

LCA Rapportage update Milieuverklaringen Energiedragers 2 – Elektriciteit Nationale Milieudatabase

**Elektriciteit, Nederlandse mix
Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, WLC
Elektriciteit, grijs
Elektriciteit, hernieuwbaar
Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa
Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land
Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee
Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV
Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen
Materialisatie elektriciteitsnet inclusief opwekkingsmiddelen, bij
consument, per kWh**

Datum rapportage: 29 januari 2026
Versie rapportage: 1.0

Opdrachtgever: Stichting Nationale Milieudatabase

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

Auteur(s): David van Nunen
Iida Iloniitty
Jeannette Levels-Vermeer
Peer reviewer(s): Branco Schipper, SGS Search

(Deel)producten / Milieuverklaringen onderdeel LCA-rapportage
<i>Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (48% grijs, 52% hernieuwbaar)</i>
<i>Elektriciteit, grijs, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV, bij consument, per kWh</i>
<i>Elektriciteitsmix voor operationeel elektriciteitsverbruik, per kWh (gemiddelde 2025-2075, 50 jaar prognose) -WLC</i>
<i>Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh</i>
<i>Materialisatie elektriciteitsnet met opwekkingsmiddelen, Nederlandse mix, bij consument, per kWh</i>

Wijzigingenregister

Versie rapport	Datum	Opsteller	Peer Review er	Gewijzigde Milieuverklaringen	Toelichting
1.0	22-12-2025	LBP\SIGHT, David van Nunen, Iida Iloniitty, Jeannette Levels-Vermeer	Branco Schipper, SGS Search	Elektriciteit, Nederlandse mix Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, WLC Elektriciteit, grijs Elektriciteit, hernieuwbaar Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen Materialisatie elektriciteitsnet inclusief opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh	Volledige rapportage geactualiseerd naar 2025

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

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	4
Samenvatting	5
Over het onderzoek	5
Hoe ziet de LCA van een energiedrager eruit?	5
Milieuverklaringen energie, toepassingen binnen LCA van producten en gebouwen	6
1. Inleiding	7
Resultaten	7
Doelstelling en doelgroep	7
Verantwoording	7
Leeswijzer	8
2. Methode	9
Scope	9
Systeemgrenzen	9
Referentieperiode	10
Productbeschrijving	10
3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)	14
Dataverzameling	14
Generieke uitgangspunten	14
Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh (A4)	14
Elektriciteit, Nederlandse mix	17
Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, WLC	17
Elektriciteit, grijs	20
Elektriciteit, hernieuwbaar	23
Hernieuwbare elektriciteit uit PV	25
Hernieuwbare elektriciteit uit biomassa	26
Hernieuwbare elektriciteit van windturbines op zee	28
3.7.1 Substations (OHVS, offshore high voltage station)	30
Hernieuwbare elektriciteit van windturbines op land	31
Hernieuwbare elektriciteit uit waterkracht	32
4. Resultaten	33
Gevoeligheidsanalyse	33
Transport en conversieverliezen	33
5. Referenties	34
6. Bijlagen	35
Bijlage I: LCI-tabellen basisprocessen en milieuverklaringen Elektriciteit	35
Bijlage II: LCI-LCA tabellen en resultaten	35

Samenvatting

Over het onderzoek

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

- Elektriciteit, Nederlandse mix
- Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, bij consument (26% grijs, 74% hernieuwbaar), per kWh, WLC Elektriciteit
- Elektriciteit, hernieuwbaar
- Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa
- Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land
- Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee
- Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV
- Materialisatie elektriciteitsnet
- Materialisatie elektriciteitsnet met opwekkingsmiddelen

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- en transportfase:

- 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. Kapitaalgoederen (inclusief afvalverwerking) voor energieopwekking zitten opgenomen in de productiefase.
- Transportfase: hierbij kijken we naar het energieverbruik voor transport en transportverliezen.
- Module D, module D bevat recyclingbaten van kapitaalgoederen van de energieopwekking.

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

Tabel 0.1: Functionele eenheden energiedragers

Energiedrager	Functionele eenheid
Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075 (26% grijs, 74% hernieuwbaar), bij consument, WLC	per kWh
Elektriciteit, Nederlandse mix, (48% grijs, 52% hernieuwbaar), bij consument	per kWh
Elektriciteit, grijs, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee, bij consument	per kWh
Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV, bij consument	per kWh
Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, bij consument	per kWh
Materialisatie elektriciteitsnet met opwekkingsmiddelen, bij consument	per kWh

Milieuverklaringen energie, toepassingen binnen LCA van producten en gebouwen

Toepassing bij LCA van bouwproducten

Milieuverklaringen van energiedragers kunnen in iedere levenscyclusfase worden toegepast. In de praktijk vindt energiegebruik plaats tijdens de productie (A1-A3), het eventueel transport (A4), de installatie (A5), het onderhoud (B2), reparaties (B3), vervangingen (B4) en in de eindelevensfase (C1-C4) van een product.

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 de materialisatie van de infrastructuur inclusief opwekkingsmiddelen van toegeleverde energie gedeclareerd in de productie/bouwfase.

Bij de MEPG en WLC-GWP wordt energiegebruik tijdens de gebruiksfase (B6) meegenomen. Bij opname van operationeel energiegebruik in B6 hoeft de Milieuverklaring voor materialisatie infrastructuur inclusief opwekkingsmiddelen niet los te worden opgenomen, de materialisatie van infrastructuur zit verwerkt in de milieuverklaringen van de energiedragers voor operationeel energiegebruik. Voor de geproduceerde elektriciteit uit eigen opwekking moet de milieuverklaring 'Materialisatie elektriciteitsnet, externe levering, per kWh' worden toegepast voor bouwwerken met een netaansluiting, wanneer er geen, of onvoldoende sprake is van energieopslag. Met deze kaart wordt het elektriciteitsnet toegevoegd voor gebouwgebonden elektriciteitsopwekking. Alle milieuverklaringen bevatten levering bij de consument.

1. Inleiding

Resultaten

Resultaten zijn zichtbaar in de NMD viewer. [Milieudatabase Milieuverklaringen](#)

Stichting NMD streeft ernaar om de categorie 3 data in de Nationale Milieudatabase regelmatig te actualiseren en te verbeteren. Hierop kan iedereen inspraak geven. In de paragraaf “Verantwoording” wordt toegelicht hoe verbeterpunten voor de categorie 3 data bij Stichting NMD kunnen worden aangedragen.

Categorie 3 data wordt automatisch geactualiseerd wanneer Stichting NMD de NMD-basisprocessendatabase bijwerkt, bijvoorbeeld door een update van de Ecoinvent-database of een wijziging in de verwerking-scenario's voor het einde van de levensduur. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen. In dit rapport staat beschreven welke versies van de NMD-Basisprocessendatabase en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage. De meest actuele categorie 3 data is altijd te raadplegen in gevalideerde rekeninstrumenten, zoals GPR Materiaal.

Doelstelling en doelgroep

In deze studie zijn milieuprofielen opgesteld van een aantal energiedragers. Het doel van de studie is het aanvullen en verbeteren van de bestaande Milieuverklaringen 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 Milieuverklaringen, aangeboden aan de NMD en via de rekeninstrumenten en de website beschikbaar gesteld 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 Milieuverklaringen.
- Opstellers van Whole Life Carbon studies (WLC-GWP)

Verantwoording

De LCA is uitgevoerd conform de eisen en richtlijnen uit de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken versie 1.2 (januari 2025)*. De Bepalingsmethode is gebaseerd op *ISO 14040 - ISO14044* en *NEN-EN 15804+A2:2019*.

De LCA is uitgevoerd door LBP|SIGHT in samenwerking met stichting Nationale Milieudatabase. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode van juli 2025 tot augustus 2025, 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 gereviewd door Branco Schipper (SGS Search) volgens 'Protocol Initiëren, opstellen en peer reviewen categorie 3 data v2.0'.

De Milieuverklaringen, 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 Milieuverklaringen 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.

Leeswijzer

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

In hoofdstuk 3 staat de levenscyclusinventarisatie. De dataverzameling en de specificatie van materialen en processen komen hierin aan bod.

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten en de zwaartepuntanalyse beschreven.

