Eindrapportage WLC-GWP

Methode bepaling WLC-broeikasgasemissie

Opdrachtgever

Ministerie van VRO

Contactpersoon

[redacted]

Kenmerk

R001_03_L240503

Versie

DEFINITIEVE VERSIE

Datum

21 juli 2025

Auteur

[redacted]

Kelvinbaan 40, 3439 MT Nieuwegein | Postbus 1475, 3430 BL Nieuwegein | T (030) 231 13 77 | F (030) 234 17 54
E info@lbpsight.nl | www.lbpsight.nl | IBAN: NL62 RABO 036 42 36 558 | KvK 30073990 | BTW NL007076083B01

LBP|SIGHT

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

1.1 Overzicht WLC-GWP-berekening ten behoeve van het energielabel 5
1.2 Herziene rekenmethode operationele broeikasgasemissies in NTA 8800:2026 5

2 Whole Life Cycle GWP, algemene uitgangspunten 7

2.1 Systeemgrenzen voor de WLC-GWP-berekening 7
2.2 Eenheid WLC-GWP, kg CO_2-eq / m^2 A_g 8
2.3 Toegepaste CO_2-emissiefactoren 9
2.4 WLC-GWP vanuit MPG en NTA 8800 10
2.4.1 Demarcatie voor de WLC-GWP 10
2.4.2 Energiegebruik bouwwerk 13
2.4.3 Materialisatie behorende bij toegeleverde energie 13
2.5 Materialisatie gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen 13
2.5.1 Energieopslag 13
2.5.2 Energiebalans, teruglevering 15
2.6 Extrapolatie CO_2 emissiefactoren toegeleverde energiemix 15
2.7 Toekomstgerichtheid en actualisaties 15

3 Uitgangspunten CO_2-emissiefactoren 16

3.1 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren elektriciteit 16
3.2 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren (aard)gas 18
3.3 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren warmte en koudelevering 19
3.4 CO_2-emissiefactoren biomassa 21
3.5 CO_2-emissiefactoren (overige energiebronnen) 22

4 Rekenregels: Van Bepalingsmethode en NTA 8800 naar WLC-GWP 24

4.1 Uitgangspunten eenheid WLC-GWP, kg CO_2-eq / m^2 Ag / jaar 24
4.2 Rekenregels WLC-GWP 24
4.3 Algemene toelichting niveau bouwwerk 24
4.3.1 Benodigde kenmerken bouwwerk 24
4.3.2 Levenscyclus bouwwerk 25
4.4 Berekening per fase van de gebouwlevenscyclus 26
4.4.1 Fase A van het bouwwerk – Productie en Bouw 26
4.4.2 Fase B van het bouwwerk – Gebruik 27
4.4.3 Fase C van het bouwwerk – Sloop en verwerking 31
4.4.4 Module D van het bouwwerk – Buiten systeemgrens 32
4.4.5 WLC-GWP 33
4.5 Toepassing data uit EPG voor gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik 34

5 Lijst van noodzakelijke CO_2-emissiefactoren 35

Bijlagen

Bijlage I Onderzoek varianten samenstelling gemiddelde netmix

1 Inleiding

De EPBD IV schrijft voor dat op het energieprestatiecertificaat twee nieuwe indicatoren vermeld moeten worden:

- Met ingang van mei 2026: operationele broeikasgasemissie van het gebouw (in kg CO_2eq/m^2 per jaar).
- Met ingang van 2028: WLC-GWP-broeikasgasemissie (operationeel en materiaalgebonden) over een beschouwingsperiode van 50 jaar (eveneens in kgCO_2eq/m^2 per jaar)

In deze rapportage is een methode uitgewerkt voor de opname van GWP-broeikasgasemissie over een beschouwingsperiode van 50 jaar over de gehele levenscyclus, nader te noemen WLC-GWP.

