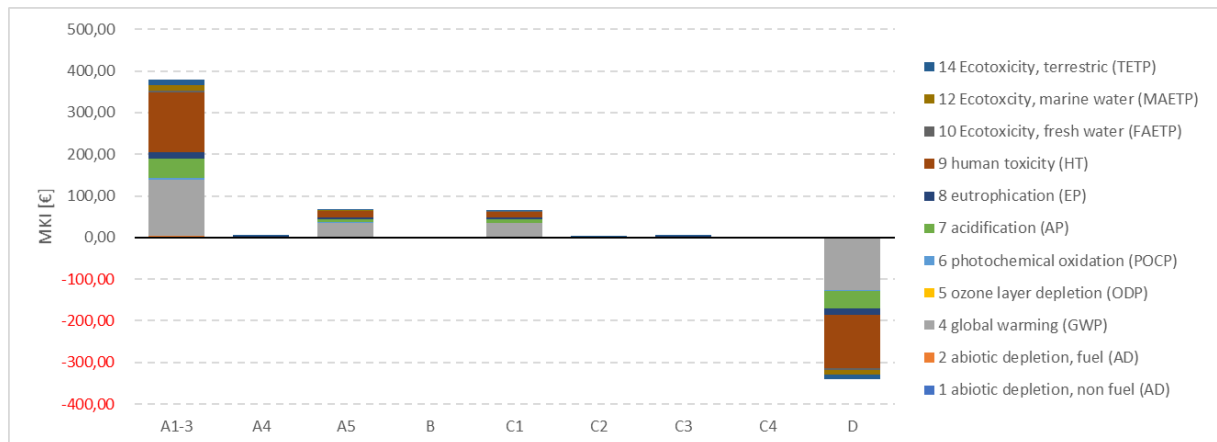
Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer exclusief onderbouw

Productie van de tijdelijke stalen brug zorgt voor de grootste impact over de levensduur. Maar door hergebruik, wordt het grootste aandeel van A1-A3 in Module D weer afgetrokken. De impact van inhijzen (A5) en verwijderen (C1) van de brug is daarmee het belangrijkste aandeel.

Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer zonder onderbouw

Calculation:	Analyse
Results:	Effectbeoordeling
Product:	1 p_Totaal Tijdelijke stalen brug voor licht verkeer zonder onderbouw (van project 26.20.00411 LCA RWS Perceel 1 (met RHDHV))
Methode:	SBK Bepalingsmethode, jul 2020 (NMD 3.2) V3.04 / MKI-SBK single-score
Indicator:	Karakterisatie
Skip categories:	Met resultaat = 0
Sluit infrastructuurprocessen uit:	Nee
Sluit lange termijnemissies uit:	Ja
Sorted on item:	Effectcategorie
Sort order:	Oplopend

