

LCA Rapportage categorie 3 data Nationale Milieudatabase

Brandstof-machinecombinaties

Hoofdstuk 1000 t/m 8000 Processen

Datum rapportage: 10 Oktober 2022
Datum publicatie in de NMD: ...-.-....
Versie rapportage: Update Fase 5 Perceel 1, EcoReview 2022

RWS voorziet in een update van deze rapportage. De LCA voor biobrandstof is hierin niet opgenomen. Vanwege verschillende EU-normen is nader onderzoek nodig voor de toekomstige omgang met LCA-berekeningen voor biobrandstof. De uitkomst daarvan zal resulteren in een update van een LCA-rapportage.

Versie Bepalingsmethode: 1.1 met wijzigingsbladen
Versie Ecoinvent database: 3.6

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase
Opdrachtnemer(s):
Versie 1: TNO en SGS Search
Versie 2: EcoReview

Auteur(s):
Versie 1: Tim van der Kruk (TNO), Mark Bolech (TNO), Mariëlle van Elderen (SGS) en Martijn van Hövell (SGS)
Versie 2: Tim Mol en Stijn Mulder (EcoReview)

Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer Reviewer	Gewijzigde productkaarten	Toelichting
1	9-11-2021	TNO en SGS Search	-	-	-
2	12-10-2022	EcoReview	LBP SIGHT	zie bijlage III.	<p>Bouwmachines: -De productkaarten zijn generiek voor alle bouwmachines, met de graafmachine als basis -Waterstof toegevoegd -Einde-levensduur toegevoegd voor de kapitaalgoederen (inclusief accu, indien van toepassing) -Differentiatie op vermogensklasse, o.b.v. AERIUS</p> <p>Vrachtwagen -Voor de elektrische en waterstofvrachtwagens: einde-levensduur toegevoegd voor de kapitaalgoederen (inclusief accu, indien van toepassing)</p> <p>Personenvervoer -Toegevoegd</p> <p>Overslag -Toegevoegd</p> <p>Overige wijzigingen -Tekstuele aanpassingen ten behoeve van de leesbaarheid en relevantie <i>Er is een versie van dit rapport beschikbaar met de aanpassingen in bordeauxrood</i></p>

Toelichting: Wanneer er verschillende versies zijn gehanteerd voor de (deel)producten / productkaarten in het rapport (bijv. als er (deel)producten / productkaarten op een later moment zijn toegevoegd), dient dit hier duidelijk te zijn aangegeven welke (deel)producten / productkaarten zijn opgesteld met de desbetreffende versie van het rapport

Inhoudsopgave

Inleiding	5
1.1 Doelstelling en doelgroep	5
1.2 Verantwoording	6
1.3 Leeswijzer	6
2 Methode	8
2.1 Aanpak	8
2.2 Scope	8
2.3 De opbouw van de productkaarten	9
2.4 Belangrijkste basisuitgangspunten update EcoReview 2022	9
2.5 Productbeschrijving	10
2.6 Functionele eenheid	11
2.7 Systeemgrenzen	11
3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)	12
3.1 Dataverzameling	12
3.2 Decompositie in materialen en processen van machines	12
3.2.2 Uitgangspunten machines stage IIIB, IV & V	12
3.2.4 Bouwmachine, Diesel, stage IIIB, IV & V	15
3.2.5 Bouwmachine, GTL, stage IIIB, IV & V	19
3.2.6 Bouwmachine, Elektrisch, groen en grijs	24
3.2.7 Bouwmachine, waterstof, SMR en Elektrolyse	28
3.3 Decompositie in materialen en processen van vrachtwagens	36
3.3.1 Algemene processen gebruiksfase vrachtwagens	36
3.3.2 Vrachtwagen Diesel Euro 5 & 6	44
3.3.3 Vrachtwagen GTL Euro 5 & 6	45
3.3.4 Vrachtwagen Elektrisch, groen en grijs	46
3.3.5 Vrachtwagen Waterstof, SMR en Elektrolyse grijs en groen	49
3.4 Decompositie in materialen en processen van Personenvervoer	51
3.4.1 Personenvervoer Elektrisch	51
3.4.2 Personenvervoer waterstof	55
3.6 Decompositie in materialen en processen overig	58
3.6.1 Overslag	58
3.6.2 Asfaltrees	59
3.6.3 Tractor	59
4. Resultaten	60
4.1 Gekarakteriseerde resultaten	60
4.2 Zwaartepuntanalyse	60
4.2.1 Bouwmachines	61
4.2.2 Vrachtwagens	67
4.2.3 Personenvervoer	68
4.2.4 Overslag	72

4.2.5 Asfaltrees en materieel bouwplaats	73
4.2.6 Productie brandstoffen en energiedragers	74
4.3 Gevoeligheidsanalyse	77
5. Aanbevelingen	78
Referenties	80
Bijlage I Gekarakteriseerde resultaten.....	82
Bijlage II Verbrandingsemissies bouwmachines Diesel en GTL.....	131
Bijlage III Totaaloverzicht van nieuwe productkaarten.....	138
Bijlage IV Aanbevolen acties ten aanzien van gerelateerde productkaarten.....	141

Inleiding

Deze LCA¹-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data in Hoofdstukken 1000 t/m 8000 Processen 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 Gebouwen en GWW-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.

Opdrachtgevers 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 de processen op basis van hoofdstukken 1000 t/m 8000 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 *NMD Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken versie 1.0* [1] inclusief het wijzigingsbladen en het *NMD-toetsingsprotocol (versie 1.0)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de *ISO 14040* [2] - *ISO14044*⁶ [3] en de *NEN-EN 15804* [4].

De initiële LCA is uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat, Stichting NMD, TNO en SGS Search. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode juli tot september 2021 waarna aansluitende de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld. Deze LCA is uitgevoerd door SGS Search.

In de periode juli tot september 2022 is er een update uitgevoerd door EcoReview, op basis van eerder onderzoek door EcoReview uit november 2021 [5]. Het rapport van dit onderzoek is niet gepubliceerd. De inhoud van de update wordt beschreven in paragraaf 2.2.

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.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd.

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

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 verschillende brandstoffen en elektriciteitsmixen, toegepast in Machines en Vrachtwagens. Deze worden per liter, kg of kWh berekend. De hieruit volgende kaarten zullen vervolgens gebruikt worden om de milieu-impact van machines per uur inzet en vrachtwagens per ton* km te berekenen.

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

Tenslotte, niet alle alternatieve brandstoffen en elektriciteitsmixen 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 v9.3 software. De toegepaste referentiedatabases zijn:

- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.4
- EcoInvent database versie 3.6

2.2 Scope

De studie is gericht op hoofdstukken 1000 t/m 8000 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 combinaties opgenomen in deze studie:

- Machines Diesel
- Machines GTL
- Machines Elektrisch
- Machines Waterstof*
- Vrachtwagens Diesel**
- Vrachtwagens GTL**
- Vrachtwagens Elektrisch
- Vrachtwagens Waterstof
- Personenvervoer Elektrisch*
- Personenvervoer Waterstof*
- Overslag*

Daarnaast zijn ook de volgende basis processen voor bouwplaatsprocessen berekend:

- Asfaltfrees
- Tractor**
- Pompen***
- Generatoren***
- Aggregaten***

**Toegevoegd in update EcoReview 2022.*

** *Buiten scope update EcoReview 2022 – hier is niets aan gewijzigd.*

*** *Vervallen en verwijderd na update EcoReview 2022.*

2.3 De opbouw van de productkaarten

In dit rapport wordt de onderstaande structuur gehandhaafd voor alle brandstof-machinecombinaties, welke zijn gewijzigd of toegevoegd bij de update door EcoReview in 2022.

Elke productkaart wordt gepubliceerd als categorie-3 data in de NMD en komt daarmee beschikbaar als (niet-schaalbare) productkaart in de rekeninstrumenten en is 1-op-1 gerelateerd aan een basisproces. Hoewel de bouwmachine-productkaarten in module A5 worden gepubliceerd, zijn deze binnen een LCA of MKI-berekening toepasbaar in de module waarin het proces plaatsvindt.

Elk van deze basisprocessen is opgebouwd uit drie onderdelen, zoals weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Opbouw productkaarten

Basis productkaart Machines	Beschrijving	Levensfase	Eenheid
Well-to-tank ("subbasisprofiel")	Productie en opslag van brandstof/energiedrager	A1-A4	(functionele eenheid brandstof-/energieproductie)
Kapitaalgoederen ("subbasisprofiel")	Afschrijving van het materieel, inclusief einde leven en onderhoud	B	P
Gebruiksemissies (opgenomen in "hoofdbasisprofiel")	Verbrandingsemissies, infrastructuur, smeermiddelen en overige gebruiksemissies (zoals rememissies)	B	(gelijk aan functionele eenheid productkaart)

De onderliggende "subbasisprofielen" komen separaat beschikbaar in de basisprocessendatabase van de NMD. Deze opbouw stelt de gebruiker van bijvoorbeeld SimaPro in staat om eenvoudig componenten aan te passen of te vervangen indien nodig voor toekomstige categorie 3 (of 1 en 2) data.

2.4 Belangrijkste basisuitgangspunten update EcoReview 2022

Hieronder volgen de belangrijkste nieuwe basisuitgangspunten die zijn doorgevoerd in de update. Het resultaat hiervan is de lijst productkaarten in bijlage III.

- Begrip "graafmachine" vervangen door "bouwmachine". De nieuwe bouwmachine-productkaarten zijn geschikt voor alle bouwmachines. Deze nieuwe generieke bouwmachine-productkaarten vervangen op termijn de huidige productkaarten voor het gebruik van specifiek materieel, die gebaseerd zijn op "Diesel burned in building machine". De regie van het laten vervallen van de specifieke productkaarten ligt bij de beheerder van de NMD/rekeninstrumenten.
- Bouwmachines fossiele brandstoffen opgedeeld in vermogensklassen in lijn met de emissiefactoren van het AERIUS-model.
- Einde-levensduurscenario's van de kapitaalgoederen toegevoegd aan de gewijzigde/toegevoegde productkaarten (zowel de machine zelf, als ook de brandstofcel en accu in het geval van waterstof/elektrisch).

2.5 Productbeschrijving

Voor dit onderzoek wordt het brandstof gebruik van 1 liter diesel (EN 590), GTL (synthetische dieselvervanger uit aardgas, voldoet aan EN 15940), in machines en vrachtwagens onderzocht. Bouw materiaal en vrachtwagens op vrachtwagens op elektriciteit worden ook meegenomen in dit onderzoek. Voor meer uitleg over de brandstoffen, zie decompositietabellen. In Tabel 2 staat informatie over de (energie)dichtheid van de vier brandstoffen.

Tabel 2 (Energie)dichtheid brandstoffen

Onderdeel	Type	Brandstof	Omrekening naar							Opmerking
			FE	liters	tkm	kWh (input)	MJ (input)	MJ output (arbeid)	kg	
Machines	Stage IIIb, Stage IV en Stage V	Diesel	liter	1	-	9,97	35,9	9,37	0,832	Arbeid: gerekend met $\eta = 0,261$ (gewogen gemiddelde huidige vloot NRMM)
		GTL	liter	1	-	9,53	34,3	8,95	0,780	
		Elektrisch	kWh (input)	-	-	1	3,6	2,75	-	Arbeid: met kabel aan elektriciteitsnet met $\eta = 0,90$ (efficiëntie e aandrijflijn) met Li-ion accu's $\eta = 0,9 \times \eta = 0,85$ (efficiëntie laden/ ontladen Li-ion)
Vrachtwagens	Euro 5	Diesel	liter	1	43,4	9,97	35,9	11,6	0,832	Op basis van het brandstofverbruik in de proceskaart "Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 (RER)" en geschaald op energie-inhoud
		GTL	liter	1	41,5	9,53	34,3	11,1	0,780	
	Euro 6	Diesel	liter	1	43,3	9,97	35,90	11,6	0,832	Op basis van het brandstofverbruik in de proceskaart "Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 (RER)" en geschaald op energie-inhoud
		GTL	liter	1	41,4	9,53	34,30	11,0	0,780	
	Elektrisch en waterstof	Elektrisch	kWh (input)	-	10,3	1	3,6	2,8	-	Conversie kWh naar ton*km op basis van inschatting TNO (zie rapportage)
		Waterstof	kg	-	128	33,3	120	34,1	1	Berekend op basis van 95 g H ₂ / kWh opgewerkte elektriciteit, en vervolgens gebaseerd op het aantal ton*km bij elektrisch. kWh (input) en MJ (input) gaan over de energie-inhoud van waterstof, niet over de hoeveelheid elektriciteit die ermee wordt opgewekt

2.6 Functionele eenheid

De functionele eenheid van deze studie is ‘het verbruik van 1 liter brandstof toegepast in graafmachines of vrachtwagens’. De brandstoffen die aan bod komen in deze studie zijn diesel, GTL, FAME en HVO. De machines die aan bod komen in deze studie zijn graafmachines van klasse IIIB, IV en V en vrachtwagens van Euro 5 en 6.

Voor elektrisch materieel en elektrische vrachtwagens wordt uitgegaan van het verbruik van 1 kWh elektriciteit (input). Bij waterstof wordt uitgegaan van kg waterstof. Omrekenfactoren zijn nodig om inzet van elektrisch of door waterstof aangedreven materieel te vergelijken met diesel, HVO, FAME en GTL.

2.7 Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met 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 *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen.

Tabel 3 Systeemgrenzen

		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	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
EPD	Cradle-to-gate met opties	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

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 (N₂), SO₂, C_xH_x en fijnstof (PM10 deeltjes < 10 µm);
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM10: deeltjes < 10 µm);
- emissies naar bodem van PAK's en zware metalen.

3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen die horen bij hoofdstukken 1000 t/m 8000.

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 TNO.

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 de 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 van machines

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 5 t/m Tabel 35 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.2.2 Uitgangspunten machines stage IIIB, IV & V

Uit verkennend onderzoek [5], gebaseerd op een steekproef uit verschillende materieelstukken met verschillende toepassingen, is gebleken dat het brandstofverbruik van bouwmaterieel over het algemeen lineair schaal met het gewicht van het kapitaalgoed. Daarnaast is uit ditzelfde onderzoek gebleken dat er een negatief verband bestaat tussen het relatieve brandstofverbruik (l/uur per ton kapitaalgoed) en de levensduur van het kapitaalgoed. Verder weegt de afschrijving van de kapitaalgoederen voor minder dan 20% mee in de productkaarten van de brandstof-bouwmachines. Uitschieters zijn enkel te vinden in de zeer lage gewichtsklassen. Daarom is er geen aanleiding om verder te differentiëren (op gewichtsklasse van het materieelstuk).

Bovenstaande leidt tot het uitgangspunt, dat bij het verbranden van een liter brandstof in een bepaalde brandstof-vermogensklasse-stageklassecombinatie, de afschrijving van de kapitaalgoederen vergelijkbaar is, ongeacht het type materieel in kwestie.

Binnen een brandstof-vermogensklasse-stageklassecombinatie, wordt het verbranden van een liter brandstof in een graafmachine representatief geacht voor het verbranden van een liter brandstof in een willekeurige bouwmaschine

Binnen de werken van RWS worden verschillende type mobiele werktuigen ingezet. Naar schatting gaat het in de gehele bouwsector om 16.000 graafmachines, die met 38% het grootste aandeel hebben in het

totale wagenpark vormen [6]. Als basis van de kapitaalgoederen voor de bouwmachines wordt uitgegaan van de graafmachine. Binnen deze groep van graafmachines vormt de vermogensklasse van 75 tot 130 kW het grootste aandeel in de emissie uitstoot [6]. De milieu-impact van bouwmachines wordt berekend voor graafmachines met verschillende vermogensklassen.

Voor de verbrandingsemissies is gebruikt gemaakt van de studie Machine Brandstof Combinaties van TNO [7]. Vanwege de actuele stikstofproblematiek is er kritisch gekeken naar de uitstoot van NO_x en ammonia slip. Op deze twee emissie na, is er geen aanleiding om de data uit de TNO 2018 studie aan te scherpen. TNO onderzocht in de studie Machine Brandstofcombinaties in 2018 in een gevoeligheidsanalyse de relatie tussen vermogensklasse en verbrandingsemissies. Geconcludeerd werd dat de milieuprofielen voor de vermogensklasse 75 tot 130kW representatief voor vermogensklasse van 56 tot 560 kW, uit dezelfde emissie categorie. Voor machines met een lager vermogen, <35 kW, wijkt het milieuprofiel af wat resulteert in een circa 15% hogere MKI, voornamelijk door hogere NO_x emissies [7, 6].

In 2022 is dit nader onderzocht door EcoReview. Hiervoor heeft contact plaats gevonden tussen EcoReview en TNO over de verschillende bronnen en uitgangspunten rond de emissiefactoren, in het bijzonder voor de lagere vermogensklassen. De uitkomst van dit contact en de analyses die hieruit volgden, is dat de data uit het AERIUS-model als meest geschikt wordt geacht voor deze toepassing; de NO_x-emissies en NH₃-emissies zijn aangepast op basis van het AERIUS-model. In de Tabel 4 staan de aanpassingen aan de NO_x emissies voor de verschillende vermogensklassen en stageklassen weergegeven. De lage vermogensklassen (<37kW en 37-56kW) zijn in de praktijk niet relevant voor Stage IV, aangezien deze combinaties niet voorkomen en er geen specifieke emissie limieten voor zijn. Hetzelfde geldt voor Stage IIIB voor <37 kW. Bij Stage IIIB zitten de verschillen juist wél in de middel-hoge vermogensklassen (zie Tabel 4). Voor de NH₃-emissies zijn er geen verschillen tussen de vermogensklassen; alleen tussen de stage-klassen (Tabel 5).

Doordat motoren 30 tot 40 procent van de tijd stationair draaien, koelt de katalysator af, waardoor de uitstoot van NO_x hoger uitvalt dan eerder gedacht. In het AERIUS-model is uitgegaan van 30% onbelast draaien; dit wordt dan ook representatief geacht voor de realiteit. Daarom zijn de waarden onder "Emissie factor bij 30% onbelast (g/l)" overgenomen in de emissieprofielen.

Het bovengenoemde percentage is een tijdseenheid, de machines draaien namelijk 30% van de tijd stationair. De functionele eenheid van de productkaarten is echter in liters, daarom is het brandstofverbruik tijdens de belaste en onbelaste fases ingeschat. Deze verbruiken zijn nodig om de relatieve bijdrage van het belaste en onbelaste deel aan het totale uurlijkse brandstofverbruik te berekenen. Met deze verhouding is bepaald dat voor het verbranden van 1 liter Diesel in een machine die 30% van de tijd stationair draait, de emissiefactor-belast voor 82% en de emissiefactor-onbelast voor 18% meeweegt (zie bijlage II).

Tabel 4 Aanpassing NO_x emissies, AERIUS-model.

Vermogensklasse productkaart	Gebaseerd op vermogensklasse AERIUS	Emissiefact or belast (g/l)	Emissiefact or onbelast (g/l/uur)	Emissie factor bij 30% onbelast (g/l)	Opmerking
STAGE IIIB, < 56 kW	STAGE IIIB, 37 <= kW < 56	12,6	14,2	12,89	Waardes binnen de vermogensklassen lopen uiteen. Om deze reden is er extra onderscheid gemaakt binnen Stage IIIB (zie bijlage II voor de bron data)
STAGE IIIB, 56-75 kW	STAGE IIIB, 56 <= kW < 75,	10,8	14,2	11,44	
STAGE IIIB, 75-130 kW	STAGE IIIB, 75 <= kW < 130	17,0	14,2	16,50	
STAGE IIIB, >130 kW	STAGE IIIB, 130 <= kW < 300	9,54	14,2	10,38	

STAGE IV, alle vermogensklassen	STAGE IV, 56-300kW	3,2	10	4,54	Slechts 8% verschil binnen de subgroepen 56kW tot 300kW, hoogste waarde aangehouden (zie bijlage II voor de bron data)
STAGE V, < 37 kW	STAGE V, 18 <= kW < 37	23,7	10,0	21,33	
STAGE V, 37-56 kW	STAGE V, 37 <= kW < 56	13,3	10,0	12,76	
STAGE V, >56 kW	STAGE V, 56 <= kW < 300	3,2	10,0	4,43	Slechts 2% verschil binnen de subgroepen 56kW tot 300kW, hoogste waarde aangehouden (zie bijlage II voor de bron data)

Tabel 5 Aanpassing ammonia slip, AERIUS model.

Vermogensklasse productkaart	Gebaseerd op vermogensklasse AERIUS	Emissiefactor belast (g/l)	Emissiefactor onbelast (g/l/uur)	Emissie factor bij 30% onbelast (g/l)
STAGE IIIB, alle vermogensklassen	STAGE IIIB, 37 <= kW < 300	0,0084	0,0033	0,0074
STAGE IV, alle vermogensklassen	STAGE IV, 56 <= kW < 300	0,0083	0,0031	0,0074
STAGE V, alle vermogensklassen	STAGE V, 18 <= kW < 300	0,0083	0,0031	0,0074

3.2.4 Bouwmachine, Diesel, stage IIIB, IV & V

In deze paragraaf wordt de productie van diesel en het gebruik van diesel in bouwmachines beschreven, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen stage IIIB, IV en V.

3.2.4.1 Overzicht decompositie diesel in machines

In Tabel 6 is een overzicht weergegeven van fase A1-4 & B1 van Diesel stage IIIB, IV & V. Wanneer er aanpassingen gemaakt zijn in Ecoinvent proceskaarten of nieuwe proceskaarten gemaakt zijn, worden deze wijzigingen na deze tabel verder toegelicht.

Tabel 6 Basis productkaart voor Diesel machines, per liter Diesel

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Well-to-tank, Diesel	Productie en opslag van brandstof	A1-A4	1	liter	Zie par. 3.2.4.2
Gebruiksprofiel Diesel	Verbrandingsemissies en overige emissies	B	1	liter	Elke Stage-vermogensklassecombinatie heeft een eigen gebruiksprofiel (zie 3.2.2). Dit betreft alle emissies die "tank-to-exhaust" vrijkomen, bij het verbranden van 1 liter Diesel. Zie par. 3.2.4.2 voor decompositie
Kapitaalgoederen, bouwmachine, basis	Materieel inclusief einde leven	B	$1/(263*3,6*1000/9,37) = 9,9E-06$	p	Gemiddelde levensduur dieselmaterieel in klasse 75 – 130 kW: 8,2 jaar. Gemiddeld verzette life time arbeid: 263 MWharbeid. Dit komt neer op $263*3,6*1000$ MJ arbeid, wat weer omgerekend kan worden via de hoeveelheid MJ arbeid per liter diesel (Tabel 2, 9,37 MJ/l) naar totale hoeveelheden diesel over de hele levensduur. Ref: TNO 2021 R11152, Bolech et al., "Kostencurves droog grondverzet" [20]. Zie par. 3.2.4.3 voor decompositie

De productie van diesel is bij de verschillende stage klasse gelijk. De verbrandingsemissies verschillen en bij Stage IV en V is er de toevoeging van Adblue. Daarnaast wordt er per stageklasse onderscheid gemaakt tussen verschillende vermogensklassen, daar waar er volgens het AERIUS-model significante verschillen in emissiefactoren zitten. Dit verschilt per stageklasse.

3.2.4.2 Well-to-tank, Diesel (A1-A4)

In deze sectie worden alle processen van het winnen van de grondstoffen tot aan de tank van het voertuig beschreven. De onderstaande basis productkaart geeft de modellering hiervan weer. De keuzes voor de referenties zal nader worden toegelicht in de volgende paragrafen.

Tabel 7 Well-to-tank productkaart voor alle Diesel machines, vrachtwagens en personenvervoer.

Well-to-Tank Diesel Machines						
Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Dieselproductie	A1-A3	Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland} diesel	Ecoinvent 3.6	0,832	kg	Meest representatief voor laagzwavelige dieselproductie in de haven van Rotterdam.

		production, low-sulphur, petroleum refinery operation Cut-off, U				
Transport naar gebruiker	A4	30%: Transport, freight, lorry >32 metric ton, Euro 5 {RER} 70%: Transport, freight, lorry >32 metric ton, Euro 6 {RER}	Ecoinvent 3.6	150/1000* 0,832 = 0,1248	tkm	Bij gebruik van een trekker + oplegger betreft ca 80% Euro 6 en bij zware vrachtauto ca. 65%. Voor een tankwagen kan het best worden gerekend met 70% Euro 6 en 30% Euro 5.
Opslag van diesel	A4	Eigen referentie opslag brandstoffen per kg	Eigen referentie	0,832	kg	Eigen referentie obv. Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U

Productiefase Diesel (A1-3)

Zoals bij de TNO-studie in 2018 [7] wordt er uitgegaan van dieselproductie in de haven van Rotterdam. Er is gekozen voor laagzwavelige diesel. Dit is een worst-case benadering ten opzichte van gewone diesel wat betreft de MKI in de productiefase. Wegtransport gebruikt tegenwoordig diesel (EN 590) in ultra-laag zwavelgehalte (< 10 ppm) terwijl er effectief 7% biodiesel is bijgemengd (b7, de standaard soort diesel aan de pomp). Het merendeel van de mobiele werktuigen kan probleemloos op wegtransport-diesel draaien. De specifiek door brandstofleveranciers aangevoerde brandstoffen hebben evenwel vaak een iets hoger zwavelgehalte (met betere smeereigenschappen), vandaar de keuze om met laagzwavelige diesel te rekenen.

Opslag Diesel (A4)

Voor de opslag van diesel is de ecoinventkaart “Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland} | market for | Cut-off, U” gebruikt als uitgangspunt, omdat hier naast de markgemiddelde transport voor Europa en de productie van de brandstof zelf, ook de inputdata voor opslag in voorkomt. Hierbij is de input van diesel en het transport verwijderd zodat geen dubbeltellingen ontstaan bij het combineren van de Diesel-productiefase en -transportfase. De resulterende proceskaart is in Tabel 8.

Tabel 8 Proceskaart voor opslag brandstof per kg obv. Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland} | market for | Cut-off, U

Materiaal c.q. proces	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Electricity, low voltage {NL} market for Cut-off, U	0,0067	kWh	Overgenomen uit het originele proces. Stroomverbruik veranderd naar Nederlandse context.
Heat, central or small-scale, other than natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, central or small-scale, other than natural gas Cut-off, U	0,00058374	MJ	
Infrastructure, for regional distribution of oil product {RER} construction Cut-off, U	2,48E-10	p	
Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	0,000689	kg	
Water/m3 (naar lucht)	1,0335E-7	m ³	
Water, Europe without Switzerland (naar water)	5,8565E-7	m ³	
Fly ash and scrubber sludge {Europe without Switzerland} market for fly ash and scrubber sludge Cut-off, U	0,000168	kg	
Municipal solid waste {Europe without Switzerland} market group for municipal solid waste Cut-off, U	6,27E-6	kg	
Rainwater mineral oil storage {Europe without Switzerland} market for rainwater mineral oil storage Cut-off, U	7,5E-5	m ³	
Wastewater, average {Europe without Switzerland} market for wastewater, average Cut-off, U	6,89E-7	m ³	

De transportafstand wordt apart gemodelleerd (en is dus niet opgenomen in bovenstaande tabel) en forfaitair op 150 km gezet in lijn met de Bepalingsmethode om representatief te zijn voor gebruik op verschillende locaties in Nederland.

3.2.4.3 Gebruiksprofiel Diesel

Het basis gebruiksprofiel voor de Diesel machines bevat de verbrandingsemissies, maar ook het gebruik van Ureum en smeeroliën.

Tabel 9 Basis productkaart gebruiksprofiel Diesel machines.

Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Adblue (stage IV en V alleen) Verbrandingsemissies	B1	Urea, as N {RER} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	17,7/2,17 = 8,16	g	Het gaat bij AdBlue om een 32,5% (massa) oplossing van Ureum in gedemineraliseerd water (soortelijk gewicht 1,09 kg/dm ³). Verbruik van AdBlue is ongeveer 5% van het volume Diesel. Dit wil zeggen ongeveer 17,7 gram ureum per liter diesel. 1 KG N uit de proceskaart correspondeert met 2,17 kg ureum.
		Carbon dioxide, fossil	-	13,0	g	
Verbrandingsemissies	B1	NOx en NH3	AERIUS versie 9 2020	-	-	Voor de uitgangspunten zie 3.2.2. Zie bijlage 2 voor de brondata.
		Overige emissies	-	-	-	Zelfde als TNO 2018 studie [7].
Smeermiddelen	B	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	-	1,59 ^{E-2}	kg	Bron: TNO 2018. Aanpassing: Europees marktgemiddelde gehanteerd, waar in 2018 een wereldwijd gemiddelde werd gehanteerd.
Smeermiddelen	B	Waste mineral oil {Europe without Switzerland} market for waste mineral oil Cut-off, U	-	1,59 ^{E-2}	kg	Bron: TNO 2018.

3.2.4.4 Kapitaalgoederen, bouwmachines, Diesel

Het basisprofiel voor de kapitaalgoederen bevat de bouwmachine inclusief einde leven. Hiervoor is de bouwmachine zelf ongewijzigd gebleven en is een einde levensduurscenario toegevoegd voor het vrijkomende staal. De modellering van het basisprofiel voor de kapitaalgoederen is weergegeven in tabel 10.

Tabel 10 Basisprofiel Kapitaalgoederen, bouwmachines, basis, per stuk

Proces	Fase	Milieuprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie Bouwmachine	A1-A3	Hydraulic digger {GLO} market for Cut-off, U	1	p	Productie bouwmachine, deze bestaat uit: -10500 kg Reinforcing steel -4500 kg Steel, low-alloyed, hot rolled
Einde leven Bouwmachine	C2	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	750	Ton*km	50 km forfaitair met een gewicht van 15 ton.
Einde leven Bouwmachine	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)	$0,95 * (10500 + 4500) = 14250$	kg	95% recycling
Einde leven Bouwmachine	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	$0,05 * (10500 + 4500) = 750$	kg	5% stort
Einde leven Bouwmachine	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)	$10500 * (0,95 - 0,357) + 4500 * (0,95 - 0,406) = 8675$	kg	95% recycling. [TNOS2021, p. 53] Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U 35,7% secundair materiaal, Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U 40,6% secundair materiaal.

3.2.5 Bouwmachine, GTL, stage IIIB, IV & V

In deze paragraaf wordt de productie van GTL en het gebruik van GTL in bouwmachines beschreven, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen stage IIIb, IV en V.

3.2.5.1 Overzicht decompositie GTL in machines

Tabel 11 Overzicht basis productkaart voor GTL-bouwmachines, per liter GTL

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Well-to-tank, Diesel	Productie en opslag van brandstof	A1-A4	1	liter	Zie par. 3.2.5.2
Gebruiksprofiel Diesel	Verbrandingsemissies en overige emissies	B	1	liter	Elke Stage-vermogensklassecombinatie heeft een eigen gebruiksprofiel (zie 3.2.2 en 3.2.3). Dit betreft alle emissies die "tank-to-exhaust" vrijkomen, bij het verbranden van 1 liter GTL.
Kapitaalgoederen, bouwmachine, basis	Materieel inclusief einde leven	B	$1/(263*3,6*1000/8,95) = 9,46E-06$	p	Gemiddelde levensduur dieselmaterieel in klasse 75 – 130 kW: 8,2 jaar. Gemiddeld. verzette life time arbeid: 263 MWharbeid. Dit komt neer op $263*3,6*1000$ MJ arbeid, wat weer omgerekend kan worden via de hoeveelheid MJ arbeid per liter GTL (Tabel 2, 8,95 MJ / liter) naar totale hoeveelheden GTL over de hele levensduur. Ref: TNO 2021 R11152, Bolech et al., "Kostencurves droog grondverzet" [20].

3.2.5.2 Well-to-Tank GTL

De onderstaande tabel geeft een overzicht van alle referenties in de Well-to-tank productkaart voor GTL. In de opeenvolgende alinea's zal er extra uitleg volgende over de modelering voor de productie (A1-A3) en het transport en opslag (A4).

Tabel 12 Well-to-tank productkaart voor alle GTL-machines, vrachtwagens en personenvervoer.

Well-to-Tank GTL Machines						
Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
GTL productie	A1-A3	Aangepaste proceskaart gebaseerd op "Natural gas, high pressure [DE] natural gas production Cut-off, U"	Ecoinvent 3.6	$1.19*0,780$ (dichtheid GTL) = 0,928	m3	<p>Hoeveelheid gebaseerd op LHV GTL (44 MJ /Kg) en LHV Duits gas (37 MJ / m3)</p> <p>Voor één kg GTL is dus 44 MJ aan feedstock nodig. Dat komt neer op $44/37=1,19$ MJ aardgas. Vervolgens wordt er omgerekend naar liters GTL via de dichtheid. In de studie uit 2018 werd er $1,73 \text{ m}^3$ aangehouden per kg (per liter $1,35 \text{ m}^3$), waar er nu $0,928 \text{ m}^3$ aardgas per liter uitkomt.</p> <p>Het verschil valt deels te verklaren doordat de LHV van het aardgas uit Duitsland en Algerije verschilt, en deels doordat in 2018 de totale benodigde hoeveelheid gas is berekend, inclusief de hoeveelheid voor het proces.</p>

						De hoeveelheid aardgas die nodig is voor het proces wordt in deze studie apart behandeld komt verderop in deze tabel aan bod. (bron: energids.be)
Transport grondstof	A1-	Transport, pipeline, long distance, natural gas {DE} processing Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	0,150*0,780 (dichtheid GTL) = 0,117	tkm	Transport van aardgas moet worden toegevoegd, omdat de proceskaart voor aardgas als grondstof slechts de winning beschrijft. 150 km transport per pijplijn (geschatte maximale afstand aan de hand van google maps: het North field ligt noordoost van Qatar in de zee, en kan niet te ver weg liggen, omdat het dan buiten de grenzen van Qatar valt.
Elektriciteit voor proces	A1-A3	Electricity, medium voltage {DE} natural gas, burned in gas turbine, for compressor station Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	0,037*0,780 (dichtheid GTL) = 0,0289	MJ	Gebaseerd op 0,00084 MJ / MJ obv. JRC, 2014 [9] De uitkomst per kg is afgerond hetzelfde als in de 2018 studie.
Warmte voor proces	A1-A3	Aangepaste proceskaart gebaseerd op: "Heat, district or industrial, natural gas {DE} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U"	Ecoinvent 3.6	22,5*0,780 (dichtheid GTL)=17,55	MJ	Gebaseerd op 65% efficiency van GTL productie obv. JRC, 2014 [9] en een aanname van 95% efficiency voor warmteproductie. De hoeveelheid aardgas per kg GTL wordt daarmee $44 / (0,65 * 0,35 * 0,95) = 22,5$ MJ / kg GTL. In de studie uit 2018 werd 10,3 MJ per kg aangehouden. Vermoedelijk is die berekening niet juist. De verhouding aardgas voor proces en voor grondstof komt hiermee namelijk niet uit op het uitgangspunt. Proceskaart aangepast voor: <input checked="" type="checkbox"/> input gas volgens eigen model Qatar (zie grondstof) Elektriciteit obv aardgas
Infrastructuur	A1-A3	Chemical factory, organics {RER} construction Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	4E-10*0,780 (dichtheid GTL) = 3,12E-10	p	Gebaseerd op het proces "Ammonia, liquid {RER} ammonia production, steam reforming, liquid Cut-off, U".
Methaanlek in het proces	A1-A3	Methane, fossil to air	Ecoinvent 3.6	0,01*0,780 (dichtheid GTL) = 0,0078	kg	Aanname van 0,1% lekken van de feedstock tijdens het proces.
Transport van Qatar naar haven Rotterdam	A4	Transport, freight, sea, tanker for liquefied natural gas {GLO} market for transport, freight, sea, tanker for liquefied natural gas Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	11,800*0,780 (dichtheid GTL) = 9,2	tkm	Transport van aardgas moet worden toegevoegd, omdat de proceskaart voor aardgas als grondstof slechts de winning beschrijft. Afstand berekend met sea-distances.org via Suezkanaal.

Opslag GTL	A4	Eigen referentie opslag brandstoffen per kg	Eigen referentie	0,832	kg	Eigen referentie obv Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U
Transport naar gebruiker	A4	30%: Transport, freight, lorry >32 metric ton, Euro 5 {RER} 70%: Transport, freight, lorry >32 metric ton, Euro 6 {RER}	Ecoinvent 3.6	150/1000* 0,780 (dichtheid GTL) = 0,117	tkm	Bij gebruik van een trekker + oplegger betreft ca 80% Euro 6 en bij zware vrachtauto ca. 65%. Voor een tankwagen kan het best worden gerekend met 70% Euro 6 en 30% Euro 5.

Productiefase GTL (A1-3)

De productie van GTL is gemodelleerd aan hand van de studie van JRC (2014). De GTL die in Nederland op de markt is, wordt grotendeel in Qatar geproduceerd door Shell (JRC, 2014).

Globaal gezien bestaat de productie van GTL bestaat uit 3 stappen (Shell, 2014):

- Vergassing van het aardgas op temperatuur van 1300 tot 1500 graden, zodat de methaan met zuurstof reageert tot koolstofmonoxide en waterstof.
- Synthese van koolwaterstoffen volgens het Fisher Tropsch proces. Dit vindt plaats bij temperatuur van 201 tot 260 graden en met behulp van een katalysator.
- Omzetting van de koolwaterstoffen naar benzine door reactie met waterstof en met behulp van een katalysator.

Bij GTL-productie wordt aardgas gebruikt als grondstof en tevens om het proces van energie te voorzien. Vanuit de well-to-wheel studie is bekend dat 65% van het gewonnen aardgas wordt gebruikt voor GTL en 35% wordt gebruikt voor het productie proces (JRC, 2014).

Voor de productie van GTL wordt er uitgegaan van een productielocatie in Qatar, die gebruik maakt van aardgas uit het noordelijke gasveld, aangezien het meeste GTL hier geproduceerd wordt [9]. Dit gasveld is een offshore, non associated gasveld waar “sour gas” uit wordt gewonnen. Ecoinvent biedt geen proceskaart voor de winning van aardgas uit Qatar en daarom wordt er uitgegaan van de proceskaart voor Duits aardgas (beste overeenkomst met “non associated” en “sour gas”), waarop enkele wijzigingen worden aangebracht. De proceskaart waarvan wordt uitgegaan is: “Natural gas, high pressure {DE} | natural gas production | Cut-off, U”. In de studie uit 2018 werd gebruik gemaakt van aardgas uit Algerije. Echter gaat dit om onshore, associated en sweet gas, waardoor deze proceskaart minder representatief is voor de situatie in Qatar dan de proceskaart voor Duits gas.

Naar verwachting draagt vergassing (de eerste van de drie stappen) het meeste bij aan het productieproces van GTL. Hiervoor is aardgas voor warmteproductie en elektriciteit benodigd. We veronderstellen dat de proceskaarten die hiervoor gehanteerd zijn ook representatief zijn voor de andere twee productiestappen. De totale behoefte aan warmte en elektriciteit is daarom geaggregeerd weergegeven in Tabel 12.

In Tabel 13 wordt uitgewerkt welke aanpassingen er aan de Duitse proceskaart zijn gedaan om op een representatieve proceskaart voor aardgaswinning in het Noordelijke gasveld van Qatar uit te komen.

Tabel 13 Aanpassingen Duitse proceskaart

Oude proceskaart	Nieuwe Proceskaart	Oude hoeveelheid	Nieuwe hoeveelheid	Uitleg
Electricity, medium voltage {DE} market for Cut-off, U	Electricity, high voltage {DE} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	0,009112	ongewijzigd	Elektriciteitsproductie in Qatar is grotendeels gebaseerd op aardgas.
Onshore natural gas field infrastructure {GLO} market for Cut-off, U	Offshore platform, natural gas {GLO} market for Cut-off, U	6,22081E-10	3,6101439E-11	De onshore infrastructuur is vervangen door offshore infrastructuur, gebaseerd op de proceskaart "Natural gas, high pressure {NL} petroleum and gas production, off-shore Cut-off, U"
Onshore well, oil/gas {GLO} market for Cut-off, U	Offshore well, oil/gas {GLO} market for Cut-off, U	1,883952E-6	0,00000699953	
Methane, fossil	Methane, fossil	0,0002462	$35 * 0,079823 / 1000 = 0,00279$	Het lekken van methaan (emissie naar lucht) is aangepast en wordt gebaseerd op JRC (2014) [10]. 0.0798 g CH ₄ per MJ aardgas.

Ook voor het energiegebruik in het proces wordt er uitgegaan van proceskaarten voor Duitsland, die worden aangepast aan de situatie in Qatar en elektriciteit obv aardgas. De proceskaart "Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland}| heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW | Cut-off, U" wordt aangepast zoals te zien is in Tabel 12.

Tabel 14 Aanpassingen Duitse proceskaart (energiegebruik)

Oude proceskaart	Nieuwe Proceskaart	Oude hoeveelheid	Nieuwe hoeveelheid	Uitleg
Electricity, low voltage {Europe without Switzerland} market group for Cut-off, U	Electricity, high voltage {DE} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	0,001168	Zelfde	Elektriciteitsproductie in Qatar is grotendeels gebaseerd op aardgas.
Natural gas, high pressure {Europe without Switzerland} market group for Cut-off, U	Aardgas Qatar (zie bovenstaande tabel)	0,026991	Zelfde	Input gebaseerd op aardgas in Qatar in plaats van Europees gemiddeld.

Opslag GTL (A4)

Voor de opslag van GTL is de ecoinventkaart "Diesel, low-sulfur {Europe without Switzerland}| market for | Cut-off, U" gebruikt als uitgangspunt, omdat hier naast de markgemiddelde transport voor Europa en de productie van de brandstof zelf, ook de inputdata voor opslag in voorkomt. Hierbij is de input van diesel en het transport verwijderd zodat geen dubbelstellingen ontstaan bij het combineren van de Diesel-productiefase en -transportfase.

3.2.5.3 Gebruiksprofiel GTL

Tabel 15 Productkaart voor de gebruiksfase van GTL-bouwmachines.

Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Adblue (stage IV en V alleen)	B1	Urea, as N {RER} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	17,7/2,17*0,85 * 34,3 (LHV GTL) / 35,9 (LHV diesel) = 6,62	g	
		Carbon dioxide, fossil	-	13,0*0,85 * 34,3 (LHV GTL) / 35,9 (LHV diesel) = 10,6	g	
Verbranding emissies	B1	NOx en NH3	TNO 2018, AERIUS versie 9 2020	-	-	Omgerekend van Diesel naar GTL met factor 1,02, (omrekenfactor afgeleid uit TNO 2018 studie).
		Overige emissies		-	-	Ongewijzigd ten opzichte van de TNO 2018 studie [5].
Smeermiddelen	B	Lubricating oil {RER} market for lubricating oil Cut-off, U	-	1,52*10 ⁻² * 0,780 (dichtheid GTL) = 0,0119	kg	Bron: TNO 2018. Aanpassing: Europees marktgemiddelde gehanteerd, waar in 2018 een wereldwijd gemiddelde werd gehanteerd
Smeermiddelen	B	Waste mineral oil {Europe without Switzerland} market for waste mineral oil Cut-off, U	-	1,52*10 ⁻² * 0,780 (dichtheid GTL) = 0,0119	kg	Bron: TNO2018

3.2.5.4 Kapitaalgoederen GTL

De decompositie van de kapitaalgoederen voor GTL is gelijk aan die van Diesel (3.2.4.4).

3.2.6 Bouwmachine, Elektrisch, groen en grijs

In deze paragraaf wordt de productie van elektriciteit en het gebruik van elektrische bouwmachines beschreven, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen groene en grijze stroom.

3.2.6.1 Overzicht decompositie elektrisch materieel groen en grijs

In Tabel 16 wordt een overzicht weergegeven van fase A1-4 & B1 van elektrisch materieel groen/grijs.