De WLC-GWP-berekening beschouwt zowel materiaalgebonden CO_2eq-emissies, als CO_2eq-emissies voortkomend uit energiegebruik (en teruglevering). De WLC-GWP beschouwt scope 1, 2 en 3 emissies. Data zoals toegepast voor de MPG (Milieuprestatie Gebouwen) berekening vormt de basis van de WLC-GWP voor de materialisatie. De beschikbare data van de MPG wordt aangevuld met data uit de EPG (Energieprestatie Gebouwen) om de WLC-GWP te berekenen. De data uit de EPG komt voort uit de hoofdstuk 5 berekening van de NTA8800.

Materialisatie gebouw, demarcatie (alleen voor nieuwbouw en eventueel renovaties)	Data vanuit MPG-berekening. (A1-A3, A4, A5, B1-B4, C1-C4.) Alle energieomzettingsmiddelen binnen de systeemgrens die aangesloten zijn op het bouwwerk worden meegenomen. Afwijkend aan de MPG is dat de materialisatie van infrastructuur voor energielevering geen onderdeel is van de modules A1-A3, maar van B6.
Module D, materialisatie gebouw, materiaalbehoud door recycling/ hergebruik/ energieterugwinning (alleen voor nieuwbouw en eventueel renovaties)	Data vanuit MPG-berekening (D1). Module D baten van vervangingen in module B4 komen terug in module D. Dit wijkt af van de MPG-berekening waarin de baten van vervangingen opgenomen zitten in module B4.
Gereguleerd gebouwgebonden energieverbruik, aangeleverde energie (B6)	Data uit NTA 8800 berekening voor wat betreft de hoeveelheid energie Berekening obv gemiddelde energie CO2-emissiefactor van nu tot nu + 50 jaar. Berekend als WLC-GWP-emissiefactor * hoeveelheid energiedrager De Materialisatie van infrastructuur voor energielevering zit opgenomen in B6 de WLC-GWP-emissiefactor van aangeleverde energie. Voor energie uit gebouwgebonden energieomzetting wordt de materialisatie van het energienet meegenomen in B6.

De WLC-GWP wordt dus berekend met data vanuit gereguleerde MPG-stelsel en NTA 8800 berekening en kan dus bepaald worden voor alle bouwwerkfuncties waarvoor deze basis beschikbaar is. Voor industriefuncties is in deze uitwerking dus niet voorzien in een WLC-GWP door het ontbreken van een genormeerde NTA 8800 berekening.

Voor de operationele broeikasgasemissiefactoren voor de NTA 8800:2026 is een separaat verantwoordingsrapport opgesteld. Voor de operationele broeikasgasemissieberekening wordt gebruikgemaakt van de energiestromen van het gebouwgebonden energiegebruik die met de NTA 8800 berekend worden. Aan deze energiestromen worden per energiedrager verschillende CO_2eq-emissiefactoren gekoppeld. Deze emissiefactoren zijn voor de operationele broeikasgasemissies gebaseerd op een scope 1 en 2 benadering.

1.1 Overzicht WLC-GWP-berekening ten behoeve van het energielabel

De WLC-GWP-resultaten moeten worden opgenomen op het energielabel.

De resultaten voor op het energielabel zijn: de WLC-GWP voor de materialisatie van het gebouw en het operationele energiegebruik in overeenstemming met modules A-C van de EN15978, de baten voor materiaalbehoud voor recycling, hergebruik en energieterugwinning aan het einde van de beschouwingsperiode en baten voor teruggeleverde energie in overeenstemming met de modules D1 en D2 van de EN 15978.

TOTAAL WLC-GWP	*WLC-GWP, Materialisatie gebouw en gereguleerde gebouwgebonden energiegebruik (Modules A + B + C)*	*WLC-GWP, baten voor materiaalbehoud voor recycling, hergebruik en energieterugwinning aan het einde van de beschouwingsperiode. En baten voor teruggeleverde energie. (module D)*
Kg CO_2-eq / m^2 / jaar	*Kg CO_2-eq / m^2 / jaar*	*Kg CO_2-eq / m^2 / jaar*

In de rekenregels (H4) worden alle modules los berekend zodat deze rekenresultaten in de rekeninstrumenten beschikbaar komen. Wijzigingen voor opname op het energielabel na de publicatie van deze rapportage kunnen op basis van de rekenresultaten worden doorgevoerd. Ten tijde van dit onderzoek wordt er nog aan de Europese Guidance en het ontwerp van het energielabel gewerkt.