2. Methode

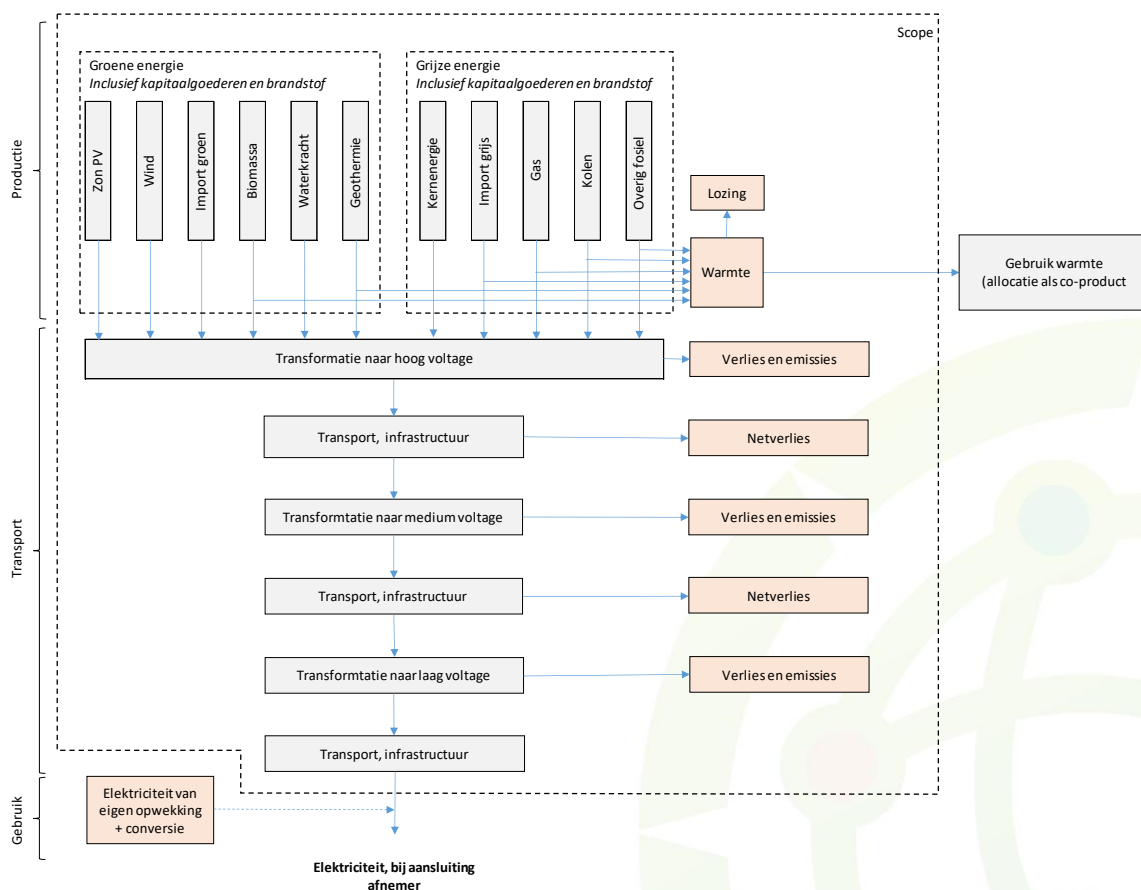
Scope

Systeemgrenzen

In figuur 2.1 is de opzet van de scope van elektriciteitsvoorziening weergegeven. Ten opzichte van de systeemgrenzen van een volledige LCA van een bouwproduct is deze beperkt tot alleen de productiefase, transportfase en module D.

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. De productiefase bevat ook de kapitaalgoederen voor energieopwekking. Vervolgens wordt de energiedrager naar de consument *getransporteerd*, waarbij zowel het elektriciteitsnet als de verliezen door transport en conversies worden meegenomen in de beschouwing.

Module D, module D bevat recyclingbaten van kapitaalgoederen van de energieopwekking. Geïmporteerde elektriciteit is geen onderdeel van deze studie.



Figuur 2.1: Systeemgrenzen elektriciteit netmix NL

Tabel 2.1: Meegenomen modules LCA-energiedragers

LCA energiedragers	Module van toepassing	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, terugwinning en recycling
		x	x	x	x	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	x

Binnen de scope van operationeel energiegebruik op bouwwerkniveau komt de volledige scope van energiegebruik (opwekking, transport en module D van kapitaalgoederen) terug binnen module B6 van het bouwwerk.

Referentieperiode

Deze LCA-studie gebruikt voor de samenstelling van de energiemixen van energiedragers zo recent mogelijke data. Referentiejaar 2025 is gebruikt voor de samenstelling van de netmix op basis van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) voor vastgesteld beleid¹. Data van CBS (2024) vormt de basis van verdieping voor de mixsamenstelling, bijvoorbeeld voor de onderverdeling van elektriciteit uit windenergie naar wind-op-land en wind-op-zee².

Productbeschrijving

Tabel 2.2: Productomschrijvingen energiedragers Elektriciteit

Productnaam	Elektriciteit, Nederlandse mix, (48% grijs, 52% hernieuwbaar), bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (48% grijs, 52% hernieuwbaar). Categorie 3a, zonder opslag. Referentiejaar 2025. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh

¹ [Klimaat- en Energieverkenning 2025 | Planbureau voor de Leefomgeving](#)

² [StatLine - Elektriciteitsbalans: aanbod en verbruik](#), **voorlopige cijfers

Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, grijs, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, grijs, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, hernieuwbaar, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, hernieuwbaar, uit biomassa, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op land, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de

	opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, hernieuwbaar, van windturbines op zee, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV, bij consument, per kWh
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, hernieuwbaar, uit PV, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, bij consument (26% grijs, 74% hernieuwbaar), per kWh, WLC
Classificatie	10000. Elektriciteit (Energie)
Toelichting	Milieuprofiel energiedrager Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (26% grijs, 74% hernieuwbaar). Gemiddelde netmix 2025-2075 op basis van vastgesteld beleid (KEV 2025). Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel omvat opwekking (inclusief de opwekkingsmiddelen), transport (inclusief verliezen) en afvalverwerking en module D van de opwekkingsmiddelen. Deze milieuverklaring kan worden toegepast binnen WLC-GWP berekeningen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U

Productnaam	Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh
Classificatie	10010. Elektriciteit externe levering
Toelichting	Milieuprofiel Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, externe levering, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel is bedoeld voor invulling van de post 'externe levering' binnen de MPG-methodiek en omvat materialisatie van het elektriciteitsnet zonder de opwekkingsmiddelen.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U
Productnaam	Materialisatie elektriciteitsnet met opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh
Classificatie	10010. Elektriciteit externe levering
Toelichting	Milieuprofiel Materialisatie elektriciteitsnet met opwekkingsmiddelen, grijs, bij consument, per kWh. Categorie 3a, zonder opslag. Dit milieuprofiel is bedoeld voor invulling van de post 'externe levering' binnen de MPG-methodiek. Dit milieuprofiel omvat opwekkingsmiddelen, infrastructuur voor en afvalverwerking en module D van de materialisatie.
Eenheid	kWh
Levensduur	1 jaar
Categorie	3a
Toepassingsgebied(en)	B&U

Van toepassing op alle voornoemde: NMD-milieuverklaringen voor energiedragers vallen onder categorie 3a, zonder opslag. Invoer van de milieuverklaringen gaat op basis van NMD-basisprocessen, deze worden periodiek (per vijf jaar) geüpdatet of bij grote wijzigingen in de energiemix. Let op: voer bij een bouwwerkberekening de jaarlijkse hoeveelheid energielevering in. De levensduur van milieuverklaringen van energiedragers is 1 jaar, het rekeninstrument vermenigvuldigt dit met de gebouwlevensduur, of de beschouwingsperiode. Operationeel energiegebruik wordt altijd gedeclareerd in module B6 van de gebouwberekening.

3. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

Dataverzameling

Voor het bepalen van de processtappen, het materiaal- en brandstofgebruik en de bijbehorende processen rondom energiedragers is gebruikgemaakt van openbare databronnen en literatuurbedata.

Voor het opstellen van de milieuprofielen is achtergronddata toegepast van Ecoinvent 3.9.1. Waar relevant is deze data verder uitgewerkt en gespecificeerd. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens.

Vanuit de NMD processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden.

Generieke uitgangspunten

Uitgangspunten materialisatie infrastructuur kapitaalgoederen (materialisatie externe levering)

Toegepaste Ecoinvent achtergrondprocessen bevatten de materialisatie van de energieopwekkingsmiddelen. Voor specifieke milieuverklaring voor de materialisatie van de infrastructuur voor energie zijn de kapitaalgoederen geïdentificeerd op basis van het netwerk met een 0,5% afkap op MKI. Voor elektriciteit uit hernieuwbare bronnen, met uitzondering van biomassa, zijn er geen operationele emissies en verbruiksmiddelen. Voor deze hernieuwbare bronnen is de materialisatie van de energie opwekkingsmiddelen en infrastructuur per kWh gelijk aan geleverde energie per kWh.

Eindelevensscenario: Conform de Bepalingsmethode moet het eindelevensscenario meegenomen worden van kapitaalgoederen (materialisatie externe levering). De kapitaalgoederen in de Ecoinvent achtergrondprocessen bevatten afvalverwerkingsprocessen, meestal voor stort of afvalverbranding. In Ecoinvent-processen worden geen baten toegekend aan doorgegeven materialen. Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn opgenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De sloop/ demontage van de kapitaalgoederen wordt buiten beschouwing gelaten. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaal equivalent.

Materialisatie elektriciteitsnet zonder opwekkingsmiddelen, bij consument, per kWh (A4)

Netbeheer Nederland heeft beschikbare kerngegevens voor het Nederlandse elektriciteitsnetwerk. Op basis van deze gegevens specificeren we beschikbare data uit Ecoinvent.