Tabel 16 Overzicht basis productkaart voor elektrische bouwmachines, per kWh

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Elektriciteitsproductie	Productie en transmissie van elektriciteit (groen/grijs)	A1-A4	1	kWh	Hiervoor worden de volgende (nieuwe) NMD-profielen gehanteerd: Groen: 0496 Grijs: 0494
Gebruiksprofiel	Directe emissies	B	1	kWh	Directe emissies bij het gebruiken van 1kWh in een elektrische bouwmachine
Kapitaalgoederen, bouwmachine, basis	Materieel inclusief einde leven	B	$1/(263*1000/0,765) = 2,9E-6$	p	Gemiddelde levensduur dieselmaterieel in klasse 75 – 130 kW: 8,2 jaar. Gemiddeld verzette life time arbeid: 263 MWharbeid. Het aangenomen karakter van batterij-elektrisch mobiel werktuig kan minstens deze performance halen (waarschijnlijk meer, maar daar kunnen we niet op vooruit lopen nog geen praktijk data). Ref: TNO 2021 R11152, Bolech et al., "Kostencurves droog grondverzet" [20]. Er wordt dus gerekend met dezelfde life time arbeid als bij diesel. De efficiëntie waarmee elektriciteit in arbeid wordt omgezet bedraagt 76,5% voor een elektrisch mobiel werktuig c.q. vrachtauto met accu.

3.2.6.2 Elektriciteitsproductie (A1-A4)

De stroomprofielen vanuit een ander project voor de NMD zijn inmiddels opgenomen in database 3.5; deze worden gehanteerd:

Tabel 17 Elektriciteitsgebruik (A1-A4)

Proces	Fase	Milieuoprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Groene / grijze stroom	A1-A3	Groen: 0496-pro&Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh Grijs: 0494-pro&Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh	Nationale Milieudatabase 3.5	1	kWh	

3.2.6.3 Gebruiksprofiel Elektrisch materieel

Emissies vervallen grotendeels (want er is geen uitlaat). Alleen fijnstofemissies door slijtage blijven staan. Daarbij is er minder fijnstof van remmen, en (door hogere gewicht) een lichte verhoging van band-wegdek

c.q. band-terrein interacties. Op de weg overeenkomend met PM10 van 58 mg/km = ca 41 mg/kWh input. Aanname: ongeveer gelijk in het terrein (bij gebrek aan metingen!)

Tabel 18 Overzicht gebruiksprofiel voor elektrische bouwmachines, per kWh elektriciteit input.

Proces	Fase	Milieuprofiel	Database/bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Slijtage fijnstof	B1	Particulates, < 10 um	-	41/0,765 = 53,59	mg	Geen lokale emissies, behalve slijtage fijnstof (ca. 41 mg/kWh _{arbeid})

3.2.6.4 Kapitaalgoederen, bouwmachines, elektrisch

Er zijn weinig opties in ecoinvent, maar voor de brandstof machines gaan we uit van “Hydraulisch digger {GLO} | market for | Cut-off, U”, die een combinatie is van een RoW en een RER proces.

Het RER proces hanteren we nu even als uitgangspunt om een machine LCI op te stellen.

“Hydraulisch digger {RER} | production | Cu-off, U”, aangevuld met een einde-levensduur scenario.

Hierbij wordt de productie van de elektromotor benaderd door deze ongewijzigd te laten in de ecoinventproceskaart, dus zoals een dieselmotor. De gedachte hierachter is dat een elektromotor lichter is dan een dieselmotor, maar daar staat tegenover dat de materialen die erin zitten zeldzamer zijn. Omdat de kapitaalgoederen relatief weinig bijdragen aan de totale milieu-impact wordt deze benadering gehanteerd. De nieuwe proceskaart ziet er als volgt uit, zie tabel 19.

Tabel 19 Basis productkaart kapitaalgoederen voor elektrische bouwmachines, per 1 stuk

Proces	Fase	Milieuprofiel	Database/bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Kapitaal-goederen, bouwmaschine,basis	B1	Eigen proceskaart	Ecoinvent 3.6	1	piece	Gelijk aan Diesel bouwmaschine (zie 3.2.4.4)
Basisproceskaart Lithium accu per kWh	B1	Eigen proceskaart	Ecoinvent 3.6	320	kWh	Mobiel werktuig in klasse 75 – 130 kW heeft 320 kWh accucapaciteit nodig voor hele dag.
Bekabeling	B1	Transmission network, electricity, medium voltage {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	5/20/3/2 = 0,042	km	5 km kabel op midden-spanningsniveau is gemiddeld nodig voor elektriciteitsvoorziening op bouwplaatsen. Er is echter nog weinig praktijkdata beschikbaar voor elektrische bouwplaatsen. Aangenomen is dat op een dergelijke bouwplaats 20 machines gebruikt worden. Daarnaast is aangenomen dat de levensduur van de kabel langer is dan die van de machines. Voor de kabel is 30 jaar aangenomen en een gemiddelde machine 10 jaar. Tot slot is het uitgangspunt dat de kabel “dubbel” gebruikt wordt: overdag voor elektrisch materieel dat aangesloten is op het net, en 's nachts om de accu's van oplaadbaar materieel op te laden. Daarom wordt er gedeeld door 2.

Basisproceskaart lithium accu

Tabel 20 op de volgende pagina geeft de basisproceskaart per kWh lithium accu weer. Deze is gebaseerd op EcoInvent referentie “Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO}| production | Cut-off, U” Deze is vervolgens omgerekend van kg naar kWh op basis van 5 kg per kWh, in lijn met de 2021-versie van dit rapport.

Diverse bronnen geven aan dat hergebruik van gebruikte lithium accu’s uit elektrische voertuigen zeer aannemelijk en financieel rendabel is [11] [12] [13] [14]. Er wordt een inschatting gemaakt dat het hergebruik aandeel zal afnemen in de toekomst als de markt meer verzadigd raakt met elektrische voertuigen. Er wordt ingeschat dat onder het huidige scenario 45% van de lithium accu’s na de eerste levenscyclus zal worden gerecycled in 2050 [12]. Voor die tijd ligt dit percentage beduidend lager aangezien de vraag naar accu’s hoog is en de prijs van gebruikte accu’s relatief laag. De relatieve kosten van een refurbished lithium accu verschilt tussen de 30%-70% [11] [14], de waarde wordt in dit rapport ingeschat op 50% van de nieuwprijs. Op basis van de bovenstaande gegevens wordt er ingeschat dat 70% van de accu’s zullen worden hergebruikt met een K-factor van 0,5, gebaseerd op financiële allocatie.

Bovengenoemd EcoInvent-proces modelleert per kg accu 50% hydrometallurgical recycling en 50% pyrometallurgical recycling, inclusief transport in C2. In de finale afvalverwerkingsprocessen (C4) zitten reeds in deze hydro- en pyro-metallurgical recycling referenties. Door het 70% hergebruik met een K-factor van 0,5 zal er in totaal per kg accu 0,65kg recycling worden gemodelleerd, terwijl er slechts 30% naar het recycling scenario gaat. Vanuit een conservatieve benadering wordt dit zo gelaten.

Deze EcoInvent referenties modelleren echter geen voordelen van uitgespaarde materialen in module-D. Er is voor alle metalen een versimpelde benadering gedaan voor module-D in lijn met de forfaitaire afval scenario's van de NMD en in lijn met een ander categorie 3-project. De hoeveelheden zijn gebaseerd op de samenstelling van de achterliggende productkaart “Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO}| production | Cut-off, U”(zie tabel 21).

Literatuur wijst erop dat bij de bovenstaande recycle methodes cobalt, nikkel, koper, aluminium en staal worden teruggewonnen [15] [16]. Lithium kan ook worden teruggewonnen maar dit vergt additionele verwerking en is daarom niet meegenomen. Voor koper is er op basis van Chen et al., 2019 ingeschat dat tussen de 81% en de 99% kan worden terug gewonnen [16], er is daarom een gemiddelde van 90% aangehouden. Dit is in lijn met het NMD scenario “metalen, overig”, dit scenario gaat uit van 90% recycling. Staal geeft relatief weinig waarde maar kan eenvoudig middels magnetisme worden teruggewonnen. Hiervoor is het forfaitaire NMD-scenario voor “metalen, overig” aangehouden. Aluminium wordt ook teruggewonnen vanwege de hoge vraag naar gerecycled aluminium. Hiervoor is opnieuw het NMD-scenario voor “metalen, overig” aangehouden.

Tabel 20 Basis proceskaart voor 1 kWh Li-Ion accu, inclusief einde leven.

Proces	Fase	Referentie	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Accu Productie	A1-A3	"Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Cut-off, U".	5	kg	
Accu Hergebruik	D	Vermeden product "Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Cut-off, U".	$5 * 0,7 * 0,5 = 1,75$	kg	70% hergebruik ⁸ , K-factor 0,5 ⁷
EOL Reinforcing steel - recycling module D	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)	$0,145 * (0,9 - 0,29) * 5 * 0,3 = 0,133$	kg	forfaitair einde leven NMD (metalen, overig), 90% recycling, 29% secundair. Netto uitstroom is $0,90 - 0,29 = 0,61$
EOL Aluminium recycling	D	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)	$(0,013 + 0,103) * (0,9 - 0,3) * 5 * 0,3 = 0,104$	kg	Recycle scenario van de gehele accu bedraagt 30%. forfaitair einde leven NMD (metalen, overig) 90% recycling, alluminium referentie is 30% secundair netto output is $0,90 - 0,3 = 0,60$
EOL Koper 90% recycling	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)	$0,168 * (0,95 - 0,29) * 5 * 0,3 = 0,166$	kg	90% op basis van Chen et al., 2019, Input "Copper {GLO}, market for" is 20% secundair, netto output is $0,90 - 0,29 = 0,61$

Tabel 21 Decompositie van metalen per kg accu achter de productkaart "Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO}| production | Cut-off, U".

Metaal Referentie	Hoeveelheid	Eenheid	Secundair -%	
Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U	0,145	kg	29%	37% Steel Unalloyed {GLO} (21,3% secundair) en 63% Steel Low-alloyed {GLO} (43,3% secundair).
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	0,013	kg	30%	Secundair percentage o.b.v. NMD-profiel 0379
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	0,103	kg	30%	
Copper {GLO} market for Cut-off, U	0,168	kg	29%	Secundair percentage o.b.v. NMD-profiel 0059

3.2.7 Bouwmachine, waterstof, SMR en Elektrolyse

In deze paragraaf wordt de productie van waterstof en het gebruik van bouwmachines op waterstof beschreven, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen SMR en elektrolyse, zowel op basis van groene als grijze stroom.

3.7.1. Overzicht decompositie waterstof materieel groen en grijs

Tabel 22 Overzicht basis productkaart voor waterstof bouwmachines, per kg waterstof

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Waterstofproductie	Productie van waterstof	A1-A4	1	kg	SMR en Elektrolyse, op basis van groene en grijze stroom. Dit resulteert in vier profielen.
Gebruiksprofiel bouwmachine, waterstof	Gebruiksemissies	B	1	kg	Directe emissies bij het gebruiken van 1 kg waterstof in een bouwmachine
Kapitaalgoedere n, bouwmachine, waterstof	Afschrijving kapitaalgoederen, inclusief einde leven	B	$2,9E-6 / 0,095 = 3,05E-5$	p	Afschrijving op basis van levensduur elektrische machine (2,9E-6 p), Vervolgens gecorrigeerd middels 95 g H ₂ / kWh (tabel 2)

3.7.2 Waterstofproductie

De basisprofielen waterstofproductie zijn inmiddels beschikbaar in processendatabase 3.5 en zijn opgesteld zoals beschreven in deze paragraaf.

Hieronder vallen vier verschillende productieroutes:

- Steam methane reforming (SMR), compressie met grijze stroom
- Steam methane reforming (SMR), compressie met groene stroom
- Elektrolyse met grijze stroom
- Elektrolyse met groene stroom

Over de productieroute van waterstof is op dit moment (te) weinig informatie te vinden aangezien de markt sterk in ontwikkeling is. Om deze reden kan er momenteel geen representatief cat. 3. Waterstofmix profiel voor worden opgesteld. Daarom houden we de vier methoden hier aan – en is het aan de gebruiker van de data om na te gaan wat de herkomst is van de waterstof dat wordt toegepast in projecten.

Voor SMR wordt gebruik gemaakt van het rapport “IEAGHG Technical Report 2017, Techno-Economic Evaluation of SMR Based Standalone (Merchang) Hydrogen Plant with CCS” [17]. Deze bron heeft LCA data verzameld voor waterstofproductie mét en zonder carbon capturing and storage (CCS). In deze studie gaan we uit van waterstofproductie zonder CCS, omdat dit nog niet gangbaar is (slecht 3 locaties, alle drie buiten Europa, met CCS volgens de bron).

De productiedata per kg waterstof met SMR is als volgt (op basis van tabel 2 pagina 16 uit de bron). Er is daarnaast nog een output van overtollige elektriciteit, die als co-product dient te worden gemodelleerd. Allocatie vindt plaats obv energie-inhoud. Omdat in SimaPro meerdere outputstromen kunnen worden toegevoegd met allocatiemethode worden de totale inputs en outputs hieronder gegeven, en is er nog niet gealloceerd, zie Tabel 23.

Tabel 23 Waterstof productie, SMR, per kg

Proces	Waterstof productie, SMR					
	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Aardgas (feedstock)	A1-A3	Natural gas, high pressure {NL} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	26,231/(8,994*1000) = 0,003	m ³	Deze proceskaart gaat naast winning in Groningen ook uit van import uit het buitenland. Dit is representatief omdat de gaswinning in Nederland steeds verder wordt teruggeschroefd.
Aardgas (proces)	A1-A3	Aangepaste proceskaart obv "Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW Cut-off, U"	Ecoinvent 3.6	4,332*46,5/(8,994*1000) = 0,02	MJ	In deze proceskaart dient de productie van aardgas vervangen te worden door dezelfde proceskaart als voor de feedstock gebruikt is. Ook moet de CO2 uitstoot (directe emissie) op nul gezet worden om dubbel telling te voorkomen. LHV: 46,5 MJ / kg (tabel 2 uit de bron)
Specifieke CO2-uitstoot	A1-A3	Carbon dioxide, fossiel	-	0,8091/0,08994=9,00	kg	Directe emissie van CO2, afkomstig uit aardgasverbranding en de reactie tot waterstof. Gerapporteerd in tabel 2 uit de bron [17]: <ul style="list-style-type: none"> CO₂ uitstoot: 0,8901 kg CO₂ / Nm³ H₂. Omrekenen via dichtheid naar kg H₂. Dichtheid = (H₂ output (t/h)) / (H₂ output (Nm³ / h)) = 8,994/100,000 = 0,08994 kg H₂ / Nm³.
Kapitaalgoederen	A1-A3	Natural gas processing plant {GLO} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	4,38E-12	piece	Ecoinvent gaat uit van een capaciteit van 4,23E10 nm3/jaar en een levensduur van 60 jaar. Dus totaal 2,54E+12 nm3 gas. 100 000 nm3 waterstof is 8994 kg. Dus per kg 11,119 nm3 waterstof. 11,119 nm3 waterstof / 2,54E+12 = 4,38E-12 fabrieken per kg
Output: Waterstof	A1-A3	-	Ecoinvent 3.6	1	ton	LHV: 119,96 MJ / kg
Output: elektriciteit	A1-A3	-	Ecoinvent 3.6	9,918*60*60/8994= 3,97	MJ	9,918 MW elektriciteit output komt neer op 9,918 MJ per seconde. Dit wordt omgerekend naar MJ/h en vervolgens omgerekend naar kg waterstof. Hiermee wordt 3,2% van de impact van het SMR process

Waterstof productie, SMR						
Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
						gealloceerd aan de geleverde elektriciteit.
Compressie van waterstof	A1-A3	Eigen profiel	-	11	MJ	Zie elektrisch materieel groen / grijs. Hoeveelheid uit TNO (2016) [18]. De compressie moet niet worden gealloceerd, deze processtap vindt alleen plaats voor waterstof, niet voor het co-product elektriciteit.

Voor met stoom methaan-omvorming gemaakt waterstof geldt dat deze door aanwezige verontreinigingen niet optimaal geschikt is voor gebruik in een waterstof brandstofcel. Daarom moet de SMR-waterstof nog een zuiveringsstap ondergaan voor deze goed genoeg is om in de brandstofcel van de H₂ vrachtwagen ingezet te kunnen worden. De impact van de zuivering is in vergelijking met de omvormings- en compressiestappen beperkt. In deze verkennende MKI-berekening is ervoor gekozen de zuiveringsstap te verwaarlozen. Zodra praktijkdata over de additionele impact van (grootschalige) zuivering van grijze waterstof beschikbaar komen kunnen deze nog worden opgeteld bij het hier gepresenteerde getal.

Voor waterstof uit elektrolyse nemen we de scheepsbrandstoffenstudie van TNO uit 2016 (R10662) als uitgangspunt [18] De gebruikte techniek is sinds 2016 niet noemenswaard veranderd en derhalve zijn de toen gerapporteerde gegevens nog representatief. Hierin wordt het stroomverbruik geactualiseerd met nieuwe data uit het rapport “Study on early business cases for H2 in energy storage and more broadly power to H2 applications” van Tractebel uit juni 2017 [19]. Uit tabel 24 van dit rapport kan het stroomverbruik worden afgelezen afhankelijk van het type technologie, het uitgangsjaar (2017 of 2025) en het vermogen. We gaan uit van de meest waarschijnlijke optie voor groene waterstof voor wegtransport: PEM technologie in 2017 met een vermogen van 20MW. Momenteel is er nog geen sprake van grootschalige waterelektrolyse om waterstof te maken. Er zijn wel al enkele pilotplants, waarvan de wat grotere typisch een vermogen van 20 MW hebben. Dit vermogensniveau is zodoende een geschikt compromis tussen beperkte beschikbaarheid en rendementsvoordeel door schaafeffecten (grotere plants halen meestal een hoger rendement). Hierbij hoort een stroomverbruik van 58 kWh per kg waterstof, zie

Tabel 24. Bij opschaling naar grotere vermogens zal er rekening gehouden moeten worden met de coproductie van zuurstof. Bij een plant van 20MW zal de ontstane zuurstof uit de reactie waarschijnlijk niet worden afgevangen en verkocht als co-product, omdat de grootte van deze stroom niet rendabel genoeg is. Daarom wordt dit niet meegenomen in deze analyse. Bij grotere plants wordt de geproduceerde hoeveelheid zuurstof aanzienlijk en zal deze eerder worden afgevangen en verkocht worden als bijproduct. Allocatie is dan noodzakelijk, wat de footprint van waterstof aanzienlijk kan verminderen wanneer er gekozen wordt voor economische allocatie.

Tabel 24 Waterstof productie, elektrolyse, per kg

Proces	Waterstof productie, elektrolyse					
	Fase	Milieu-profiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Elektriciteit voor elektrolyse	A1-A3	Groen: 0496-pro&Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh Grijs: 0494-pro&Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh	Nationale Milieudatabase 3.4	58	kWh	Zie elektrisch materieel groen / grijs. Hoeveelheid uit Tractebel (2017)
Gedemineraliseerd water	A1-A3	Water, ultrapure {RER} market for water, ultrapure Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$5556 \cdot 2 / 1000 = 11,112$	Kg	Hoeveelheid uit TNO 2016
Installatie voor elektrolyse	A1-A3	Fuel cell, stack polymer electrolyte membrane, 2kW electrical, future {RoW} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$10.000 / (25,86 \cdot 10^6) = 0,0004$	stuk	Deze proceskaart representeert een brandstofcel, die nodig is bij de omzetting van waterstof in elektriciteit. Bij gebrek aan een betere proceskaart wordt deze gebruikt als benadering voor de installatie die nodig is bij elektrolyse volgens PEM. De plant heeft een vermogen van 20 MW, dus zijn er 10.000 units nodig. Uit rapport IEA: "Full load hours of electrolyzers assumed to be 5 000 hours per year." Wanneer we 15 jaar gebruik aannemen (daarna uitstekende recycle/refurbish opties), kan deze fabriek dus $15a \cdot 5000 \text{ h} \cdot a^{-1} \cdot 20 \text{ MW} \cdot 58 \text{ kWh} \cdot \text{kg}^{-1} = 25,86 \text{ kton H}_2$ maken. Ref IEA: "The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions," World Energy Outlook Special Report, IEA (2021)
Compressie	A1-A3	Eigen profiel	-	11	MJ	Zie elektrisch materieel groen / grijs. Hoeveelheid uit TNO (2016)

Aanlegfase (A4-A5)

Het is onwaarschijnlijk dat waterstof getransporteerd wordt van een productielocatie naar een tankstation, vanwege de lage dichtheid die het transport inefficiënt maakt. Het is daarmee waarschijnlijker dat waterstof lokaal geproduceerd zal worden waar het nodig is.

3.7.3 Gebruiksprofiel Waterstof bouwmachines

Tijdens de gebruiksfase vinden er geen emissies plaats, behalve de emissie van water naar lucht (9 kg water per kg waterstof obv molaire massa's en de reactievergelijking).

Tabel 25 Basis productkaart gebruiksprofiel waterstof, per 1 kg.

Proces	Levensfase	Milieuoprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Directe emissies	B1	Water	-	9	kg	Emissies van water naar lucht

3.7.4 Kapitaalgoederen, bouwmachines, waterstof

In tabel 26 hieronder wordt de opbouw van het basisprofiel kapitaalgoederen weergegeven. Hierbij worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bij de elektrische bouwmachine.

In plaats van een Li-Ion accu, bevat deze een brandstofcel en een kleine hulpaccu. De uitgangspunten hiervan zijn overgenomen en geëxtrapoleerd vanuit "vrachtwagen, waterstof" uit de 2021-versie van dit rapport.

Tabel 26 Basisprofiel kapitaalgoederen voor waterstof bouwmachines, per 1 stuk

Proces	Fase	Milieuoprofiel	Database/bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Kapitaalgoederen	B1	Eigen proceskaart	Ecoinvent 3.6	1	piece	Zelfde waarde als voor Diesel bouwmachines.
Brandstofcel	B1	Eigen modellering	Ecoinvent 3.6	$((75+130)/2)*0,75 = 76,9$	kW	vermogen stack zal circa 75% van het piekvermogen moeten kunnen leveren. Er wordt gerekend met hetzelfde vermogen als voor de elektrische bouwmachines 102,5kW (75-130kW).
Hulpaccu	B1	Li-Ion accu - inclusief einde leven, per kg	Nationale Milieudatabase	$1,67 / 4 * 47 = 19,66$	kg	In de 2021 versie van dit rapport, is er voor de vrachtwagen Waterstof 4 kWh (47 kg) aan LTO-accu capaciteit gemodelleerd voor 245 kW. Hiervoor is de Li-Ion-accu als referentie aangehouden. Om deze reden wordt hier het basisprofiel per kg gebruikt; dit betreft de eigen modellering die ook wordt toegepast voor elektrisch groen/grijs. Dit is naar rato geëxtrapoleerd voor de bouwmachines.

						4 * 102/245 = 1,67 kWh
--	--	--	--	--	--	------------------------

Tabel 27 hieronder toont de modellering van de brandstofcel, voorzien van een einde leversduurscenario. Hiervoor is het originele Ecolnvent-proces als basis gepakt, maar geschaald naar “per kW” (aangezien 1p 2kW bevat). De Ecolnvent kaart van de brandstofcel bevat reeds een afvalverwerkingsproces, deze bevat het transport (C2) en het verbranden van plastics.

Verder wordt hier uit gegaan van manuele demontage en recycling van het staal, aluminium en platina (vanwege de zeer hoge waarde). De hoeveelheden van deze metalen in “Fuel cell, stack polymer electrolyte membrane, 2kW electrical, future {RoW}| production | Cut-off, U”, per kW staan weergegeven in Tabel 28. In de modellering in SimaPro is als eenheid “p” gebruikt, wat dus staat voor 1kW brandstofcel.

Tabel 27 Basis productkaart kapitaalgoederen voor waterstof brandstofcel, per 1 kW.

Proces	Fase	Milieuoprofiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Brandstofcel	A1-A3	Fuel cell, stack polymer electrolyte membrane, 2kW electrical, future {RoW} production Cut-off, U	0,5	p	0,5 piece, want eenheid is 1 kW.
Manuele Demontage	C3	"Used powertrain from electric passenger car, manual dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric passenger car, manual dismantling Cut-off, U"	6,17	kg	Manuele ontmanteling is representatief vanwege de hoge waarde van platinum. Massa voor 1 kW brandstofcel is 6,17kg [20]
EOL Aluminium AVI	C4	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland} treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)	0,3 * 0,05 = 0,015	kg	forfaitair einde leven NMD (metalen, overig), 5% AVI
EOL Aluminium Stort	C4	0239-sto&Stort aluminium (o.b.v. Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U)	0,3 * 0,05 = 0,015	kg	Forfaitair einde leven NMD (metalen, overig), 5% stort
EOL Aluminium recycling	D	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)	0,3 * (0,9-0,3) = 0,18	kg	forfaitair einde leven NMD (metalen, overig) 90% recycling, netto output is 0,90-0,3 = 0,60
EOL Staal - stort	C4	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	0,1 * 0,05 = 0,005	kg	forfaitair einde leven NMD, (metalen, overig) 5% stort
EOL Staal- AVI	C4	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland} treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	0,1 * 0,05 = 0,005		forfaitair einde leven NMD (metalen, overig) , 5% AVI
EOL Staal- recycling module D	D	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd	0,1 * (0,9 - 0,14) = 0,076	kg	forfaitair einde leven NMD

		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)			(metalen, overig), 90% recycling, 14% secundair. Netto uitstroom is 0,90-0,14 = 0,76
EOL Platinum - verbranding	C4	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)	$7,5E-4 * 0,082 = 6,15E-5$	kg	Geen referentie geschikte referentie voor C4 Platinum, aanname dat verbranden meest realistisch/conservatief is.
Vermeden product	D	Platinum {GLO} market for Cut-off, U	$7,5E-4 * 0,918 = 6,89E-4$	kg	91,8 % recycling gemiddeld [20]

Tabel 28 Samenstelling van metalen aanwezig in brandstofcel, per 1 kW (o.b.v. Fuel cell, stack polymer electrolyte membrane, 2kW electrical, future {RoW}) | production | Cut-off, U).

Referentie	Hoeveelheid	Eenheid	Secundair-%
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	0,3	kg	30%
Platinum {GLO} market for Cut-off, U	$7,5E-4$	kg	4,5%
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	0,1	kg	14%

3.3 Decompositie in materialen en processen van vrachtwagens

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 5 t/m Tabel 35 wordt per deelproduct aangegeven welke materialen, processen en referenties gehanteerd zijn.

3.3.1 Algemene processen gebruiksfase vrachtwagens

3.3.1.1 Productie, onderhoud en end-of-life

Voor het modeleren van de slijtage van een vrachtwagen is het Ecoinvent-proces “Lorry, 16 metric ton {GLO} | market for | Cut-off, U” gebruikt, omdat dit proces ook in de Ecoinvent-processen “Transport, freight, lorry >32 metric ton, Euro 5 en 6” wordt gebruikt en dit proces up-to-date en representatief wordt geacht.

Hierbij nemen we aan dat de factor (9,65E-8 piece / t*km) die wordt gebruikt gecorrigeerd is voor de keuze van een lichter type vrachtwagen (16 i.p.v. 32 metric ton). Dit lijkt ook het geval als we deze factor vergelijken met data uit andere bronnen. In detail: in het geval van Euro 5 en Euro 6 vrachtwagens rijden vrachtwagens gemiddeld 36532 km/jaar. De gemiddelde levensduur is 13,4 jaar en de gemiddelde laadfactor voor GWW 29,96 ton [21]. De afschrijving per t*km transport is dan $1 / (36532 \text{ km/jaar} * 13,4 \text{ jaar} * 29,96 \text{ ton}) = 6.818E-8$.

De factor van afschrijving kan worden omgerekend naar afschrijving per liter diesel door deze factor te delen door het diesel gebruik in kg uit de Ecoinvent-processen “Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER} | transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U” en “Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} | transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U”, namelijk (0,01917 kg voor Euro 5 en 0,01919 kg voor Euro 6) en vervolgens te vermenigvuldigen met de dichtheid van diesel (0,832 kg/l). De afschrijving per liter diesel komt dan neer op:

- Euro 5: $(9,65E-8 \text{ piece/t*km} / 0,01917 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 4,19E-6 \text{ piece per liter diesel}$.
- Euro 6: $(9,65E-8 \text{ piece/t*km} / 0,01919 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 4,18E-6 \text{ piece per liter diesel}$.

Deze twee factoren kunnen ook worden overgenomen voor het modelleren van het onderhoud aan de vrachtwagens met het Ecoinventproces “Maintenance, lorry 16 metric ton {RER} | market for maintenance, lorry 16 metric ton | Cut-off, U”, omdat in dit proces de milieu-impact van het onderhoud aan een vrachtwagen over zijn gehele levensduur in kaart wordt gebracht en ook het meest representatieve proces is, dat beschikbaar is. Omdat de afschrijving en het onderhoud evenredig zijn met de gereden kilometers en dus de calorische waarde van de brandstoffen, is het onderhoud en de afschrijving voor de andere brandstoffen gecorrigeerd met de calorische waarde, zie Tabel 19.

Tabel 29 Fracties van onderhoud en afschrijving van Euro 5 & 6 vrachtwagens gewogen per liter brandstof.

	Diesel	GTL
Stookwaarde (MJ/l)	35.9	34.3
Fractie van aantal vrachtwagens Euro 5 die gemodelleerd wordt (*10 ⁻⁶ piece/liter)	4,19	4,00
Fractie van aantal vrachtwagens Euro 6 die gemodelleerd wordt (*10 ⁻⁶ piece/liter)	4,18	4,00
Fractie van onderhoud Euro 5 die gemodelleerd wordt (*10 ⁻⁶ piece/liter)	4,19	4,00
Fractie van vrachtwagens Euro 6 die gemodelleerd wordt (*10 ⁻⁶ piece/liter)	4,18	4,00

Hoewel het ontmantelen en shredden van de vrachtwagen reeds is meegenomen in proces “Lorry, 16 metric ton {GLO}| market for | Cut-off, U”, “verdwijnen” de metalen aan het einde van de levensduur. Hierdoor worden de voordelen van uitgespaarde metalen door recycling niet meegenomen.

Tabel 30 hieronder toont de aanwezige metalen in bovengenoemde productkaart.

Tabel 30 Samenstelling van metalen aanwezig in de productkaart :“Lorry, 16 metric ton {GLO}| market for | Cut-off, U”

Proces	Hoeveelheid	Eenheid
Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U	68,8	kg
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	146,2	kg
Cast iron {GLO} market for Cut-off, U	1450	kg
Copper {GLO} market for Cut-off, U	30	kg
Pig iron {GLO} market for Cut-off, U	1630	kg
Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U	2260	kg
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	5	kg
Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	11,4	kg

Tabel 31 hieronder toont de opbouw van het basisprofiel kapitaalgoederen vrachtwagen, inclusief einde levensduur.

Tabel 31 Basisprofiel voor kapitaalgoed vrachtwagen, 1 stuk.

Proces	Fase	Referentie	Hoeveelheid	Eenheid	Bron / uitgangspunten
Vrachtwagen kapitaalgoed	A1-A3	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Cut-off, U	1	p	
Aluminium Recycling	D	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)	$(0,97 - 0,74) * 68,8 + (0,97 - 0,30) * 146,2 = 114$	kg	97% recycling, cast alloy 74% secundair, wrought alloy 30% secundair.
Koper Recycling	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)	$30 * (0,95 - 0,2) = 22,5$	kg	95% recycling, 20% secundair materiaal,
Staal recycling	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)	$2260 * (0,95 - 0,36) + 5 * (0,95 - 0,14) + 11,4 * (0,95 - 0,41) = 1,34E3$	kg	95% recycling, Reinforcing Steel {GLO} 36% secundair, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} 14% secundair Steel, Low Alloyed, hot rolled {GLO} 41% secundair.
IJzer recycling	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)	$1450 * (0,95 - 0,39) - 1630 * (0,95 - 0) = -2365,14$	kg	cast iron {GLO} 39% secundair, Pig Iron {GLO} 0% secundair.

3.3.1.2 Emissies van remmen

De emissies gerelateerd aan vrijkomend remstof zijn gebaseerd op de rapportage: “Emissieschattingen Diffuse bronnen - Emissieregistratie: remslijtage” [22]. De informatie uit deze rapportage die is gecombineerd om de0 rem-emissies van vrachtwagens per gebruik van een liter diesel te bepalen, is:

- emissiefactor voor vorming van stof uit remvoering gegeven in mg/km voor verschillende type wegen (snelwegen, binnen en buiten de bebouwde kom) (Tabel 20);
- verkeersprestatie van vrachtwagens in 2014 voor de verschillende type wegen (Tabel 20);
- verdeling van de emissies over de compartimenten lucht, bodem, riool en het voertuig (Tabel 20);
- en samenstelling van remstof vrijkomend bij remslijtage met de eenheid kg per kg remstof (Tabel 22).

De gemiddelde hoeveelheid geëmitteerde remstof kan nu dus worden berekend door de vermenigvuldiging van de remstof in kg/km te vermenigvuldigen met fractie van verkeersprestatie en % emissies naar bestemming te sommeren. Het resultaat zijn de gemiddelde emissies naar lucht, bodem, riool en auto zoals weergegeven in de meest rechter kolom van Tabel 32.

Tabel 32 Achtergrondgegevens voor de berekening van de gemiddelde emissie (in kg/km) veroorzaakt door remslijtage.

	Binnen bebouwde kom	Landelijke wegen	Snelwegen	Gemiddelde emissie (kg/km)
<i>Verkeersprestaties vrachtwagens (miljoen km)</i>	364	467	1277	-
<i>Fractie verkeersprestaties (%)</i>	0.17	0.22	0.61	-
<i>Totaal gewicht remstof van vrachtwagens (ton)</i>	25	10	14	-
<i>Kilogram remstof per kilometer (kg/km)</i>	6,86E-05	2,14E-05	1,10E-05	-
<i>Percentage remstof geëmitteerd naar lucht</i>	49%	49%	49%	1,14E-05
<i>Percentage remstof geëmitteerd naar bodem</i>	8%	18%	18%	3,00E-06
<i>Percentage remstof geëmitteerd naar riool</i>	12%	2%	2%	1,65E-06
<i>Percentage remstof dat aan auto blijft zitten</i>	31%	31%	31%	7,21E-06

De gemiddelde emissie in kg/km kan als volgt worden omgerekend naar emissie in kg per liter:

- Voor Euro 5: $1,14E-05 \text{ kg/km} / (0,01917 \text{ kg/t} \cdot \text{km} \cdot 29,96 \text{ t}) \cdot 0,832 \text{ kg/l} = 1,65E-5 \text{ kg emissie per liter diesel.}$
- Voor Euro 6: $1,14E-05 \text{ kg/km} / (0,01917 \text{ kg/t} \cdot \text{km} \cdot 29,96 \text{ t}) \cdot 0,832 \text{ kg/l} = 1,65E-5 \text{ kg emissie per liter diesel.}$

Merk op dat deze berekening gewijzigd is ten opzichte van de TNO studie uit 2018: daar werd er vermenigvuldigd boven de deelstreep met 29,96 t, waar de vermenigvuldiging hier onder de deelstreep staat. Effectief moeten de remstof getallen in de 2018 rapportage allemaal gedeeld worden door $29,96^2 = 897,6$

Omdat de rememissies evenredig zijn met de gereden kilometers en dus de calorische waarde van de brandstoffen, zijn de emissiefactoren voor de andere brandstoffen gecorrigeerd met de calorische waarde (

Tabel 33).

Tabel 33 Rememissie naar lucht, bodem en lucht van Euro 5 en 6 vrachtwagen per liter brandstof.

	Diesel	GTL
Stookwaarde (MJ/l)	35.9	34.3
Rememissie naar lucht van Euro 5 vrachtwagen (kg/liter)	1,65E-05	1,57E-05
Rememissie naar lucht van Euro 6 vrachtwagen (kg/liter)	1,65E-05	1,57E-05
Rememissie naar water van Euro 5 vrachtwagen (kg/liter)	2,40E-06	2,28E-06
Rememissie naar water van Euro 6 vrachtwagen (kg/liter)	2,38E-06	2,28E-06
Rememissie naar bodem van Euro 5 vrachtwagen (kg/liter)	4,34E-06	4,14E-06
Rememissie naar bodem van Euro 6 vrachtwagen (kg/liter)	4,33E-06	4,14E-06

Deze rememissies zijn gemodelleerd door de gemiddelde emissiefactor te vermenigvuldigen met de samenstelling van het remstof weergeven in Tabel 34. Hierbij is aangenomen dat de emissies naar riool geheel in het oppervlaktewater terecht komen (het "worst-case" scenario) en dus gemodelleerd als emissies naar water. Het percentage van de remstof dat aan de auto vast blijft zitten is niet gemodelleerd, omdat deze pas vrijkomt bij een wasbeurt en dus dit niet in direct in het milieu terecht komt.

Tabel 34 Samenstelling van 1kg remstof vrijkomend bij remslijtage.

Emissie	Emissie per kg remstof (kg/kg)
Particulate Matter, <10um	4.90E-01
Aluminium	1.00E-03
Antimony	8.00E-04
Bismut	6.56E-04
Chromium	4.00E-04
Phosphorus	4.36E-04
Iron	6.76E-02
Cobalt	6.50E-04
Copper	3.80E-03
Lead	4.16E-04
Manganese	5.00E-04
Molybdenum	3.00E-04
Nickel	1.00E-04
Silicon	1.90E-03
Tin	1.10E-03
Titanium	3.00E-04
Carbon	1.12E-02
Sulfate	1.00E-03
Vanadium	1.00E-04
Tungsten	5.81E-04
Zinc	1.50E-03

3.3.1.3 Emissies van banden en het wegdek

Voor de emissies gepaard gaande met banden en wegslijtage zijn de Ecoinvent processen 'Tyre wear emissions, lorry {RER}| treatment of' en 'Road wear emissions, lorry {RER}| treatment of' gebruikt. Deze Ecoinvent processen zijn gebaseerd op vrij recente en onderbouwde data uit 2013 en zijn representatief.

Bovendien is het aandeel van de milieu-impact van de emissies verbonden aan slijtage van de banden en het wegdek gering zijn vergeleken met de totale milieu-impact van het gebruik van vrachtwagen.

De hoeveelheid emissie per liter diesel door deze factor te delen door het diesel gebruik in kg uit de Ecoinvent-processen "Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U" en "Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER}| transport,

freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U”, namelijk (0,01917 kg voor Euro 5 en 0,01919 kg voor Euro 6) en vervolgens te vermenigvuldigen met de dichtheid van diesel (0,832 kg/l). De emissie per liter diesel komt dan neer op:

- Emissies door bandenslijtage voor Euro 5: $(1,6760E-4 \text{ kg/t*km} / 0,01917 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 7,27E-3 \text{ kg}$ per liter diesel.
- Emissies door bandenslijtage voor Euro 6: $(1,6760E-4 \text{ kg/t*km} / 0,01919 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 7,27E-3 \text{ kg}$ per liter diesel.
- Emissies door wegdekslijtage voor Euro 5: $(1,4561E-5 / 0,01917 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 6,32E-4 \text{ kg}$ per liter diesel.
- Emissies door wegdekslijtage voor Euro 6: $(1,4561E-5 / 0,01919 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 6,31E-4 \text{ kg}$ per liter diesel.

Omdat de emissies evenredig zijn met de gereden kilometers en dus de calorische waarde van de brandstoffen, zijn de emissiefactoren voor de andere brandstoffen gecorrigeerd met de calorische waarde (Tabel 35).

Tabel 35 Emissiefactoren door banden- en wegslijtage voor Euro 5 en 6 vrachtwagens gewogen per liter brandstof.

	Diesel	Biodiesel	HVO	GTL
Stookwaarde (MJ/l)	35,9	33,1	34,5	34,3
Emissiefactor bandenslijtage Euro 5 per liter brandstof (*10 ⁻³ kg/liter)	7,27	6,70	6,99	6,95
Emissiefactor bandenslijtage Euro 6 per liter brandstof (*10 ⁻³ kg/liter)	7,27	6,70	6,98	6,94
Emissiefactor wegslijtage Euro 5 per liter brandstof (*10 ⁻⁴ kg/liter)	6,32	5,83	6,07	6,04
Emissiefactor wegslijtage Euro 6 per liter brandstof (*10 ⁻⁴ kg/liter)	6,31	5,82	6,07	6,04

3.3.1.4 Gebruik van weginfrastructuur

Tijdens het transport maken vrachtwagens gebruik van de huidige infrastructuur en wordt dus de slijtage die zij aan de weg veroorzaken meegenomen in de bepaling van de milieu-impact per liter brandstof. Dit is gedaan op basis van de kaart “Road {GLO}| market for | Cut-off, U”. De factor van het gebruik van de wegen tijdens gebruik van 1 liter brandstof is overgenomen van de Ecoinvent-processen “Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER}| transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U” en “Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER}| transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, U”. In deze kaart met de eenheid 1 t*km, is de factor voor weggebruik 0,00109 meter*jaar. Dit kan worden omgerekend naar afschrijving per liter diesel door deze factor te delen door het diesel gebruik in kg uit dezelfde Ecoinvent-processen namelijk (0,01917 kg voor Euro 5 en 0,01919 kg voor Euro 6) en vervolgens te vermenigvuldigen met de dichtheid van diesel (0,832 kg/l). De afschrijving per liter diesel komt dan neer op:

- Euro 5: $(0,00109 \text{ my/t*km} / 0,01917 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 4,73E-2 \text{ meter*jaar}$ per liter diesel.
- Euro 6: $(0,00109 \text{ my/t*km} / 0,01919 \text{ kg/t*km}) * 0,832 \text{ kg/l} = 4,72E-2 \text{ meter*jaar}$ per liter diesel.

Omdat het weggebruik evenredig is met de gereden kilometers en dus de calorische waarde van de brandstoffen, is de factor voor het weggebruik voor de andere brandstoffen gecorrigeerd met de calorische waarde (

Tabel 36).

Tabel 36 Factor van weggebruik voor Euro 5 en 6 vrachtwagens gewogen per liter brandstof.

	Diesel	Biodiesel	HVO	GTL
Stookwaarde (MJ/l)	35,9	33,1	34,5	34,3
Weggebruik in meter*jaar voor Euro 5 vrachtwagens (*10-2 meter*jaar/L)	4,73	4,36	4,55	4,52
Weggebruik in meter*jaar voor Euro 6 vrachtwagens (*10-2 meter*jaar/L)	4,72	4,36	4,54	4,51

3.3.1.5 Gebruik van Adblue

In Euro 6 vrachtwagens wordt Adblue, een oplossing 32,5% ureum en gedemineraliseerd water, gebruikt om de bij de verbranding gevormde stikstofoxiden om te zetten in stikstof en water.

Het Adblue-verbruik is gebaseerd op maximaal 71 g/l, maar binnen Euro 6 vrachtwagens wordt een deel van de uitlaatgassen terug in de verbrandingskamer in geleid om stikstofoxide te reduceren (bekend als EGR (Exhaust gas recirculation)). Het echte gebruik van Adblue wordt dus geschat op 60 g/l, wat betekend 19,7 gram ureum per liter diesel. Dit wordt gemodelleerd door het Ecoinvent-proces "Urea, as N {RER} | production | Cut-off, U". Dit proces komt overeen met 1kg N, dus 2,17kg ureum en verbruik per liter diesel is dus $19,7/2,17=9,08$ gram. Omdat het gebruik van Adblue evenredig is met de gereden kilometers, is het gebruik voor andere brandstoffen gecorrigeerd met de calorische waarde (weergegeven in Tabel 37).

Tabel 37 Gebruik van ureum in Euro 6 vrachtwagens per liter brandstof.

