

EINDCONCEPT - LCA Rapportage productkaarten Energiedragers Nationale Milieudatabase

Aardgas

Elektriciteit, Grijs

Elektriciteit, Hernieuwbaar

Warmtelevering, warmtenet, Hoge Temperatuur, Grijs

Warmtelevering, warmtenet, Hoge Temperatuur, Hernieuwbaar

Warmtelevering, warmtenet, Lage Temperatuur, Grijs

Warmtelevering, warmtenet, Lage Temperatuur, Hernieuwbaar

Datum rapportage:	27 januari 2022
Versie rapportage:	1.1
Datum publicatie in de NMD:	n.t.b.
Versie Bepalingsmethode:	1.0 (2020) met wijzigingsbladen oktober 2020, februari 2021, wijzigingsblad van oktober 2021
Versie Ecoinvent database:	3.6

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase

Opdrachtnemer(s): **LBP|SIGHT** 

Auteur(s):
David van Nunen
Hilko van der Leij
Jeannette Levels-Vermeer

Inhoudsopgave

Samenvatting	6
1. Inleiding	12
1.1 Toepassingsbereik	12
1.2 Achtergrond gebruik NMD	12
1.3 Doelstelling en doelgroep	13
1.4 Verantwoording	13
1.5 Leeswijzer.....	14
2. Methode	15
2.1 Aanpak	15
2.2 Klankbordgroep	15
2.3 Scope	16
2.3.1 Algemene scope LCA energiedragers	16
2.3.2 Omgang met import en export van energiedragers uit het buitenland	17
2.3.3 Referentieperiode energiemixen	17
2.4 Beschrijving energiemixen	18
2.4.1 Aardgas	18
2.4.2 Elektriciteit	19
2.4.3 Warmte	20
2.5 Functionele eenheid	22
2.6 Systeemgrenzen.....	23
2.6.1 Rol binnen scope LCA gebouwen, producten	24
2.7 Buiten beschouwing gelaten - correctie op efficiëntie van productiemiddelen	25
3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)	26
3.1 Dataverzameling.....	26
3.2 Decompositie in materialen en processen	26
3.3 Aardgas	26
3.3.1 Systeemgrenzen.....	26
3.3.1 Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	27
3.4 Elektriciteit, Grijs.....	30
3.4.1 Systeemgrenzen.....	30
3.4.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	30
3.5 Transmissie en distributienetwerk (A4)	34
3.5.1 Eindelevensscenario en module D kapitaalgoederen	36
3.6 Elektriciteit, Hernieuwbaar	36
3.6.1 Systeemgrenzen hernieuwbaar.....	36
3.6.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI), A1-A3.....	37
3.6.3 Transmissie- en distributienetwerk en kapitaalgoederen (A4)	38
3.6.4 Eindelevensscenario en module D hernieuwbare elektriciteit.....	38
3.7 Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Grijs	40
3.7.1 Systeemgrenzen.....	40
3.7.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	40
3.8 Warmte, Hoge temperatuur, Hernieuwbaar	43

3.8.1	Systeemgrenzen.....	43
3.8.2	Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	44
3.9	Warmte, Lage temperatuur, grijs en hernieuwbaar	46
3.9.1	Systeemgrenzen.....	46
3.9.2	Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	46
4.	Resultaten	48
4.1	Berekening milieuprofiel	48
4.2	Gekarakteriseerde en gewogen resultaten	48
4.3	Zwaartepuntanalyse	49
4.3.1	Aardgas	49
4.3.2	Elektriciteit	50
4.3.3	Warmtelevering	52
4.4	Gevoeligheidsanalyse	56
4.4.1	Aardgas	56
4.4.2	Elektriciteit	57
4.4.3	Warmtelevering	59
4.5	Vergelijking met huidige productkaarten energiedragers in de NMD.....	63
4.5.1	Aardgas	63
4.5.2	Elektriciteit	64
4.5.3	Warmtelevering	65
4.6	Vergelijking GWP-factoren met CO2-emissiefactoren.nl	66
4.6.1	Aardgas	66
4.6.2	Elektriciteit	67
4.6.3	Warmtelevering	68
4.7	Analyse invloed nieuwe productkaarten op MPG-berekeningen	68
4.7.1	Impact op MPG materialisatie externe levering	70
5	Aanbevelingen.....	71
5.1	Inleiding	71
5.2	Aanbevelingen en aandachtspunten productkaarten.....	71
5.2.1	Aardgas	71
5.2.2	Elektriciteit	72
5.2.3	Warmte	73
5.3	Aanbevelingen beheer productkaarten	73
5.4	Aanbevelingen implementatie productkaarten	74
6.	Referenties.....	76
Bijlagen.....		77
Bijlage I LCI tabellen		78
1.1	LCI Aardgas.....	78
1.2	LCI Elektriciteit grijs	80
1.3	LCI elektriciteit hernieuwbaar	84
1.4	LCI warmtelevering hoge temperatuur	87
1.5	LCI warmtelevering lage temperatuur	94
Bijlage II Gekarakteriseerde resultaten per product.....		97

II.1 Resultaten aardgas	97
II.2 Resultaten elektriciteit grijs.....	100
II.3 Resultaten elektriciteit hernieuwbaar	101
II.4 Resultaten elektriciteit externe levering, mix	102
II.5 Resultaten warmtelevering hoge temperatuur (grijs)	103
II.6 Resultaten warmtelevering hoge temperatuur (hernieuwbaar).....	106
II.7 Resultaten warmtelevering lage temperatuur (grijs)	108
II.8 Resultaten warmtelevering lage temperatuur (hernieuwbaar)	110
Bijlage III Gespreksverslagen	112
III.1 Besprekingsverslag 14 september 2021	112
III.2 Besprekingsverslag 28 oktober 2021	117
III.3 Besprekingsverslag 30 november 2021	124

Samenvatting

Over het onderzoek

Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) actualiseert de bestaande productkaarten van energiedragers in de Nationale Milieudatabase (NMD). In deze LCA-rapportage vertellen we hoe de geactualiseerde productkaarten voor de volgende energiedragers tot stand kwamen:

- Aardgas
- Elektriciteit grijs
- Elektriciteit hernieuwbaar
- Warmtelevering via warmtenet, hoge temperatuur, grijs
- Warmtelevering via warmtenet, hoge temperatuur, hernieuwbaar
- Warmtelevering via warmtenet, lage temperatuur, grijs
- Warmtelevering via warmtenet, lage temperatuur, hernieuwbaar

Uit deze zeven productkaarten zijn ook de productkaarten van materialisatie externe levering – zoals toegepast in de Milieu Prestatie gebouwen (MPG) – af te leiden. Ook kun je de kaarten gebruiken voor energiestromen in Nederland in de berekening van levenscyclusanalyses (LCA's) van andere producten, op basis van de bepalingmethode van bouwwerken.

Bij het onderzoek was een klankbordgroep betrokken, met leden vanuit Alba Concepts, PIANOo, Dutch Green Building Council (DGBC), Stichting W/E Adviseurs, SKAO, klimaatstichting HIER, RVO, Stichting Nationale Milieudatabase (NMD) en ProRail. Dit voor een goede afspiegeling van de bouwpraktijk.

Hoe ziet de LCA van een energiedrager eruit?

In vergelijking met een volledige LCA van een bouwproduct, richt de LCA van een energiedrager zich alleen op de productie-, transport- en gebruiksfasen:

- Productiefase: hierbij kijken we naar de winning van grondstoffen en de omzetting naar de uiteindelijke energiedrager, met toevoeging van eventuele hulpstoffen en mogelijk tijdelijke opslag.
- Transportfase: hierbij kijken we naar het energieverbruik voor transport en transportverliezen.
- Gebruiksfase: hierbij kijken we naar de emissie bij verbranding. Dit is alleen van toepassing bij energiedragers die bij de consument worden verbrand, zoals aardgas.

Voor het berekenen van de LCA's gebruikten we de volgende functionele eenheden:

Energiedrager	Functionele eenheid
Aardgas, verbrand, bij consument	per m ³
Elektriciteit, grijs, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument	per kWh
Warmte, hoge temperatuur, grijs, bij consument	per MJ
Warmte, hoge temperatuur, hernieuwbaar, bij consument	per MJ
Warmte, lage temperatuur, grijs, bij consument	per MJ
Warmte, lage temperatuur, hernieuwbaar, bij consument	per MJ
Materialisatie externe levering	Functionele eenheid
Aardgas, verbrand, materialisatie externe levering	per m ³
Elektriciteit, materialisatie externe levering	per kWh
Warmte, hoge temperatuur, grijs, materialisatie externe levering	per MJ
Warmte, hoge temperatuur, hernieuwbaar, materialisatie externe levering	per MJ
Warmte, lage temperatuur, grijs, materialisatie externe levering	per MJ
Warmte, lage temperatuur, hernieuwbaar, materialisatie externe levering	per MJ

Goed om te weten: bij aanleg van een gebouw of werk kun je niet kiezen voor een grijs- of hernieuwbaar-elektriciteitsnet. Daarom stellen we voor materialisatie externe levering maar één type productkaart voor elektriciteit beschikbaar, op basis van de Nederlandse productiemix tussen grijze en hernieuwbare elektriciteit.

Productkaarten binnen LCA van producten en gebouwen

Naast de rol van een LCA binnen een energiedrager zelf, is het ook de vraag hoe productkaarten van energiedragers worden toegepast binnen een LCA van een bouwproduct of op gebouwniveau.

Toepassing bij LCA van bouwproducten

Energiedragers worden in een LCA vooral gebruikt in de productie (A3), maar ook bij installatie (A5), onderhoud (B2), reparatie (B3), vervangingen (B4), verbouwingen (B5) en als er (optioneel) energieverbruik in de gebruiksfase wordt gedeclareerd (B6).

Toepassing bij energiegebruik in gebruiksfase LCA op gebouw- of werkniveau

Bij LCA's op het niveau van een gebouw of grond-, weg- en waterbouw-werk (GWW) kan energiegebruik ook tijdens de gebruiksfase (module B6) worden meegenomen. In de huidige MPG-systematiek wordt materialisatie externe levering gedeclareerd in de productie/bouwfase. Bij toepassing van energiegebruik tijdens de gebruiksfase (B6) moet je er goed op letten dat je niet zowel de productkaart voor materialisatie externe levering, als de volledige productkaart voor de energiedrager meeneemt. Dat betekent namelijk een dubbeltelling van de effecten van materialisatie externe levering. We adviseren in zo'n geval de materialisatie externe levering buiten de berekening te laten.

Resultaten

Om de resultaten van verschillende milieueffectcategorieën goed te kunnen vergelijken, hebben we de resultaten gewogen tot één eindpunt. Daarvoor gebruiken we de milieukostenindicator (MKI), volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken.

Hieronder vind je per energiedrager de MKI-resultaten op totaalniveau voor de productkaart, voor de productkaart materialisatie externe levering en per module.

Energiedrager	Totaal	Materialisatie externe levering	A1-A3	A4	B	D
Aardgas, verbrand, bij consument, per m ³	€ 0,18	€ 0,004	€ 0,06	€ 0,02	€ 0,11	€ -0,001
Elektriciteit, grijs, bij consument, per kWh	€ 0,0342	€ 0,0021	€ 0,0309	€ 0,0035		€ -0,00018
Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh	€ 0,0149	€ 0,0084	€ 0,0128	€ 0,0026		€ -0,00059
Elektriciteit, materialisatie externe levering, per kWh (o.b.v. Nederlandse mix)		€ 0,0038				
Warmte HT, grijs, bij consument, per MJ	€ 0,0029	€ 0,0001	€ 0,0020	€ 0,0009		€ -0,00002
Warmte HT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ	€ 0,0021	€ 0,0001	€ 0,0015	€ 0,0007		€ -0,00002
Warmte LT, grijs, bij consument, per MJ	€ 0,0020	€ 0,0011	€ 0,0016	€ 0,0004		€ -0,00002
Warmte LT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ	€ 0,0015	€ 0,0011	€ 0,0012	€ 0,0003		€ -0,00002

Een aantal opmerkingen bij bovenstaande tabel:

Aardgas

Binnen module A1-A3 heeft de import van gasvormig aardgas uit Rusland de grootste invloed. Dit vanwege de grote transportafstand, waarbij een grotere materiaalhoeveelheid per m³ getransporteerd gas nodig is en er ook grotere verliezen optreden.

Elektriciteit, grijs

Binnen module A1-A3 zorgt elektriciteit uit aardgas en kolen voor ruim 90% van de MKI. Dit is in lijn met het aandeel aardgas en kolen in de grijze mix (92%). Elektriciteit uit kolen maakt 11% uit van de elektriciteitsmix, maar is verantwoordelijk voor een veel groter deel van de MKI, omdat elektriciteit uit kolen een hogere MKI per kWh heeft dan elektriciteit uit gas.

Elektriciteit, hernieuwbaar

Binnen module A1-A3 komt het grootste deel (47%) van de MKI van biomassa. Dit terwijl biomassa slechts 25% uitmaakt van de hernieuwbare productiemix. Hernieuwbare elektriciteit uit biomassa heeft een relatief hoge MKI per kWh. Verder valt het op dat elektriciteit uit wind op land en wind op zee een relatief klein deel van de MKI uitmaken, terwijl dit 48% is van de hernieuwbare elektriciteitsmix.

Warmtelevering

Productie van warmte zorgt in module A1-A3 binnen elke variant voor de grootste bijdrage. Daarnaast zorgt warmtelevering ook binnen module A4 voor het grootste deel van de milieueffecten vanwege verliezen tijdens transport. Het verschil tussen verliezen bij hoge temperatuur (26,5%) en lage temperatuur (11,4%) is daarbij duidelijk zichtbaar.

Vergelijking met huidige productkaarten NMD

Hoe verhouden de MKI-score van de nieuwe en bestaande productkaarten zich tot elkaar? En de productkaarten voor materialisatie externe levering?

Aardgas

Bij de nieuwe productkaart voor aardgas gaat de MKI behoorlijk omhoog. De reden? De achterliggende productiemix, die in de nieuwe kaart meer gericht is op import (vanuit Rusland). Ook is de impact van verbranding hoger, omdat we in de nieuwe productkaart een kleinschaliger verbrandingsproces als achtergrondmodel toepassen.

Bij de nieuwe productkaart voor de externe levering van aardgas gaat de MKI behoorlijk omlaag. Dit komt vooral door 'vervuiling' in de bestaande kaart, met name dubbeltelling van processen en zaken die niet binnen de scope van materialisatie externe levering vallen, zoals verliezen tijdens transport.

Elektriciteit

Deze productkaart gaat over de Nederlandse landenmix. De bestaande productkaart heeft een hogere MKI dan de nieuwe grijze en hernieuwbare productkaarten. Dit komt onder andere door een groter aandeel kolen in de energiemix van de bestaande kaart ten opzichte van de nieuwe kaart voor grijze elektriciteit.

De nieuwe productkaart voor externe levering (MKI van € 0,0038 per kWh) heeft een iets hoger milieuprofiel dan de bestaande productkaart (MKI van € 0,0036 per kWh). De nieuwe kaart is opgebouwd uit de netto Nederlandse productiemix. 73% van de materialisatie externe leveringsmix grijs is gecombineerd met 27% van de materialisatie externe leveringsmix hernieuwbaar. De materialisatie externe levering is bij de hernieuwbare elektriciteitsmix significant hoger. Met het jaarlijks stijgende aandeel hernieuwbare elektriciteit in de Nederlandse productiemix wordt ook de gemiddelde materialisatie externe levering hoger.

Warmtelevering

Er was nog geen bestaande productkaart voor deze energiedrager. In de nieuwe situatie zijn er vier productkaarten om uit te kiezen, afhankelijk van de configuratie van het warmtenet.

Bij de nieuwe productkaarten voor externe levering gaat de MKI in alle gevallen omhoog. Bij hoge-temperatuur-warmtenetten gaat dit om kleine toenames, vooral door meer materiaalgebruik. Bij lage-temperatuur-warmtenetten is de bijdrage van infrastructuur relatief hoog, vanwege de kleine schaal van de installaties in de achtergrondmodellen.

Wat is de invloed van gebouw gebonden energie op MPG-berekeningen?

We onderzochten de invloed van de nieuwe productkaarten op de hoogte van MPG-berekeningen. Daarbij keken we naar twee BENG-referentiegebouwen: een woonhuis en een kantoor. We onderzochten de invloed van het toevoegen van energiegebruik uit de gebruiksfase (MEPG, MPG plus de milieuprestatie van het energieverbruik) en de invloed van verandering in de productkaarten van materialisatie externe levering.¹ Het gaat hier om gebouwgebonden verbruik.

Wat blijkt? In geval van de MEPG is zowel bij de woning als het kantoor is voor alle typen energiedragers een flinke stijging van de MPG-score te zien. Dit is uiteraard logisch, in de reguliere MPG wordt het gebouwgebonden energieverbruik immers niet beschouwd.

Wat is het effect van de nieuwe MKI-waarden van materialisatie externe levering?

Bij het forfaitair (gebouwgebonden) energiegebruik stijgt in de meeste gevallen de bijdrage van materialisatie externe levering. Bij hernieuwbare varianten stijgt in alle gevallen de materialisatie externe levering, vooral door relatief hoger materiaalgebruik per eenheid energieopwekking.

Bij productkaarten van materialisatie externe levering voor grijze elektriciteit zien we een verlaging, de gecombineerde productkaart mix grijs/hernieuwbaar laat een kleine stijging zien. Alleen bij het kantoorgebouw met aardgas zien we nog steeds een kleine netto daling door lagere waarde van materialisatie externe levering van aardgas. De totale impact op de MPG is zeer beperkt en geen belemmering om de verbeterde kaarten voor materialisatie externe levering te implementeren als productkaarten in de NMD.

Aanbevelingen productkaarten

Wat zijn onze belangrijkste bevindingen, aanbevelingen en aandachtspunten per energiedrager?

Aardgas

Verbranding van aardgas is de grootste bijdrage binnen het milieuprofiel van deze energiedrager. Dit is gemodelleerd met een achtergrondmodel uit Ecoinvent voor verbranding van aardgas in een boiler van > 100 kW. Vervolgonderzoek moet bekijken of dit achtergrondmodel representatief is voor verbranding van aardgas in de gebouwde omgeving, in hoeverre dit verschilt van verbranding bij grootschaligere (industriële of GWW) toepassingen en in hoeverre het model dus representatief is voor beide situaties.

Elektriciteit

Het is qua gebruiksgemak handiger om één productkaart op te stellen van de gemiddelde Nederlandse (elektriciteits)productiemix. De huidige mix is dan 73% grijze elektriciteit en 27% hernieuwbare elektriciteit. Verder is een losstaande wind-op-zee-LCA-studie nodig om de milieu-impact hiervan beter in kaart te brengen. En het eindelevensscenario en de verwerkingsfase moeten

¹ De vergelijking is gemaakt met de MPG-berekening van referentiegebouwen op basis van NMD versie 3.0. Dit levert enige discrepantie op, omdat de nieuwe productkaarten zijn berekend met NMD-versie 3.4. De uitkomsten moeten daarom als richtinggevend worden geschouwd, met enige onzekerheid.

voor specifieke productkaarten per bron van energiedragers van hernieuwbare elektriciteit verder worden onderzocht.

Warmte

Bij warmtelevering, hoge temperatuur, grijs hebben productie via hulpketels aardgas en kolencentrales veel invloed op het resultaat. In de analyse van de productkaarten maakten we conservatieve aannames voor het aandeel van beide binnen de productiemix van warmte. Toekomstige updates moeten het aandeel van beide goed in kaart te brengen. Verder is bij warmteproductie uit bio-energie (warmtelevering, hoge temperatuur, hernieuwbaar) de verhouding van warmte uit biomassa en biogas onbekend.

Aanbevelingen beheer productkaarten

- Op basis van de datakwaliteit zijn de productkaarten vijf jaar geldig. We adviseren om wel jaarlijks te toetsen of er grote wijzigingen zijn in de productiecijfers die tot eerdere herziening moeten leiden.
- De productkaarten materialisatie externe levering krijgen vanwege het ontbreken van ontwerpinvloed geen rekentoeslag van 30%. Wij adviseren om geen rekentoeslag te gebruiken op zowel de productkaarten voor externe levering als de productkaarten voor energiedragers.

Aanbevelingen implementatie productkaarten

- Met de productkaarten voor energiedragers en een MPG-berekening kun je fase B6 op gebouwniveau berekenen. Zo bereken je de milieu-impact volgens de EN 15978. Deze energie-inclusieve MPG (MEPG), wordt uitgedrukt in een éénpuntscore per m² per jaar. Wij adviseren om de samenvoeging van de berekening van de MPG en de éénpuntscore van de use stage energy (B6) en op basis daarvan de GWP-use stage energy, in een afzonderlijk hoofdstuk toe te voegen aan de bepalingmethode milieuprestatie bouwwerken. Ook moet er een duidelijke koppeling met de EN 15978 worden gemaakt en moet de samenhang met de NTA 8800 worden toegelicht.
- Wij adviseren om de berekening van de MEPG, uitgedrukt per m² per jaar, en op basis daarvan de MEPG_GWP, in instrumenten voor de berekening van de milieuprestatie op te laten nemen.
- Wij adviseren om alle referentiegebouwen ook te voorzien van een MEPG waarde en een onderzoek te doen naar de MEPG waarde van bestaande gebouwen en de toekomstige MPG voor renovatie zodat een goede integrale afweging gemaakt kan worden.
- Wij adviseren om de oude productkaarten voor materialisatie externe levering te laten vervallen na invoer van de nieuwe kaarten. Uit de impactanalyse blijkt dat er geen bezwaren zijn om deze update onmiddellijk door te voeren. Wel adviseren wij om de berekening te herhalen zodra de update van de referentiegebouwen in het eigen rekeninstrument van de NMD gereed is.

1. Inleiding

Deze LCA²-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor zeven productkaarten van elektriciteit, aardgas en warmtelevering in de Nationale Milieudatabase³, inclusief zes productkaarten voor 'materialisatie externe levering', voor toepassing bij de MPG-systematiek.

1.1 Toepassingsbereik

Stichting Nationale Milieudatabase (Stichting NMD) is bezig met het actualiseren van de bestaande productkaarten van energiedragers in de Nationale Milieudatabase (NMD) voor de berekening van milieu-ingrepen ten gevolge van energieverbruik in de gebruiksfase van een bouwwerk (module B6). De productkaarten in deze studie zijn opgesteld conform de bepalingmethode van bouwwerken en beschrijven de volledige levenscyclus van energiedragers. Uit deze kaarten zijn ook de productkaarten van materialisatie externe levering, zoals toegepast in de MPG, af te leiden en tot slot kunnen de kaarten gebruikt worden voor energiestromen in Nederland in de berekening van LCA's van andere producten op basis van de bepalingmethode.

Deze rapportage beschrijft de methodieken en uitkomsten van de berekening van deze geactualiseerde productkaarten.

1.2 Achtergrond gebruik NMD

De B&U- en 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 bouwwerk. Deze MKI-waarde wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingmethode Milieuprestatie Bouwwerken'⁴. Met software-instrumenten zoals DuboCalc⁵ kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MKI-waarde voor een product, object en een compleet project berekend worden.

Opdrachtgevers in de B&U- en 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 krijgt⁶.

Stichting NMD wil regelmatig de productkaarten van algemene data (categorie 3) in de Nationale Milieudatabase actualiseren en verbeteren. In de aanbevelingen van dit rapport is een advies gegeven hoe met actualisatie van deze kaarten omgegaan kan worden.

² LCA = Levenscyclusanalyse. Meer informatie, zie bijvoorbeeld <https://www.rivm.nl/life-cycle-assessment-lca/wat-is-lca>

³ Meer informatie over de Nationale Milieudatabase: <https://milieudatabase.nl/>

⁴ Meer informatie over de Bepalingmethode: <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingmethode/>

⁵ Meer informatie over DuboCalc: <https://www.dubocalc.nl/>

⁶ Meer informatie over het gebruik van de MKI-waarde als gunningscriterium: <https://www.dubocalc.nl/hoe-dubocalc-toepassen/>

1.3 Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van energiedragers. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de bestaande productkaarten van energiedragers in de Nationale Milieudatabase (NMD).

Onderhavige rapportage heeft tot doel om de gemaakte keuzes in materialen en milieudata te documenteren als verantwoording. De rapportage wordt, naast de ingevoerde productkaarten, 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- en B&U-sectoren als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Organisaties die via bijvoorbeeld certificeringen duurzaamheid in de gebouwde omgeving willen stimuleren en daarbij gebruikmaken van NMD-data en/of rekeninstrumenten.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de GWW- en B&U-sectoren als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van productkaarten.

1.4 Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie bouwwerken versie 1.0 (juli 2020) en de wijzigingsbladen oktober 2020, februari 2021 en oktober 2021*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op ISO 14040 - ISO 14044 en NEN-EN 15804 (2013)⁷.

De LCA is uitgevoerd door LBP|SIGHT in samenwerking met stichting Nationale Milieudatabase. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode van september tot november, waarna aansluitend de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld.

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 onder andere 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. Als echter een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan 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.

⁷ Alleen het optellen van milieu-impactscores tot een totaalscore (de MKI, zie hoofdstuk 4.6) valt buiten de ISO14044.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methode voor de LCA beschreven. Hierin zijn onder andere de scope, systeemgrenzen en de functionele eenheid vastgelegd. In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De specifieke beschrijving van de energiedrager en systeemgrenzen en de inventarisatie van de levenscyclusanalyse komen hierin aan bod. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten, zwaartepunt- en gevoeligheidsanalyses beschreven, waarna in hoofdstuk 5 aanbevelingen zijn opgenomen.

2. Methode

2.1 Aanpak

Het project omvatte, in overeenstemming met het plan van aanpak, de volgende onderdelen:

Betrokkenheid klankbordgroep

- Oriënteren individuele gesprekken met leden van de klankbordgroep.
- Bijeenkomsten van de klankbordgroep (3).
- Verwerking van de feedback van de besprekingen met de klankbordgroep om zo te komen tot een definitieve bepalingsmethodiek voor het opstellen en invullen van productkaarten, definitieve set aan in beschouwing te nemen energiedragers, inclusief de te hanteren databronnen, definitieve dossiervorming en definitieve productkaarten.

Onderzoek

- Bureaustudie opstellen bepalingsmethodiek voor het opstellen en invullen van productkaarten, daarbij uitgaande van uitgangspunten zoals gesteld in dit plan van aanpak. Ook omvat dit het onderzoek naar de te hanteren databronnen.
- Voorstel opstellen voor in beschouwing te nemen energiedragers.

Uitwerking

- Opstellen en invoeren van de productkaarten, inclusief dossiervorming.
- Weging van de impactcategorieën naar een 1-puntscore en opstellen van een relatietabel van verschillende energieprestatie-indicatoren.
- Gevoeligheidsanalyse inhoudelijk en beleidsmatig gewicht door doorrekening van een aantal referentiegebouwen, aan te sluiten bij de bestaande (BENG) referentiegebouwen.

2.2 Klankbordgroep

Voor het project is een klankbordgroep samengesteld gericht op een goede afspiegeling van de bouwpraktijk. In onderstaande tabel is weergegeven wie in de klankbordgroep zitting hebben gehad.

Tabel 2.1

Overzicht leden klankbordgroep

Organisatie	Naam	Opmerking
Alba Concepts	Thijs de Goede	
PIANOo	Machiel van Dalen	
Dutch Green Building Council (DGBC)	Ruben Zonnevrijle	
Dutch Green Building Council (DGBC)	Rudy van der Helm	
Stichting W/E Adviseurs	David Anink	

SKAO, klimaatstichting HIER	Gijs Termeer	
RVO	Menno Brouwer	
Stichting Nationale Milieudatabase (NMD)	Piet van Luijk	
Stichting Nationale Milieudatabase (NMD)	John Drissen	
ProRail	Ted Luiten	Alleen schriftelijke deelnemer

In bijlage III zijn de verslagen van de overleggen opgenomen.

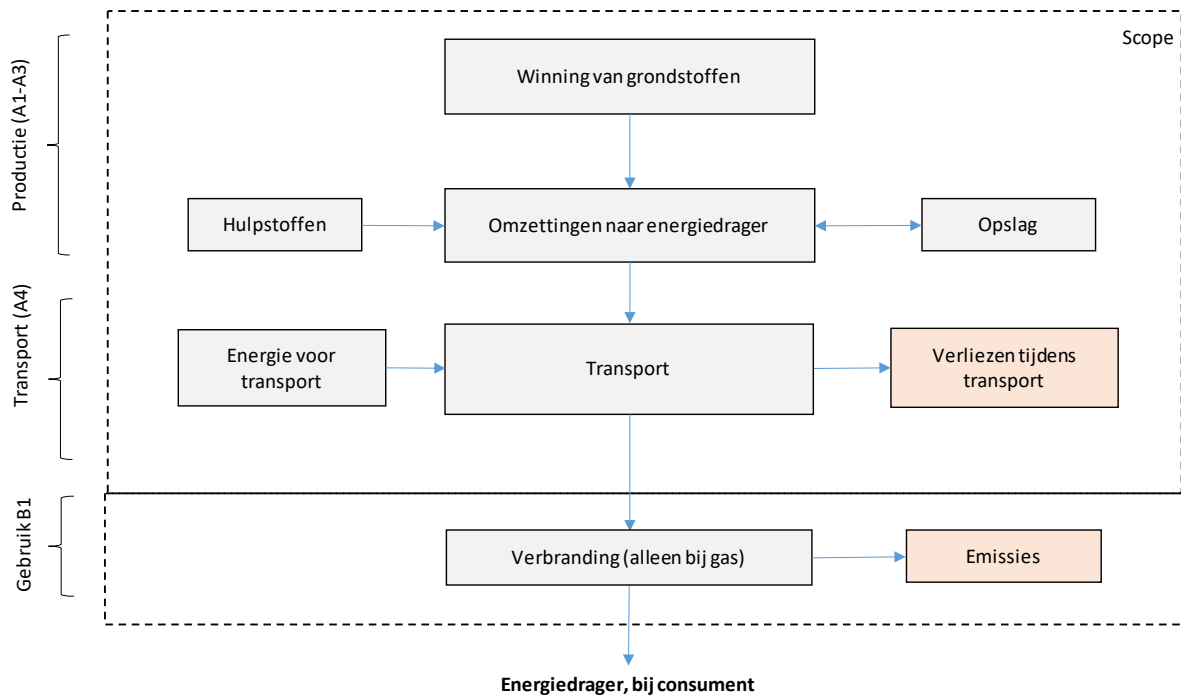
2.3 Scope

2.3.1 Algemene scope LCA energiedragers

In onderstaande figuur is een algemene opzet van de scope van een energiedrager weergegeven. Ten opzichte van de systeemgrenzen van een volledige LCA van een bouwproduct is deze beperkt tot alleen de productie-, transport- en gebruiksfases (de laatste alleen bij aardgas).

In de *productiefase* wordt de winning van grondstoffen en de omzetting naar de finale energiedrager meegenomen, met toevoeging van eventuele hulpstoffen en mogelijk ook tijdelijke opslag (bijvoorbeeld bij aardgas). Vervolgens wordt de energiedrager naar de consument *getransporteerd*, waarbij energieverbruik voor transport en transportverliezen worden beschouwd. De *gebruiksfase* is alleen van toepassing bij energiedragers die bij de consument worden verbrand (zoals aardgas), daarvan worden de emissies bij verbranding opgenomen in het milieuprofiel.

De levensduur van productiecentrales is meegenomen in de achtergrondprocessen van Ecoinvent. Bijvoorbeeld: een gascentrale gaat 'x' jaar mee met een jaarlijkse opwekking van 'y' kWh. Dan wordt met deze data de 'hoeveelheid centrale' bepaald per kWh. Over dit aandeel van de centrale worden ook de baten (of lasten) binnen module D bepaald, wat ook wordt meegenomen in materialisatie externe levering.



Figuur 2.1

Algemene systeemgrenzen energiedrager

2.3.2 Omgang met import en export van energiedragers uit het buitenland

De import en export van energiedragers bij elektriciteit wordt niet meegenomen in deze LCA-studie. Over de herkomst van geïmporteerde en geëxporteerde elektriciteit is zowel voor grijze als hernieuwbare elektriciteit onvoldoende data beschikbaar om dit consistent mee te nemen in het resultaat. De import is per land bekend, maar niet per type elektriciteitsbron. Om deze reden zou het meenemen van import en export een onzekerheid toevoegen in de LCA-resultaten.

Bij aardgas is de herkomst van geïmporteerd gas niet in beeld. Daarom is de import van gasvormig aardgas conservatief volledig op Rusland gesteld en voor LNG de gemiddelde herkomst uit Ecoinvent aangehouden.

Dit wordt verder toegelicht in sectie 2.4. Op de invloed van import en export op het eindresultaat is een gevoeligheidsanalyse gedaan (sectie 4.4).

2.3.3 Referentieperiode energiemixen

Deze LCA-studie gebruikt voor de samenstelling van de energiemixen van energiedragers zo recent mogelijke data, in principe uit referentiejaar 2020. In het geval van warmte is uitgegaan van gegevens over het jaar 2019, de meest recente cijfers voor dat type energiedrager.

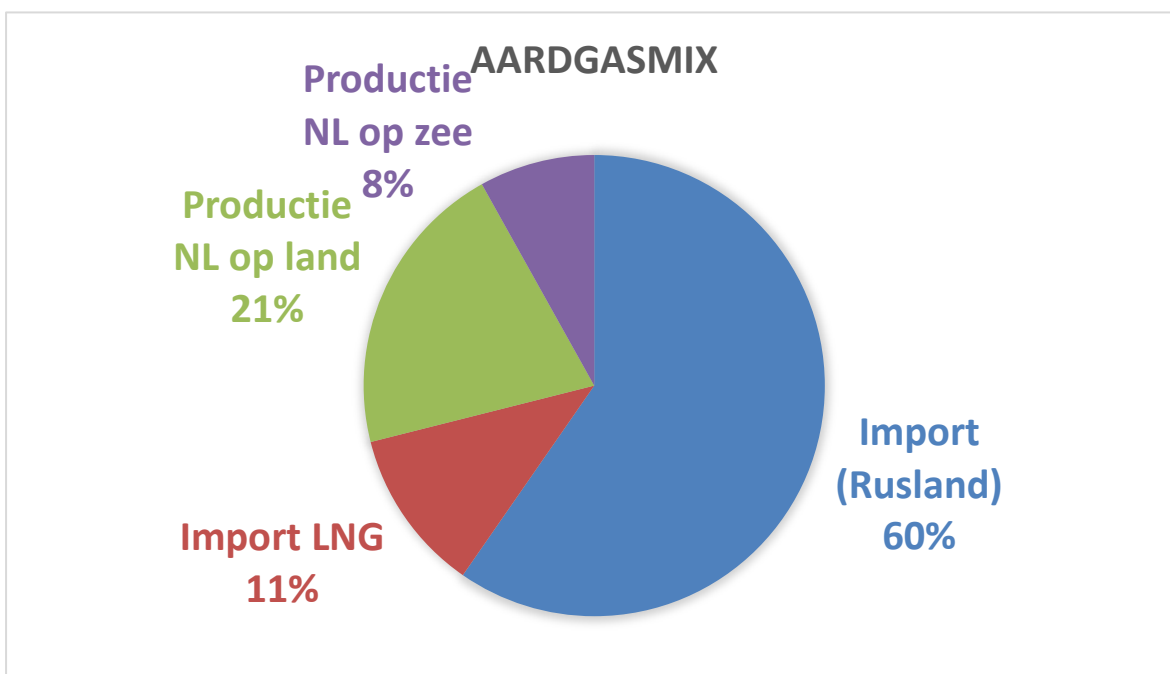
De netto energiedata van CBS-tabellen over 2020 zijn 'nader voorlopige cijfers'. Er is gekozen om deze te gebruiken om de meest actuele gegevens voorhanden te hebben. De meest recente definitieve cijfers zijn van 2018, die door de snel veranderende energiemix minder representatief worden geacht.

2.4 Beschrijving energiemixen

2.4.1 Aardgas

Op basis van statistische gegevens van CBS⁸ over het jaar 2020 zijn vier bronnen voor aardgas bepaald en het aandeel binnen de gemiddelde productiemix. Deze productiemix is weergegeven in figuur 2.2.

Sinds de afname van eigen productie in het gasveld bij Slochteren wordt er in Nederland steeds meer geïmporteerd, met name uit Rusland via pijpleidingen en ook vloeibaar via schepen (LNG). Ook wordt als 'gasronde' in Nederland een grote hoeveelheid weer geëxporteerd naar de landen direct om ons heen. Het is echter niet bekend waar het gas precies vandaan komt, welk gas precies wordt verbruikt in Nederland en welk gas weer wordt geëxporteerd. Daarom is de aanname gemaakt dat de 'verbruiksmix' in Nederland gelijk is aan de verhouding tussen import en binnenlandse productie. Ook wordt aangenomen dat alle import uit Rusland afkomstig is. Dit is een conservatieve benadering, want het achtergrondmodel in Ecoinvent voor dit type gas heeft in vergelijking met andere landen de hoogste milieueffecten.