In Nederland ligt er in totaal 359.590 km net. Dit deelt Netbeheer Nederland op in 'extra hoogspanning', 'hoogspanning', 'middelspanning' en 'laagspanning'. Tabel 3.1 geeft het totaal aantal kilometer netwerk weer per spanningstype.³

³ Netbeheer Nederland, Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland, Resultaten 2024, versie 1.0. [Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland | Resultaten 2024 | Netbeheer Nederland](#)

Tabel 3.1 Omvang netwerk per spanningstype

	Totaal aantal kilometer netwerk in Nederland	Percentage ten opzichte van het totale netwerk
Extra hoogspanning totaal	3.090 km	0,86%
<i>bovengronds</i>	<i>3.000 km</i>	<i>0,83%</i>
<i>ondergronds</i>	<i>90 km</i>	<i>0,03%</i>
Hoogspanning totaal	10.500 km	2,92%
<i>bovengronds</i>	<i>5.000 km</i>	<i>1,39%</i>
<i>ondergronds</i>	<i>5.500 km</i>	<i>1,53%</i>
Middelspanning totaal	115.000 km	31,98%
<i>bovengronds</i>	<i>0 km</i>	
<i>ondergronds</i>	<i>115.000 km</i>	<i>31,98%</i>
Laagspanning totaal	231.000 km	64,24%
<i>bovengronds</i>	<i>110 km</i>	<i>0,03%</i>
<i>ondergronds</i>	<i>230.890 km</i>	<i>64,21%</i>

In de Ecoinvent achtergronddata voor distributienetwerken wordt uitgegaan van een netwerk-levensduur van 40 jaar. Deze technische levensduur houden we aan. In Nederland was er in 2024 een netto elektriciteitsproductie van 119.558 miljoen kWh⁴. Uitgaande van deze waarde gaat er in 40 jaar 4.782 miljard kWh over het elektriciteitsnetwerk. Dit betekent 7,52E-08 km netwerk per kWh. In tabel 3.2 wordt dit naar rato verdeeld onder extra hoogspanning, hoogspanning, middelspanning en laagspanning. In tabel 3.2 zijn de betreffende Ecoinvent achtergrondprocessen weergegeven. Voor geografische specificering zijn {RER} processen toegepast.

Tabel 3.2 De gebruikte Ecoinvent-processen en km net per kWh aan huis

	Ecoinvent-proces	Materialisatie elektriciteitsnet; km per kWh aan huis [NL]
Extra-hoogspanning – bovengronds	<i>Transmission network, electricity, high voltage direct current aerial line {RER} transmission network construction, electricity, high voltage direct current aerial line Cut-off, U</i>	6,27E-10
Extra-hoogspanning – ondergronds	<i>Transmission network, electricity, high voltage direct current land cable {RER} transmission network construction, electricity, high voltage direct current land cable Cut-off, U</i>	1,88E-11
Hoogspanning – bovengronds	<i>Transmission network, electricity, high voltage direct current aerial line {RER} transmission network construction, electricity, high voltage direct current aerial line Cut-off, U</i>	1,05E-09
Hoogspanning – ondergronds	<i>Transmission network, electricity, high voltage direct current land cable {RER} transmission network construction, electricity, high voltage direct current land cable Cut-off, U</i>	1,15E-09

⁴ [StatLine - Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik](#)

Middelspanning – ondergronds	<i>Transmission network, electricity, medium voltage {RoW} transmission network construction, electricity, medium voltage Cut-off, U</i>	2,40E-08
Laagspanning – bovengronds	<i>Distribution network, electricity, low voltage {RoW} distribution network construction, electricity, low voltage Cut-off, U</i>	2,30E-11
Laagspanning – ondergronds	<i>Distribution network, electricity, low voltage {RoW} distribution network construction, electricity, low voltage Cut-off, U</i>	4,83E-08

Naast het transmissie- en distributienetwerk staan er in de Ecoinvent-achtergrondprocessen van Nederlandse elektriciteit op low, medium en high voltage ook input en emissies van Sulfur hexafluoride, dinitrogen monoxide en ozone die plaatsvinden bij de elektriciteitstransmissie en distributie. Deze waarden zijn gelijk gelaten in de elektriciteitsmodellen.

Tansport en conversieverliezen

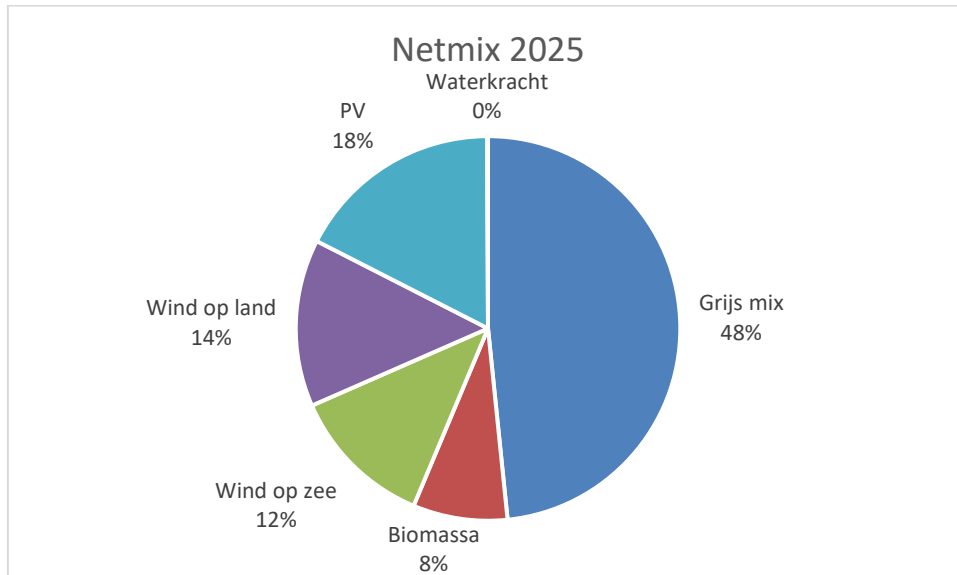
Bij de conversie van hoogspanning naar laagspanning (nodig voor invoer naar huishoudens) ontstaan er verliezen. Ook de elektrische weerstand van de distributienetonderdelen (kabels en transformatoren) veroorzaakt verlies. Deze distributieverliezen in 2024 bedroegen 5.028 mln kWh volgens CBS⁵. In verhouding met de totale nettoproductie (119.558 mln kWh) van stroom hetzelfde jaar, komt het neer op ongeveer 4,2% in verliezen⁶. Deze verliezen hebben dezelfde samenstelling als de productiemix van de betreffende bron voor elektriciteit. Dit betekent dat 1,042 kWh elektriciteit nodig is voor 1 kWh netto levering. Vanuit deze benadering kan er geen onderscheid gemaakt worden tussen levering op hoog voltage, middel voltage en laag voltage (Hoofdstuk 4 bevat een gevoeligheidsanalyse op conversie en transportverlies).

⁵ [StatLine - Elektriciteitsbalans: aanbod en verbruik](#)

⁶ $5.028 \text{ mln kWh} / 119.558 \text{ mln kWh} = 0,04205 = 4,2\%$

Elektriciteit, Nederlandse mix

Voor de samenstelling van de Nederlandse netmix gaan we uit van de KEV 2025 voor referentiejaar 2025⁷. De samenstelling is als volgt:



Figuur 3.1 Netmix Nederland 2025

De mix is gemodelleerd als samenstelling van de specifieke basisprocessen van elektriciteit per bron zoals verder opgenomen in deze rapportage.

Elektriciteit, Nederlandse mix 2025-2075, WLC

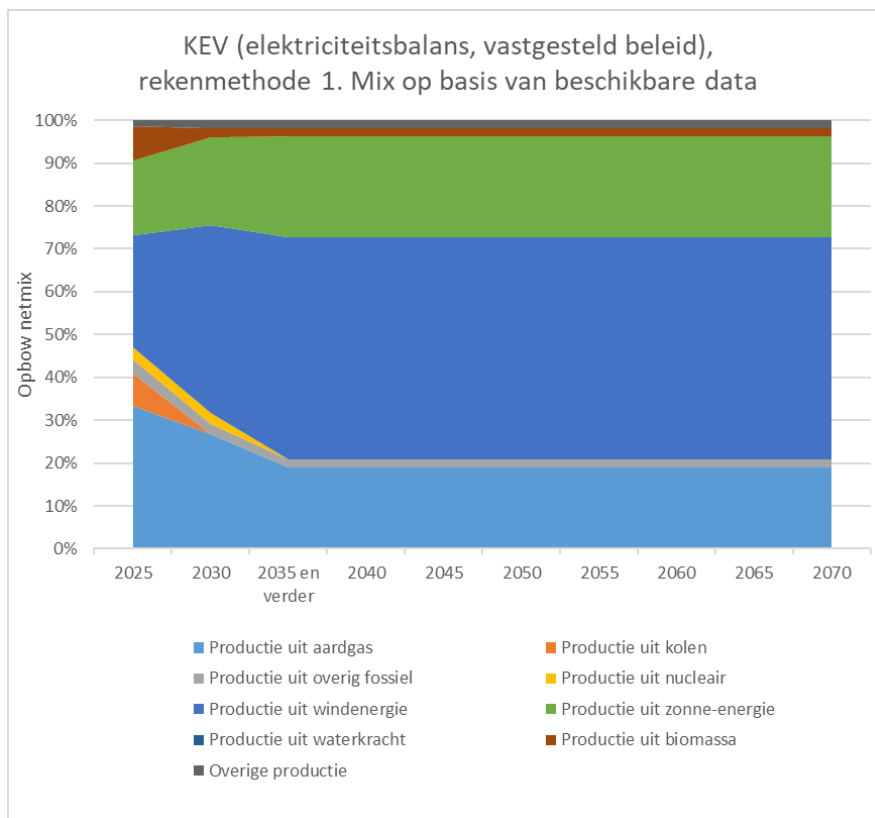
Uitgangspunt is de geanticipeerde gemiddelde netmix van moment van opstellen tot 50 jaar later (beschouwingsperiode binnen WLC-GWP)⁸. De mix wordt bepaald met tijdsintervallen van 5 jaar, waarvan het gemiddelde wordt genomen per tijdsinterval als rekenpunt. Als databron voor de netmix wordt uitgegaan van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) voor vastgesteld beleid. De KEV geeft data tot een periode vooruit. Vanaf het laatste datapunt wordt ervan uitgegaan dat de netmix gelijk blijft tot het einde van de beschouwingsperiode.