1.2 Herziene rekenmethode operationele broeikasgasemissies in NTA 8800:2026

In de nog te ontwikkelen herziene NTA 8800:2026 wordt de berekening van de operationele CO_2eq-emissies aangepast doordat de CO_2-emissiefactoren, waarmee in de reguliere energieprestatieberekening (hoofdstuk 5 NTA 8800) gerekend wordt, geactualiseerd worden naar het niveau van 2025.

Aanvullend daarop wordt aan de NTA 8800 norm een nieuwe informatieve bijlage AB toegevoegd, waarin een nieuwe methode wordt uitwerkt voor Zero Emission Buildings (ZEB). Daarin wordt onder andere het salderingsprincipe voor elektriciteit losgelaten, rekening gehouden met batterijopslag, direct verbruik van zelf opgewekte elektriciteit en wordt externe warmte/koudelevering anders gewaardeerd. Deze informatieve bijlage is nu niet uitgewerkt in deze rapportage, in het onderstaande overzicht zijn de verschillen geduid. Bij een toekomstige aanwijzing van de bijlage AB, al dan niet aangepast zullen de verschillen ook moeten worden geïntegreerd in de WLC-GWP-berekening.

	Bijlage AB-berekening	**H5 berekening**
Salderingsprincipe teruggeleverde energie	Saldering op maandbasis	Saldering op jaarbasis
Saldering CO_2-waarde	Saldering op basis van *energie-equivalent Pv-voor-pv, of wind-voor-wind*	Toeleveringsmix (gelijk aan gemiddelde energiemix zoals toegepast in B6)
Relatie B6 tot D2	B6 en D2 kunnen beide tegelijk een CO_2-emissie hebben in een gebouwberekening. Saldering is op maandbasis. In de ene maand heb je netto teruglevering (D2), andere maand netto levering (B6). Daarnaast bevat B6 de materialisatie van het energienet voor energie uit gebouwgebonden energieomzetting.	B6 en D2 kunnen beide tegelijk een CO_2-emissie hebben in een gebouwberekening. Saldering is op jaarbasis. Over een jaar is er of netto teruglevering (D2), of netto levering (B6). Daarnaast bevat B6 de materialisatie van het energienet voor energie uit gebouwgebonden energieomzetting.

In deze versie van de methode en de rekenregels is alleen de H5 berekening uitgewerkt.

2 Whole Life Cycle GWP, algemene uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden een aantal algemene uitgangspunten besproken die gelden voor de WLC-GWP-berekening. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op de eisen die gesteld worden in de EPBD IV richtlijn, Europese normen, Bbl, MPG-bepalingsmethode en NTA 8800 rekenmethode. Aangezien deze methoden soms overlappende of juist strijdige uitgangspunten hebben, is het noodzakelijk om voor de WLC-GWP hierin keuzes te maken. Deze keuzes zijn besproken met de klankbordgroep in verschillende werksessies. Het resultaat daarvan staat vermeld in dit hoofdstuk. De verdere detailuitwerking van de WLC-GWP rekenregels volgt in de hoofdstukken 3 en 4 van deze rapportage.

2.1 Systeemgrenzen voor de WLC-GWP-berekening

DE WLC-GWP-berekening gaat uit van de levenscyclusfases van de herziening van de EN15978 (concept mei 2024). In figuur 2.1 is de koppeling gemaakt tussen de levenscyclusfases en de WLC-GWP-berekening. De rood gemarkeerde fases zijn geen onderdeel van de berekening, de geel gemarkeerde fases zijn 1:1 gerelateerd aan de MPG-berekening en de blauw gemarkeerde fases worden toegevoegd op basis van informatie uit de EPG-berekening.