	Diesel	Biodiesel	HVO	GTL
Stookwaarde (MJ/l)	35,9	33,1	34,5	34,3
Gebruik van ureum per liter brandstof (g/liter)	9.08	8.37	8.72	8.67

3.3.2 Vrachtwagen Diesel Euro 5 & 6

In deze paragraaf wordt de productie van diesel en het gebruik van diesel in vrachtwagens beschreven, waarbij Euro 5 en 6 apart vermeld worden.

3.8.2.1 Overzicht decompositie diesel in vrachtwagens

In Tabel 38 wordt een overzicht weergegeven van Diesel fase A1-4 & B1 van Euro 5.

Tabel 38 Vrachtwagen Diesel Euro 5 en 6, per liter brandstof

Proces	Vrachtwagen Diesel Euro 5 en 6					
	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Dieselproductie	A1-A4	Zie productie brandstof bij machines		1	liter	Zoals bij machines
Kapitaalgoederen (Vrachtwagen)	B1	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$4,19 \cdot 10^{-6}$	piece	Zie Tabel 19
Onderhoud vrachtwagen	B1	Maintenance, lorry 16 metric ton {RER} market for maintenance, lorry 16 metric ton Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$4,19 \cdot 10^{-6}$	piece	Zie Tabel 19
Remissie	B1	Eigen model (zie Tabel 22)	Eigen model (zie Tabel 22)	Zie Tabel 21	kg	Zie Tabel 21 (Emissie naar lucht, water, bodem)
Emissie bandenslijtage	B1	Tyre wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$7,27 \cdot 10^{-3}$	kg	Zie Tabel 23
Emissie wegslijtage	B1	Road wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$6,32 \cdot 10^{-4}$	kg	Zie Tabel 23
Weginfrastructuur	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	$4,73 \cdot 10^{-2}$	meter	Zie Tabel 24
Adblue (alleen in euro 6)	B1	Urea, as N {RER} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	9,08	g	Zie Tabel 25
		Carbon dioxide, fossil	-	13,0	g	Het verbruik van 17,7 g ureum levert 13,0 g extra CO ₂ uitstoot/liter diesel.
Verbrandingsemissies	B1	NOx en average emissies	Ecoinvent 3.6	Zie bron	kg	Bron: TNO 2018 [7]. Tabel 21

Euro 6 is vrijwel identiek aan Euro 5. Het enige verschil is de gebruikte omrekenfactoren uit de tabellen uit het rapport van TNO 2018 waarnaar verwezen wordt.

Verder wordt er een correctie gemaakt op de remissies uit het eerdere TNO-rapport uit 2018.

3.3.3 Vrachtwagen GTL Euro 5 & 6

In deze paragraaf wordt de productie van GTL en het gebruik van GTL in vrachtwagens beschreven, waarbij Euro 5 en 6 apart vermeld worden.

3.3.3.1 Overzicht decompositie GTL in vrachtwagens

In Tabel 39 wordt een overzicht weergegeven van GTL fase A1-4 & B1 van Euro 5.

Tabel 39 Vrachtwagen GTL Euro 5 en 6, per liter brandstof

Proces	Vrachtwagen GTL Euro 5 en 6					
	Fase	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
GTL-productie	A1-A4	Zie productie brandstof bij machines	Zie stage klassen	1	liter	Zoals bij Stage klassen
Kapitaalgoederen (Vrachtwagen)	B1	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	4,00*10 ⁻⁶	piece	Zie Tabel 19
Onderhoud vrachtwagen	B1	Maintenance, lorry 16 metric ton {RER} market for maintenance, lorry 16 metric ton Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	4,00*10 ⁻⁶	piece	Zie Tabel 19
Remissie	B1	Eigen model (zie Tabel 22)	Eigen model (zie Tabel 22)	Zie Tabel 21	kg	Zie Tabel 21 (Emissie naar lucht, water, bodem)
Emissie bandenslijtage	B1	Tyre wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	6,59*10 ⁻³	kg	Zie Tabel 23
Emissie wegslijtage	B1	Road wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	6,04*10 ⁻⁴	kg	Zie Tabel 23
Weginfra-structuur	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	4,52*10 ⁻²	meter	Zie Tabel 24
Adblue (alleen Euro 6)	B1	Urea, as N {RER} production Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	8,67	g	Zie Tabel 25
		Carbon dioxide, fossil	-	13,0*0,85 * 34,3 (LHV GTL) / 35,9 (LHV diesel) = 10,6	g	Het verbruik van 17,7 g ureum levert 13,0 g extra CO ₂ uitstoot/liter diesel. Correctie voor GTL ten opzichte van diesel.
Verbrandingsemissies	B1	NOx en overig emissies	Ecoinvent 3.6	Zie bron	kg	Bron: TNO 2018 [7]. Tabel 21

Euro 6 is vrijwel identiek aan Euro 5. Het enige verschil is de gebruikte omrekenfactoren uit de tabellen uit het rapport van TNO 2018 waarnaar verwezen wordt.

3.3.4 Vrachtwagen Elektrisch, groen en grijs

3.3.4.1 Overzicht decompositie vrachtwagen elektrisch

In Tabel 40 zijn de inputs weergegeven per 1 ton*km voor de Vrachtwagen op elektriciteit. Als update van de 2021-versie van dit rapport, is de functionele eenheid geschaald van kWh naar tkm met omrekenfactor 1/10,3 (Tabel 2).

Tabel 40 Basis productkaart voor Elektrische vrachtwagens per ton*km.

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Elektriciteitsproductie	Productie en transmissie van elektriciteit (groen/grijs)	A1-A4	$1 / 10,3 = 9,71E-2$	kWh	Hiervoor worden de volgende (nieuwe) NMD-profielen gehanteerd: Groen: 0496 Grijs: 0496
Gebruiksprofiel	Directe emissies	B	1	/tkm	Gebruiksemissies per tkm
Kapitaalgoederen, vrachtwagen, elektrisch	Vrachtwagen inclusief accu en einde leven	B	$4,19E-6 * 0,238 / 10,3 = 9,68E-8$	p	De elektrische vrachtwagen excl. Accu wordt benaderd door de proceskaart van een reguliere vrachtwagen op diesel. Hoewel de Motoren verschillen zullen zijn, is de aannahme gemaakt dat de is. Een elektromotor is namelijk veel lichter dan een dieselmotor, maar deze bevat ook metalen met een hogere MKI per kg (veel meer koper, soms ook permanent magneten met zeldzame aarden). Waarde voor diesel euro 6 * 0,238 liter Diesel per kwh. Vervolgens / 10,3 om om te rekenen naar p/tkm.

3.3.4.2 Productiefase (A1-3)

De milieuprofielen hiervoor bevatten groene of grijze stroom (2 varianten) in module A1-A3. De overige modules zijn onafhankelijk van de gekozen stroombron. De inputdata van de kapitaalgoederen, remmen en de wegdekinteractie zijn bepaald aan de hand van de data voor vrachtwagens op diesel. De omrekening vindt als volgt plaats aan de hand van hoeveel tkm er met de functionele eenheden voor diesel en elektriciteit gehaald kan worden.

Voor diesel geldt op basis van ecoinvent:

- Euro 5: 0,01917 kg diesel per tkm
- Euro 6: 0,01919 kg diesel per tkm

Voor zware elektrische vrachtwagens schat TNO 13,5 tkm per kWh arbeid uit de motor. Per kWh input komt dit neer op 10,3 tkm per kWh, vanwege de efficiëntie van de elektromotor en de accu (0,9*0,85). De factor waarmee dus moet worden omgerekend is als volgt:

- Waarde per kWh elektrisch input = Waarde per liter diesel Euro 6 * omrekenfactor
- Omrekenfactor (liter diesel / kWh elektriciteit input) = (liter diesel / tkm) * (tkm / kWh elektriciteit input) = (kg diesel / tkm) / dichtheid diesel * (tkm / kWh elektriciteit input)
- De omrekenfactor (liter diesel / kWh elektriciteit input) komt neer op 0,238

3.3.4.3 Gebruiksprofiel Vrachtwagen Elektrisch

De uitgangspunten voor het gebruiksprofiel zijn ongewijzigd t.o.v. de 2021-versie van dit rapport. Er is alleen omgerekend van per kWh naar per tkm, middels de omrekenfactor van 10,3.

Tabel 41 Gebruiksprofiel vrachtwagen elektrisch per tkm

Proces	Fase	Milieuprofile	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Onderhoud vrachtwagen	B1	Maintenance , lorry 16 metric ton {RER} market for maintenance , lorry 16 metric ton Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor diesel euro 6 per liter * 0,238/3/10,3 = 3,22 ^E -8	piece	Onderhoud afgeschat als één derde van die van gewone vrachtwagens (geen versnellingsbakken, sperddifferentiëlen, olie wisselen etc.).
Rememissie	B1	Eigen model (zie Tabel 22)	Eigen model (zie Tabel 22)	Waarde voor diesel euro 6 per liter * 0,05*1,1*0,238/10,3		Rem-emissies worden bij hybride en elektrische aandrijflijnen bijna volledig voorkomen. We gaan uit van 95% reductie. Daarnaast is er 10% opslag dooreen hoger gewicht: effectief 5,5% van waarde diesel. Ref: N. Ligterink, U. Stelwagen en J. Kuenen, <u>TNO- 2014</u> , "Emission factors for alternative drivelines and alternative fuels" [23].
Emissie bandenslijtage	B1	Tyre wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor diesel euro 6 per liter * 0,238*1,1/10,3 = 1,84 E-4	kg	Wegslijtage en bandenslijtage beiden opgehoogd met relatieve gewichtstoename (sterk afhankelijk van autonome actieradius en het gewicht van het benodigde accupakket). Er is +10% ingeschat door TNO.
Emissie wegslijtage	B1	Road wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor diesel euro 6 per liter * 0,238*1,1/10,3 = 1,6 ^E -5	kg	Wegslijtage en bandenslijtage beiden opgehoogd met relatieve gewichtstoename (sterk afhankelijk van autonome actieradius en het gewicht van het benodigde accupakket). Er is +10% ingeschat door TNO.
Weginfrastructuur	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor diesel euro 6 per liter * 0,238*1,05 = 1,18 ^E -2 1,18 ^E -2/10,3 = 1,15 ^E -3	meter	Het wegdek slijt minder snel door "all wheel drive". Elektrische vrachtwagens zijn daarentegen wel zwaarder. TNO schat Effectief een +5% in, ten opzichte van een diesel vrachtwagen.

3.3.4.4 Kapitaalgoederen vrachtwagen elektrisch

Tabel 42 hieronder toont de proceskaart van de kapitaalgoederen voor een elektrische vrachtwagen.

Tabel 42 Productkaart Kapitaalgoederen Vrachtwagen Elektrisch grijs / groen, per stuk

Proces	Fase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Kapitaalgoederen, vrachtwagen, basis	B1	Eigen modellering (zie 3.3.1)	Ecoinvent 3.6	1	stuks	De elektrische vrachtwagen excl. Accu wordt benaderd door de proceskaart van een reguliere vrachtwagen op diesel. Hoewel de Motoren verschillen zullen zijn, is de aanname gemaakt dat de is. Een elektromotor is namelijk veel lichter dan een dieselmotor, maar deze bevat ook metalen met een hogere MKI per kg (veel meer koper, soms ook permanent magneten met zeldzame aarden).
Basis proceskaart Lithium accu, per kWh	B1	Eigen modellering (zie 3.2.6.4)	Ecoinvent 3.6	400	kWh	Uitgegaan van een grove praktijkgemiddelde waarde op basis van onderstaande informatie: Volvo FL elektrisch max. 6 pakketten van 66 kWh (keuze klant) d.w.z. 396 kWh max = 1976 kg Mercedes-Benz eActross 3 of 4 pakketten van 105 kWh elk, d.w.z. 420 kWh max = 2100 kg DAF CF elektrisch 350 kWh = 1750 kg

3.3.5 Vrachtwagen Waterstof, SMR en Elektrolyse grijs en groen

3.3.5.1 Overzicht decompositie

In Tabel 43 zijn de inputs weergegeven per 1 ton*km voor de Vrachtwagen op waterstof. Het waterstofprofiel voor vrachtwagens kan omgerekend worden van kg naar ton*km via 10,3 ton*km per kWh elektriciteit input en 95 g H₂ per kWh. Dit komt neer op 108,4 ton*km per kg waterstof.

Tabel 43 Basis productkaart voor waterstofvrachtwagens per ton*km.

Basisprofiel	Beschrijving	Levensfase	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Waterstofproductie	Productie en transmissie van waterstof (SMR en elektrolyse groen/grijs)	A1-A4	1 / 108,4 = 9,23E-3	kg	Zie paragraaf 3.2.7.2 voor de decompositie van waterstofproductie.
Gebruiksprofiel	Directe emissies	B	1	/tkm	Gebruiksemissies per tkm
Kapitaalgoedere n, vrachtwagen, elektrisch	Vrachtwagen inclusief accu en einde leven	B	9,68E-8	p	Gelijk aan elektrische vrachtwagen

3.3.5.2 Waterstof Productie (A1-3)

De productie van waterstof staat beschreven in paragraaf 3.2.7.2.

3.3.5.3 Gebruiksfase vrachtwagen waterstof (B1-B5)

Tijdens de gebruiksfase vinden er geen verbrandingsemissies plaats, behalve de emissie van water naar lucht (9 kg water per kg waterstof obv. mol massa's en de reactievergelijking).

De uitgangspunten voor het gebruiksprofiel zijn ongewijzigd t.o.v. de 2021-versie van dit rapport. Dit is gelijk als voor elektrisch, alleen voor de directe emissies is er omgerekend van kg naar per tkm, middels de omrekenfactor van 108,4 (Tabel 2).

Tabel 44 Basis productkaart gebruiksfase voor waterstof vrachtwagens, per tkm waterstof.

Proces	Levensfase	Milieuprofiel	Database / Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Directe emissies	B1	water	-	9/108,4=8,3E-2	kg	Emissie van water naar lucht, waarde per kg waterstof is 9kg.
Onderhoud vrachtwagen	B1	Maintenance, lorry 16 metric ton {RER} market for maintenance, lorry 16 metric ton Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor elektrische vrachtwagen	piece	Zelfde als elektrisch
Remissie	B1	Eigen model (zie Tabel 22)	Eigen model (zie Tabel 22)	Waarde voor elektrische vrachtwagen	kg	
Emissie bandenslijtage	B1	Tyre wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor elektrische vrachtwagen	kg	

Emissie wegslijtage	B1	Road wear emissions, lorry {RER} treatment of Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor elektrische vrachtwagen	kg	
Weginfrastructuur	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	Ecoinvent 3.6	Waarde voor elektrische vrachtwagen	meter	

3.3.5.4 Kapitaalgoederen Vrachtwagen Waterstof

Voor de kapitaalgoederen wordt er uitgegaan van de originele kapitaalgoederen van een Elektrische vrachtwagen. De omrekening vindt plaats aan de hand van de hoeveelheid waterstof die nodig is om 1 kWh elektriciteit te genereren. Dat bedraagt ongeveer 95 g H₂/kWh.

Tabel 45 hieronder toont de proceskaart van de kapitaalgoederen voor een waterstofvrachtwagen.

Tabel 45 Basis productkaart kapitaalgoederen voor waterstofvrachtwagen, per stuk

Proces	Fase	Milieu-profiel	Database/bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Kapitaal-goederen	B1	Eigen proceskaart	Ecoinvent 3.6	1	piece	
Brandstofcel	B1	Eigen modellering brandstofcel (zie 3.2.7.4)	Ecoinvent 3.6	$(190+300) / 2 = 245$	kw	vermogen stack zal circa 75% van het piekvermogen moeten kunnen leveren (d.w.z. 190 kW voor distributie of 300 kW voor zware truck. Er wordt nu gewerkt met een gemiddelde.
Hulpaccu	B1	Eigen modellering Li-Ion Accu, per kg	Ecoinvent 3.6	47	kg	High power hulpaccu is typisch goed voor enkele kilometers rijden. Naar schatting 4 kWh accu high-power (lithiumtitaanaat, ander type en specifieke energie) is ongeveer 85 Wh/kg. 4 kWh LTO accu weegt dus ongeveer 47 kg. Er is slechts één Lithium-accuprofiel in Ecoinvent 3.6. Daarom wordt deze het meest representatief geacht.

3.4 Decompositie in materialen en processen van Personenvervoer

3.4.1 Personenvervoer Elektrisch

3.4.1.1 Overzicht decompositie personenvervoer elektrisch

In Tabel 46 zijn de inputs weergegeven per 1 km voor personenvervoer op elektriciteit. Het huidige EcolInvent profiel (Transport, passenger car, electric {GLO}| processing | Cut-off, U) valt onder de categorie “klein”. Deze is als basis genomen, en vervolgens omgerekend naar middel en groot.

De levensduur van de elektrische personenauto in EcolInvent wordt niet representatief geacht. De accu wordt in EcolInvent erg conservatief afgeschreven op 100.000km. Literatuur geeft echter aan dat dit een onrealistisch lage waarde is, en dat de accu veel meer kilometers kunnen maken alvorens 80% van de originele capaciteit resteert. De inschattingen van de levensduur van de lopen sterk uiteen van 230.000 km [23] tot aan 450.000 -1.350.000 km [24]. Bij een rest capaciteit van 80% wordt de accu doorgaans als einde leven beschouwd. Voor alledaagse toepassing in personenvervoer zullen de lithium accu's echter nog adequaat functioneren tot een capaciteit van 60% [23]. Op basis van bovenstaande uiteenzetting is de levensduur van de accu en de personenauto zelf opgehoogd naar 450.000 km. Zie uitgangspunten in de tabellen in deze paragraaf voor een toelichting.

Tabel 46 Decompositie basisproductkaart personenvervoer elektrisch, per km

Productkaart Elektrisch personenvervoer	Beschrijving	Klein	Middel	Groot	Eenheid	Uitgangspunten
Elektriciteitsproductie	Productie en transmissie van groene en/of grijze stroom	1,99E-01	128% * 1,99 ^E -01 = 2,55E-01	160% * 1,99E-01 =3,18E-01	kWh	Verbruik geschaald a.d.h.v. de verhouding Diesel verbruik tussen klein, middel en groot personenvervoer (NMD-referenties 0389,0393 en 0397)
Gebruiksprofiel	Overige emissies specifiek per voertuig grote	1 x klein	1 x middel	1 x groot	/km	
Kapitaalgoederen	Materieel inclusief einde leven en onderhoud	2,22E-06	2,22E-06 * 133% = 2,96E-06	2,22E-06 * 167% = 3,71E-06	p	Op basis van 450.000km per voertuig ^{13,7} Geschaald voor middel en groot a.d.h.v. het verschil in massa tussen klein, middel en groot voor diesel personenvervoer (NMD-referenties 0389,0393 en 0397).

3.4.1.2 Elektriciteitsproductie

Elektriciteitsproductie is hetzelfde als voor bouwmachines en vrachtwagens (3.2.6.2).

3.4.1.3 Gebruiksprofiel personenvervoer Elektrisch

In Tabel 47 hieronder wordt het gebruiksprofiel getoond.

Tabel 47 Decompositie gebruiksprofiel personenvervoer elektrisch, per km,

Proces	Fase	Milieuprofiel	Hoeveelheid klein	Hoeveelheid middelgroot	Hoeveelheid groot	Eenheid	Uitgangspunten
Onderhoud voertuig	B1	Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO} market for Cut-off, U	2,22E-06	2,22E-06 * 133% = 2,96E-06	2,22E-06 * 167% = 3,71E-06	p	Massa geschaald a.d.h.v. personenvervoer Diesel: de verhouding tussen klein, middel en groot personenvervoer (NMD-profielen 0389,0393 en 0397)
Wegonderhoud	B1	Road maintenance {RER} market for road maintenance Cut-off, U	2,65E-04	2,65E-04	2,65E-04	my	Zelfde als voor Diesel personenvervoer (dit schaalt voor Diesel ook niet mee tussen klein, middel en groot).
Weggebruik	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	4,87E-04	4,87E-04 * 133% = 6,50E-04	4,87E-04 * 167% = 8,13E-04	my	Geschaald a.d.h.v. personenvervoer Diesel: de verhouding tussen klein, middel en groot personenvervoer (NMD-profielen 0389,0393 en 0397)
Remslijtage	B1	Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	1,05E-06	1,05E-06 * 133% = 1,40E-06	1,05E-06 * 167% = 1,75E-06	kg	
Wegslijtage	B1	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	1,16E-05	1,16E-05 * 133% = 1,54E-05	1,16E-05 * 167% = 1,94E-05	kg	
Bandslijtage	B1	Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	6,76E-05	6,76E-05 * 133% = 8,99E-05	6,76E-05 * 167% = 1,13E-04	kg	

3.4.1.4 Kapitaalgoederen elektrisch personenvervoer

Tabel 48 hieronder toont de decompositie van de kapitaalgoederen inclusief eindeleven van 1 stuk personenauto elektrisch klein, inclusief accu. Dit is gebaseerd op "Passenger car, electric, without battery {GLO}| production | Cut-off, U". Voor middel en groot is het aantal stuks dat wordt afgeschreven geschaald (Tabel 46).

Voor het recyclingscenario, is wederom het koper, aluminium en staal meegenomen. Dit is op basis van 918kg "passenger electric without battery {GLO}". Zie Tabel 49 en Tabel 50. Het staal uit de glider is naar rato gecorrigeerd voor de hoeveelheid staalschroot die in de productie vrijkomt. Het eindeleven van de accu is reeds meegenomen in de desbetreffende productkaart (zie 3.2.6.4).

Tabel 48 Decompositie kapitaalgoederen personenvervoer elektrisch, per km

Proces	Fase	Milieuprofielen	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Productie Auto zonder accu	A1-A3	Passenger car, electric, without battery {GLO} production Cut-off, U	918	kg	Ecolvent Transport, passenger car, electric {GLO} processing rekent met 918 kg auto zonder accu (0,002 kg/km met levensduur van 450.000km [24])
Accu	A1-A3	Eigen modellering Li-Ion accu, per kWh (inclusief EOL)	52,4	kWh	Hoeveelheid accu in "transport, passenger car, electric {GLO} market for" (262 kg), er is aangenomen dat de levensduur van de accu gelijk is aan de levensduur van de auto zelf. Vervolgens omgerekend naar kWh accu capaciteit met factor 1/5
EOL staal - recycling module D	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)	$467,5 * (0,95 - 0,29) + 20,5 * (0,95 - 0,276) + 124,9 * (0,95 - 0,433) = 386,94$	kg	95% recycling, netto uitstroom secundair materiaal a.d.h.v. secundaire percentages
EOL Aluminium recycling	D	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)	$3,99 * (0,97 - 0,74) + 26,45 * (0,97 - 0,3) = 18,64$	kg	97% recycling, netto uitstroom secundair materiaal a.d.h.v. secundaire percentages.
EOL Koper 95% recycling	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)	$19,3 * (0,95 - 0,2) = 14,48$	kg	95% recycling, 20% secundair koper

Tabel 49 Metalen voor recycling in auto zonder accu per stuk van 918 kg

Materiaal	Hoeveelheid	Opmerking	Secundair-%
Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U	$4,35^{-3} * 918 = 3,99$	Aluminium in glider	74
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	$2,88E-02 * 918 = 26,45$	Aluminium in glider en powertrain	30
Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U	$5,09E-01 * 918 = 467,5$	Reinforcing Staal in glider, 81% van staal aanwezig in glider, productie schroot naar rato afgetrokken	29
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	$2,23E-02 * 918 = 20,5$	Chromium Staal in powertrain en glider, 3% van staal in glider, productie schroot naar rato afgetrokken	27,6
Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	$1,36E-01 * 918 = 124,9$	Low-alloyed Staal in powertrain en glider, 6% van staal aanwezig in glider, productie schroot naar rato afgetrokken	43,3
Copper {GLO} market for Cut-off, U	$2,10E-02 * 918 = 19,3$	Koper in glider en powertrain	20

Tabel 50 Metalen aanwezig in de subcomponenten van 1 kg Passenger car, electric, without battery {GLO}| production | Cut-off, U, 91,3% glider en 8,7% aandrijving.

Materiaal	hoeveelheid	component	eenheid
Aluminium, cast alloy {GLO} market for Cut-off, U	4,35 ^E -3	glider	kg
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	1,24 ^E -3	glider	kg
Copper {GLO} market for Cut-off, U	7,73 ^E -3	glider	kg
Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	-0,27927	glider	kg
Reinforcing steel {GLO} market for Cut-off, U	0,735382	glider	kg
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	0,02357	glider	kg
Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	0,149276	glider	kg
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Cut-off, U	2,76E-02	powertrain	kg
Copper {GLO} market for Cut-off, U	1,33E-02	powertrain	kg
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	6,00E-03	powertrain	kg
Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Cut-off, U	3,27E-02	powertrain	kg

3.4.2 Personenvervoer waterstof

3.4.2.1. Basis Productkaart

In Tabel 51 zijn de inputs weergegeven per 1 km voor personenvervoer op waterstof. Het basisuitgangspunt hierbij is om te converteren vanuit personenvervoer elektrisch, in lijn met de conversie van vrachtwagen elektrisch naar waterstof (3.3).

Tabel 51 Productkaart personenvervoer waterstof, per km

Productkaart	Beschrijving	Klein	Middel	Groot	Eenheid	Uitgangspunten
Elektrisch personenvervoer						
Waterstofproductie	Productie en transmissie van waterstof SMR/Elektrolyse (groen/grijs)	1,99E-01 * 0,095 = 1,89 ^E -2	128% * 1,99 ^E -01 * 0,095 = 2,42 ^E -2	160% * 1,99 ^E -01 * 0,095 = 3,02 ^E -2	Kg	Op basis van elektriciteitsverbruik personenauto elektrisch. Omgerekend middels 95 g H2 / kWh
Gebruiksprofiel	Overige emissies specifiek per voertuig grote	1 x klein Elektrisch	1 x middel Elektrisch	1 x groot Elektrisch	/km	Zelfde als voor Elektrisch
Kapitaalgoederen	Materieel inclusief einde leven en onderhoud	2,22E-06	2,96E-06	3,71E-06	p	Zelfde als elektrisch; glider/aandrijving is gelijk, behalve dat er een brandstofcel en een kleinere accu in zit. levensduur 450.000km. omgerekend middels dezelfde verhouding als voor elektrisch

3.4.2.2 Waterstofproductie

Gelijk aan basisproduct kaarten waterstofproductie

3.4.2.3 Gebruiksprofiel personenvervoer waterstof

In Tabel 52 hieronder wordt het gebruiksprofiel getoond.

Tabel 52 Gebruiksprofiel personenvervoer waterstof, per km

Proces	Fase	Milieuprofiel	Hoeveelheid klein	Hoeveelheid middelgroot	Hoeveelheid groot	Eenheid	Uitgangspunten
Onderhoud voertuig	B1	Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO} market for Cut-off, U	2,22E-06	2,22E-06 * 133% = 2,96E-06	2,22E-06 * 167% = 3,71E-06	p	Zelfde als voor elektrisch, geschaald vanuit massa verdeling passenger car uit tabel 30
Wegonderhoud	B1	Road maintenance {RER} market	2,65E-04	2,65E-04	2,65E-04	kg	Zelfde als voor Diesel personenvervoer,

		for road maintenance Cut-off, U					
Weggebruik	B1	Road {GLO} market for Cut-off, U	4,87E-04	6,50E-04	8,12E-04	my	Zelfde als elektrisch personenvervoer.
Remslijtage	B1	Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	1,05E-06	1,40E-06	1,75E-06	kg	
Wegslijtage	B1	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	1,16E-05	1,54E-05	1,93E-05	kg	
Bandslijtage	B1	Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Cut-off, U	6,76E-05	9,01E-05	1,13E-04	kg	
Directe Emissies	B1	water	$2,09 * 9 = 18,85$	$2,68 * 9 = 24,15$	$3,35 * 9 = 30,1$	kg	Waterstof verbruik per km * 9 kg water

3.4.2.4 Kapitaalgoederen waterstof personenvervoer

Voor de hoeveelheid accu en brandstofcel is er data uit de markt gebruikt. Het referentie voertuig heeft een gewicht van 1930kg inclusief accu, hiermee valt het in de categorie groot. Deze categorie bedraagt Diesel voertuigen van 1600kg en 1967 kg voor de grote elektrische personenauto inclusief accu. De afschrijving van de personenauto zonder accu is daarom gelijk gehouden aan de hoeveelheden van de elektrische personenauto's. De levensduur van de accu en de auto zonder de accu is gelijk geschat aan de elektrisch personenauto, op 450.000km.

Tabel 53 Kapitaalgoederen personenvervoer waterstof, per stuk

Proces	Fase	Milieuprofiel	Hoeveelheid groot	Eenheid	Uitgangspunten
Accu	B1	Eigen modellering, referentie voor Accu zoals bij bouwmachines en vrachtwagens.	$1,24 * 5 = 6,2$	Kg	Toyota waterstof auto 1,24 kWh accu (44,6 kg) https://www.toyota.com/content/dam/toyota/brochures/pdf/2022/mirai_ebrochure.pdf , in lijn met de rest van het rapport is er gekozen om met een energie dichtheid van 5kg/kWh te rekenen. Klein en middel terug geschaald a.d.h.v. elektrische personenauto.
Brandstof cel	B1	Eigen modellering	$0,75 * 128 = 96$	kW	75% van piekvermogen, omrekening zelfde als voor waterstofvrachtwagen. Vermogen Toyota waterstof auto 128 kW (https://www.toyota.com/content/dam/toyota/brochures/pdf/2022/mirai_ebrochure.pdf). Klein en middel terug geschaald a.d.h.v. elektrische personenauto.

Productie Auto zonder accu	A1-A3	Passenger car, electric, without battery {GLO} production Cut-off, U	918 * 1,68 = 1540	Kg	Zelfde als elektrisch groot (klein *168%). Geschaald voor middel en groot a.d.h.v. het verschil in massa tussen klein, middel en groot voor diesel personenvervoer (NMD-referenties 0389,0393 en 0397).
EOL staal - recycling module D	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)	386,94*1,68 = 650	Kg	
EOL Aluminium recycling	D	0269-reD&Module D aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO}) aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER}) treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)	18,64*1,68 = 31,3	kg	
EOL Koper 95% recycling	D	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER}) production, primary Cut-off, U)	14,48*1,68 = 24,3	kg	

3.6 Decompositie in materialen en processen overig

Zoals eerder besproken, dienen de generieke bouwmachine-profielen ter vervanging van de huidige specifieke bouwmachine-profielen te vervangen, welke gebaseerd zijn op “Diesel burned in building machine” (zie bijlage IV). Dit geldt ook voor de generatoren. De enige uitzondering is de asfaltfrees. Deze wordt in de volgende paragraaf besproken.

3.6.1 Overslag

Uit een analyse van Advieslab is gebleken dat overslag leidt tot significant brandstofgebruik. Deze analyse heeft het worst-case verbruik benaderd voor onderstaande vormen van overslag, aan de hand van meerdere casestudies [25].

Tabel 54 Resultaten analyse Dieserverbruik overslag

Soort overslag	Hoeveelheid	Eenheid
Waterbouwsteen, kraan	0,094	liter/ton
Zand en steenslag, kraan	0,071	liter/ton
Zand en steenslag, shovel	0,0625	liter/ton
Gemiddeld	0,076	liter/ton

Dit resulteert in onderstaande productkaart, per ton verplaatst materiaal.

Tabel 55 Productkaart overslag, per ton

Proces	Fase	Milieu-profiel	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
Overslag	B1	Bouwmaschine, >56 kW, Stage IIIB of lager, Diesel	0,076	liter	Gemiddeld 0,076 liter. Vermogensklasse >56 kW bepaald o.b.v. NMD-profiel mobiele kraan (263kW). Stage IIIB vanuit een worst-case benadering.

3.6.2 Asfaltfrees

Asfaltgranulaat is impactvrij in module A1 volgens de PCR asfalt. Module C1 bevat de impact van frezen / het slopen van een weg. In de in deze studie opgestelde proceskaarten zijn per emissies per liter brandstof verbruik berekend voor Stage IIIb, -IV en -V. Deze zijn gekoppeld aan proceskaarten per ton asfaltfrees.

Brandstofverbruik voor het frezen van asfalt is overgenomen uit het LCA-Achtergrondrapport voor Nederlandse Asfaltmengsel uit 2018 [26]. Hierin wordt een totaal verbruik vermeld voor het frezen van 1 ton asfalt waarin een complete verwijdering set bestaande uit een freesmachine, veegzuigwagen en (in grote projecten) wegdekreiniger. In Tabel 56 is een overzicht opgenomen van de verschillende combinaties met bijbehorend brandstofverbruik.

Tabel 56 Brandstofverbruik asfalt verwijderen per ton asfalt

Productievolume (ton/dag)	Hoeveelheid per oppervlakte (kg/m ²)	Verwijderingsset	Dieselverbruik (liter/ton)
400	150	155 kW frees, 200 kW veegzuigwagen	0,338
1000	100 (dunne laag, 4 cm)	403 kW frees, 300 kW veegzuigwagen en 400 kW wegdekreiniger	1,012
2000	200 (dunne laag, 8 cm)	403 kW frees, 300 kW veegzuigwagen en 400 kW wegdekreiniger	0,552

3.6.3 Tractor

Voor het laatste onderdeel (tractor) is de aanpak vergelijkbaar (ook uitgaan van Stage IIIb), maar door de structuur van de proceskaart is werkwijze anders (Tabel 57). Deze productkaart betreft uitdrukkelijk het transport van materialen per tractor (b.v. grondverzet). Bij gebruik van een tractor als bouwmachine (b.v. as shovel) zijn de generieke bouwmachine referenties van toepassing.

Voor de eerste drie onderdelen is de input van diesel uit de bestaande proceskaart verwijderd vervangen voor het in deze rapportage opgestelde profiel voor diesel Stage IIIb . Er wordt uitgegaan van Stage IIIb (en dus niet een nieuwere klasse), omdat juist de kleine mobiele werktuigen erg 'vuil' zijn (gebaseerd op TNO 2021 R10221 Real-world emissions of non-road mobile machinery).

Tabel 57 Tractor

Onderdeel	Voorgestelde basisproceskaart	Functionele eenheid	Brandstof productie	Verbrandings-emissies	Kapitaal goederen
Tractor	Uitgegaan van "Transport, tractor and trailer, agricultural {RoW} processing Cut-off, U"	tkm	Alle inputs van diesel (verschillende landen) vervangen door diesel (en GTL)	Verbrandingsemissies verwijderd en overgenomen van diesel (en GTL) Stage IIIb	Overgenomen wat er al in het ecoinvent proces aanwezig is.

4. Resultaten

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 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 25-05-2018, NMD 2.2).
- 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 9.0.
 - 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.

4.1 Gekarakteriseerde resultaten

De uitgebreide gekarakteriseerde resultaten per levensfase zijn opgenomen in bijlage A.

- *Tabellen met gekarakteriseerde resultaten, inclusief 'somkolommen' en 'somregels' waarin bijv. de MKI-waarden worden weergegeven voor dat onderdeel, inclusief een tekstuele toelichting met duiding van de tabel/ grafiek en een uitleg welke materialen of processen het meeste impact hebben op de scores.*
- *Tabellen en/of grafieken waarin geduid is hoe de MKI-waarden van de deelproducten zich verhouden tot het totale product, inclusief een tekstuele toelichting op de resultaten.*
- *Tabellen en/of grafieken met de MKI-waarden per fase, per deelproduct en voor het hoofdproduct. Zie onderstaand voorbeeld. En een tekstuele toelichting.*

4.2 Zwaartepuntanalyse

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 Tabel 58 t/m Tabel 67 en in Figuur 1 t/m Figuur 14 worden de MKI-waarden en de zwaartepunten gepresenteerd.

4.2.1 Bouwmachines

In tabel 58 en figuur 1 worden de gewogen resultaten van machines weergegeven per MJ-arbeid volgens de omrekenfactoren zoals vermeld in Tabel 2, omdat verbrandings- en elektromotoren een ander rendement hebben en anders niet vergeleken kunnen worden. De milieuprofielen per liter diesel en kWh elektriciteit zijn opgenomen in bijlage I.). In de volgende paragrafen worden de zwaartepunten van de drie componenten (energieproductie, gebruiksprofiel, kapitaalgoederen) getoond per energiedrager.

Hieronder staan de resultaten voor alle energiedragers, de kleurcodering in tabel 58 komt overeen met

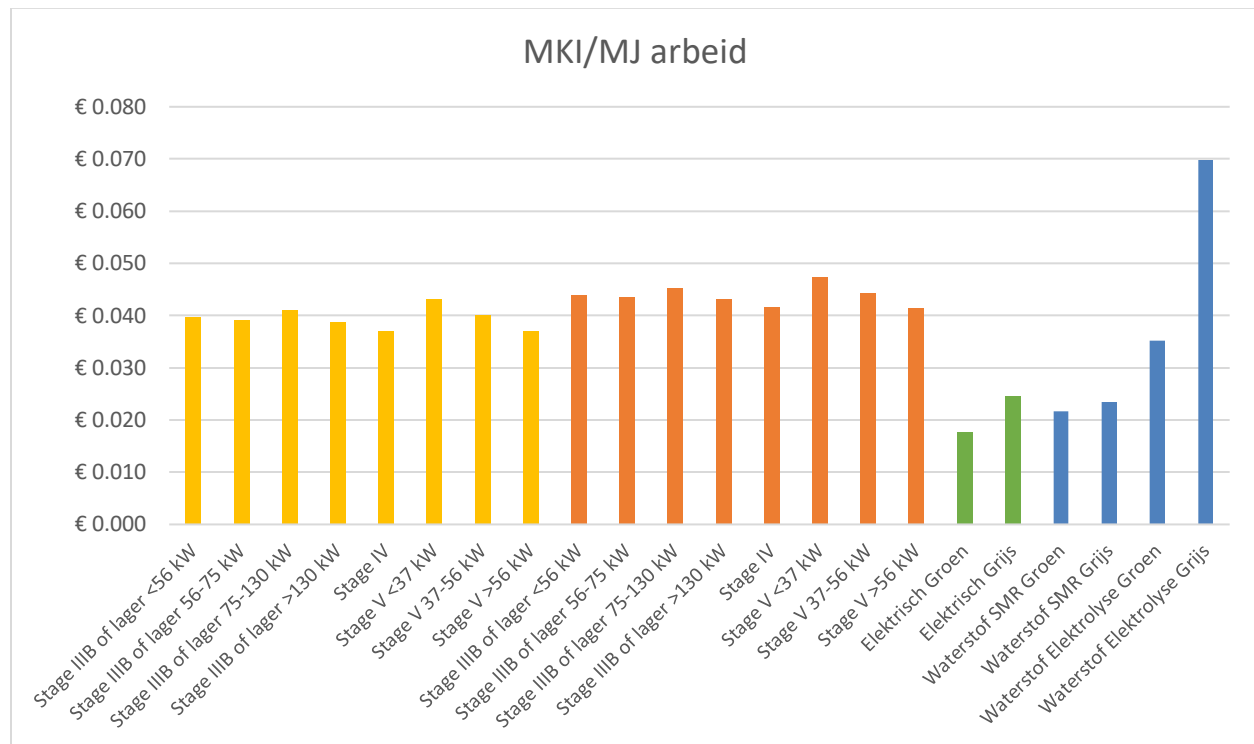
. Deze tabel en figuur geven uitsluitend de totale MKI per MJ-arbeid weer, dit ter vergelijking tussen energiedragers. Een verdere uitsplitsing per energiedrager volgt in de hierop volgende paragrafen.

Tabel 58: Overzicht van de MKI per MJ voor alle bouwmachines

Brandstof	Profiel	MJ-arbeid/unit	MKI/MJ
Diesel	Stage IIIB of lager <56 kW	8,95	0,0397
	Stage IIIB of lager 56-75 kW		0,0391
	Stage IIIB of lager 75-130 kW		0,0410
	Stage IIIB of lager >130 kW		0,0387
	Stage IV		0,0370
	Stage V <37 kW		0,0432
	Stage V 37-56 kW		0,0400
	Stage V >56 kW		0,0370
GTL	Stage IIIB of lager <56 kW	9,37	0,0440
	Stage IIIB of lager 56-75 kW		0,0435
	Stage IIIB of lager 75-130 kW		0,0452
	Stage IIIB of lager >130 kW		0,0431
	Stage IV		0,0416
	Stage V <37 kW		0,0473
	Stage V 37-56 kW		0,0444
	Stage V >56 kW		0,0415
Elektrisch	Elektrisch Groen	2,75	0,0176
	Elektrisch Grijs		0,0246
Waterstof	Waterstof SMR Groen	34,1	0,0217
	Waterstof SMR Grijs		0,0234
	Waterstof Elektrolyse Groen		0,0352
	Waterstof Elektrolyse Grijs		0,0699

De verschillen tussen de vermogensklassen binnen de Diesel en GTL zijn beperkt, het verschil tussen de hoogste en laagste variant bedraagt ongeveer 12%. De stage V emissie klasse volgt het te verwachte patroon, waarbij lagere vermogensklassen een hogere MKI hebben vanwege de extra NOx emissies. Binnen stage IIIb komt dit verband niet naar voren vanwege de toename in Nox-emissies binnen de 56kW tot 130kW klassen uit de AERIUS.

Elektrische machines scoren 38% tot 55% lager dan de gemiddelde Dieselmachine, afhankelijk van de oorsprong van de gebruikte elektriciteit. Bij de waterstof machines is de MKI sterk afhankelijk van de waterstof productiemethode. Waterstof productie vanuit de groene stroom mix resulteert in een lagere MKI per MJ dan Diesel. Voor zowel waterstof als elektrisch geldt dat gebruik van 100% wind of zonne-energie de MKI per MJ nog verder zal reduceren.