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) monitort jaarlijks de voortgang van het klimaat- en energiebeleid en rapporteert hierover. De KEV biedt inzicht in de uitstoot van broeikasgassen van het verleden tot (op moment van schrijven) 2035 en schetst een beeld van de energievoorziening en het energieverbruik. Het houdt rekening met ontwikkelingen binnen nationale beleidsdoelen. De gemiddelde elektriciteitsmix wordt opgesteld op basis van de meest recente nettoproductiemix-samenstelling van de meest recente KEV bij herzieningen.

De WLC-mix is gemodelleerd als samenstelling van de specifieke basisprocessen van elektriciteit per bron zoals verder opgenomen in deze rapportage.

⁷ Tabel 23a: Elektriciteitsbalans in petajoule (vastgesteld beleid, KEV 2024). [Klimaat- en Energieverkenning 2024 | Planbureau voor de Leefomgeving](#)

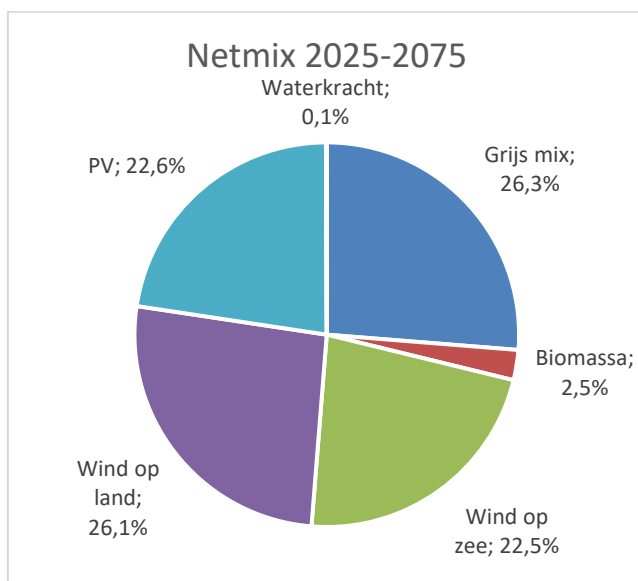
⁸ Methode komt voort uit: LBP|SIGHT (2025), Methode bepaling WLC-broeikasgasemissie. [Eindrapportage WLC-GWP: Methode bepaling WLC-broeikasgasemissie | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)



Figuur 3.2 Verwachte opbouw netmix 2025-2070, bron: KEV (2024) vastgesteld beleid

Tabel 3.3. Samenstelling Nederlandse elektriciteitsmix, o.b.v. vastgesteld beleid

	2020	2025	2030	2035 en verder	Gemiddeld 2025-2075)
Productie uit aardgas	59%	33%	27%	19%	21,24%
Productie uit kolen	6%	8%	0%	0%	0,77%
Productie uit overig fossiel	3%	3%	2%	2%	1,94%
Productie uit nucleair	3%	3%	3%	0%	0,54%
Productie uit windenergie	12%	26%	44%	52%	48,58%
Productie uit zonne-energie	7%	17%	20%	23%	22,55%
Productie uit waterkracht	0%	0%	0%	0%	0,07%
Productie uit biomassa	7%	8%	2%	2%	2,54%
Overige productie	2%	1%	2%	2%	1,79%
Nederlandse productiemix grijs	73%	48%	34%	23%	26%
Nederlandse productiemix hernieuwbaar	27%	52%	66%	77%	74%



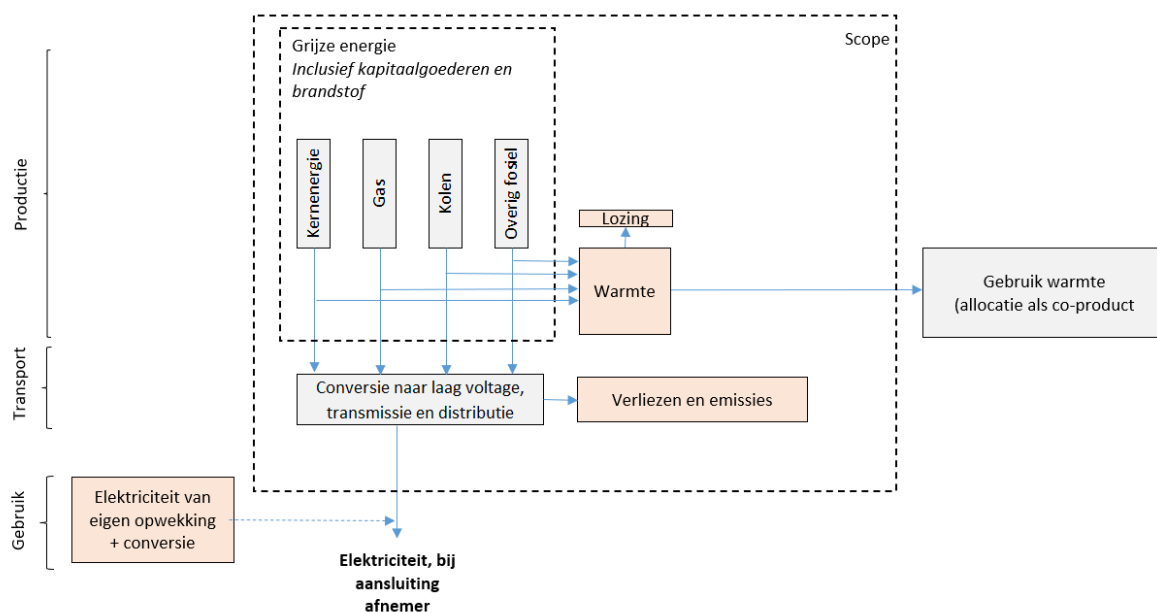
Figuur 3.3

Netmix 2025-2070, bron: KEV (2024) vastgesteld beleid

Elektriciteit, grijs

Systeemgrenzen

Voor de grijze elektriciteitsmix is de omzetting van de elektriciteit meegenomen inclusief de kapitaalgoederen en brandstof, transport en module D. De opwekking van de elektriciteit gebeurt gedeeltelijk in een installatie met een warmtekrachtkoppeling (WKK). In dat geval wordt de milieu-impact van de warmte gealloceerd aan de warmte. Elektriciteit van eigen (gebouwgebonden) energieopwekking valt buiten de systeemgrenzen.



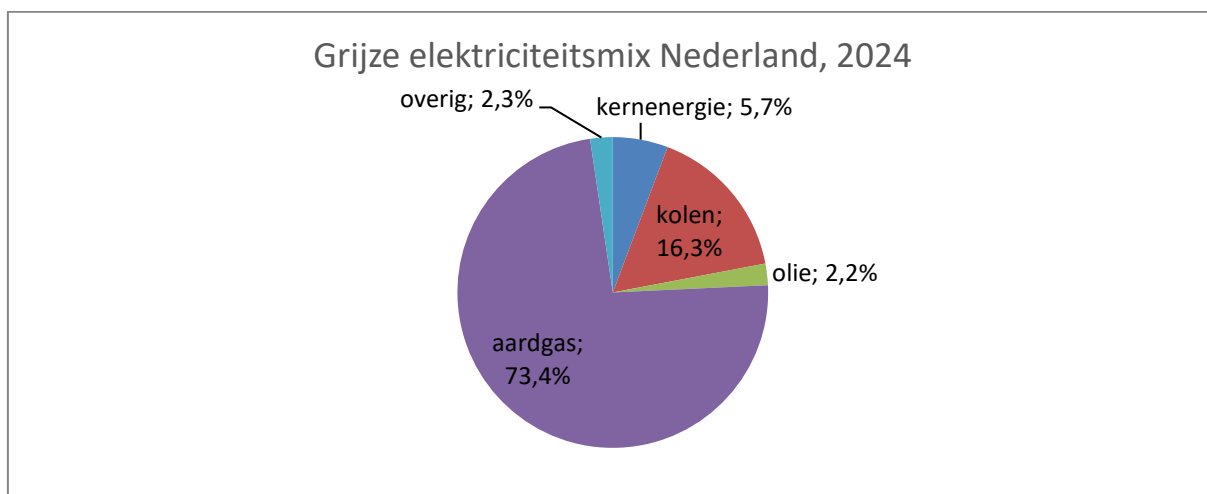
Figuur 3.4: Systeemgrenzen elektriciteit grijs

Productiefase (A1-A3)

Op basis van voorlopige cijfers van CBS⁹ over het jaar 2024 zijn vijf bronnen voor grijze elektriciteit bepaald en het aandeel binnen de gemiddelde productiemix. De grijze elektriciteitsmix bestaat uit energie opgewerkt uit aardgas, kolen, kernenergie, olie en overige niet-hernieuwbare brandstoffen. De verdeling in is te zien in figuur 3.5.