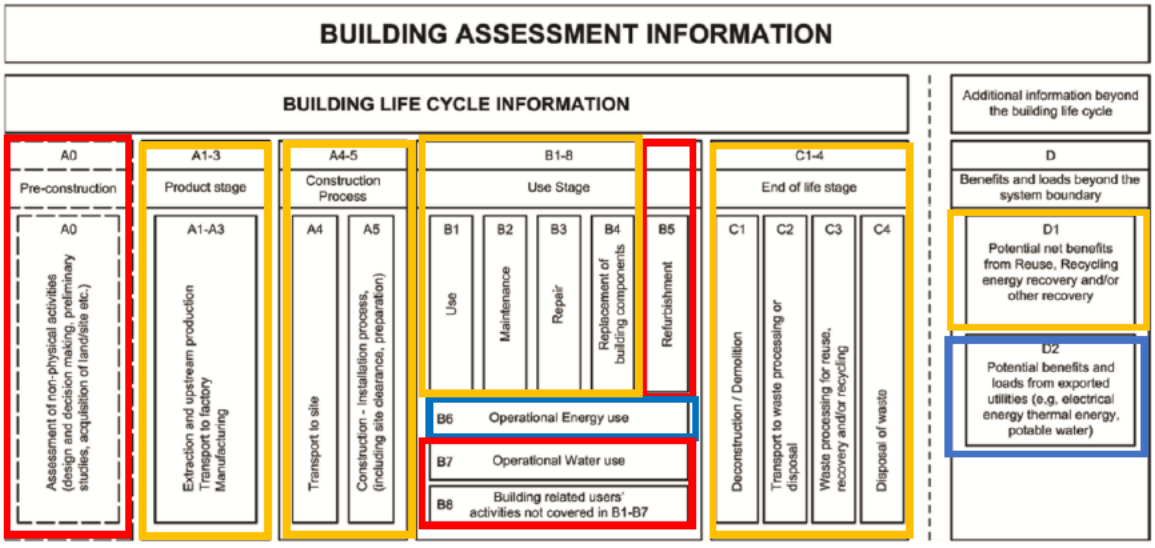


Figure 5— Display of modular information for the different stages of the building assessment

Figuur 2.1
Koppeling levenscyclusfases en de WLC-GWP-berekening

Binnen de WLC-GWP-berekening worden de volgende levenscyclusfases (modules) meegenomen:

A1-A3	Productiefase
A4	Transport
A5	Bouw- en installatieproces, aanleg
B1	Gebruik
B2	Onderhoud
B3	Reparaties
B4	Vervangingen
B5	Hernieuwing
B6	Gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik
C1	Sloop
C2	Transport
C3	Afvalbewerking
C4	Finale Afvalbewerking
D1	Milieulasten en -baten uit hergebruik, recycling en terugwinning buiten de systeemgrens van het gebouw
D2	Milieulasten en -baten uit geëxporteerde gebruiksmiddelen (teruggeleverde energie aan net)

Module B5 is wel onderdeel van de EN 15978, in de nationale bepalingsmethode die als grondslag voor de materiaalgebonden GWP dient is deze module echter expliciet buiten beschouwing gelaten. Hiermee is deze praktisch geen onderdeel van de WLC-GWP.

In de EN15978 wordt module B6 opgesplitst in modules B6.1, B6.2 en B6.3. Module B6.1 omvat operationeel gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik (voor verwarming, koeling, bevochtiging, ontvochtiging en verlichting), verder aangeduid als gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik. Gebouwgebonden niet gereguleerde toegeleverde energie valt onder module B6.2 en niet gebouwgebonden energiegebruik onder B6.3. Modules B6.2 en B6.3 zijn geen onderdeel van WLC-GWP.

Het operationeel watergebruik[1] (B7) en gebruiksactiviteiten uit B8 zijn geen onderdeel van de WLC-GWP. Ook module A0 uit de EN 15978 is geen onderdeel van de WLC-GWP.

2.2 Eenheid WLC-GWP, kg CO_2-eq / m^2 A_g

De eenheid van WLC-GWP is kg CO_2-eq / m^2 A_g / jaar bij een beschouwingsperiode van 50 jaar.