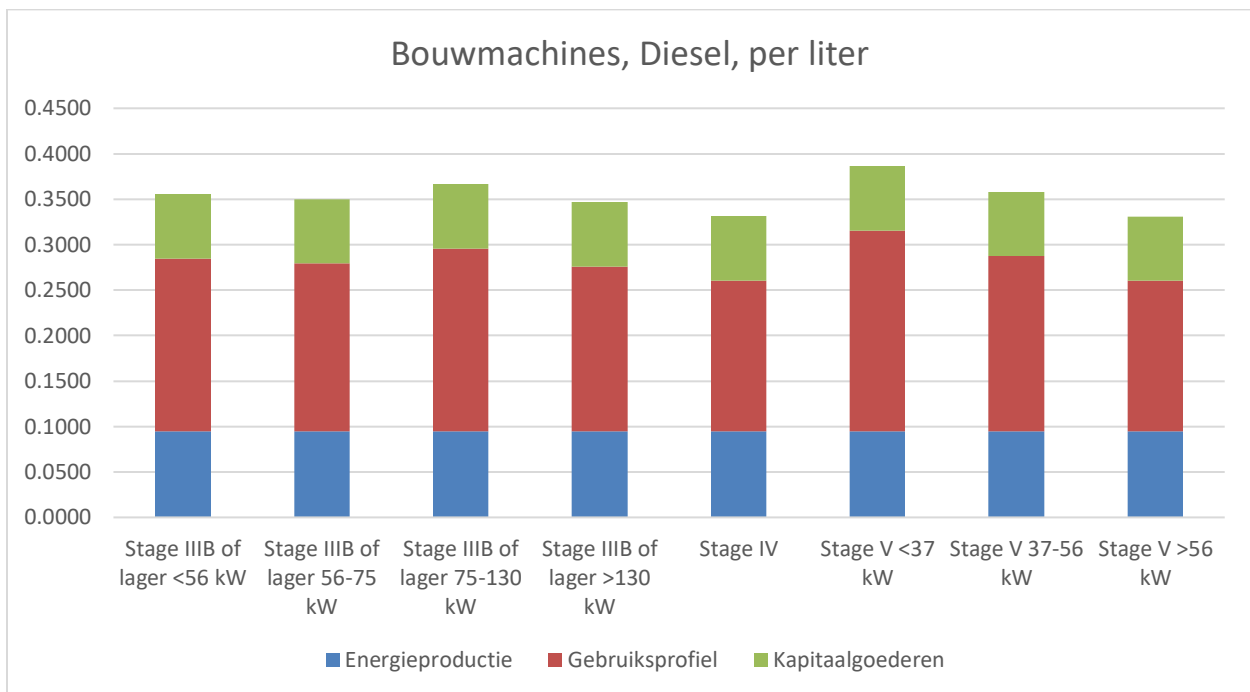


Figuur 1: Gewogen resultaten machines per MJ-arbeid

Bouwmachines, Diesel

Tabel 59: Overzicht van de MKI per liter voor de Diesel-bouwmachines

Bouwmachines, Diesel, per liter	Energieproductie	Gebruiksprofiel	Kapitaalgoederen	Totaal
Stage IIIB of lager <56 kW	0,0946	0,1901	0,0708	0,3555
Stage IIIB of lager 56-75 kW	0,0946	0,1847	0,0708	0,3501
Stage IIIB of lager 75-130 kW	0,0946	0,2013	0,0708	0,3667
Stage IIIB of lager >130 kW	0,0946	0,1812	0,0708	0,3466
Stage IV	0,0946	0,1658	0,0708	0,3312
Stage V <37 kW	0,0946	0,2209	0,0708	0,3862
Stage V 37-56 kW	0,0946	0,1928	0,0708	0,3582
Stage V >56 kW	0,0946	0,1655	0,0708	0,3309

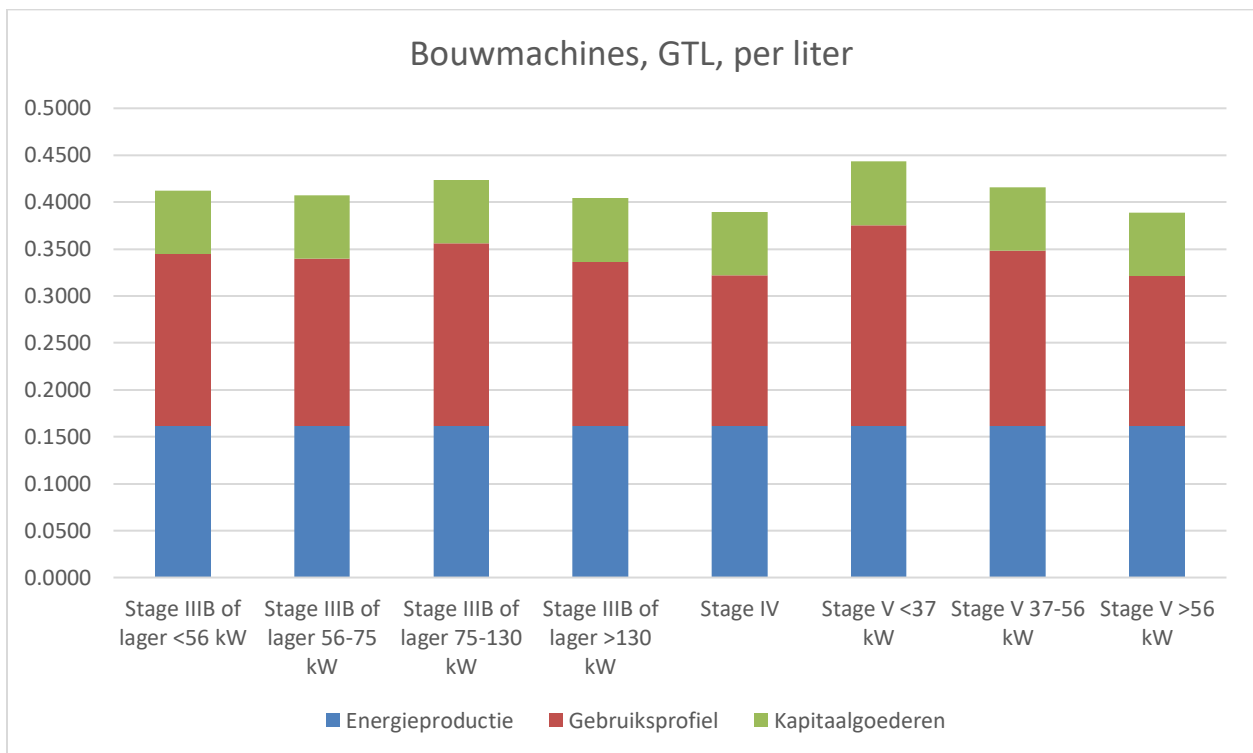


Figuur 2 Gewogen resultaten bouwmachines, Diesel, per liter

Bouwmachines, GTL

Tabel 60: Overzicht van de MKI per liter voor de GTL-bouwmachines

Bouwmachines, GTL, per liter	Energieproductie	Gebruiksprofiel	Kapitaalgoederen	Totaal
Stage IIIB of lager <56 kW	0,1614	0,1830	0,0676	0,4121
Stage IIIB of lager 56-75 kW	0,1614	0,1784	0,0676	0,4075
Stage IIIB of lager 75-130 kW	0,1614	0,1946	0,0676	0,4237
Stage IIIB of lager >130 kW	0,1614	0,1750	0,0676	0,4041
Stage IV	0,1614	0,1603	0,0676	0,3894
Stage V <37 kW	0,1614	0,2141	0,0676	0,4431
Stage V 37-56 kW	0,1614	0,1866	0,0676	0,4157
Stage V >56 kW	0,1614	0,1600	0,0676	0,3890

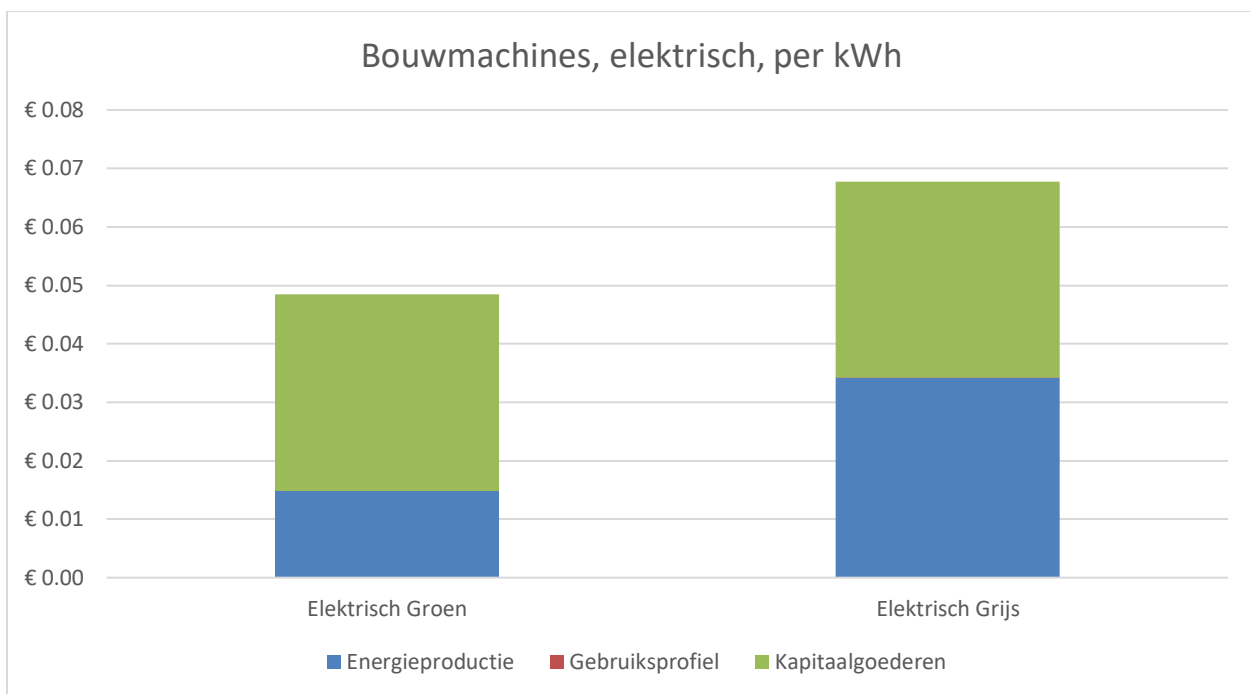


Figuur 3 Gewogen resultaten bouwmachines, GTL, per liter

Bouwmachines elektrisch

Tabel 61: Overzicht van de MKI per kWh voor de elektrische bouwmachines

Bouwmachines, elektrisch, per kWh	Energieproductie	Gebruiksprofiel	Kapitaalgoederen	Totaal
Elektrisch Groen	0,0149	3,96E-06	0,0336	0,0484
Elektrisch Grijs	0,0342	3,96E-06	0,0336	0,0678

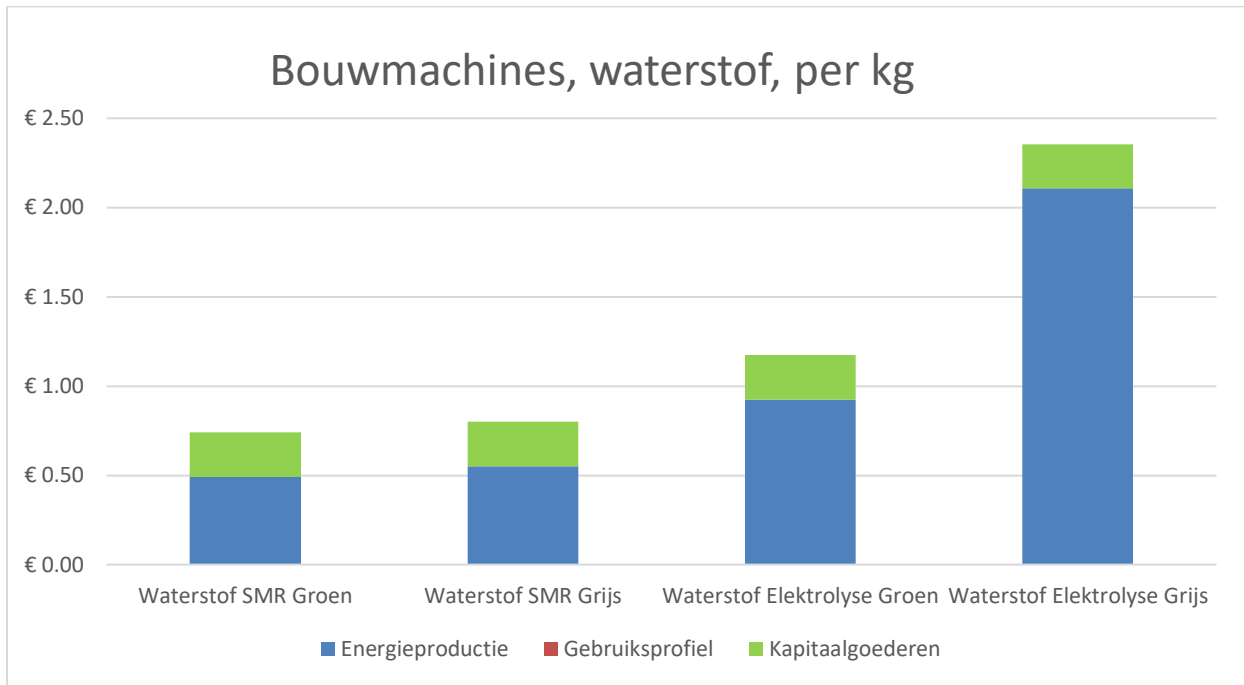


Figuur 4 Gewogen resultaten bouwmachines, elektrisch, per kWh

Bouwmachines, waterstof

Tabel 62: Overzicht van de MKI per kg voor de waterstof-bouwmachines

Bouwmachines, waterstof, per kg	Energieproductie	Gebruiksprofiel	Kapitaalgoederen	Totaal
Waterstof SMR Groen	0,4913	0,0000	0,2490	0,7403
Waterstof SMR Grijs	0,5504	0,0000	0,2490	0,7994
Waterstof Elektrolyse Groen	0,9255	0,0000	0,2490	1,1745
Waterstof Elektrolyse Grijs	2,1068	0,0000	0,2490	2,3558



Figuur 5 Gewogen resultaten bouwmachines, waterstof, per kg

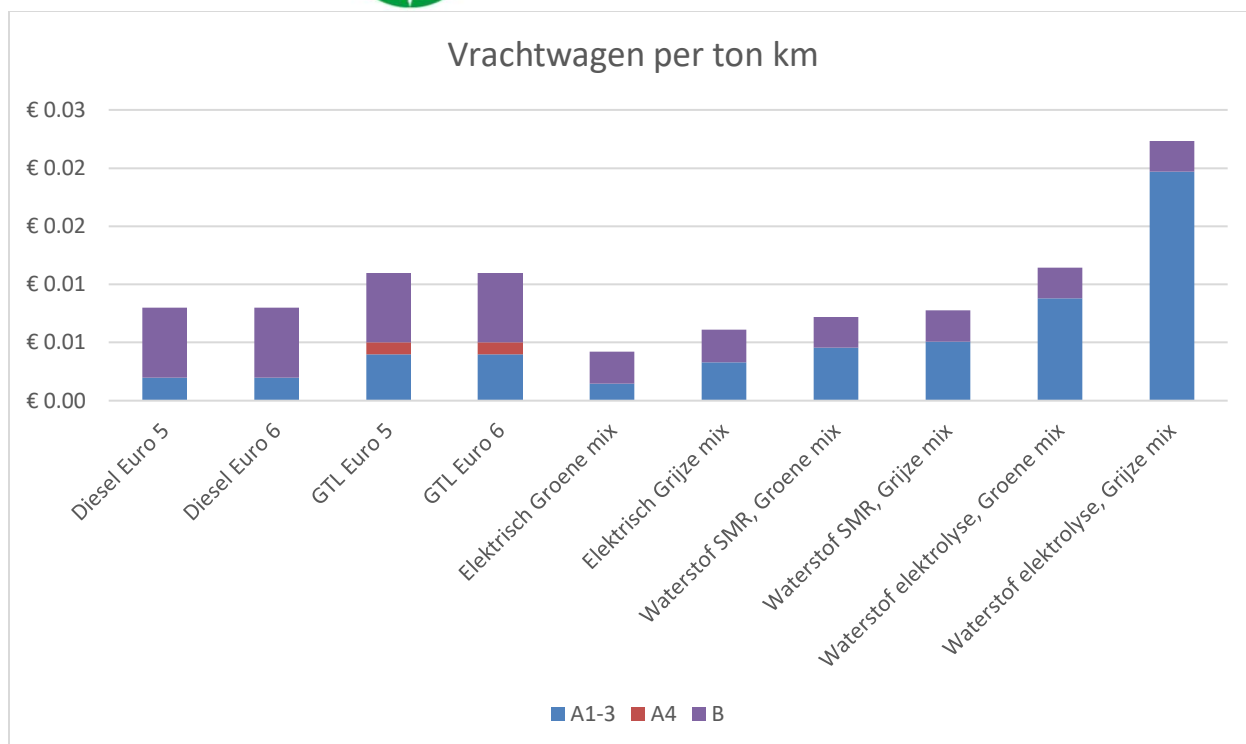
4.2.2 Vrachtwagens

In Tabel 63 en Figuur 6 worden de gewogen resultaten de vrachtwagens per tkm weergegeven, volgens de omrekenfactoren zoals vermeld in Tabel 2. Net als bij de machines hebben de motoren verschillende rendementen en kunnen enkel vergeleken worden op basis van output. De milieuprofielen per tonkilometer zijn opgenomen in bijlage I.

In de gebruiksfase zijn bij diesel en GTL de verbrandingsemissies verantwoordelijk voor 61% van de gewogen score. Voor de elektrische en waterstof vrachtwagens is de bijdrage van de verschillende modules sterk afhankelijk van de productie van de energiedrager. Voor de waterstof vrachtwagens ligt het zwaartepunt in A1-A3. Voor de elektrische vrachtwagens op basis van groene energie verschuift het zwaartepunt van de elektriciteitsproductie naar de gebruiksfase. Deze impact in fase B is gelijk voor alle vrachtwagens en wordt voornamelijk veroorzaakt door de milieu-impact van de weginfrastructuur en in mindere mate door de rememissies en de bandenslijtage.

Tabel 63 Overzicht van de MKI voor de vrachtwagens per tkm

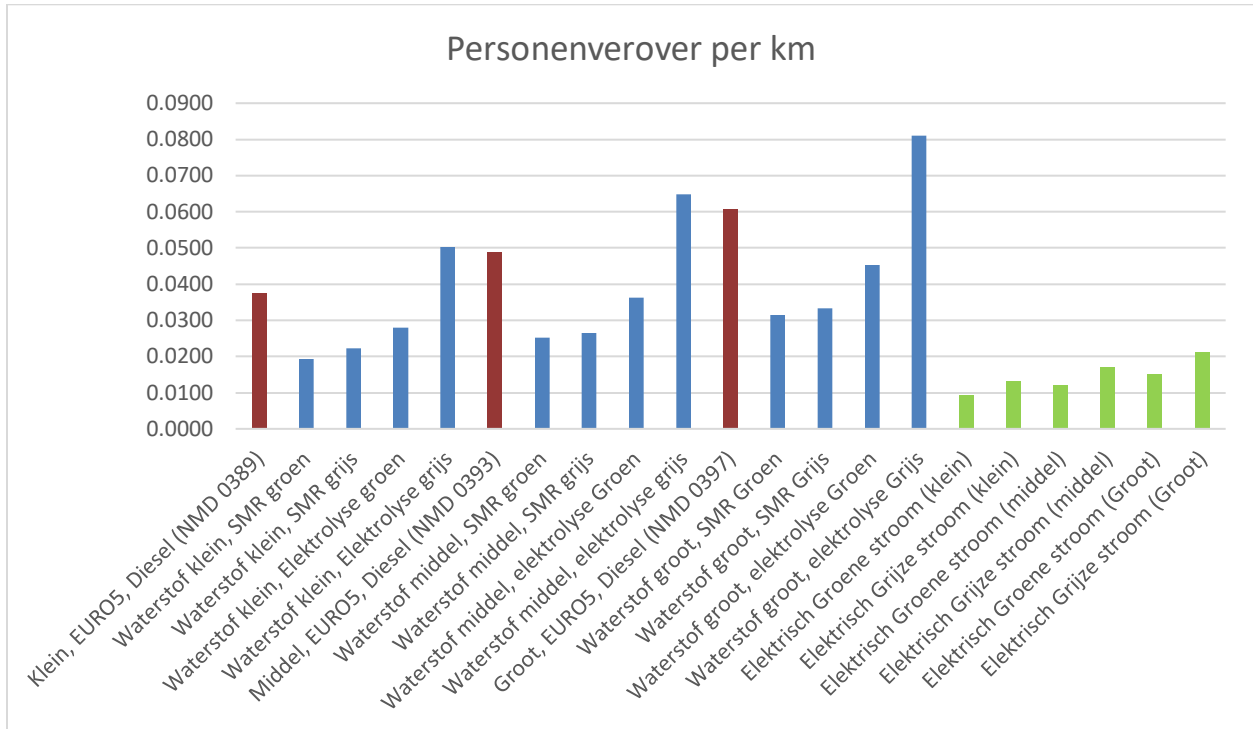
Product	Eenheid	A1-3	B Kapitaalgoed	B gebruiksprofiel	totaal
Diesel Euro 5	tkm	2,18 ^E -03	3,75 ^F -04	6,04 ^F -03	8,60 ^F -03
Diesel Euro 6	tkm	2,19 ^F -03	3,75 ^F -04	5,47 ^F -03	8,03 ^F -03
GTL Euro 5	tkm	4,12 ^F -03	3,75 ^F -04	6,32 ^F -03	1,08 ^F -02
GTL Euro 6	tkm	4,13 ^F -03	3,76 ^F -04	5,84 ^F -03	1,03 ^F -02
Elektrisch Groene mix	tkm	1,44E-03	2,09E-03	6,74E-04	4,21E-03
Elektrisch Grijs mix	tkm	3,32E-03	2,09E-03	6,74E-04	6,09E-03
Waterstof SMR, Groene mix	tkm	4,53E-03	2,09E-03	5,84E-04	7,21E-03
Waterstof SMR, Grijs mix	tkm	5,08E-03	2,09E-03	5,84E-04	7,75E-03
Waterstof elektrolyse, Groene mix	tkm	8,78E-03	2,09E-03	5,84E-04	1,15E-02
Waterstof elektrolyse, Grijs mix	tkm	1,97E-02	2,09E-03	5,84E-04	2,24E-02



Figuur 6 Gewogen resultaten vrachtwagens per tkm.

4.2.3 Personenvervoer

In deze paragraaf worden de gewogen resultaten voor personenvervoer gepresenteerd, per km. In figuur 7 wordt de MKI van de bestaande processen (bruin) vergeleken met de toegevoegde processen voor waterstof (blauw) en elektriciteit (groen). Op de volgende pagina's worden de zwaartepunten per energiedrager nader bekeken.



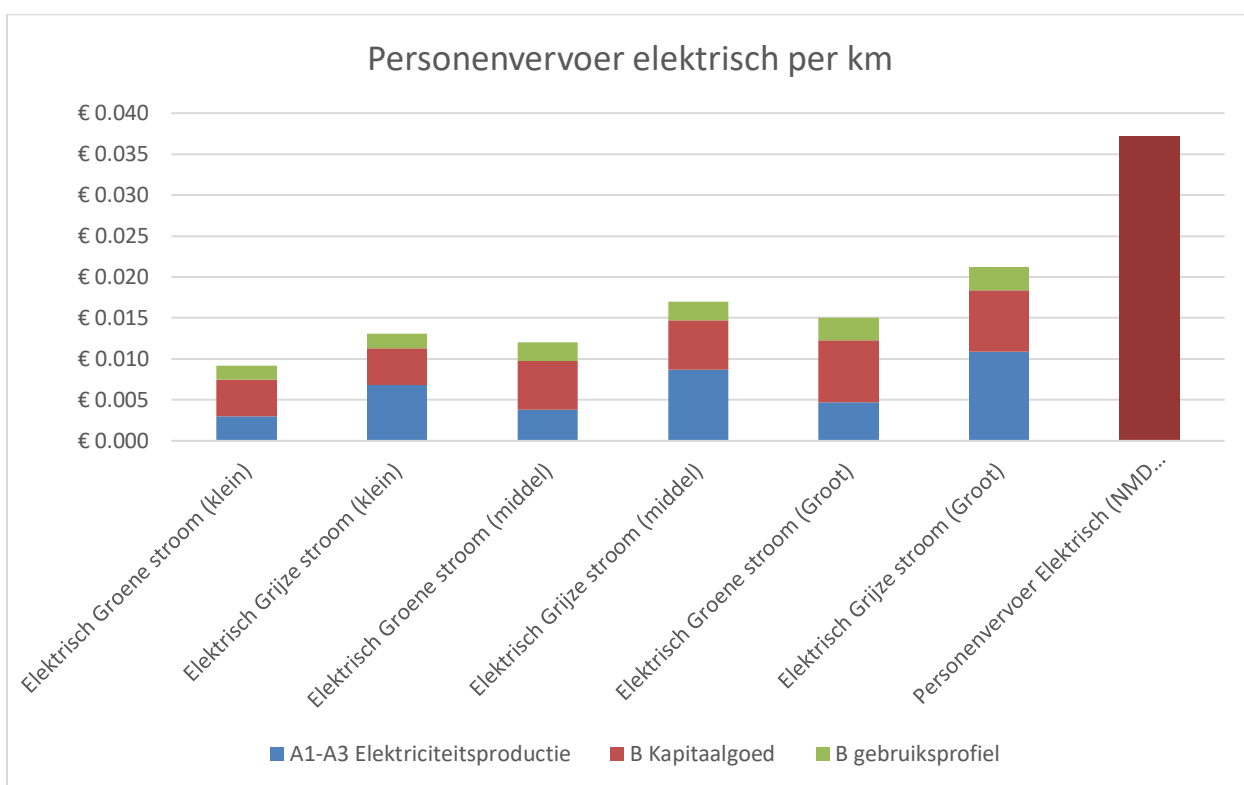
Figuur 7 Overzicht van de MKI voor de personenauto's per km

Personenvervoer elektrisch

Alle varianten van elektrisch personenvervoer komen lager uit dan de NMD 0385 referentie welke een één op één overname is van een Ecolnvent proces. Het grote verschil zit hem met name in de aanpassing van de afschrijving van het kapitaalgoed en het toevoegen van een einde-levensscenario voor de accu. Voor de groene energie alternatieven draagt de duurzame energiemix in A1-A3 tevens bij aan een significante reductie.

Tabel 64: Overzicht van de MKI voor de elektrische personenauto's per km

Profiel	MKI/km	A1-A4 Elektriciteitsproductie	B Kapitaalgoed	B gebruiksprofiel
Elektrisch Groene stroom (klein)	0,0092	0,0030	0,0045	0,0018
Elektrisch Grijze stroom (klein)	0,0131	0,0068	0,0045	0,0018
Elektrisch Groene stroom (middel)	0,0120	0,0038	0,0060	0,0023
Elektrisch Grijze stroom (middel)	0,0170	0,0087	0,0060	0,0023
Elektrisch Groene stroom (Groot)	0,0151	0,0047	0,0075	0,0028
Elektrisch Grijze stroom (Groot)	0,0212	0,0109	0,0075	0,0028
Personenvervoer Elektrisch (NMD 0385)	0,0371	-	-	-



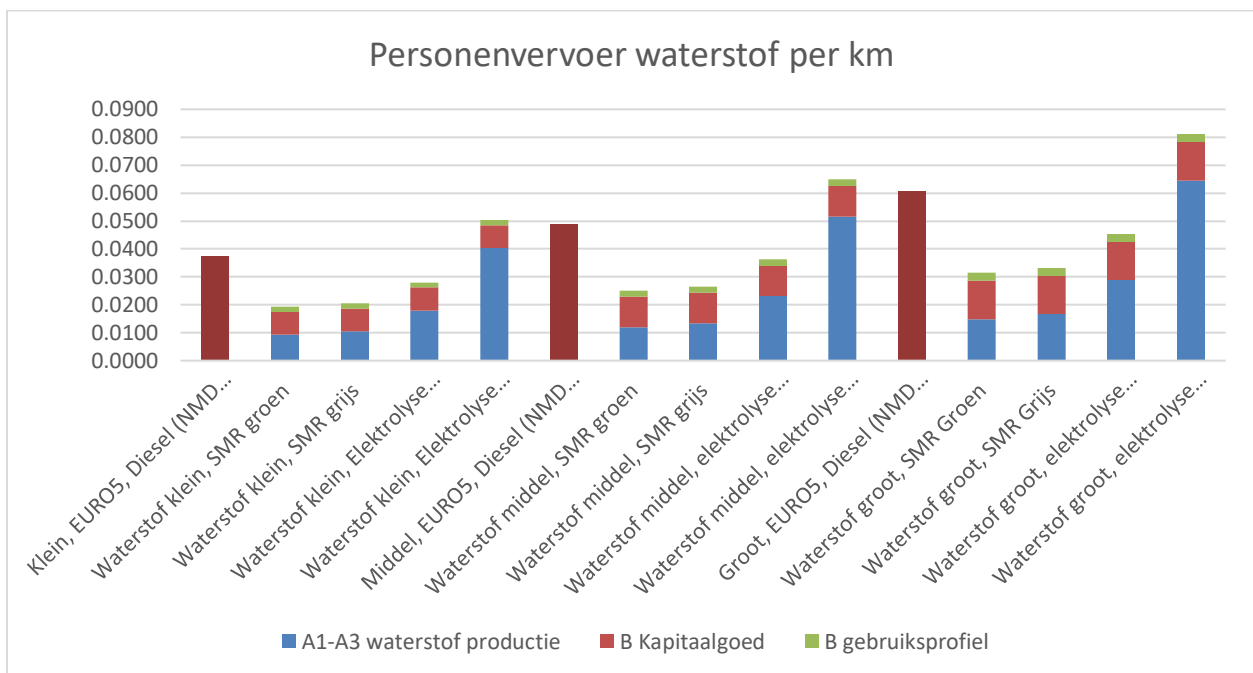
Figuur 8 Gewogen milieu-impact per km voor elektrisch personenvervoer

Personenvervoer waterstof

In de onderstaande tabel staan de gewogen uitkomsten voor het waterstof personenvervoer weergegeven. Ter vergelijking is voor elke klasse (klein, middel, groot) MKI van Diesel EURO5 toegevoegd (dit zijn de bordeaux-rode staven in de grafiek).

Tabel 65 Overzicht van de MKI voor de waterstof-personenauto's per km

Profiel	MKI/km	A1-A4 H2 productie	B Kapitaalgoed	B gebruiksprofiel
Klein, EURO5, Diesel (NMD 0389)	0,0374			
Waterstof klein, SMR groen	0,0193	9,29E-03	8,24E-03	1,76E-03
Waterstof klein, SMR grijs	0,0204	1,04E-02	8,24E-03	1,76E-03
Waterstof klein, Elektrolyse groen	0,0280	1,80E-02	8,24E-03	1,76E-03
Waterstof klein, Elektrolyse grijs	0,0503	4,03E-02	8,24E-03	1,76E-03
Middel, EURO5, Diesel (NMD 0393)	0,0488			
Waterstof middel, SMR groen	0,0251	1,19E-02	1,10E-02	2,27E-03
Waterstof middel, SMR grijs	0,0266	1,33E-02	1,10E-02	2,27E-03
Waterstof middel, elektrolyse Groen	0,0363	2,30E-02	1,10E-02	2,27E-03
Waterstof middel, elektrolyse grijs	0,0649	5,16E-02	1,10E-02	2,27E-03
Groot, EURO5, Diesel (NMD 0397)	0,0606			
Waterstof groot, SMR Groen	0,0314	1,49E-02	1,38E-02	2,81E-03
Waterstof groot, SMR Grijs	0,0332	1,66E-02	1,38E-02	2,81E-03
Waterstof groot, elektrolyse Groen	0,0454	2,88E-02	1,38E-02	2,81E-03
Waterstof groot, elektrolyse Grijs	0,0811	6,45E-02	1,38E-02	2,81E-03



Figuur 9 Gewogen milieu-impact per km voor waterstof personenvervoer

4.2.4 Overslag

In deze paragraaf worden de gewogen resultaten voor overslag gepresenteerd, per ton verplaatst materiaal.

Tabel 66 Overzicht van de MKI voor overslag

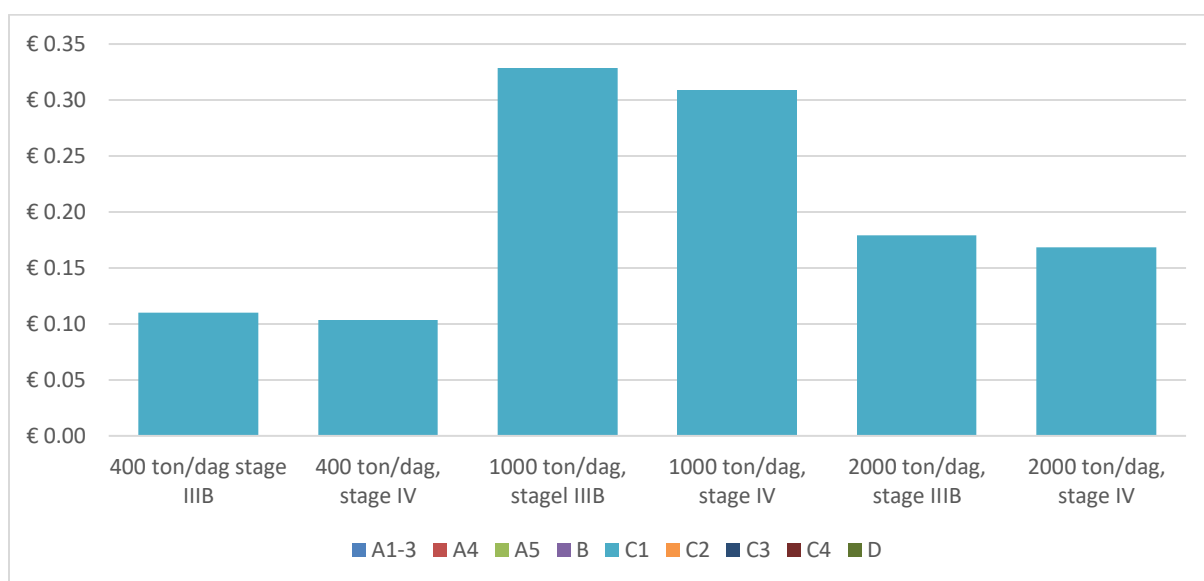
Overslag	MKI/ton
Overslag	0,0273

4.2.5 Asfaltfrees en materieel bouwplaats

In Tabel 67 en Figuur 10 worden de gewogen resultaten van asfaltfrees per ton gefreesd asfalt weergegeven.

Tabel 67 Gewogen resultaten asfaltfrees per ton

Product	Eenheid	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
400 ton/dag stage III B	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,11	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
400 ton/dag, stage IV	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,10	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
1000 ton/dag, stage III B	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,33	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
1000 ton/dag, stage IV	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,31	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2000 ton/dag, stage III B	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,18	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
2000 ton/dag, stage IV	ton	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,17	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00



Figuur 10 Gewogen resultaten asfaltfrees per ton

In Tabel 68 worden de gewogen resultaten van de tractor weergegeven.

Tabel 68 Gewogen resultaten tractor

Product	Eenheid	A1-3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
Diesel Stage III B (per liter)	l	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,32	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Diesel burned in building machine (uit ecoinvent) (per liter)	l	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,43	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Aggregaat (per uur)	uur	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Generator 10MW (per MJ)	MJ	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Generator 18,5 kW (per MJ)	MJ	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Pomp (per uur)	uur	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,39	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
Tractor per tkm	tkm	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,05	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00

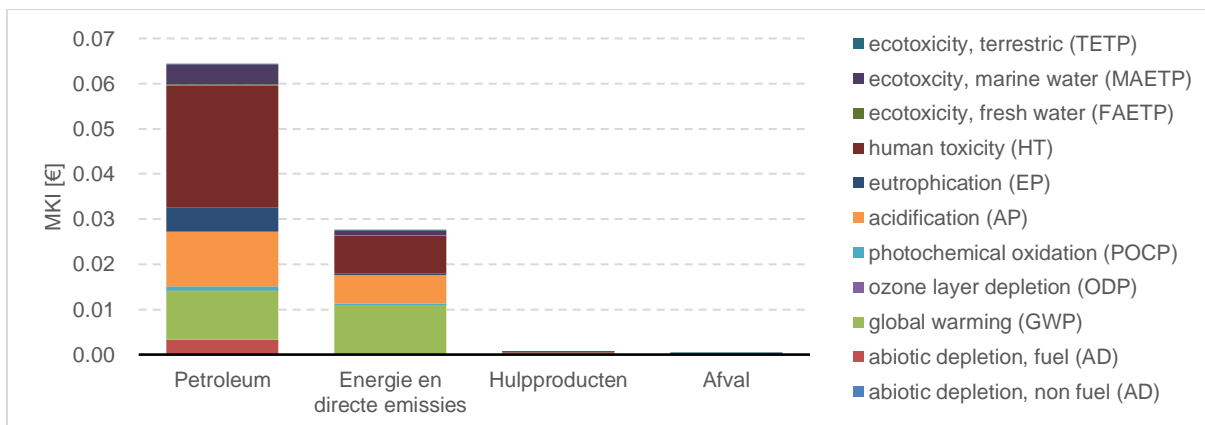
4.2.6 Productie brandstoffen en energiedragers

In deze sectie gaan we in op de productiefase van brandstoffen en energiedragers. Eerst worden achtereenvolgens Diesel en GTL besproken, vervolgens de waterstofproductie. De toegepaste electriciteitsmixen zijn reeds bestaande processen en daar wordt om deze reden niet op ingezoomd.

Dieselproductie

Figuur 11 laat de processen zien voor de productie van reguliere diesel (A1-3). De directe emissies van dit proces zijn gedeeltelijk afkomstig van het verbranden van aardgas voor warmte. Daarom zijn deze groepen gecombineerd in het overzicht. De score in humane toxiciteit in deze groep wordt veroorzaakt door de emissies van nikkel, cadmium en benzeen. Waar in het proces deze emissies plaatvinden is niet onderzocht. De score in de impact categorie verzuring wordt voornamelijk veroorzaakt door de emissies zwaveldioxide en stikstofoxides en het versterkt broeikas effect door koolstofdioxide. Het verbranden van aardgas ten behoeve van warmte is zeer waarschijnlijk verantwoordelijk voor de score van deze twee impact categorieën.

De emissie van olie naar water en bodem zorgt voor de grote bijdrage van de categorie humane toxiciteit bij de petroleum productie. Met name in het proces voor petroleum uit Rusland, wat onderdeel is van de marktmix in het onderliggende petroleum proces heeft hier een grote bijdrage. Het verbranden van 'sweet gas' is grotendeel verantwoordelijk voor de scores in de impactcategorieën verzuring en versterkt broeikas effect.



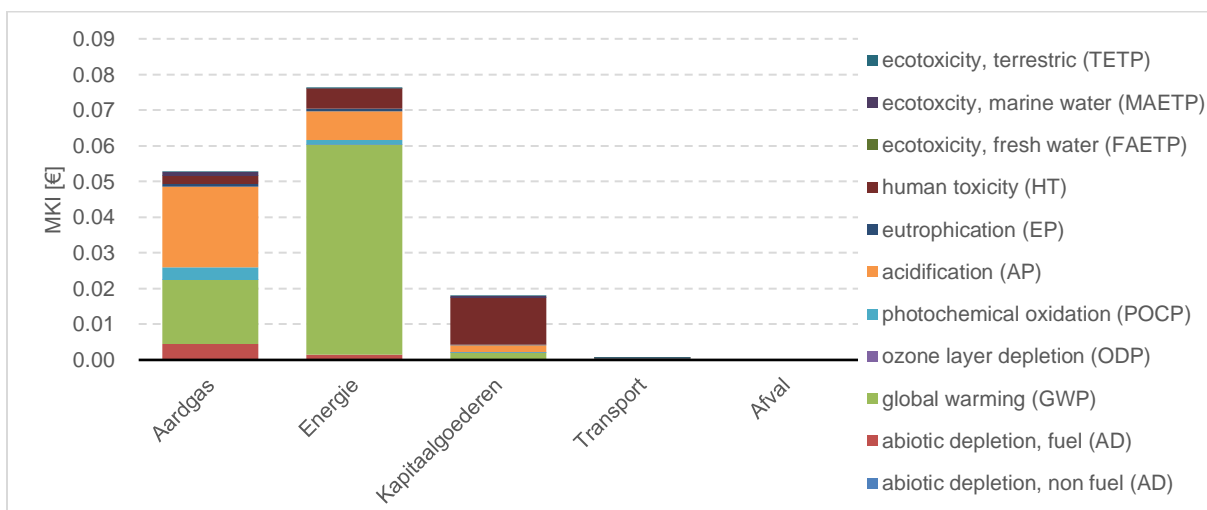
Figuur 11 Zwaartepuntanalyse diesel productie (per liter)

GTL-productie

In Figuur 12 zijn de verschillende onderdelen van het productieproces van GTL gegroepeerd. Aardgas en energieverbruik hebben de grootste impact. Met name de warmte die nodig is voor het proces levert een grote bijdrage aan het energieverbruik. Deze warmte wordt geproduceerd door de verbranding van aardgas, wat de grote bijdrage van de impactcategorie versterkt broeikas effect bepaald.

In het proces voor aardgas wordt de impact in de categorie versterkt broeikas effect voornamelijk veroorzaakt door het 'lekker' van methaan. Emissies van zwaveldioxide ten gevolge van het ontzwellen van aardgas zorgen voornamelijk voor de impact in de categorie verzuring.

Het gebruik van chroom en nikkel in het staal voor kapitaalgoederen zorgt voor de hoge score in de categorie humane toxiciteit bij dit onderdeel.

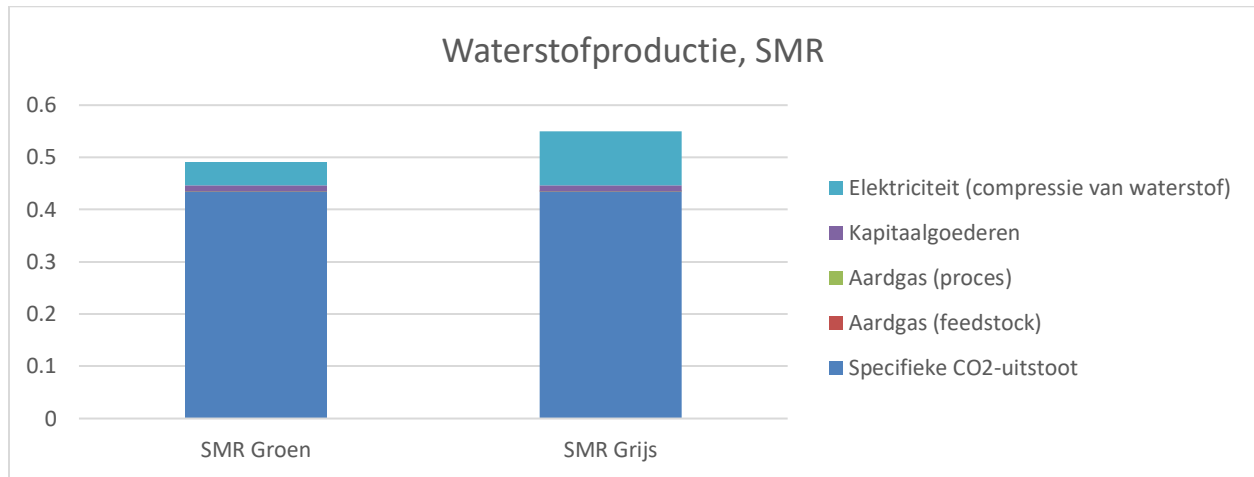


Figuur 12 Zwaartepuntanalyse GTL productie (per liter)

Waterstofproductie

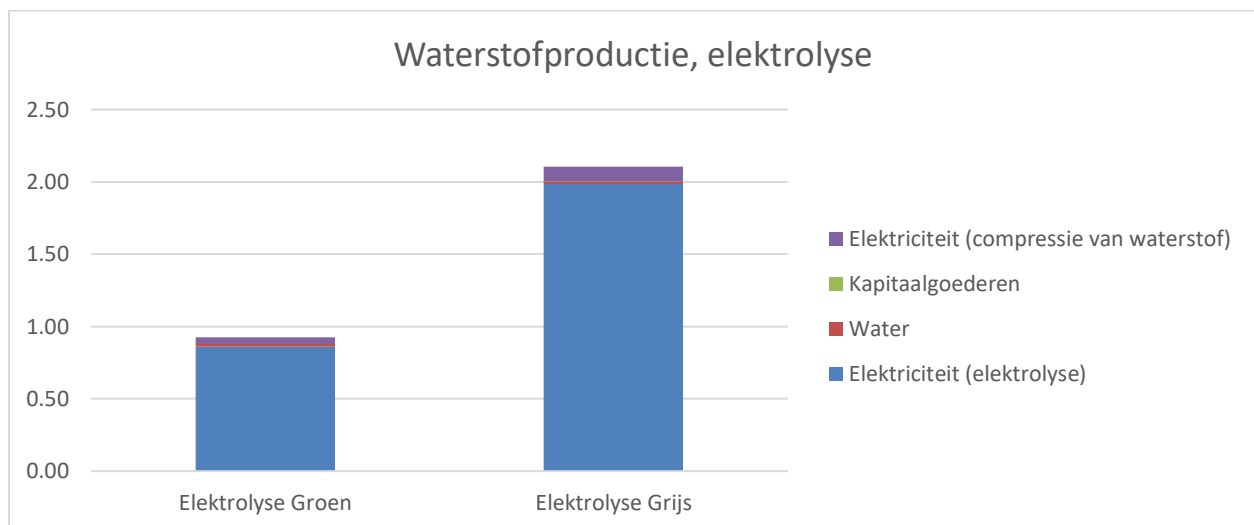
Hieronder worden de zwaartepunten getoond van waterstofproductie SMR (figuur 13) en elektrolyse (figuur 14).