Effectcategorie	Eenheid	Totaal	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D	MKI
1 abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	2,16E-03	1,23E-02	7,63E-05	3,66E-04	0,00E+00	3,22E-04	2,57E-05	1,43E-04	2,47E-07	-1,11E-02	€ 177,38
2 abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,21E+01	2,05E+01	3,01E-01	4,78E+00	0,00E+00	4,70E+00	1,01E-01	1,80E-01	3,21E-03	-1,85E+01	€ 0,00
4 global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,75E+03	2,72E+03	3,97E+01	6,99E+02	0,00E+00	6,88E+02	1,34E+01	3,85E+01	2,19E-01	-2,45E+03	€ 1,93
5 ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2,75E-04	1,98E-04	7,90E-06	1,21E-04	0,00E+00	1,20E-04	2,66E-06	4,61E-06	7,91E-08	-1,79E-04	€ 87,39
6 photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	6,80E-01	1,56E+00	2,51E-02	2,33E-01	0,00E+00	2,26E-01	8,45E-03	2,45E-02	2,39E-04	-1,40E+00	€ 0,01
7 acidification (AP)	kg SO2 eq	5,67E+00	1,18E+01	1,45E-01	2,07E+00	0,00E+00	2,02E+00	4,88E-02	2,04E-01	1,65E-03	-1,06E+01	€ 1,36
8 eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	1,04E+00	1,77E+00	2,95E-02	3,94E-01	0,00E+00	3,86E-01	9,94E-03	4,55E-02	3,13E-04	-1,59E+00	€ 22,68
9 human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,40E+02	1,59E+03	1,40E+01	1,76E+02	0,00E+00	1,70E+02	4,71E+00	1,41E+01	9,54E-02	-1,43E+03	€ 9,38
10 Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,24E+01	1,38E+02	9,02E-01	3,83E+00	0,00E+00	3,37E+00	3,04E-01	2,44E-01	2,31E-03	-1,24E+02	€ 48,56
12 Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,02E+04	1,30E+05	2,36E+03	1,18E+04	0,00E+00	1,13E+04	7,96E+02	9,52E+02	8,10E+00	-1,17E+05	€ 0,67
14 Ecotoxicity, terrestric (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,30E+01	2,12E+02	8,29E-02	1,24E+00	0,00E+00	6,06E-01	2,79E-02	3,58E-02	2,38E-04	-1,91E+02	€ 4,02
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,79E+02	2,85E+03	1,07E+01	8,60E+01	0,00E+00	7,65E+01	3,62E+00	1,74E+01	5,52E-02	-2,56E+03	€ 1,38
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,65E+04	4,10E+04	6,87E+02	1,07E+04	0,00E+00	1,05E+04	2,31E+02	4,03E+02	7,16E+00	-3,70E+04	€ 0,00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	7,51E+00	5,06E+01	1,39E-01	1,15E+00	0,00E+00	9,91E-01	4,70E-02	1,06E-01	7,04E-03	-4,56E+01	€ 0,00
106 Waste, hazardous (kg)	kg	1,59E-01	6,13E-02	4,87E-03	7,28E-02	0,00E+00	7,24E-02	1,64E-03	3,89E-04	4,51E-06	-5,49E-02	€ 0,00
105 Waste, non hazardous (kg)	kg	2,35E+02	7,26E+02	5,67E+01	2,34E+01	0,00E+00	1,76E+01	1,91E+01	3,67E+00	4,15E+01	-6,54E+02	€ 0,00
107 Waste, radioactive (kg)	kg	1,43E-02	1,14E-01	0,00E+00	4,16E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,45E-03	4,46E-05	-1,03E-01	€ 0,00
MKI	Euro	€ 177,38	€ 378,26	€ 4,46	€ 65,19	€ 0,00	€ 63,74	€ 1,50	€ 4,61	€ 0,03	-€ 340,41	€ 177,38



6 Bijlage B – Schaling

In december 2024 is de schaling herzien, en aangezien er nog geen hoofdstuk “schaling” bestond, is deze toegevoegd. De schaling is herzien voor het natlaksysteem en het verzinkt staal, aangezien dit machtsfuncties waren en dit volgens de Bepalingsmethode 1.2 niet meer conform de regels is.

De schaling is per kg staal. Het staal is gemodelleerd volgens het scenario 70. Staal, constructieprofielen, met 1% stort, 94% recycling en 5% hergebruik, en 3% constructieverlies.