Figuur 2.2

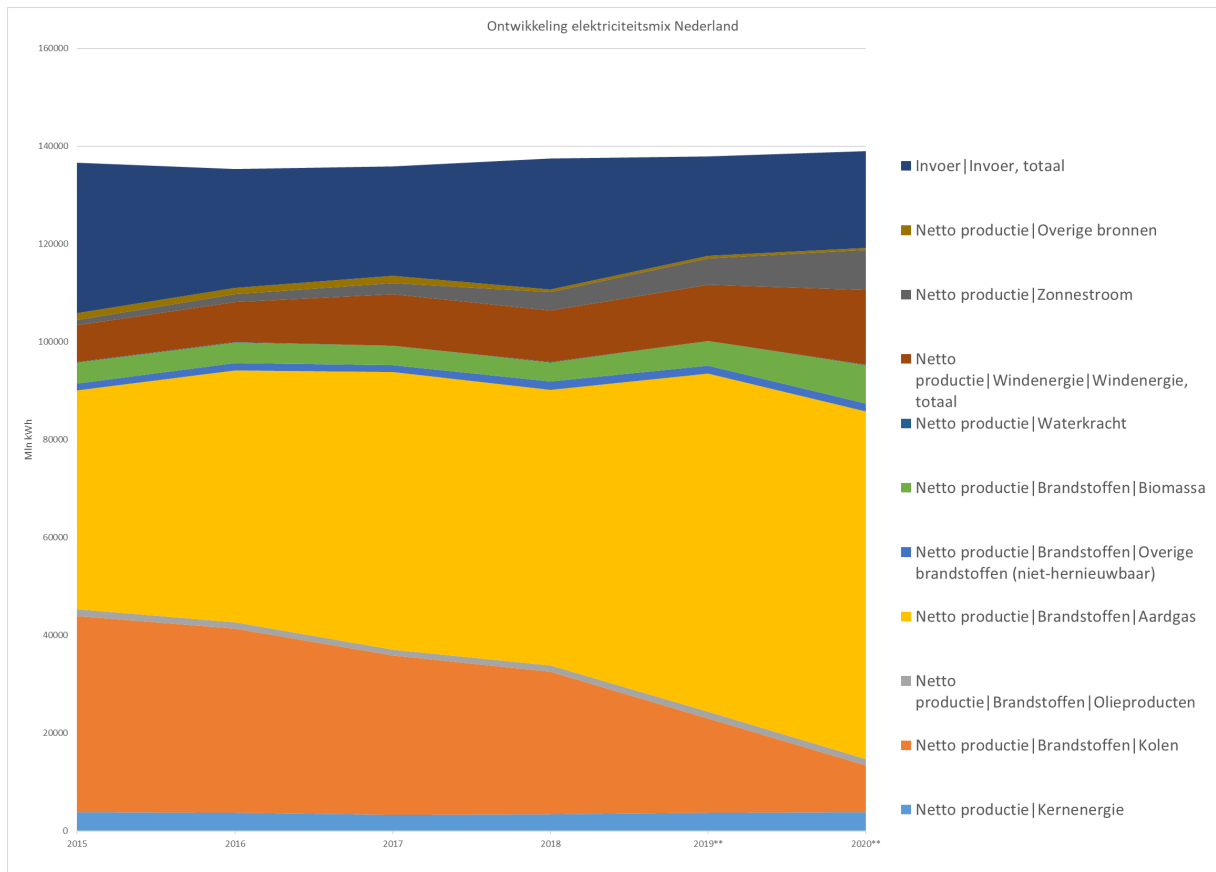
Aandeel bronnen aardgas in productiemix (Bron: CBS)

⁸ Aardgasbalans; aanbod en verbruik, te vinden via:

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/00372/table?searchKeywords=aardgas>

2.4.2 Elektriciteit

De afgelopen jaren is het aandeel hernieuwbare energie toegenomen in de elektriciteitsmix. Ook is het aandeel van gas toegenomen en het aandeel van energie uit kolen gedaald. Dit is te zien in figuur 2.3. Hierin wordt de netto elektriciteitsmix van 2015 tot 2020 weergegeven. Van voor 2015 heeft CBS geen volledige gegevens.⁹



Figuur 2.3

Ontwikkeling Nederlandse elektriciteitsmix (Bron: CBS)

Netto elektriciteitsmix 2020

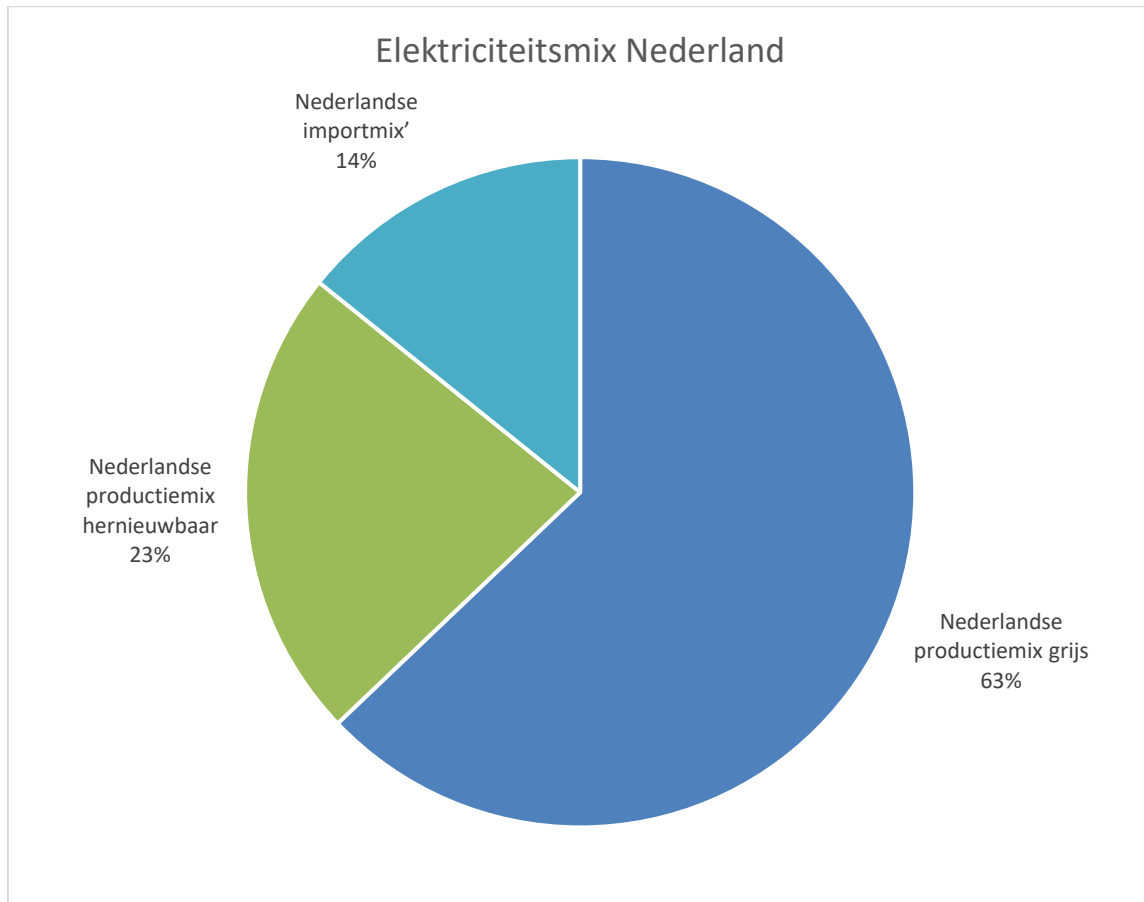
In 2020 was er een netto elektriciteitsproductie van **119.238 miljoen kWh** (CBS, 2021)¹⁰.

- De netto Nederlandse energiemix is de meest recente jaardata. De bruto productie is het totaal aan geproduceerde energie, de netto productie het totaal en energie die de centrale uitgaat. Het verschil tussen bruto en netto zit in eigen gebruik van energie van de centrale.

8 CBS (2021), Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik. Geraadpleegd op 15 oktober 2021, via: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84575NED/table?ts=1633510318678>

9 CBS (2021), Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik over 2020. Geraadpleegd op 15 oktober 2021, via: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84575NED/table?dl=525A1>

De Nederlandse elektriciteitsmix is op te delen in de 'Nederlandse productiemix grijs', 'Nederlandse productiemix hernieuwbaar' en de 'Nederlandse importmix'. De verdeling is te zien in figuur 2.4.



Figuur 2.4

Aandeel hernieuwbaar, grijs en import over 2020 (Bron: CBS)

2.4.3 Warmte

Op basis van het rapport 'Warmtemonitor 2019¹¹', uitgegeven door het CBS zijn productiebronnen voor grijze en hernieuwbare warmte bepaald en is het aandeel binnen de gemiddelde productiemix bepaald. Deze productiemixen zijn weergegeven in figuur 2.5 en figuur 2.6. Om een volledige configuratie voor hernieuwbare warmte met betrouwbare levering van warmte te modelleren is ook hier warmte uit een hulpwarmtebron opgenomen, eveneens met een aandeel van 15% binnen de totale warmteproductiemix.

Het aandeel warmte uit hulpwarmtebronnen valt niet exact af te leiden uit het rapport van CBS, alleen het aandeel van decentraal opgestelde hulpwarmtebronnen is bekend. Deze warmteproductie heeft echter wel een grote invloed op de milieuscore.

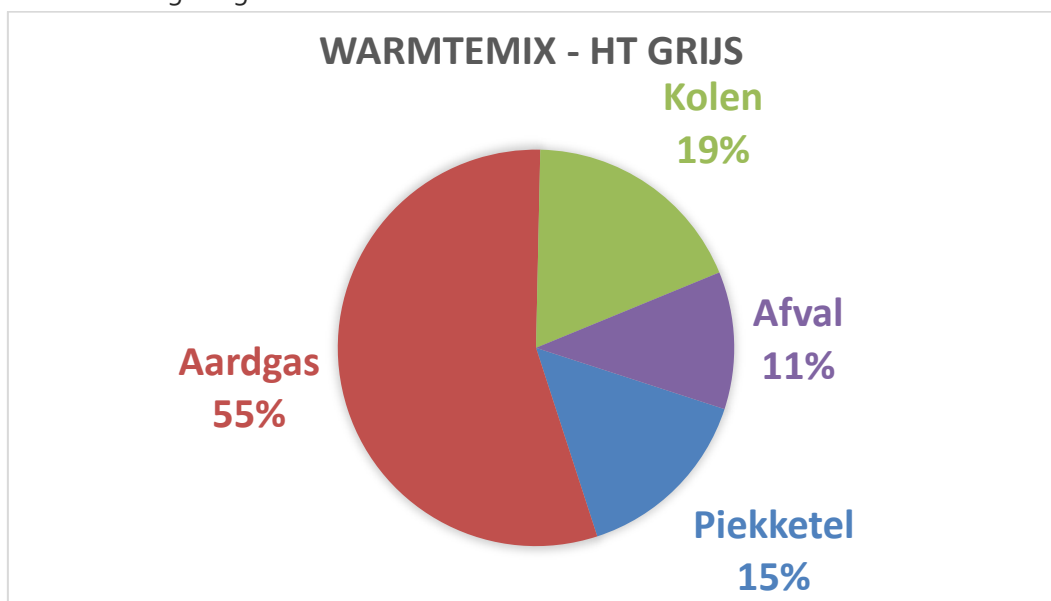
¹¹ Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

Daarop zijn de zogenoemde *warmte-etiketten* van warmteleveranciers nageslagen, waarop per productiejaar de productiebronnen van verschillende warmtenetten vermeld staan. Helaas levert dit niet direct een overzichtelijk beeld op van Nederland, het aandeel wordt alleen goed vermeld bij het warmte-etiket van leverancier Eneco. In 2019¹² en 2020¹³ was de warmte voor de verschillende warmtenetten van Eneco respectievelijk 14% en 13% afkomstig uit hulpketels gas. Hierop is een standaardpercentage van 15% voor warmte uit hulpketels gas vastgesteld.

Ook valt de verhouding tussen kolen- en gascentrales bij warmte uit elektriciteitscentrales niet af te leiden. Kolencentrales hebben een aanzienlijk hogere milieubelasting per gegenereerde hoeveelheid warmte in vergelijking met gascentrales. Het is bekend dat het aandeel elektriciteitscentrales op gas dat ingezet wordt voor warmtenetten een stuk hoger ligt dan elektriciteitscentrales op kolen, maar het aandeel in de warmteproductie van beide typen is echter niet bekend. Als conservatieve aanname is gesteld dat 25% van de warmte uit elektriciteitscentrales uit kolen afkomstig is.

De verhouding tussen warmteproductie uit biogas- en biomassacentrales valt niet uit de rapportage van CBS af te leiden (dit is een gezamenlijke categorie 'biomassa'). Biogas heeft een hogere milieubelasting per gegenereerde hoeveelheid warmte in vergelijking met warmte uit biomassacentrales. Als aanname is gesteld dat 50% van de warmte uit biomassa en 50% uit biogas afkomstig is.

Voor warmte uit AVI is bij grijs alleen het niet-biogene gedeelte meegerekend en bij hernieuwbaar alleen het biogene gedeelte.

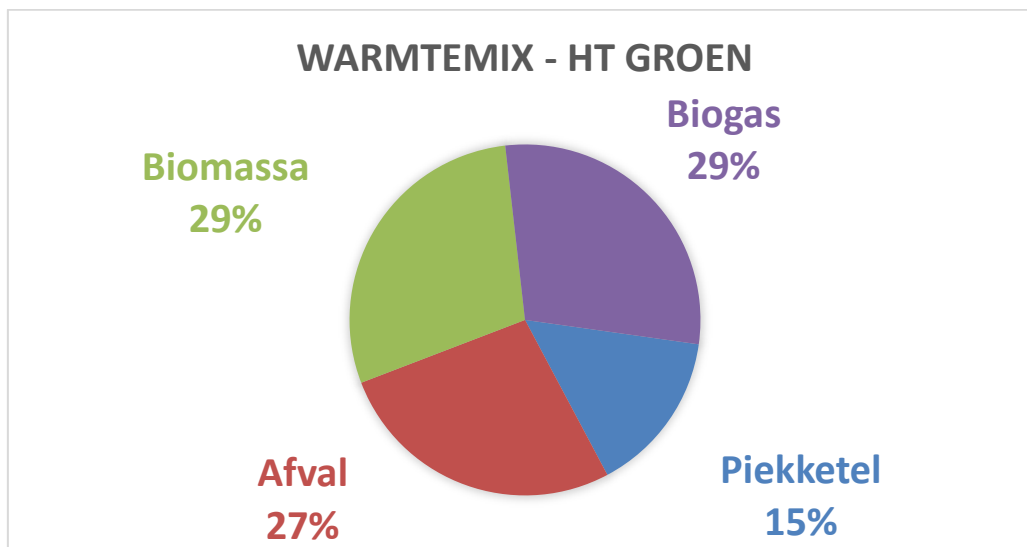


Figuur 2.5

Aandeel bronnen aardgas in productiemix (Bron: warmtemonitor CBS)

¹² Zie warmte-etiket Eneco 2019, te bereiken via: <https://www.eneco.nl/over-ons/~media/content/pdf/warmte-etiket/warmte-etiket-2019.pdf/>

¹³ Zie warmte-etiket Eneco 2020, te bereiken via: https://www.eneco.nl/grootzakelijk/~media/content/pdf/warmte-etiket/eneco_warmte-etiket_2020.pdf?la=en/&hash=D2FB65440983D77521B27E84B62A6812



Figuur 2.6

Aandeel bronnen aardgas in productiemix (Bron: warmtemonitor CBS)

Voor lage temperatuurverwarming is geen productiemix beschikbaar, daar zijn aannames gemaakt om met beperkte beschikbaarheid van achtergronddata toch productkaarten op te kunnen stellen.

2.5 Functionele eenheid

De volgende functionele eenheden zijn gehanteerd:

- Aardgas, verbrand, bij consument, per m³
- Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh
- Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh
- Warmte, Hoge Temperatuur, Grijs, bij consument, per MJ
- Warmte, Hoge Temperatuur, Hernieuwbaar, bij consument, per MJ
- Warmte, Lage Temperatuur, Grijs, bij consument, per MJ
- Warmte, Lage Temperatuur, Hernieuwbaar, bij consument, per MJ

De volgende functionele eenheden zijn gehanteerd voor de materialisatie externe levering:

- Aardgas, verbrand, materialisatie externe levering, per m³
- Elektriciteit, materialisatie externe levering, per kWh
- Warmte, Hoge Temperatuur, Grijs, materialisatie externe levering, per MJ
- Warmte, Hoge Temperatuur, Hernieuwbaar, materialisatie externe levering, per MJ
- Warmte, Lage Temperatuur, Grijs, materialisatie externe levering, per MJ
- Warmte, Lage Temperatuur, Hernieuwbaar, materialisatie externe levering, per MJ

Bij aanleg van een gebouw of werk heeft men niet de keuze voor een grijs of hernieuwbaar elektriciteitsnet. Er is gekozen om voor materialisatie externe levering daarom maar een type productkaart voor elektriciteit beschikbaar te stellen, op basis van verhouding binnen de Nederlandse productiemix tussen grijze en hernieuwbare elektriciteit. Bij warmte staat de configuratie van het net vast en is de MPG-berekening hier specifiek op aan te passen.

2.6 Systeemgrenzen

De processen die binnen de LCA worden bekeken zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In tabel 2.2, 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. Echter, de milieu-impact van de geanalyseerde energiedragers uit zich uitsluitend in de volgende modules: A1-A3, A4, B1 (alleen aardgas) en D.

Tabel 1.2

Systeemgrenzen (X: Module meegenomen in LCA-studie)

		Productiefase			Bouwfase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productie systeem
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
		Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, teruggwinning en recycling
LCA energiedragers	Module van toepassing	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 < 10Um)
- emissies naar water van CVZ, BZV, P-totaal, N-totaal en vaste stoffen (PM₁₀: deeltjes < 10um)
- emissies naar bodem van PAK en zware metalen

2.6.1 Rol binnen scope LCA gebouwen, producten

Naast de scope binnen de energiedrager zelf, is het van belang om de toepassing van de productkaarten van energiedragers binnen de scope van een bouwproduct, of LCA op gebouwniveau te aanschouwen:

- *Toepassing bij LCA van bouwproducten.* Dit geldt met name voor de productie (A3), maar energiedragers kunnen ook van toepassing zijn bij met name bij installatie (A5), onderhoud (B2), reparatie (B3), vervangingen (B4), verbouwingen (B5) en wanneer (optioneel) energieverbruik in de gebruiksfase wordt gedeclareerd (B6).
Vervolgens kunnen er nog bij sloop (C1) energiedragers van toepassing zijn. Het is mogelijk dat er in modules A1, A2, A4, C2-C4 en D ook energiedragers worden toegepast, maar het is niet gebruikelijk omdat meestal een forfaitair achtergrondproces van Ecoinvent wordt toegepast.
- *Toepassing bij energiegebruik in gebruiksfase LCA op gebouw- of werkniveau.* Bij LCA's op het niveau van een gebouw of GWW-werk, bijvoorbeeld de Milieuprestatie Gebouwen (MPG), berekeningen volgens EN15978 of GWW-calculaties kan er ook voor worden gekozen om energiegebruik tijdens de gebruiksfase (module B6) mee te nemen. Standaard is dit volgens de NMD Bepalingsmethode optioneel. In de huidige MPG-systematiek wordt materialisatie externe levering gedeclareerd in productie/bouwfase. Bij toepassing van energiegebruik tijdens de gebruiksfase (B6) moet er goed op worden gelet dat niet zowel de productkaart voor materialisatie externe levering, als de volledige productkaart voor de energiedrager wordt meegenomen. Dit zou een dubbeltelling van de effecten van materialisatie externe levering betekenen. Er wordt in dat geval geadviseerd de materialisatie externe levering buiten de berekening te laten (B6 komt dan 'in de plaats van').

In tabel 2.3 is indicatief de meest gebruikelijke toepassing van de productkaarten van energiedragers bij LCA op productniveau weergegeven. Voor werk- en gebouwniveau geldt dus specifiek mogelijke toepassing in module B6, operationeel energiegebruik. C

Tabel 2.3

Gebruik productkaarten energiedragers bij systeemgrenzen product en/of LCA op werk- of gebouwniveau

		Productiefase				Bouwfase				Gebruiksfase				Sloop- en verwerkingsfase				Volgende productie systeem
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
		Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatie	Gebruik	Onderhoud	Reparatie	Vervangingen	Verbouwingen	operationeel energiegebruik	operationeel watergebruik	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finaleafvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling
Bouwproduct	Module van toepassing			x		x		x	x	x	x			x				

2.7 Buiten beschouwing gelaten - correctie op efficiëntie van productiemiddelen

Een van de wensen bij aanvang van deze studie was het bepalen van de efficiëntie van de verschillende type productiemiddelen in Nederland, vergelijking met de gemodelleerde efficiëntie van achtergronddata (Ecoinvent) en toepassen van correcties.

Een voorbeeld hiervan is de efficiëntie van kolencentrales. Uit de achtergrondmodellen van Ecoinvent 3.6 is af te leiden dat de efficiëntie van omzetting van kolen naar elektriciteit gemodelleerd is rond de 30-35%, terwijl de gemiddelde efficiëntie van elektriciteitsproductie van kolencentrales in Nederland significant hoger is (40-50%). Dit resulteert dus in een minder gunstig milieuprofiel voor kolenstroom dan waarschijnlijk in werkelijkheid het geval is. Hetzelfde geldt voor hernieuwbare productiemiddelen, zo is de achtergronddata van zonnepanelen behoorlijk gedateerd (soms zelfs van voor 2010), waardoor de opwekking van zonnestroom waarschijnlijk te hoge milieueffecten krijgt toegewezen.

Analyse van deze verschillen en het bepalen van een realistische correctiefactor is dermate complex, dat ervoor is gekozen om geen correcties toe te passen. Ook zou dit de onderhoudsinspanning aanzienlijk verhogen. Dit sluit aan bij een conservatieve benadering, wat niet erg is gezien de status van deze kaarten (algemene toepassing, vergelijkbaar met categorie 3).

3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk wordt per energiedrager een beschrijving van het energiesysteem gegeven en wordt de samenstelling van de productkaarten en de modellering besproken.

3.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de processtappen, het materiaal- en brandstofgebruik en de bijbehorende processen rondom energiedragers is gebruikgemaakt van bureaustudie. Ook is er op sommige punten gebruikgemaakt van aanwijzingen van experts.

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

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

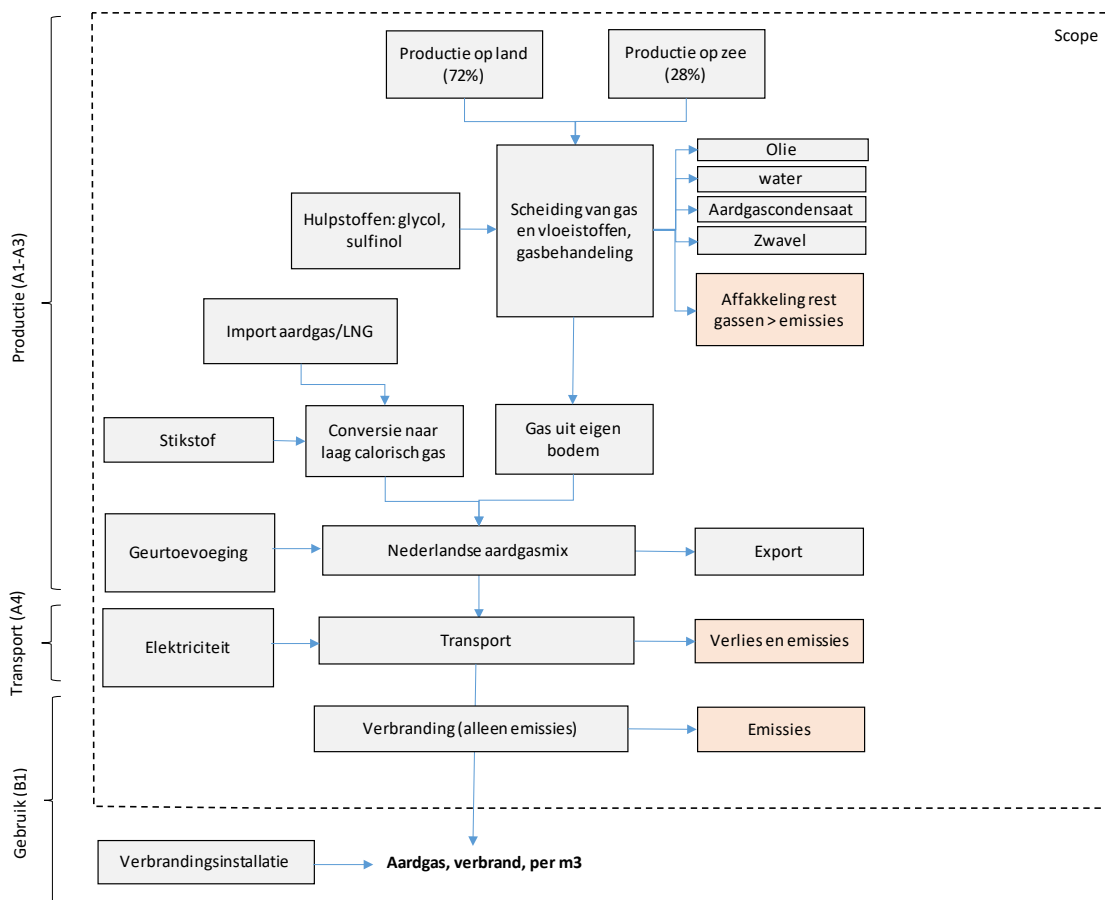
3.2 Decompositie in materialen en processen

Voor de beschouwde energiedragers zijn de input- en output stromen per levensfase/module geïnventariseerd. In deze paragraaf is per energiedrager beschreven welke uitgangspunten zijn gehanteerd.

3.3 Aardgas

3.3.1 Systeemgrenzen

Voor de productkaart van aardgas, hoge temperatuur, grijs zijn de systeemgrenzen gehanteerd zoals weergegeven in figuur 3.1. Naast de modules A1-A3 (productie van aardgas) en A4 (transport naar consument) is module B1 meegenomen, voor het modelleren van de emissies bij verbranding in de gebruiksfase. Tot slot is module D meegenomen in de analyse (Baten en lasten buiten systeemgrenzen).



Figuur 3.1

Systeemgrenzen Aardgas, verbrand, bij consument, per m³

3.3.1 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Hieronder volgt een korte toelichting per module. De LCI met geselecteerde achtergrondmodellen is weergegeven in bijlage I.

3.3.1.1 Productiefase (A1-3)

A1-A3

Op basis van statistische gegevens van CBS¹⁴ over het jaar 2020 zijn vier bronnen voor aardgas bepaald en het aandeel binnen de gemiddelde productiemix. Deze productiemix is weergegeven in tabel 3.1.

Sinds de afname van eigen productie in het gasveld bij Slochteren wordt er in Nederland steeds meer geïmporteerd, met name uit Rusland via pijpleidingen en ook vloeibaar via schepen (LNG).

¹⁴ Aardgasbalans; aanbod en verbruik, te vinden via:

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/00372/table?searchKeywords=aardgas>

Ook wordt als 'gasronde' Nederland een grote hoeveelheid weer geëxporteerd naar de landen direct om ons heen. Het is echter niet bekend waar het gas precies vandaan komt, welk gas precies wordt verbruikt in Nederland en welk gas weer wordt geëxporteerd. Daarom is de aanname gemaakt dat de 'verbruiksmix' in Nederland gelijk is aan de verhouding tussen import en binnenlandse productie. Ook wordt aangenomen dat alle import uit Rusland afkomstig is. Dit is een conservatieve benadering, want het achtergrondmodel in Ecoinvent voor dit type gas heeft in vergelijking met andere landen de hoogste milieueffecten.

Tabel 3.1

Aandeel bronnen aardgas in productiemix

Productiebron aardgas	Aandeel %
Invoer gasvormig (Rusland)	59,6%
Invoer Liquefied Natural Gas (LNG)	11,4%
Productie NL op land	20,8%
Productie NL op zee	8,1%

Voor elke productiebron is een representatief achtergrondmodel gekozen uit Ecoinvent. Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) geanalyseerd, zowel binnen module A1-A3 als module D. Dit wordt normaal gesproken bij LCA's volgens de bepalingmethode buiten beschouwing gelaten vanwege de geringe invloed. Bij de energiedragers is het echter een meer relevant effect, met name bij de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering', aangezien deze alleen over de materialisatie gaan.

Er is bij deze deelaanpak een beperkte scope aangehouden: er is een eerste orde berekening uitgevoerd, waarbij is gekeken naar de belangrijkste bijdrage aan de infrastructuur: het transport via pijpleiding. Daarbij is een vereenvoudiging toegepast: er is gekeken naar de materialen bij transport vanuit Rusland. Een analyse van de achtergrondmodellen wijst uit dat staal een dominante invloed heeft op de milieueffecten van de infrastructuur.

Analyse van de beschikbare achtergrondmodellen geeft aan dat er helaas geen impacts zijn meegenomen voor benodigde omzettingen van het aardgas naar laagcalorisch Nederlands gas (stikstof toevoeging), evenals impacts van bijvoorbeeld geurtoevoegingen. Dit is bij de berekeningen daarom ook buiten beschouwing gelaten.

3.3.1.2 Transportfase (A4)

Binnen deze module is uitsluitend het transport binnen Nederland opgenomen, transport van invoer uit het buitenland naar Nederland zit in module A1-A3. Bij het transport van aardgas treden verliezen op, vinden emissies plaats en is energie nodig. Deze zijn overgenomen uit de beschikbare achtergrondmodellen in Ecoinvent. De verliezen bij hoge druk bedragen 10,5%, bij druk 1,0%. Het is niet

duidelijk waarom deze verliezen bij hoge druk zo hoog zijn, maar bij gebrek aan betere informatie is deze modellering overgenomen.

Het conservatieve uitgangspunt wordt gehanteerd dat alle aardgas zowel over het hoge druk- als lage drukdistributienet moet worden getransporteerd. Mogelijk worden deze productkaarten ook voor aardgas op middel en hoge druk gebruikt, dan worden de milieueffecten licht overschat.

Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (pijpleiding) geanalyseerd, zowel binnen module A4 als module D. De verwachting is dat dit met name bij de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering' een significant effect heeft, aangezien deze alleen over de materialisatie gaan. Hierbij is weer gekeken naar de belangrijkste materialen, in dit geval staal en koper. Deze vormen binnen de betreffende achtergrondmodellen de dominante bijdrage aan de totale milieueffecten.

3.3.1.3 Gebruiksfase (B1)

Voor de emissies in de gebruiksfase is een achtergrondmodel van verbranding van aardgas uit Ecoinvent gebruikt. Hiervoor zijn vier representatieve modellen vergeleken, het model met de hoogste MKI-waarde is geselecteerd (zijnde *Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland}| heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW | Cut-off, U*).

Tabel 3.2

Representatieve achtergrondmodellen verbrandingsemissies aardgas

Achtergrondmodel	MKI (volgens set 1)
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at boiler condensing modulating > 100kW Cut-off, U	3,82E-03
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at boiler modulating > 100kW Cut-off, U	4,07E-03
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace > 100kW Cut-off, U	4,11E-03
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx > 100kW Cut-off, U	4,50E-03

3.3.1.4 Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

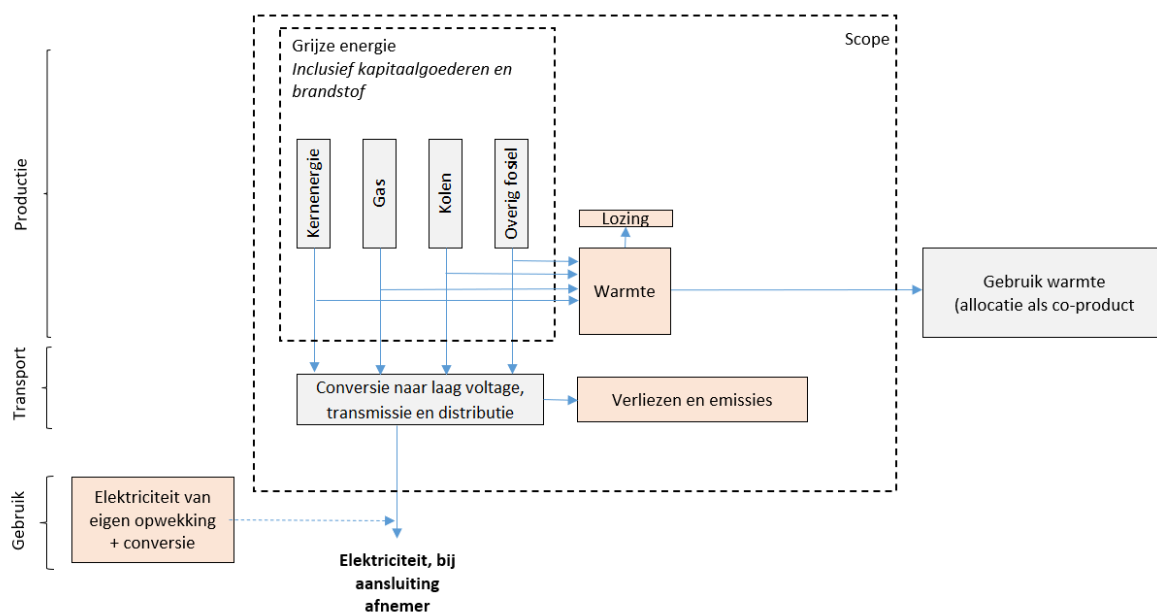
De baten en lasten buiten de systeemgrenzen zijn berekend voor de vrijgekomen materialen uit module A1-A3 en module A4, volgens forfaitaire eindelevensscenario's.

In bijlage I is per module de inventarisatie van de gehele productkaart weergegeven, inclusief gehanteerd achtergrondproces uit Ecoinvent.

3.4 Elektriciteit, Grijs

3.4.1 Systeemgrenzen

Systeemgrenzen grijs: voor de grijze elektriciteitsmix is de opwekking van de elektriciteit meegenomen inclusief de kapitaalgoederen en brandstof en het transport. De opwekking van de elektriciteit gebeurt gedeeltelijk in een installatie met een warmtekrachtkoppeling (WKK). In dat geval wordt de milieupact van de warmte gealloceerd aan de warmte. Elektriciteit van eigen opwekking valt buiten de systeemgrenzen.



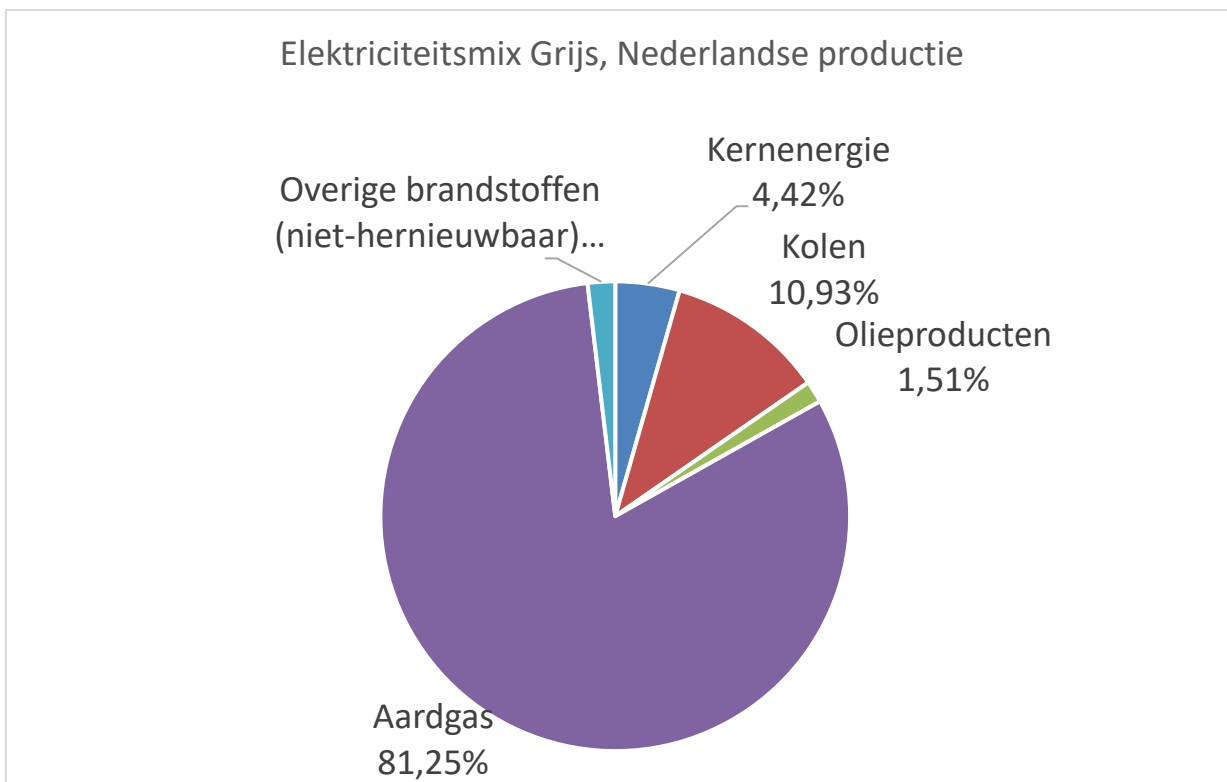
Figuur 3.2

Systeemgrenzen elektriciteit grijs

3.4.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Deze sectie geeft de opbouw van het model voor de elektriciteitsmix grijs weer met de keuzes die hierbij gemaakt zijn. De volledige LCI (Levenscyclusinventarisatie) staat in bijlage I LCI tabellen.

De grijze elektriciteitsmix bestaat uit energie uit aardgas, kolen, kernenergie en overige niet-hernieuwbare brandstoffen. De verdeling in de grijze elektriciteitsmix is te zien in figuur 3.3.



Figuur 3.3

Elektriciteitsmix Grijs, Nederlandse productie

Aardgas: Opwekking van energie met behulp van aardgas kan gebeuren in een conventionele installatie of in een STEG installatie (Stoom en Gascentrale, 'combined cycle'). Zowel de conventionele installatie als de STEG installatie kunnen zijn uitgevoerd als een WKK (warmte-krachtkoppeling, of cogeneratie) systeem. Het type installatie beïnvloedt de milieu-impact van elektriciteitsopwekking, omdat een deel van de milieu-impacts wordt toegewezen aan warmteopwekking (allocatie op basis van exergie). Dit kan een negatief effect (hogere milieulast) hebben, omdat WKK de hoogte van de elektriciteitsopwekking verlaagt. De totale efficiëntie van een centrale gaat omhoog, omdat de energie-inhoud van de brandstof beter wordt benut. Tabel 3.3. geeft de milieu-impact in MKI (volgens set 1, EN15804+A1) weer voor de verschillende typen aardgasinstallaties op basis van Ecoinvent 3.6 achtergrondprocessen.

Tabel 3.3

Milieu-impact in MKI

Type	Ecoinvent proces	MKI per KWh
Conventioneel, zonder WKK	Electricity, high voltage {NL} electricity production, natural gas, conventional power plant Cut-off, U	€ 0,038
Conventioneel, met WKK	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U	€ 0,031
STEG, zonder WKK	Electricity, high voltage {NL} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	€ 0,022
STEG, met WKK	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, natural gas, combined cycle power plant, 400MW electrical Cut-off, U	€ 0,023

In de data van CBS, elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik, netto productie¹⁵ staan de energiedragers genoemd, maar niet het type centrale dat wordt gebruikt voor de opwekking. CBS data op 'Elektriciteit; productie en productiemiddelen'¹⁶ specificeert de bruto elektriciteitsproductie per type installatie (WKK, niet-WKK, STEG). Hierbij wordt onderscheid gemaakt in het type energiedrager dat wordt gebruikt voor de opwekking. Met behulp van deze tabel kunnen we de netto gasproductie verdelen over de verschillende opwekkingsmethoden. De meest recente data voor de productiemiddelen is over 2019. De productiemiddelen verdeling voor gas is te zien in tabel 3.4.