We hebben data van het jaar 2023 gebruikt in gevallen waar geen nieuwere data beschikbaar was. Dit was het geval bij de onderverdeling in conventioneel of combined cycle met of zonder warmtekrachtkoppeling van elektriciteit uit gas, kolen en olie.

⁹ <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84575NED/table?ts=1765992759817>



Figuur 3.5: Elektriciteitsmix grijs, Nederlandse productie

Elektriciteit uit 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.¹⁰

Kernenergie wordt gemodelleerd naar het Ecoinvent 3.9.1 proces: 'Electricity, high voltage {NL}| electricity production, nuclear, pressure water reactor | Cut-off, U'.

Elektriciteit uit aardgas: Omzetting 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 warmtekrachtkoppelingssysteem (WKK). Het type installatie beïnvloedt de milieu-impact van elektriciteitsomzetting, omdat een deel van de milieu-impact wordt toegewezen aan warmteomzetting (allocatie op basis van energie). Dit kan een negatief effect (hogere milieulast) hebben, omdat WKK de hoeveelheid elektriciteitsomzetting verlaagt. De totale efficiëntie van een centrale gaat omhoog, omdat de energie-inhoud van de brandstof beter wordt benut. Tabel 3.4. geeft de milieu-impact in MKI (volgens set 2, EN15804+A2) weer voor de verschillende typen aardgasinstallaties op basis van Ecoinvent 3.9.1 achtergrondprocessen.

Tabel 3.4 Aandeel productie en totale MKI/kWh van verschillende aardgasinstallaties in 2023

	Ecoinvent-proces	Aandeel productie in 2023	Totale MKI Ecoinvent 3.9.1 per kWh
Conventioneel – zonder WKK	<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, natural gas, conventional power plant Cut-off, U</i>	0,0%	€ 0,0946
Conventioneel – met WKK	<i>Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U</i>	27,9%	€ 0,0673
STEG – zonder WKK	<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U</i>	43,8%	€ 0,048
STEG – met WKK	<i>Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, natural gas,</i>	28,3%	€ 0,0505

¹⁰<https://www.pzem.nl/trading/assets/kerncentrale-epz>

	<i>combined cycle power plant, 400MW electrical Cut-off, U</i>		
--	--	--	--

Elektriciteit uit kolen: Ongeveer 16% van de grijze stroommix kwam in 2024 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 2, EN15804+A2) weer voor de verschillende typen installaties, op basis van Ecoinvent 3.9.1 achtergrondprocessen.

Tabel 3.5 Aandeel productie en totale MKI/kWh van verschillende kolencentrales in 2023

	Ecoinvent-proces	Aandeel productie in 2023	Totale MKI Ecoinvent 3.9.1 per kWh
Zonder WKK (conventioneel)	<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, hard coal Cut-off, U</i>	57,9%	€ 0,134
Met WKK (co-generation)	<i>Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U</i>	42,1%	€ 0,13

Elektriciteit uit olieproducten: 2,24% 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. Deze verschillende vormen van productie zijn gemodelleerd als volgt:

Tabel 3.6 Aandeel productie en totale MKI/kWh van verschillende vormen van elektriciteit uit olie in 2023

	Ecoinvent-proces	Aandeel productie in 2023	Totale MKI Ecoinvent 3.9.1 per kWh
Elektriciteit uit olie, zonder WKK	<i>'Electricity, high voltage {NL} electricity production, oil Cut-off, U'.</i>	32,1%	€ 0,124
Elektriciteit uit olie, met WKK	<i>Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, oil Cut-off, U</i>	67,9%	€ 0,168

Elektriciteit uit 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 2,3% van de grijze mix bestaat uit 'overige brandstoffen'.

Transportfase (A4)

Onderdeel van de transportfase zijn transport- en conversieverliezen en toepassing van de materialisatie van het netwerk.

Materialisatie kapitaalgoederen (materialisatie externe levering): Binnen de elektriciteitsmixen grijs en hernieuwbaar is de materialisatie van de kapitaalgoederen los geanalyseerd. Hiervoor is gekeken naar de kapitaalgoederen die onderdeel zijn van het netwerk op MKI met 0,5% afkap per 'kWh' elektriciteitsproductie. Bij grijze elektriciteit is dit enkel de pipeline natural gas. Deze hebben we aangevuld met 'Gas power plant, combined cycle, 400MW electrical {RER}| construction | Cut-off, U' als referentiemodel voor een elektriciteitscentrale, met hoeveelheid $1,39E-11$ stuk per kWh, op basis van Electricity, high voltage {NL}| electricity production, natural gas, combined cycle power plant | Cut-off, U.

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaalequivalent. De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.7.

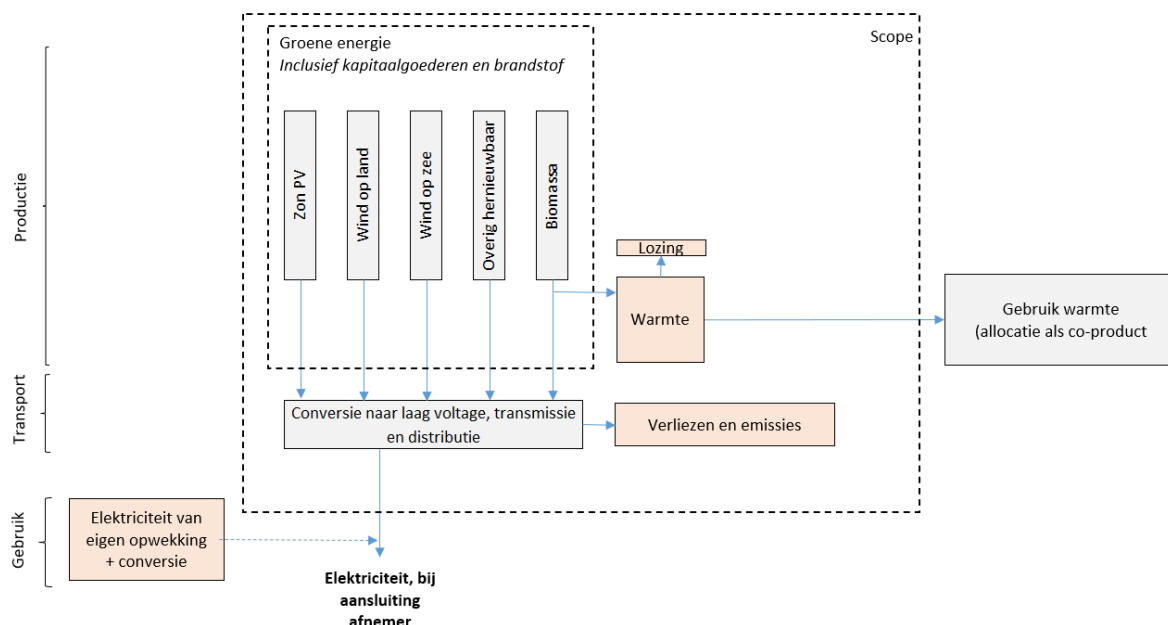
Tabel 3.7 Specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

			% secu ndair	Type mate riaal	LH V (M J)	Stroo m nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	St or t	A VI	Recy cling	Herge bruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
> Bestaande uit (afkap 3% MKI)														
Reinforcing steel {GLO} market for reinforcing steel Cut-off, U	0,00	k	82,2 %	fossi el	00,00	74	staal, wapening	gewapend betonnen constructies	0%	5 %	0 %	95%	0%	52,5
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for aluminium, wrought alloy Cut-off, U	4,89	k	30,0 %	fossi el	00,00	4	aluminium, uit B&U	o.a. profielen, platen, leidingen	0%	3 %	3 %	94%	0%	54,5
Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, U	6,56	k	17%	fossi el	00,00	42	koper, gemengd	elektriciteitsleiding en	0%	10 %	5 %	85%	0%	60
Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for steel, chromium steel 18/8, hot rolled Cut-off, U	2,59	k	49,0 %	fossi el	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5 %	0 %	95%	0%	52,5