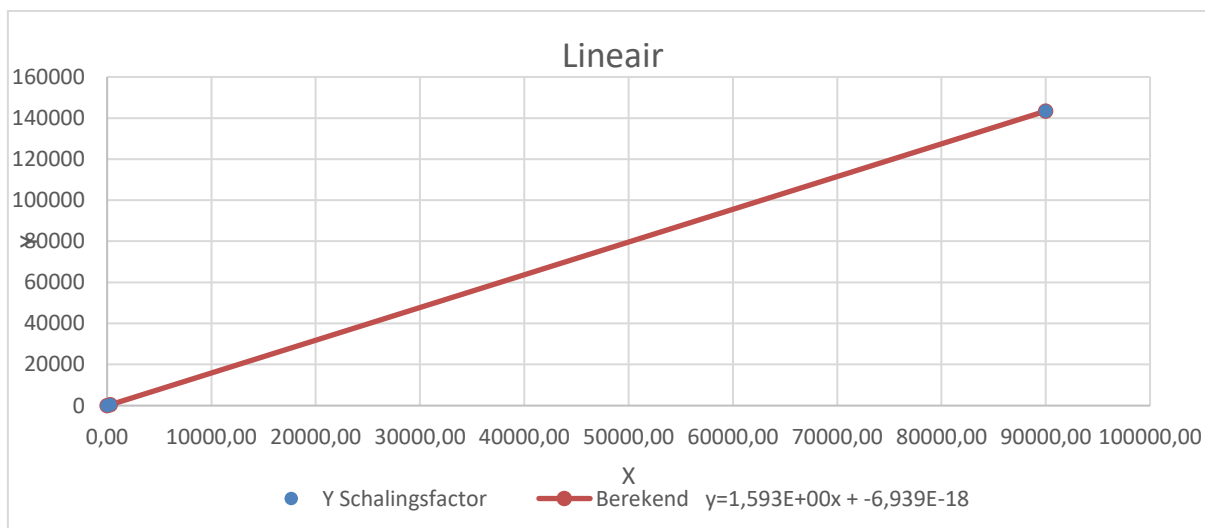
Materiaal c.q. proces	Natlaksysteem					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Staal	A1-A3	0316-fab&Staal, warmgewalst, constructieprofielen {GLO} (22,3% primair, 77,7% secundair	NMD	1	kg	
Transport	A4	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	150	kgkm	Transport 150km
	A5	0335-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	NMD	0.015	l	
	A5	0140-pro&Lassen, staal, arc, per meter (o.b.v. Welding, arc, steel {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	0,0064	m	
	A5	0091-pro&Aggregaat, diesel 200-400 KVA, per uur (o.b.v. 2140 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	0,0016	hr	
	C1	0335-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)	NMD	0.015	l	
	C1	0140-pro&Lassen, staal, arc, per meter (o.b.v. Welding, arc, steel {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	0,0064	m	
	C1	0091-pro&Aggregaat, diesel 200-400 KVA, per uur (o.b.v. 2140 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	NMD	0,0016	hr	
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,001	tkm	Transport 100 km naar stort
Transport naar verwerking	C2	0320-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per tkm (o.b.v. Vrachtwagen (>32 ton), euro 5, diesel, per liter, c2)	NMD	0,047	tkm	Transport 50 km naar recycling
Recycling	C3	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER} sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD	0,94	kg	
Stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD	0,01	kg	

Materiaal c.q. proces	Natlaksysteem					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Baten	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD	0,208	kg	0,94 kg recycling met 0,777 kg secundair input met 3% verlies

Natlaksysteem

Het natlaksysteem is schaalbaar aan de hand van coatingdikte [μm] en hoeveelheid m^2 per kg staal. De coatingdikte heeft een minimale waarde van $10 \mu\text{m}$, een maximale waarde van $900 \mu\text{m}$, en een referentiewaarde van $320 \mu\text{m}$. Hier is voor gekozen aangezien in de vorige versie van dit rapport een range van $1 \text{ t/m } 500 \text{ kg}$ staal was gehandhaafd, en was uitgegaan van $0,014 \text{ m}^2/\text{kg}$ staal. Het aantal kg staal zegt echter niks over het aantal m^2 of het aantal gram coating, aangezien de dikte en profiel van het staal kan variëren.

Daarom is dit opnieuw berekend. Dit is als volgt gedaan: De functionele eenheid van het natlaksysteem is 1 m^2 . Aangezien het referentieprofiel een coatingdikte heeft van $320 \mu\text{m}$ met een oppervlakte van 1 m^2 en de coating 510 g weegt, kan geconcludeerd worden dat de coating een dichtheid van $1,593 \text{ g/cm}^3$ heeft. De tweede variabele, het aantal m^2 per kg staal, heeft een minimale waarde van $0,001 \text{ m}^2$ en een maximale waarde van 100 m^2 en een referentiewaarde van 1 m^2 .