[1] In een gevoeligheidsanalyse is globaal de potentiële bijdrage van het operationeel watergebruik berekend, deze is ver onder de 1% op bouwwerkniveau. Door het ontbreken van een gereguleerde berekening voor het waterverbruik in combinatie met deze verwaarloze bijdrage is besloten deze buiten scope laten.

Gebouwoppervlak
De MPG-bepalingsmethode gaat uit van de referentie-eenheid BVO (bruto vloeroppervlakte). WLC-GWP gaat uit van kg CO_2-eq / m^2 A_g (gebruikersoppervlakte[2]), naar de NEN 2580 zoals aangewezen in de NTA 8800. De NTA 8800 gaat uit van het A_g van het 'energiegebouw', dit betreft de bouwdelen waar energieprestatie-eisen aan gesteld worden.

Beschouwingsperiode gebouw
Binnen WLC-GWP is de referentie beschouwingsperiode 50 jaar. Deze beschouwingsperiode heeft invloed op het aantal toegepaste vervangingen van producten/materialen in module B4 en op het toegepaste energieverbruik in module B6.1. In tegenstelling tot de MPG-berekening, is het binnen de WLC-GWP methode niet mogelijk om met een afwijkende beschouwingsperiode te rekenen. De beschouwingsperiode is altijd 50 jaar.

2.3 Toegepaste CO_2-emissiefactoren

Indicator GWP-totaal, kg CO_2-eq
De WLC-GWP beschouwt de milieu-impactcategorie 'Klimaatverandering – totaal' met indicator 'GWP-totaal' en eenheid kg CO_2-eq. Deze impactcategorie komt voort uit de EN15804:A2 en is opgenomen in de Bepalingsmethode milieuprestatie bouwwerken versie 2.0 (hierna kortweg Bepalingsmethode; tenzij een andere versie wordt bedoeld). Deze milieu-impactcategorie is de som van 'klimaatverandering – fossiel', 'klimaatverandering – biogeen' en 'klimaatverandering – landgebruik en verandering in landgebruik'.

De GWP-resultaten in milieu-impactcategorieën van de Bepalingsmethode worden sinds juni 2024 berekend op basis van de emissiefactoren zoals toegepast in het zesde beoordelingsrapport (AR6, IPCC 2020).

Bij GWP-biogeen wordt vanuit de EN15804:A2 en de Bepalingsmethode uitgegaan van koolstof neutraliteit, de CO_2 wordt opgenomen in (bouw)producten bij productie en gebruik en deze komt vrij bij de einde levensfase, hierbij wordt afwijkend op de IPCC-methode geen rekening gehouden met de 100-jaar tijdspanne.

NMD-milieuverklaringen, opgesteld in lijn met de NMD-Bepalingsmethode, zijn onderliggend aan de WLC-GWP-berekening. Voor toegeleverde energie, teruggeleverde energie en voor de materialisatie van infrastructuur voor energielevering zijn er categorie 3a milieuverklaringen die toegepast kunnen worden voor de WLC-GWP-berekening. In sommige gevallen, zoals bijvoorbeeld een lokaal warmtenet, kunnen specifieke milieuverklaringen (categorie 1, of categorie 2) worden toegepast voor gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik.