Tabel 3.4

Verdeling productiemiddelen gas

	Zonder WKK (conventioneel)	Met WKK (co-generatie)
Gas conventioneel	0,5%	26,8%
Gas STEG (combined cycle)	41,4%	31,2%

Energie uit kolen: Ongeveer 11% van de grijze stroommix kwam in 2020 uit kolen. Een deel van de energie uit kolen wordt op een conventionele wijze opgewekt en een deel in een WKK systeem. Het type installatie beïnvloedt de milieu-impact van energie uit kolen. Tabel 3.5. geeft de milieu-impact in MKI (volgens set 1, EN15804+A1) weer voor de verschillende typen installaties, op basis van Ecoinvent 3.6 achtergrondprocessen.

Tabel 3.5

Milieu-impact energie uit kolen

Type	Ecoinvent proces	MKI per KWh
Elektriciteit uit kolen zonder WKK	Electricity, high voltage {NL} electricity production, hard coal Cut-off, U	€ 0,073
Elektriciteit uit kolen met WKK	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	€ 0,070

14 Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik (cbs.nl), Data over 2020, geraadpleegd op 17-11-2021, <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84575NED/table?dl=525A1>

15 Elektriciteit; productie en productiemiddelen (cbs.nl), Data over 2019, geraadpleegd op 17-11-2021, <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37823wkk/table?dl=5A87E>

De CBS-data 'Elektriciteit; productie en productiemiddelen' laat zien dat steenkool wordt ingezet in stoomturbines. 71,8% van de steenkool wordt binnen Nederland verwerkt in conventionele installaties (zonder WKK). 28,2% van de kolen worden verwerkt in installaties met een WKK.

Tabel 3.6

Verdeling energieopwekking verschillende installaties - kolen

	Zonder WKK (conventioneel)	Met WKK (co-generation)
Kolen	71,8%	28,2%

Kernenergie: De kerncentrale Borssele is de enige kerncentrale in Nederland die in bedrijf is. Dit is een drukwaterreactor met een elektrisch vermogen van 485 megawatt.¹⁷

Kernenergie wordt gemodelleerd naar het Ecoinvent 3.6 proces: 'Electricity, high voltage {NL}| electricity production, nuclear, pressure water reactor | Cut-off, U'.

Energie uit olieproducten: 1,51% van de grijze elektriciteitsmix komt van energie uit olieproducten. De CBS-data 'Elektriciteit; productie en productiemiddelen' laat zien dat stookolie wordt ingezet in stoomturbines, gasmotoren en Steg-eenheden. De verdeling WKK, niet-WKK en STEG is te zien in tabel 3.7.

Tabel 3.7

Verdeling energieopwekking verschillende installaties - olie

	Zonder WKK (conventioneel)	Met WKK (co-generatie)
Elektriciteit uit olie conventioneel	56,5%	43%
Elektriciteit uit olie STEG (combined cycle)	0%	0,5%

In Ecoinvent 3.6 is er geen opsplitsing voor elektriciteit uit olie voor verschillende opwekkingsmethoden. Alle elektriciteitsproductie uit olie is gemodelleerd met 'Electricity, high voltage {NL}| electricity production, oil | Cut-off, U'.

Overige brandstoffen (niet-hernieuwbaar): Hier is geen herkomstdata van beschikbaar. De overige brandstoffen niet-hernieuwbaar hebben we conservatief gemodelleerd als kolenenergie (Electricity, high voltage {NL}| electricity production, hard coal | Cut-off, U). De impact van deze keuze blijft beperkt gezien slechts 1,89% van de grijze mix bestaat uit 'overige brandstoffen'.

Materialisatie kapitaalgoederen (materialisatie externe levering): Binnen de elektriciteitsmixen grijs en hernieuwbaar is de materialisatie van de kapitaalgoederen los geanalyseerd. Hiervoor is de Ecoinvent elektriciteitsproductieprocessen als basis genomen. Binnen de Ecoinvent processen zijn brandstoffen en emissies weggelaten en alleen de fabrieken of opwekkingsmiddelen (kapitaalgoederen) zijn meegenomen.

¹⁶ <https://www.pzem.nl/trading/assets/kerncentrale-epz>

Eindelevensscenario: Conform de Bepalingsmethode moet het eindelevensscenario meegenomen worden van kapitaalgoederen (materialisatie externe levering). De kapitaalgoederen in de Ecoinvent achtergrondprocessen zijn vaak grote kaarten die weer verwijzen naar andere kaarten. Voor het eindelevensscenario (en module D) kijken we alleen naar de grootste stromen op massa en MKI.

In A1-A3 is de energiecentrale 'Gas power plant, combined cycle, 400MW electrical {RER}| construction | Cut-off, U' als referentie productiemiddel toegepast. Er is een gebruik van 1,39E-11 deel van de centrale per kWh. De op massa en MKI dominante materialen worden meegenomen.

Dit zijn beton, staal en chromium staal. Voor deze materialen is het forfaitaire afvalverwerkingsscenario meegenomen. De sloop van de netwerken wordt buiten beschouwing gelaten.

3.5 Transmissie en distributienetwerk (A4)

Kapitaalgoederen, het elektriciteitsnet: het beschikbare NMD proces: Materialisatie elektriciteitsnet; per kWh aan huis beschouwt het volledige distributienetwerk voor elektriciteit geleverd tot het stop-contact. Deze kaart rust voor een groot deel op de Zwitserse elektriciteitsnetwerk-achtergronddata uit 2012. Netbeheer Nederland heeft beschikbare kerngegevens voor het Nederlandse elektriciteitsnetwerk, hiermee kunnen we de netwerkdata representatiever maken.

In Nederland ligt er in totaal 337.952 km net. Dit deelt Netbeheer Nederland op in 'extra hoogspanning', 'hoogspanning', 'middelspanning' en 'laagspanning'. Tabel 3.8 geeft het totaal aantal kilometer netwerk weer per spanningstype.¹⁸

Tabel 3.8

Omvang netwerk per spanningstype

	Totaal aantal kilometer netwerk in Nederland	Percentage ten opzichte van het totale netwerk
Extra hoogspanning	2873 km	0,85%
Hoogspanning	8786 km	2,60%
Middelspanning	105664 km	31,27%
Laagspanning	220629 km	65,28%

In de Ecoinvent achtergronddata voor distributienetwerken wordt uitgegaan van een netwerklevensduur van 40 jaar. Deze technische levensduur houden we aan. In Nederland was er in 2020 een netto elektriciteitsproductie van 119.238 miljoen kWh (CBS). Uitgaande van deze waarde gaat er in 40 jaar 4.769,52 miljard kWh over het elektriciteitsnetwerk. Dit betekent 7,09E-08 km netwerk per kWh. In tabel 3.9 wordt dit verdeeld onder extra hoogspanning, hoogspanning, middelspanning en laagspanning. Ook in deze tabel zijn de betreffende Ecoinvent achtergrondprocessen weergegeven.

¹⁷ ¹⁸ Netbeheer Nederland, geraadpleegd op 23-11-2021, <https://energiecijfers.info/hoofdstuk-1/>

Tabel 3.9

Materialisatie naar aard netwerk

	Ecoinventproces	Materialisatie elektriciteitsnet; km per kWh aan huis [NL]
Extra hoogspanning	Transmission network, long-distance {GLO} market for Cut-off, U	6,02E-10 km
Hoogspanning	Transmission network, electricity, high voltage {GLO} market for Cut-off, U	1,84E-09 km
Middelspanning	Transmission network, electricity, medium voltage {GLO} market for Cut-off, U	2,22E-08 km
Laagspanning	Distribution network, electricity, low voltage {GLO} market for Cut-off, U	4,63E-08 km

Naast het transmissie- en distributienetwerk staan er in de Ecoinvent achtergrond processen van Nederlandse elektriciteit op low, medium en high voltage ook input en emissies van Sulfur hexafluoride, dinitrogen monoxide en ozon die plaatsvinden bij de elektriciteitstransmissie en distributie. Deze waarden zijn gelijk gelaten in de elektriciteitsmodellen. Deze waarden zijn niet opgenomen in het model voor materialisatie externe levering gezien dit emissies zijn tijdens het transportgebruik.

Verlies: de meeste elektriciteit wordt geconverteerd van hoogspanning naar middelspanning naar laagspanning. Deze conversies brengen gezamenlijk volgens Ecoinvent achtergrondprocessen een verlies van 5,4%¹⁹. De meest recente data over transmissie en distributie verliezen binnen Nederland komt uit 2014. Deze data geeft een totaal transmissie- en distributieverlies van 4,779% weer²⁰. In het model gaan we uit van de 4,779% verlies in de conversie, transmissie en distributie van netto elektriciteitsproductie tot het stopcontact.

Eindelevensscenario transmissie en distributienetwerk: De materialisatie van het transmissie en distributienetwerk zijn globaal onderzocht aan de hand van de '{ROW}' processen van distributienetwerk low voltage, medium voltage, high voltage en long distance. Hieruit volgt dat per km netwerk ongeveer 25.000 kg materialen nodig zijn, waarvan 73% beton, 14% staal en 8% koper. De overige 5% komt van aluminium, lood, gravel, PVC en PE. Het eindelevensscenario wordt als volgt gemodelleerd:

- De sloop van het netwerk laten we buiten beschouwing.

18 Voor deze berekening is gekeken naar de achtergrondprocessen van 'Electricity, low voltage {NL}| market for | Cut-off, U'. Dit proces heeft voor een 1 kWh output 1,0175 kWh input. Hiervan komt 0,975 kWh van 'Electricity, low voltage {NL}| electricity voltage transformation from medium to low voltage | Cut-off, U'. Deze kaart is voor een productie van 1 kWh opgebouwd uit 1,0147kWh 'Electricity, medium voltage {NL}| market for | Cut-off, U'. Deze kaart is weer opgebouwd uit 1,0024 kWh met als voornaamste bron 'Electricity, medium voltage {NL}| electricity voltage transformation from high to medium voltage | Cut-off, U'. Deze bestaat weer uit 1,0033 kWh 'Electricity, high voltage {NL}| market for | Cut-off, U'. En dit laatst genoemde proces bestaat uit 1,0181 kWh van energiebronnen. Alle verliezen met elkaar vermenigvuldigd $1,0175 \cdot 1,0147 \cdot 1,0024 \cdot 1,0033 \cdot 1,0180$ blijkt dat 1,0572 kWh nodig is voor 1 kWh laag voltage uit het stopcontact. Dit komt neer op een verlies van 5,4%.

19 The World Bank (2021), Electric power transmission and distribution losses (% of output) – Netherlands. Geraadpleegd op 24 november 2021, via: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?locations=NL>

- Transport vindt plaats op basis van de forfaitaire transportafstanden per eindelevensscenario (100 km stort, 150 km verbranding, 50 km recycling).
- Per materiaal is het forfaitaire afvalbewerkingsscenario gemodelleerd met NMD afvalverwerkingsprocessen.

3.5.1 Eindelevensscenario en module D kapitaalgoederen

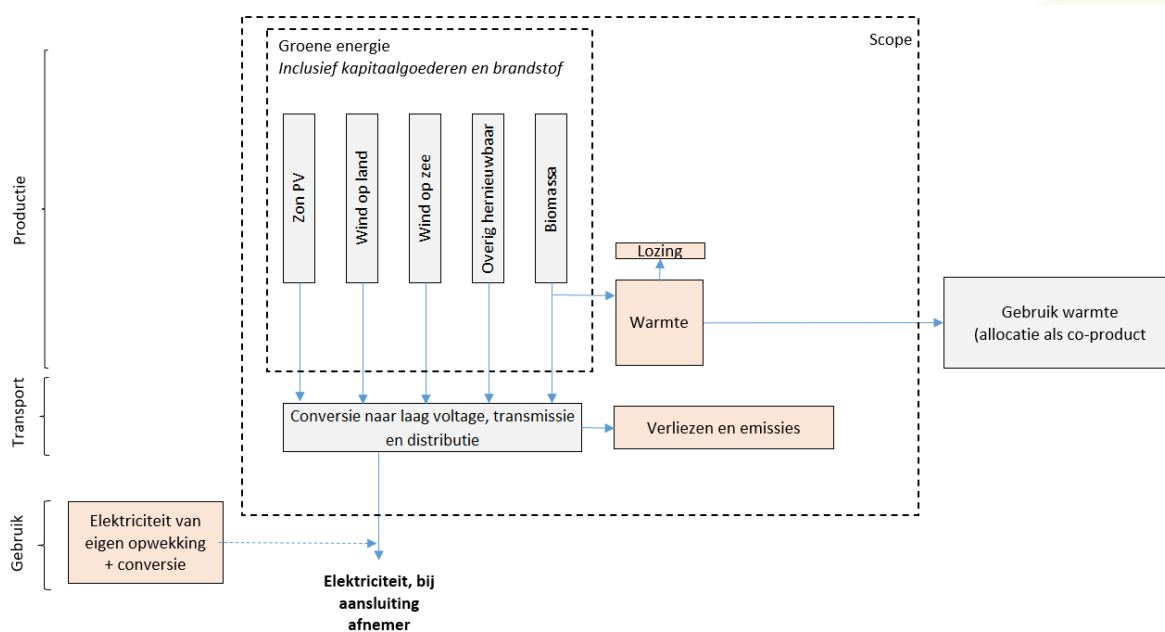
Voor de materialen die gerecycled worden is er per materiaal het forfaitaire aandeel secundair materiaal bepaald aan de hand van de titelomschrijvingen van NMD-processen. Met dit aandeel is het aantal kilogram netto doorgegeven materiaal berekend.

In bijlage I is per module de inventarisatie van de gehele productkaart weergegeven, inclusief gehanteerde achtergrondprocessen uit Ecoinvent.

3.6 Elektriciteit, Hernieuwbaar

3.6.1 Systeemgrenzen hernieuwbaar

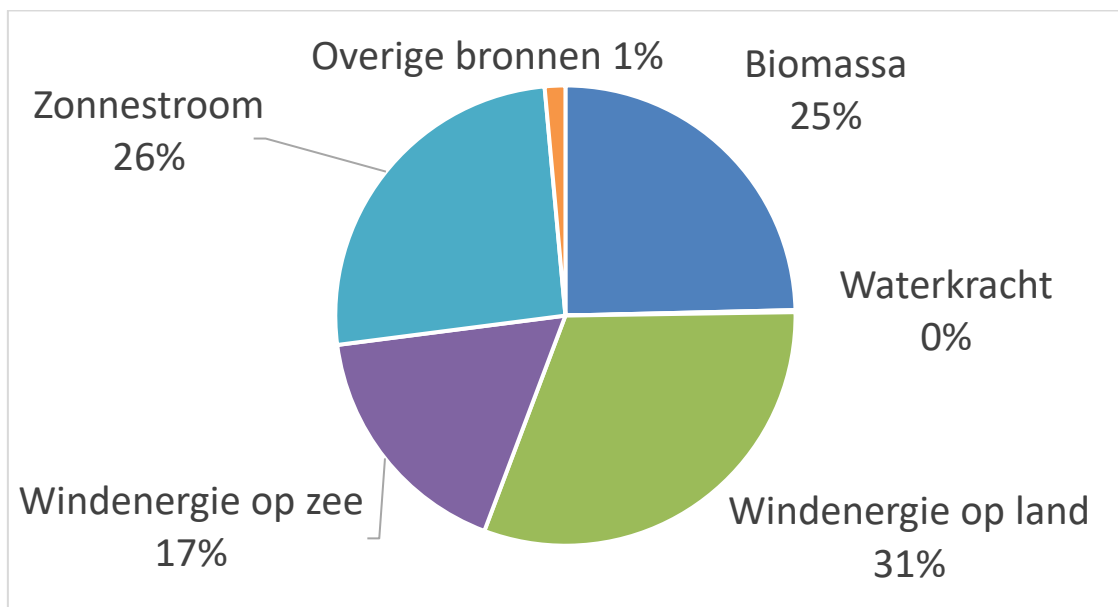
Voor de hernieuwbare elektriciteitsmix nemen we de opwekking van de elektriciteit mee inclusief de kapitaalgoederen, de brandstof en het transport. De opwekking van de elektriciteit uit biomassa gebeurt in een installatie met een warmtekrachtkoppeling (WKK). Een deel van de milieu-impact uit de biomassa wordt gealloceerd aan de warmte. Elektriciteit van eigen opwekking valt buiten de systeemgrenzen.



Figuur 3.4

3.6.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI), A1-A3

Deze sectie geeft de opbouw van het model voor de elektriciteitsmix hernieuwbaar weer met de keuzes die hierbij gemaakt zijn. De volledige LCI (Levenscyclusinventarisatie) staat in bijlage I (LCI tabellen).



Figuur 3.5
Nederlandse productiemix hernieuwbaar

3.6.2.1 Windenergie op land / op zee

31% van de Nederlandse hernieuwbare elektriciteitsmix komt van wind op land en 17% van wind op zee. Er zijn verschillende type windmolens in omloop en Ecoinvent 3.6 heeft processen voor turbines op het land van kleiner dan 1 MW, van tussen de 1-3 MW en van boven de 3 MW. Voor wind op zee is er alleen een proces voor turbines van 1-3 MW. De verschillen in MKI per kWh elektriciteitsproductie zijn te zien in tabel 3.10.

Tabel 3.10.

Vergelijking windenergie op land

Windturbines, windenergie	MKI per kWh
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Cut-off, U	€ 0,0062
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U	€ 0,0044
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, >3MW turbine, onshore Cut-off, U	€ 0,0077
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore Cut-off, U	€ 0,0064

Wind op zee: volgens Windstats staan er in Nederland 551 offshore turbines met een totaal vermogen van 2,84 GW.²¹ Dit betekent een gemiddeld vermogen van 5,15 MW per turbine. Gezien er geen Ecoinvent achtergrondproces beschikbaar is voor elektriciteitsproductie met wind op zee >3 MW modelleren we windenergie op zee met naar turbines van 1-3 MW, offshore. Dit levert mogelijk een onderschatting op in milieu-impact, gezien de grotere turbines op land een hogere MKI hebben.

Wind op land: Volgens Windstat staan er in Nederland 2.773 turbines, waarvan 551 offshore. Gezamenlijk hebben deze een vermogen van 7,6 GW, waarvan 2,84 GW offshore.²² Dit betekent dat de gemiddelde windmolen op het land een vermogen heeft van 2,1 MW. Dit valt in het midden van de 1-3 MW turbinekaart van Ecoinvent en daarmee wordt deze als representatief beschouwt.

Biomassa: Biomassa is gemodelleerd met het Ecoinvent proces 'Electricity, high voltage {NL}| heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 | Cut-off, U'. Dit proces heeft een MKI van € 0,024 per kWh.

Zonnestroom: elektriciteit uit zone-energie is gemodelleerd als 'Electricity, low voltage {NL}| electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si | Cut-off, U'. Dit proces heeft een MKI van € 0,015 per kWh.

Overige bronnen hernieuwbare energie: 1% van de hernieuwbare energie valt onder 'overige bronnen'. Deze categorie wordt door CBS niet opgesplitst of toegelicht. Daarom is dit proces conservatief gemodelleerd als 'Electricity, high voltage {NL}| heat and power co-generation, biogas, gas engine | Cut-off, U'. Dit proces heeft een relatief hoge MKI met € 0,036 per kWh.

GVO's

Handel, import en eventuele export van Garanties van Oorsprong (GvO's) zijn buiten beschouwing gelaten bij de productkaart voor hernieuwbare elektriciteit. Er wordt alleen gekeken naar wat er daadwerkelijk in Nederland wordt geproduceerd. Op dit moment worden er ook geen Nederlandse GvO's aan het buitenland verkocht (er is vrijwel geen vraag vanuit andere landen). Dit vormt dus geen obstakel om de volledige hernieuwbare Nederlandse elektriciteitsopwekking aan Nederland toe te wijzen. Import van buitenlandse GvO's is nog steeds substantieel, maar heeft geen invloed op het milieuprofiel van de fysieke levering.

3.6.3 Transmissie- en distributienetwerk en kapitaalgoederen (A4)

Hernieuwbare elektriciteit gebruikt hetzelfde transmissie- en distributienetwerk als grijze elektriciteit. Zie hiervoor hoofdstuk 3.3 'Transmissie en distributienetwerk (A4)'.

3.6.4 Eindelevensscenario en module D hernieuwbare elektriciteit

Het eindelevensscenario (C1-C4) is voor de productiemiddelen opgenomen in de processen binnen A1-A3. Deze afvalverwerking zit standaard verwerkt in de Ecoinvent achtergrondprocessen. De module D baten van het recyclen van kapitaalgoederen zitten niet verwerkt in de achtergrondprocessen. De

20 ²¹ Windstat, geraadpleegd op 22-11-2021, https://windstats.nl/statistieken/#data_results

21 ²² Windstat, geraadpleegd op 22-11-2021, https://windstats.nl/statistieken/#data_results

module D baten nemen we apart mee voor de materialen die het meeste bijdragen aan de milieupact. Hiervoor gebruiken we forfaitaire recyclingpercentages. Ook de module D baten van recycling van het elektriciteitsnet hebben we meegenomen.

In bijlage I is per module de inventarisatie van de gehele productkaart voor hernieuwbare elektriciteit weergegeven, inclusief gehanteerde achtergrondprocessen uit Ecoinvent.

Einde levensscenario en module D Photovoltaic plant

De PV plant is gemodelleerd naar Photovoltaic plant, 570kWp, multi-Si, on open ground {GLO}| construction | Cut-off, U. In dit proces komt het grootste deel van de milieupact van de 'Photovoltaic panel, multi-Si wafer {GLO}| market for | Cut-off, U' en de 'Photovoltaic mounting system, for 570kWp open ground module {GLO}| market for | Cut-off, U'.

Volgens het rapport 'kansen en uitdagingen voor circulaire Zon PV'²³ vallen zonnepanelen onder elektrisch afval en moeten deze gescheiden worden ingeleverd. Op dit moment wordt 90% van de PV massa al teruggewonnen, maar slechts laagwaardig gerecycled. Hiervoor zijn geen standaard NMD recycling en module D processen beschikbaar. Daarnaast zullen er weinig baten zijn in module D omdat materialen laagwaardig gerecycled worden. Om deze reden hebben we voor het PV paneel zelf geen eindelevensscenario en module D meegenomen.

Binnen het bevestigingssysteem van de PV plant komt meer dan 90% van de MKI van wapeningsstaal, chromium staal en aluminium. Voor deze materialen hebben we de module D, netto doorgegeven massa bepaald. De correctie voor secundaire input hebben we gedaan naar de secundaire content zoals staat aangegeven in de NMD cat.3 naamgeving van processen.

Einde levensscenario en module D wind

De module D van windenergie analyseren we aan de hand van de windturbine kaart 'Wind turbine, 2MW, onshore {GLO}| construction | Cut-off, U'. De voor module D meegenomen materialen maken 80% van de MKI uit van de windturbine. De overige 20% komt van bewerkingsprocessen en overige materialen. Voor de meegenomen materialen hebben we de module D, netto doorgegeven materiaalmassa's bepaald.

Einde levensscenario en module D biomassa

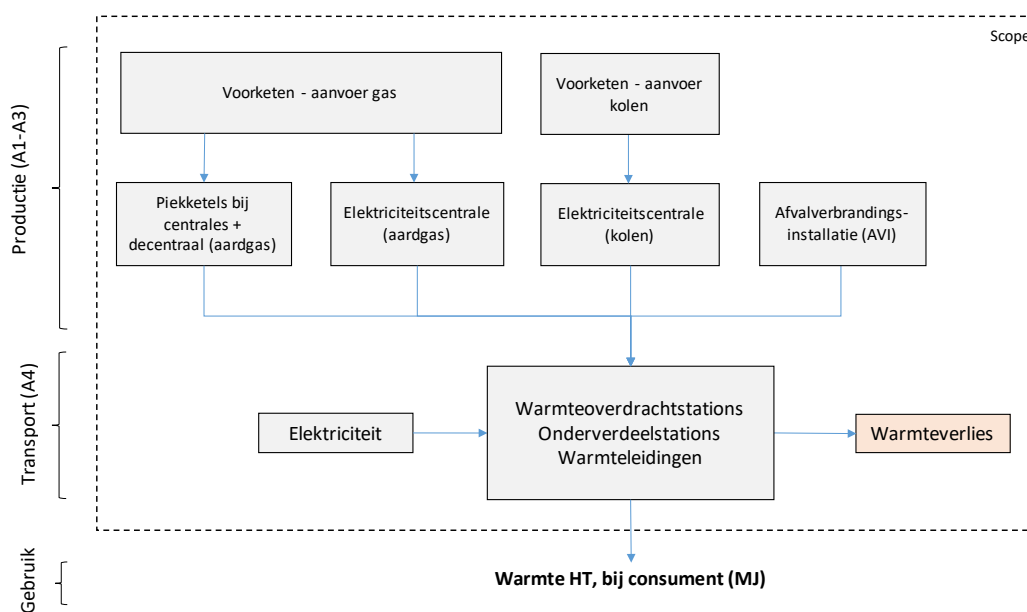
Voor de module D berekening stellen we dat de module D baten van de biomassacentrale per kWh gelijk zijn aan de module D baten van een 'standaard' elektriciteitscentrale (gas), zoals gebruikt voor de module D analyse van gas en grijze elektriciteit.

22 Materials innovation institute (mei 2021), Kansen en uitdagingen voor circulaire Zon PV.

3.7 Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Grijs

3.7.1 Systeemgrenzen

Voor de productkaart van Warmte, hoge temperatuur, grijs zijn de systeemgrenzen gehanteerd zoals weergegeven in figuur 3.6. Naast de modules A1-A3 (productie van warmte) en A4 (transport naar consument) is module D ook meegenomen in de analyse (Baten en lasten buiten systeemgrenzen).



Figuur 3.6

Systeemgrenzen Warmte, Hoge temperatuur, Grijs

3.7.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Hieronder volgt een korte toelichting per module, de LCI met geselecteerde achtergrondmodellen is weergegeven in bijlage I.

3.7.2.1 Productiefase (A1-3)

Op basis van het rapport "Warmtemonitor 2019"²⁴, uitgegeven door het CBS zijn vier productiebronnen voor 'grijze' warmte bepaald en is het aandeel binnen de gemiddelde productiemix bepaald. Deze productiemix is weergegeven in tabel 3.11.

Het aandeel warmte uit hulpketels gas valt niet exact af te leiden uit het rapport van CBS, alleen het aandeel van decentraal opgestelde hulpketels is bekend. Deze warmteproductie heeft echter wel een grote invloed op de milieuscore.

²⁴ Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

Daarop zijn de zogenaamde *warmte-etiketten* van warmteleveranciers nageslagen, waarop per productiejaar de productiebronnen van verschillende warmtenetten vermeld staan. Helaas levert dit niet direct een overzichtelijk beeld op van Nederland. Het aandeel wordt alleen goed vermeld bij het warmte-etiket van leverancier Eneco.

In 2019²⁵ en 2020²⁶ was de warmte voor de verschillende warmtenetten van Eneco respectievelijk 14% en 13% afkomstig uit hulpketels gas. Hierop is een standaardpercentage van 15% voor warmte uit hulpketels gas vastgesteld.

Ook valt de verhouding tussen kolen- en gascentrales bij warmte uit elektriciteitscentrales niet af te leiden. Kolencentrales hebben een aanzienlijk hogere milieubelasting per gegenereerde hoeveelheid warmte in vergelijking met gascentrales. Het is bekend dat het aandeel elektriciteitscentrales op gas dat ingezet wordt voor warmtenetten een stuk hoger ligt dan elektriciteitscentrales op kolen, maar het aandeel in de warmteproductie van beide typen is echter niet bekend. Als conservatieve aanname is gesteld dat 25% van de warmte uit *elektriciteitscentrales* uit kolen afkomstig is.

Voor warmte uit AVI is alleen het niet-biogene gedeelte meegerekend.

Tabel 3.11

Aandeel warmtebronnen in warmteproductiemix (grijs)

Productiebron Warmte	Aandeel %
Warmte uit elektriciteitscentrale kolen	15,0%
Warmte uit elektriciteitscentrale gas	55,3%
Warmte uit hulpketels gas	18,4%
Warmte uit afvalverbrandingsinstallatie (AVI)	11,2%

Voor elke productiebron is een representatief achtergrondmodel gekozen uit Ecoinvent. Voor de warmte uit afvalverbrandingsinstallatie (AVI) is alleen de impact van een warmtecentrale meegenomen, afgeleid van het gehanteerde model van de energiecentrale kolen. Overeenkomstig de bepalingmethode en EN15804 wordt de warmte die als input voor de energiecentrale behorende bij een AVI vrij van milieulast in het systeem geïmporteerd.

Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) geanalyseerd, zowel binnen module A1-A3 als module D. Dit wordt normaal gesproken bij LCA's volgens de bepalingmethode buiten beschouwing gelaten vanwege de geringe invloed. Bij de energiedragers is het echter een meer relevant effect, met name bij de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering', aangezien deze alleen over de materialisatie gaan.

²⁵ Zie warmte-etiket Eneco 2019, te bereiken via: <https://www.eneco.nl/over-ons/~media/content/pdf/warmte-etiket/warmte-etiket-2019.pdf/>

²⁶ Zie warmte-etiket Eneco 2020, te bereiken via: https://www.eneco.nl/grootzakelijk/~media/content/pdf/warmte-etiket/eneco_warmte-etiket_2020.pdf?la=en/&hash=D2FB65440983D77521B27E84B62A6812

Er is bij deze deelanalyse een beperkte scope aangehouden: er is een eerste orde berekening uitgevoerd, waarbij is gekeken naar een representatieve centrale (elektriciteitscentrale gas, combined cycle) en ook alleen naar de belangrijkste materialen (massa-aandeel >5%).

3.7.2.2 Transportfase (A4)

Bij het transport van warmte treden verliezen op. Op basis van het rapport 'Warmtemonitor 2019'²⁷, is dit bepaald op 26,5%. Deze verliezen zijn in de LCA-berekening naar rato verdeeld over de productiemix van warmtebronnen.

Voor de transportfase is een nieuwe inventarisatie gemaakt voor een warmtedistributienet. Deze wordt toegepast bij de berekening van zowel het hoge als het lage temperatuur warmtedistributienet.

In tabel 3.12 is de inventarisatie weergegeven. De hoeveelheden zijn geschaald per MJ aan warmte afgeleverd bij de consument. De informatie is afkomstig van wetenschappelijke LCA-studies naar stadswarmtenetten, in Letland²⁸, Zweden²⁹ en Turijn³⁰. Ook is uit het bestaande NMD-warmtenet achtergrondproces ('Distributie warmte (op basis van Zwitsers proces)') de hoeveelheid elektriciteit voor aandrijving van het transport genomen.

²⁷ Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

²⁸ Te vinden op: <https://sciencedirect.com/pdf/10.2478/rtuct-2019-0068>

²⁹ Te vinden op: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=9038080&fileId=9038084>

³⁰ Te vinden op: <https://www.mdpi.com/848182>

Tabel 3.12

Inventarisatie warmtedistributienet, per MJ afgeleverd bij consument

Productiebron Warmte	Hoeveelheid	Eenheid	Bron
HDPE	2,33E-05	kg	Gemiddelde van 3 netten
Polyurethaan schuim	1,22E-05	kg	Gemiddelde van 3 netten
Staal	1,52E-04	kg	Gemiddelde van 3 netten
Graafwerkzaamheden (dieselgebruik)	2,23E-06	liter	Zweeds net
Elektriciteit	2,78E-03	kWh	Bestaande NMD-warmtenet achtergrondproces, waarde Zweeds vergelijkbaar, maar net iets lager.

Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) geanalyseerd, zowel binnen module A4 als module D. De verwachting is dat dit met name bij de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering' een significant effect heeft, aangezien deze alleen over de infrastructuur gaan.

3.7.2.3 Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

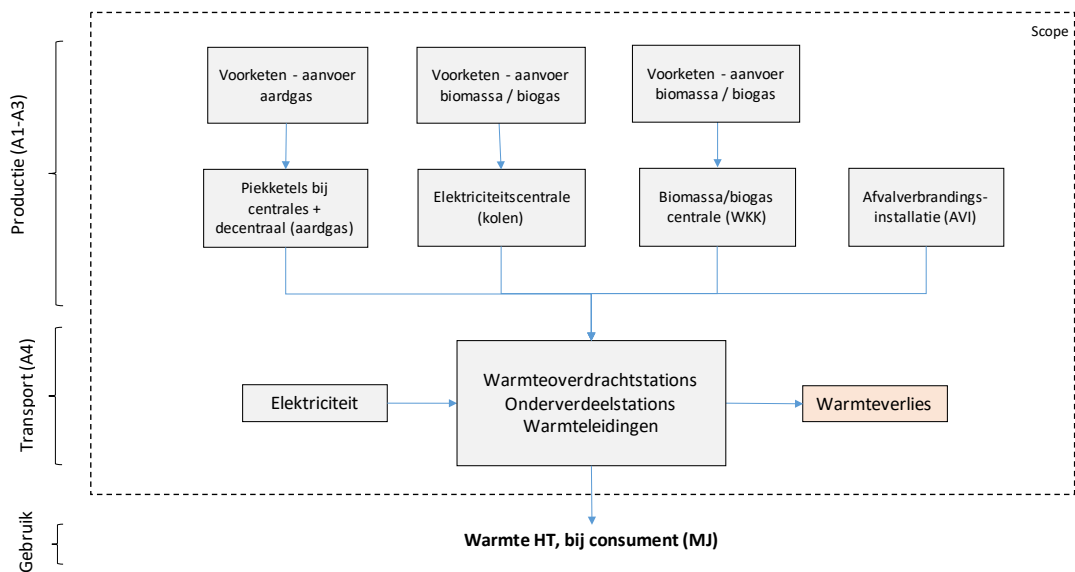
De baten en lasten buiten de systeemgrenzen zijn berekend voor de vrijgekomen materialen uit module A1-A3 en module A4, volgens forfaitaire eindelevensscenario's.

In bijlage I is per module de inventarisatie van de gehele productkaart weergegeven, inclusief gehanteerd achtergrondproces uit Ecoinvent.

3.8 Warmte, Hoge temperatuur, Hernieuwbaar

3.8.1 Systeemgrenzen

Voor de productkaart van Warmte, hoge temperatuur, hernieuwbaar zijn de systeemgrenzen gehanteerd zoals weergegeven in figuur 3.7. Naast de modules A1-A3 (productie van warmte) en A4 (transport naar consument) is module D ook meegenomen in de analyse (Baten en lasten buiten systeemgrenzen).



Figuur 3.7
Systeemgrenzen Warmte, Hoge temperatuur, Hernieuwbaar

3.8.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Hieronder volgt een korte toelichting per module, de LCI met geselecteerde achtergrondmodellen is weergegeven in bijlage I.

3.8.2.1 Productiefase (A1-3)

Op basis van het rapport 'Warmtemonitor 2019³¹', uitgegeven door het CBS, zijn vier productiebronnen voor 'hernieuwbare warmte bepaald en is het aandeel binnen de gemiddelde productiemix bepaald. Deze productiemix is weergegeven in tabel 3.13.

Om een volledige configuratie met betrouwbare levering van warmte te modelleren is ook hier warmte uit een hulpgas ketel opgenomen, eveneens met het standaardaandeel van 15% binnen de totale warmteproductiemix.

De verhouding tussen warmteproductie uit biogas- en biomassacentrales valt niet uit de rapportage van CBS af te leiden (dit is een gezamenlijke categorie 'biomassa'). Biogas heeft een hogere milieubelasting per gegenereerde hoeveelheid warmte in vergelijking met warmte uit biomassacentrales. Als aanname is gesteld dat 50% van de warmte uit biomassa en 50% uit biogas afkomstig is.

Voor warmte uit AVI is alleen het biogene gedeelte meegerekend bij het bepalen van de productiemix.

³¹ Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

Tabel 3.13.

Aandeel warmtebronnen in warmteproductiemix (hernieuwbaar)

Productiebron Warmte	Aandeel %
Warmte uit elektriciteitscentrale biogas	15,0%
Warmte uit elektriciteitscentrale biomassa	27,0%
Warmte uit hulpketels gas	29,0%
Warmte uit afvalverbrandingsinstallatie (AVI)	29,0%

Voor elke productiebron is een representatief achtergrondmodel gekozen uit Ecoinvent. Voor de Warmte uit afvalverbrandingsinstallatie (AVI) is alleen de impact van een warmtecentrale meegenomen, afgeleid van het gehanteerde model van de energiecentrale kolen. Overeenkomstig de bepalingsmethode en EN15804 wordt de warmte die als input voor de energiecentrale behorende bij een AVI vrij van milieulast in het systeem geïmporteerd.

Ook hier zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) geanalyseerd, zowel binnen module A1-A3 als module D. Dit wordt normaal gesproken bij LCA's volgens de bepalingsmethode buiten beschouwing gelaten vanwege de geringe invloed. Bij de energiedragers is het echter een meer relevant effect, met name bij de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering', aangezien deze alleen over de materialisatie gaan. Er is bij deze deelaanlyse een beperkte scope aangehouden: er is een eerste orde berekening uitgevoerd, waarbij is gekeken naar een representatieve centrale (elektriciteitscentrale gas, combined cycle) en ook alleen naar de belangrijkste materialen (massa-aandeel >5%).

3.8.2.2 Transportfase (A4)

Bij het transport van warmte treden verliezen op. Op basis van het rapport 'Warmtemonitor 2019³², is dit bepaald op 26,5%, gelijk aan de verliezen bij de warmtelevering, grijs. Deze verliezen zijn in de LCA-berekening naar rato verdeeld over de productiemix van warmtebronnen.

Voor de transportfase is dezelfde modellering gebruikt als beschreven bij warmtelevering, grijs. Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) meegenomen, zowel binnen module A4 als module D.

3.8.2.3 Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)

De baten en lasten buiten de systeemgrenzen zijn berekend voor de vrijgekomen materialen uit module A1-A3 en module A4, volgens forfaitaire eindelevensscenario's.

In tabel I.5, bijlage 1 is per module de inventarisatie van de gehele productkaart weergegeven, inclusief gehanteerd achtergrondproces uit Ecoinvent.

³² Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

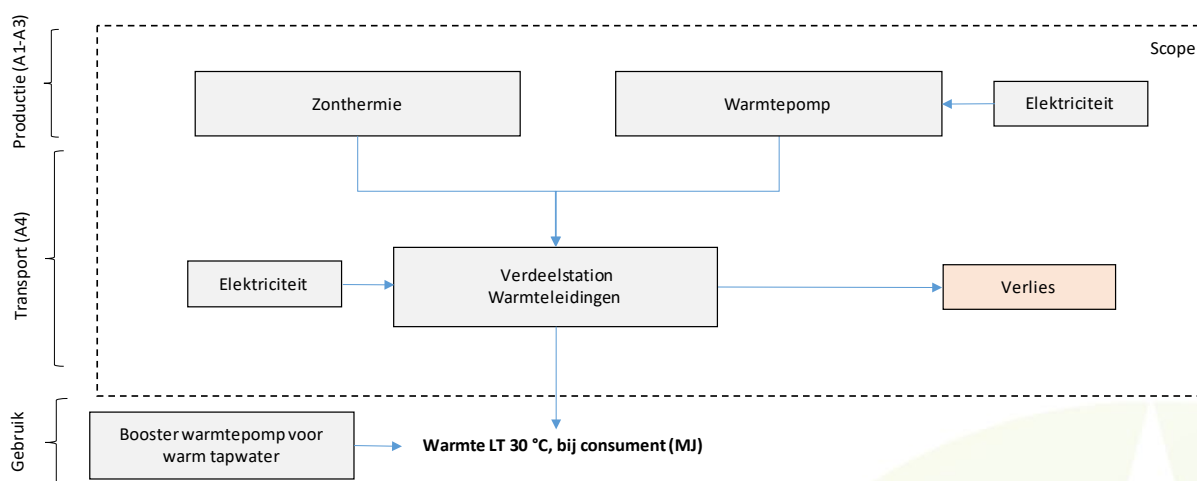
3.9 Warmte, Lage temperatuur, grijs en hernieuwbaar

3.9.1 Systeemgrenzen

Voor de productkaart van Warmte, lage temperatuur zijn twee varianten opgenomen: grijs en hernieuwbaar. In deze sectie worden beide varianten beschreven.

De systeemgrenzen zijn gehanteerd zoals weergegeven in figuur 3.8. Naast de modules A1-A3 (productie van warmte) en A4 (transport naar consument) is module D ook meegenomen in de analyse (Baten en lasten buiten systeemgrenzen).

Het verschil tussen grijs en hernieuwbaar wordt volledig bepaald door de input van elektriciteit in de warmtepomp en bij het transport van elektriciteit, respectievelijk de input van grijze en hernieuwbare elektriciteit voor grijze en hernieuwbare warmte op lage temperatuur.



Figuur 3.8

Systeemgrenzen Warmte, Lage temperatuur

3.9.2 Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Hieronder volgt een korte toelichting per module, de LCI met geselecteerde achtergrondmodellen is weergegeven in bijlage I.

3.9.2.1 Productiefase (A1-3)

Voor lage temperatuurverwarming zijn geen algemene gegevens bekend van configuraties, deze worden simpelweg in Nederland slechts op zeer beperkte schaal toegepast. Ook zijn er zeer weinig achtergrondmodellen beschikbaar in Ecoinvent van lage temperatuur. Daarop is besloten om een aanname te maken voor een fictieve configuratie: deze bestaat voor 50% van de levering uit Zonthermie en 50% uit een centrale warmtepomp. Voor deze twee productiebronnen is een representatief achtergrondmodel beschikbaar in Ecoinvent.

Ook hier zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) geanalyseerd, zowel binnen module A1-A3 als module D. Er is gekeken naar de belangrijkste materialen in de achtergrondmodellen, deze blijken significant complexer te zijn. Ook blijkt het gezamenlijke materiaalaandeel (met name de metalen) per geproduceerde MJ in totaal onder dat van conventionele warmte centrales te liggen. Als conservatief uitgangspunt is besloten om hier ook uit te gaan van dezelfde representatieve centrale als bij warmte, hoge temperatuur (elektriciteitscentrale gas, combined cycle) en ook alleen naar de belangrijkste materialen (massa-aandeel >5%).

3.9.2.2 *Transportfase (A4)*

Bij het transport van warmte treden verliezen op. Op basis van het rapport 'Warmtemonitor 2019³³', is dit bepaald op 26,5% bij hoge temperatuur. Voor lage temperatuur zijn geen vergelijkbare cijfers bekend, dit hangt ook samen met onder andere de grootte en leeftijd van het warmtenet. Er is een inschatting gemaakt op basis van de cijfers over hoge temperatuur warmtenetten, waarbij wordt meegenomen dat warmteverlies recht evenredig is met temperatuurverschil ($W/m^2 \cdot K$). Een inschatting is gemaakt door het warmteverlies bij hoge temperatuur warmtenetten te corrigeren met een factor. Deze factor is bepaald door de ratio van de temperatuur 30 van het lage temperatuurnet te nemen ten opzichte van een temperatuur van 70 graden voor het hoge temperatuur warmtenet. Het verlies komt dan uit op 11,4%. Deze verliezen zijn in de LCA-berekening naar rato verdeeld over de productiemix van warmtebronnen.

Voor de transportfase is dezelfde modellering gebruikt als beschreven bij warmtelevering, hoge temperatuur. Ook zijn de milieueffecten van de eindelevensbehandeling van de materialisatie van de infrastructuur (warmteproductiecentrales) meegenomen, zowel binnen module A4 als module D.

3.9.2.3 *Baten en lasten buiten de systeemgrenzen (D)*

De baten en lasten buiten de systeemgrenzen zijn berekend voor de vrijgekomen materialen uit module A1-A3 en module A4, volgens forfaitaire eindelevensscenario's.

In tabel I.6, bijlage I is per module de inventarisatie van de gehele productkaart weergegeven, inclusief gehanteerd achtergrondprocessen uit Ecoinvent. Deze is voor de varianten grijs en hernieuwbaar gelijk, behoudens de elektriciteit voor de warmtepomp (in module A1-A3) en het transport (in module A4).

³³ Zie Rapportage Warmtemonitor 2019, te bereiken op: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/35/warmtemonitor-2019.pdf>

4. Resultaten

4.1 Berekening milieuprofiel

In deze LCA zijn de volgende rekenprocedures toegepast:

- De berekeningen in deze LCA zijn gemaakt volgens de eisen en richtlijnen van NEN-EN 15804 en de Bepalingsmethode Bouwwerken.
- De milieu-ingrepen zijn berekend met de methoden die zijn omschreven in NEN-EN 15804 aangevuld met karakterisatiefactoren uit de rekenmethode (NMD versie 3.4), zowel set 1 (+A1) als set 2 (+A2).
- Indien van toepassing zijn de regels voor allocatie bij multi-input, -output, recycling- en hergebruikprocessen uit NEN-EN 15804 gevolgd, overeenkomstig de NEN-EN-ISO 14044.
- De LCA-berekeningen zijn uitgevoerd met SimaPro 9.1.0.8.
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend inclusief infrastructuurprocessen en kapitaalgoederen.
 - Ecoinvent processen zijn doorgerekend exclusief lange termijn (>100 jaar) emissies.
- Conform paragraaf 3.5 van de Bepalingsmethode zijn deze effectcategorieën omgerekend naar een milieukosten indicator (MKI) in euro's.

4.2 Gekarakteriseerde en gewogen resultaten

In bijlage II staan de uitkomsten gekarakteriseerd en als MKI-waarde voor de verschillende energiedragers compleet weergegeven voor set 1 en set 2.

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 Bouwwerken, gebruik gemaakt van de Milieukostenindicator (MKI) om de verschillende effectcategorieën te wegen tot één eindpunt.

In onderstaande tabel zijn per energiedrager de MKI-resultaten op totaalniveau voor de productkaart, voor de productkaart materialisatie externe levering en per module weergegeven.

Tabel 4.1.

Energiedrager	Totaal	Materialisatie externe levering	A1-A3	A4	B	D
Aardgas, verbrand, bij consument, per m ³	€ 0,18	€ 0,004	€ 0,06	€ 0,02	€ 0,11	€ -0,001
Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh	€ 0,0342	€ 0,0021	€ 0,0309	€ 0,0035		€ -0,00018
Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh	€ 0,0149	€ 0,0084	€ 0,0128	€ 0,0026		€ -0,00059

Elektriciteit, materialisatie externe levering, per kWh (o.b.v. Nederlandse mix)		€ 0,0038				
Warmte HT, grijs, bij consument, per MJ	€ 0,0029	€ 0,0001	€ 0,0020	€ 0,0009		€ -0,00002
Warmte HT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ	€ 0,0021	€ 0,0001	€ 0,0015	€ 0,0007		€ -0,00002
Warmte LT, grijs, bij consument, per MJ	€ 0,0020	€ 0,0011	€ 0,0016	€ 0,0004		€ -0,00002
Warmte LT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ	€ 0,0015	€ 0,0011	€ 0,0012	€ 0,0003		€ -0,00002

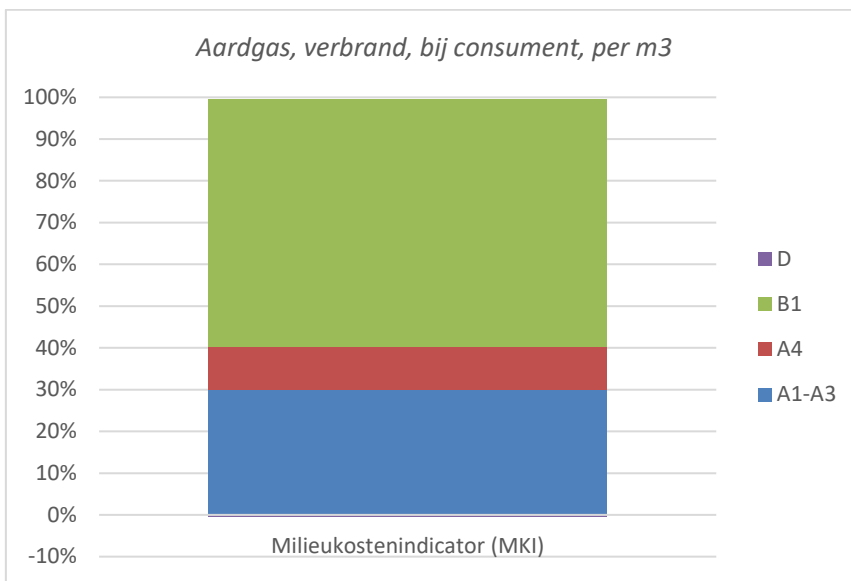
Hierbij moet worden opgemerkt dat in de berekening van milieueffecten (MKI) van de grijze elektriciteit, de nadelen van radioactief kernafval en ontmanteling van kerncentrales maar beperkt zijn meegenomen. Bij de huidige weegset (set 1) worden hier geen schaduwkosten aan verbonden, er is alleen een extra bijdrage aan de extra parameters (radioactief afval).

4.3 Zwaartepuntanalyse

In de zwaartepuntanalyse zijn de belangrijkste bijdragen aan het milieuprofiel van de verschillende energiedragers geanalyseerd, gegroepeerd per type energiedrager: aardgas, elektriciteit en warmte. De analyse is alleen gedaan op de bijdrage aan de Milieukostenindicator (MKI).

4.3.1 Aardgas

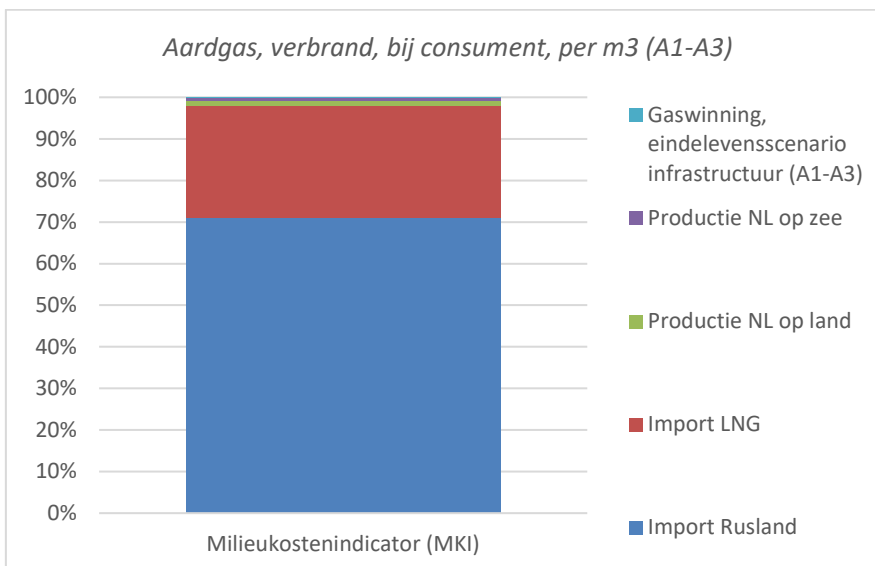
In onderstaande figuur is de bijdrage van de MKI per module aan het totaal weergegeven van aardgas. De dominante bijdrage van module B1 wordt gevormd door de modellering van verbranding van het aardgas binnen die module. De zwaartepunten binnen module A1-A3 is in de opvolgende figuur weergegeven.



Figuur 4.1

Aardgas: bijdrage MKI per module aan totaal

Binnen module A1-A3 vormt de import van gasvormig aardgas vanuit Rusland de grootste invloed. Dit heeft te maken met de grote transportafstand die moet worden afgelegd, waarbij een grotere materiaalhoeveelheid per m³ getransporteerd gas benodigd is en er ook grotere verliezen tijdens transport optreden.



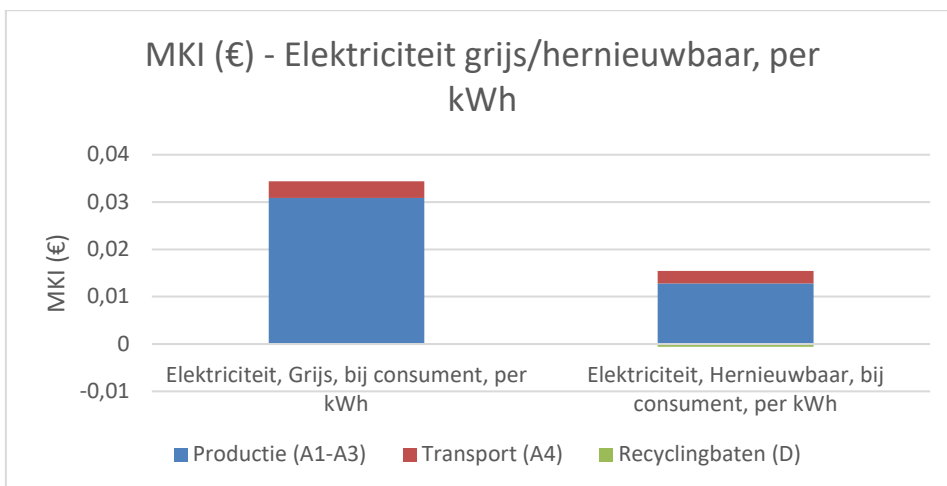
Figuur 4.2

Aardgas: bijdrage MKI binnen module A1-A3

4.3.2 Elektriciteit

In onderstaande figuur is de bijdrage per module weergegeven voor elektriciteit grijs en hernieuwbaar. Voor zowel elektriciteit grijs als voor elektriciteit hernieuwbaar vormt A1-A3 de dominante bijdrage.

Voor elektriciteit hernieuwbaar heeft A4 een relatief gezien groter aandeel. Dit komt doordat de MKI van A1-A3 lager is geworden terwijl hetzelfde transmissie en distributienetwerk wordt gebruikt in A4.

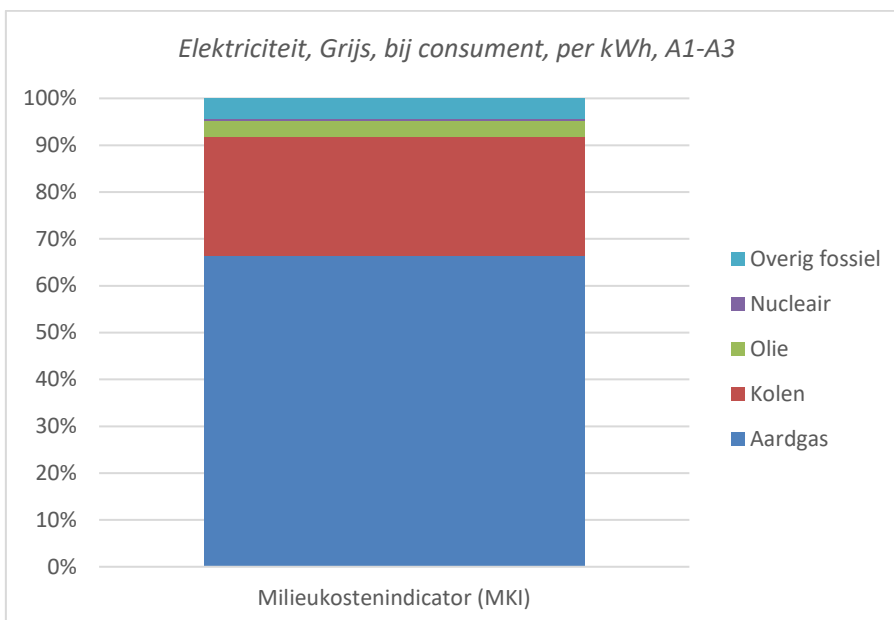


Figuur 4.3

Elektriciteit grijs/hernieuwbaar, per kWh

MKI verdeling elektriciteit, grijs

Binnen A1-A3 zorgt elektriciteit uit aardgas en kolen voor ruim 90% van de MKI. Dit is in lijn met het aandeel aardgas en kolen in de grijze mix van 92%. Elektriciteit uit kolen maakt 11% uit van de elektriciteitsmix, maar is verantwoordelijk voor een aanzienlijk groter deel van de MKI. Dit komt doordat elektriciteit uit kolen een hogere MKI per kWh heeft dan elektriciteit uit gas.

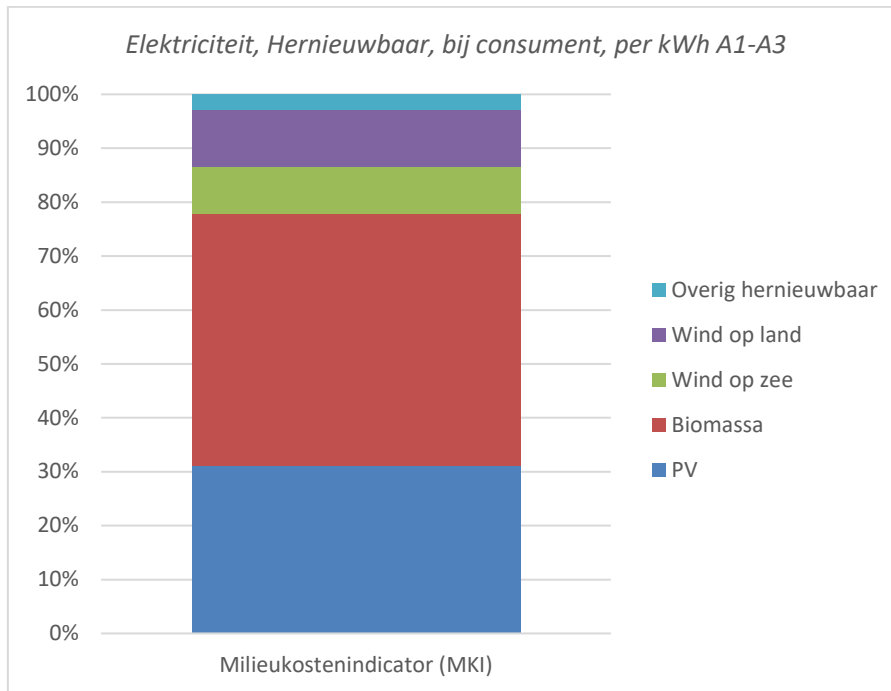


Figuur 4.4

Elektriciteit grijs, bijdrage MKI binnen module A1-A3

MKI verdeling elektriciteit hernieuwbaar

Binnen A1-A3 komt met 47% het grootste deel van de MKI van biomassa. Dit terwijl biomassa slechts 25% uitmaakt van de hernieuwbare productiemix. Hernieuwbare elektriciteit uit biomassa heeft een relatief hoge MKI per kWh. Verder valt het op dat elektriciteit opgewekt met wind op land en op zee een relatief klein deel van de MKI uitmaken terwijl dit 48% uitmaakt van de hernieuwbare elektriciteitsmix.

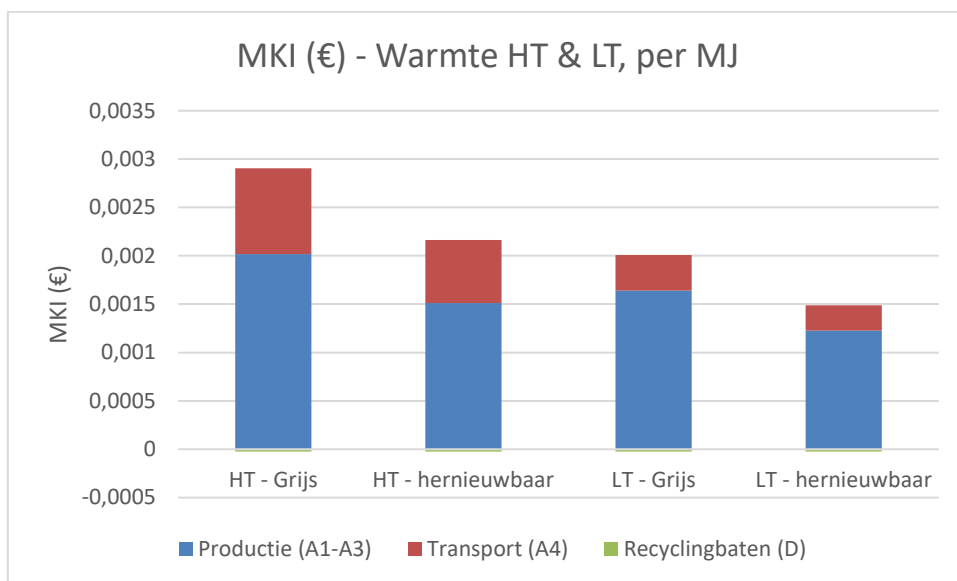


Figuur 4.5
Elektriciteit grijs, bijdrage MKI binnen module A1-A3

4.3.3 Warmtelevering

In onderstaande figuur is de bijdrage van de MKI per module aan het totaal weergegeven van de verschillende typen warmtelevering. Naast dat productie van warmte binnen module A1-A3 binnen elke variant voor de grootste bijdrage zorgt, is dit ook binnen module A4 verantwoordelijk voor het grootste deel van de milieueffecten vanwege verliezen tijdens transport. Het verschil tussen verliezen bij HT (26,5%) en LT (11,4%) is daarbij duidelijk zichtbaar.

Dat de bijdrage van hernieuwbare productiebronnen aan de MKI bij zowel hoge als lage temperatuur aanzienlijk is, heeft vooral te maken met materiaalgebruik (via de indicator humane toxiciteit), minder met de brandstof.

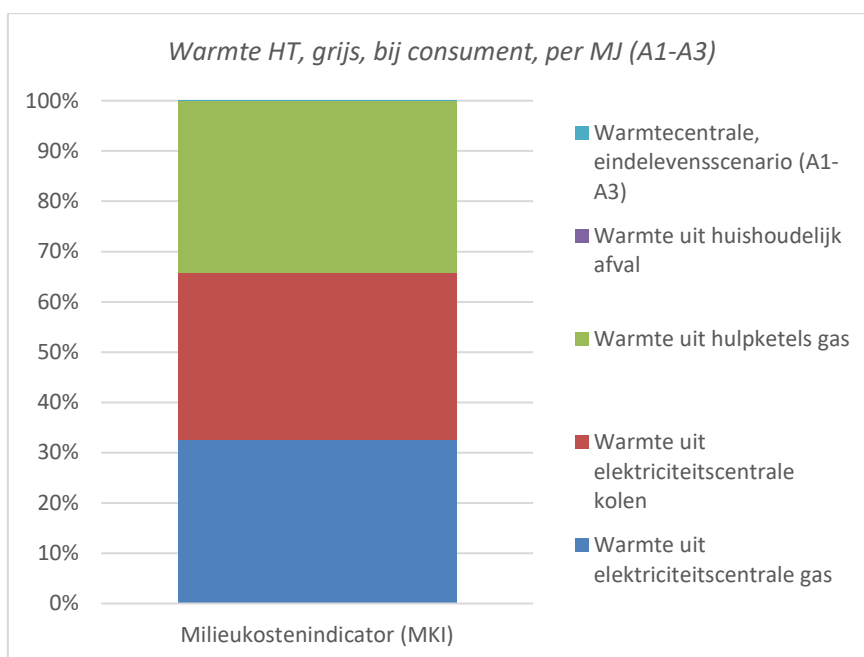


Figuur 4.6

Warmtelevering HT en LT, grijs en hernieuwbaar: bijdrage MKI per module aan totaal

De zwaartepunten binnen module A1-A3 zijn per type warmtelevering in de opvolgende vier figuren weergegeven.

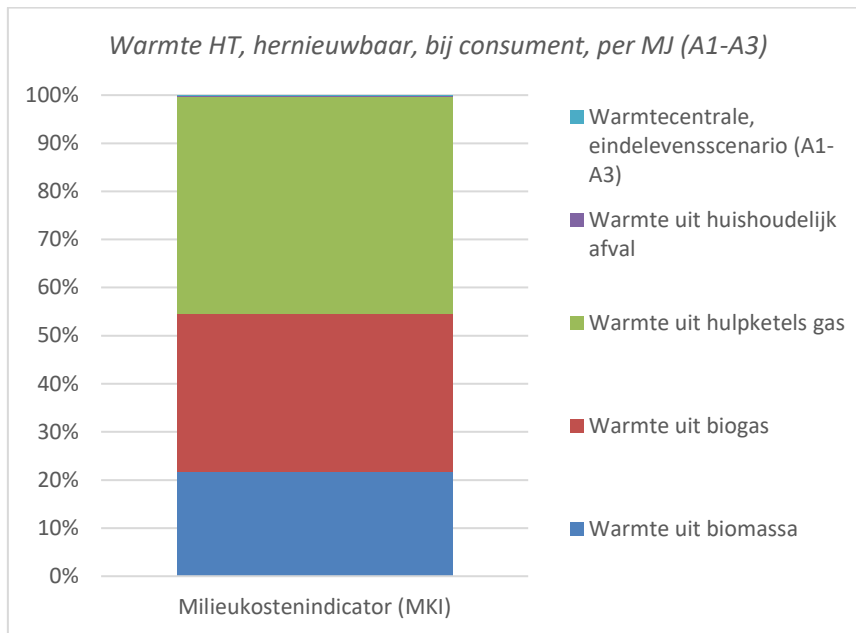
Bij de hoge temperatuur levering heeft warmte uit huishoudelijk afval een minimale impact, vanwege de vrij verkregen warmte uit afvalverbranding. Ook is de invloed van eindelevensduurprocessen van de infrastructuur zeer beperkt. Ook is te zien dat de invloed van warmteproductie in elektriciteitscentrales op kolen relatief hoog is, hier wordt in de gevoeligheidsanalyse verder bij stilgestaan.



Figuur 4.7

Warmtelevering, HT, grijs: bijdrage MKI binnen module A1-A3

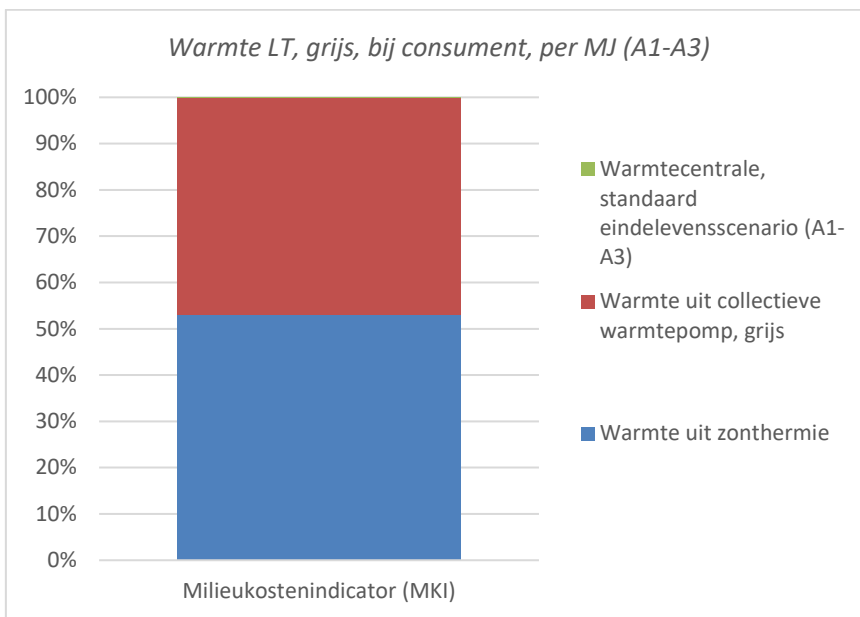
Bij hernieuwbare warmtelevering, HT, is de invloed van hulpketels gas relatief hoger dan bij grijs, doordat de bijdrage van de overige productiebronnen als geheel lager is (bijdrage hulpketels in productiemix is net als bij grijs 15%). Verder is er een verschil in bijdrage tussen warmte uit biogas en biomassa, hier wordt in de gevoeligheidsanalyse verder bij stilgestaan. Dat de bijdrage van biogas en biomassa aan de MKI aanzienlijk is, heeft vooral te maken met materiaalgebruik (via de indicator humane toxiciteit), minder met de brandstof.



Figuur 4.8.

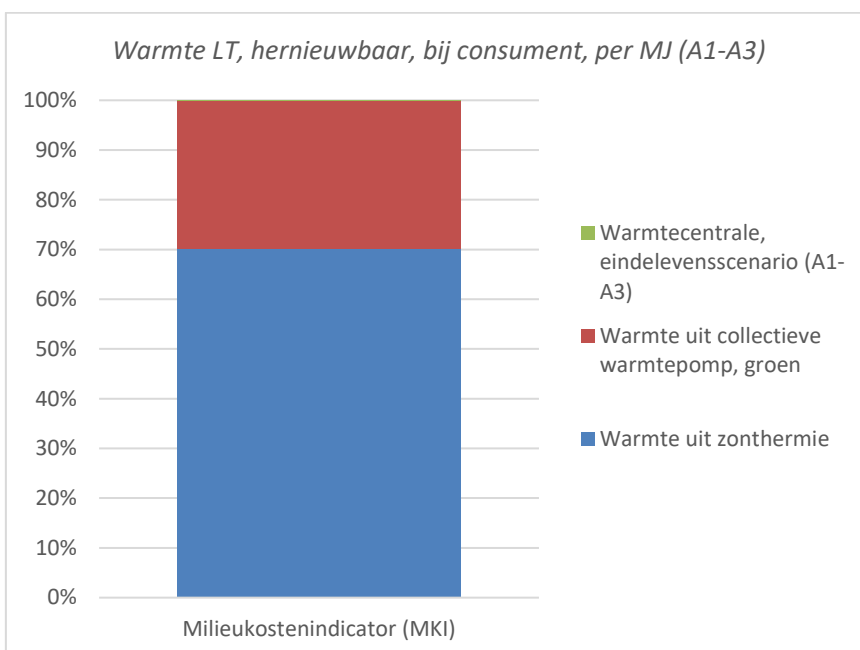
Warmtelevering, HT, hernieuwbaar: bijdrage MKI binnen module A1-A3

Bij lage temperatuurwarmte (zie figuur 4.9 en 4.10) wordt de milieuscore bepaald door opwekking van warmte middels warmtepomp en middels zonthermie. Deze worden beide voor 50% ingezet. Met grijze elektriciteit is de MKI van beide vrijwel gelijk, met hernieuwbare elektriciteit is de inzet van warmtepompen aanzienlijk lager.



Figuur 4.9

Warmtelevering, LT, grijs: bijdrage MKI binnen module A1-A3



Figuur 4.10

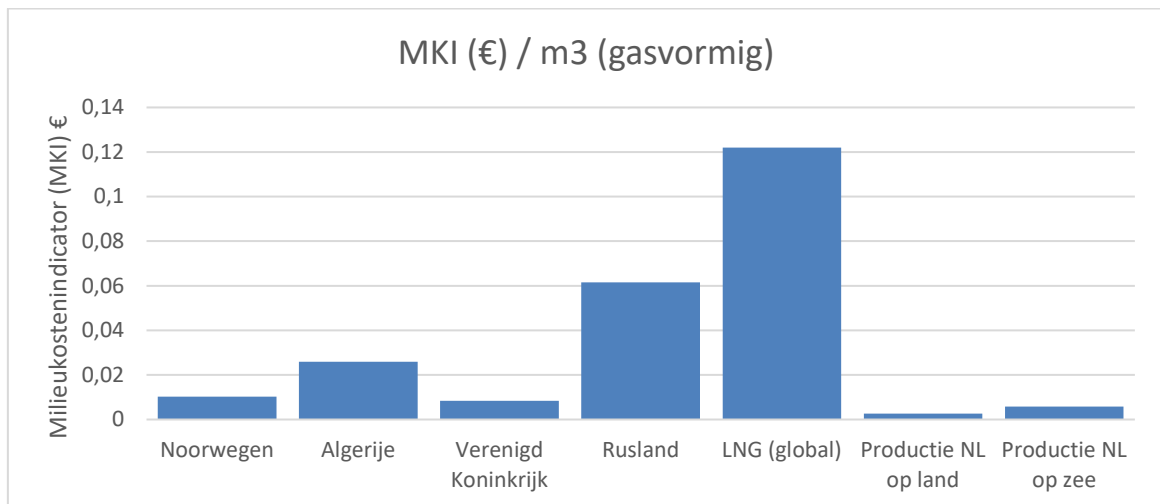
Warmtelevering, LT, hernieuwbaar: bijdrage MKI binnen module A1-A3

4.4 Gevoeligheidsanalyse

In de gevoeligheidsanalyse is de gevoeligheid van een aantal parameters op het resultaat van het milieuprofiel van de verschillende energiedragers geanalyseerd. Dit is gegroepeerd per type energiedrager: aardgas, elektriciteit en warmte. De analyse is alleen gedaan op de bijdrage aan de Milieukostenindicator (MKI).

4.4.1 Aardgas

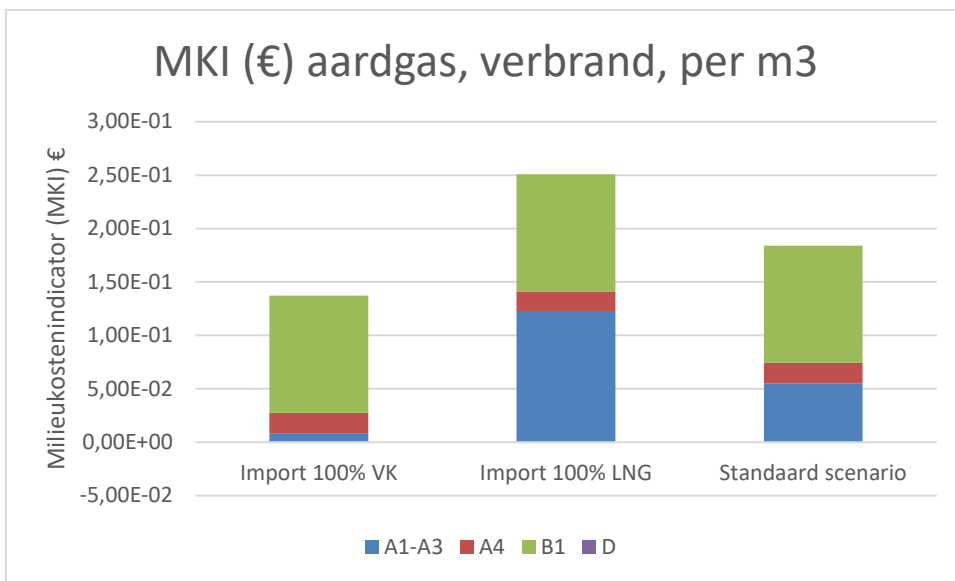
Bij aardgas is een gevoeligheidsanalyse op herkomst van het gas uitgevoerd. In onderstaande figuur is de MKI-waarde per bron gegeven. Daarbij blijkt dat import van aardgas een significant ongunstigere MKI heeft wanneer het verder weg wordt geproduceerd en naar Nederland moet worden getransporteerd. Daarnaast wordt de hoge MKI van LNG voornamelijk veroorzaakt door energie die benodigd is voor compressie, naast een iets hogere bijdrage voor (zee)transport.



Figuur 4.11.

Gaslevering - MKI per bron van herkomst

Uitgaande van een afname in productie in Nederland, is het met name interessant om naar de invloed van verschillende importscenario's te kijken. Daarbij zijn de MKI's van het meest gunstige (100% import uit VK) en ongunstige scenario (100% import LNG) berekend. Dit blijkt een zeer gevoelige parameter en wordt in het ongunstigste geval de MKI met 50% verhoogd.

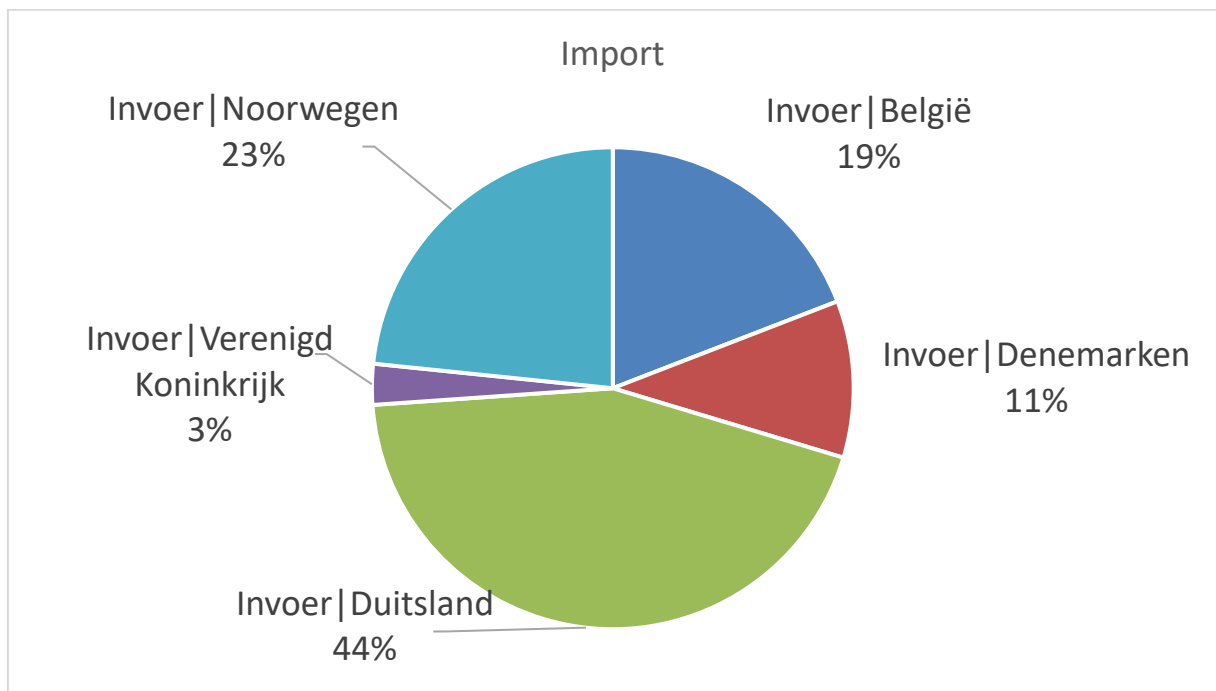


Figuur 4.12

Gaslevering - MKI alternatieve scenario's import aardgas

4.4.2 Elektriciteit

De gevoeligheid op de Milieukostenindicator van elektriciteit is geanalyseerd aangaande de import en export van deze energiedrager. Van alle elektriciteit in Nederland werd er in 2020 14% (19.773 mln kWh) geïmporteerd. Daarnaast is 63% de Nederlandse grijze mix en 23% de Nederlandse hernieuwbare mix. In figuur 4.13 is de herkomst van de geïmporteerde elektriciteit te zien. In 2020 werd er 22.433 mln kWh geëxporteerd. Het is haast niet te achterhalen wat de oorsprong is van de geïmporteerde geëxporteerde elektriciteit. Dat Nederland 44% importeert uit Duitsland betekent bijvoorbeeld niet dat Nederland de Duitse landenmix importeert. Dit zou ook alleen elektriciteit uit kolen kunnen zijn, of juist hernieuwbare elektriciteit. Ditzelfde geldt voor export. Het is niet met zekerheid te zeggen dat Nederland haar gemiddelde mix exporteert. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat er meer windenergie wordt geëxporteerd bij piekopwekkingen.