De schalingsformule die hierbij hoort is:

$$y=1,593E+00x + 0,000E+00$$

De constante in de schalingsformule is te klein om een effect te hebben ($-7E-18$). We beschouwen de constante daarom als 0.

Productnaam	Natlaksysteem constructieprofiel, staal	
Naam Productonderdeel	Natlaksysteem	
Schalingsprincipe	2 variabelen	
	variabele 1	variabele 2
Invoer variabele(n)	Coatingdikte	oppervlak per kg staalconstr uctie
Eenheid	µm	m ² /kg
Minimum waarde	10	0,001
Maximum waarde	900	100
Standaard waarde	320	1

Productnaam	variabele 1 Coatingdikte (µm)	oppervlak per kg staalconstr (variabele)	X	Y Schalingsfac tor
Product 1	320	1	320	510
product 2	10	0,001	0,01	0
Product 3	900	100	90000	143370

Omschrijving schaling	waars, minimalisatie rela		
Natlak constructieprofiel, staal. Toepassing in het werk: Constructieve toepassing in GWW Levensduur: 100 jaar	+00x + -6,339E-18 + -6,33689390390723E-18		
y= grammage coating			
	1,59E+00		
	-6,94E-18		
Rekenwaarden voor schalingsformule			
X (variabele)	Y Schalingsfactor		
	Afwijking		
	Schalings- factor, tov. standaard		
0,01	0,01593	0,0%	0,00003125
320,00	509,76	0,0%	1
90000,00	143370	0,0%	281,25

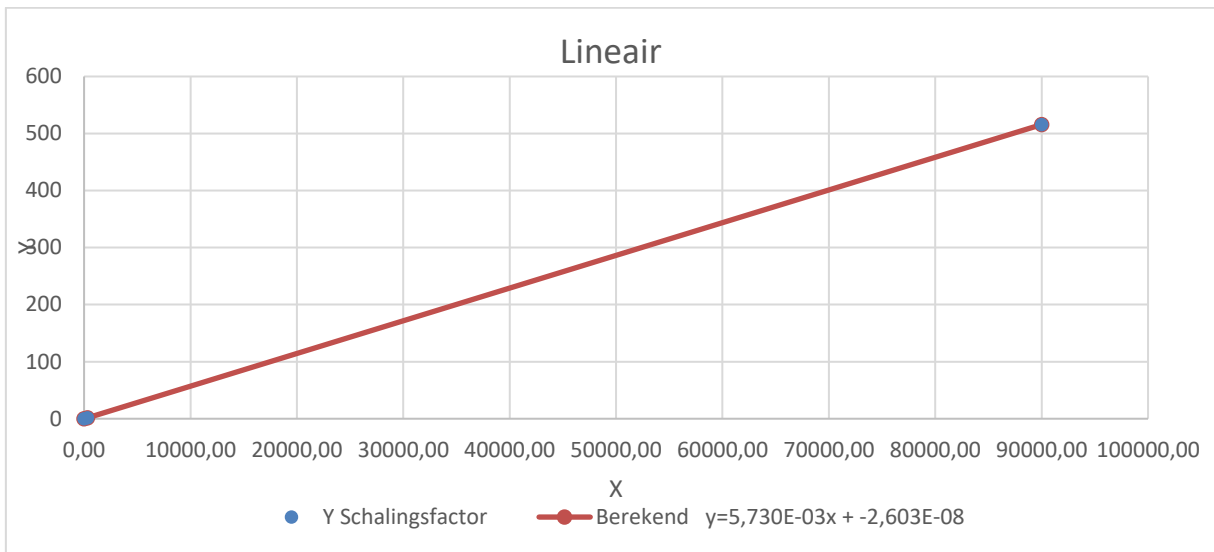
De naam van de kaart was voor versie 4 van dit rapport het volgende: “Natlak constructieprofiel, staal (1-500 kg/m)”. Aangezien 1-500 kg/m geen representatieve schalingsmaat is, is de naam van de kaart gewijzigd naar “Natlak constructieprofiel, staal”.