Bij SMR zien we dat de CO₂ die vrijkomt bij het hervormen van methaangas verreweg de grootste bijdrage levert. Er zijn technieken beschikbaar om het CO₂ dat vrijkomt af te vangen en op te slaan. Dit staat echter nog in de kinderschoenen [27].



Figuur 13 Zwaartepuntanalyse waterstofproductie, SMR (per kg)

Bij elektrolyse heeft het elektriciteitsgebruik de grootste impact. Het is qua MKI dan ook niet interessant om voor waterstof gebruik te maken van de huidige energiemix. Hier gaan we in hoofdstuk 5 verder op in.



Figuur 14 Zwaartepuntanalyse waterstofproductie, elektrolyse (per kg)

4.3 Gevoeligheidsanalyse

Er is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Het betreft categorie 3 data waarbij in de inventarisatie de nodige onzekerheden zijn. Bij het opstellen van deze LCA geen specifieke afwegingen of aannames gevonden waarvan de gevoeligheid getest dient te worden. Bij twijfel is uitgegaan van een 'worst-case scenario'

In de rekentools waarin deze data beschikbaar zal zijn, kan gevarieerd worden met materialen en processen om de gevoeligheid hiervan te beoordelen. Dit zal echter op het niveau van productkaarten zijn, onderliggende processen kunnen niet aangepast worden in de rekentools.

5. Aanbevelingen

Blijf de actuele stand der techniek omtrent waterstofproductie monitoren

Waterstofproductie op basis van elektrolyse staat nog in de kinderschoenen. Op dit moment wordt bijna alle waterstof in Nederland namelijk geproduceerd middels SMR [28]. Er zijn Nederlandse partijen die hebben aangegeven hun waterstofproductiefaciliteit op basis van elektrolyse eind 2023 volledig operationeel te hebben. Deze markt is dus nog zó sterk in ontwikkeling, dat monitoring en regelmatige update van de decompositie gewenst is, met name op onderstaande punten:

1. Efficiëntie

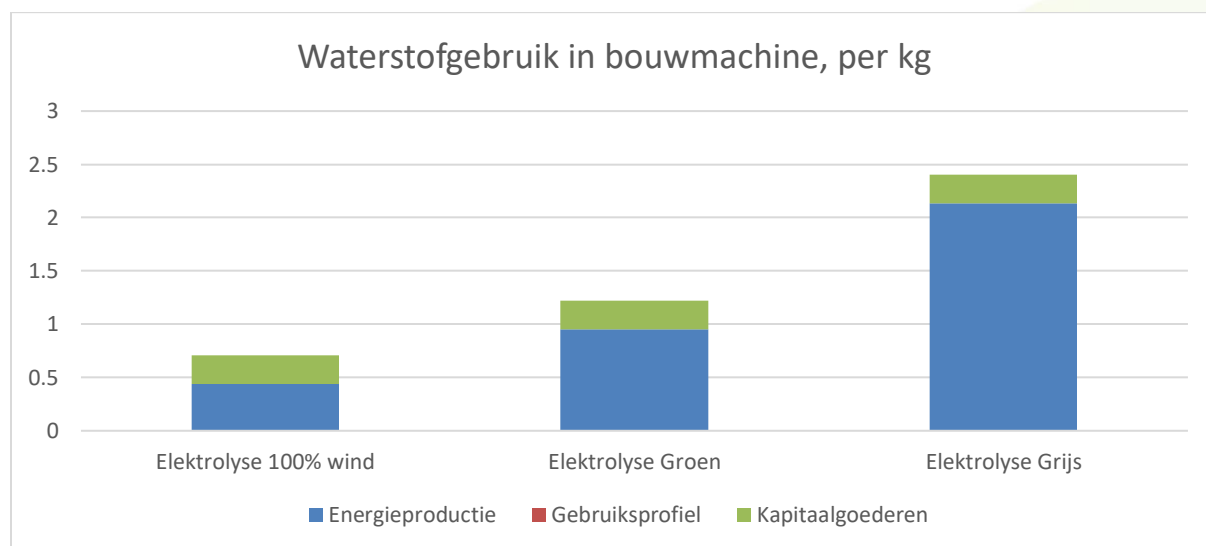
De efficiëntie van middels elektrolyse geproduceerde waterstof als energiedrager is relatief laag. Hier is mogelijk veel te winnen. Op experimentele schaal worden wordt progressie geboekt op dit gebied. Zo is er een Australisch bedrijf dat claimt een nieuwe techniek te hebben ontwikkeld waarbij tot 98% efficiëntie kan worden bereikt [29].

2. De energiemix

Meerdere partijen draaien pilots of hebben concrete plannen om hun waterstof te produceren middels enkel wind- en zonne-energie [30]. Voorbeelden hiervan zijn direct bij offshore windmolenparken op zee [31] en het gebruik van overcapaciteit van wind- en zonneparken om congestie op het stroomnet te voorkomen [32].

Bij gebrek aan praktijkdata wordt nu de basisproceskaart van de Nederlandse Groene energiemix gehanteerd. Hier zit onder andere biomassa in verwerkt, wat een grote impact heeft op de totale MKI van waterstof in een brandstofcel. Door enkel een andere energiemix toe te passen is dus een enorme reductie in totale milieu-impact te behalen.

Om een idee van te geven van de huidige uitgangspunten in vergelijking met de best-case energiemix, wordt in onderstaande figuur de huidige resultaten voor waterstofgebruik in een bouwmaschine getoond, naast waterstof die geproduceerd is met 100% windenergie. Alle overige uitgangspunten zijn ongewijzigd.



Figuur 15: Waterstof productie met behulp van diverse type elektriciteitsproductie.

Neem meerdere accutypen op in de processendabase

De ontwikkelingen rond de accutypen staan niet stil. Inmiddels heeft EcoInvent met de komst van versie 3.8 een breder scala aan accu's geïntroduceerd. Deze accu's worden door de eerste aannemers al toegepast in elektrisch bouw materieel zoals asfalteersets.

Het advies is dan ook om deze accu's te analyseren en er representatieve proceskaarten voor te maken, inclusief een passend einde-levensduurscenario en consistent met de huidige Lithium-accu.

Update materieelspecifieke productkaarten

Veel materieelspecifieke productkaarten zijn gebaseerd op een basisproces met als onderliggend EcoInvent-proces een bepaalde hoeveelheid "Diesel burned in building machine". Deze productkaarten worden gebruikt voor bij referentieberekeningen van aanbestedingen in DuboCalc. Het advies is om, in het kader van consistentie, deze productkaarten (en de basisprocessen waar deze op gebaseerd zijn) te updaten, waarbij x MJ "Diesel burned in building machine" wordt vervangen door $x/35,9$ liter Dieserverbruik, Stage IIIB, "overeenkomende vermogensklasse".

Referenties

- [1] NMD Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken 1.0, NMD juli 2020..
- [2] ISO, 2006. "Environmental management. Life cycle assessment - Principles and framework". ISO 14040:2006.
- [3] ISO, 2006. "Environmental management. Life cycle assessment – Requirements and Guidelines". ISO 14044:2006.
- [4] NEN-EN 15804 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products.
- [5] Onderzoek Brandstof-machinecombinaties, B. Bakker, T. Mol, P. Stadhouders, EcoReview, 2021.
- [6] Hulskotte, J., & Verbeek, R. (2009). Emissie Mobiele Machines gebaseerd op machineverkoop in combinatie met brandstof Afzet (EMMA). Utrecht: TNO.
- [7] Kootstra L. (2018) 20 LCA's van brandstof-machinecombinaties, TNO rapport R10658.
- [8] Ligterink, N. E., de Ruiter, J. M., Dellaert, S. N., Hulskotte, J. H., Verbeek, R. P., & Vonk, W. A. (2020). Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart.
- [9] Shell. (n.d.). The World's Largest Gas-to-liquid Plant, <https://www.shell.com/about-us/major-projects/pearl-gtl/the-world-s-largest-gas-to-liquids-plant.html>.
- [10] Edwards R., Hass, H., Larive, J., Maas, H., & Rickeard, D. (2014). WELL-TO-WHEELS Report Version 4. a JEC WELL-TO-WHEELS ANALYSIS. Institute for Energy and Transport, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Joint Research Centre, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014..
- [11] Kelleher Environmental. (2019). Research study on reuse and recycling of batteries employed in electric vehicles: The Technical, Environmental, Economic, Energy and Cost Implications of Reusing and Recycling EV Batteries. 206..
- [12] M. W. B. Simon, Analysis of materials and energy flows of different lithium ion traction batteries.
- [13] J. M. I. R. D. L. W. C. D. X. B. S. T. K. S. N. R. Y. M. G. T. X. Y. Z. Q. W. T. & B. M. Z. (. Zhu, End-of-life or second-life options for retired electric vehicle batteries. Cell Reports Physical Science, 2(8), 100537. <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2021.100537>.
- [14] Y. L. X. Z. S. H. Y. L. H. & Y. S. (. Hua, Toward Sustainable Reuse of Retired Lithium-ion Batteries from Electric Vehicles. Resources, Conservation and Recycling, 168(May), 105249. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105249>.
- [15] Elementenergy. (2019). Batteries on wheels: the role of battery electric cars in the EU power system and beyond. 1–56. https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_06_Element_Energy_Batteries_on_wheels_Public_report.pdf.
- [16] Chen, M., Ma, X., Chen, B., Arsenault, R., Karlson, P., Simon, N., and Wang, Y. (2019). Recycling end-of-life electric vehicle lithium- ion batteries. Joule 3, 2622–2646..
- [17] IEAGHG. (2017). Techno-Economic Evaluation of SMR Based Standalone (Merchant) Hydrogen Plant with CCS.

- [18 J. Jochemse-Verstraten , S. Vos-Effting, E. Keijzer, S. Dellaert, A. Horsssen, R. Gijlswijk and J. Hulskotte, Milieuprofielen van scheepsbrandstoffen ten behoeve van opname in de Nationale Milieudatabase, TNO, 2016.
- [19 Tractebel. (2017). Study on Early Business Cases for H2 in Energy Storage and More Broadly Power to H2 Applications.
- [20 Wittstock, R., Pehlken, A. and Wark, M., 2016. Challenges in Automotive Fuel Cells Recycling. Recycling, 1(3), pp.343-364..
- [21 Wernet, G. B.-R. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, 1218–1230.
- [22 Deltares en TNO. (2016). Remslijtage - emissieschattingen diffuse bronnen emissieregistratie..
- [23 Hoekstra, A. (2019). The Underestimated Potential of Battery Electric Vehicles to Reduce Emissions. Joule, 3(6), 1412–1414. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.06.002>.
- [24 Girardi, P., Brambilla, C., & Mela, G. (2019). Life Cycle Air Emissions External Costs Assessment for Comparing Electric and Traditional Passenger Cars. Integrated Environmental Assessment and Management, 16(1). <https://doi.org/10.1002/ieam.4211>.
- [25 Anne Kees Jeeninga, onderbouwing overslag, Advieslab.
- [26 De Vos-Effting, S., Keijzer, E., Jansen, B., Zwamborn, A., Mos, J., Beentjes, T., ... & Leendertse, P. (2018). LCA-Achtergrondrapport voor Nederlandse Asfaltmengsels., Rapport voor opname van brancherepresentatieve asfaltmengsels in de Nationale Milieudatabase. Versie, 2.1.
- [27 <https://www.tno.nl/en/technology-science/technologies/blue-hydrogen/>.
- [28 <https://opwegmetwaterstof.nl/waterstofproductie/>.
- [29 <https://allesoverwaterstof.nl/opnieuw-doorbraak-geclaimd-in-elektrolyse-efficiency/>.
- [30 <https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/5b2/8ef/8a0/5b28ef8a04372977882948.pdf>.
- [31 <https://www.neptuneenergy.com/esg/poshydon-hydrogen-pilot>.
- [32 <https://www.processcontrol.nl/hymatters-heeft-interessante-oplossing-voor-congestie-op-het-stroomnet/>.

Bijlage I Gekarakteriseerde resultaten per product

- *Tabellen met gekarakteriseerde resultaten, inclusief 'somkolommen' en 'somregels' waarin bijv. de MKI-waarden worden weergegeven voor dat onderdeel, inclusief een tekstuele toelichting met duiding van de tabel/ grafiek en een uitleg welke materialen of processen het meeste impact hebben op de scores.*
- *Tabellen en/of grafieken waarin geduid is hoe de MKI-waarden van de deelproducten zich verhouden tot het totale product, inclusief een tekstuele toelichting op de resultaten.*
- *Tabellen en/of grafieken met de MKI-waarden per fase, per deelproduct en voor het hoofdproduct. Zie onderstaand voorbeeld. En een tekstuele toelichting.*

Bouwmachines

Machine Diesel stage IIIB 130kW+gekaracteriseerde resultaten

Tabel 1: Machine diesel stage IIIB 130kW+

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,35	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,15E-06	1,10E-06	1,10E-06	0	4,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,36E-02	2,06E-02	1,11E-04	0	2,86E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,46E+00	4,43E-01	1,49E-02	0	3,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,08E-07	5,66E-07	2,49E-09	0	3,96E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0	4,05E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,15E-02	4,67E-03	5,27E-05	0	6,51E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	2,27E-03	6,44E-04	8,36E-06	0	1,54E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,06E+00	3,95E-01	7,40E-03	0	6,52E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,03E-02	1,51E-02	1,89E-04	0	5,03E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,74E+01	5,44E+01	6,88E-01	0	1,22E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0	9,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,72E-01	8,18E-02	1,54E-02	0	4,74E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,32E+01	4,67E+01	2,57E-01	0	6,22E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0	€ 0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,90E-03	3,32E-04	1,54E-05	0	3,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0	9,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,22E-01	9,95E-03	1,72E-02	0	9,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,41E-04	3,17E-04	1,61E-06	0	2,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

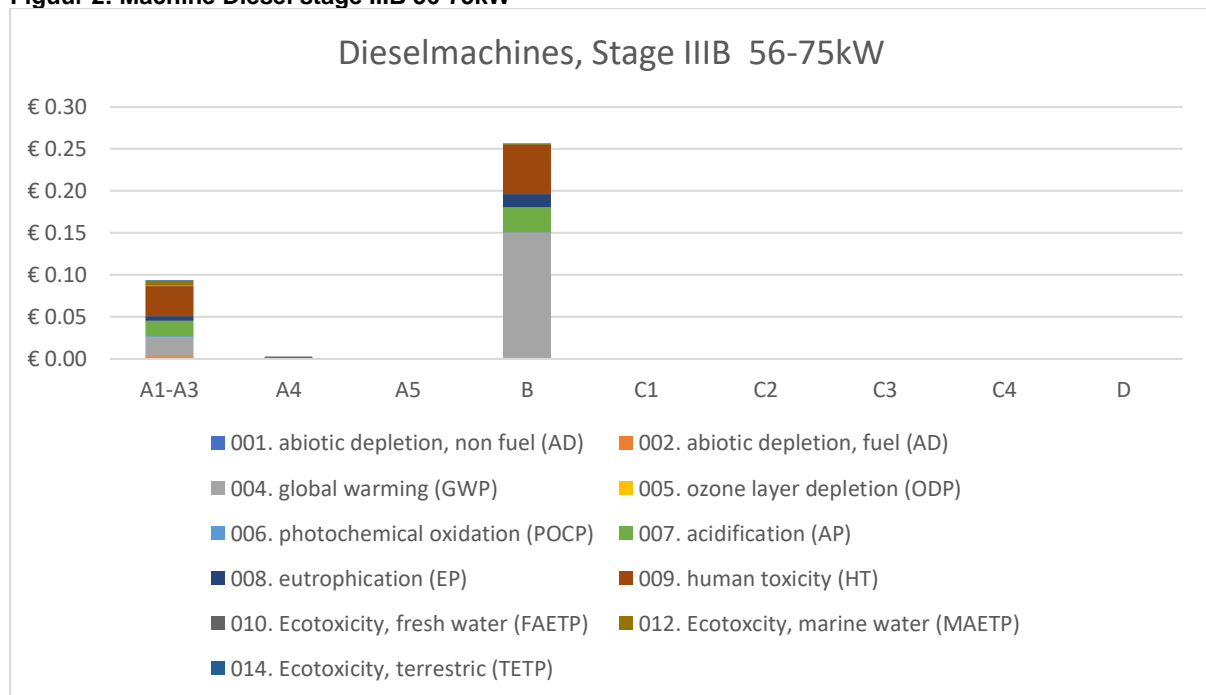
Figuur 1: Machine Diesel stage IIIB 130kW+

Machine Diesel stage IIIB 56-75kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 2: Machine diesel stage IIIB 56-75kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,35	€ 0,09	€ 0,0018	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,15E-06	1,10E-06	1,10E-06	0	4,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,36E-02	2,06E-02	1,11E-04	0	2,86E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,46E+00	4,43E-01	1,49E-02	0	3,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,08E-07	5,66E-07	2,49E-09	0	3,96E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0	4,05E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,20E-02	4,67E-03	5,27E-05	0	7,04E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,39E-03	6,44E-04	8,36E-06	0	1,68E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,06E+00	3,95E-01	7,40E-03	0	6,54E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,03E-02	1,51E-02	1,89E-04	0	5,03E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,74E+01	5,44E+01	6,88E-01	0	1,22E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0	9,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,72E-01	8,18E-02	1,54E-02	0	4,74E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,32E+01	4,67E+01	2,57E-01	0	6,22E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,90E-03	3,32E-04	1,54E-05	0	3,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0	9,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,22E-01	9,95E-03	1,72E-02	0	9,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,41E-04	3,17E-04	1,61E-06	0	2,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 2: Machine Diesel stage IIIB 56-75kW

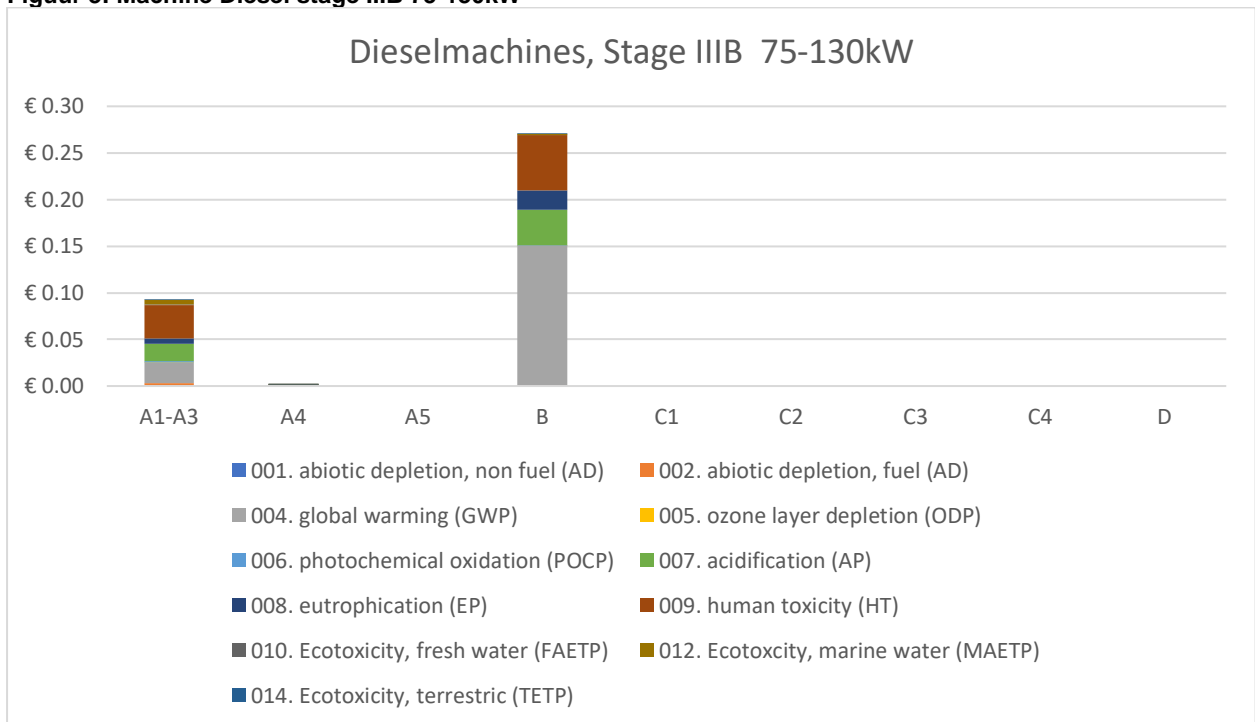


Machine Diesel stage IIIB 75-130kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 3: Machine diesel stage IIIB 75k-130W

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,37	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,27	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,10E-06	1,10E-06	1,10E-06	1,10E-06	4,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,06E-02	1,11E-04	1,11E-04	2,06E-02	2,86E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,43E-01	1,49E-02	1,49E-02	4,43E-01	3,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,66E-07	2,49E-09	2,49E-09	5,66E-07	3,96E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	6,51E-04	9,40E-06	9,40E-06	6,51E-04	4,05E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,67E-03	5,27E-05	5,27E-05	4,67E-03	9,57E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	6,44E-04	8,36E-06	8,36E-06	6,44E-04	2,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	3,95E-01	7,40E-03	7,40E-03	3,95E-01	6,60E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,51E-02	1,89E-04	1,89E-04	1,51E-02	5,03E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,44E+01	6,88E-01	6,88E-01	5,44E+01	1,22E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DB eq	8,52E-04	4,15E-05	4,15E-05	8,52E-04	9,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	8,18E-02	1,54E-02	1,54E-02	8,18E-02	4,74E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,67E+01	2,57E-01	2,57E-01	4,67E+01	6,22E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	1,54E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,32E-04	1,54E-05	6,19E-07	3,32E-04	3,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,22E-04	6,19E-07	1,72E-02	1,22E-04	9,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,95E-03	1,72E-02	1,61E-06	9,95E-03	9,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,17E-04	1,61E-06	1,10E-06	3,17E-04	2,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 3: Machine Diesel stage IIIB 75-130kW

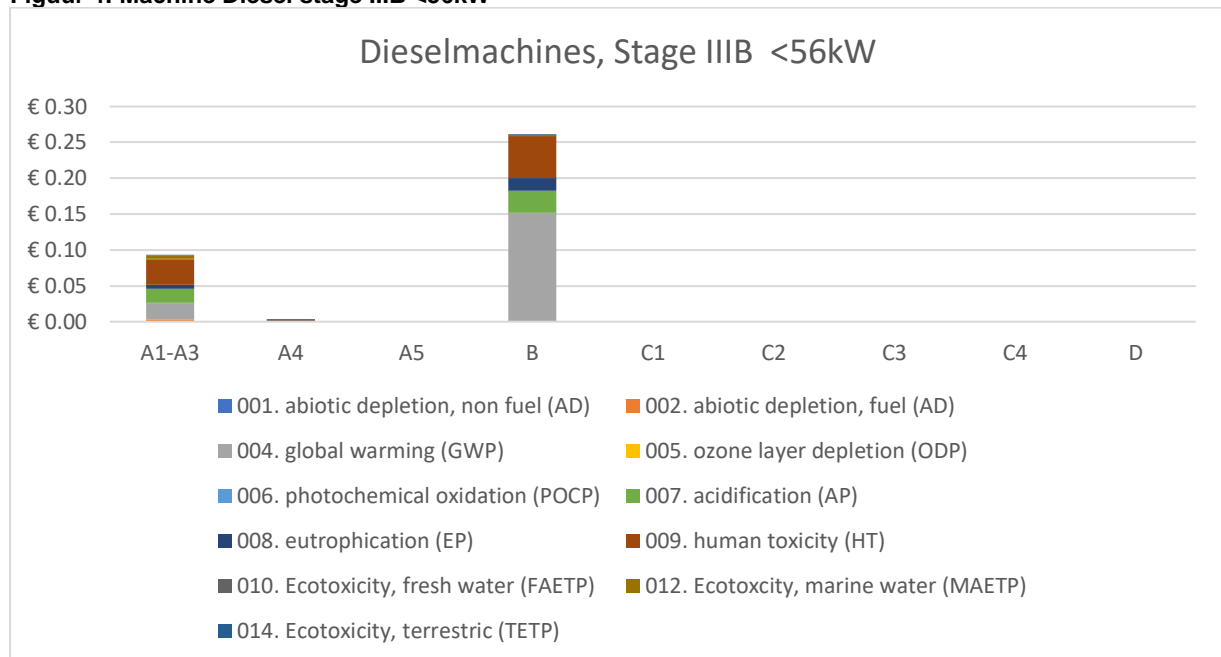


Machine Diesel stage IIIB <56kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 4: Machine diesel stage IIIB <56kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,36	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,15E-06	1,10E-06	1,10E-06	0	4,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,36E-02	2,06E-02	1,11E-04	0	2,86E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,46E+00	4,43E-01	1,49E-02	0	3,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,08E-07	5,66E-07	2,49E-09	0	3,96E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0	4,05E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,26E-02	4,67E-03	5,27E-05	0	7,87E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,55E-03	6,44E-04	8,36E-06	0	1,90E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,06E+00	3,95E-01	7,40E-03	0	6,56E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,03E-02	1,51E-02	1,89E-04	0	5,03E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,74E+01	5,44E+01	6,88E-01	0	1,22E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0	9,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,72E-01	8,18E-02	1,54E-02	0	4,74E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,32E+01	4,67E+01	2,57E-01	0	6,22E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,90E-03	3,32E-03	1,54E-05	0	3,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0	9,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,22E-01	9,95E-03	1,72E-02	0	9,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,41E-04	3,17E-04	1,61E-06	0	2,29E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 4: Machine Diesel stage IIIB <56kW

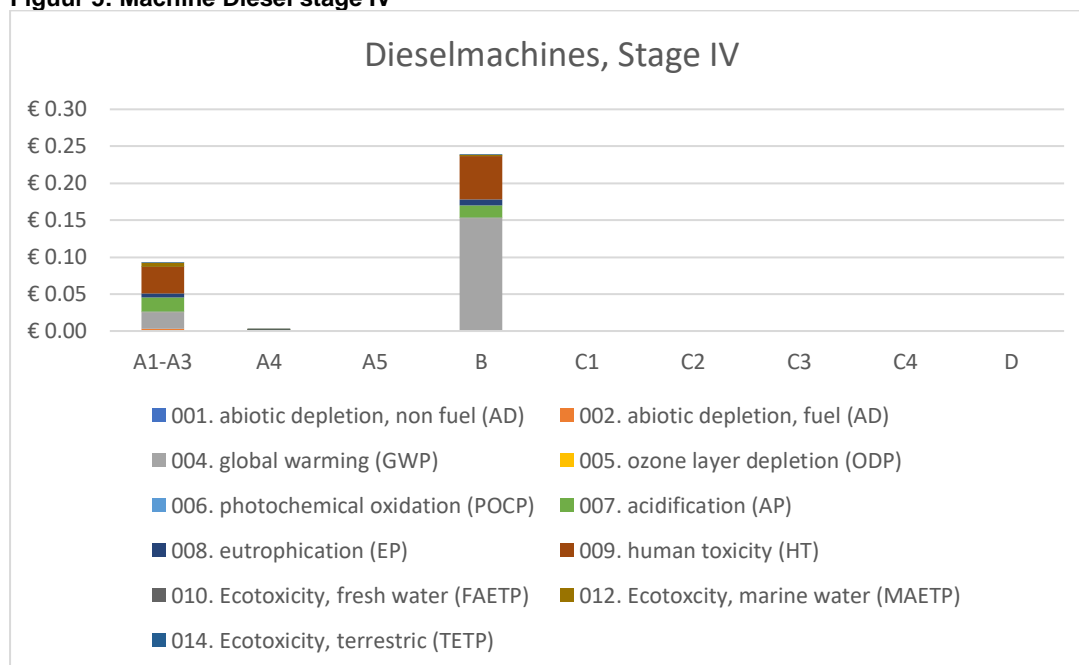


Machine Diesel stage IV gekarakteriseerde resultaten

Tabel 5: Machine diesel stage IV

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,331	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,24	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,62E-06	1,10E-06	1,10E-06	0,00E+00	5,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,38E-02	2,06E-02	1,11E-04	0,00E+00	3,09E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,50E+00	4,43E-01	1,49E-02	0,00E+00	3,04E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,12E-07	5,66E-07	2,49E-09	0,00E+00	4,37E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0,00E+00	4,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	8,79E-03	4,67E-03	5,27E-05	0,00E+00	3,72E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,55E-03	6,44E-04	8,36E-06	0,00E+00	8,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,06E+00	3,95E-01	7,40E-03	0,00E+00	6,56E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,05E-02	1,51E-02	1,89E-04	0,00E+00	5,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,82E+01	5,44E+01	6,88E-01	0,00E+00	1,31E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0,00E+00	9,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,83E-01	8,18E-02	1,54E-02	0,00E+00	4,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,37E+01	4,67E+01	2,57E-01	0,00E+00	6,72E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,40E-03	3,32E-04	1,54E-05	0,00E+00	5,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0,00E+00	9,90E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,23E-01	9,95E-03	1,72E-02	0,00E+00	9,63E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,43E-04	3,17E-04	1,61E-06	0,00E+00	2,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 5: Machine Diesel stage IV

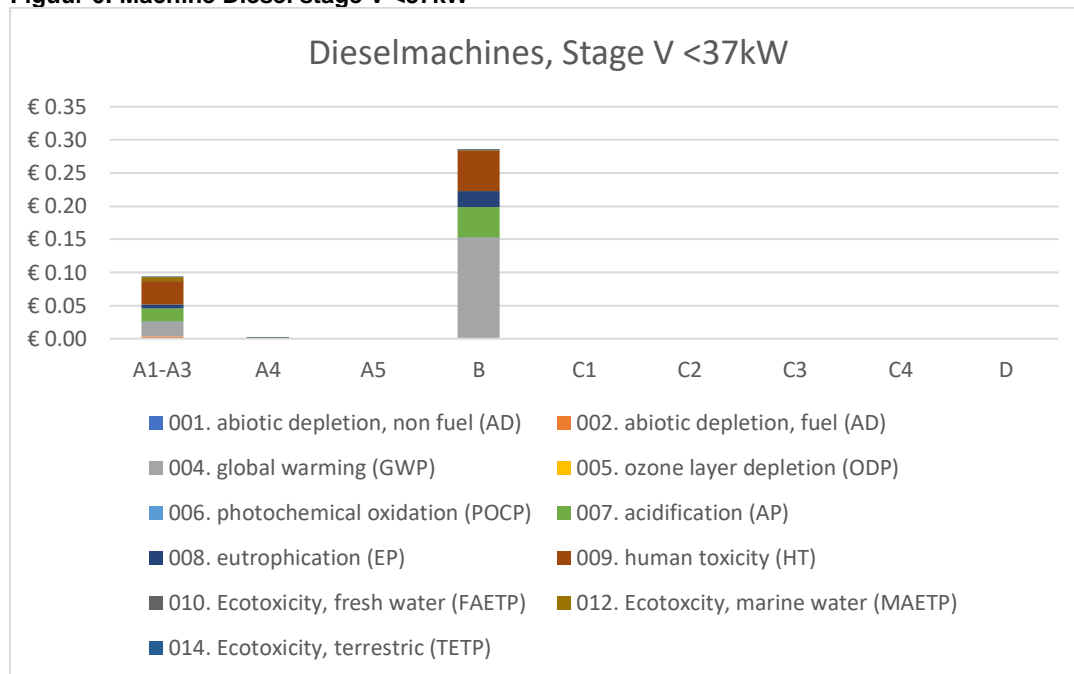


Machine Diesel stage V <37kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 6: Machine diesel stage V <37kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,38	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,29	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,62E-06	1,10E-06	1,10E-06	0,00E+00	5,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,38E-02	2,06E-02	1,11E-04	0,00E+00	3,09E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,50E+00	4,43E-01	1,49E-02	0,00E+00	3,04E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,12E-07	5,66E-07	2,49E-09	0,00E+00	4,37E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0,00E+00	4,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,60E-02	4,67E-03	5,27E-05	0,00E+00	1,12E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,41E-03	6,44E-04	8,36E-06	0,00E+00	2,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,08E+00	3,95E-01	7,40E-03	0,00E+00	6,74E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,05E-02	1,51E-02	1,89E-04	0,00E+00	5,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,82E+01	5,44E+01	6,88E-01	0,00E+00	1,31E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0,00E+00	9,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,83E-01	8,18E-02	1,54E-02	0,00E+00	4,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,37E+01	4,67E+01	2,57E-01	0,00E+00	6,72E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,40E-03	3,32E-04	1,54E-05	0,00E+00	5,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0,00E+00	9,90E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,23E-01	9,95E-03	1,72E-02	0,00E+00	9,63E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,43E-04	3,17E-04	1,61E-06	0,00E+00	2,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 6: Machine Diesel stage V <37kW

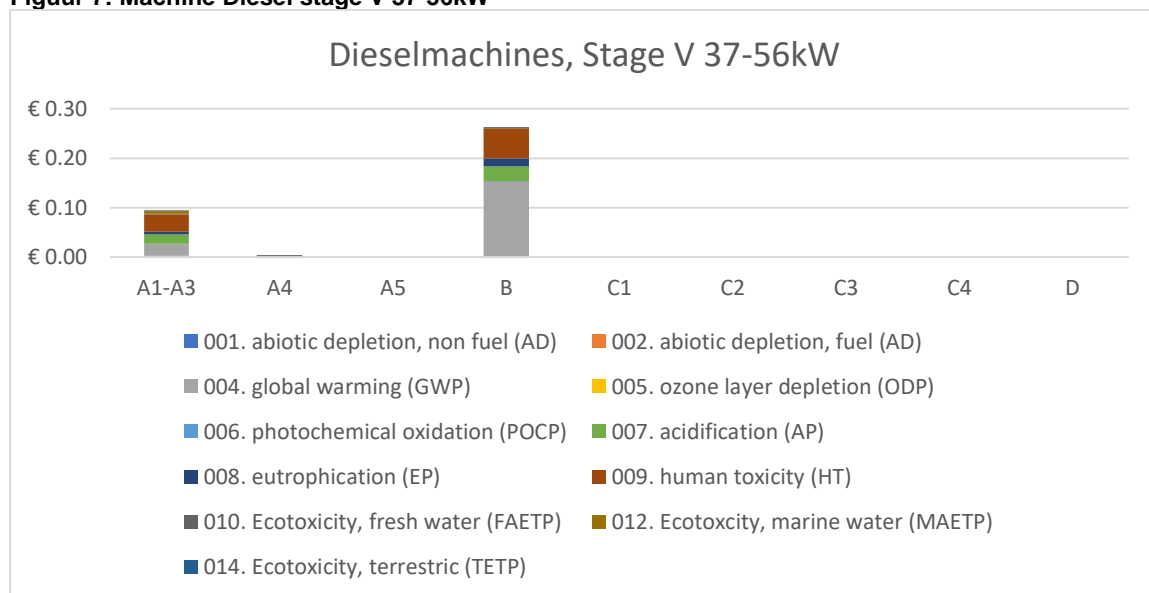


Machine Diesel stage V 37-56kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 7: Machine diesel stage V 37-56kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,36	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,26	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,62E-06	1,10E-06	1,10E-06	0,00E+00	5,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,38E-02	2,06E-02	1,11E-04	0,00E+00	3,09E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,50E+00	4,43E-01	1,49E-02	0,00E+00	3,04E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,12E-07	5,66E-07	2,49E-09	0,00E+00	4,37E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0,00E+00	4,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,23E-02	4,67E-03	5,27E-05	0,00E+00	7,62E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,47E-03	6,44E-04	8,36E-06	0,00E+00	1,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,07E+00	3,95E-01	7,40E-03	0,00E+00	6,66E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,05E-02	1,51E-02	1,89E-04	0,00E+00	5,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,82E+01	5,44E+01	6,88E-01	0,00E+00	1,31E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0,00E+00	9,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,83E-01	8,18E-02	1,54E-02	0,00E+00	4,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,37E+01	4,67E+01	2,57E-01	0,00E+00	6,72E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,40E-03	3,32E-04	1,54E-05	0,00E+00	5,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0,00E+00	9,90E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,23E-01	9,95E-03	1,72E-02	0,00E+00	9,63E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,43E-04	3,17E-04	1,61E-06	0,00E+00	2,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 7: Machine Diesel stage V 37-56kW

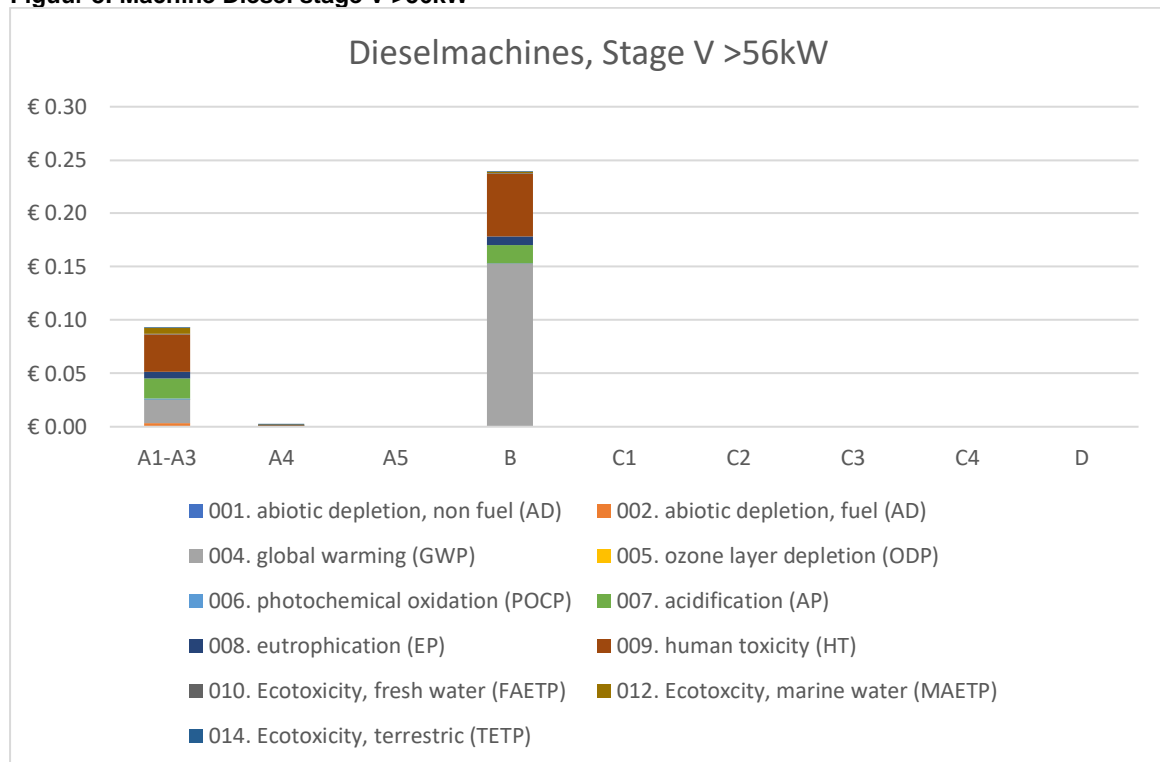


Machine Diesel stage V >56kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 8: Machine diesel stage V >56kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,33	€ 0,09	€ 0,002	€ 0,00	€ 0,24	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,62E-06	1,10E-06	1,10E-06	0,00E+00	5,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,38E-02	2,06E-02	1,11E-04	0,00E+00	3,09E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,50E+00	4,43E-01	1,49E-02	0,00E+00	3,04E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,12E-07	5,66E-07	2,49E-09	0,00E+00	4,37E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,07E-03	6,51E-04	9,40E-06	0,00E+00	4,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	8,87E-03	4,67E-03	5,27E-05	0,00E+00	4,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,57E-03	6,44E-04	8,36E-06	0,00E+00	9,14E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,06E+00	3,95E-01	7,40E-03	0,00E+00	6,57E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,05E-02	1,51E-02	1,89E-04	0,00E+00	5,22E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	6,82E+01	5,44E+01	6,88E-01	0,00E+00	1,31E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,03E-02	8,52E-04	4,15E-05	0,00E+00	9,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,83E-01	8,18E-02	1,54E-02	0,00E+00	4,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,37E+01	4,67E+01	2,57E-01	0,00E+00	6,72E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,40E-03	3,32E-04	1,54E-05	0,00E+00	5,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,32E-04	1,22E-04	6,19E-07	0,00E+00	9,90E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,23E-01	9,95E-03	1,72E-02	0,00E+00	9,63E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,43E-04	3,17E-04	1,61E-06	0,00E+00	2,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 8: Machine Diesel stage V >56kW

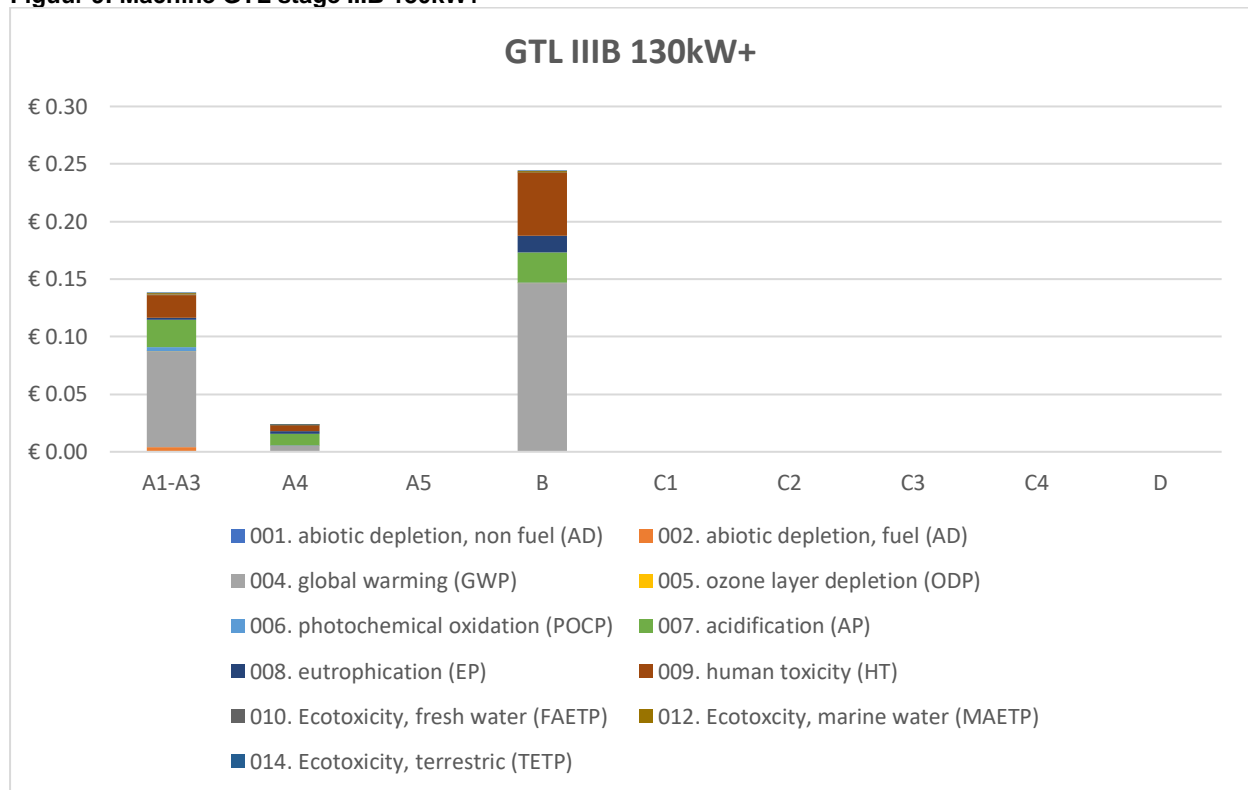


Machine GTL stage IIIB 130kW+gekaracteriseerde resultaten

Tabel 9: Machine GTL stage IIIB 130kW+

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,24	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,93E-05	1,32E-05	1,64E-06	0	4,43E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,96E-02	2,63E-02	6,61E-04	0	2,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,69E+00	1,67E+00	1,05E-01	0	2,92E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,02E-08	3,74E-08	1,70E-08	0	3,58E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,26E-03	1,78E-03	1,27E-04	0	3,48E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,50E-02	5,94E-03	2,44E-03	0	6,30E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,01E-03	1,68E-04	2,68E-04	0	1,50E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,91E-01	2,21E-01	5,64E-02	0	6,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,71E-03	2,00E-03	9,94E-04	0	4,71E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,22E+01	1,62E+01	4,54E+00	0	1,14E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,73E-03	5,90E-04	1,80E-04	0	8,96E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,18E-01	1,47E-01	2,21E-02	0	4,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,10E+01	5,38E+01	1,49E+00	0	5,73E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,14E-03	7,19E-04	6,50E-05	0	3,36E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,80E-05	5,78E-05	1,60E-06	0	8,52E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0	9,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,50E-05	4,58E-06	9,74E-06	0	2,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 9: Machine GTL stage IIIB 130kW+