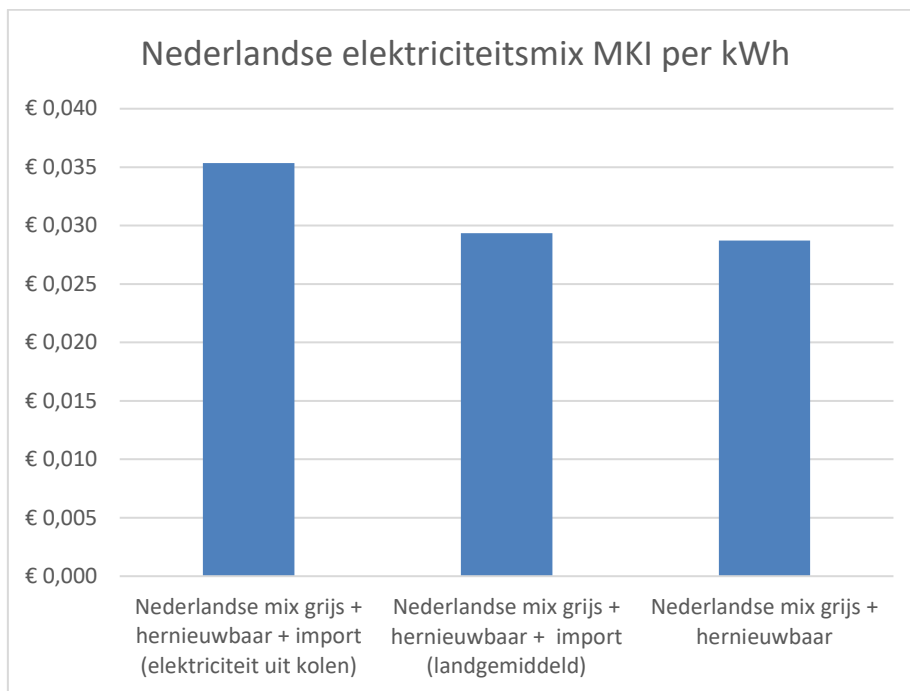
Figuur 4.13

Herkomst importmix Nederland

De gewogen landgemiddelde elektriciteitsmix van de import landen heeft een MKI van € 0,03 / kWh. Het is niet duidelijk of deze mix representatief is voor de daadwerkelijke import. In een conservatief scenario zou gesteld kunnen worden dat 100% van de geïmporteerde elektriciteit komt van kolen. Elektriciteit uit kolen heeft een MKI van MKI: €0.07 / kWh.

De Nederlandse landenmix bestaat uit 14% import, 23% hernieuwbare elektriciteit van Nederlandse opwekking en 63% grijze elektriciteit van Nederlandse opwekking. Voor het samenstellen van de Nederlandse elektriciteitsmix kan je ervoor kiezen om alleen te kijken naar de Nederlandse productie, de import te stellen op de gemiddelde landenmix, of de import conservatief te modelleren naar elektriciteit uit kolen. De gevolgen op de MKI van deze keuzes staan in figuur 4.14.

De Nederlandse mix (grijs + hernieuwbaar) is in milieu-impact vergelijkbaar met de landgemiddelde importmix. Indien import conservatief wordt gemodelleerd als kolen, dan beïnvloedt dit de MKI van de mix wel significant.



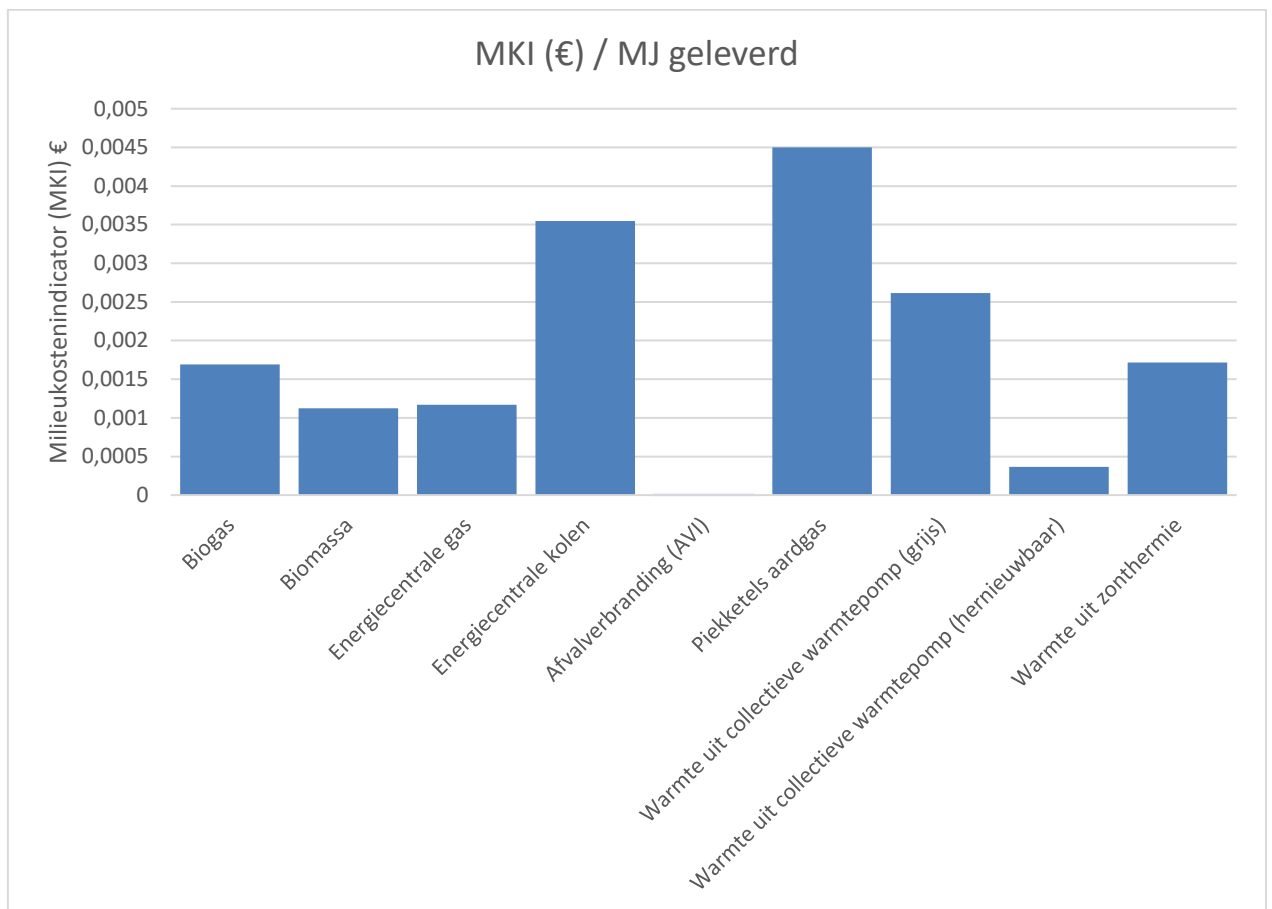
Figuur 4.14

Nederlandse elektriciteitsmix scenario's

4.4.3 Warmtelevering

Bij warmtelevering is een gevoeligheidsanalyse op productiebronnen van warmte uitgevoerd. In onderstaande figuur is de MKI-waarde per bron gegeven. Daarbij blijkt bij hoge temperatuur dat met name het aandeel kolen en pieksetels aardgas een grote invloed hebben op de uiteindelijke score. Warmte uit afvalverbranding heeft een zeer lage impact, dit komt door de 'gratis' verkregen warmte uit afvalverbranding. Hierbij zijn slechts impacts van omzettingen in de energiecentrale meegenomen (alleen materiaalgebruik). Bij biomassa/biogas zit het verschil met name in het materiaalgebruik. Het achtergrondmodel gaat uit van een kleinschaligere centrale.

Bij lage temperatuur zit een grote gevoeligheid op de oorsprong van elektriciteit voor warmte uit collectieve warmtepompen.

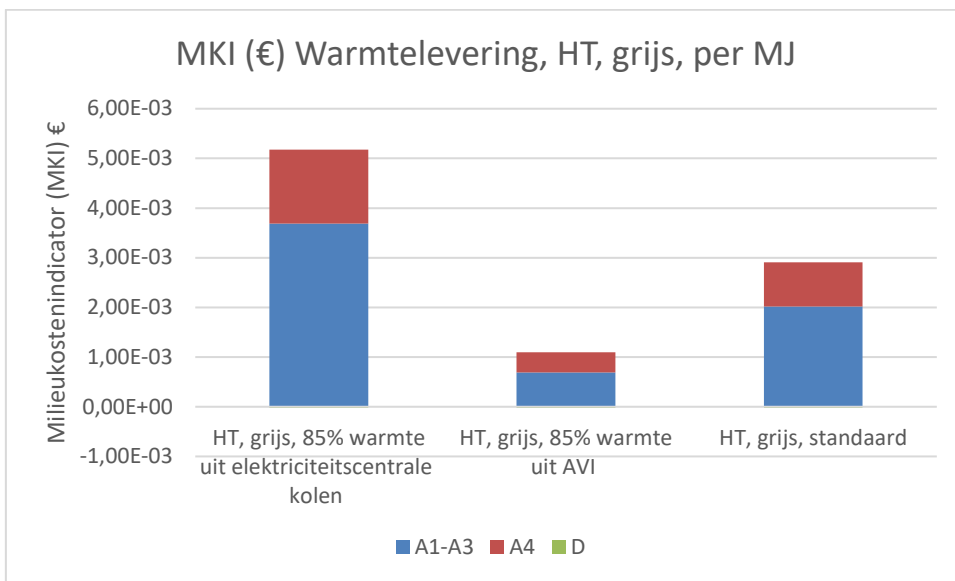


Figuur 4.15

Warmtelevering - MKI per bron van herkomst, Productiebronnen warmte hoge en lage temperatuur

Bij warmtelevering is het met name interessant om naar de invloed van gemaakte aannames te kijken. Bij grijze warmte op hoge temperatuur is dit het aandeel warmte uit elektriciteitscentrales kolen relatief klein (standaard 25% procent van totale warmte uit elektriciteitscentrales). Bij een individueel warmtenet kan dit aandeel echter veel hoger liggen, maar omgekeerd kan ook een veel groter aandeel van warmte uit AVI afkomstig zijn. Dit is onderzocht met twee alternatieve scenario's (85% warmte uit elektriciteitscentrale kolen en 85% uit AVI) en in onderstaande figuur weergegeven. Bij beide scenario's is 15% opwekking vanuit hulpketels aangehouden.

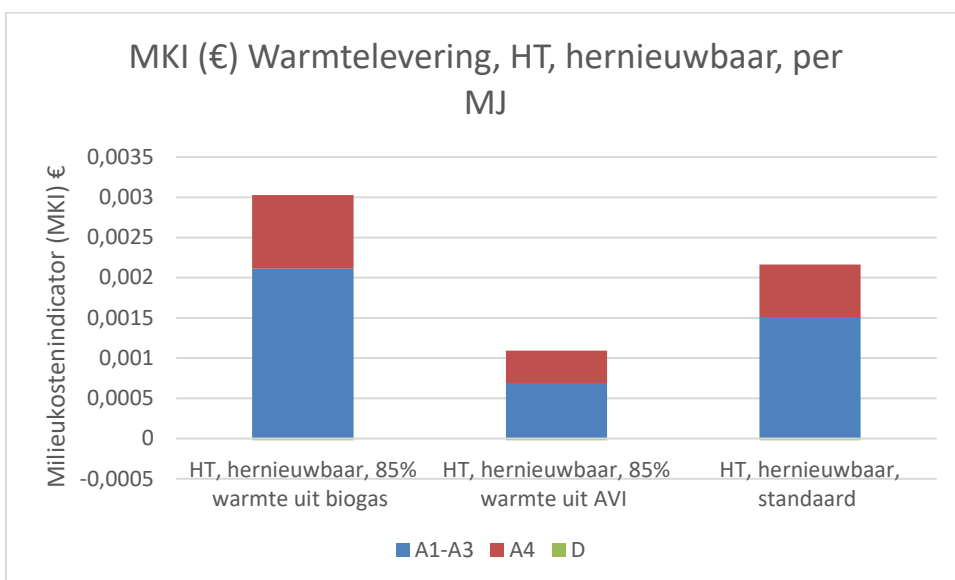
Daarbij blijkt dat de productiebron van zeer grote invloed kan zijn, tot een factor 5 verschil tussen beide scenario's.



Figuur 4.16

Warmtelevering HT grijs - MKI alternatieve scenario's kolen en AVI

Bij hernieuwbare warmte op hoge temperatuur is de gevoeligheid van de verhouding tussen warmte uit biomassa en biogas (standaard scenario 50%/50%) onderzocht, waarbij ook weer het aandeel van de hulpketel op 15% is gehouden. Hier blijkt de invloed van deze aanname in de productiemix ook behoorlijk, zoals eerder benoemd met name veroorzaakt door een relatief hoog materiaalgebruik voor warmte uit biogascentrales.

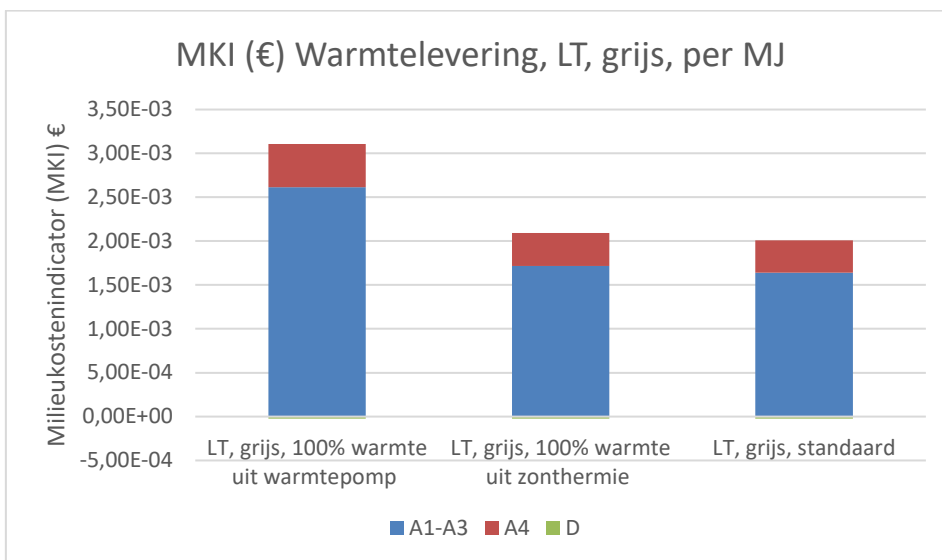


Figuur 4.2

Warmtelevering HT hernieuwbaar - MKI alternatieve scenario's biomassa/biogas

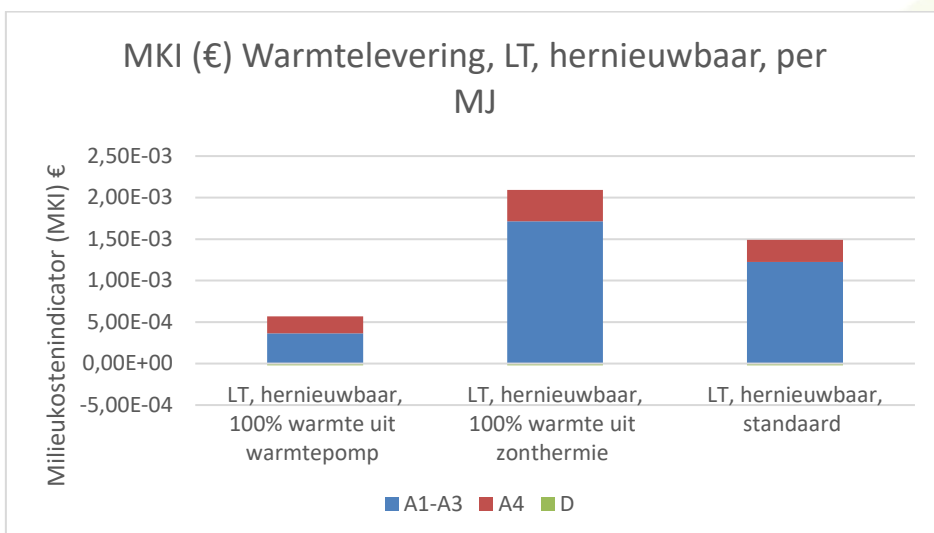
Bij warmte op lage temperatuur is de gevoeligheid van de verhouding tussen warmte uit zonthermie en collectieve warmtepomp onderzocht in alternatieve scenario's waarbij opwekking volledig met een van beide bronnen wordt verzorgd (niet realistisch in het geval van zonthermie). In onderstaande figuren zijn de resultaten voor twee alternatieve scenario's weergegeven, zowel bij warmtelevering LT grijs als hernieuwbaar.

Hier blijkt de invloed van de aangenomen verhouding in de productiemix ook behoorlijk, zoals eerder benoemd met name veroorzaakt door de bijdrage van elektriciteit in opwekking van warmte met warmtepompen.



Figuur 4.18

Warmtelevering LT grijs - MKI alternatieve scenario's warmtepomp/zonthermie



Figuur 4.19

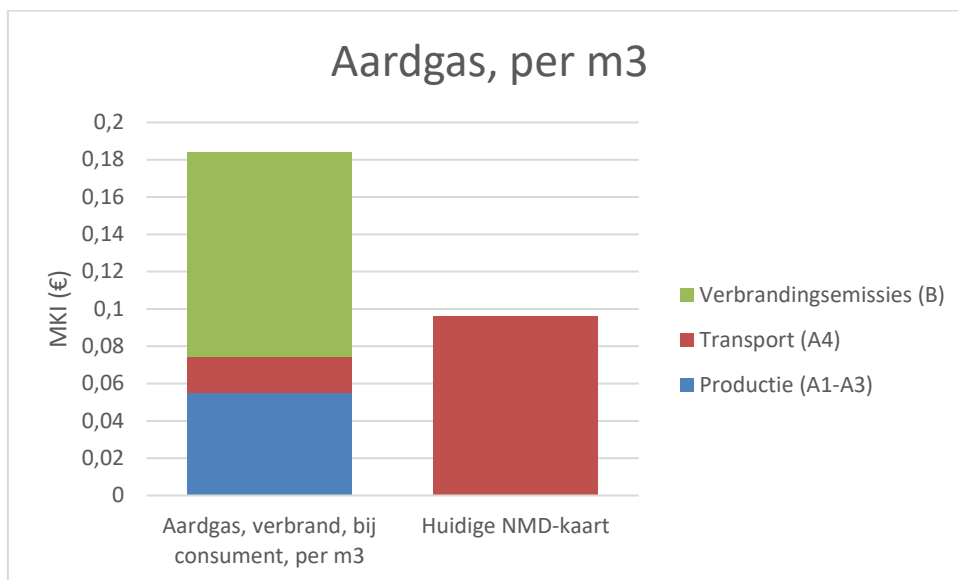
Warmtelevering LT hernieuwbaar - MKI alternatieve scenario's warmtepomp/zonthermie

4.5 Vergelijking met huidige productkaarten energiedragers in de NMD

In deze sectie is een vergelijking tussen de MKI-score van de nieuwe productkaarten en bestaande productkaarten in de NMD. Hierbij zijn ook de productkaarten voor materialisatie externe levering meegenomen.

4.5.1 Aardgas

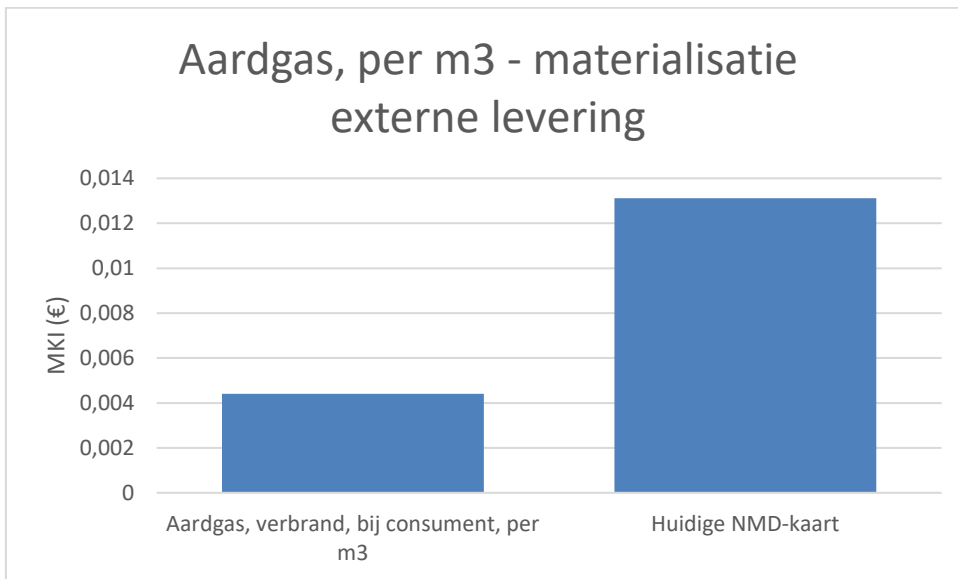
Bij aardgas is de bestaande productkaart *0111-pro&Aardgas, algemeen gebruik, per m3 (o.b.v. 31,7 MJ Heat, district or industrial, natural gas {RER}| market group for | Cut-off, U)*. In vergelijking met deze bestaande kaart gaat de MKI behoorlijk omhoog. Dit komt met name door de achterliggende productiemix, deze is in de nieuwe kaart veel meer gericht op import (vanuit Rusland). Ook is de impact van verbranding hoger, dit komt omdat er in de nieuwe productkaart een kleinschaliger verbrandingsproces als achtergrondmodel is toegepast. Dit is representatiever met betrekking tot kleinere installaties in de gebouwde omgeving.



Figuur 4.20

Vergelijking nieuwe en huidige productkaart NMD - aardgas

Bij aardgas is de bestaande productkaart voor materialisatie externe levering *0090-fab&Materialisatie gaslevering, distributie tot aan huis; per m3 geleverd*. In vergelijking met deze bestaande kaart gaat de MKI behoorlijk omlaag. Dit komt met name door 'vervuiling' in de bestaande kaart, met name dubbeltelling van processen en zaken die niet binnen de scope van materialisatie externe levering vallen, zoals verliezen tijdens transport.

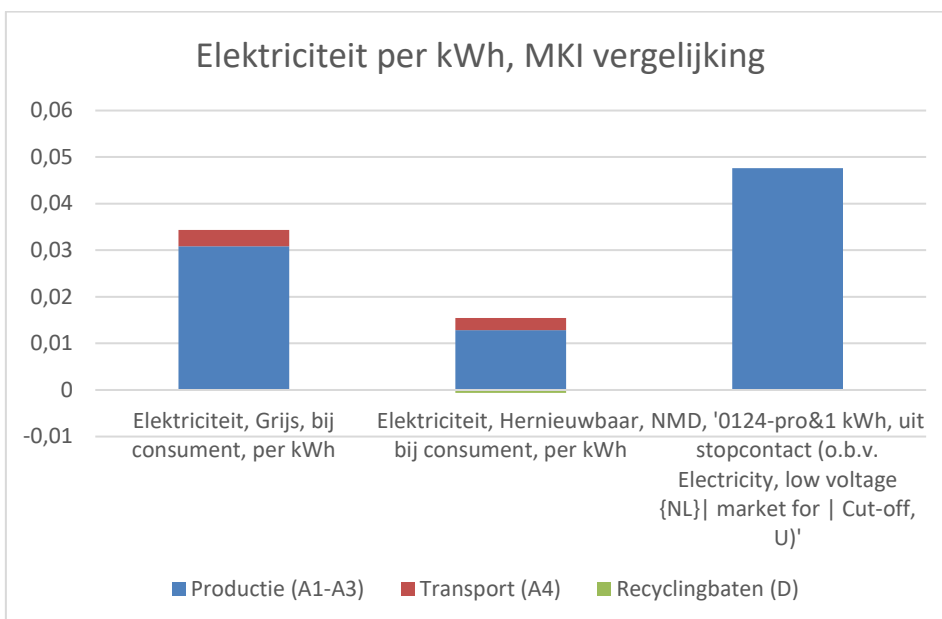


Figuur 4.21

Vergelijking nieuwe en huidige productkaart NMD - aardgas materialisatie externe levering

4.5.2 Elektriciteit

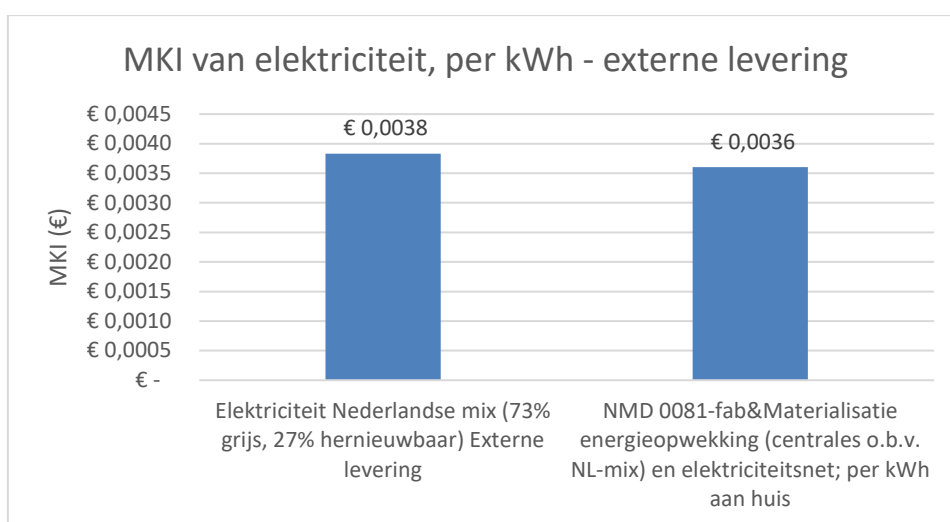
Voor Elektriciteit wordt in de NMD op dit moment de productkaart '0124-pro&1 kWh, uit stopcontact (o.b.v. Electricity, low voltage {NL}| market for | Cut-off, U)' gebruikt. Deze productkaart gaat over de Nederlandse landenmix. De bestaande productkaart heeft een hogere MKI dan de nieuwe grijze en hernieuwbare productkaarten. Deze hogere MKI komt onder andere door een groter aandeel kolen in de energiemix van de bestaande kaart ten opzichte van de nieuwe kaart voor grijze elektriciteit.



Figuur 4.22

Vergelijking nieuwe en huidige productkaart NMD - elektriciteit

Bij elektriciteit is de huidige productkaart voor materialisatie externe levering '0081-fab&Materialisatie energieopwekking (centrales o.b.v. NL-mix) en elektriciteitsnet; per kWh aan huis'. Deze productkaart heeft met een MKI van € 0,0036 per kWh een iets lager milieuprofiel dan de nieuwe productkaart met € 0,0038 per kWh. De nieuwe productkaart voor materialisatie externe levering is opgebouwd uit de netto Nederlandse productiemix. Hierbij is 73% van de materialisatie externe leveringsmix grijs gecombineerd met 27% van de materialisatie externe leveringsmix hernieuwbaar. Materialisatie externe levering is bij de hernieuwbare elektriciteitsmix significant hoger. Met het jaarlijks stijgende aandeel hernieuwbare elektriciteit in de Nederlandse productiemix wordt ook de gemiddelde materialisatie externe levering hoger.



Figuur 4.23

Vergelijking nieuwe en huidige productkaart NMD - elektriciteit materialisatie externe levering

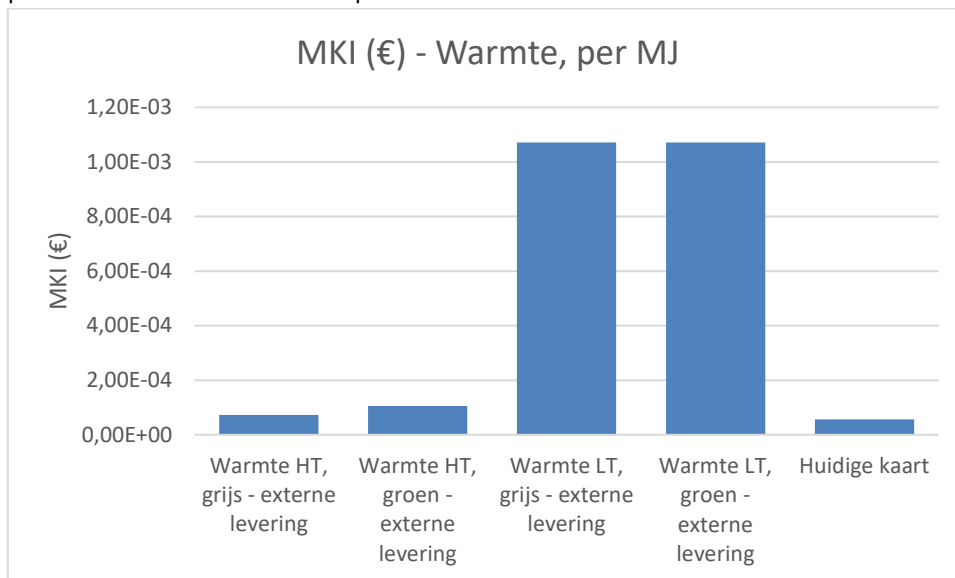
4.5.3 Warmtelevering

Bij warmtelevering bestaat er geen huidige productkaart in de NMD, alleen voor materialisatie externe levering. Daarbij zijn er in de nieuwe situatie vier productkaarten om uit te kiezen, afhankelijk van de configuratie van het warmtenet.

Bij warmtelevering is de bestaande productkaart voor materialisatie externe levering 0079-fab&Materialisatie warmteopwekking stad/regio, inclusief distributie tot aan huis; per MJ geleverd. In vergelijking met deze bestaande kaart gaat de MKI in de nieuwe situatie in alle gevallen omhoog. Bij hoge temperatuur gaat dit om kleine toenames, met name door een verhoging van materiaalgebruik.

Bij lage temperatuur warmtenetten is de bijdrage van infrastructuur relatief hoog, vanwege de kleine schaal van de installaties in de achtergrondmodellen. Dit is ook representatief voor de huidige werkelijkheid, warmtenetten op lage temperatuur zijn nu nog meestal zeer kleinschalig.

In de toekomst zal de bijdrage van infrastructuur wellicht lager worden bij schaalvergroting, de productkaart moet dan ook opnieuw bekeken worden.



Figuur 4.24.

Vergelijking nieuwe en huidige productkaart NMD - warmte materialisatie externe levering

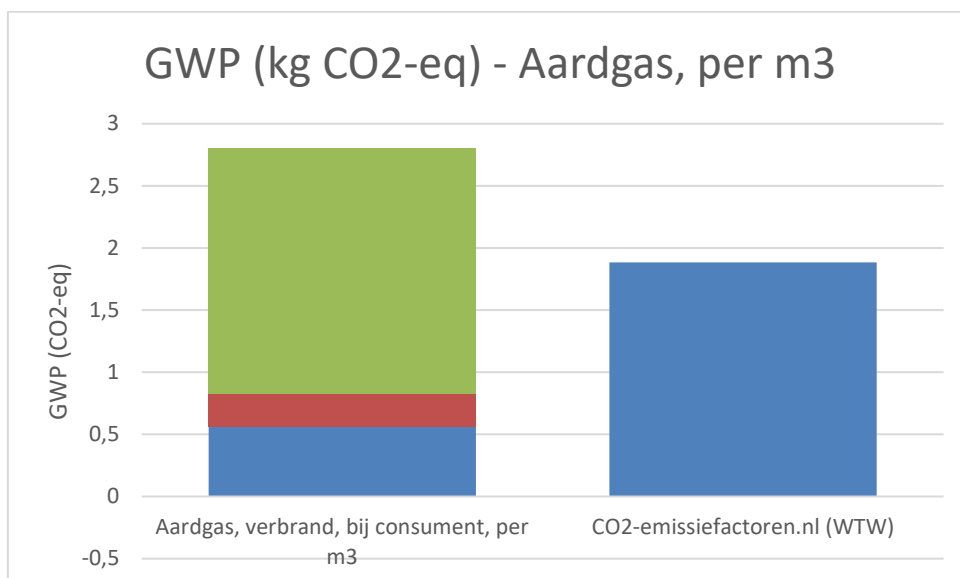
4.6 Vergelijking GWP-factoren met CO₂-emissiefactoren.nl

In deze paragraaf is een vergelijking tussen de GWP-score in CO₂-equivalenten gemaakt van de nieuwe productkaarten en factoren die zijn gepubliceerd op CO₂-emissiefactoren.nl (peildatum 25 november 2021). De vergelijking is op basis van de Well-To-Wheel (WTW) cijfers van CO₂-emissiefactoren.nl. De GWP gegevens van de nieuwe productkaarten komen van effectcategorie set 1 '004. global warming (GWP), kg CO₂ eq'.

4.6.1 Aardgas

Bij aardgas is een specifieke factor beschikbaar bij CO₂-emissiefactoren.nl. De GWP-indicator geeft een aanzienlijk hogere score weer bij de nieuwe berekening.

Zonder uitgebreide studie naar de achterliggende berekeningen van CO₂-emissiefactoren.nl is het lastig met zekerheid te zeggen waar het verschil vandaan komt. Het is echter waarschijnlijk dat bij de factor van CO₂-emissiefactoren.nl van een groter aandeel van Nederlandse productie in de aardgasmix is uitgegaan. Mogelijk is ook voor verbranding van een grotere installatie uitgegaan, aangezien de impact van verbranding bij de nieuwe berekening zelfs al hoger is dan de totale waarde van de referentie.

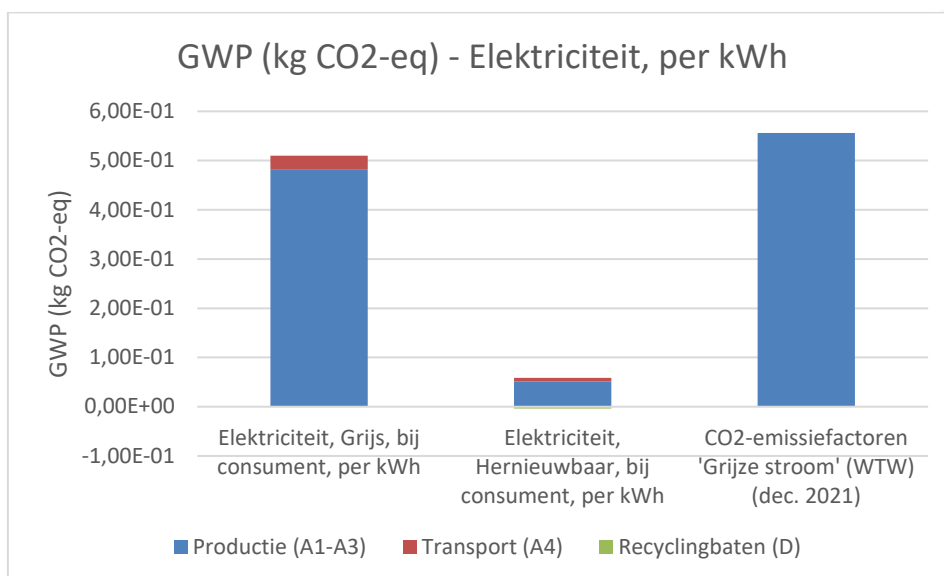


Figuur 4.25

GWP aardgas - vergelijking CO2-emissiefactoren

4.6.2 Elektriciteit

Voor grijze elektriciteit is er een factor beschikbaar op CO2-emissiefactoren.nl. Voor hernieuwbare elektriciteit is de GWP van CO2-emissiefactoren beleidsmatig op 0 gesteld. De nieuwe productkaart voor grijze elektriciteit heeft een GWP van 0,509 kg CO2-eq per kWh. Dit is in de buurt van de waarde voor Grijze Stroom (WTW) van CO2-emissiefactoren met 0,556 kg CO2-eq per kWh (waarde van december 2021). Dit verschil is waarschijnlijk te verklaren doordat de nieuwe productkaarten zijn gebaseerd op actuelere data.