Aangezien in versie 4 van dit rapport de schaling opnieuw is ingevoerd met de composer, is de MKI voor de referentie, de minimale waarden de maximale waarde niet opnieuw berekend. Dit valt buiten de scope van de herziening. Daarom worden de MKI-waardes niet weergegeven.

Metalliseersysteem

Het metalliseersysteem is schaalbaar aan de hand van coatingdikte [µm] en hoeveelheid m² per kg staal. In de vorige versie van dit rapport was een range van 1 t/m 500 kg staal was gehandhaafd, en was uitgegaan van 0,014 m²/kg staal. Het aantal kg staal zegt echter niks over het aantal m² of het aantal gram coating, aangezien de dikte en profiel van het staal kan variëren.

Daarom is dit opnieuw berekend. Dit is als volgt gedaan: De functionele eenheid van het metalliseersysteem is 1 m². Aangezien het referentieprofiel niet aangeeft wat de coatingdikte is, is dit berekend op basis van de dichtheid van zink en aluminium. Bij 1 m² weegt de coating 1,8 kg, met een zink aandeel van 1,53 kg en een aluminium aandeel van 0,27 kg. Aangezien we weten dat aluminium een dichtheid heeft van 2700 kg/m³ en zink een dichtheid heeft van 7140 kg/m³, kunnen we de coatingdikte uitrekenen. Dit is 314 µm. Hiermee kan lineair geschaald worden. Wij zijn uitgegaan van een minimale waarde van 10 µm, een maximale waarde van 900 µm, en een referentiewaarde van 314 µm. De tweede variabele, het aantal m² per kg staal, heeft een minimale waarde van 0,001 m² en een maximale waarde van 100 m² en een referentiewaarde van 1 m².



De schalingsformule die hierbij hoort is:

$$y=5,730E-03x + 0$$

De constante in de schalingsformule is te klein om een effect te hebben (-2E-8). We beschouwen de constante daarom als 0.

Productnaam	Metaliseersysteem constructieprofiel, verzinkt staal				Omschrijving schaling Constructieprofiel bestaande uit staal en zink conservering. Toepassing in het werk: Constructieve toepassing in GWW Levensduur: 100 jaar $y = \text{grammage coating}$	Least-squares, minimalisatie relatie	
Naam Productonderdeel	Metaliseersysteem					lineair	
Schalingsprincipe	2 variabelen					$y=5,730E-03x + -2,603E-08$ $y=0,005723987603213261x + -2,60322$	
	variabele 1	variabele 2					
Invoer variabele(n)	Coatingdikte	oppervlak per kg staalconstr					
Eenheid	μm	m ² /kg					$y=ax+b$
Minimum waarde	10	0,001					a
Maximum waarde	900	100					b
Standaard waarde	314	1	314				c
							d
	variabele 1	oppervlak	X	Y	Rekenwaarden voor schalingsformule		
	Coatingdikte (μm)	per kg staalconstr	(variabele)	Schalingsfactor			
Productnaam					Bereken	Afwijking	Schalingsfactor, tov. standaard
Product 1	10	0,001	0,01	0,000	5,72727E-05	6E-05	3,1833E-05
Product 2	314	1	314	1,800	1,7992	0,0%	1
Product 3	900	100	90000	515,455	515,69	0,0%	286,624208
Product 4							

De naam van de kaart was voor versie 4 van dit rapport het volgende: "Constructieprofiel, verzinkt staal (1-500 kg/m)" Aangezien 1-500 kg/m geen representatieve schalingsmaat is, is de naam van de kaart gewijzigd naar "Constructieprofiel, verzinkt staal".

Aangezien in versie 4 van dit rapport de schaling opnieuw is ingevoerd met de composer, is de MKI voor de referentie, de minimale waarden de maximale waarde niet opnieuw berekend. Dit valt buiten de scope van de herziening. Daarom worden de MKI-waardes niet weergegeven.