[2] Useful Floor Area

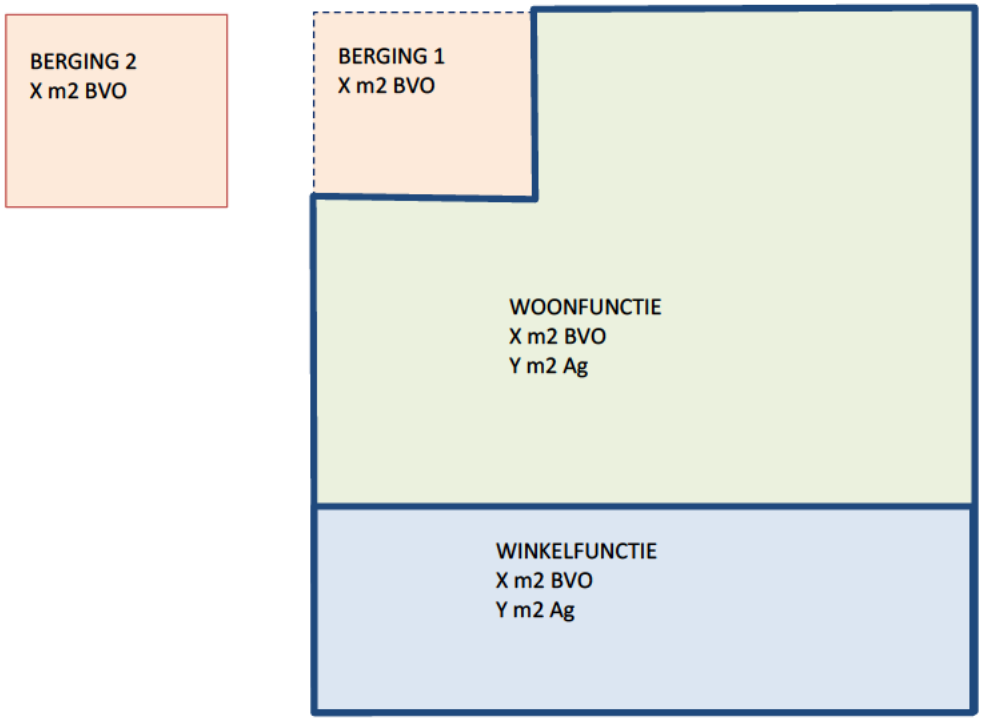
De CO_2eq-emissiefactoren van toegeleverde energie zijn opgesteld op basis van LCA-data en omvatten zowel scope 1-, scope 2 en scope 3 emissies. Oftewel, de directe CO_2eq-emissie (uit de 'schoorsteen') en de CO_2eq-emissies die vrijkomen bij de bouw/gebruik/sloop/recycling van de energieomzettingsmiddelen (energiecentrales, windturbines etc). CO_2eq-emissiefactoren worden toegepast binnen de WLC-GWP op basis van de NMD-milieuverklaringen zonder (beleidsmatige) correctiefactoren.

2.4 WLC-GWP vanuit MPG en NTA 8800

De rekenregels voor de MPG uit de bepalingsmethode vormen de basis voor de WLC-GWP-berekening voor de materialisatie van het gebouw. De demarcatieregels voor deze berekening volgen toekomstige aanpassingen in het Bbl, zoals te verwachten voor bijvoorbeeld energieopslag bij toekomstige ZEB-berekeningen. Er zijn verschillende aanpassingen nodig om van de MPG-berekening tot de WLC-GWP-berekening te komen. Voor het gereguleerde gebouwgebonden energiegebruik (B6.1 uit de EN 15978) wordt gebruikgemaakt van de gebruiksgegevens uit de NTA 8800 berekening.

2.4.1 Demarcatie voor de WLC-GWP

In de onderstaande schema's is de demarcatie voor de WLC-GWP-berekening nader uitgewerkt.