Elektriciteit, hernieuwbaar

Systeemgrenzen

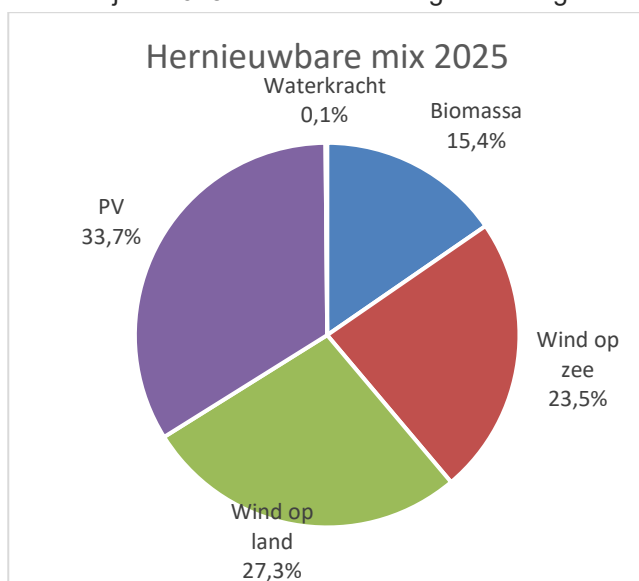
Voor de hernieuwbare elektriciteitsmix nemen we de Omzetting van de elektriciteit mee inclusief de kapitaalgoederen, de brandstof en het transport. De Omzetting van de elektriciteit uit biomassa gebeurt in een installatie met een warmtekrachtkoppeling (WKK). Een deel van de milieu-impact uit de biomassa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



Figuur 3.7: Systeemgrenzen elektriciteit, hernieuwbaar

Samenstelling

Voor de samenstelling van de Nederlandse hernieuwbare netmix gaan we uit van de KEV 2024 voor referentiejaar 2025. De samenstelling is als volgt:



Figuur 3.8: Nederlandse productiemix hernieuwbaar in 2025

De mix is gemodelleerd als samenstelling van de specifieke basisprocessen van elektriciteit per bron zoals verder opgenomen in deze rapportage.

Hernieuwbare elektriciteit uit PV

Elektriciteit uit zonne-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 € 0,0199 per kWh.

Ter referentie hebben we een vergelijking gemaakt met de andere twee PV-processen voor de Nederlandse context, bij productie van PV op dak. Het 570 kWp-model is het meest geschikt voor centrale elektriciteitsproductie uit PV.

Tabel 3.8 Vergelijking van beschikbare Ecoinvent-processen en MKI's voor zonne-energieproductie in Nederland

<i>Ecoinvent-proces</i>	<i>Totale MKI</i>
Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted Cut-off, U	0,0186
Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, U	0,0208
Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si Cut-off, U	0,0199

Correctie op het eindelevensscenario elektriciteit uit PV

Onderliggend aan het toegepaste Ecoinvent model zijn de inverter, het PV-paneel, het bevestigings-systeem en de elektriciteitsaansluiting.

Tabel 3.9 Materialisatieopbouw PV

Model Electricity, low voltage {NL} electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si Cut-off, U		1 kWh
Proces	Hoeveelheid	Bijdrage aan MKI
Inverter, 500kW {GLO} market for Cut-off, U	2,33 E-7 p	4%
Photovoltaic panel, multi-Si wafer {GLO} market for Cut-off, U	0,000328 m2	64%
Photovoltaic mounting system, for 570kWp open ground module {GLO} market for Cut-off, U	0,000319 m2	30,1%

Materialisatie kapitaalgoederen (materialisatie externe levering): Er is geen operationeel brandstofgebruik en er zijn geen operationele emissies voor elektriciteit uit PV, de materialisatie kapitaalgoederen is gelijk aan de totale milieuverklaring.

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaalequivalent.

De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.10.

Tabel 3.10: Specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

> Bestaande uit (afkap 3% MKI)

		% secur ndair	Type mate riaal	LH V (M J)	Stroo m nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	St ort	A V I	Recy cling	Herge bruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
	k g	0,0%	fossi el	00, 00	8	beton	o.a. elementen, metselwerk, gewapend beton	0%	1 %	0 %	99%	0%	50,5
Aluminium, wrought alloy {GLO} market for aluminium, wrought alloy Cut-off, U	2,20 E-03 g	30,0 %	fossi el	00, 00	4	aluminium, uit B&U	o.a. profielen, platen, leidingen	0%	3 %	3 %	94%	0%	54,5
Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, U	2,15 E-04 g	17%	fossi el	00, 00	42	koper, gemengd	elektricititsleidingen	0%	10 %	5 %	85%	0%	60
reinforcing steel	2,69 E-03 g	82,2 %	fossi el	00, 00	74	staal, wapening	gewapend betonnen constructies	0%	5 %	0 %	95%	0%	52,5

Hernieuwbare elektriciteit uit biomassa

De verschillende elektriciteitsproductievormen met biomassa zijn gekwantificeerd door CBS. Wij beschouwen de 'voorlopige' data over het jaar 2024. Dit zijn de meest recente cijfers¹¹. Elektriciteit uit biomassa is op te splitsen in elektriciteit van bij- en meestook van biomassa in centrales, biomassaketels bij bedrijven, elektriciteit uit biogas en elektriciteit uit biomassaverbranding in afvalverbrandingsinstallaties.

Het biogas is onder te verdelen in biogas uit stortplaatsen, biogas van rioolwaterzuiveringsinstallaties, biogas van de (co-)vergisting van mest en overig biogas. Deze verschillen zijn gewerkt in het model door het standaard input biogas '*Biogas {RoW} market for biogas | Cut-off, U*' van het proces '*Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine | Cut-off, U*' te vervangen met de desbetreffende biogastype (zie bijlage I).

In tabel 3.11 staat de verdeling van biomassa weergegeven met daarbij de milieu-impact van de betreffende productiebron. In deze analyse nemen wij aan dat de elektriciteit uit biomassa voldoet aan de vereisten zoals gesteld in de Renewable Energy Directive 2018¹². De RED II zet onder andere limieten op de toepassing van biobrandstoffen en biomassa, die een hoog risico hebben om bij te dragen aan 'indirect land use change (ILUC)'.

Tabel 3.11 Onderverdeling van biomassaproductie en bijbehorende Ecoinvent-processen

Onderverdeling biomassa	Ecoinvent-proces	Aandeel productie 2024
Afvalverbrandingsinstallaties	Electricity, medium voltage {NL} electricity, from municipal waste incineration to generic market for electricity, medium voltage Cut-off, U *dit proces bevat geen burdens, er is geen allocatie naar energieopwekkingopgenomen in dit proces.	29,6%
Bij- en meestoken biomassa in centrales	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	50,8%
Biomassaketels bedrijven, WKK	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	14,2%

¹¹ <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84917NED/table>

¹² Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II) (europa.eu), https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/reference-regulatory-framework/renewable-energy-recast-2030-red-ii_en

Biogas uit stortplaatsen	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	0,3%
Biogas rioolwaterzuiveringsinstallaties	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	2,9%
Biogas, co-vergisting van mest	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	0,8%
Overig biogas	Electricity, high voltage {NL} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	1,4%

Ecoinventprocessen gaan uit van biogene koolstof neutraliteit (opname van CO₂ bij productie/toepassing van biogeen materiaal en gelijke emissie bij verbranding). Vanuit de toegepaste Ecoinvent processen zit er een inconsistentie tussen de opname en de emissie van biogeen CO₂. Dit is vanwege de significante bijdrage voor elektriciteit uit biomassa gecorrigeerd zodat biogeen CO₂ binnen module A1A3 netto op '0' uitkomt. Alleen methaanemissies dragen bij aan GWP-biogeen binnen deze fase.

Transportfase (A4)

Onderdeel van de transportfase zijn transport- en conversieverliezen en toepassing van de materialisatie van het netwerk.

Materialisatie kapitaalgoederen (materialisatie externe levering): Er zijn operationele emissies voor elektriciteit uit biomassa. De materialisatie van infrastructuur draagt <0,5% bij aan de MKI. Voor de materialisatie gaan we uit van de referentieprofielen met de grootste bijdrage per kWh levering: Electricity, high voltage {NL}| heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 | Cut-off, U is er per kWh 8,28E-9 P Furnace, wood chips, with silo, 5000kW {GLO}| market for furnace, wood chips, with silo, 5000kW | Cut-off, U en 8,28E-9p Heat and power co-generation unit, organic Rankine cycle, 1000kW electrical {GLO}| market for heat and power co-generation unit, organic Rankine cycle, 1000kW electrical | Cut-off, U. Deze processen bevatten ook afvalverwerking.

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaal-equivalent. De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.12.

Tabel 3.12 Specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

> Bestaande uit (afkap 3% MKI)		% secundair	Type materiaal	LHV (MJ)	Stroom nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	Stort	AVI	Recycling	Hergebruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
Steel low alloyed	0,000 k	17,6 %	fossiel	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5 %	0 %	95%	0%	52,5
Steel chromium steel	6,70E-05 k	49,0 %	fossiel	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5 %	0 %	95%	0%	52,5

Hernieuwbare elektriciteit van windturbines op zee

Er zijn verschillende types windturbines in omloop en Ecoinvent 3.9.1 heeft drie vermogensklassen voor turbines op het land: kleiner dan 1 MW, tussen de 1-3 MW en 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 3.13.