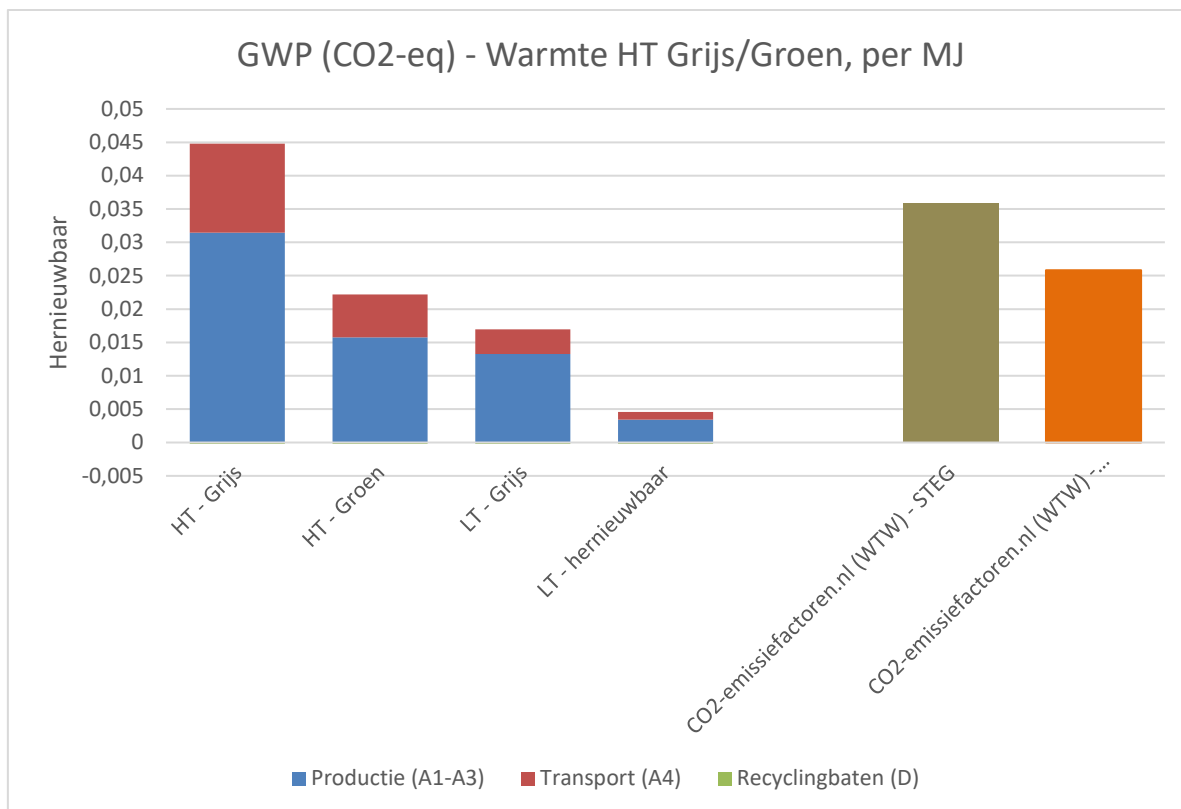


Figuur 4.26

GWP elektriciteit - vergelijking CO2-emissiefactoren

4.6.3 Warmtelevering

Bij warmtelevering zijn geen specifieke factoren beschikbaar voor een productiemix. Echter zijn er wel verschillende bronnen beschikbaar, waarvan de STEG (warmte uit SToom En Gascentrale) en warmte uit houtige biomassa (pellets) is opgenomen te vergelijking. Daarbij is te zien dat de STEG en biomassa enigszins vergelijkbaar is met de warmtelevering HT grijs en HT hernieuwbaar. De warmtelevering op lage temperatuur laat zich lastig vergelijken, daarvoor zijn geen referentiewaarden beschikbaar op CO₂-emissiefactoren.nl



Figuur 4.27

GWP Warmtelevering HT en LT, grijs en hernieuwbaar - vergelijking CO₂-emissiefactoren

4.7 Analyse invloed nieuwe productkaarten op MPG-berekeningen

De invloed van de nieuwe productkaarten op de hoogte van de MPG-berekeningen is onderzocht. Daarbij is gekeken naar twee type referentiegebouwen uit de BENG-systematiek:

- Woonhuis Woning, tussen, small (hellend dak), oppervlakte
- Kantoor Kantoorgebouw M

Daarbij is gekeken naar zowel de invloed van het toevoegen van energiegebruik uit de gebruiksfase (toevoegen module B6 uit de Bepalingsmethode) als de invloed van verandering in de productkaarten van materialisatie externe levering.

De vergelijking is gemaakt met de MPG-berekening van referentiegebouwen op basis van NMD versie 3.0. Dit levert enige discrepantie op, omdat de nieuwe productkaarten zijn berekend met NMD-versie 3.4. De uitkomsten moeten daarom als richtinggevend worden geschouwd, met enige onzekerheid.

In onderstaande tabel is de invloed op de MPG weergegeven van toevoegen van energiegebruik in de gebruiksfase van een gebouw, de MEPG. Daarbij is gekeken naar de forfaitaire waarden die zijn opgegeven bij de BENG-referentiegebouwen, dit omvat slechts het *gebouwgebonden* verbruik.

Hierbij is voor alle typen als verwacht een flinke stijging te zien. Bij hernieuwbaar wordt deze stijging echter fors beperkt. Bij deze twee typen gebouwen betekent toevoegen van deze impacts nog geen verdubbeling van de MPG-score.

Tabel 4.2

Invloed toevoegen gebouwgebonden energieverbruik in gebruiksfase (B6) op MPG (forfaitaire waarden BENG-referentiegebouwen)

Type referentiegebouw	Forfaitair verbruik in de MPG			Huidige MPG	Stijging MPG tgv verbruik	
	Netstroom (kWh)	warmte (MJ)	gas (m3)		Grijs	Hernieuwbaar
1.01 Woning, tussen, small (hellend dak) - electric	1614,1			0,49	70%	27%
1.02 Woning, tussen, small (hellend dak) - warmte		14202		0,57	46%	33%
1.03 Woning, tussen, small (hellend dak) - gas			496	0,7	83%	
8.01 Kantoorgebouw M - electric	41475			0,91	29%	11%
8.02 Kantoorgebouw M - warmte	13848,9	183157		0,96	19%	11%
8.03 Kantoorgebouw M - gas	33370		8844	0,99	52%	

Het is naast gebouwgebonden verbruik ook interessant om naar de waarden voor verbruik te kijken inclusief het *verbruikersafhankelijke* deel. Dit is gedaan op basis van cijfers van Nibud (elektriciteit en gas voor huishoudens), Eneco (warmtelevering voor huishoudens) en Milieubarometer (cijfers elektriciteit en gas bij kantoren). Voor all-electric en warmtelevering aan kantoren zijn geen geschikte kentallen gevonden.

Daaruit blijkt dat de totale invloed van energiegebruik tijdens de gebruiksfase van een gebouw een stuk groter is wanneer je ook de gebruikersinvloed meeneemt. Dat levert in veel gevallen minstens een verdubbeling op van de oorspronkelijk MPG-score.

Tabel 4.3

Invloed toevoegen gebruikers energieverbruik in gebruiksfase (B6) op MPG (gemiddelde gebruikscijfers)

Type referentiegebouw	Forfaitair verbruik in de MPG			Huidige MPG	Stijging MPG tgv verbruik	
	Netstroom (kWh)	warmte (MJ)	gas (m3)		Grijs	Hernieuwbaar
1.01 Woning, tussen, small (hellend dak) - electric	2730			0,49	123%	50%
1.02 Woning, tussen, small (hellend dak) - warmte		42000		0,57	142%	105%

1.03 Woning, tussen, small (hellend dak) - gas			1190	0,7	207%	
8.03 Kantoorgebouw M - gas	425700		27225	0,99	393%	

4.7.1 Impact op MPG materialisatie externe levering

Vervolgens is gekeken naar het effect van de nieuwe MKI-waarden van materialisatie externe levering. Daarbij is bij elektriciteit naast de grijze en hernieuwbaar variant ook de mix tussen grijs en hernieuwbaar weergegeven (73% grijs, 27% hernieuwbaar). Deze is aan de NMD voorgedragen als nieuwe kaart voor materialisatie externe levering bij elektriciteit, maar het is interessant om ook de opgesplitste kaarttypen te beschouwen.

Uit onderstaande tabel blijkt dat bij forfaitair (gebouwgebonden) energiegebruik de bijdrage van materialisatie externe levering in de meeste gevallen stijgt. Bij hernieuwbare varianten stijgt in alle gevallen de materialisatie externe levering. Dit heeft voornamelijk te maken met relatief hoger materiaalgebruik per eenheid energieopwekking.

Voor elektriciteit is te zien dat bij toepassing van productkaarten van materialisatie externe levering voor grijs een verlaging betekent, wanneer de gecombineerde productkaart mix grijs/hernieuwbaar wordt toegepast is een kleine stijging zichtbaar. Alleen bij het kantoorgebouw met aardgas (met behoorlijk aandeel elektriciteit) is nog steeds een kleine netto daling zichtbaar door de lagere waarde van materialisatie externe levering van aardgas.

De totale impact op de MPG is zeer beperkt en vormt geen belemmering om de verbeterde kaarten voor materialisatie externe levering te implementeren als productkaarten in de NMD.

Tabel 4.4

Invloed nieuwe waarden materialisatie externe levering op MPG (forfaitaire waarden BENG-referentiegebouwen)

Type referentiegebouw	Forfaitair verbruik in de MPG			Huidige MPG	Stijging MPG-waarde		
	Netstroom (kWh)	warmte (MJ)	gas (m3)		Grijs	Hernieuwbaar	Mix grijs/hernieuwbaar Elektriciteit
1.01 Woning, tussen, small (hellend dak) - electric	1614,1			0,49	- 3,4%	12%	0,8%
1.02 Woning, tussen, small (hellend dak) - warmte		14202		0,57	0,2%	1,1%	
1.03 Woning, tussen, small (hellend dak) - gas			496	0,7	- 4,2%		
8.01 Kantoorgebouw M - electric	41475			0,91	- 1,4%	4,9%	0,3%
8.02 Kantoorgebouw M - warmte	13848,9	183157		0,96	- 0,7%	1,5%	0,1%
8.03 Kantoorgebouw M - gas	33370		8844	0,99	- 2,2%		-1,3%

5 Aanbevelingen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de aanbevelingen en aandachtspunten vanuit het onderzoek opgenomen. Deze zijn tot stand gekomen uit enerzijds input (vragen & aandachtspunten) van de klankbordgroep en anderzijds aandachtspunten vanuit de onderzoekers.

Achtereenvolgens zijn de volgende aanbevelingen en aandachtspunten opgenomen.

- Per productkaart waarbij voorstellen zijn opgenomen voor vervolgonderzoek ingeval verdere detaillering van de productkaarten in de toekomst gewenst is.
- Voor het beheer van de productkaarten en tot slot aanbevelingen voor implementatie van de productkaarten.

1.2 Aanbevelingen en aandachtspunten productkaarten

5.2.1 Aardgas

Verbranding van aardgas vormt de dominante bijdrage binnen het milieuprofiel van deze energiedrager. Dit is gemodelleerd met een achtergrondmodel uit Ecoinvent voor verbranding van aardgas in een boiler van > 100 kW. Dit is het kleinste type dat geselecteerd kan worden in Ecoinvent en het meest realistische achtergrondmodel voor verbranding in relatief kleine installaties die veel worden toegepast in de gebouwde omgeving.

Aanbeveling 1

In vervolgonderzoek moet verder worden uitgezocht in hoeverre dit achtergrondmodel werkelijk representatief is voor verbranding van aardgas in de gebouwde omgeving, in hoeverre dit verschilt van verbranding bij grootschaligere (industriële of GWW) toepassingen en in hoeverre het model dus representatief is voor beide situaties.

Daarnaast is de import van gasvormig aardgas uit Rusland de dominante factor in de productiefase (A1-A3).

Aandachtspunt 1

Bij verandering in de productiemix (bijvoorbeeld groter of kleiner aandeel invoer LNG) moet de kaart mogelijk worden aangepast. Dit kan echter niet in alle gevallen op basis van CBS-gegevens (herkomst gas uit pijpleidingen niet precies bekend), maar zal bijvoorbeeld op basis van expertkennis moeten worden bepaald.

5.2.2 Elektriciteit

Nederlandse mix: voor gebruiksgemak van de productkaarten elektriciteit kan overwogen worden om een productkaart samen te stellen van de gemiddelde Nederlandse productiemix. Op basis van de huidige productiemix zou deze kaart bestaan uit 73% grijze elektriciteit en 27% hernieuwbare elektriciteit.

Aandachtspunt 2

Het risico van een gecombineerde productkaart is dat deze snel gekozen wordt wanneer de herkomst van de elektriciteit niet bekend is. Dit kan niet wenselijk zijn. Het publiceren van de jaarlijkse juiste mix is een alternatief dat dat risico niet heeft.

Wind op land: in deze studie is windenergie van windturbines op land gemodelleerd als onshore turbines van 1-3 MW. In werkelijkheid heeft een deel van de landelijke windturbines een vermogen van onder de 1 MW of boven de 3 MW.

Aandachtspunt 3

Met behulp van Windstat kan deze verdeling nauwkeuriger worden bepaald. Dit kan onderzocht worden voor een losstaande energiekaart voor wind op land.

Wind op zee: in deze studie is windenergie van offshore windturbines gemodelleerd naar offshore windturbines van 1-3 MW. Zoals paragraaf 3.4.2. laat zien hebben offshore turbines een gemiddeld vermogen van 5,15 MW.

Aanbeveling 2

Een losstaande wind op zee LCA-studie is nodig om de milieupact van elektriciteit uit wind op zee beter in kaart te brengen.

Biomassa: in deze studie is biomassa gemodelleerd als elektriciteitsopwekking met WKK uit hout snippers. In werkelijkheid zal biomassa verder op te splitsen zijn.

Aandachtspunt 4

Dit kan verder onderzocht worden in een vervolgstudie.

Einde leven elektriciteit hernieuwbaar: in deze studie zijn eindelevensscenario's meegenomen voor het bepalen van de module D van de kapitaalgoederen van hernieuwbare elektriciteit. In de achtergrondprocessen van Ecoinvent is de afvalverwerking (C1-C4) al opgenomen. Deze zijn niet aangepast. Vanuit de Ecoinvent achtergrondkaarten zijn de keuzes en de gebruikte eindelevensscenario's niet direct duidelijk.

Aanbeveling 3

Voor specifieke productkaarten per bron van energiedragers van hernieuwbare elektriciteit moet het eindelevensscenario en de verwerkingsfase verder worden onderzocht.

5.2.3 Warmte

Bij warmtelevering, hoge temperatuur, grijs is productie via hulpketels aardgas en kolencentrales beide van grote invloed op het resultaat. Hierbij zijn in de analyse van de productkaarten conservatieve aannames gemaakt voor het aandeel van beide binnen de productiemix van warmte. Bij toekomstige updates moet geprobeerd worden om het aandeel van beide goed in kaart te brengen. Verder is bij warmteproductie uit bio-energie (warmtelevering HT, hernieuwbaar) de verhouding van warmte uit biomassa en biogas niet bekend.

Aandachtspunt 5

Bij vervolgonderzoek kan dit ook meer aandacht krijgen.

Voor lage temperatuurverwarming is een configuratie opgesteld op basis van zeer beperkte beschikbaarheid van informatie en achtergrondmodellen. Bij een herziening van de productkaarten moet onderzocht worden of er meer informatie beschikbaar is op het gebied van configuraties van LT warmtenetten en/of er in Ecoinvent betere achtergrondmodellen beschikbaar zijn.

5.3 Aanbevelingen beheer productkaarten

De productkaarten zijn met actuele en recente databronnen (voorgroonddata) opgesteld, beschouwd vanuit datakwaliteit is een geldigheid van 5 jaar realistisch. Voor de kaarten van de lage temperatuur warmtenetten merken wij wel op dat er weinig data beschikbaar was om de kaarten op de baseren. Daarnaast heeft de productiemix van zowel grijze als hernieuwbare elektriciteit en die van aardgas invloed op de milieu-impact.

Aandachtspunt 6

Om deze invloeden te bewaken is de aanbeveling om een jaarlijkse beschouwing van deze veranderingen te doen. Deze mogelijke invloeden zijn overigens niet relevant voor de productkaarten materialisatie externe levering.

De keuze voor een energiedrager is enerzijds niet altijd vrij voor de gebruiker en anderzijds wordt de keuze voor het type energie (grijs of hernieuwbaar) pas in de gebruiksfase en niet de ontwerpfase gemaakt. Voor de productkaarten materialisatie externe levering is eerder vastgesteld dat deze om reden van het ontbreken van ontwerpinvloed geen rekentoeslag van 30% krijgen.

Aanbeveling 4

Wij adviseren om geen rekentoeslag op de productkaarten voor externe levering te handhaven. De productkaarten voor energiedragers worden gebruikt in een vrijwillige berekening van een energie inclusieve MPG (MEPG) of MKI (MEKI). Wij adviseren om deze productkaarten eveneens zonder 30% rekentoeslag te gebruiken omwille van eveneens het ontbreken van ontwerpinvloed. De hoeveelheid energiedragers is uiteraard wel een ontwerpinvloed.

Op basis van beide voorgaande aanbevelingen stellen wij de volgende beheerprocedure voor;

1. De productkaarten zijn na invoer 5 jaar geldig, hierna worden nieuwe productkaarten opgesteld
2. Jaarlijks in maart, startend in 2023, worden de productiecijfers van de energiedragers vergeleken met de referentie in de productkaarten.
3. In geval van een verwachte afwijking van de MKI van > 30% wordt de productkaart herzien met de berekende profielen uit de referentie in de productkaarten.
4. De aankondiging van wijziging wordt uiterlijk 1 april van dat jaar gedaan door de NMD aan de rekeninstrumenten, LCA uitvoerders en op de website van de NMD.
5. Gewijzigde productkaarten worden ter controle voorgelegd aan de TIC en per 1 juli van dat jaar beschikbaar gesteld.

5.4 Aanbevelingen implementatie productkaarten

Met deze aanbevelingen sluiten we aan bij de 3 beoogde toepassingen zoals in de inleiding, zie toepassingsbereik, opgenomen.

Met de productkaarten voor energiedragers kan in combinatie met een MPG berekening de fase B6 op gebouwniveau worden berekend. Hiermee wordt de milieu-impact berekend overeenkomstig de EN 15978. Deze energie inclusieve MPG (MEPG), wordt uitgedrukt in een éénpuntscore per m² per jaar.

Aanbeveling 5

Wij adviseren om de samenvoeging van de berekening van de MPG en de éénpuntscore van de use stage energy (B6) en op basis daarvan de GWP-use stage energy, in een afzonderlijk hoofdstuk toe te voegen aan de bepalingsmethode milieuprestatie bouwwerken. Hierbij adviseren wij tevens om een duidelijke koppeling met de EN 15978 te maken en de samenhang met de NTA 8800 toe te lichten.

Aanbeveling 6

Wij adviseren om de berekening van de MEPG, uitgedrukt per m² per jaar, en op basis daarvan de MEPG_GWP in instrumenten voor de berekening van de milieuprestatie op te laten nemen.

Aanbeveling 7

Wij adviseren om alle referentiegebouwen ook te voorzien van een MEPG waarde en een onderzoek te doen naar de MEPG waarde van bestaande gebouwen en de toekomstige MPG voor renovatie zodat een goede integrale afweging gemaakt kan worden.

Aanbeveling 8

Wij adviseren om na invoer van de productkaarten voor de 'materialisatie externe levering' op basis van deze studie de oude te laten vervallen. Deze nieuwe productkaarten zijn 5 jaar geldig. De procedure voor beheer is niet van toepassing op het aandeel externe levering zoals toegelicht. Uit de impactanalyse blijkt dat er geen bezwaren zijn om deze update onmiddellijk door te voeren. Wel

adviseren wij om de berekening ook nog te herhalen zodra de update van de referentiegebouwen in het eigen rekeninstrument van de NMD gereed is begin volgend jaar.

Voor de implementatie van de resultaten van de energiedragers als basisprofielen zullen wij naast de invoer als productkaart ook een export als basisprofiel aanleveren. Wij adviseren om daarmee de bestaande basisprofielen voor energiedragers te vervangen en deze update direct beschikbaar te stellen aan de licentiehouders op de basisprofielen database.

6. Referenties

NEN-EN-ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006

NEN-EN-ISO 14044 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006

NEN-EN 15804+A2:2019 Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, december 2019

Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' versie 1.0, juli 2020, inclusief wijzigingsbladen d.d. oktober 2020, februari 2021 en oktober 2021.

Processendatabase (Nationale Milieu Database): NMD versie 3.3

EcoInvent Database versie 3.6

Bijlagen

Bijlage I LCI tabellen

I.1 LCI Aardgas

Aardgas, verbrand, bij consument, per m ³						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1-A3	Import (Rusland)	Natural gas, high pressure (NL) natural gas, high pressure, import from RU Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	5,96E-01	m3	Aanname: import geheel uit Rusland
A1-A3	Import LNG	Natural gas, liquefied (GLO) market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	1,14E-01	m3	Beschrijving model: The process is normalized on te gaseous form of gas
A1-A3	Productie NL op land	Natural gas, high pressure (NL) petroleum and gas production, on-shore Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	2,08E-01	m3	
A1-A3	Productie NL op zee	Natural gas, high pressure (NL) petroleum and gas production, off-shore Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	8,10E-02	m3	
A1-A3	Verwijdering infrastructuur					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Transport eindeleven centrale	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified (GLO) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,53E-04	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A1-A3	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,20E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed (RER) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,97E-03	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - staal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,20E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Transport aardgas	Verliezen				10,5% verlies bij hoge druk, 1,0% bij lage druk evenredig over alle bronnen
A4	Transport (hoge druk, binnen NL)	_kopie - Natural gas, high pressure (NL) market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,00E+00	m3	Gasproductie voor verliezen op 0, aangepast naar bovenstaande
A4	Transport (lage druk, binnen NL)	_kopie - Natural gas, low pressure (RoW) market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,00E+00	m3	Gasproductie voor verliezen op 0, aangepast naar bovenstaande
A4	Verwijdering pijpleiding					Buiten beschouwing gelaten
A4	Transport eindelevensfase	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified (GLO) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,015E-04	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Stort - gietijzer	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,267E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Stort - betonstaal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,269E-05	kg	Standaard eindeleven centrale -

		treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)				afvalscenario - metalen, overig
A4	Stort - koper	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,871E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - gietijzer	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,680E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - betonstaal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,684E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - koper	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	5,169E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - gietijzer	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,267E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - betonstaal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,269E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - koper	0307-avC&Verbranden koperschroot (o.b.v. Scrap copper {RoW}) treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,871E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6		kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
				3,00E-03		
D	Recycling	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6		kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
				4,38E-04		
D	Recycling	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6		kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
				5,14E-04		
D	Recycling	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER}) production, primary Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6		kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
				3,50E-05		

Tabel I.1: Decompositie Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Grijs, per MJ

I.2 LCI Elektriciteit grijs

Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Database /bron	Hoeveelheid	Eenh eid	Uitgangspunten
A1-A3	Elektriciteit uit aardgas, traditioneel	Electricity, high voltage (NL) electricity production, natural gas, conventional power plant Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,004	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit aardgas met WKK	Electricity, high voltage (NL) heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,218	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit aardgas STEG	Electricity, high voltage (NL) electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,337	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteti uit aardgas STEG met WKK	Electricity, high voltage (NL) heat and power co-generation, natural gas, combined cycle power plant, 400MW electrical Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,254	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit kolen	Electricity, high voltage (NL) electricity production, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,079	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit kolen met WKK	Electricity, high voltage (NL) heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	0,031	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit olie	Electricity, high voltage (NL) electricity production, oil Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	0,015	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit uit nucleaire energie	Electricity, high voltage (NL) electricity production, nuclear, pressure water reactor Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	0,044	kWh	High voltage
A1-A3	Elektriciteit, overig niet hernieuwbaar	Electricity, high voltage (NL) electricity production, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	0,019	kWh	Conservatief gekozen voor elektriciteit uit kolen.
A1-A3	Emissies naar de lucht	Dinitrogen monoxide	NMD 3.4 / EI 3.6	5,00E-06	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke Ecoinventproductkaart
A1-A3	Emissies naar de lucht	Ozone	NMD 3.4 / EI 3.6	4,15E-06	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit (NL) Ecoinventproductkaart
A1-A3	Verwijdering elektriciteitscentrale					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Transport eindeleven centrale	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified (GLO) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	9,38E-06	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A1-A3	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete (Europe without Switzerland) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,81E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Stort - betonstaal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	6,12E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Stort - RVS	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet (CH) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,25E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,79E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton

A1-A3	Recycling - betonstaal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,10E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - RVS	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,25E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - betonstaal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	6,12E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - RVS	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,25E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Transport elektriciteit en conversie high voltage naar low voltage					4,8% conversie en transport verlies, evenredig over alle A1-A3 bronnen
A4	Transmissienetwerk, long distance	Transmission network, long-distance {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	6,32E-10	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, high voltage	Transmission network, electricity, high voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,93E-09	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, medium voltage	Transmission network, electricity, medium voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-08	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, low voltage	Distribution network, electricity, low voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	4,86E-08	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Sulfur Hexafluoride	Sulfur hexafluoride, liquid {RER} market for sulfur hexafluoride, liquid Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,19E-07	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit (NL) Ecoinventproductkaart (low voltage & medium voltage)
A4	Emissies naar de lucht	Sulfur hexafluoride	NMD 3.4 / EI 3.6	1,19E-07	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit (NL) Ecoinventproductkaart (low voltage & medium voltage)
A4	Verwijdering transmissienetwerk					Buiten beschouwing gelaten
A4	Eindeleven transmissienetwerk transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	9,86E-05	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Recycling - Aluminium	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,36E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW
A4	AVI - Aluminium	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,30E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW
A4	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,35E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton

A4	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,34E-03	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton
A4	Stort - koper	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,39E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	AVI - koper	0307-avC&Verbranden koperschroot (o.b.v. Scrap copper {RoW}) treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	6,95E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	Recycling - koper	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,18E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,27E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
A4	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,41E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
A4	Stort - lood	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	9,79E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
A4	Recycling - lood	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,86E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
A4	stort - gravel	0247-sto&Stort inert afval (o.b.v. Inert waste, for final disposal {RoW}) treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U) fijn-/grofkeramisch, grind, kalkzandsteen, schelpen, zand	NMD 3.4 / EI 3.6	2,25E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
A4	Recycling - gravel	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,23E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
A4	AVI - PVC	0265-avC&Verbranden PVC (21,51 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyvinylchloride {CH}) treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,99E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling - PVC	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,32E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	AVI - PE	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,36E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling PE	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,84E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - aluminium - netwerk	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	NMD 3.4 / EI 3.6	5,58E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW

		alloy {RER} treatment of aluminium scrap, post-consumer, prepared for recycling, at refiner Cut-off, U)				
D	Recycling - beton - netwerk	0280-reD&Module D, zand (o.b.v. Sand {RoW}) gravel and quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,34E-03	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton
D	Recycling - koper - netwerk	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER}) production, primary Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,78E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
D	Recycling - staal - netwerk	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,87E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
D	Recycling - lood - netwerk	0281-reD&Module D, lood, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Lead {GLO}) primary lead production from concentrate Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,82E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
D	Recycling - gravel - netwerk	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,23E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
D	Recycling - PVC - netwerk	0279-reD&Module D, PVC, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyvinylchloride, suspension polymerised {RER}) polyvinylchloride production, suspension polymerisation Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,35E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - PE - netwerk	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate {RER}) production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,4675E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Energieterugwinning - PVC & PE - netwerk	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.4 / EI 3.6	0,000829024	MJ	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - beton - Elektriciteitscentrale	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,53E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
D	Recycling - betonstaal - Elektriciteitscentrale	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,51E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - RVS - Elektriciteitscentrale	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,39E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig

Tabel I.2: Decompositie elektriciteit, grijs, bij consument, per kWh

I.3 LCI elektriciteit hernieuwbaar

Electriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Database /bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1-A3	Hernieuwbaar - zon	Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,260	kWh	Low voltage, conversieverlies wordt gelijkgesteld met de andere elektriciteitsbronnen. Opgenomen in A4.
A1-A3	Hernieuwbaar - biomassa	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,250	kWh	High voltage
A1-A3	Hernieuwbaar - wind op zee	Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,170	kWh	High voltage
A1-A3	Hernieuwbaar - wind op land	Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,310	kWh	High voltage
A1-A3	Hernieuwbaar - overig	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	0,010	kWh	Conservatief gemodelleerd als biogas
A1-A3	Emissies naar de lucht	Dinitrogen monoxide	NMD 3.4 / EI 3.6	5,00E-06	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke Ecoinventproductkaart
A1-A3	Emissies naar de lucht	Ozone	NMD 3.4 / EI 3.6	4,15E-06	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit {NL} Ecoinventproductkaart
A1-A3	Verwijdering productiemiddelen					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Einde leven verwerking productiemiddelen					Einde leven is deel van de Ecoinvent achtergrondprocessen
A4	Transport elektriciteit en conversie high voltage naar low voltage					4,8% conversie en transport verlies, evenredig over alle A1-A3 bronnen
A4	Transmissienetwerk, long distance	Transmission network, long-distance {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	6,32E-10	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, high voltage	Transmission network, electricity, high voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,93E-09	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, medium voltage	Transmission network, electricity, medium voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-08	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Transmissienetwerk, low voltage	Distribution network, electricity, low voltage {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	4,86E-08	km	Materialisatie elektriciteitsnet per kWh + 4,8% verlies
A4	Sulfur Hexafluoride	Sulfur hexafluoride, liquid {RER} market for sulfur hexafluoride, liquid Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,19E-07	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit {NL} Ecoinventproductkaart (low voltage & medium voltage)
A4	Emissies naar de lucht	Sulfur hexafluoride	NMD 3.4 / EI 3.6	1,19E-07	kg	Hetzelfde gelaten als in de oorspronkelijke elektriciteit {NL} Ecoinventproductkaart (low voltage & medium voltage)
A4	Verwijdering transmissienetwerk					Buiten beschouwing gelaten

A4	Eindeleven transmissienetwerk transport	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	9,86E-05	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Recycling - Aluminium	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,36E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW
A4	AVI - Aluminium	0255-avC&Verbranden aluminium (o.b.v. Scrap aluminium {Europe without Switzerland}) treatment of scrap aluminium, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,30E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW
A4	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,35E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton
A4	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRP)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,34E-03	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton
A4	Stort - koper	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,39E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	AVI - koper	0307-avC&Verbranden koperschroot (o.b.v. Scrap copper {RoW}) treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	6,95E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	Recycling - koper	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,18E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
A4	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,27E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
A4	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,41E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
A4	Stort - lood	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	9,79E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
A4	Recycling - lood	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,86E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
A4	stort - gravel	0247-sto&Stort inert afval (o.b.v. Inert waste, for final disposal {RoW}) treatment of inert waste, inert material landfill Cut-off, U) fijn-/grofkeramisch, grind, kalkzandsteen, schelpen, zand	NMD 3.4 / EI 3.6	2,25E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
A4	Recycling - gravel	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRP)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,23E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
A4	AVI - PVC	0265-avC&Verbranden PVC (21,51 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyvinylchloride {CH}) treatment of, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,99E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling - PVC	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for	NMD 3.4 / EI 3.6	3,32E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig

		recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)				
A4	AVI - PE	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,36E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling PE	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,84E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - aluminium - netwerk	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)	NMD 3.4 / EI 3.6	5,58E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - aluminium, uit GWW
D	Recycling - beton - netwerk	0280-reD&Module D, zand (o.b.v. Sand {RoW}) gravel and quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,34E-03	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - beton
D	Recycling - koper - netwerk	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER}) production, primary Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,78E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - koper
D	Recycling - staal - netwerk	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,87E-04	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - staal, zink / verzinkt staal
D	Recycling - lood - netwerk	0281-reD&Module D, lood, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Lead {GLO}) primary lead production from concentrate Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,82E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - lood
D	Recycling - gravel - netwerk	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,23E-05	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - steenachtig, overig
D	Recycling - PVC - netwerk	0279-reD&Module D, PVC, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyvinylchloride, suspension polymerised {RER}) polyvinylchloride production, suspension polymerisation Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,35E-06	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - PE - netwerk	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate {RER}) production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,4675E-07	kg	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Energieterugwinning - PVC & PE - netwerk	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.4 / EI 3.6	0,000829024	MJ	Standaard eindeleven netwerk - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling PV mounting system	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		3,93E-04	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.

		{RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				
D	Recycling PV mounting system	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)		5,54E-05	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.
D	Recycling Windturbine	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)		1,06E-03	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.
D	Recycling Windturbine	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)		1,64E-06	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.
D	Recycling Windturbine	0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Copper {RER} production, primary Cut-off, U)		1,05E-05	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.
D	Recycling biomassa centrale	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW} gravel and sand quarry operation Cut-off, U)		2,05E-07	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.
D	Recycling biomassa centrale	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)		1,02E-06	kg	Standaard eindeleven afvalscenario, metalen overig. Gecorrigeerd voor forfaitaire secundaire input.

Tabel I.3: Decompositie elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh

I.4 LCI warmtelevering hoge temperatuur

Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Grijs, per MJ						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieu profiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1-A3	Warmte uit elektriciteitscentrale gas	Heat, district or industrial, natural gas {NL} heat and power co-generation, natural gas, combined cycle power plant, 400MW electrical Cut-off, U	NMD 3.4 / E13.6	5,53E-01	MJ	
A1-A3	Warmte uit elektriciteitscentrale kolen	Heat, district or industrial, other than natural gas {NL} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / E13.6	1,84E-01	MJ	
A1-A3	Warmte uit hulpketels gas	Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	NMD 3.4 / E13.6	1,50E-01	MJ	4 vergelijkbare achtergrondmodellen, dit type boiler heeft hoogste MKI

A1-A3	Warmte uit AVI	_kopie voor AVI - Heat, district or industrial, other than natural gas {NL} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	1,12E-01	MJ	Proxy voor energiecentrale AVI. Alleen infrastructuur meegenomen, geen emissies/input brandstoffen.
A1-A3	Verwijdering centrale					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Transport eindeleven centrale	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	4,26E-07	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A1-A3	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,20E-09	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Stort - betonstaal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Stort - RVS	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces)	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Recycling - betonstaal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	5,00E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - RVS	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,02E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - betonstaal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - RVS	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Transport warmte	Warmteverlies				26,5% verlies, evenredig over alle bronnen
A4	HDPE, buis	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-05	kg	
A4	PU isolatie	0460-fab&PUR, flexibel schuim (o.b.v. Polyurethane, flexible foam {RER}) market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22E-05	kg	
A4	Staal, buis	0318-fab&Staal, warmgewalst, buis - en kokerprofielen {GLO} (86,6% primair, 13,4% secundair)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,52E-04	kg	
A4	Aanleg warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	

A4	Elektriciteit voor transport	Nieuwe productkaart elektriciteit, grijs	NMD 3.4 / EI 3.6	0,00278	kWh	Aangepast naar nieuwe productkaart elektriciteit
A4	Verwijdering warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine (GLO) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	Gelijk aan plaatsing
A4	Transport eindelevensfase	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified (GLO) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,38312E-05	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - HDPE	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted (Europe without Switzerland) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,32676E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed (RER) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	0,000136754	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - HDPE	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene (RoW) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,09409E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	AVI - PU	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22446E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - Polyurethaan (via restmateriaal)
A4	AVI - staal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - beton	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round (RoW) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
D	Recycling - betonstaal	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed (RER&RoW) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed (RER&RoW) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,34E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - RVS	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed (RER&RoW) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed (RER&RoW) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,04E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - HDPE	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate (RER) production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig

D	Recycling - staal, buis	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,16E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	energieterugwinning - HDPE & PU	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,24E-03	MJ	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario's kunststoffen, overig & Polyurethaan (via restmateriaal)

Tabel I.4: Decompositie Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Grijs, per MJ

Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Hernieuwbaar, per MJ						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieuprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1-A3	Warmte uit elektriciteitscentrale gas	Heat, district or industrial, other than natural gas (NL) heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	2,90E-01	MJ	
A1-A3	Warmte uit elektriciteitscentrale kolen	Heat, central or small-scale, other than natural gas (NL) heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	2,90E-01	MJ	
A1-A3	Warmte uit hulpketels gas	Heat, district or industrial, natural gas (Europe without Switzerland) heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	1,50E-01	MJ	4 vergelijkbare achtergrondmodellen, dit type boiler heeft hoogste MKI
A1-A3	Warmte uit AVI	_kopie voor AVI - Heat, district or industrial, other than natural gas (NL) heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	2,70E-01	MJ	Proxy voor energiecentrale AVI. Alleen infrastructuur meegenomen, geen emissies/input brandstoffen.
A1-A3	Verwijdering centrale					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Transport eindeleven centrale	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified (GLO)) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	4,26E-07	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A1-A3	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete (Europe without Switzerland)) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	8,20E-09	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Stort - betonstaal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland)) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Stort - RVS	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet (CH)) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Recycling - betonstaal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed (RER)) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	5,00E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - RVS	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed (RER)) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,02E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - betonstaal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland)) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - RVS	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel (Europe without Switzerland)) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Transport warmte	Warmteverlies				26,5% verlies, evenredig over alle bronnen

A4	HDPE, buis	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-05	kg	
A4	PU isolatie	0460-fab&PUR, flexibel schuim (o.b.v. Polyurethane, flexible foam {RER}) market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22E-05	kg	
A4	Staal, buis	0318-fab&Staal, warmgewalst, buis- en kokerprofielen {GLO} (86,6% primair, 13,4% secundair)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,52E-04	kg	
A4	Aanleg warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	
A4	Elektriciteit voor transport	Nieuwe productkaart elektriciteit, hernieuwbaar	NMD 3.4 / EI 3.6	0,00278	kWh	Aangepast naar nieuwe productkaart elektriciteit
A4	Verwijdering warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	Gelijk aan plaatsing
A4	Transport eindelevensfase	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,38312E-05	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - HDPE	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,32676E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	0,000136754	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - HDPE	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,09409E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	AVI - PU	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22446E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - Polyurethaan (via restmateriaal)
A4	AVI - staal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - beton	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
D	Recycling - betonstaal	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-	NMD 3.4 / EI 3.6	3,34E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig

		alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				
D	Recycling - RVS	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,04E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - HDPE	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - staal, buis	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,16E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	energieterugwinning - HDPE & PU	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,24E-03	MJ	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario's kunststoffen, overig & Polyurethaan (via restmateriaal)

Tabel I.5: Decompositie Warmtelevering, stadswarmte, Hoge temperatuur, Hernieuwbaar, per MJ

I.5 LCI warmtelevering lage temperatuur

Warmtelevering, stadswarmte, Lage temperatuur, per MJ						
Fase	Materiaal c.q. proces	Milieuoprofiel	Database/Bron	Hoeveelheid	Eenheid	Uitgangspunten
A1-A3	Warmte uit zonthermie	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} operation, solar collector system, Cu flat plate collector, multiple dwelling, for hot water Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	5,00E-01	MJ	
A1-A3	Warmte uit collectieve warmtepomp	_kopie NL elektriciteit_Heat, central or small-scale, other than natural gas {Europe without Switzerland} heat production, at heat pump 30kW, allocation exergy Cut-off, U	NMD 3.4 / EI3.6	5,00E-01	MJ	Kopie model, met Nederlandse elektriciteitsmix grijs en hernieuwbaar
A1-A3	Verwijdering centrale					Buiten beschouwing gelaten
A1-A3	Transport eindeleven centrale	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	4,26E-07	tkm	Afaltransport, forfaitaire afstanden
A1-A3	Stort - beton	0240-sto&Stort beton, cellenbeton (o.b.v. Waste concrete {Europe without Switzerland}) treatment of waste concrete, inert material landfill Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	8,20E-09	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Stort - betonstaal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Stort - RVS	0248-sto&Stort koper, lood, verzinkt staal, zink (o.b.v. Scrap tin sheet {CH}) treatment of, sanitary landfill Cut-off, U, bij gebrek aan passender proces	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - beton	0270-reC&Breken, per kg steenachtig (o.b.v. SBK Breken steenachtig MRPI)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
A1-A3	Recycling - betonstaal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	5,00E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	Recycling - RVS	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	1,02E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - betonstaal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,78E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A1-A3	AVI - RVS	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	5,68E-08	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Transport warmte	Warmteverlies				11,4% verlies, evenredig over alle bronnen
A4	HDPE, buis	0185-fab&Polyetheen, HDPE, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyethylene, high density, granulate {GLO}) market for Cut-off, U & Extrusion, plastic pipes {GLO} market for Cut-off, U	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-05	kg	