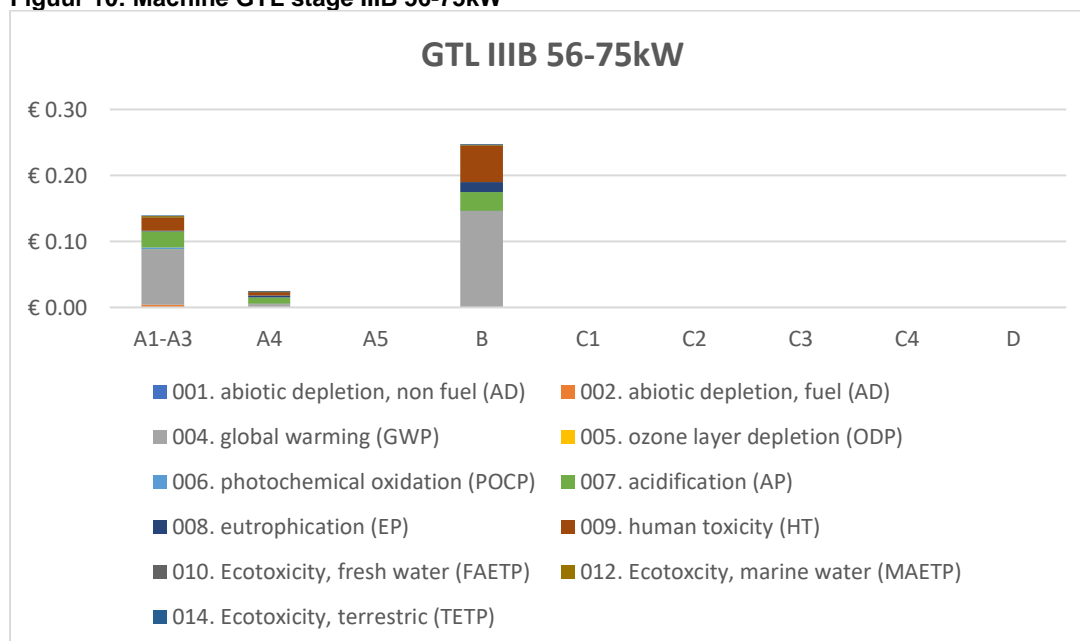


Machine GTL stage IIIB 56-75kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 10: Machine GTL stage IIIB 56-75kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,93E-05	1,32E-05	1,64E-06	0,00E+00	4,43E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,96E-02	2,63E-02	6,61E-04	0,00E+00	2,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,69E+00	1,67E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,92E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,02E-08	3,74E-08	1,70E-08	0,00E+00	3,58E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,26E-03	1,78E-03	1,27E-04	0,00E+00	3,48E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,54E-02	5,94E-03	2,44E-03	0,00E+00	7,02E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,12E-03	1,68E-04	2,68E-04	0,00E+00	1,69E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,92E-01	2,21E-01	5,64E-02	0,00E+00	6,14E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,71E-03	2,00E-03	9,94E-04	0,00E+00	4,71E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,22E+01	1,62E+01	4,54E+00	0,00E+00	1,14E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,73E-03	5,90E-04	1,80E-04	0,00E+00	8,96E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,18E-01	1,47E-01	2,21E-02	0,00E+00	4,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,10E+01	5,38E+01	1,49E+00	0,00E+00	5,73E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,14E-03	7,19E-04	6,50E-05	0,00E+00	3,36E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,80E-05	5,78E-05	1,60E-06	0,00E+00	8,52E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0,00E+00	9,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,50E-05	4,58E-06	9,74E-06	0,00E+00	2,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 10: Machine GTL stage IIIB 56-75kW

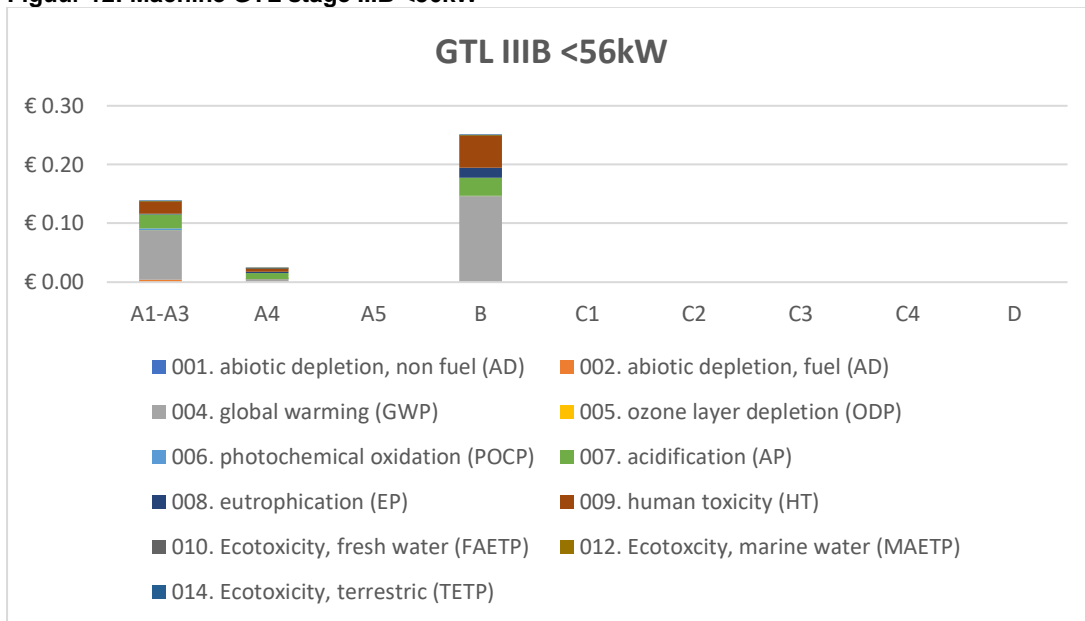


Machine GTL stage IIIB <56kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 12: Machine GTL stage IIIB <56kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,93E-05	1,32E-05	1,64E-06	0,00E+00	4,43E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,96E-02	2,63E-02	6,61E-04	0,00E+00	2,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,69E+00	1,67E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,92E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,02E-08	3,74E-08	1,70E-08	0,00E+00	3,58E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,26E-03	1,78E-03	1,27E-04	0,00E+00	3,48E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,60E-02	5,94E-03	2,44E-03	0,00E+00	7,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4-- eq	2,28E-03	1,68E-04	2,68E-04	0,00E+00	1,85E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,93E-01	2,21E-01	5,64E-02	0,00E+00	6,16E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,71E-03	2,00E-03	9,94E-04	0,00E+00	4,71E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,22E+01	1,62E+01	4,54E+00	0,00E+00	1,14E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,73E-03	5,90E-04	1,80E-04	0,00E+00	8,96E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,18E-01	1,47E-01	2,21E-02	0,00E+00	4,49E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,10E+01	5,38E+01	1,49E+00	0,00E+00	5,73E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,14E-03	7,19E-04	6,50E-05	0,00E+00	3,36E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,80E-05	5,78E-05	1,60E-06	0,00E+00	8,52E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0,00E+00	9,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,50E-05	4,58E-06	9,74E-06	0,00E+00	2,07E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 12: Machine GTL stage IIIB <56kW

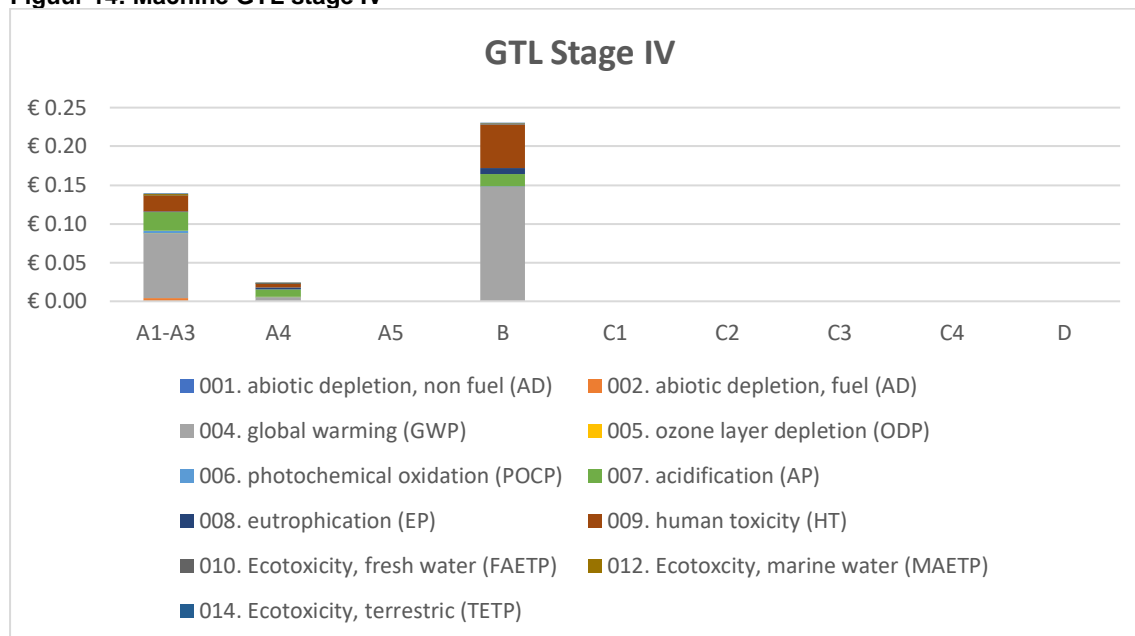


Machine GTL stage IV gekarakteriseerde resultaten

Tabel 13: Machine GTL stage IV

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,39	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,23	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,96E-05	1,32E-05	1,64E-06	0,00E+00	4,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,97E-02	2,63E-02	6,61E-04	0,00E+00	2,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,72E+00	1,67E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,95E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,35E-08	3,74E-08	1,70E-08	0,00E+00	3,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,27E-03	1,78E-03	1,27E-04	0,00E+00	3,58E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,23E-03	5,94E-03	2,44E-03	0,00E+00	3,90E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,30E-03	1,68E-04	2,68E-04	0,00E+00	8,62E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	9,04E-01	2,21E-01	5,64E-02	0,00E+00	6,26E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,87E-03	2,00E-03	9,94E-04	0,00E+00	4,88E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,29E+01	1,62E+01	4,54E+00	0,00E+00	1,21E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,76E-03	5,90E-04	1,80E-04	0,00E+00	8,99E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,27E-01	1,47E-01	2,21E-02	0,00E+00	4,58E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,14E+01	5,38E+01	1,49E+00	0,00E+00	6,13E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,35E-03	7,19E-04	6,50E-05	0,00E+00	4,57E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,84E-05	5,78E-05	1,60E-06	0,00E+00	8,96E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0,00E+00	9,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,62E-05	4,58E-06	9,74E-06	0,00E+00	2,19E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 14: Machine GTL stage IV

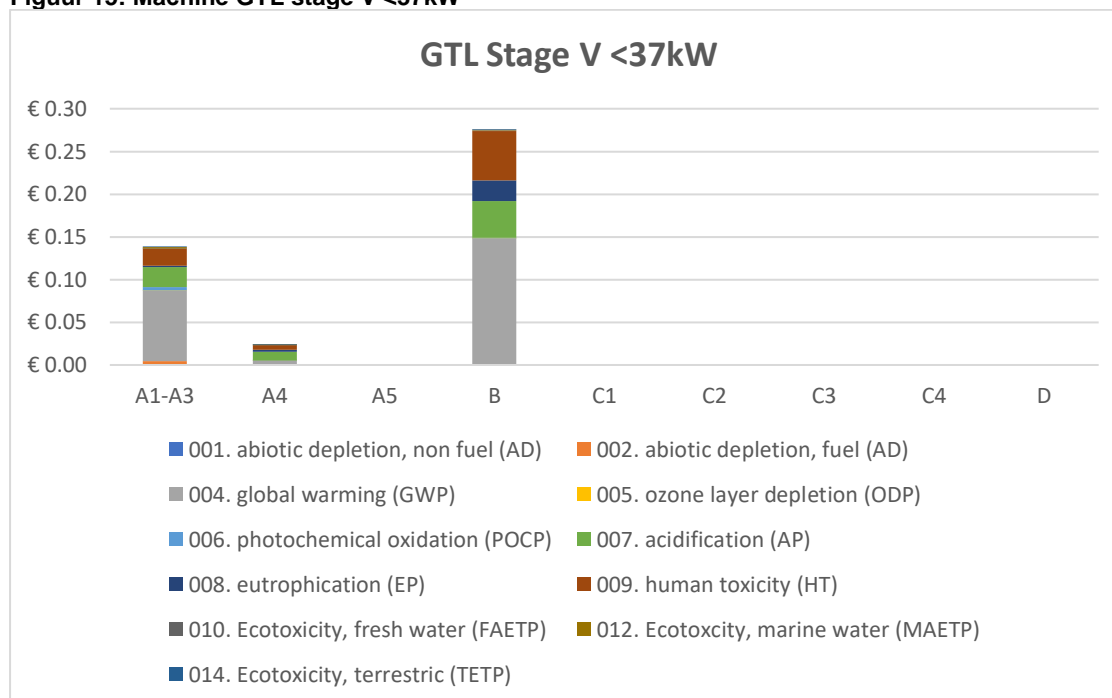


Machine GTL stage V <37kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 15: Machine GTL stage V <37kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,44	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,28	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,96E-05	1,32E-05	1,64E-06	0,00E+00	4,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,97E-02	2,63E-02	6,61E-04	0,00E+00	2,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,72E+00	1,67E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,95E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,35E-08	3,74E-08	1,70E-08	0,00E+00	3,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,27E-03	1,78E-03	1,27E-04	0,00E+00	3,58E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,93E-02	5,94E-03	2,44E-03	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,12E-03	1,68E-04	2,68E-04	0,00E+00	2,69E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	9,21E-01	2,21E-01	5,64E-02	0,00E+00	6,43E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,87E-03	2,00E-03	9,94E-04	0,00E+00	4,88E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,29E+01	1,62E+01	4,54E+00	0,00E+00	1,21E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,76E-03	5,90E-04	1,80E-04	0,00E+00	8,99E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,27E-01	1,47E-01	2,21E-02	0,00E+00	4,58E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,14E+01	5,38E+01	1,49E+00	0,00E+00	6,13E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,35E-03	7,19E-04	6,50E-05	0,00E+00	4,57E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,84E-05	5,78E-05	1,60E-06	0,00E+00	8,96E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0,00E+00	9,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,62E-05	4,58E-06	9,74E-06	0,00E+00	2,19E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 15: Machine GTL stage V <37kW

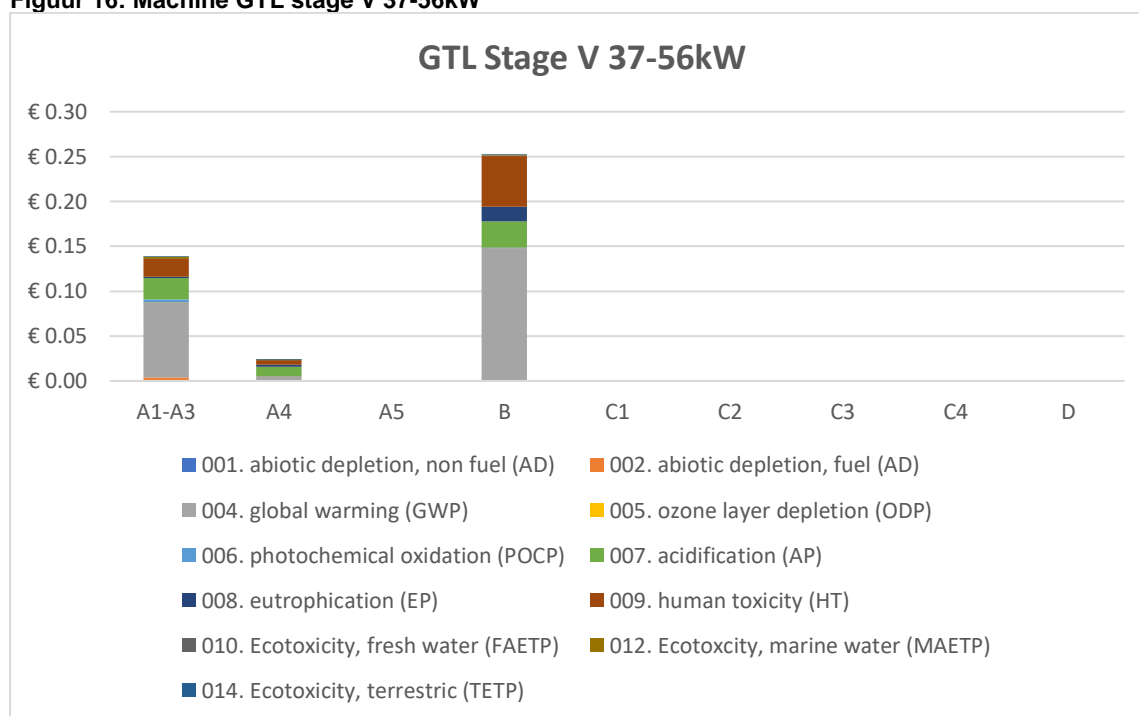


Machine GTL stage V 37-56kW gekarakteriseerde resultaten

Tabel 16: Machine GTL stage V 37-56kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,41	€ 0,14	€ 0,02	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,96E-05	1,32E-05	1,64E-06	0,00E+00	4,81E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,97E-02	2,63E-02	6,61E-04	0,00E+00	2,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,72E+00	1,67E+00	1,05E-01	0,00E+00	2,95E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,35E-08	3,74E-08	1,70E-08	0,00E+00	3,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,27E-03	1,78E-03	1,27E-04	0,00E+00	3,58E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,57E-02	5,94E-03	2,44E-03	0,00E+00	7,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,19E-03	1,68E-04	2,68E-04	0,00E+00	1,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	9,12E-01	2,21E-01	5,64E-02	0,00E+00	6,34E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	7,87E-03	2,00E-03	9,94E-04	0,00E+00	4,88E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,29E+01	1,62E+01	4,54E+00	0,00E+00	1,21E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,76E-03	5,90E-04	1,80E-04	0,00E+00	8,99E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,27E-01	1,47E-01	2,21E-02	0,00E+00	4,58E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,14E+01	5,38E+01	1,49E+00	0,00E+00	6,13E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,35E-03	7,19E-04	6,50E-05	0,00E+00	4,57E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,84E-05	5,78E-05	1,60E-06	0,00E+00	8,96E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,38E-01	2,88E-02	1,84E-02	0,00E+00	9,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,62E-05	4,58E-06	9,74E-06	0,00E+00	2,19E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 16: Machine GTL stage V 37-56kW

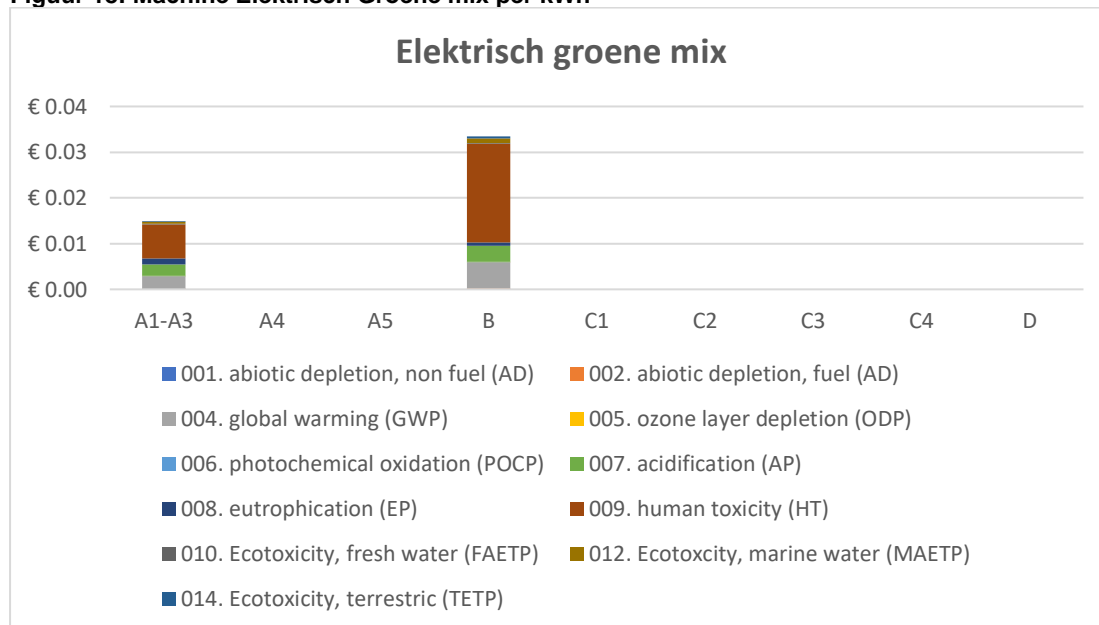


Machine Elektrisch Groene mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 18: Machine Elektrisch Groene mix per kWh

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,05	€ 0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,41E-05	6,29E-06	0,00E+00	0,00E+00	7,84E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,20E-03	3,23E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,84E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,70E-01	5,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,89E-08	8,08E-09	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,74E-04	8,36E-05	0,00E+00	0,00E+00	9,11E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,48E-03	6,27E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,54E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,34E-04	1,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,41E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	3,23E-01	8,26E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,97E-03	1,55E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,52E+01	3,96E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,12E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,86E-03	2,54E-03	0,00E+00	0,00E+00	7,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	7,66E+00	7,48E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,78E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,52E+00	6,57E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,87E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	9,13E-04	9,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,28E-03	9,67E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	3,48E-05	2,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,47E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	5,81E-02	2,33E-02	0,00E+00	0,00E+00	3,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	8,38E-06	2,47E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 18: Machine Elektrisch Groene mix per kWh

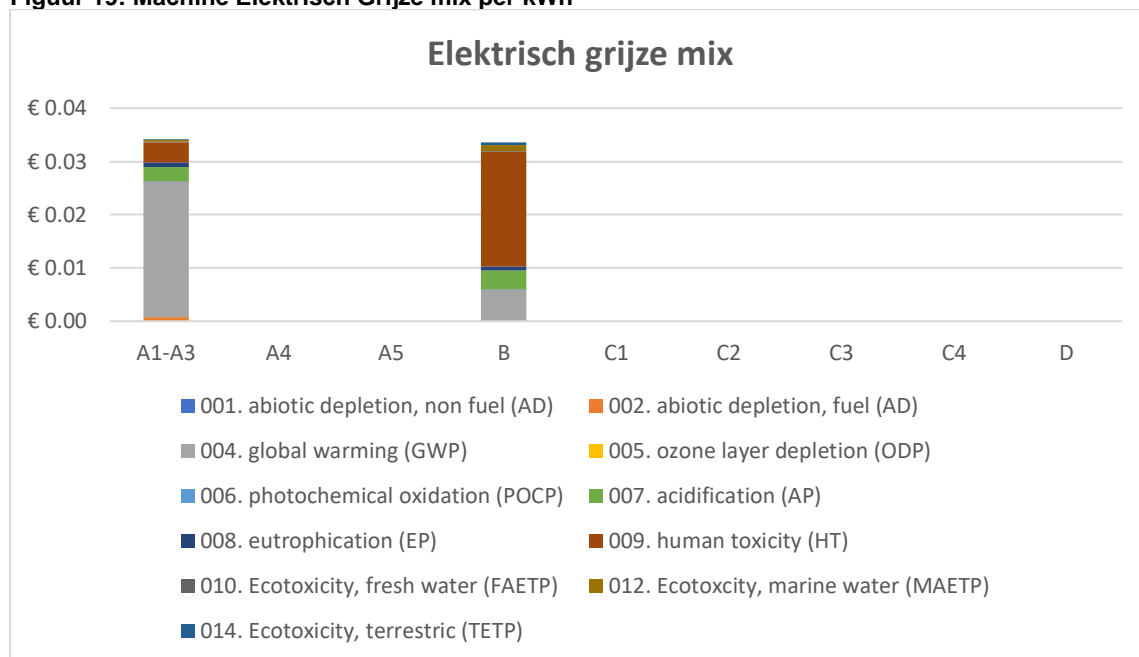


Machine Elektrisch Grijs mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 19: Machine Elektrisch Grijs mix per kWh

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,07	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,49E-06	6,60E-07	0,00E+00	0,00E+00	7,84E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	5,42E-03	4,54E-03	0,00E+00	0,00E+00	8,84E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,25E-01	5,09E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,66E-08	4,58E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,64E-04	7,33E-05	0,00E+00	0,00E+00	9,11E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,49E-03	6,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,54E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,92E-04	1,08E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,41E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,82E-01	4,19E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,40E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	4,48E-03	1,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,54E+01	4,15E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,12E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	9,56E-03	2,23E-03	0,00E+00	0,00E+00	7,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,07E-01	2,83E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,78E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,12E+01	9,34E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,87E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,67E-04	1,67E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,67E-03	2,35E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,31E-05	8,50E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,47E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	4,40E-02	9,16E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,79E-05	1,20E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 19: Machine Elektrisch Grijs mix per kWh

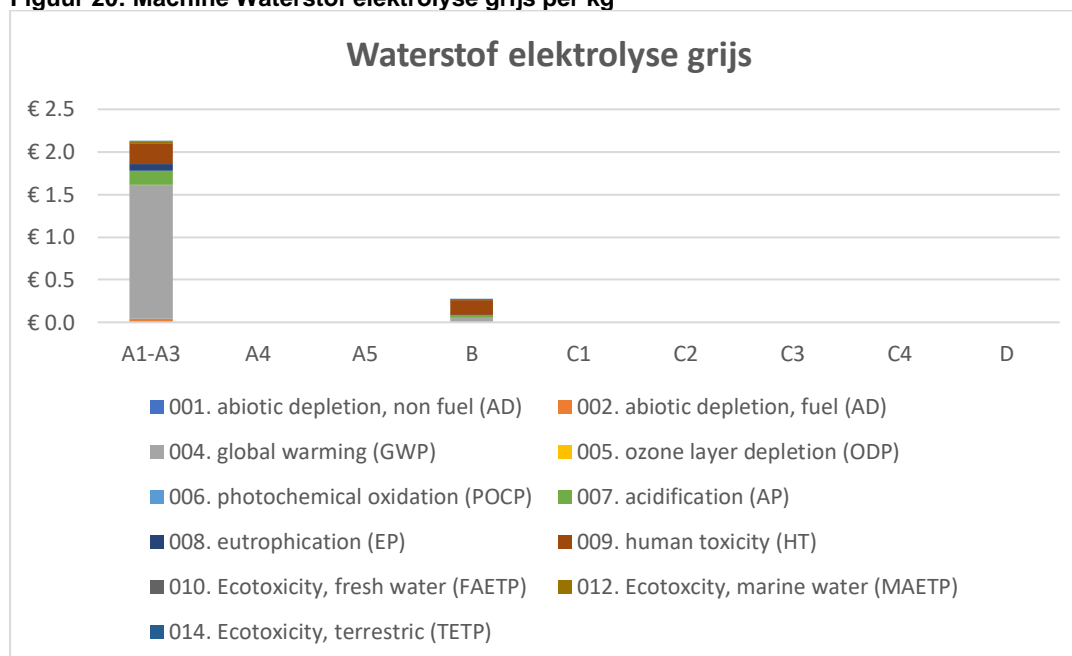


Machine Waterstof elektrolyse grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 20: Machine Waterstof elektrolyse grijs per kg

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 2,36	€ 2,11	0,00E+00	0,00E+00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,52E-05	4,06E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,85E-01	2,77E-01	0,00E+00	0,00E+00	7,91E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,22E+01	31,139149	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	3,40E-06	2,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,17E-03	4,49E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,33E-02	0,03889539	0,00E+00	0,00E+00	4,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	8,83E-03	0,0082445	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	4,38E+00	2,5669407	0,00E+00	0,00E+00	1,82E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	8,10E-02	0,06443772	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,93E+02	254,37561	0,00E+00	0,00E+00	3,86E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,65E-01	0,1364982	0,00E+00	0,00E+00	2,88E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,30E+00	1,830505	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,88E+02	571,01192	0,00E+00	0,00E+00	1,70E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,02E-02	0,01021508	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,68E-01	0,15663798	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,49E-04	5,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,92E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	8,62E-01	0,56272003	0,00E+00	0,00E+00	2,99E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	7,93E-04	7,37E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 20: Machine Waterstof elektrolyse grijs per kg

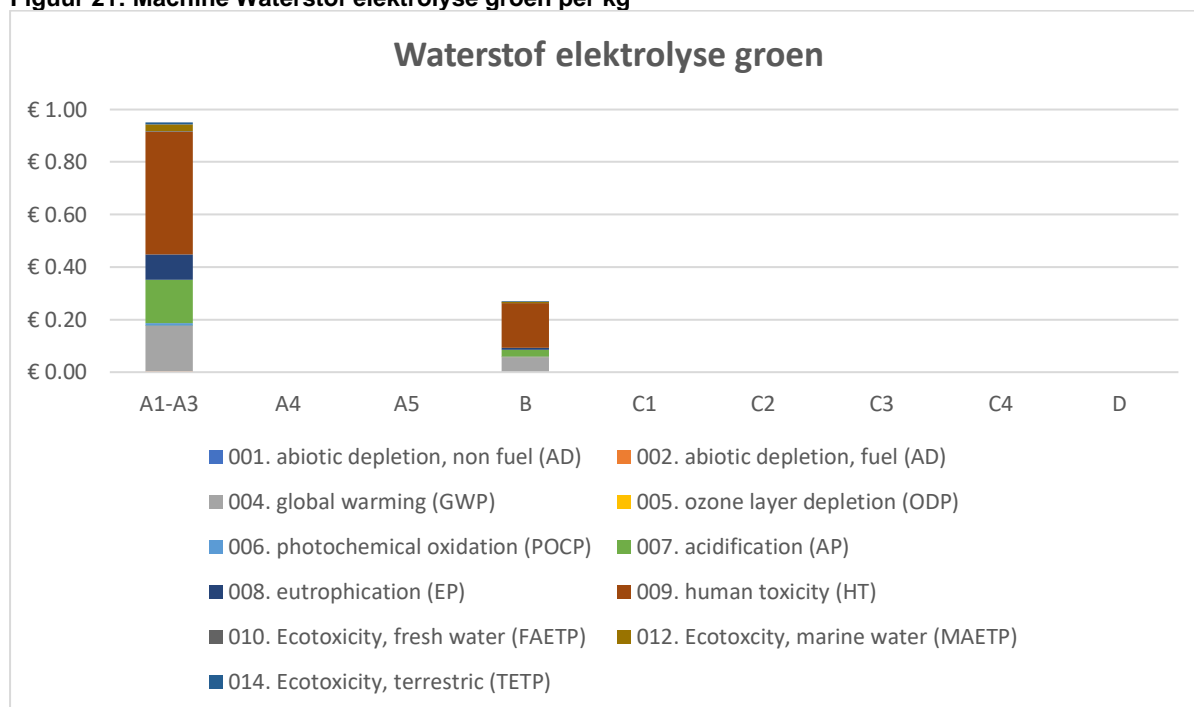


Machine Waterstof elektrolyse groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 21: Machine Waterstof elektrolyse groen per kg

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 1,17	€ 0,93	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,99E-04	3,84E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,79E-02	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	7,91E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,47E+00	3,40E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,09E-06	4,99E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	5,80E-03	5,12E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,29E-02	3,84E-02	0,00E+00	0,00E+00	4,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,14E-02	1,08E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,87E+00	5,06E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,82E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,11E-01	9,48E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	2,81E+02	2,43E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,86E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,84E-01	1,55E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,88E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,59E+02	4,57E+02	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,77E+01	4,08E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,70E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	5,58E-02	5,58E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	8,29E-02	7,20E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,26E-03	1,23E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,92E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,72E+00	1,43E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,99E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,11E-04	1,55E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 21: Machine Waterstof elektrolyse groen per kg

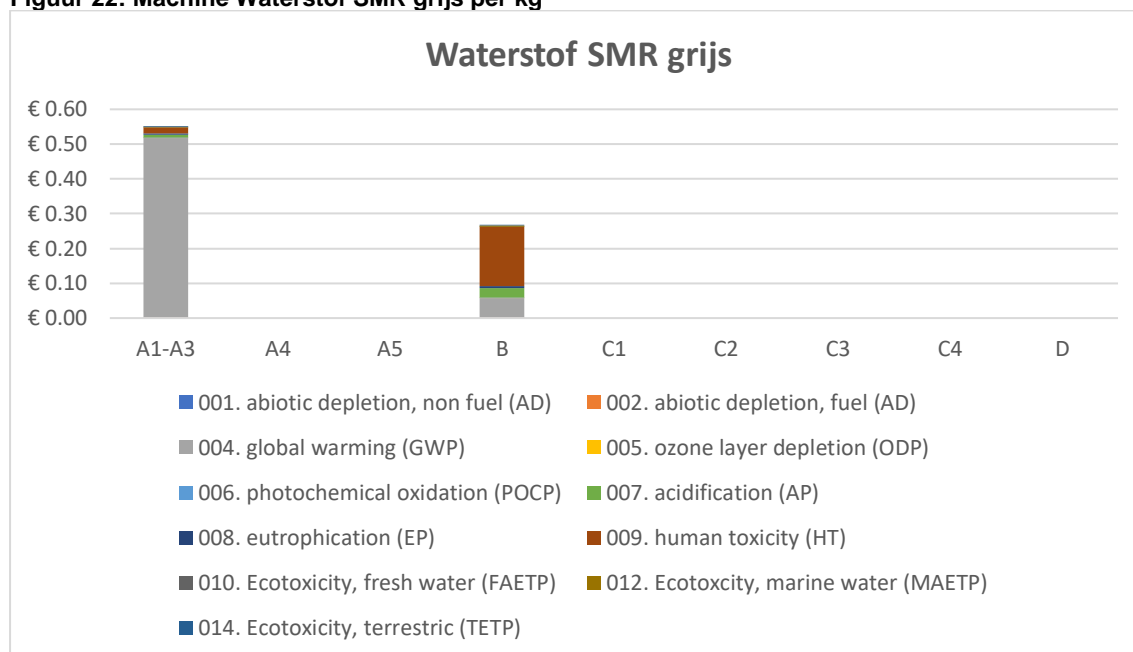


Machine Waterstof SMR grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 22: Machine Waterstof SMR grijs per kg

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,80	€ 0,55	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,71E-05	2,51E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,22E-02	1,43E-02	0,00E+00	0,00E+00	7,91E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,14E+01	1,03E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	7,38E-07	1,44E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	9,78E-04	2,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	6,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	6,57E-03	2,17E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	9,51E-04	3,64E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,01E+00	1,95E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,82E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,02E-02	3,72E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,28E+01	1,42E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,86E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,60E-02	7,18E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,88E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,59E+00	1,27E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,63E+01	2,94E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,70E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	5,11E-04	5,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,85E-02	7,66E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,87E-05	2,95E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,92E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	3,40E-01	4,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,99E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	9,38E-05	3,83E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 22: Machine Waterstof SMR grijs per kg

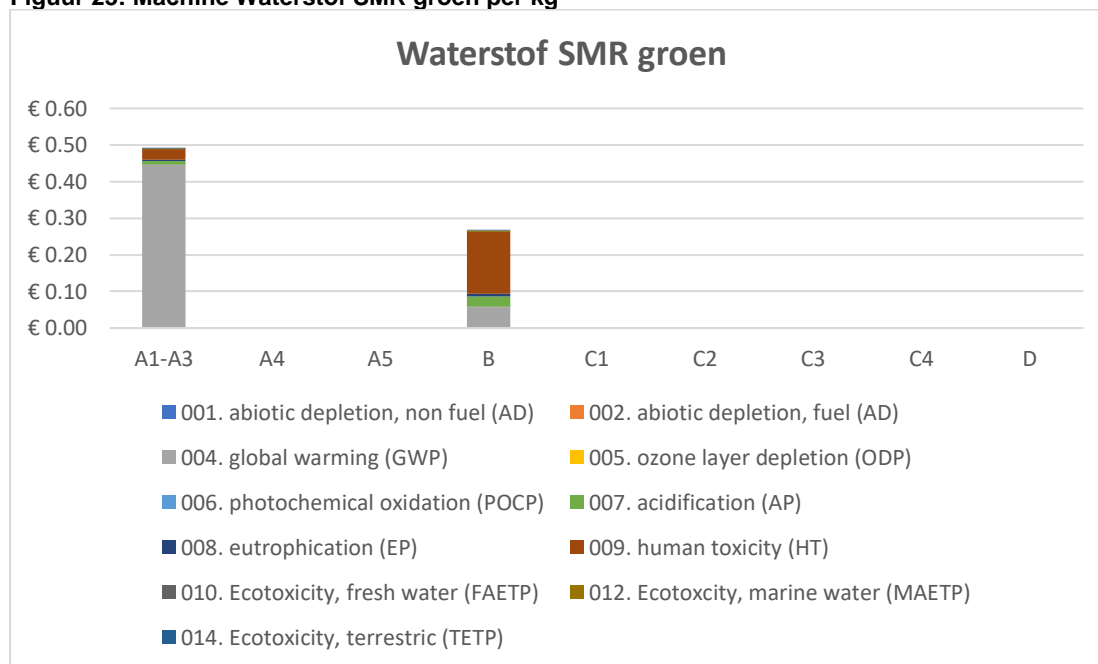


Machine Waterstof SMR groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 23: Machine Waterstof SMR groen per kg

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,74	€ 0,49	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,25	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,43E-05	1,97E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,36E-03	1,45E-03	0,00E+00	0,00E+00	7,91E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,00E+01	8,93E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,23E-07	2,90E-08	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,01E-03	3,25E-04	0,00E+00	0,00E+00	6,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	6,55E-03	2,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,08E-03	4,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,14E+00	3,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,82E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,18E-02	5,24E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,22E+01	1,36E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,86E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,69E-02	8,11E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,88E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,44E+01	2,29E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,98E+01	2,84E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,70E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	2,79E-03	2,79E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,43E-02	3,42E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	9,44E-05	6,52E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,92E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	3,83E-01	8,40E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,99E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	6,47E-05	9,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 23: Machine Waterstof SMR groen per kg



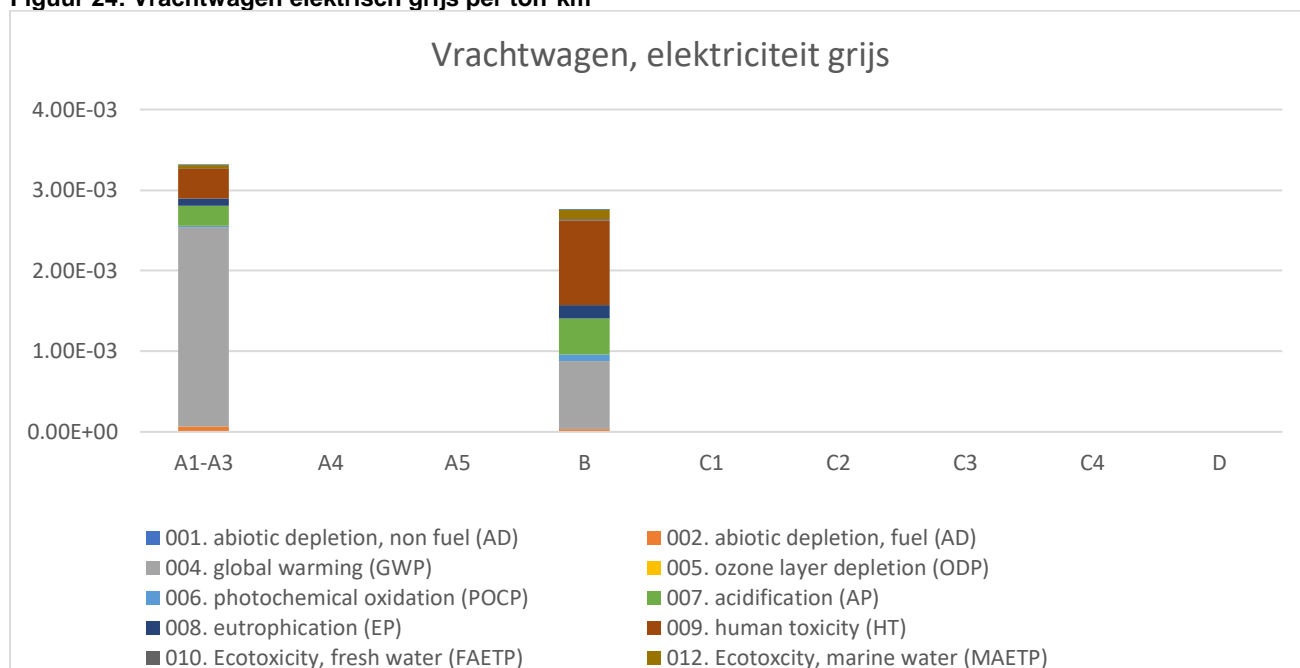
Vrachtwagens

Vrachtwagen Elektrisch Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 24: Vrachtwagen elektrisch grijs per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	6,09E-03	3,32E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,25E-06	6,41E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	6,33E-04	4,41E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,92E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,65E-02	4,95E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,70E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	8,47E-09	4,45E-09	0,00E+00	0,00E+00	4,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	4,51E-05	7,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,80E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,75E-04	6,16E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,84E-05	1,05E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,78E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,58E-02	4,07E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,17E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	6,25E-04	1,02E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,23E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,57E+00	4,03E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,17E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,36E-04	2,17E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,48E-02	2,74E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,32E+00	9,07E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,62E-05	1,62E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,68E-04	2,28E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,40E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,02E-06	8,25E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,30E-01	8,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,46E-06	1,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,30E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 24: Vrachtwagen elektrisch grijs per ton*km