Tabel 3.13 Beschikbare Ecoinvent-processen windenergie met totale MKI/kWh

<i>Ecoinvent-proces (3.9.1)</i>	<i>Totale MKI per kWh</i>
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Cut-off, U	0,00293
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U	0,00308
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, >3MW turbine, onshore Cut-off, U	0,00567
Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore Cut-off, U	0,00313

Echter, de aanname dat een gemiddelde offshore-windturbine aan de kust van Nederland tussen het bereik van 1-3 MW vermogen zou vallen, is niet representatief van de huidige stand van zaken. Ongeveer 79% van de windturbines op zee zijn veel groter zijn dan 3 MW (zie tabel 3.14). Het verschil in totale MKI van het gebruikte proces kan oplopen tot 46% als je het vergelijkt met de milieukosten van onshore-turbines. Hiervoor is een correctie in het model nodig.

Tabel 3.14 Huidig opgesteld vermogen windturbines op zee per gemeente, bron [Windstats](#)

<i>Windpark</i>	<i>Huidige aantal windturbines</i>	<i>Huidig opgesteld vermogen (MW)</i>	<i>Gemiddeld vermogen (MW) per turbine</i>
Hollandse Kust Zuid	139	1.529,00	11
Borssele I	47	376	8
Borssele II	47	376	8
Borssele III	37	351,5	9,5
Borssele IV	40	380	9,5
Borssele V	2	19	9,5
Egmond aan Zee	36	108	3
Gemini	150	600	4
Hollandse Kust Noord	69	759	11
Luchterduinen	43	129	3
Prinses Amalia	60	120	2
totaal	670	4.747,50	7,14

De capaciteitsfactor is de mate van productiviteit van de elektriciteitsomzetting. In het Ecoinvent-proces 'Electricity, high voltage {NL}| electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore | Cut-off, U' wordt uitgegaan van een capaciteitsfactor van 27,4% (gebaseerd op zeer verouderde productiedata van 2002-2003).

Het huidig opgestelde vermogen van wind-op-zee in Nederland is 4.748 MW. In 2024 was er een geschatte totale jaarproductie van 18.703 GWh¹³. Dit betekent dat er per opgestelde MW een productie is van **3.939 MWh per jaar** ($18.703^{E3} / 4.748$).

¹³ [Statistieken](#) Windstat, Geschatte totale jaarproductie Zee 2024

Dit komt neer op een capaciteitsfactor van **44,9%**¹⁴. Grote turbines op zee hebben een gunstigere capaciteitsfactor, omdat hogere masten meer wind vangen en grotere rotorbladen meer oppervlak bestrijken. Dit, samen met de verbeterde technologie van moderne turbines, verklaart de toename ten opzichte van de in Ecoinvent toegepaste factor.

De meeste geïnstalleerde windturbines zijn ontworpen om minstens 20 jaar mee te gaan. Het Ecoinvent proces '*Electricity, high voltage {NL} | electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore | Cut-off, U*' gaat ook uit van een levensduur van 20 jaar voor de windturbines. In de windparken Borssele I en Borssele II staan turbines van 8 MW die 25 jaar meegaan volgens de EPD voor de SG 8.0-167¹⁵. Deze type turbine omslaat 57% van het opgestelde vermogen voor Nederlandse wind-op-zee turbines. Gemiddeld hebben Nederlandse wind-op-zee turbines een levensduur van 22,8 jaar (zie tabel 3.15).

Tabel 3.15 Elektriciteitsproductie over levensduur per MWh opgesteld vermogen

Aandeel wind-op-zee turbines in Nederland	Verwachte levensduur (jaar)	Verwachte elektriciteitsproductie over levensduur per MW opgesteld vermogen ¹⁶
43,1%	20	78.780 MWh
56,9%	25	98.475 MWh
Gewogen gemiddeld	22,8	89.980 MWh

Zoals bovenstaande analyses laten zien biedt het Ecoinvent model '*Electricity, high voltage {NL} | electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore | Cut-off, U*' voor elektriciteit uit wind-op-zee een onderschatting in de capaciteitsfactor en een onderschatting in de gemiddelde verwachte levensduur. Aan de hand van deze aspecten wordt een efficiëntiecorrectie gedaan op het Ecoinvent model. Ecoinvent gaat uit van een toepassing van $9,5 \times 10^{-09}$ stuk "wind power plant fixed parts" en "moving parts" per kWh. Dit wordt gecorrigeerd naar $5,57 \times 10^{-09}$ stuk 2MW wind power plant per kWh¹⁷. Als gevolg hiervan verlaagt de MKI van wind-op-zee per kWh levering met 41% (high voltage).

Transportfase (A4)

Onderdeel van de transportfase van geleverde elektriciteit zijn transport- en conversieverliezen en toepassing van de materialisatie van het netwerk

Toekomst wind-op-zee afvalverwerking

Op dit moment is er nog geen conventioneel werkende recycling in stand voor wind-op-zee turbinebladen. Potentieel kan het materiaal hergebruikt of gerecycled worden, maar dit is nog niet gangbaar. Windturbinebladen bestaan uit glas- en koolstofvezelcomposiet wat lastig te recycleren is. Waarschijnlijk zijn de turbinebladen in de toekomst beter te recycleren. Zo is TNO bezig met pyrolyse voor de recycling van turbinebladen. Dit zou zich over een paar jaar moeten vertalen in windturbinebladen recycling hubs in Nederland¹⁸. Alleen voor de metalen is de afvalverwerking en module D verder gespecificeerd.

¹⁴Bij 100% toegepaste capaciteit is er per MW opgesteld vermogen een productie van: $1 \times 24 \times 365,25 = 8.766$ MWh per jaar. In werkelijkheid is er een productie van 3.939 MWh. De capaciteitsfactor is: $3.939 / 8.766 = 44,9\%$.

¹⁵ Siemens Gamesa (2025), SG 8.0-167, Offshore wind turbine, geraadpleegd op 30 juli 2025 via: [Wind turbine sg 8.0 167 dd](#)

¹⁶ Geschatte totale jaarproductie * levensduur, oftewel: $3.939 \text{ MWh} \times 20$ of 25 jaar

¹⁷ berekent als:

$1 / (\text{Omzetting per jaar per opgestelde MW} \times \text{toegepast vermogen per turbine} \times \text{levensduur})$, oftewel:

$1 / (3939 \times 2 \text{ MW} \times 22,8)$

¹⁸ TNO-innovatie biedt afgedankte windturbinebladen circulaire toekomst. Geraadpleegd op 25 oktober 2022, via:

<https://www.duurzaam-ondernemen.nl/tno-innovatie-biedt-afgedankte-windturbinebladen-circulaire->

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaalequivalent¹⁹. De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.16.

Tabel 3.16 Specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

> Bestaande uit (afkap 3% MKI)	% secun-dair	Type mate-riaal	LH V (MJ)	Stroom nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	Stort	AVI	Recycling	Hergebruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
Copper	3,90 k E-05	g	fossil 17% el 00,00	42	koper, gemengd	elektriciteitsleiding en	0%	10%	5%	85%	0%	60
Reinforcing steel	4,84 k E-04	g	fossil 82,2% el 00,00	74	staal, wapening	gewapend betonnen constructies	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Steel low alloyed	7,87 k E-04	g	fossil 31,6% el 00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Cast iron	1,59 k E-04	g	fossil 35,0% el 00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
RVS	3,08 k E-04	g	fossil 49,0% el 00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5

3.7.1 Substations (OHVS, offshore high voltage station)

Het Ecoinvent proces voor elektriciteit uit offshore wind bevat geen substations. In deze studie worden deze toegevoegd aan het milieuprofiel. De materialisatie van een substation is gegeven door TNO (2019)²⁰.



OHVS

- 2 x 350 MW
- Topside 3700t, Jacket inc. cables 2900t, piles 1400t
- 79% Steel, 7% cast iron, 6% aluminium, copper, lubr. oil

Figuur 3.9

Materialisatie substation (OHVS)

Voor het transport naar de locatie wordt een transportafstand verondersteld van 150 km voor vrachtwagens en 50 km voor binnenvaart. De installatie en demontagefase zijn gemodelleerd op basis van het NMD-profiel '0745-fab&MGO, Energiedrager, marktmix, A1-A3', '0758-tra&Transport MGO, Energiedrager, A4' en '0769-emi&Gebruiksprofiel MGO, pre Tier I, exclusief PM10 en NOx, B1' met een verbruik van 100 kg MGO per ton installatie. Voor de NOx-emissies gaan we uit van TIER II-normdata²¹. Er is een maximale emissie van 7.7-14.4 g NOx per kWh afhankelijk van de draaisnelheid. We gaan uit van een gemiddelde van 10,5 en een verbruik van 0,19 kg / kWh, resulterend in 55 gram NOx per kg brandstof. Voor PM10-emissie gaan we uit van 4,6 g emissie per

toekomst/?utm_source=Online+Kenniscentrum+Duurzaam+Ondernemen&utm_campaign=afb55ca7d3-DuOn_KE_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_bc05740288-afb55ca7d3-294542760

¹⁹ Module D voor RVS op basis van het '0647'-proces gaat uit van het bruto doorgegeven materiaal in lijn met het basisproces.