A4	PU isolatie	0460-fab&PUR, flexibel schuim (o.b.v. Polyurethane, flexible foam {RER}) market for polyurethane, flexible foam Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22E-05	kg	
A4	Staal, buis	0318-fab&Staal, warmgewalst, buis- en kokerprofielen (GLO) (86,6% primair, 13,4% secundair)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,52E-04	kg	
A4	Aanleg warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	
A4	Elektriciteit voor transport	Nieuwe productkaart grijs/hernieuwbaar	NMD 3.4 / EI 3.6	0,00278	kWh	Met Nederlandse elektriciteitsmix grijs en hernieuwbaar
A4	Verwijdering warmtenetwerk	0095-pro&Diesel, gasolie, gebruik, liter (o.b.v. 35,8 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}) processing Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,2268E-06	l	Gelijk aan plaatsing
A4	Transport eindelevensfase	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}) market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,38312E-05	tkm	Afvaltransport, forfaitaire afstanden
A4	Stort - staal	0253-sto&Stort staal (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, inert material landfill Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	Recycling - HDPE	0286-reC&verwerking kunststof voor recycling (o.b.v. Waste polyethylene, for recycling, sorted {Europe without Switzerland}) treatment of waste polyethylene, for recycling, unsorted, sorting Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,32676E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	Recycling - staal	0315-reC&Sorteren en persen oud ijzer (o.b.v. Iron scrap, sorted, pressed {RER}) sorting and pressing of iron scrap Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	0,000136754	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
A4	AVI - HDPE	0311-avC&Verbranden PE (42,47 MJ/kg) (o.b.v. Waste polyethylene {RoW}) treatment of waste polyethylene, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,09409E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
A4	AVI - PU	0264-avC&Verbranden kunststoffen (28,67 MJ/kg) (o.b.v. o.b.v. mix 21% PE, 21% PP, 20% PVC, 17% PS en 21% mixture)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,22446E-05	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - Polyurethaan (via restmateriaal)
A4	AVI - staal	0257-avC&Verbranden staalschroot (o.b.v. Scrap steel {Europe without Switzerland}) treatment of scrap steel, municipal incineration Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	7,59744E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - beton	0271-reD&Module D, grind, per kg NETTO geleverd granulaat/grind (vermeden: Gravel, round {RoW}) gravel and sand quarry operation Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	8,12E-07	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - beton
D	Recycling - betonstaal	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	3,34E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - RVS	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv	NMD 3.4 / EI 3.6	7,04E-07	kg	Standaard eindeleven centrale -

		Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)				afvalscenario - metalen, overig
D	Recycling - HDPE	0278-reD&Module D, PE, per kg NETTO geleverd (o.b.v. vermeden Polyethylene, high density, granulate {RER}) production Cut-off, U en kwaliteitsfactor 0,67)	NMD 3.4 / EI 3.6	2,33E-06	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - kunststoffen, overig
D	Recycling - staal, buis	0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,16E-04	kg	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario - metalen, overig
D	energieterugwinning - HDPE & PU	0267-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. FOSSIELE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)	NMD 3.4 / EI 3.6	1,24E-03	MJ	Standaard eindeleven centrale - afvalscenario's kunststoffen, overig & Polyurethaan (via restmateriaal)

Tabel I.6: Decompositie Warmtelevering, stadswarmte, lage temperatuur, per MJ

Bijlage II Gekarakteriseerde resultaten per product

II.1 Resultaten aardgas

		Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3	Materialisatie						
			Totaal	Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3 - EL	Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3 (A1-A3)	Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3 (A4)	Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3 (B)	Aardgas, verbrand, bij consumpt, per m3 (B)	
Indicatoren Set 1									
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	9,61E-07	7,69E-07	4,72E-07	5,35E-07	0,00E+00	-4,65E-07		
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	2,46E-02	1,53E-04	2,16E-02	3,03E-03	0,00E+00	-3,27E-02		
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	2,80E+00	2,06E-02	5,60E-01	2,67E-01	1,98E+00	-5,30E+00		
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	4,87E-07	2,18E-09	4,08E-07	7,88E-08	0,00E+00	-1,87E-07		
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	8,01E-04	1,90E-05	5,58E-04	1,98E-04	5,70E-05	-1,15E-04		
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	2,87E-03	1,28E-04	2,22E-03	3,79E-04	2,87E-04	-1,99E-03		
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	2,54E-04	2,04E-05	1,51E-04	3,24E-05	7,34E-05	-2,28E-04		
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	1,94E-01	2,66E-02	7,44E-02	2,50E-02	9,78E-02	-3,62E-01		
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,64E-02	5,83E-04	1,42E-02	2,12E-03	5,14E-05	2,73E-02		
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	5,89E+01	1,82E+00	5,15E+01	7,46E+00	1,80E-03	-1,68E+01		
014. Ecotoxicity, terrestic (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	7,40E-04	5,00E-04	2,81E-04	1,53E-04	3,33E-05	2,73E-04		
Indicatoren Set 2									
051. Climate change	kg CO2 eq.	2,90E+00	2,07E-02	6,16E-01	3,13E-01	1,98E+00	-5,62E+00		
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	2,90E+00	2,10E-02	6,15E-01	3,13E-01	1,98E+00	-5,68E+00		
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	4,89E-04	-2,78E-04	6,92E-04	-2,61E-04	0,00E+00	5,84E-04		
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	1,04E-04	6,28E-05	6,75E-05	3,27E-05	0,00E+00	4,09E-05		
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	5,54E-07	2,59E-09	4,65E-07	8,97E-08	0,00E+00	-1,42E-07		
056. Acidification	mol H+ eq.	3,48E-03	1,62E-04	2,63E-03	4,55E-04	4,16E-04	-2,43E-03		
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	2,60E-06	1,05E-06	1,85E-06	9,70E-07	0,00E+00	-2,19E-06		
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	6,92E-04	4,28E-05	4,09E-04	8,12E-05	2,05E-04	-4,26E-04		
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	7,56E-03	4,69E-04	4,47E-03	8,94E-04	2,25E-03	-5,06E-03		
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	3,29E-03	1,43E-04	2,13E-03	5,66E-04	6,24E-04	-3,28E-03		
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	9,61E-07	7,69E-07	4,72E-07	5,35E-07	0,00E+00	-4,65E-07		
062. Resource use, fossils	MJ	4,55E+01	3,00E-01	3,99E+01	5,60E+00	0,00E+00	-4,00E+01		
063. Water use	m3 depriv.	1,75E-02	1,15E-02	1,06E-02	8,06E-03	0,00E+00	-1,12E-02		
064. Particulate matter	disease inc.	9,29E-09	2,35E-09	5,91E-09	1,88E-09	1,84E-09	-3,34E-09		
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	2,99E-03	9,93E-04	2,15E-03	7,47E-04	0,00E+00	9,25E-03		
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	6,55E+00	8,98E-01	5,53E+00	1,25E+00	1,74E-03	-2,34E+00		
067. Human toxicity, cancer	CTUh	2,52E-10	9,31E-11	1,04E-10	5,16E-11	9,77E-11	-1,72E-10		
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,51E-09	2,37E-09	2,46E-09	1,13E-09	9,11E-10	1,02E-09		
069. Land use	Pt	9,79E-01	3,91E-01	6,84E-01	3,05E-01	0,00E+00	-9,44E-01		
Information over grondstofgebruik									
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	5,58E-02	2,08E-02	3,54E-02	1,95E-02	0,00E+00	8,96E-02		
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	5,58E-02	2,08E-02	3,54E-02	1,95E-02	0,00E+00	8,96E-02		
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	5,05E+01	3,19E-01	4,43E+01	6,20E+00	0,00E+00	-4,15E+01		
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,05E+01	3,19E-01	4,43E+01	6,20E+00	0,00E+00	-4,15E+01		
108. Secondary material (kg)	kg	2,19E-03	2,19E-03	1,41E-03	7,78E-04	0,00E+00	0,00E-03		
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	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	5,48E-04	3,05E-04	3,44E-04	2,25E-04	0,00E+00	-2,16E-04		
Information over afval									
106. Waste, hazardous (kg)	kg	7,25E-05	9,39E-07	6,40E-05	9,17E-06	0,00E+00	-6,75E-05		
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	2,40E-02	1,98E-02	1,57E-02	8,96E-03	0,00E+00	-5,96E-02		
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,35E-06	1,21E-06	2,40E-06	9,18E-07	0,00E+00	2,99E-06		
Information over outputstromen									
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		

121. Materials for recycling (kg)	kg	5,55E-03	5,55E-03	3,97E-03	1,59E-03	0,00E+00	0,00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00
Weging (1-punt score)							
Milieukostenindicator (MKI)	€	0,18	0,004	0,06	0,02	0,11	-0,

Tabel II.1: Gekarakteriseerde en gewogen resultaten, aardgas, verbrand, bij consument, per m³

II.2 Resultaten elektriciteit grijs

		Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh	Materialisatie			
			Totaal	externe levering	A1-A3	A4
Indicatoren Set 1						
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	6,60E-07	4,98E-07	2,15E-07	1,13E-06	-6,87E-07
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	4,54E-03	1,79E-05	4,31E-03	2,29E-04	-4,23E-06
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	5,09E-01	2,80E-03	4,81E-01	2,90E-02	-6,61E-04
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	4,58E-08	2,22E-10	4,34E-08	2,34E-09	-3,47E-11
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	7,33E-05	4,79E-06	6,67E-05	7,81E-06	-1,16E-06
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	6,35E-04	8,01E-05	5,41E-04	1,01E-04	-7,06E-06
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	1,08E-04	4,88E-06	9,98E-05	9,23E-06	-6,17E-07
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	4,19E-02	1,49E-02	2,89E-02	1,41E-02	-1,11E-03
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,05E-03	3,98E-04	6,53E-04	4,29E-04	-2,96E-05
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	4,15E+00	1,22E+00	2,92E+00	1,35E+00	-1,18E-01
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	2,23E-03	2,10E-03	1,33E-04	2,08E-03	1,73E-05
Indicatoren Set 2						
051. Climate change	kg CO2 eq.	5,16E-01	2,89E-03	4,87E-01	2,97E-02	-6,90E-04
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	5,17E-01	2,87E-03	4,88E-01	2,97E-02	-6,94E-04
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	-5,13E-04	1,23E-05	-4,96E-04	-2,14E-05	3,97E-06
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	2,57E-05	3,52E-06	2,22E-05	3,68E-06	-2,40E-07
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	4,93E-08	2,51E-10	4,68E-08	2,53E-09	-3,27E-11
056. Acidification	mol H+ eq.	8,03E-04	9,22E-05	6,93E-04	1,19E-04	-8,46E-06
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	9,53E-06	6,97E-07	8,50E-06	1,09E-06	-6,55E-08
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	2,06E-04	6,43E-06	1,92E-04	1,45E-05	-9,65E-07
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	2,32E-03	8,48E-05	2,16E-03	1,77E-04	-1,32E-05
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	6,55E-04	2,45E-05	6,09E-04	5,05E-05	-4,57E-06
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	6,60E-07	4,98E-07	2,15E-07	1,13E-06	-6,87E-07
062. Resource use, fossils	MJ	8,56E+00	3,19E-02	8,14E+00	4,30E-01	-6,38E-03
063. Water use	m3 depriv.	7,10E-02	8,81E-04	6,71E-02	4,24E-03	-3,01E-04
064. Particulate matter	disease inc.	2,26E-09	5,32E-10	1,81E-09	5,01E-10	-5,37E-11
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	1,25E-02	8,96E-05	1,19E-02	6,48E-04	-3,81E-06
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,68E+00	7,76E-01	2,86E+00	9,42E-01	-1,22E-01
067. Human toxicity, cancer	CTUh	7,05E-11	3,81E-11	3,61E-11	3,72E-11	-2,70E-12
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,22E-09	9,47E-10	1,31E-09	1,01E-09	-1,10E-10
069. Land use	Pt	3,60E-01	5,49E-02	3,14E-01	4,88E-02	-2,86E-03
Information over grondstofgebruik						
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	2,83E-02	5,65E-03	2,29E-02	5,98E-03	-6,20E-04
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,83E-02	5,65E-03	2,29E-02	5,98E-03	-6,20E-04
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	9,34E+00	3,40E-02	8,88E+00	4,68E-01	-6,75E-03
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	9,21E-04	9,21E-04	0,00E+00	9,21E-04	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	9,34E+00	3,49E-02	8,88E+00	4,69E-01	-6,75E-03
108. Secondary material (kg)	kg	1,61E-04	1,61E-04	4,34E-05	1,17E-04	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,35E-03	2,64E-05	2,22E-03	1,36E-04	-7,38E-06
Information over afval						
106. Waste, hazardous (kg)	kg	8,50E-06	1,97E-07	7,97E-06	5,38E-07	-7,32E-09
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,16E-03	3,08E-03	6,22E-03	3,10E-03	-1,65E-04
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,20E-05	1,00E-07	1,14E-05	6,28E-07	-7,82E-09
Information over outputstromen						
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	5,78E-04	5,78E-04	1,50E-04	4,28E-04	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,42E-05	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	1,49E-04	1,49E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,49E-04
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	2,57E-04	2,57E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,57E-04
Weging (1-punt score)						
Milieukostenindicator (MKI)	€	€	€	€	€	€ -
		0,0342	0,0021	0,0309	0,0035	0,00018

Tabel II.2: Elektriciteit, Grijs, bij consument, per kWh

II.3 Resultaten elektriciteit hernieuwbaar

		Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh	Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh, EL	Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh, A1- A3	Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh, A4	Elektriciteit, Hernieuwbaar, bij consument, per kWh, D
		Totaal	Externe levering	A1-A3	A4	D
Indicatoren Set 1						
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	6,29E-06	6,06E-06	5,37E-06	1,39E-06	-4,73E-07
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	3,23E-04	2,25E-04	3,17E-04	2,84E-05	-2,18E-05
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	5,51E-02	3,36E-02	5,12E-02	7,42E-03	-3,49E-03
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	8,08E-09	5,75E-09	7,67E-09	5,46E-10	-1,32E-10
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	8,36E-05	2,76E-05	8,07E-05	8,51E-06	-5,60E-06
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	6,27E-04	2,46E-04	5,46E-04	1,01E-04	-1,95E-05
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	1,50E-04	2,65E-05	1,40E-04	1,13E-05	-1,86E-06
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	8,26E-02	5,51E-02	6,98E-02	1,61E-02	-3,32E-03
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,55E-03	9,21E-04	1,12E-03	4,53E-04	-2,53E-05
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	3,96E+00	3,12E+00	2,79E+00	1,34E+00	-1,69E-01
014. Ecotoxicity, terrestric (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	2,54E-03	2,35E-03	3,33E-04	2,09E-03	1,11E-04
Indicatoren Set 2						
051. Climate change	kg CO2 eq.	6,64E-02	3,46E-02	6,17E-02	8,33E-03	-3,66E-03
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	5,53E-02	3,44E-02	5,12E-02	7,80E-03	-3,69E-03
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	1,09E-02	1,60E-04	1,03E-02	5,21E-04	2,92E-05
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	2,55E-04	5,99E-05	2,43E-04	1,48E-05	-2,73E-06
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	8,17E-09	5,26E-09	7,73E-09	5,62E-10	-1,19E-10
056. Acidification	mol H+ eq.	8,99E-04	2,93E-04	7,98E-04	1,25E-04	-2,35E-05
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	4,39E-06	2,66E-06	3,71E-06	8,49E-07	-1,74E-07
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	2,03E-04	4,00E-05	1,92E-04	1,45E-05	-3,43E-06
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	3,34E-03	4,50E-04	3,16E-03	2,27E-04	-4,17E-05
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	6,11E-04	1,43E-04	5,81E-04	4,91E-05	-1,92E-05
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	6,29E-06	6,06E-06	5,37E-06	1,39E-06	-4,73E-07
062. Resource use, fossils	MJ	6,15E-01	4,12E-01	5,94E-01	5,12E-02	-2,98E-02
063. Water use	m3 depriv.	2,90E-02	2,73E-02	2,75E-02	2,25E-03	-7,74E-04
064. Particulate matter	disease inc.	1,04E-08	2,53E-09	9,71E-09	8,97E-10	-2,50E-10
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	2,13E-03	1,28E-03	1,96E-03	1,50E-04	1,60E-05
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	7,32E+00	1,96E+00	6,43E+00	1,12E+00	-2,26E-01
067. Human toxicity, cancer	CTUh	1,66E-10	1,10E-10	1,29E-10	4,18E-11	-4,66E-12
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,13E-09	2,90E-09	3,77E-09	1,13E-09	2,26E-10
069. Land use	Pt	2,52E+01	4,14E+00	2,40E+01	1,24E+00	-7,58E-03
Information over grondstofgebruik						
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	7,48E+00	6,93E-02	7,12E+00	3,62E-01	-1,52E-03
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	7,48E+00	6,93E-02	7,12E+00	3,62E-01	-1,52E-03
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	6,56E-01	4,40E-01	6,33E-01	5,45E-02	-3,13E-02
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	9,21E-04	9,21E-04	0,00E+00	9,21E-04	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	6,57E-01	4,41E-01	6,33E-01	5,54E-02	-3,13E-02
108. Secondary material (kg)	kg	9,13E-04	9,13E-04	7,89E-04	1,24E-04	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	9,67E-04	9,17E-04	9,17E-04	7,01E-05	-2,05E-05
Information over afval						
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,02E-05	1,95E-05	1,89E-05	1,08E-06	2,18E-07
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	2,33E-02	1,63E-02	2,00E-02	3,80E-03	-5,64E-04
107. Waste, radioactive (kg)	kg	2,47E-06	1,16E-06	2,31E-06	1,73E-07	-1,20E-08
Information over outputstromen						
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	2,69E-03	2,69E-03	2,26E-03	4,28E-04	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,42E-05	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	1,49E-04	1,49E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,49E-04
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	2,57E-04	2,57E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,57E-04
Weging (1-punt score)						
Milieukostenindicator (MKI)	€	€ 0,0149	€ 0,0084	€ 0,0128	€ 0,0026	€ - 0,00059

Tabel II.3: Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh

II.4 Resultaten elektriciteit externe levering, mix

		Elektriciteit Nederlandse mix (73% grijs, 27% hernieuwbaar) Materialisatie externe levering externe levering per kWh
Indicatoren Set 1		
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	2,00E-06
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	7,40E-05
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	1,11E-02
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	1,72E-09
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	1,10E-05
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	1,25E-04
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	1,07E-05
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	2,58E-02
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	5,41E-04
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,74E+00
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	2,18E-03
Indicatoren Set 2		
051. Climate change	kg CO2 eq.	1,15E-02
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	1,14E-02
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	5,22E-05
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	1,88E-05
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	1,60E-09
056. Acidification	mol H+ eq.	1,47E-04
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	1,23E-06
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	1,55E-05
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	1,84E-04
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	5,66E-05
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	2,00E-06
062. Resource use, fossils	MJ	1,35E-01
063. Water use	m3 depriv.	8,03E-03
064. Particulate matter	disease inc.	1,07E-09
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	4,10E-04
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,10E+00
067. Human toxicity, cancer	CTUh	5,76E-11
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,48E-09
069. Land use	Pt	1,16E+00
Information over grondstofgebruik		
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	2,28E-02
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	2,28E-02
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	1,44E-01
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	9,24E-04
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	1,45E-01
108. Secondary material (kg)	kg	3,69E-04
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,67E-04
Information over afval		
106. Waste, hazardous (kg)	kg	5,40E-06
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	6,65E-03
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,87E-07
Information over outputstromen		
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	1,14E-03
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	1,50E-04
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	2,58E-04
Weging (1-punt score)		
Milieukostenindicator (MKI)	€	€ 0,0038

Tabel II.4: Elektriciteit, materialisatie externe levering, per kWh (op basis van Nederlandse mix, 73% grijs, 23% hernieuwbaar)

II.5 Resultaten warmtelevering hoge temperatuur (grijs)

		Warmte HT, grijs, bij consumpt, per MJ	Materialisatie			
			Totaal	Warmte HT, grijs, bij consumpt, per MJ - EL externe levering	Warmte HT, grijs, bij consumpt, per MJ (A1-A3)	Warmte HT, grijs, bij consumpt, per MJ (A4)
Indicatoren Set 1						
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	3,08E-08	1,84E-08	1,35E-08	1,75E-08	-1,57E-10
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	3,89E-04	2,94E-06	2,75E-04	1,16E-04	-1,50E-06
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	4,46E-02	4,68E-04	3,15E-02	1,33E-02	-2,14E-04
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	3,76E-09	2,25E-11	2,66E-09	1,11E-09	-1,16E-11
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	6,48E-06	3,55E-07	4,43E-06	2,41E-06	-3,57E-07
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	5,17E-05	2,17E-06	3,57E-05	1,66E-05	-5,82E-07
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	9,04E-06	3,07E-07	6,26E-06	2,85E-06	-6,97E-08
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	2,87E-03	3,68E-04	1,93E-03	1,05E-03	-1,03E-04
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	5,98E-05	1,26E-05	3,46E-05	2,41E-05	1,20E-06
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	2,60E-01	2,04E-02	1,75E-01	8,46E-02	8,84E-04
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	3,22E-05	1,77E-05	1,10E-05	1,29E-05	8,32E-06
Indicatoren Set 2						
051. Climate change	kg CO2 eq.	4,52E-02	4,82E-04	3,19E-02	1,35E-02	-2,24E-04
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	4,52E-02	4,79E-04	3,19E-02	1,35E-02	-2,26E-04
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	-3,74E-05	1,43E-06	-2,74E-05	-1,18E-05	1,75E-06
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	4,58E-06	1,74E-06	2,11E-06	2,35E-06	1,24E-07
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	4,25E-09	2,32E-11	3,02E-09	1,25E-09	-1,10E-11
056. Acidification	mol H+ eq.	6,55E-05	2,64E-06	4,53E-05	2,09E-05	-7,13E-07
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	9,11E-07	2,95E-08	6,34E-07	2,83E-07	-6,14E-09
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	1,68E-05	5,29E-07	1,16E-05	5,29E-06	-1,37E-07
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	1,90E-04	5,44E-06	1,32E-04	5,93E-05	-1,59E-06
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	5,45E-05	1,85E-06	3,78E-05	1,78E-05	-1,03E-06
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	3,08E-08	1,84E-08	1,34E-08	1,75E-08	-1,57E-10
062. Resource use, fossils	MJ	6,80E-01	5,70E-03	4,79E-01	2,03E-01	-2,17E-03
063. Water use	m3 depriv.	4,31E-03	2,63E-04	2,86E-03	1,49E-03	-3,89E-05
064. Particulate matter	disease inc.	1,97E-10	4,15E-11	1,17E-10	8,97E-11	-1,01E-11
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	3,22E-04	1,42E-05	2,03E-04	1,17E-04	2,57E-06
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,79E-01	1,61E-02	1,91E-01	9,43E-02	-5,80E-03
067. Human toxicity, cancer	CTUh	5,58E-12	2,26E-12	2,66E-12	2,94E-12	-2,60E-14
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,73E-10	5,70E-11	8,80E-11	5,23E-11	3,31E-11
069. Land use	Pt	2,96E-02	4,98E-03	2,02E-02	9,66E-03	-2,80E-04
Information over grondstofgebruik						
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	3,99E-03	4,29E-04	2,66E-03	1,30E-03	3,10E-05
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,99E-03	4,29E-04	2,66E-03	1,30E-03	3,10E-05
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	7,46E-01	6,05E-03	5,25E-01	2,23E-01	-2,32E-03
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	1,38E-03	1,38E-03	1,38E-03	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	7,47E-01	7,43E-03	5,27E-01	2,23E-01	-2,32E-03
108. Secondary material (kg)	kg	2,23E-05	2,37E-05	1,97E-06	2,04E-05	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,92E-04	7,08E-06	4,26E-04	1,67E-04	-7,07E-07
Information over afval						
106. Waste, hazardous (kg)	kg	7,04E-07	2,65E-08	4,94E-07	2,31E-07	-2,16E-08
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	6,36E-04	1,18E-04	3,98E-04	2,55E-04	-1,72E-05
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,97E-07	1,32E-08	2,60E-07	1,36E-07	5,33E-10
Information over outputstromen						
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	1,46E-04	1,51E-04	6,83E-06	1,39E-04	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	2,23E-04	2,23E-04	0,00E+00	2,23E-04	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	3,85E-04	3,85E-04	0,00E+00	3,85E-04	0,00E+00
Weging (1-punt score)						
Milieukostenindicator (MKI)	€	€ 0,0029	€ 0,0001	€ 0,0020	€ 0,0009	€ - 0,00002

Tabel II.5: gekarakteriseerde en gewogen resultaten, Warmte HT, grijs, bij consument, per MJ

II.6 Resultaten warmtelevering hoge temperatuur (hernieuwbaar)

		Warmte HT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ	Warmte HT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ - EL	Materialisatie			
				Totaal	externe levering	A1-A3	A4
Indicatoren Set 1							
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	6,09E-08	2,10E-08	2,41E-08	3,70E-08	-1,57E-10	
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	1,52E-04	3,74E-06	1,10E-04	4,42E-05	-1,50E-06	
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	2,20E-02	5,83E-04	1,58E-02	6,42E-03	-2,14E-04	
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	2,35E-09	2,09E-10	1,70E-09	6,61E-10	-1,16E-11	
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	1,02E-05	4,83E-07	7,13E-06	3,41E-06	-3,57E-07	
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	1,02E-04	3,44E-06	7,26E-05	2,98E-05	-5,82E-07	
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	2,33E-05	3,96E-07	1,66E-05	6,71E-06	-6,97E-08	
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	4,00E-03	6,01E-04	2,67E-03	1,43E-03	-1,03E-04	
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	7,64E-05	1,41E-05	4,57E-05	2,95E-05	1,20E-06	
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,64E-01	2,49E-02	1,04E-01	5,86E-02	8,84E-04	
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	4,02E-05	1,88E-05	1,63E-05	1,56E-05	8,32E-06	
Indicatoren Set 2							
051. Climate change	kg CO2 eq.	3,61E-02	6,01E-04	2,61E-02	1,02E-02	-2,24E-04	
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	2,00E-02	5,97E-04	1,43E-02	5,93E-03	-2,26E-04	
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	1,60E-02	2,04E-06	1,17E-02	4,26E-03	1,75E-06	
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	1,82E-05	1,84E-06	1,17E-05	6,43E-06	1,24E-07	
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	2,61E-09	1,75E-10	1,89E-09	7,30E-10	-1,10E-11	
056. Acidification	mol H+ eq.	1,66E-04	4,18E-06	1,19E-04	4,77E-05	-7,13E-07	
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	2,73E-07	3,66E-08	1,76E-07	1,04E-07	-6,14E-09	
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	2,11E-05	6,83E-07	1,48E-05	6,42E-06	-1,37E-07	
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	6,80E-04	7,47E-06	4,90E-04	1,91E-04	-1,59E-06	
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	6,11E-05	2,46E-06	4,27E-05	1,94E-05	-1,03E-06	
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	6,09E-08	2,10E-08	2,41E-08	3,70E-08	-1,57E-10	
062. Resource use, fossils	MJ	2,84E-01	7,11E-03	2,04E-01	8,20E-02	-2,17E-03	
063. Water use	m3 depriv.	7,03E-04	2,89E-04	2,92E-04	4,50E-04	-3,89E-05	
064. Particulate matter	disease inc.	1,39E-09	5,03E-11	9,77E-10	4,22E-10	-1,01E-11	
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	2,67E-04	1,86E-05	1,84E-04	8,06E-05	2,57E-06	
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,95E-01	3,14E-02	3,42E-01	1,59E-01	-5,80E-03	
067. Human toxicity, cancer	CTUh	8,99E-12	2,74E-12	4,98E-12	4,04E-12	-2,60E-14	
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,41E-10	6,30E-11	2,05E-10	1,03E-10	3,31E-11	
069. Land use	Pt	1,58E+00	5,86E-03	1,11E+00	4,72E-01	-2,80E-04	
Information over grondstofgebruik							
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	3,38E-01	5,88E-04	2,33E-01	1,05E-01	3,10E-05	
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	3,38E-01	5,88E-04	2,33E-01	1,05E-01	3,10E-05	
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	3,13E-01	7,54E-03	2,25E-01	9,01E-02	-2,32E-03	
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	1,38E-03	1,38E-03	1,38E-03	0,00E+00	0,00E+00	
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	3,14E-01	8,92E-03	2,27E-01	9,01E-02	-2,32E-03	
108. Secondary material (kg)	kg	2,74E-05	2,99E-05	4,17E-06	2,07E-05	0,00E+00	
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
104. Water, fresh water use (m3)	m3	2,66E-05	8,04E-06	1,33E-05	1,40E-05	-7,07E-07	
Information over afval							
106. Waste, hazardous (kg)	kg	4,42E-07	3,06E-08	2,78E-07	1,86E-07	-2,16E-08	
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,87E-04	1,97E-04	6,27E-04	3,77E-04	-1,72E-05	
107. Waste, radioactive (kg)	kg	3,37E-07	1,73E-08	2,36E-07	1,01E-07	5,33E-10	
Information over outputstromen							
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
121. Materials for recycling (kg)	kg	1,61E-04	1,68E-04	1,31E-05	1,40E-04	0,00E+00	

122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	2,23E-04	2,23E-04	0,00E+00	2,23E-04	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	3,85E-04	3,85E-04	0,00E+00	3,85E-04	0,00E+00
Weging (1-punt score)						
Milieukostenindicator (MKI)	€	€	€	€	€	€ -
		0,00214	0,0001	0,0015	0,0007	0,00002

Tabel II.6: Gekarakteriseerde en gewogen resultaten, Warmte HT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ

II.7 Resultaten warmtelevering lage temperatuur (grijs)

		Warmte LT, grijs, bij consumpt., per MJ	Materialisatie			
			Totaal	externe levering	A1-A3	A4
Indicatoren Set 1						
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	2,07E-07	2,41E-07	1,72E-07	3,48E-08	-1,57E-10
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	1,41E-04	1,36E-05	1,12E-04	3,08E-05	-1,50E-06
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	1,68E-02	2,14E-03	1,33E-02	3,71E-03	-2,14E-04
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	1,59E-09	3,56E-10	1,29E-09	3,18E-10	-1,16E-11
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	4,10E-06	2,23E-06	3,23E-06	1,22E-06	-3,57E-07
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	4,79E-05	3,10E-05	3,97E-05	8,78E-06	-5,82E-07
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	5,74E-06	2,74E-06	4,62E-06	1,19E-06	-6,97E-08
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	9,01E-03	8,40E-03	7,76E-03	1,35E-03	-1,03E-04
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,30E-04	1,11E-04	1,04E-04	2,49E-05	1,20E-06
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	5,27E-01	4,38E-01	4,47E-01	7,91E-02	8,84E-04
014. Ecotoxicity, terrestric (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	9,15E-05	8,65E-05	6,58E-05	1,74E-05	8,32E-06
Indicatoren Set 2						
051. Climate change	kg CO2 eq.	1,71E-02	2,19E-03	1,35E-02	3,78E-03	-2,24E-04
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	1,71E-02	2,20E-03	1,35E-02	3,78E-03	-2,26E-04
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	-2,49E-05	-1,33E-05	-2,19E-05	-4,75E-06	1,75E-06
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	6,84E-06	5,35E-06	4,55E-06	2,17E-06	1,24E-07
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	1,66E-09	3,26E-10	1,34E-09	3,34E-10	-1,10E-11
056. Acidification	mol H+ eq.	5,75E-05	3,60E-05	4,75E-05	1,07E-05	-7,13E-07
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	5,44E-07	2,79E-07	4,39E-07	1,11E-07	-6,14E-09
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	8,87E-06	3,08E-06	7,02E-06	1,99E-06	-1,37E-07
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	1,04E-04	3,86E-05	8,29E-05	2,24E-05	-1,59E-06
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	2,96E-05	1,14E-05	2,34E-05	7,15E-06	-1,03E-06
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	2,07E-07	2,41E-07	1,72E-07	3,48E-08	-1,57E-10
062. Resource use, fossils	MJ	2,64E-01	2,44E-02	2,09E-01	5,74E-02	-2,17E-03
063. Water use	m3 depriv.	2,82E-03	9,86E-04	2,12E-03	7,35E-04	-3,89E-05
064. Particulate matter	disease inc.	2,54E-10	1,97E-10	1,92E-10	7,21E-11	-1,01E-11
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	4,30E-04	5,93E-05	3,41E-04	8,72E-05	2,57E-06
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,85E-01	3,01E-01	3,23E-01	6,70E-02	-5,80E-03
067. Human toxicity, cancer	CTUh	1,18E-11	1,12E-11	8,71E-12	3,10E-12	-2,60E-14
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,16E-10	3,89E-10	3,21E-10	6,20E-11	3,31E-11
069. Land use	Pt	2,22E-02	4,27E-02	1,78E-02	4,67E-03	-2,80E-04
Information over grondstofgebruik						
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	6,43E-01	3,46E-03	5,70E-01	7,36E-02	3,10E-05
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	6,43E-01	3,46E-03	5,70E-01	7,36E-02	3,10E-05
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	2,88E-01	2,60E-02	2,28E-01	6,24E-02	-2,32E-03
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	1,38E-03	1,38E-03	1,38E-03	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	2,89E-01	2,73E-02	2,29E-01	6,24E-02	-2,32E-03
108. Secondary material (kg)	kg	2,23E-05	3,61E-05	1,97E-06	2,04E-05	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	9,10E-05	2,89E-05	6,96E-05	2,21E-05	-7,07E-07
Information over afval						
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,38E-06	2,29E-06	2,08E-06	3,20E-07	-2,16E-08
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	9,12E-04	8,01E-04	7,24E-04	2,05E-04	-1,72E-05
107. Waste, radioactive (kg)	kg	4,02E-07	5,66E-08	3,18E-07	8,35E-08	5,33E-10
Information over outputstromen						
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	1,46E-04	1,92E-04	6,83E-06	1,39E-04	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	2,23E-04	2,23E-04	0,00E+00	2,23E-04	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	3,85E-04	3,85E-04	0,00E+00	3,85E-04	0,00E+00
Weging (1-punt score)						
Milieukostenindicator (MKI)	€	€	€	€	€	€ -
		0,0020	0,0011	0,0016	0,0004	0,00002

Tabel II.7: Gekarakteriseerde en gewogen resultaten, Warmte LT, grijs, bij consument, per MJ

II.8 Resultaten warmtelevering lage temperatuur (hernieuwbaar)

		Materialisatie				
		Warmte LT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ	Warmte LT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ - EL	Warmte LT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ (A1-A3)	Warmte LT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ (A4)	Warmte LT, hernieuwbaar, bij consumpt, per MJ (D)
		Totaal	externe levering	A1-A3	A4	D
Indicatoren Set 1						
001. abiotic depletion, non fuel (AD)	kg Sb eq.	3,62E-07	2,41E-07	2,95E-07	6,63E-08	-1,57E-10
002. abiotic depletion, fuel (AD)	kg Sb eq.	2,52E-05	1,36E-05	1,95E-05	7,19E-06	-1,50E-06
004. global warming (GWP)	kg CO2 eq.	4,30E-03	2,14E-03	3,35E-03	1,17E-03	-2,14E-04
005. ozone layer depletion (ODP)	kg CFK-11 eq.	5,61E-10	3,56E-10	4,65E-10	1,07E-10	-1,16E-11
006. photochemical oxidation (POCP)	kg ethyleen eq.	4,38E-06	2,23E-06	3,45E-06	1,28E-06	-3,57E-07
007. acidification (AP)	kg SO2 eq.	4,77E-05	3,10E-05	3,96E-05	8,74E-06	-5,82E-07
008. eutrophication (EP)	kg PO4- eq.	6,88E-06	2,74E-06	5,52E-06	1,42E-06	-6,97E-08
009. human toxicity (HT)	kg 1,4-DCB eq.	1,01E-02	8,40E-03	8,65E-03	1,58E-03	-1,03E-04
010. Ecotoxicity, fresh water (FAETP)	kg 1,4-DCB eq.	1,43E-04	1,11E-04	1,14E-04	2,77E-05	1,20E-06
012. Ecotoxicity, marine water (MAETP)	kg 1,4-DCB eq.	5,22E-01	4,38E-01	4,43E-01	7,80E-02	8,84E-04
014. Ecotoxicity, terrestrial (TETP)	kg 1,4-DCB eq.	9,98E-05	8,65E-05	7,24E-05	1,91E-05	8,32E-06
Indicatoren Set 2						
051. Climate change	kg CO2 eq.	4,72E-03	2,19E-03	3,68E-03	1,26E-03	-2,24E-04
052. Climate change - Fossil	kg CO2 eq.	4,42E-03	2,20E-03	3,45E-03	1,20E-03	-2,26E-04
053. Climate change - Biogenic	kg CO2 eq.	2,87E-04	-1,33E-05	2,27E-04	5,88E-05	1,75E-06
054. Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq.	1,31E-05	5,35E-06	9,56E-06	3,45E-06	1,24E-07
055. Ozone depletion	kg CFC11 eq.	5,35E-10	3,26E-10	4,42E-10	1,04E-10	-1,10E-11
056. Acidification	mol H+ eq.	6,01E-05	3,60E-05	4,96E-05	1,12E-05	-7,13E-07
057. Eutrophication, freshwater	kg P eq.	4,03E-07	2,79E-07	3,27E-07	8,24E-08	-6,14E-09
058. Eutrophication, marine	kg N eq.	8,81E-06	3,08E-06	6,96E-06	1,98E-06	-1,37E-07
059. Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	1,32E-04	3,86E-05	1,05E-04	2,82E-05	-1,59E-06
060. Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	2,84E-05	1,14E-05	2,25E-05	6,91E-06	-1,03E-06
061. Resource use, minerals and metals	kg Sb eq.	3,62E-07	2,41E-07	2,95E-07	6,63E-08	-1,57E-10
062. Resource use, fossils	MJ	4,62E-02	2,44E-02	3,54E-02	1,30E-02	-2,17E-03
063. Water use	m3 depriv.	1,67E-03	9,86E-04	1,21E-03	5,00E-04	-3,89E-05
064. Particulate matter	disease inc.	4,76E-10	1,97E-10	3,69E-10	1,17E-10	-1,01E-11
065. Ionising radiation	kBq U-235 eq.	1,45E-04	5,93E-05	1,13E-04	2,90E-05	2,57E-06
066. Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,85E-01	3,01E-01	4,03E-01	8,74E-02	-5,80E-03
067. Human toxicity, cancer	CTUh	1,44E-11	1,12E-11	1,08E-11	3,63E-12	-2,60E-14
068. Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,96E-10	3,89E-10	3,85E-10	7,83E-11	3,31E-11
069. Land use	Pt	7,05E-01	4,27E-02	5,61E-01	1,44E-01	-2,80E-04
Information over grondstofgebruik						
111. Energy, primary, renewable, excluding usage as material	MJ	8,48E-01	3,46E-03	7,32E-01	1,15E-01	3,10E-05
113. Energy, primary, renewable, used as material	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
101. Energy, primary, renewable (MJ)	MJ	8,48E-01	3,46E-03	7,32E-01	1,15E-01	3,10E-05
112. Energy, primary, non-renewable, excluding usage as material	MJ	4,92E-02	2,60E-02	3,77E-02	1,38E-02	-2,32E-03
114. Energy, primary, non-renewable, used as material	MJ	1,38E-03	1,38E-03	1,38E-03	0,00E+00	0,00E+00
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)	MJ	5,06E-02	2,73E-02	3,91E-02	1,38E-02	-2,32E-03
108. Secondary material (kg)	kg	7,25E-05	9,75E-05	2,36E-05	2,38E-05	0,00E+00
109. Secondary fuel, renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
110. Secondary fuel, non-renewable (kg)	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
104. Water, fresh water use (m3)	m3	5,29E-05	2,89E-05	3,93E-05	1,43E-05	-7,07E-07
Information over afval						
106. Waste, hazardous (kg)	kg	2,70E-06	2,29E-06	2,33E-06	3,86E-07	-2,16E-08
105. Waste, non hazardous (kg)	kg	1,30E-03	8,01E-04	1,03E-03	2,84E-04	-1,72E-05
107. Waste, radioactive (kg)	kg	1,41E-07	5,66E-08	1,10E-07	3,03E-08	5,33E-10
Information over outputstromen						
120. Components for re-use (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
121. Materials for recycling (kg)	kg	2,93E-04	3,67E-04	6,89E-05	1,51E-04	0,00E+00
122. Materials for energy recovery (kg)	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
123. Exported energy, electric (MJ)	MJ	2,23E-04	2,23E-04	0,00E+00	2,23E-04	0,00E+00
124. Exported energy, thermal (MJ)	MJ	3,85E-04	3,85E-04	0,00E+00	3,85E-04	0,00E+00

Weging (1-punt score)

Milieukostenindicator (MKI)

€

€
0,0015

€
0,0011

€
0,0012

€
0,0003

€ -
0,00002

Tabel II.8: Gekarakteriseerde en gewogen resultaten, Warmte LT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ

Bijlage III Gespreksverslagen

III.1 Besprekingsverslag 14 september 2021

Vergaderdatum: 14 september 2021

Project: Nieuwe productkaarten van energiedragers van de Stichting Nationale Milieudatabase

Vergaderlocatie: Kantoor LBP|SIGHT/MS Teams

Locatie:

Ons kenmerk: V086034ai.21D7ER4.hvl

Betreft: Klankbordgroep bijeenkomst 14-9-2021

Versie: 01_001

Aanwezig op locatie

Thijs de Goede, Alba Concepts

Machiel van Dalen, PIANOo

John Drissen, NMD

David Anink, W/E Adviseurs

Jeannette Levels Vermeer, LBP|SIGHT

Hilko van der Leij, LBP|SIGHT

David van Nunen, LBP|SIGHT

Aanwezig via MS Teams

Gijs Termeer, SKAO, klimaatstichting HIER (tot 11:00)

Menno Brouwer, RVO

Ruben Zonnevrijle, DGBC

Rudy van der Helm, DGBC

Afwezig (wel onderdeel klankbordgroep)

Ted Luiten, ProRail

Piet van Luijk, NMD

Jan-Willem Groot, NMD

Voorstelronde

Terugblik op startgesprekken

Selectie energiedragers – elektriciteit

Elektriciteit - Gemiddelde netstroommix in Nederland (onbekende oorsprong). Tijdens de startgesprekken is de suggestie gedaan om deze productkaart te vervangen door de 'worst case' grijze stroom. Het is dan aan de energieleveranciers om met eigen productkaarten voor duurzamere alternatieven te komen.