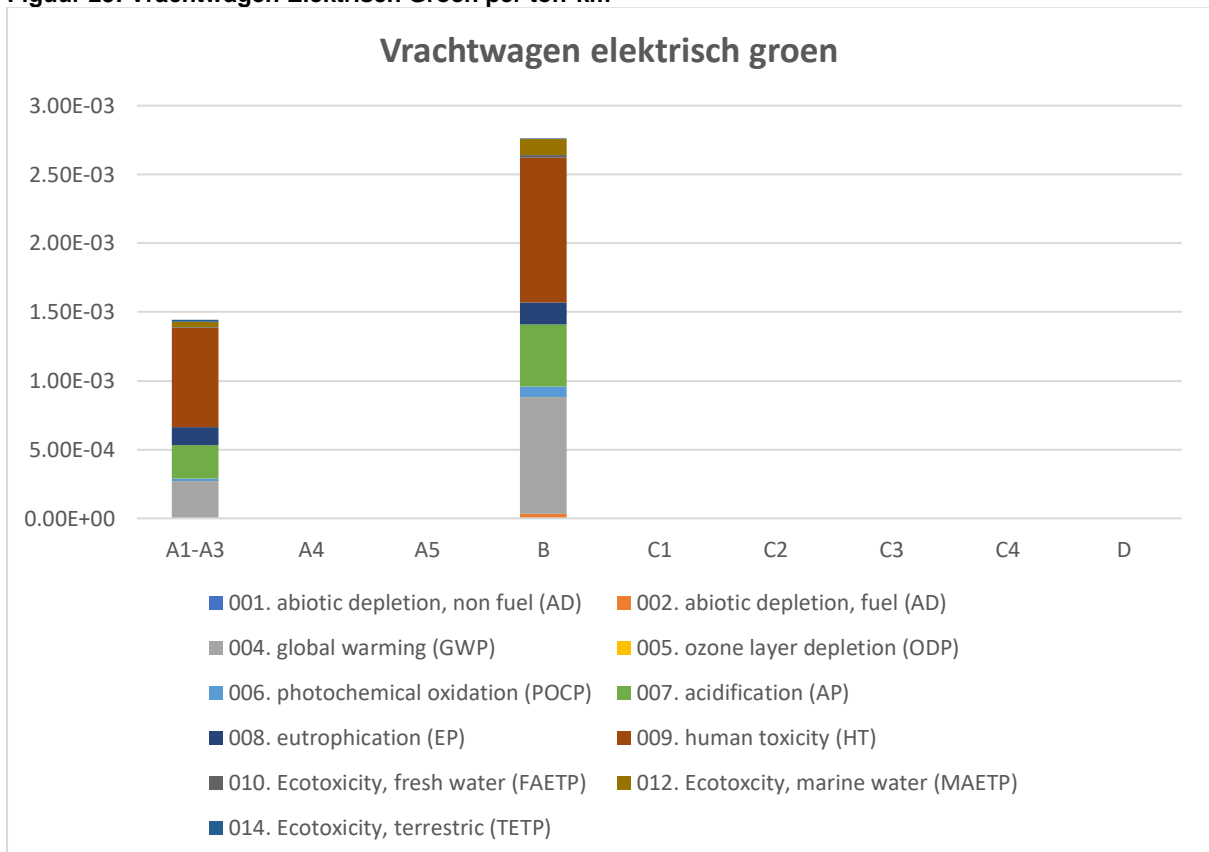


Vrachtwagen Elektrisch Groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 25: Vrachtwagen Elektrisch Groen per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	4,21E-03	1,44E-03	€ 0,000	€ 0,00	2,76E-03	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,80E-06	6,11E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,24E-04	3,14E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,92E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,23E-02	5,35E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,70E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,81E-09	7,84E-10	0,00E+00	0,00E+00	4,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4 eq	4,61E-05	8,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,80E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,74E-04	6,09E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,24E-05	1,45E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,78E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,97E-02	8,02E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,17E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	6,74E-04	1,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,23E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,55E+00	3,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,17E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,65E-04	2,46E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	7,39E-01	7,27E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,21E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,79E-01	6,38E-02	0,00E+00	0,00E+00	4,15E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	8,87E-05	8,87E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,33E-04	9,38E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,40E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	3,16E-06	1,96E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,31E-01	2,26E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,54E-06	2,40E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,30E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 25: Vrachtwagen Elektrisch Groen per ton*km

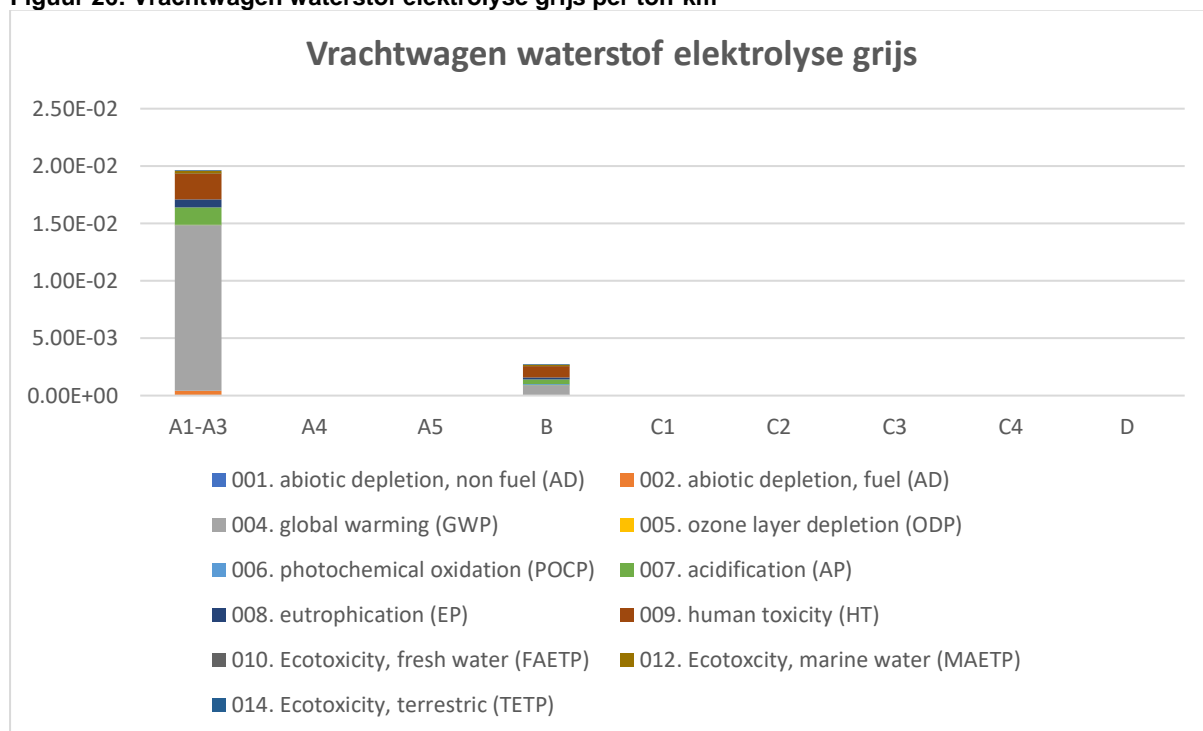


Vrachtwagen waterstof elektrolyse grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 26: Vrachtwagen waterstof elektrolyse grijs per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	2,24E-02	1,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,43E-06	3,98E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,75E-03	2,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,91E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,05E-01	2,88E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	3,64E-08	2,74E-08	0,00E+00	0,00E+00	9,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	8,03E-05	4,27E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,85E-04	3,80E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	9,46E-05	7,73E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	3,60E-02	2,48E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,10E-03	0,00061025	0,00E+00	0,00E+00	4,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,35E+00	2,38E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,37E-03	1,26E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,85E-02	0,01722649	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,69E+00	5,2761278	0,00E+00	0,00E+00	4,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	9,42E-05	9,42E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,58E-03	0,0014485	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,55E-06	4,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,34E-01	0,00528965	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	9,10E-06	6,82E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,29E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 26: Vrachtwagen waterstof elektrolyse grijs per ton*km

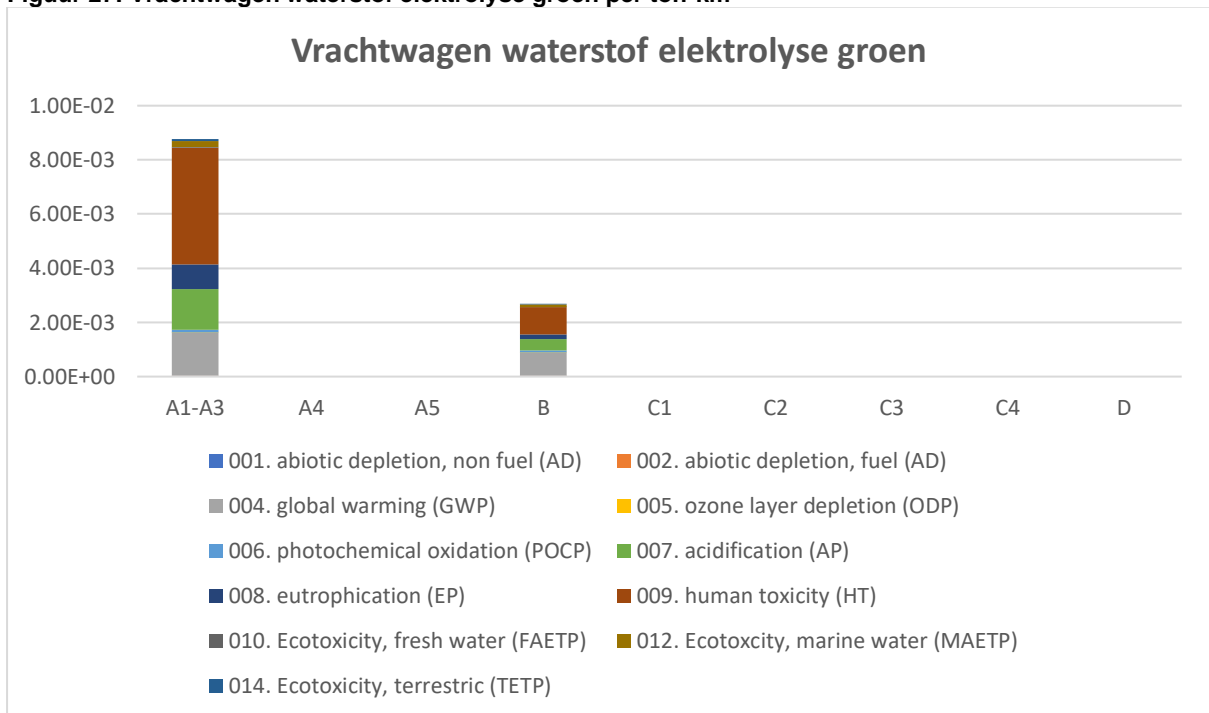


Vrachtwagen waterstof elektrolyse groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 27: Vrachtwagen waterstof elektrolyse groen per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	1,15E-02	8,78E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,61E-06	3,57E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,80E-04	1,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,91E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	4,94E-02	3,21E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,52E-08	6,14E-09	0,00E+00	0,00E+00	9,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	8,61E-05	4,85E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,81E-04	3,76E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,18E-04	1,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,89E-02	4,78E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,38E-03	8,90E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,24E+00	2,27E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,54E-03	1,43E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,23E+00	4,22E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	7,96E-01	3,85E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	5,14E-04	5,14E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	8,00E-04	6,68E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,21E-05	1,14E-05	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,42E-01	1,32E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,73E-06	1,45E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,29E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 27: Vrachtwagen waterstof elektrolyse groen per ton*km

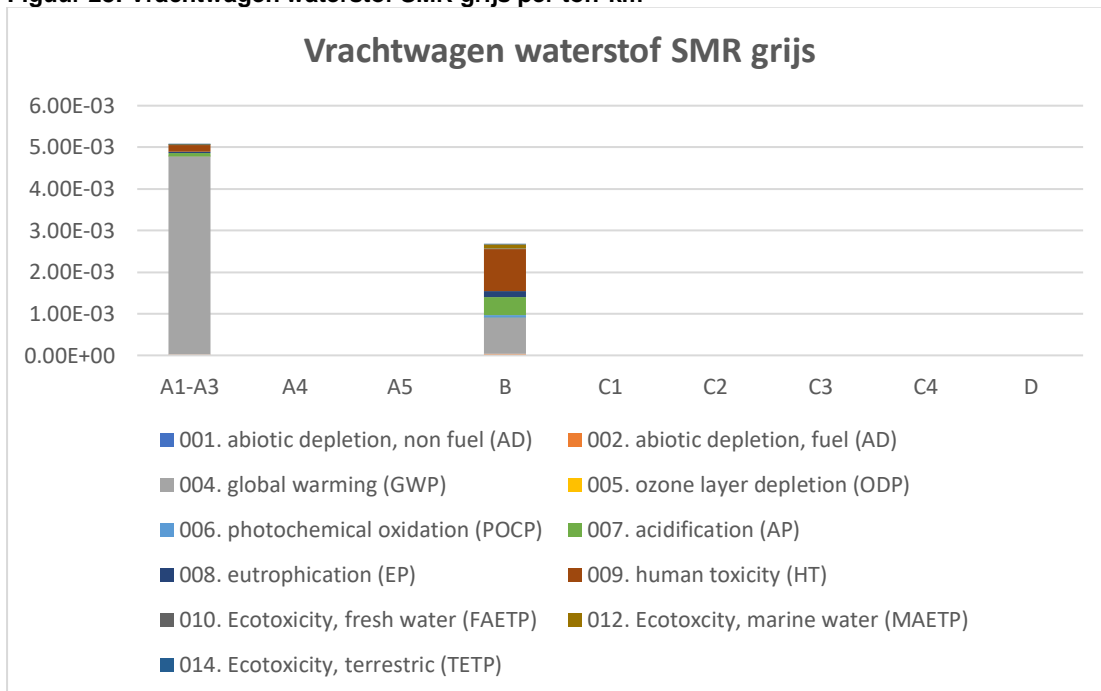


Vrachtwagen waterstof SMR grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 28: Vrachtwagen waterstof SMR grijs per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	7,75E-03	5,08E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-03	0,00E+00	0,00E+00	€	€	€
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,06E-06	2,32E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,23E-04	0,00013219	0,00E+00	0,00E+00	1,91E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,13E-01	0,09521059	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,03E-08	1,33E-09	0,00E+00	0,00E+00	9,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	4,03E-05	2,71E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,26E-04	2,00E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,07E-05	3,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,29E-02	0,00180172	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	5,27E-04	3,43E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,10E+00	0,13054364	0,00E+00	0,00E+00	9,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,79E-04	6,62E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,25E-02	0,00116861	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,83E-01	0,27098684	0,00E+00	0,00E+00	4,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	4,72E-06	4,72E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,03E-04	7,06E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,02E-06	2,72E-07	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,29E-01	0,00037696	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,64E-06	3,53E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,29E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 28: Vrachtwagen waterstof SMR grijs per ton*km

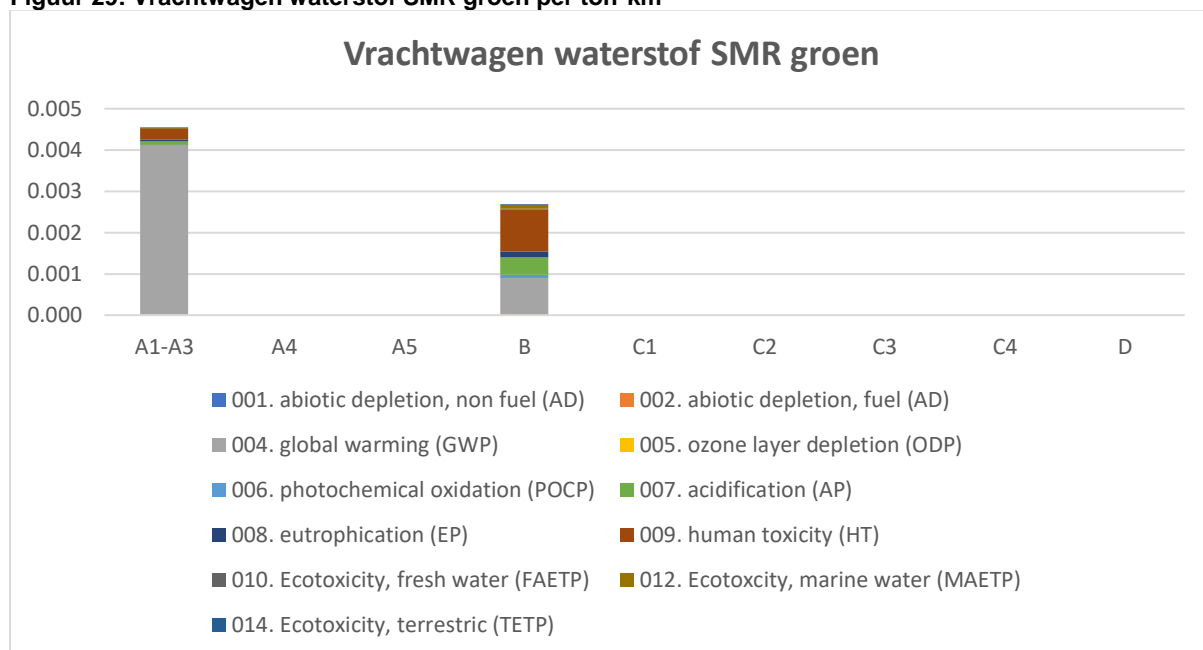


Vrachtwagen waterstof SMR groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 29: Vrachtwagen waterstof SMR groen per ton*km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	7,21E-03	4,53E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,22E-06	1,82E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,04E-04	1,34E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,91E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	9,97E-02	8,24E-02	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	9,28E-09	2,67E-10	0,00E+00	0,00E+00	9,02E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	4,06E-05	3,00E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,25E-04	1,98E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,19E-05	4,52E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,73E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,41E-02	2,95E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	5,41E-04	4,83E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,10E+00	1,25E-01	0,00E+00	0,00E+00	9,72E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,88E-04	7,48E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,23E-01	2,11E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,38E-01	2,62E-02	0,00E+00	0,00E+00	4,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	2,57E-05	2,57E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,64E-04	3,16E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,35E-06	6,02E-07	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,29E-01	7,75E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,37E-06	8,48E-08	0,00E+00	0,00E+00	2,29E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 29: Vrachtwagen waterstof SMR groen per ton*km



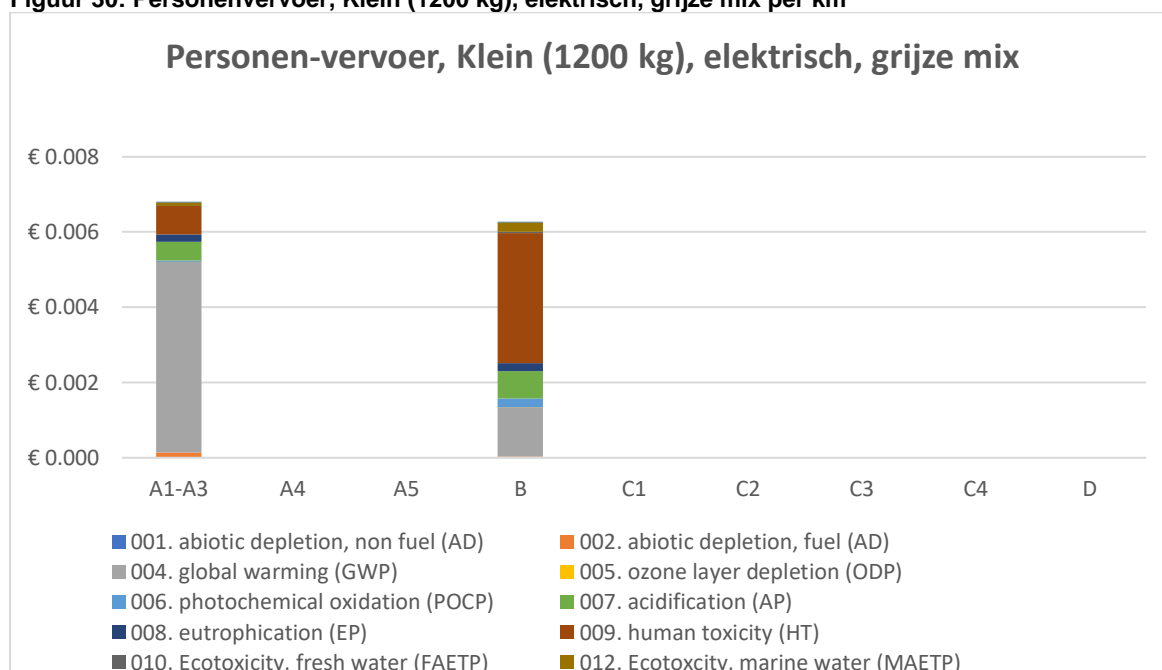
Personenvervoer

Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, grijze mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 30: Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, grijze mix per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0131	€ 0,0068	€ 0,0000	€ 0,0000	€ 0,0063	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	3,73E-06	1,31E-07	0,00E+00	0,00E+00	3,60E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,12E-03	9,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,27E-01	1,01E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,23E-08	9,11E-09	0,00E+00	0,00E+00	3,15E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,33E-04	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,09E-04	1,26E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	4,33E-05	2,16E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,18E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	4,69E-02	8,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,86E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,02E-03	2,09E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,30E+00	8,27E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	6,52E-04	4,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,07E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,31E-02	5,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,75E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,32E+00	1,86E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,63E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	3,33E-05	3,33E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	7,46E-04	4,68E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,78E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,20E-06	1,69E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,50E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	5,98E-02	1,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,80E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	4,28E-06	2,39E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,89E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 30: Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, grijze mix per km

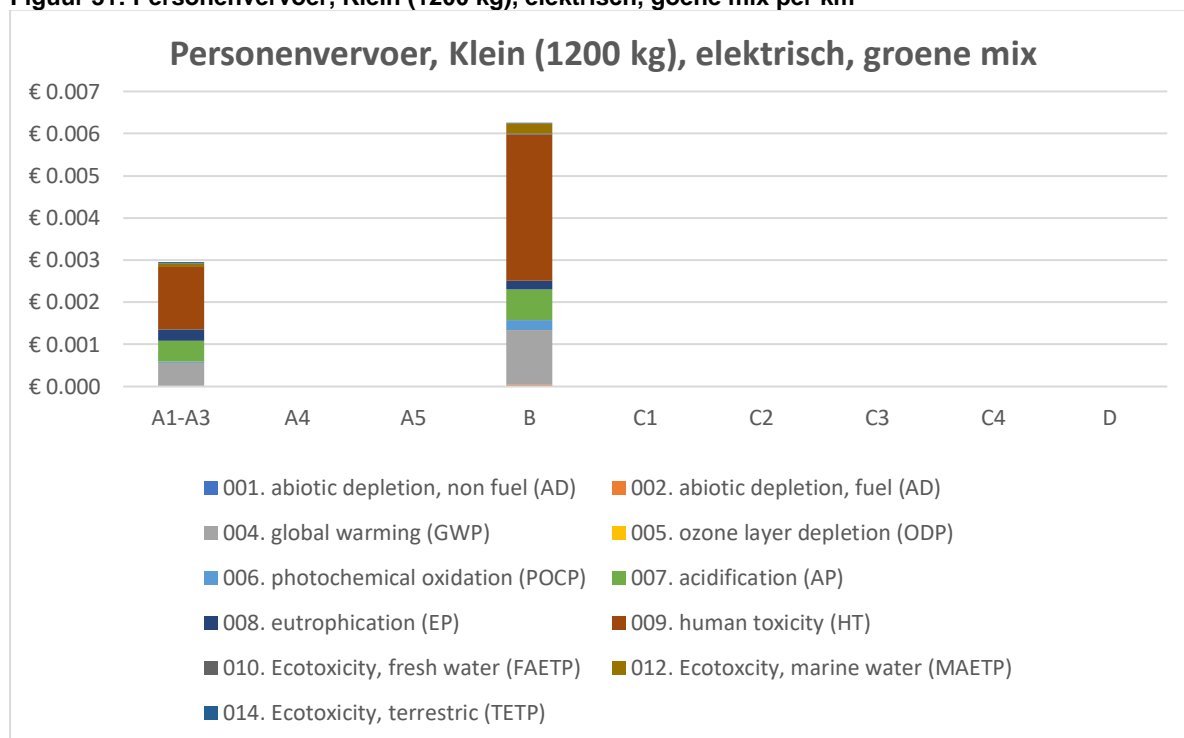


Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, groene mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 31: Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, groene mix per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0092	€ 0,0030	€ 0,0000	€ 0,0000	€ 0,0063	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,85E-06	1,25E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,60E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	2,83E-04	6,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,71E-02	1,10E-02	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,75E-09	1,61E-09	0,00E+00	0,00E+00	3,15E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,35E-04	1,66E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,08E-04	1,25E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	5,16E-05	2,98E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,18E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	5,50E-02	1,64E-02	0,00E+00	0,00E+00	3,86E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,12E-03	3,08E-04	0,00E+00	0,00E+00	8,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,26E+00	7,88E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,47E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	7,12E-04	5,05E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,07E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,53E+00	1,49E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,75E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,93E-01	1,31E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,63E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,82E-04	1,82E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,70E-04	1,92E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,78E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	7,52E-06	4,02E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,50E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	6,26E-02	4,63E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,80E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,39E-06	4,92E-07	0,00E+00	0,00E+00	1,89E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 31: Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, goene mix per km

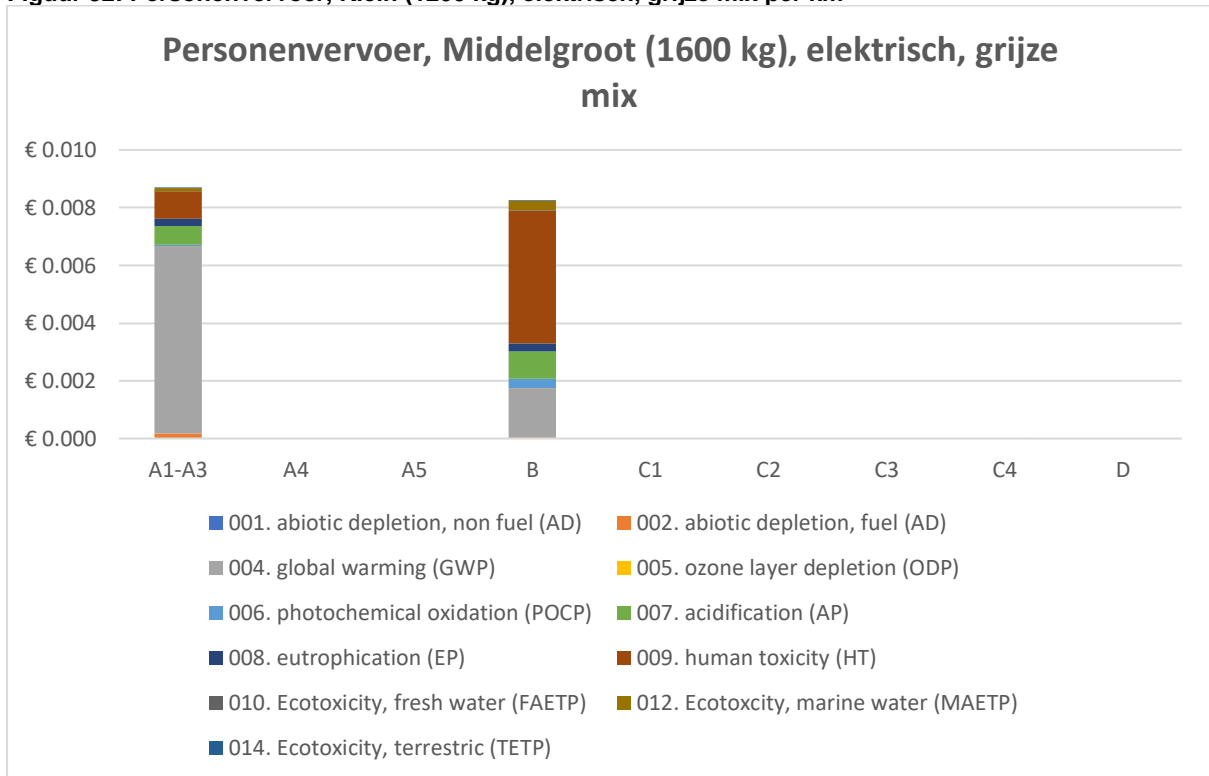


Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), elektrisch, grijze mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 32: Personen-vervoer, Middelgroot (1600 kg), elektrisch, grijze mix per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0170	€ 0,0087	€ 0,0000	€ 0,0000	€ 0,0083	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	4,95E-06	1,68E-07	0,00E+00	0,00E+00	4,78E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,44E-03	1,16E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,86E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,64E-01	1,30E-01	0,00E+00	0,00E+00	3,41E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,58E-08	1,17E-08	0,00E+00	0,00E+00	4,11E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4 eq	1,76E-04	1,87E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,58E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,02E-04	1,62E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,41E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	5,62E-05	2,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,86E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,18E-02	1,07E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,11E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,34E-03	2,68E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,07E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,33E+00	1,06E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,27E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	8,43E-04	5,69E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,37E-03	7,20E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,65E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,98E+00	2,38E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,02E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	4,26E-05	4,26E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	9,55E-04	5,99E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,55E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,82E-06	2,17E-06	0,00E+00	0,00E+00	4,65E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	7,94E-02	2,33E-03	0,00E+00	0,00E+00	7,70E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	5,47E-06	3,06E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,42E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 32: Personenvervoer, Klein (1200 kg), elektrisch, grijze mix per km

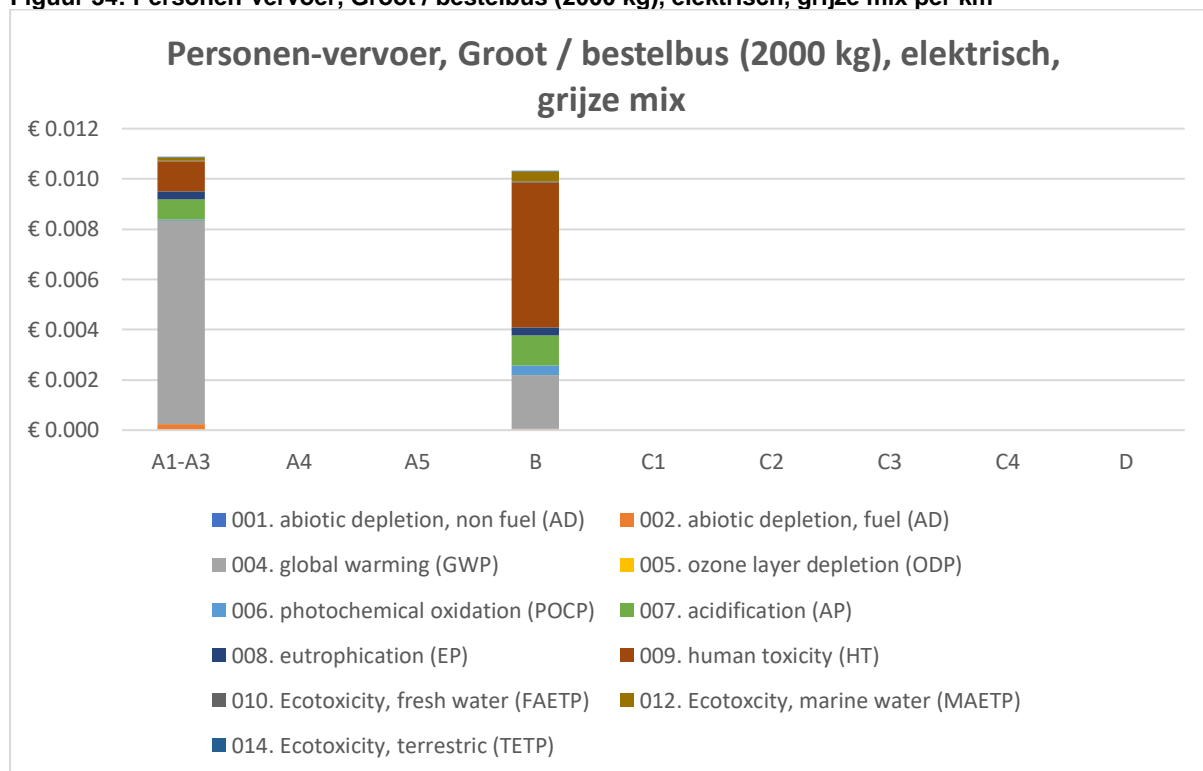


Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, grijze mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 34: Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, grijze mix per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0212	€ 0,0109	€ 0,0000	€ 0,0000	€ 0,0103	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	6,21E-06	2,10E-07	0,00E+00	0,00E+00	6,00E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,80E-03	1,45E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,56E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,05E-01	1,62E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,24E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,97E-08	1,46E-08	0,00E+00	0,00E+00	5,10E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4 eq	2,21E-04	2,33E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,98E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	5,02E-04	2,02E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	7,01E-05	3,45E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,56E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	7,74E-02	1,33E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,41E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,68E-03	3,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,42E+00	1,32E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,05E-03	7,11E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,42E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,47E-03	9,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,57E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,72E+00	2,97E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	5,33E-05	5,33E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,18E-03	7,49E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	8,54E-06	2,71E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,84E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,96E-02	2,92E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,67E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	6,77E-06	3,82E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,95E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 34: Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, grijze mix per km

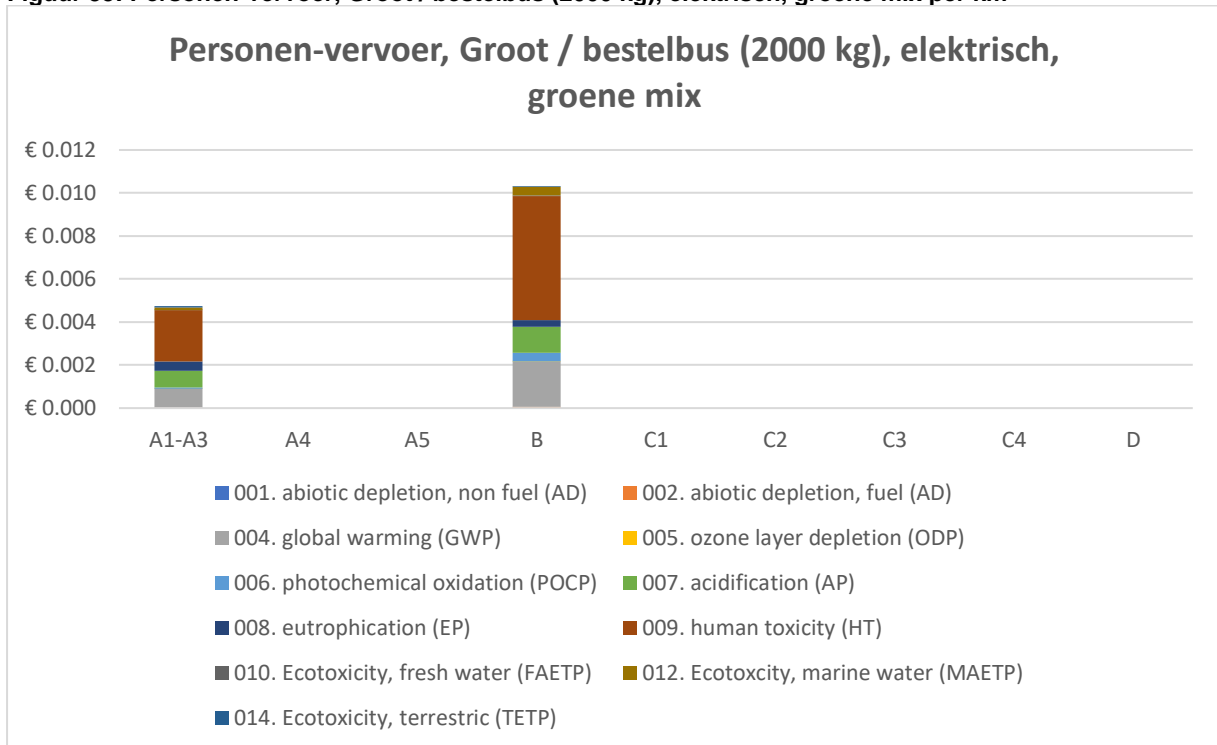


Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, groene mix gekarakteriseerde resultaten

Tabel 35: Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, groene mix per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0151	€ 0,0047	€ 0,0000	€ 0,0000	€ 0,0103	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,00E-06	2,00E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,00E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	4,59E-04	1,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,56E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	5,99E-02	1,75E-02	0,00E+00	0,00E+00	4,24E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	7,67E-09	2,57E-09	0,00E+00	0,00E+00	5,10E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4 eq	2,24E-04	2,66E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,98E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,99E-04	2,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4-- eq	8,32E-05	4,76E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,56E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	9,04E-02	2,63E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,41E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,84E-03	4,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,36E+00	1,26E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	1,15E-03	8,08E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,42E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,44E+00	2,38E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,57E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	9,54E-01	2,09E-01	0,00E+00	0,00E+00	7,45E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	2,91E-04	2,91E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	7,42E-04	3,08E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,35E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,23E-05	6,43E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,84E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,04E-01	7,41E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,67E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,74E-06	7,86E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,95E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 35: Personen-vervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), elektrisch, groene mix per km

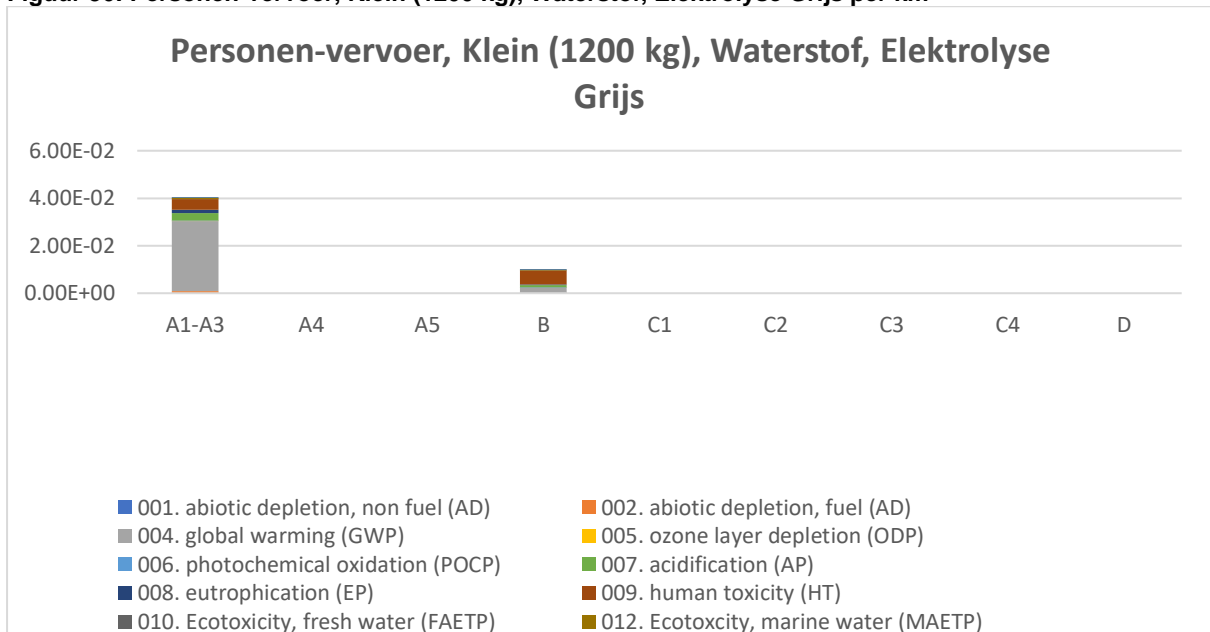


Personen-vervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 36: Personen-vervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,050	€ 0,040	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,010	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,94E-06	8,15E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	5,56E-03	5,25E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	6,34E-01	5,90E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,34E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,05E-07	5,61E-08	0,00E+00	0,00E+00	4,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,19E-04	8,75E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,04E-03	7,78E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,89E-04	1,58E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,16E-01	5,09E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,40E-03	1,25E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,76E+00	4,87E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,89E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	2,88E-03	2,58E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	8,57E-02	3,53E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,14E+01	1,08E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,93E-04	1,93E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	3,34E-03	2,97E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,35E-05	9,84E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,63E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	7,06E-02	1,08E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,63E-05	1,40E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 36: Personen-vervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

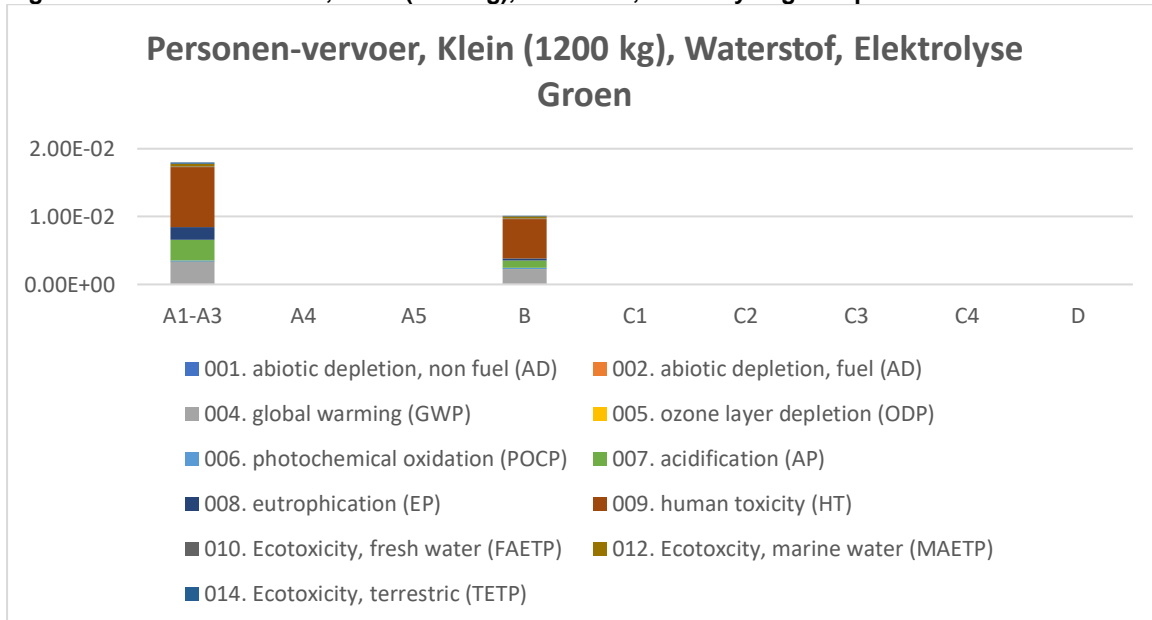


Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 37: Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse groen per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,028	€ 0,018	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,010	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,24E-05	7,31E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	6,94E-04	3,88E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,09E-01	6,57E-02	0,00E+00	0,00E+00	4,34E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,17E-08	1,26E-08	0,00E+00	0,00E+00	4,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,31E-04	9,94E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,03E-03	7,70E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,36E-04	2,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,63E-01	9,80E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,97E-03	1,82E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	7,54E+00	4,65E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,89E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,23E-03	2,93E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	8,69E+00	8,64E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,42E+00	7,88E-01	0,00E+00	0,00E+00	6,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,05E-03	1,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	1,74E-03	1,37E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,70E-05	2,33E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,63E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	8,69E-02	2,71E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	5,25E-06	2,97E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 37: Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, Elektrolyse groen per km