²⁰ TNO (2019), Saraswati, N. (Novita), LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) OF OFFSHORE WIND FARM, presentation

²¹ [Nitrogen Oxides \(NOx\) – Regulation 13.](#)

kg brandstof voor zeevaart op basis van 'Emissiefactoren fijn stof van de scheepvaart (CE Delft)²². Voor NO_x-emissies bij verbranding gaan we uit van 0,055 gram emissie per kg brandstof²³. Hiermee heeft de installatie/sloofphase een bijdrage van 7% op de MKI (zonder module D). Voor de afvalverwerking van de substation wordt uitgegaan van forfaitaire waarden (staal en koper, 95% recycling, 5% stort, aluminium, 97% recycling, 3% AVI). De materialisatie is per 700 MW. Dit is verrekend naar per 2MW om dit gelijk te stellen aan de windturbines uit Ecoinvent en vervolgens verrekend naar het aantal stuks ($5,57^{E-09}$ van de 2MW installatie) per kWh. Hierbij wordt verondersteld dat de substations dezelfde levensduur hebben als de windturbines.

Hernieuwbare elektriciteit van windturbines op land

Volgens CBS²⁴ stonden er in 2024 in Nederland 2.538 windturbines op land. Gezamenlijk hadden deze een vermogen van 6.965 MW, zie Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Vermogen en elektriciteitsproductie windturbines op land 2024

Ashoogten windmolens	Windturbines, aantal	Opgesteld elektrisch vermogen, MW	Gemiddelde vermogen, MW	Elektriciteitsproductie, mln kWh
t/m 30 meter	69	8	0,12	11
31 t/m 50 meter	402	262	0,65	495
51 t/m 70 meter	391	489	1,25	756
71 t/m 95 meter	477	1351	2,83	3180
96 meter of meer	1199	4855	4,05	13570
Totaal	2538	6965	2,74	18012

Er zijn drie Ecoinvent-processen beschikbaar voor wind-op-land in Nederland. Deze worden toegepast zoals volgt o.b.v. de gemiddelde vermogen en aantal windturbines in 2024 (zie Tabel 3.18):

Tabel 3.18

Gebruikte Ecoinvent-processen wind-op-land

Ecoinvent-proces	MKI per kWh	% van productie in 2024
<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Cut-off, U</i>	0.00293	2,81%
<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U</i>	0.00308	21,9%
<i>Electricity, high voltage {NL} electricity production, wind, >3MW turbine, onshore Cut-off, U:</i>	0.00567	75,3%

Transportfase (A4)

Onderdeel van de transportfase van geleverde elektriciteit zijn transport- en conversieverliezen en toepassing van de materialisatie van het netwerk.

²² [Emissiefactoren fijn stof van de scheepvaart - CE Delft](#)

²⁴ [StatLine - Windenergie op land; productie en capaciteit naar ashoogte](#)

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen.

De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaalequivalent. De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.19.

Tabel 3.19 specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

> Bestaande uit (afkap 3% MKI)	% secun-dair	Type mate-riaal	LH V (MJ)	Stroom nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	Stort	AVI	Recycling	Hergebruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
Copper	2,84 k E-04 g	17% fossiel	00,00	42	koper, gemengd	elektriciteitsleiding en	0%	10%	5%	85%	0%	60
Reinforcing steel	2,30 k E-03 g	82,2% fossiel	00,00	74	staal, wapening	gewapend betonnen constructies	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Steel low alloyed	2,17 k E-03 g	31,6% fossiel	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Cast iron	4,88 k E-04 g	35,0% fossiel	00,00	49	metalen, gemengd	via restmateriaal	0%	5%	5%	90%	0%	57,5

Hernieuwbare elektriciteit uit waterkracht

Volgens de CBS, 0,14% van hernieuwbare stroom in 2024 werd opgewekt door waterkracht. Deze productiebron wordt gemodelleerd als 'Electricity, high voltage {NL}| electricity production, hydro, run-of-river | Cut-off, U'.

Transportfase (A4)

Onderdeel van de transportfase van geleverde elektriciteit zijn transport- en conversieverliezen en toepassing van de materialisatie van het netwerk.

Eindelevensscenario:

Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap), wordt het eindelevensscenario gehanteerd volgens de NMD forfaitaire scenario's. Voor deze materialen worden de transportafstanden meegenomen voor afvalverwerking conform Bepalingsmethode. Voor het aandeel recycling wordt het meest representatieve 'ReC-proces' toegepast. Voor stort en AVI zijn geen extra verwerkingsprocessen toegevoegd, omdat deze al zijn meegenomen in de Ecoinvent-processen van de kapitaalgoederen. De milieuverklaringen van energie bevatten module D baten voor het aandeel recycling van de kapitaalgoederen op basis van het netto doorgegeven materiaalequivalent. De meegenomen scenario's zijn weergegeven in tabel 3.20.

Tabel 3.20 specifieke verwerkingsscenario's en uitgangspunten

> Bestaande uit (afkap 3% MKI)	% secun-dair	Type mate-riaal	LH V (MJ)	Stroom nr.	Type	Specificatie	Laten zitten	Stort	AVI	Recycling	Hergebruik	Transportafstand afvalverwerking (km)
RVS	3,05 k E-05 g	49,0% fossiel	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Reinforcing steel	1,74 k E-04 g	82,2% fossiel	00,00	74	staal, wapening	gewapend betonnen constructies	0%	5%	0%	95%	0%	52,5
Steel low alloyed	4,22 k E-04 g	31,6% fossiel	00,00	75	staal, zink / verzinkt staal	o.a. profielen, platen, zinklagen	0%	5%	0%	95%	0%	52,5

4. Resultaten

Resultaten zijn zichtbaar in de NMD viewer. [Milieudatabase Milieuverklaringen](#)

Gevoeligheidsanalyse

Transport en conversieverliezen

In de milieuverklaringen gaan we uit van gemiddelde transport- en conversieverliezen van 4.2% op basis van data van CBS (hoofdstuk 3). In werkelijkheid is het van belang of de levering plaatsvindt op laag voltage, medium voltage, of hoog voltage. Een alternatieve benadering zou kunnen zijn om de verliezen te benaderen op basis van Ecoinvent achtergronddata. Dit levert een onderschatting van 28% bij toepassing op laag voltage, een overschatting van 78% op medium voltage en een overschatting van 142% op hoog voltage. Omdat in de toegepaste CBS-methode wordt uitgegaan van gemiddelde verliezen, achten wij deze benadering geschikt voor toepassing binnen de categorie 3 milieuverklaringen.

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 1,0161 kWh input. Onderliggend proces 'Electricity, low voltage {NL}| electricity voltage transformation from medium to low voltage | Cut-off, U' is voor de output van 1 kWh opgebouwd uit 1,0174kWh 'Electricity, medium voltage {NL}| market for | Cut-off, U'. Dit proces is weer opgebouwd uit 1,0023 kWh. Onderliggend proces 'Electricity, medium voltage {NL}| electricity voltage transformation from high to medium voltage | Cut-off, U' bestaat weer uit 1,0038 kWh 'Electricity, high voltage {NL}| market for | Cut-off, U'. En dit laatst genoemde proces bestaat uit 1,0173 kWh van energiebronnen. Wanneer alle verliezen worden meegenomen, blijkt dat er 1,0583 kWh netto productie nodig is om 1 kWh laag voltage uit het stopcontact te leveren. Dit komt neer op een verlies van 5,8%. Bij levering op medium voltage is er een verlies van 2,4%. Bij levering op hoog voltage is er een verlies van 1,7%.

Toelichting	Ecoinvent proces	kWh verlies per fase	Benodigd per fase per kWh levering
Verliezen in net LV	Electricity, low voltage {NL} market for electricity, low voltage Cut-off, U	0,016198359	1,016198
Verliezen conversie LV - MV	Electricity, medium voltage {NL} market for electricity, medium voltage Cut-off, U	0,017475608	1,017476
Verliezen in net MV	Electricity, medium voltage {NL} market for electricity, medium voltage Cut-off, U	0,002335544	1,002336
Verliezen conversie MV - HV	Electricity, high voltage {NL} market for electricity, high voltage Cut-off, U	0,003774047	1,003774
Verliezen in net HV	Electricity, high voltage {NL} market for electricity, high voltage Cut-off, U	0,017360873	1,017361

- Totaal benodigde levering zonder verliezen is het product van de benodigde energie per fase.
Voor levering op LV is dit 1,058 kWh ($1,016198 * 1,017476 * 1,002336 * 1,003774 * 1,017361$)
- Voor MV 1,024 kWh
- Voor HV 1,017 kWh.

5. Referenties

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

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

[3] NEN-EN 15804+A1:2013 Duurzaamheid van bouwwerken –Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2013

[4] Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken / versie 1.2, januari 2025

[5] Processendatabase (Nationale Milieu Database): NMD versie 3.10

[6] EcolInvent Database versie 3.9.1

[7] Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2025: [Klimaat- en Energieverkenning 2025 | Planbureau voor de Leefomgeving](#)

[8] CBS statline, elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik [StatLine - Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik](#)

6. Bijlagen

Bijlage I: LCI-tabellen basisprocessen en milieuverklaringen Elektriciteit

Bijlage I LCI-tabellen basisprocessen en milieuverklaringen Elektriciteit.csv

Bijlage II: LCI-LCA tabellen en resultaten

Bijlage II, Update data en processen elektra.xlsx