- David Anink: geen voorstander van grijze stroom in plaats van oorsprong onbekend. De invloed van een gebruiker is beperkt, iemand die geen invloed op de eigen afgenomen elektriciteitsmix heeft (geen inspraak in wel/niet GvO's) heeft dan een nadeel.
- Rudy van der Helm: eens met suggestie zoals gesteld (gaan voor grijze stroom in plaats van onbekend).
- Gijs Termeer: met suggestie eens, het gebruik van de mix van onbekende oorsprong is ook niet meer mogelijk bij de CO₂-prestatieladder, omdat je dan een situatie hebt waarbij een gebruiker door niks te doen, een betere score kan krijgen dan een gebruiker die aangeeft grijs te hebben.
- Thijs de Goede: let op toekomstige scenario's bij slechte categorie 3 productkaarten (ook voor groen) – in theorie kan een grijze categorie 1 kaart beter scoren dan een groene categorie 3 kaart (terwijl dat niet wenselijk/realistisch is).
- Rudy van der Helm: geen voorstander om een groene categorie 3 kaart maken, laat dit aan de energieleveranciers.
- Gijs Termeer: belangrijk om vanuit de toepassing van de kaarten te denken
- Gijs Termeer: energieleveranciers zijn al bezig met het jaarlijks rapporteren van hun mix/CO₂-uitstoot, zij zijn al bezig met dergelijke verantwoording, deelname aan de NMD zou niet ver daarvan af liggen. Informeer bij energieleveranciers naar interesse voor productkaarten in de NMD (actie LBP|SIGHT).

Het advies van de klankbordgroep is om de beoogde productkaart voor netstroommix van onbekende oorsprong, te veranderen in een productkaart voor de gemiddelde grijze stroommix.

Elektriciteit - Gemiddelde groene netstroommix (hernieuwbare energie van onbekende oorsprong). Daarbij werden de volgende vragen gesteld:

- *Algemene productkaart en/of uitsplitsing naar zon, wind, etc.?*
- *Hoe om te gaan met biomassa (bijstook) in kolencentrales?*
- *Hoe om te gaan met (buitenlandse) Garanties van Oorsprong (GvO's)? Relevant voor zowel het bepalen van de groene stroommix, systeemgrenzen en bij toepassing van de productkaart.*

- David Anink: geen voorstander opstellen van een *mix*, met name bij deze productkaart. Met losse kaarten voor de verschillende typen groene energiedragers kun je een eigen specifieke mix samenstellen.
- Voor biomassa bijstook: kijk hoe er met biomassa door EU wordt omgegaan, hou dat aan
- Gijs Termeer: maak behandeling van biomassa consistent met de handelwijze EU, maar ga ook niet compleet voorbij aan de Nederlandse discussie.
- Thijs de Goede: Kijk goed naar de complete huidige situatie bij biomassa. Er vindt bij veel eindelevensscenario's nog verbranding van houtige massa in centrales plaats, ook zijn er andere typen biomassa in gebouwde omgeving, het moet consistent zijn.

Het advies van de klankbordgroep is om losse productkaarten op te stellen, in ieder geval de data zo verwerken dat deze in een latere fase gebruikt kunnen worden in losse productkaarten.

Gas – Aardgas

- Bij deze productkaart zijn geen opmerkingen, (groene) varianten van deze productkaarten hebben geen hoge prioriteit. Aardgas blijft voorlopig een belangrijke productkaart.

Warmtenetten

- David Anink: ziet graag specifieke kaarten voor specifieke configuraties.
- Machiel van Dalen: Het gebruik van een mix is geen probleem wat betreft toekomstbestendigheid van de kaart, de configuratie van warmtenetten is in principe constant en niet aan snelle verandering onderhevig.
- Rudy van der Helm: houd wel rekening met verschillend gebruik van bronnen bij warmtenetten, het aandeel van bijvoorbeeld een piekbelastingketel kan per jaar aanzienlijk verschillen.
- Rudy van der Helm: het toevoegen van nieuwe (groenere) warmteleveringsopties zo veel mogelijk aan de markt laten, in lijn met elektriciteit.

Op dit moment kan er geen advies gegeven worden over een selectie voor productkaarten met bepaalde warmtebronnen. Het zal afhangen van de verhouding in typen warmtenetten en verschillen in milieu-impact, dit moet eerst nader worden uitgezocht (actie LBP|SIGHT) en zal bij een volgende bijeenkomst nader worden besproken.

Systeemgrenzen, hoe om te gaan met (fysieke) import en export

Voor fysieke import en export maakt de klankbordgroep de wens kenbaar om aan te sluiten bij de methoden vanuit andere partijen. Tegelijk is er de wens om het milieuprofiel zo correct mogelijk te krijgen, hierbij kan import een significant onderdeel zijn. Dit geldt zowel voor de import/export van elektriciteit als van gas.

Wij hebben drie mogelijke scenario's voorgelegd:

1. *Buiten beschouwing laten van import/export, uitgaan van Nederlandse productie (dit is de werkwijze bij de CO2-prestatieladder);*
2. *Conservatieve aanname voor buitenlandse import maken;*

3. Productiemix van buitenland hanteren (beschikbaar in Ecoinvent).

De Nederlandse productie zal waarschijnlijk beter zijn dan wat we importeren. Met de klankbordgroep hebben we besloten om de verschillende scenario's door te rekenen en met behulp van de resultaten een keuze te maken van de methodiek.

Data gap in achtergronddata warmtenet

- David Anink geeft een keer een warmtenet doorgerekend te hebben. Hij heeft de studiedata van dat specifieke project. Dit omvat een goede omschrijving van het warmtenet (o.a. hoeveel strekkende meter). Wij kunnen deze studie gebruiken ter referentie.
- Menno Brouwer stuurt ook enige relevante informatie.

Ecoinvent

We hebben besproken dat de achterliggende Ecoinvent data, welke gebruikt wordt voor de energiedragers, in sommige gevallen achterhaald is. De volgende aanpak kwam uit de discussie:

- Bij Ecoinvent wordt er nagekeken wanneer we een update kunnen verwachten voor de achtergronddata voor de energiedragers.
 - o Controleren of dit gebeurt bij de update naar EI 3.7 en of er binnenkort andere updates aangaande energiedragers te verwachten zijn. (actie LBP|SIGHT)
- Als er aanpassingen worden gedaan in de achtergronddata, dan dient dit op basis van een gevoeligheidsanalyse te gebeuren.

Omgang met productkaarten en updates

De beoogde toepassing van de energiedragerkaarten moet helder worden benoemd met de daarbij beoogde updatefrequentie. Vanuit de klankbordgroep zijn er verschillende inzichten:

Toepassing energiedragerkaarten

Voor het volgende klankbordoverleg zullen wij de beoogde toepassingen beschrijven. In dat overleg willen we hier consensus over creëren. Met dit project voor de NMD faciliteren wij de beschikbaarheid van de productkaarten, aanpassingen in het beleidskader passen niet in dit project, wel kunnen wij een advies geven aan de relevante partijen. De te behandelen vragen op gebied van toepassing zijn:

- Wat beogen we op te leveren en wat zijn de beoogde toepassingen?
- Hoe gaan de nieuwe energiekaarten landen in beleid? Gaat dit bijvoorbeeld mogelijk leiden tot een combinatie van MPG&BENG? Kan dit worden ingepast in het bouwbesluit?
 - o Hoe zou (operationele) energie een plaats moeten krijgen in de bepalingmethode?
- Hoe zien wij de toepasbaarheid van de productkaarten van energiedragers voor nu, over 5 jaar, over 20 jaar, etc.?
- Per toepassing kan aangegeven worden hoe er dient te worden omgegaan met de energiedragerkaarten.

Updatefrequentie

Categorie 1 en 2 productkaarten vervallen in de NMD na 5 jaar. Wij kunnen adviseren hiervan af te wijken met bijvoorbeeld een herziening per update van Ecoinvent of de NMD. Een aantal overwegingen moet worden meegenomen:

- jaarlijkse aanpassing geeft jaarlijks werk en fluctuerende data voor de gebruikers, maar een vijfjaarlijkse aanpassing kan in een keer een heel groot effect hebben waardoor de resultaten van de versie van december en januari niet meer vergelijkbaar zijn bijvoorbeeld.
- Een mogelijkheid is om jaarlijks de energiemix te updaten en dan per vijf jaar de totale keten opnieuw te bekijken.
- De updatefrequentie kan afhankelijk zijn van de beoogde toepassing;
- Aanpassingen moeten toegelicht worden;
- Navraag doen bij CO₂-emissiefactoren.nl/NTA8800: wat is voor hun de prikkel om CO₂-factoren te updaten (actie LBP|SIGHT)
- Voor de MPG zou je de versie van de NMD kunnen vastzetten voor een tender. Ook voor de MKI-berekening kan je de data van een bepaalde datum beschouwen. Hiervoor is het geen probleem als data regelmatig geactualiseerd wordt.
- Bij opbouw van de productkaarten van energiedragers moet de energiemix update-baar gemaakt worden.

De NMD heeft de controle over de updatefrequentie van categorie 3 kaarten, het lijkt een goed idee om bepaalde momenten te kiezen voor wanneer de updates moeten plaatsvinden.

Acties LBP|SIGHT ten aanzien volgende KBG-bijeenkomst:

- Heldere definitie van de beoogde toepassing van de productkaarten van energiedragers.
- Op dit moment kan er geen advies gegeven worden over een selectie voor productkaarten met bepaalde warmtebronnen. Daartoe moet een eerste LCA-analyse gedaan om inzicht te krijgen in zwaartepunten en waarmee een keuze voor definitieve productkaarten kan worden gemaakt. Ook moeten de typen en verhouding van verschillende configuraties van warmtenetten in kaart worden gebracht.
- Informeer bij energieleveranciers naar interesse voor het opstellen van (groene) productkaarten voor de NMD.
- Controleren of bij de update naar Ecoinvent 3.7 of er nieuwere updates, grote veranderingen aangaande energiedragers te verwachten zijn.
- Navraag doen bij CO₂-emissiefactoren.nl/NTA8800: wat is voor hun de prikkel om CO₂-factoren te updaten.

III.2 Besprekingsverslag 28 oktober 2021

Vergaderdatum: 28 oktober 2021

Project: Nieuwe productkaarten van energiedragers van de Stichting Nationale Milieudatabase

Vergaderlocatie: MS Teams

Locatie:

Ons kenmerk: V086034ai.21FGMNG.hvl

Betreft: Notulen bijeenkomst klankbordgroep 28-10-2021

Versie: 01_001

Aanwezig

Thijs de Goede, Alba Concepts
Machiel van Dalen, PIANOo
John Drissen, NMD
David Anink, W/E Adviseurs (vanaf ca. 11:00)
Jeannette Levels Vermeer, LBP|SIGHT
Hilko van der Leij, LBP|SIGHT
David van Nunen, LBP|SIGHT
Gijs Termeer, SKAO, klimaatstichting HIER
Menno Brouwer, RVO
Piet van Luijk, NMD

Afwezig (wel onderdeel klankbordgroep)

Jan Willem Groot (alleen bij opening aanwezig)
Ted Luiten, ProRail (alleen schriftelijke deelnemer)
Ruben Zonnevrijle, DGBC
Rudy van der Helm, DGBC

Aanvulling: reactie op vooraf ingezonden punten per mail van David Anink en Ruben Zonnevrijle

Verslag bijeenkomst klankbordgroep 14 september

Er zijn geen opmerkingen op het verslag van de klankbordgroep bijeenkomst van 14 september 2021.

Toepassingsbereik productkaarten energiedragers (Energiedragers en kapitaalgoederen)

De toepassing zoals geschetst wordt overgenomen door de klankbordgroep.

Een heldere scheiding is gewenst tussen de materialisatie (kapitaalgoederen) en de energie zelf (energiedragers). Voor NTA8800 moet het energiedeel los staan, voor de MPG moet de materialisatie (materialisatie externe levering) los zijn. De LCA wordt als geheel opgesteld, van daaruit worden twee productkaarten opgesteld, voor de energiedrager (energetisch deel) en de materialisatie externe levering (kapitaalgoederen).

Wanneer er bepaalde tekortkomingen zijn, waardoor de productkaarten minder geschikt is voor een bepaalde toepassing moet dit goed worden aangegeven.

Elektriciteit

Datakwaliteit

Er worden voorlopige cijfers uit 2020 van het CBS gebruikt om de samenstelling van de elektriciteitsmix voor grijs en hernieuwbaar te bepalen. Hiervoor is gekozen om de meest recente ontwikkelingen te kunnen meenemen. Er is geen inzicht in hoeverre de definitieve cijfers mogelijk kunnen afwijken.

De recente ontwikkelingen rondom de hoge aardgasprijs doen het aandeel kolen weer toenemen, hier wordt niet specifiek rekening mee gehouden.

Achtergrondprocessen van Ecoinvent blijken over het algemeen gedateerd, met bijvoorbeeld >10 jaar voor zon-PV en >5 jaar voor windmolens. LBP|SIGHT gaat een analyse doen van de belangrijkste energiedragers binnen de twee elektriciteitsmixen, wanneer het verschil in efficiëntie tussen de achtergrondmodellen en de huidige praktijk erg hoog is wordt voorgesteld een aanpassing te doen.

Import/Export

De voorlopige berekening laat zien dat de invloed van geïmporteerde elektriciteit op de resultaten (hoogte van waarde 1-puntscore) beperkt is. De klankbordgroep besluit op dit punt om de milieu-impact van import/export buiten beschouwing te laten en alleen de grijze productiemix van Nederlandse oorsprong en de hernieuwbare productiemix van Nederlandse oorsprong te beschouwen. Dit is in lijn met de werkwijze van CO₂-emissiefactoren.nl.

GvO's

Handel, import en eventuele export van Garanties van Oorsprong (GvO's) wordt buiten beschouwing gelaten bij de productkaart voor hernieuwbare elektriciteit. Er wordt alleen gekeken naar wat er daadwerkelijk in Nederland wordt geproduceerd. Op dit moment worden er ook geen Nederlandse GvO's aan het buitenland verkocht (er is vrijwel geen vraag vanuit andere landen). Dit vormt dus geen obstakel om de volledige hernieuwbare Nederlandse elektriciteitsopwekking aan Nederland toe te wijzen. Import van buitenlandse GvO's is nog steeds substantieel, maar heeft geen invloed op het milieuprofiel van de fysieke levering.

Productkaarten warmte

Hoge temperatuur warmtelevering

Gijs ter Meer: Hoe kan het dat de 1 puntscore van biogas en biomassa zo hoog is, en dat de warmte uit energiecentrale gas lager is dan de piekkel gas?

- Voor biogas en biomassa wordt feedstock geproduceerd met een significante milieu-impact (denk bijvoorbeeld aan co-vergisting). Dit zijn niet alleen reststromen die tegen lage of geen milieu-impact worden verkregen.

- Ook heeft dit te maken met een allocatievraagstuk, bij allocatie (op basis van 'exergie', een indicator van *kwaliteit* van een energiedrager) bij een kolen of gascentrale wordt een relatief hogere impact toegewezen aan de elektriciteit en aan warmte een relatief lage impact.

Aanvullende toelichting op de lage 1 puntscore bij Afvalverbrandingsinstallatie (AVI): De allocatiemethode voor de AVI is in lijn met de EN15804, waarbij warmte die bij afvalverbranding van producten vrij komt gezien wordt als een 'gratis' output uit een eindelevensproces, die vervolgens wordt in een energiecentrale (kleine impact) wordt omgezet in elektriciteit en warmte.

Thijs de Goede: voorstel om warmtelevering op te splitsen in een grijze en hernieuwbare variant. Er zit namelijk een groot verschil tussen het aandeel hernieuwbaar en fossiel per locatie.

- Kan AVI uitgesplitst worden in biogeen en fossiel? De impact is vergelijkbaar, maar kan wel een verschillend effect hebben binnen een gescheiden hernieuwbare en grijze warmtemix.

LBP|SIGHT gaat voor de volgende bijeenkomst inzicht geven in de impact van twee productkaarten voor warmtelevering: een mix van hernieuwbare en een mix van grijze bronnen. De klankbordgroep maakt dan een besluit over mogelijk twee productkaarten warmte.

Gijs ter Meer: de mix van grijs en hernieuwbaar blijft toch ook belangrijk wanneer de gebruiker de oorsprong niet weet. Als kanttekening hierbij, een mix van beide mag niet positiever zijn dan de grijze oorsprong. Anders is de algemene kaart gemakkelijk gekozen wanneer een specifieke situatie minder gunstig is.

Aanvullend wordt besloten om de hernieuwbare warmtelevering te modelleren met een piekkel (aardgas), zodat deze productkaart los kan worden gebruikt.

Lage temperatuur warmtelevering

Uit analyse is gebleken dat er beperkte achtergronddata is van lage temperatuurbronnen. Ook is er beperkte kennis over configuraties (toepassing) van LT-warmtenetten, wel is er bijvoorbeeld een overzicht van mogelijke configuraties van Expertisecentrum Warmte.

Er is een mogelijke configuratie voorgesteld door LBP|SIGHT, specifiek toegespitst op nieuwbouw, met zonthermie, collectieve warmtepomp en aflevering op 30 graden Celsius. Er is een boosterwarmtepomp bij de eindgebruiker nodig in om water op te waarderen naar warm tapwater.

Thijs de Goede: geeft aan dat één PVT-paneel aanbieder van plan is om zelf een productkaart op te stellen, dit heeft niet direct invloed op de energiedrager.

De klankbordgroep stelt voor dat LBP|SIGHT de impact van de voorgestelde configuratie doorrekenend, in de volgende bijeenkomst kan deze worden vergeleken met de productkaarten voor hernieuwbare en grijze hoge temperatuur warmtelevering.

Gijs Termeer: een kleinschalig warmtenet in Nagele opstelling lijkt op de opstelling zoals gepresenteerd. Er kan evt. nagevraagd worden bij warmteleveranciers wat de toekomstplannen zijn voor lage temperatuur warmtenetten.

John Drissen: Graag aanbevelingen in het rapport toevoegen. Wat is er bijvoorbeeld nodig om de lage temperatuur warmtelevering verder te specificeren of in beeld te krijgen?

Aardgas

Wat te doen met import / export van aardgas

De huidige keuze in modellering van import / export en wordt geaccepteerd door de klankbordgroep.

David Anink: is er iets te zeggen over de verwachte verandering van de productkaarten voor materialisatie externe levering?

- De indicatie is dat de milieu-impact hoger wordt wanneer de impact van infrastructuur bij met name import uit Rusland. Daartegenover krijgen de materialisatie externe leveringskaarten krijgen nog een module D. Dit beïnvloed de milieu-impact van materialisatie externe levering.

Updatefrequentie energiedragerskaarten

Het voorstel voor een updatefrequentie van 5 jaar als basis met een 'Tenzij-principe' wordt door de klankbordgroep als positief beoordeeld.

Een 25% mixverschuiving grens als 'Tenzij' wordt gezien als een goede basis. De klankbordgroep geeft aan dat een 25% verschuiving vrij snel kan plaatsvinden.

David Anink: Met het 'Tenzij principe' kunnen we heel veel afvangen. Dit in combinatie met een updatefrequentie van 5 jaar is gangbaar. Goed inregelen van wijzigingen is wel erg belangrijk.

- Een andere 'tenzij' zou kunnen zijn op basis van de 1 puntscore jaarlijks een herberekening te doen en te bekijken of veranderingen significant zijn. Bijvoorbeeld bij 25% verschil in de bronnen doorrekenen en als de 1 puntscore dan 10% of meer afwijkt dan moeten de kaarten worden aangepast.

Hilko van der Leij: we dienen in het oog te houden dat elke aanpassing meer werk wordt wanneer Ecoinvent achtergrondprocessen worden aanpast op efficiëntie.

Gijs Termeer: in lijn met werkwijze SKAO/emissiefactoren.nl moeten wijzigende wetenschappelijke inzichten ook meegenomen worden als 'Tenzij'. Een voorbeeld kan zijn dat de wijze van allocatie bij AVI wijzigt, waardoor de milieu-impacts substantieel zouden veranderen.

Rondvraag

Geen verdere opmerkingen.

Afsluiting en volgende stappen

Zie ook dia, geen verdere opmerkingen. Het streven is om een fysieke bijeenkomst te organiseren.

Acties voor volgende KBG-bijeenkomst:

- LBP|SIGHT: definitieve berekeningen productkaarten maken en deze voorafgaand aan volgende bijeenkomst delen met KBG.
- LBP|SIGHT: elektriciteit uitrekenen zonder rekening te houden met import/export en GvO's. Aardgas zoals voorgesteld.
- LBP|SIGHT: uitsplitsing maken naar twee productkaarten voor HT-warmtelevering: een mix van hernieuwbare en een mix van grijze bronnen. De klankbordgroep maakt dan een besluit over mogelijk twee productkaarten warmte.
- LBP|SIGHT: LT-warmtelevering uitrekenen zoals voorgesteld, resultaten ook in vergelijking met de 2 HT-kaarten beschouwen en dan beslissen of deze passend is.
- NMD: navraag doen bij energieleveranciers naar bereidheid opstellen eigen productkaarten energiedragers.

Zie volgende pagina: reactie op vooraf ingezonden punten per mail van David Anink en Ruben Zonnevrije

Reacties op vooraf ingezonden punten per mail van David Anink en Ruben Zonnevijlle

Ingezonden mail David Anink - di 26-10-2021

Alvast 2 punten die ik belangrijk vind, en die ik daarom nog eens wil checken:

1. Voor aardgas en elektriciteit kan ik me 1 landelijke mix voorstellen. Bij warmte zou ik liever een kaart per bron willen zien, waarna per situatie een mix is te maken. Dit omdat de gebouwen gekoppeld zijn aan een specifiek warmtenet waarbij de mix ook specifiek is. Wordt het nu zo opgezet?

Reactie: Zie behandeling productkaart warmte – er wordt een berekening gemaakt van warmte uit hernieuwbare bronnen en grijze bronnen.

2. Mij is niet duidelijk of er een scheiding komt in het 'materiaaldeel' dat in de MPG meegeteld wordt (materialisatie externe levering) en het 'energie-deel', waar de overige impact in zit. Aparte kaarten (en een heldere beschrijving van de scope) zijn wel gewenst, omdat ze in verschillende berekeningen gebruikt worden.

Reactie: Zie behandeling toepassingsbereik productkaarten: deze komen er.

Een derde punt betreft de updatefrequentie

3. Gezien regelmatige aanpassing van de mix (zeker als je de import meeneemt), zou je het bij elektriciteit, en eigenlijk ook gas, eigenlijk per jaar willen zien. Dit vraagt wel wat van het beheer. Ander nadeel voor de toepassing in de bouwpraktijk is dat dit ook te fluctuerende resultaten kan opleveren. Is de gedachte om naar de toepassing te differentiëren, door het voor de product epd's langer vast te zetten (updatefrequentie is 5 jaar) en voor het gebruik bij de integrale benadering van materiaal + energie (MPG+ / DPG) frequentere te updaten?

Reactie: Zie behandeling updatefrequentie, voorstel is update per 5 jaar, 'tenzij'.

Ingezonden mail Ruben Zonnevijlle - woe 27-10-2021

Hierbij alvast enkele punten:

Toepassing

- Ik mis nog in de meegestuurde presentatie input vanuit een agendapunt van vorige keer. Mogelijk is dit punt van discussie onder agendapunt 7. Beetje de basis/aanleiding en doel dit traject, op korte en langere termijn.
Notes vorige keer stond als actie: definitie van de beoogde toepassing van de productkaarten van energiedragers
Reactie: Zie behandeling toepassingsbereik productkaarten in de presentatie en bovenstaande notulen
- Ik vermoed dat de basis ligt in het rapport wat wordt meegestuurd, maar ik denk dat het goed is de belangrijkste punten uit het 2020 rapport dan ook als basis op te schrijven, en met welk doel je dan nu productkaarten opstelt, jaarlijks of 5-jaarlijks bij gaat houden, etc. Hoe verhoudt dit zich bijv. tot B6 in de norm?

Reactie: Zie behandeling toepassingsbereik productkaarten en updatefrequentie. Wij zullen dit met veel aandacht in de rapportage opnemen en voortbouwen op de conclusies uit de Achtergrondrapportage bij handreiking CO2-impact bouwwerken.

- Het bredere plaatje dus van wat je met deze productkaarten wilt bereiken, ook aansluitend op punt 3 in onderstaande mail van David.

Reactie: zie eerdere reacties en ook behandeling updatefrequentie.

Verder tav hernieuwbare energie:

- Als je GVO's buiten beschouwing laat, is dat toch zo dat je wilt stimuleren dat GVO's ook een productkaart maken? Misschien expliciet ergens benoemen?

Reactie: aan het stimuleren van energieleveranciers om eigen productkaarten op te stellen willen wij nog verder aandacht besteden (actie NMD)

- En ik weet hier niet veel van af, maar welke 'hernieuwbare energie' houd je nog over wat niet aan GVO's is gekoppeld? Bestaat dat eigenlijk wel?

Reactie: zie ook behandeling GvO's: deze laten wij buiten beschouwing, we gaan uit van fysieke productie in Nederland.

III.3 Besprekingsverslag 30 november 2021

Vergaderdatum: 30 november 2021

Project: Nieuwe productkaarten van energiedragers van de Stichting Nationale Milieudatabase

Vergaderlocatie: -

Locatie:

Ons kenmerk: V086034ai.21H5V54.hvl

Betreft: Notulen bijeenkomst klankbordgroep 30-11-2021

Versie: 01_001

Aanwezig

Ruben Zonnevrijlle, DGBC
Machiel van Dalen, PIANOo
John Drissen, NMD
David Anink, W/E Adviseurs
Jeannette Levels Vermeer, LBP|SIGHT
Hilko van der Leij, LBP|SIGHT
David van Nunen, LBP|SIGHT
Gijs Termeer, SKAO, klimaatstichting HIER
Jan Willem Groot (deels aanwezig)

Afwezig (wel onderdeel klankbordgroep)

Rudy van der Helm, DGBC
Thijs de Goede, Alba Concepts
Menno Brouwer, RVO
Piet van Luijk, NMD
Ted Luiten, ProRail (alleen schriftelijke deelnemer)

Opmerkingen op verslag bijeenkomst klankbordgroep 28-10-2021

Bij de aanwezigenlijst staat er bij Gijs Termeer foutief '(tot 11:00)'. Deze toevoeging is verwijderd, een nieuwe versie is verstuurd door John Drissen.

Er zijn geen verdere opmerkingen op het verslag van de klankbordgroep bijeenkomst van 28-10-2021.

Update uitvoering & methodiek

Algemene opmerking: in het rapport dient het toepassingsbereik van de productkaarten goed toegelicht worden, mogelijk meer expliciet. Ook de scope en de rol binnen de MPG/gebruiksfase energie (B6) moet goed worden toegelicht. Daarbij ook het onderscheid tussen toepassing van de productkaarten in LCA berekening (toepassing in bepaalde modules van de EN15804) en de scope van een energiedrager zelf (alleen modules A1-A3, A4, B en D van toepassing).

Toelichting op Module D:

De levensduur van centrales zijn meegenomen in de achtergrondprocessen van Ecoinvent.

Bijvoorbeeld: een gascentrale gaat 'x' jaar mee met een jaarlijkse opwekking van 'y' kWh. Dan wordt met deze data de 'hoeveelheid centrale' bepaald per kWh. Over dit aandeel van de centrale wordt ook de module D meegenomen voor de materialisatie externe levering.

Productkaart aardgas

Toelichting op module B: de verbrandingsemissies vanuit het oogpunt van vinden plaats in B1, gezien dit de gebruiksfase is van het product 'aardgas'. Op gebouwniveau (bijvoorbeeld EN15978) wordt aardgas gedeclareerd in module B6, operationeel energieverbruik. Dit wordt verder toegelicht in het rapport.

Resultatenvergelijking

Bij het tonen van de resultaten wordt toegelicht waar het verschil tussen de nieuwe en de oude berekening vandaan komt en het verschil van de GWP-indicator (CO₂-eq) met de factor van CO₂-emissiefactoren.nl. Dit komt doordat de import in de bestaande NMD kaart is gebaseerd op gas met voornamelijk oorsprong Europa en verbranding plaatsvindt in een industriële verbrandingsoven. In de nieuwe analyse wordt (conservatief) aangenomen dat een groot aandeel van het gas wordt geïmporteerd uit Rusland en een kleinschaligere, minder efficiënte verbrandingsinstallatie wordt gebruikt. Dit levert een hogere MKI en GWP op voor de nieuwe productkaart. Dit zal ook in het rapport worden toegelicht.

Productkaarten elektriciteit, grijs en hernieuwbaar

Gijs Termeer: komt in de milieueffecten (MKI) ook de nadelen van kernafval en ontmanteling van kerncentrales terug? Jeannette Levels licht toe dat dit in de huidige weegset niet wordt meegenomen, alleen in de extra parameters (radioactief afval). Er zal in het rapport hierover een toelichting worden opgenomen, zodat kan worden ingehaakt op mogelijke kritische vragen.

David Anink: hoe om te gaan met een verschil in materialisatie externe levering voor groene en grijze stroom wat betreft de MPG? Jeannette Levels: hier moeten we nog goed over nadenken, dit komt terug bij de vergelijking op gebouwniveau.

Gijs Termeer: waarom is de GWP (CO₂-eq) bij hernieuwbaar 10x lager, maar de MKI maar 2x lager?

David van Nunen licht toe dat dit komt door de indicator humane toxiciteit. Dit zullen we bij de

bespreking van de resultaten en zwaartepuntanalyse in het rapport verder toelichten. Hilko van der

Leij: na vaststelling van de nieuwe weegset (EN 15804+A2) kan dit beeld veranderen, het is aan te

raden om het effect op de energiedragers en dynamiek tussen MKI en GWP dan opnieuw te bekijken.

Productkaarten warmte, hoge temperatuur (HT)

Geen opmerkingen.

Productkaarten warmte, lage temperatuur (LT)

Als stimulans voor lage temperatuur warmtenetten is het goed om deze op te nemen in de NMD. Hoewel de MKI per MJ niet heel veel verschilt is er bij LT ook minder MJ nodig om een ruimte te verwarmen.

In het overleg is besloten om twee kaarten op te nemen voor het lage temperatuur warmtenet. Een kaart voor een lage temperatuur warmtenet met warmtepomp op grijze elektriciteit en een kaart voor een lage temperatuur warmtenet met warmtepomp op hernieuwbare elektriciteit.

Gijs Termeer geeft aan dat het in praktijk aannemelijk zal zijn dat een lage temperatuur warmtenet op hernieuwbaar elektriciteit opereert. Een belangrijke driver voor LT warmte is namelijk duurzaamheid. Je kan verwachten dat er dat ook hernieuwbare elektriciteit wordt gebruikt.

Verder merkt Gijs op dat voor een LT warmtenet meer isolatie in huizen nodig is, wat tot een hogere MKI zal leiden. David Anink geeft aan dat hij verwacht dat de energiebesparing en de lagere MKI de extra impact voor benodigde isolatie ruim compenseert. Dit zal echter nog moeten blijken, het is lastig om dit op voorhand met zekerheid te zeggen zonder uitgebreide analyse van verschillende gebouwen bij verschillende scenario's.

Analyse op gebouwniveau – impact MPG (module B6)

De opmerking wordt gemaakt dat het verschil tussen gebouw- en gebruikersgebonden energieverbruik niet duidelijk is, in het rapport zal dit worden toegelicht, evenals de scope van het energiegebruik binnen de MPG (alleen voor klimaat, algemene verlichting).

Er is een project gaande om de referentiegebouwen BENG in de NMD in te voeren en te beheren bij nieuwe versies van de NMD. Hieraan kan ook de gebruiksfase (B6) met verschillende energiedragers voor gebouwgebonden warmte aan worden toegevoegd.

In de rapportage kan het gebruikersgebonden gedeelte van het energiegebruik ter vergelijking worden meegenomen worden op basis van data van milieu centraal.

Materialisatie externe leveringskaarten in de MPG

Er wordt besloten dat voor elektriciteit de materialisatie externe leveringskaart voor toepassing in de MPG gecombineerd wordt tot de Nederlandse elektriciteitsmix (73% grijs, 27% hernieuwbaar). De grijze- en de hernieuwbare materialisatie externe levering worden niet apart opgenomen. Via de bouwbesluitregeling gaat het voor de MGP over het moment van oplevering van gebouw. Op dat moment kan nog niet gezegd worden of er grijze of hernieuwbare elektriciteit gebruikt gaat worden. Dit besluit de consument/ gebruiker later.

Voor warmte wordt de materialisatie externe levering wel gesplitst grijze en hernieuwbare bronnen voor HT- en LT-warmtenet productkaarten.

De materialisatie externe leveringskaarten worden:

- Elektriciteit productiemix NL, per kWh, materialisatie externe levering
- Warmte, HT, grijs, bij consument, per MJ, materialisatie externe levering
- Warmte, HT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ, materialisatie externe levering
- Warmte, LT, grijs, bij consument, per MJ, materialisatie externe levering
- Warmte, LT, hernieuwbaar, bij consument, per MJ, materialisatie externe levering
- Aardgas, verbrand, bij consument, per m³, materialisatie externe levering

Vervolg

Verzoek aan de klankbordgroep om eventuele overige opmerkingen op het concept rapport en/of aanvullende opmerkingen of suggesties voor de aanbevelingen van het rapport uiterlijk 8 december door te geven ter verwerking in het eindconcept.

17 december komt een definitief eindconcept van het rapport. De klankbordgroep krijgt dan gelegenheid om hierop te reageren, het is van belang dat hier voldoende tijd voor is om dat zorgvuldig te doen. Opmerkingen op het eindconcept kunnen gemaakt worden tot uiterlijk maandag 10 januari. De oplevering van het definitieve rapport komt dan in de eerste helft van januari.

Overige opmerkingen:

In de rapportage moet de naam W-E ingenieurs gecorrigeerd worden naar: 'Stichting W/E Adviseurs'.

Voor de leesbaarheid van het rapport kunnen de grote (LCI-) tabellen naar de bijlagen worden verplaatst.