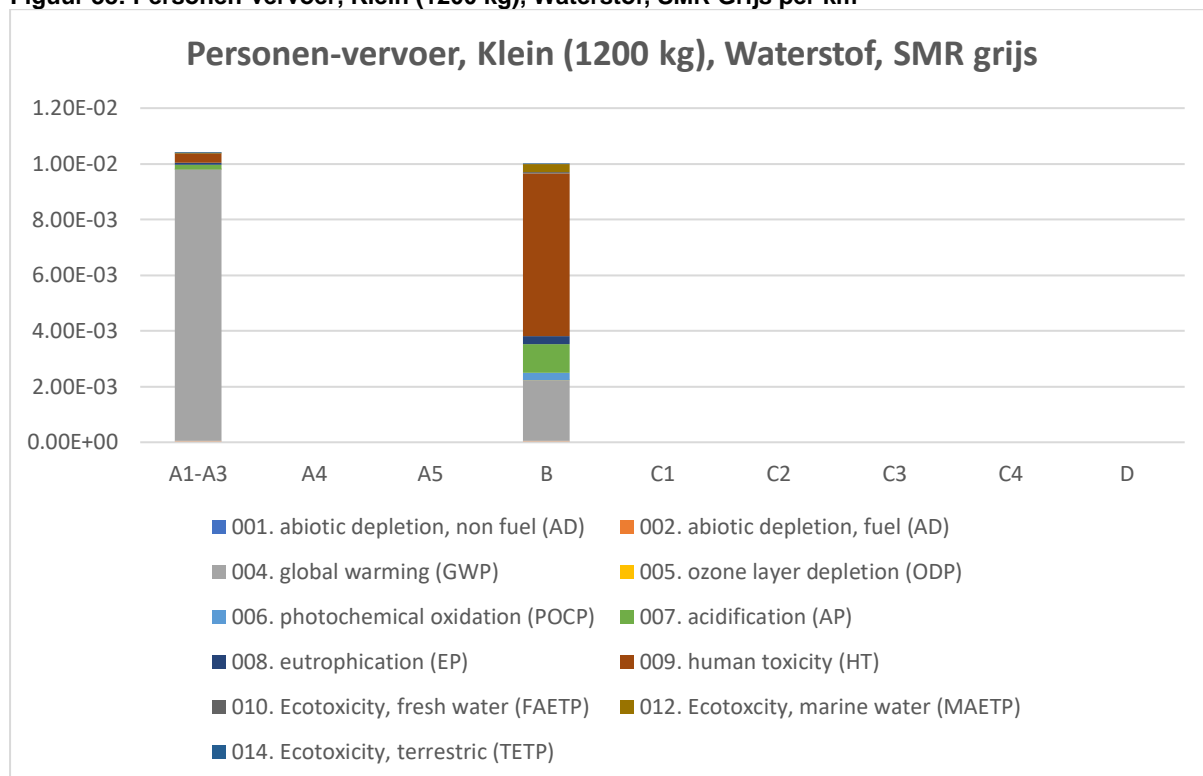


Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 38: Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR Grijs per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,020	€ 0,010	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,010	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,17E-06	4,75E-08	0,00E+00	0,00E+00	5,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	5,77E-04	2,71E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,39E-01	1,95E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,34E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	5,19E-08	2,73E-09	0,00E+00	0,00E+00	4,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,37E-04	5,55E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,02E-04	4,10E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,73E-05	6,88E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	6,88E-02	3,69E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,22E-03	7,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,16E+00	2,68E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,89E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,30E-04	1,36E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,28E-02	2,39E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,19E+00	5,55E-01	0,00E+00	0,00E+00	6,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	9,66E-06	9,66E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,19E-04	1,45E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	4,19E-06	5,57E-07	0,00E+00	0,00E+00	3,63E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	6,05E-02	7,73E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,00E-06	7,24E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 38: Personen-vervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR Grijs per km

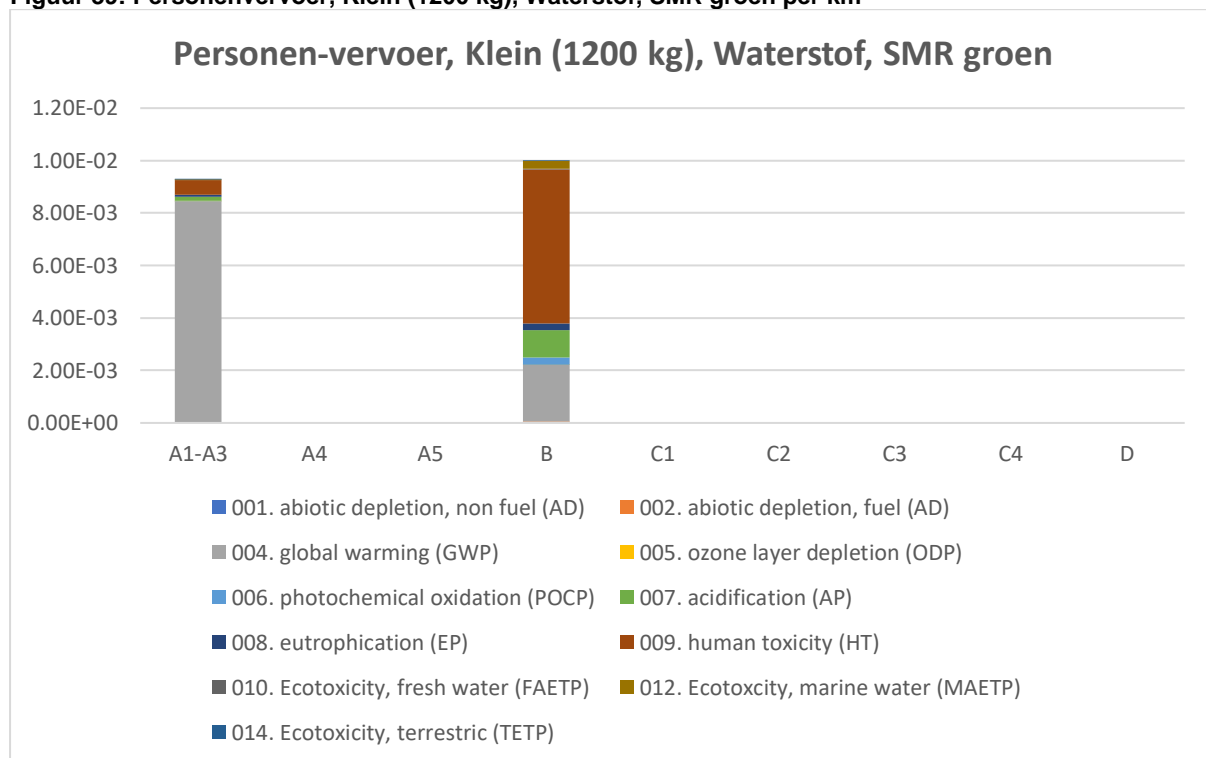


Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR Groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 39: Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR Groen per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,019	€ 0,009	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,010	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,50E-06	3,73E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,12E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	3,34E-04	2,74E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,12E-01	1,69E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,34E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,97E-08	5,47E-10	0,00E+00	0,00E+00	4,91E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,38E-04	6,14E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,31E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,01E-04	4,06E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,61E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,97E-05	9,26E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	7,11E-02	6,05E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,51E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,25E-03	9,90E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,15E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	3,15E+00	2,56E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,89E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,47E-04	1,53E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,94E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,84E-01	4,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,04E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,87E-01	5,37E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	5,27E-05	5,27E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,39E-04	6,47E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	4,87E-06	1,23E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,63E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	6,13E-02	1,59E-03	0,00E+00	0,00E+00	5,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,45E-06	1,74E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 39: Personenvervoer, Klein (1200 kg), Waterstof, SMR groen per km

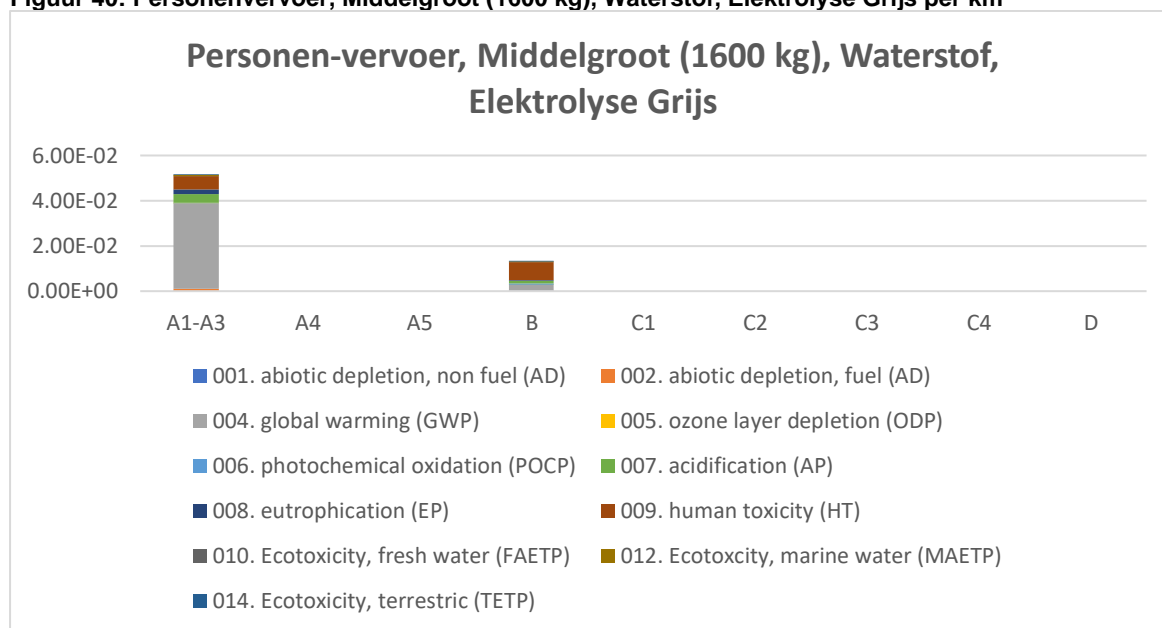


Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 40: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,065	€ 0,052	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,013	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	7,85E-06	1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,13E-03	6,72E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	8,13E-01	7,55E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,71E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	1,37E-07	7,18E-08	0,00E+00	0,00E+00	6,53E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,86E-04	1,12E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,34E-03	9,96E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	2,43E-04	2,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,01E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,52E-01	6,52E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,64E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	3,12E-03	1,60E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,52E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	1,01E+01	6,23E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,83E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	3,70E-03	3,31E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,09E-01	4,52E-02	0,00E+00	0,00E+00	6,37E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,47E+01	1,38E+01	0,00E+00	0,00E+00	8,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	2,47E-04	2,47E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	4,28E-03	3,80E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,74E-05	1,26E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,32E-02	1,39E-02	0,00E+00	0,00E+00	7,94E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,08E-05	1,79E-05	0,00E+00	0,00E+00	2,93E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 40: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

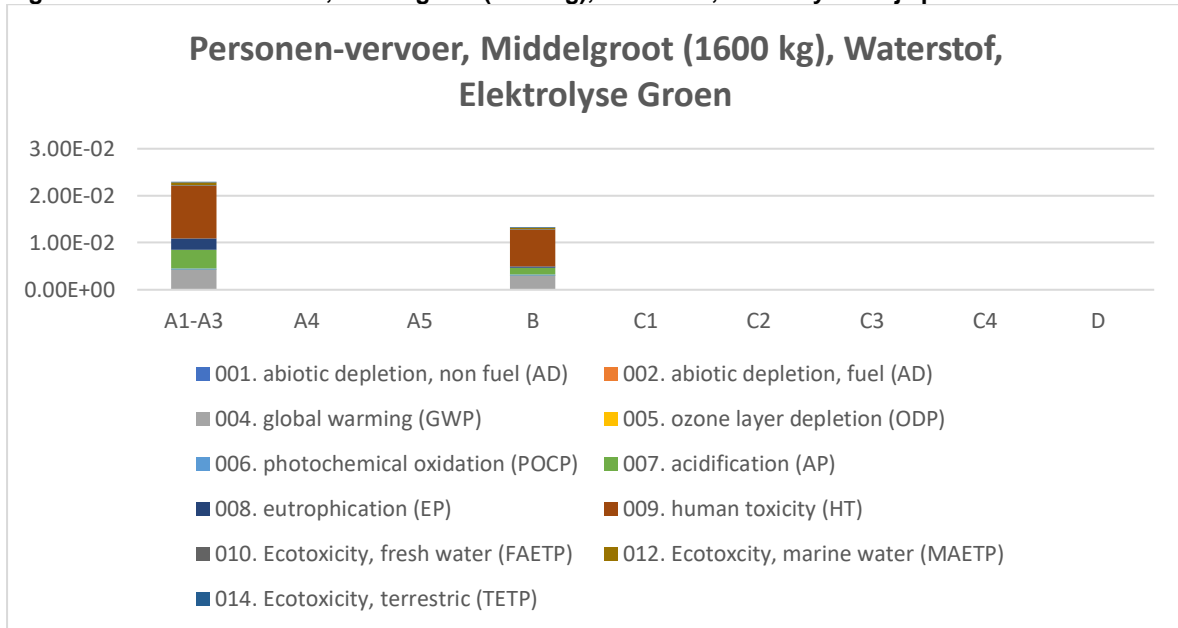


Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Groen gekarakteriseerde resultaten

Tabel 41: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Groen per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,036	€ 0,023	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,013	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	1,62E-05	9,36E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	8,99E-04	4,96E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	1,41E-01	8,41E-02	0,00E+00	0,00E+00	5,71E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	8,14E-08	1,61E-08	0,00E+00	0,00E+00	6,53E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	3,02E-04	1,27E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	1,33E-03	9,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	3,04E-04	2,64E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,01E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	2,12E-01	1,25E-01	0,00E+00	0,00E+00	8,64E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	3,85E-03	2,34E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,52E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	9,78E+00	5,95E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,83E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	4,14E-03	3,76E-03	0,00E+00	0,00E+00	3,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	1,11E+01	1,11E+01	0,00E+00	0,00E+00	6,37E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,84E+00	1,01E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,35E-03	1,35E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,23E-03	1,75E-03	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	3,47E-05	2,99E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,14E-01	3,47E-02	0,00E+00	0,00E+00	7,94E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	6,73E-06	3,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,93E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 41: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

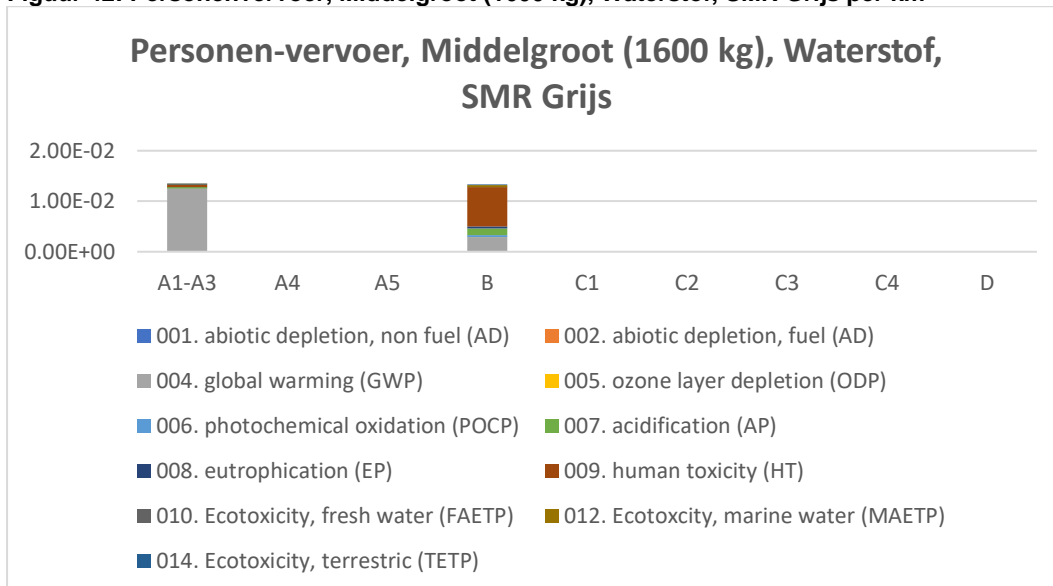


Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, SMR Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 42: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, SMR Grijs per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,027	€ 0,013	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,013	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	6,87E-06	6,08E-08	0,00E+00	0,00E+00	6,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	7,50E-04	3,47E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,07E-01	2,50E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,71E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	6,88E-08	3,49E-09	0,00E+00	0,00E+00	6,53E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	1,81E-04	7,10E-06	0,00E+00	0,00E+00	1,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	3,97E-04	5,25E-05	0,00E+00	0,00E+00	3,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4--- eq	4,89E-05	8,80E-06	0,00E+00	0,00E+00	4,01E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	9,11E-02	4,73E-03	0,00E+00	0,00E+00	8,64E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,61E-03	8,99E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,52E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	4,17E+00	3,42E-01	0,00E+00	0,00E+00	3,83E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	5,63E-04	1,74E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,68E-02	3,07E-03	0,00E+00	0,00E+00	6,37E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,54E+00	7,11E-01	0,00E+00	0,00E+00	8,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,24E-05	1,24E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	6,69E-04	1,85E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,54E-06	7,13E-07	0,00E+00	0,00E+00	4,83E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	8,03E-02	9,89E-04	0,00E+00	0,00E+00	7,94E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,85E-06	9,27E-07	0,00E+00	0,00E+00	2,93E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 42: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, SMR Grijs per km

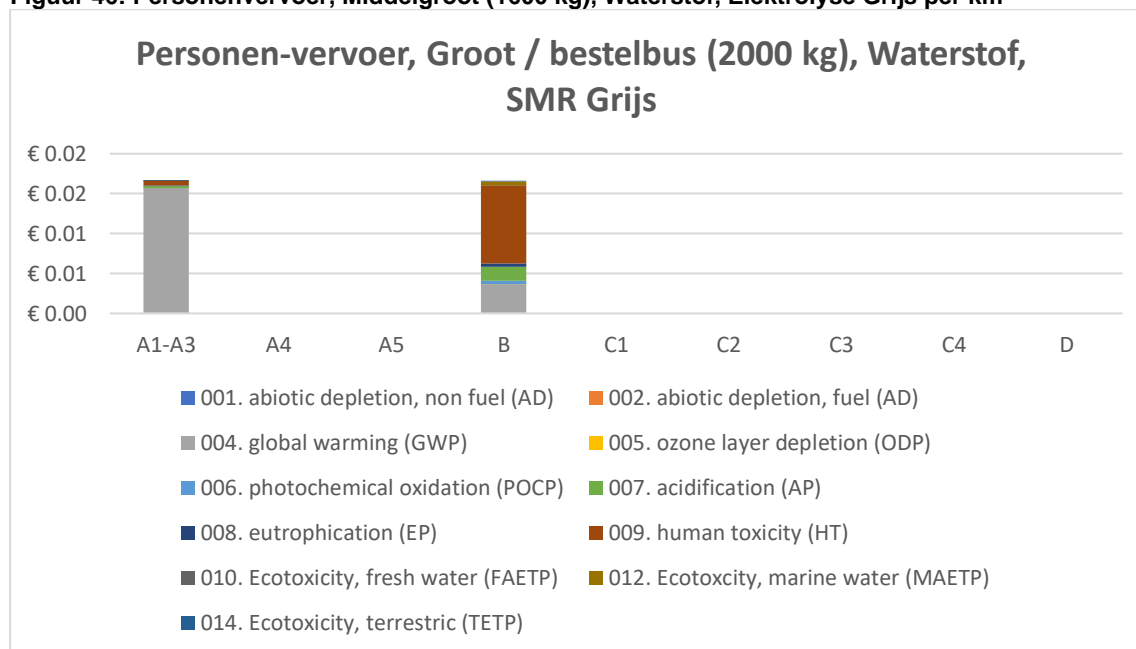


Personenvervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), Waterstof, SMR Grijs gekarakteriseerde resultaten

Tabel 46: Personenvervoer, Groot / bestelbus (2000 kg), Waterstof, SMR Grijs per km

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,033	€ 0,017	€ 0,000	€ 0,000	€ 0,017	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	8,61E-06	7,60E-08	0,00E+00	0,00E+00	8,54E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	9,36E-04	4,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,03E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	3,83E-01	3,12E-01	0,00E+00	0,00E+00	7,13E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	8,63E-08	4,36E-09	0,00E+00	0,00E+00	8,19E-08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	2,27E-04	8,87E-06	0,00E+00	0,00E+00	2,19E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	4,95E-04	6,56E-05	0,00E+00	0,00E+00	4,30E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	6,10E-05	1,10E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,00E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	1,14E-01	5,91E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	2,02E-03	1,12E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,90E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,22E+00	4,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	4,79E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	7,04E-04	2,17E-04	0,00E+00	0,00E+00	4,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	8,12E-02	3,83E-03	0,00E+00	0,00E+00	7,74E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,92E+00	8,89E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,03E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	1,55E-05	1,55E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	8,27E-04	2,32E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,95E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	6,95E-06	8,91E-07	0,00E+00	0,00E+00	6,05E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,01E-01	1,24E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,96E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	4,75E-06	1,16E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,59E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 46: Personenvervoer, Middelgroot (1600 kg), Waterstof, Elektrolyse Grijs per km

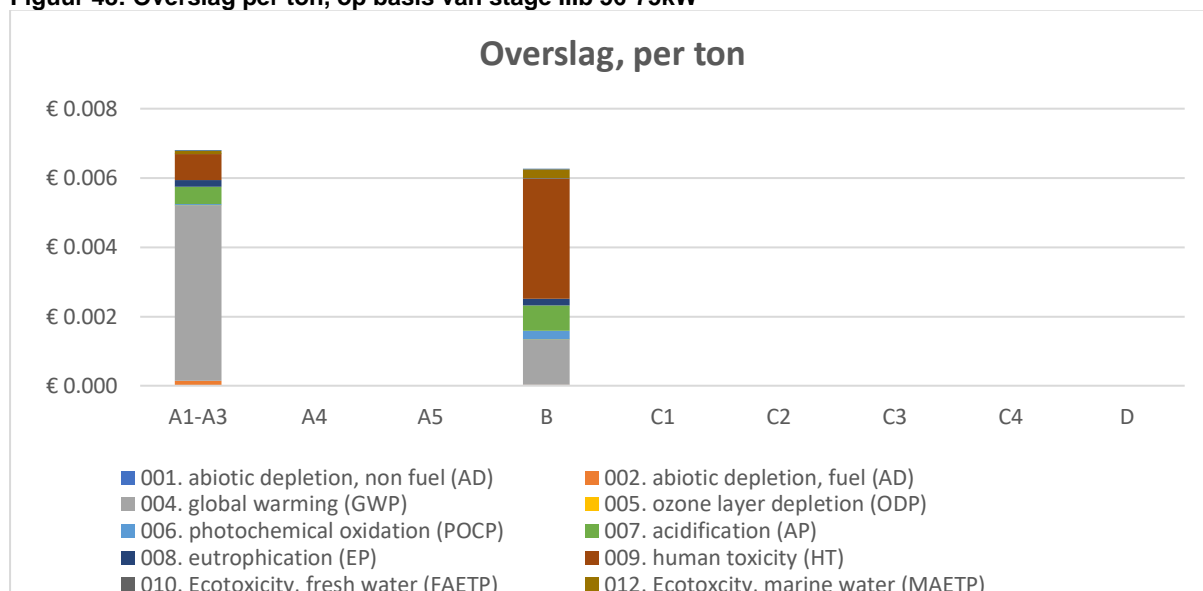


Overslag per ton gekarakteriseerde resultaten

Tabel48: Overslag per ton, op basis van stage IIIb 56-75kW

Impact Categorie	Eenheid	Totaal	A1-A3	A4	A5	B	C1	C2	C3	C4	D
MKI	€	€ 0,0267	€ 0,0071	€ 0,0001	€ 0,000	€ 0,020	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq	5,43E-07	8,38E-08	8,37E-08	0,00E+00	3,76E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq	1,79E-03	1,57E-03	8,43E-06	0,00E+00	2,17E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq	2,63E-01	3,37E-02	1,13E-03	0,00E+00	2,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	4,62E-08	4,30E-08	1,90E-10	0,00E+00	3,01E-09	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C2H4	8,10E-05	4,95E-05	7,14E-07	0,00E+00	3,08E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
007. acidification (AP)	kg SO2 eq	9,09E-04	3,55E-04	4,01E-06	0,00E+00	5,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
008. eutrophication (EP)	kg PO4---eq	1,81E-04	4,89E-05	6,35E-07	0,00E+00	1,32E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DB eq	8,03E-02	3,01E-02	5,63E-04	0,00E+00	4,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DB eq	1,55E-03	1,15E-03	1,44E-05	0,00E+00	3,82E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DB eq	5,12E+00	4,14E+00	5,23E-02	0,00E+00	9,30E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DB eq	7,81E-04	6,48E-05	3,16E-06	0,00E+00	7,14E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	4,35E-02	6,22E-03	1,17E-03	0,00E+00	3,61E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	4,04E+00	3,55E+00	1,95E-02	0,00E+00	4,73E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
108. Secondary material (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,97E-04	2,52E-05	1,17E-06	0,00E+00	2,70E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
106. Waste, hazardous (kg)	kg	1,00E-05	9,26E-08	4,71E-08	0,00E+00	7,11E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,29E-03	7,56E-04	1,30E-03	0,00E+00	7,23E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,59E-05	2,41E-05	1,22E-07	0,00E+00	1,74E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Figuur 48: Overslag per ton, op basis van stage IIIb 56-75kW



Bijlage II Verbrandingsemissies bouwmachines Diesel en GTL

In de TNO-rapportage brandstof machine combinaties uit 2021 wordt aangegeven dat lage vermogensklassen hogere NOx emissies hebben, wat resulteert in significant hogere MKI. Op basis van deze claim is het toevoegen van dergelijke productkaarten binnen de scope van deze update gevallen. In TNO, 2021 wordt indirect verwezen naar data uit het LCA-achtergrondrapport voor Nederlandse asfaltmengsels v2.1, Vos-Effting et al., 2018. Na gesprekken met de auteur gaf deze aan de waarden als niet meer representatief te achten. In samenspraak is verwezen naar de verantwoordelijke voor de emissiemodellering van TNO. De data uit het AERIUS-model 2020 is uiteindelijk toegepast in deze update.

Uitsluitend de lage vermogensklasse zijn toegevoegd, dit betreft stage V <37kW en 37-56kW en stage IIIB 37-56kW. Voor stage IV bestaan er geen emissie limieten en TNO heeft aangegeven dat deze stageklasse vermogen combinatie in de praktijk niet voorkomen. In de onderstaande tabellen wordt de impact van de AERIUS-emissiedata uiteengezet tegen de huidige data uit de 2021-versie van dit rapport en tegen de (verouderd geachte) waarden uit het LCA-achtergrondrapport voor Nederlandse asfaltmengsels v2.1. De AERIUS-data geeft voor de 56> kW vermogensklassen een 8-9% hogere MKI dan de waarden uit TNO, 2021. Deze lage vermogensklassen geven een grotere toename ten opzichte van de toename indien de waarden uit het asfalt branche rapport werden toegepast.

Dit resulteert in onderstaande productkaarten voor de GTL- en Dieselmachines:

Bouwmachine, Stage IIIB, <56 kW
Bouwmachine, Stage IIIB, 56-75 kW
Bouwmachine, Stage IIIB, 75-130 kW
Bouwmachine, Stage IIIB, >130 kW
Bouwmachine, Stage IV, alle vermogensklassen
Bouwmachine, Stage V, <37 kW
Bouwmachine, Stage V, 37-56 kW
Bouwmachine, Stage V, >56 kW

In het AERIUS-model wordt er uitgegaan dat materieelstukken gemiddeld 30% van de tijd stationair draaien. Om dit terug te brengen naar de gewenste eenheid "liters verbrande diesel" zijn er enkele rekenstappen vereist. Ten eerste dient het brandstofverbruik tijdens de onbelaste fase berekend te worden. Het brandstofverbruik is door AERIUS opgegeven in liters diesel per liter cilinderinhoud per uur (l/l/uur). De cilinderinhoud kan geschat worden als 1/20^{ste} van het vermogen, hiervoor is steeds het midden van de vermogensklasse genomen. Via deze inhoud kan het brandstofverbruik per uur berekend worden.

Voor het aandeel dat de machines belast draaien is het brandstofverbruik per uur geschat. Dit is gedaan via het gemiddelde vermogen van iedere vermogensklasse, de efficiëntie van de Diesel motoren uit tabel 1 (0,261) en de energie-inhoud van Diesel (35,9 MJ).

Vanuit de hierboven berekende diesel verbruiken kan worden bepaald hoeveel liter brandstof er in een uur verbrand wordt als er 30% stationair wordt gedraaid. Hieruit volgt dat als een machine 30% van de **tijd** onbelast draait 82% van het **brandstofverbruik** onder de emissie limiet belast valt en 18% onder de emissie limiet onbelast.

Tabel 1: Onbelaste emissiefactoren. Bron data voor de NOx en NH3 emissies per liter Diesel vanuit het AERIUS, 2020 model (<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/mobiele-werktuigen-stage-klasse-emissiefactoren/15-10-2020>) (<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/emissieberekening-mobiele-werktuigen/15-10-2020>) . In dit model wordt met 30% onbelast gerekend. Deze kolom is toegevoegd en gebruikt voor de finale emissie waarden.

Categorie	Minimaal vermogen (KWH)	Maximaal vermogen (KWH)	Brandstofverbruik onbelast (l/l/uur)	Stof	Emissiefactor onbelast (g/l/uur)	Gemiddelde cilinder inhoud (l)	Brandstofverbruik onbelast (l/uur)
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	130	300	0,395181	NH3	0,0033	10,75	4,25
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	130	300	0,395181	NOx	14,2	10,75	4,25
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	37	56	0,395181	NH3	0,0033	2,325	0,92
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	37	56	0,395181	NOx	14,2	2,325	0,92
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	56	75	0,395181	NH3	0,0033	3,275	1,29
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	56	75	0,395181	NOx	14,2	3,275	1,29
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	75	130	0,395181	NH3	0,0033	5,125	2,03
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	75	130	0,395181	NOx	14,2	5,125	2,03
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	130	300	0,377108	NH3	0,0031	10,75	4,05
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	130	300	0,377108	NOx	10,0	10,75	4,05
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	56	75	0,377108	NH3	0,0031	3,275	1,24
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	56	75	0,377108	NOx	10,0	3,275	1,24
STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	75	130	0,377108	NH3	0,0031	5,125	1,93
STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	75	130	0,377108	NOx	10,0	5,125	1,93
STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	130	300	0,377108	NH3	0,0031	10,75	4,05
STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	130	300	0,377108	NOx	10,0	10,75	4,05
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	18	37	0,377108	NH3	0,0031	1,375	0,52
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	18	37	0,377108	NOx	10,0	1,375	0,52
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	37	56	0,377108	NH3	0,0031	2,325	0,88
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	37	56	0,377108	NOx	10,0	2,325	0,88

STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	56	75	0,377108	NH3	0,0031	3,275	1,24
STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	56	75	0,377108	NOx	10,0	3,275	1,24
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	75	130	0,377108	NH3	0,0031	5,125	1,93
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	75	130	0,377108	NOx	10,0	5,125	1,93

Tabel 2: Belaste emissiefactoren. Bron data voor de NOx en NH3 emissies per liter Diesel vanuit het AERIUS, 2020 model (<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/mobiele-werktuigen-stage-klasse-emissiefactoren/15-10-2020>) (<https://www.aerius.nl/nl/factsheets/emissieberekening-mobiele-werktuigen/15-10-2020>) . In dit model wordt met 30% onbelast gerekend. Deze kolom is toegevoegd en gebruikt voor de finale emissie waarden.

Categorie	Minimaal vermogen (KWH)	Maximaal vermogen (KWH)	Stof	Emissiefact or belast (g/l)	Dieselvebruik per uur Belast (l/uur)
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	130	300	NH3	0,0084	8,26
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	130	300	NOx	9,5	8,26
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	37	56	NH3	0,0084	1,79
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	37	56	NOx	12,6	1,79
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	56	75	NH3	0,0084	2,52
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	56	75	NOx	10,8	2,52
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	75	130	NH3	0,0084	3,94
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	75	130	NOx	17,0	3,94
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	130	300	NH3	0,0083	8,26
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	130	300	NOx	3,2	8,26
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	56	75	NH3	0,0084	2,52
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	56	75	NOx	3,0	2,52
STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	75	130	NH3	0,0084	3,94
STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	75	130	NOx	3,1	3,94
STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	130	300	NH3	0,0083	8,26

STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	130	300	NOx	3,4	8,26
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	18	37	NH3	0,0083	1,06
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	18	37	NOx	23,7	1,06
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	37	56	NH3	0,0083	1,79
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	37	56	NOx	13,3	1,79
STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	56	75	NH3	0,0083	2,52
STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	56	75	NOx	3,2	2,52
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	75	130	NH3	0,0083	3,94
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	75	130	NOx	3,3	3,94

Tabel 3: Aandeel emissiefactor belast per liter diesel versus aandeel onbelaste emissiefactor oer liter verbande diesel.

Categorie	Totaal brandstof verbruik per uur (0,3 onbelast + 0,7 belast)	Aandeel onbelast verbruik per uur (l)	Aandeel belast ,verbruik per uur (l)	Fractie onbelast t.o.v. totaal per uur	Fractie belast t.o.v. totaal per uur	Emissie factor 30% onbelast +70% belast
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	7,06	1,27	5,78	18%	82%	0,007
STAGE IIIb, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2011 (Diesel)	7,06	1,27	5,78	18%	82%	10,378
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	1,53	0,28	1,25	18%	82%	0,007
STAGE IIIb, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2013 (Diesel)	1,53	0,28	1,25	18%	82%	12,888
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	2,15	0,39	1,76	18%	82%	0,007
STAGE IIIb, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2012 (Diesel)	2,15	0,39	1,76	18%	82%	11,435
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	3,36	0,61	2,76	18%	82%	0,007
STAGE IIIb, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2012 (Diesel)	3,36	0,61	2,76	18%	82%	16,501
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	7,00	1,22	5,78	17%	83%	0,007
STAGE IV, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2014 (Diesel)	7,00	1,22	5,78	17%	83%	4,387
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	2,13	0,37	1,76	17%	83%	0,00745
STAGE IV, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2015 (Diesel)	2,13	0,37	1,76	17%	83%	4,197
STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	3,34	0,58	2,76	17%	83%	0,007

STAGE IV, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2015 (Diesel)	3,34	0,58	2,76	17%	83%	4,288
STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	7,00	1,22	5,78	17%	83%	0,007
STAGE V, 130 <= kW < 300, bouwjaar 2019 (Diesel)	7,00	1,22	5,78	17%	83%	4,543
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	0,90	0,16	0,74	17%	83%	0,007
STAGE V, 18 <= kW < 37, bouwjaar 2019 (Diesel)	0,90	0,16	0,74	17%	83%	21,331
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	1,51	0,26	1,25	17%	83%	0,007
STAGE V, 37 <= kW < 56, bouwjaar 2019 (Diesel)	1,51	0,26	1,25	17%	83%	12,762
STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	2,13	0,37	1,76	17%	83%	0,007
STAGE V, 56 <= kW < 75, bouwjaar 2020 (Diesel)	2,13	0,37	1,76	17%	83%	4,342
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	3,34	0,58	2,76	17%	83%	0,007
STAGE V, 75 <= kW < 130, bouwjaar 2020 (Diesel)	3,34	0,58	2,76	17%	83%	4,433

Tabel 4: Vergelijking tussen diverse bronnen voor NOx en NH3 emissies. Tabel geeft de gekarakteriseerde output voor de verbrandingsemissies van diverse brandstof machine combinaties (stag klassen en vermogensklassen) per 1000 liter Diesel weer.

		TNO2021	AERIUS	AERIUS	AERIUS	Asfalt rapport	AERIUS	Asfalt rapport	TNO2021	AERIUS	TNO2021	AERIUS	AERIUS
Impact category	Unit	*P1 Verbrandingsemissies Stage 5 Diesel >56kW, TNO 2021, standaard	*P1 Verbrandingsemissies Stage V Diesel 56-300kW		*P1 Verbrandingsemissies Stage 5 Diesel 37-56kW, AERIUS rapport	*P1 Verbrandingsemissies Stage 5 Diesel 37-56kW, aanpassing Asfalt rapport	*P1 Verbrandingsemissies Stage 5 Diesel 18-37kW, AERIUS rapport	*P1 Verbrandingsemissies Stage 5 Diesel 18-37kW, aanpassing Asfalt rapport		*P1 Verbrandingsemissies Stage IIIb Diesel 56kW+, TNO, 2020	*P1 Verbrandingsemissies Stage IIIb Diesel 56-75kW	*P1 Verbrandingsemissies Stage IIIb Diesel <56kW	
Total	Euro	€ 147	€ 157		€ 184	€ 162	€ 212	€ 174		€ 169	€ 180	€ 185	
004. global warming (GWP)	kg CO ₂ eq	2,65E+03	2,65E+03		2,65E+03	2,65E+03	2,65E+03	2,65E+03		2,65E+03	2,65E+03	2,65E+03	
006. photochemical oxidation (POCP)	kg C ₂ H ₄	3,16E-02	3,16E-02		3,16E-02	3,16E-02	3,16E-02	3,16E-02		3,16E-02	3,16E-02	3,16E-02	
007. acidification (AP)	kg SO ₂ eq	7,33E-01	2,25E+00		6,41E+00	3,04E+00	1,07E+01	4,93E+00		4,17E+00	5,75E+00	6,48E+00	

Bijlage III Totaaloverzicht van nieuwe productkaarten

Bouwmachine	
Productkaart	Actie
Bouwmachine, Stage IIIB, <56 kW, Diesel	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IIIB, 56-75 kW, Diesel	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IIIB, 75-130 kW, Diesel	Vervangt productkaart o.b.v. basisproces: "0335-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IIIB, per I"
Bouwmachine, Stage IIIB, >130 kW, Diesel	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IV, alle vermogensklassen, Diesel	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0340-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. IV, per I"
Bouwmachine, Stage V, <37 kW, Diesel	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage V, 37-56 kW, Diesel	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage V, >56 kW, Diesel	Vervangt productkaart o.b.v. basisproces: "0344-pro&Dieselverbruik, graafmachine cat. V, per I"
Bouwmachine, Stage IIIB, <56 kW, GTL	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IIIB, 56-75 kW, GTL	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IIIB, 75-130 kW, GTL	Vervangt productkaart o.b.v. basisproces: "0337-pro>L-verbruik, graafmachine cat. IIIB, per I"
Bouwmachine, Stage IIIB, >130 kW, GTL	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage IV, alle vermogensklassen, GTL	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0341-pro>L-verbruik, graafmachine cat. IV, per I"
Bouwmachine, Stage V, <37 kW, GTL	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage V, 37-56 kW, GTL	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Stage V, >56 kW, GTL	Vervangt productkaart o.b.v. basisproces: "0345-pro>L-verbruik, graafmachine cat. V, per I"
Bouwmachine, Elektrisch Grijs	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0510-pro&Elektriciteitsverbruik, graafmachine elektrisch, grijze mix, per kWh input"
Bouwmachine, Elektrisch Groen	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0511-pro&Elektriciteitsverbruik, graafmachine elektrisch, groene mix, per kWh input"
Bouwmachine, Waterstof SMR Grijs	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Waterstof SMR Groen	Nieuwe productkaart
Bouwmachine, Waterstof Electrolyse Grijs	Nieuwe productkaart

Bouwmachine, Waterstof Electrolyse Groen

Nieuwe productkaart

Vrachtwagen	
Productkaart	Actie
Vrachtwagen Elektrisch Grijs	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0513-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), elektrisch, grijze mix, per tkm"
Vrachtwagen Elektrisch Groen	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0514-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), elektrisch, groene mix, per tkm"
Vrachtwagen Waterstof SMR Grijs	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0517-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), waterstof, SMR, grijze mix, per tkm"
Vrachtwagen Waterstof SMR Groen	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0518-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), waterstof, SMR, groene mix, per tkm"
Vrachtwagen Waterstof Electrolyse Grijs	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0515-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), waterstof, elektrolyse, grijze mix, per tkm"
Vrachtwagen Waterstof Electrolyse Groen	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0516-tra&Transport, vrachtwagen (>32 ton), waterstof, elektrolyse, groene mix, per tkm"

Personenvervoer	
Productkaart	Actie
Personenvervoer, klein (obv 1200 kg), Waterstof SMR Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, klein (obv 1200 kg), Waterstof SMR Grijs	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, middelgroot (obv 1600 kg), Waterstof SMR Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, middelgroot (obv 1600 kg), Waterstof SMR Grijs	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), Waterstof SMR Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), Waterstof SMR Grijs	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, klein (obv 1200 kg), Waterstof Electrolyse Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, klein (obv 1200 kg), Waterstof Electrolyse Grijs	Nieuwe productkaart

Personenvervoer, middelgroot (obv 1600 kg), Waterstof Electrolyse Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, middelgroot (obv 1600 kg), Waterstof Electrolyse Grijs	Update productkaart o.b.v. basisproces: "0385-pro&Personen-vervoer, elektrisch"
Personenvervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), Waterstof Electrolyse Groen	Nieuwe productkaart
Personenvervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), Waterstof Electrolyse Grijs	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, klein (obv 1200 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, middelgroot (obv 1600 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, klein (obv 1200 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, middelgroot (obv 1600 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart
Personen-vervoer, groot / bestelbus (obv 2000 kg), elektrisch	Nieuwe productkaart

Overslag	
Productkaart	Actie
Overslag	Nieuwe productkaart

Bijlage IV Aanbevolen acties ten aanzien van gerelateerde productkaarten

Profielnaam	Advies
0363-tra&Transport, vrachtwagen, waterstof (o.b.v. Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 Cut-off, U)	verwijderen/deactiveren (deze is niet actueel)
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)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0092-pro&Sleephopperzuiger, 6000-10000 ton (10000 m3), per uur (o.b.v. 675 l Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U))	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0093-pro&Bulldozer, 12-35 t, droog/nat, per uur (o.b.v. 705 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0094-pro&Asfaltauto 16-25 ton; 240 kW; PER UUR (o.b.v. 806 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0096-pro&Sproeiwagen, 4000 l, per uur (o.b.v. 108 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0098-pro&Vrachtwagen 25-28t; 240 kW; PER UUR (o.b.v. 806 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0100-pro&Truckmixer, per uur (o.b.v. Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0101-pro&Sleephopperzuiger, 2000-6000 ton (5000 m3), per uur (o.b.v. 255 l Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U))	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0107-pro&Compressor, diesel, 3.5-10.0 m3/min, per uur (o.b.v. 13,5 l Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U))	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0108-pro&Cutterzuiger 350-600 mm zuigbuis, per uur (o.b.v. 178,5 l Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U))	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0110-pro&Asfaltauto 34 ton; 270 kW; PER UUR (o.b.v. 906 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0112-pro&Grader, per uur (o.b.v. 649 MJ Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0114-pro&Dieselverbruik, per MJ (1-op-1 verwijzing naar Diesel, burned in building machine {GLO} market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"

0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0116-pro&Afwerkmachine asfalt (o.b.v. 502 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0118-pro&Heistelling, mob.rups. 300-500kN, palentrilset, per uur (o.b.v. 199 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0120-pro&Koudfrees, per kg (o.b.v. 0,0357 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0121-pro&Kraan hydr.tele. band, per uur (o.b.v. 263 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0122-pro&Heiblok, diesel, per uur (o.b.v. 283 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0125-pro&Hydraulisch trilblok, per vermogen, per uur (o.b.v. 2,2 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0127-pro&Persleiding wal (o.b.v. 7,15E-5 Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0128-pro&Pomp, centrifugaal, diesel 4-15 kW, per uur (o.b.v. 43,5 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0131-pro&Sloopkamer, hydr.aanb., 600-1900 kg, per uur (o.b.v. 1800 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0132-pro&Tractor verm. 40-110 kW	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0134-pro&Verdichten beton, trilplaat, 250-700 kg, per uur (o.b.v. 6 kWh Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0135-pro&Vrachtwagen, reiniging - veeg/zuig, 6-8 m3, per uur (o.b.v. 806 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0136-pro&Wals, per m2 (o.b.v. 0,80 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0137-pro&Werkvlet 175-280 kW (o.b.v. 21,3 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0138-pro&Werkvlet 360-590 kW (o.b.v. 44,4 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"

0139-pro&Wiellader, voor grond en zandwerk, per uur (o.b.v. 473 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0143-pro&Slipform paver, per uur (o.b.v. 1230 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0144-pro&Hydraulisch transport zand (o.b.v. 52,3 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0145-pro&Multicat 520 kW, per uur (o.b.v. 2,38E3 MJ/uur Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0146-pro&Backhoe, per uur (o.b.v. 288 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0366-pro&Diesel, verbranding in generator, 10MW (o.b.v. Diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW {GLO}) diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0367-pro&Diesel, verbranding in generator, 18,5 kW (o.b.v. Diesel, burned in diesel-electric generating set, 18.5kW {GLO}) diesel, burned in diesel-electric generating set, 18.5kW Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"
0412-pro&Veegwagen, licht (114 kW) (o.b.v. 104 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) market for Cut-off, U)	Advies: achtergrondproces vervangen door: "XXXX-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130 kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)"