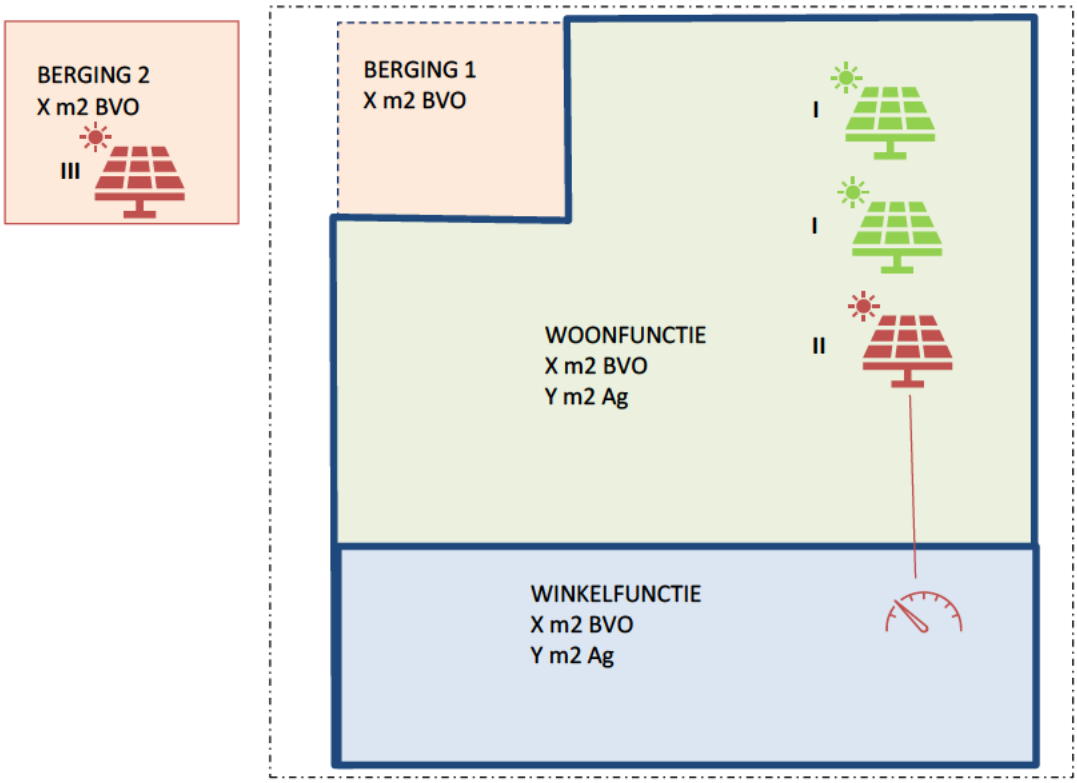
	MPG	NTA 8800	WLC-GWP
Berging 1	Alle materialen* A – D	Buiten scope	Materialen: A – D Energie: B6 buiten scope
Woonfunctie	Alle materialen* A - D	Gebouw gebonden energiegebruik	Materialen: A – D Energie: B6
Winkelfunctie	Alle materialen* A - D	Gebouw gebonden energiegebruik	Materialen: A – D Energie: B6
Berging 2	Buiten scope	Buiten scope	Materialen: Buiten scope Energie: buiten scope

*Voor de MPG-berekening worden de demarcatieregels voor de mee te rekenen constructie-onderdelen gevolgd zoals vastgelegd in de omgevingsregeling Bbl[3].

Voor de NTA-berekening worden de demarcatieregels gevolgd zoals vastgelegd in de NTA 8800. De specifieke rekenregels voor de WLC-GWP-berekening zijn opgenomen in hoofdstuk 4 van deze rapportage.

Voor gebouwen is de systeemgrens van de te beschouwen materialisaties en energieomzettings-middelen overeenkomstig met de systeemgrens zoals gesteld in het Bbl: de perceelgrens vormt de systeemgrens. Alle energieomzettingsmiddelen binnen de systeemgrens die aangesloten zijn op het gebouw zijn onderdeel van WLC-GWP, ook wanneer er meer energieomzettingsmiddelen worden toegepast dan benodigd om te voldoen aan het Bbl. De energieopwekkingsmiddelen moeten worden gealloceerd naar de juiste gebouwfunctie.

[3] "De wijziging van de Omgevingsregeling waarin deze regel is opgenomen, is nog niet gepubliceerd. De wijzigingsregeling is op 2 april 2024 door de minister van VRO aan de Tweede Kamer aangeboden." wijzigingsregeling milieuprestatie gebouwen



	MPG	NTA 8800	WLC-GWP
Berging 1	Alle materialen* A – D	Buiten scope	Materialen: A – D Energie: B6 buiten scope
Woonfunctie	Alle materialen* A – D PV-systeem I	Gebouw gebonden energiegebruik Opbrengst PV-systeem I	Materialen: A – D Energie: B6 en/of D2
Winkelfunctie	Alle materialen* A – D PV-systeem II	Gebouw gebonden energiegebruik Opbrengst PV-systeem II	Materialen: A – D Energie: B6 en/of D2
Berging 2	Buiten scope	Buiten scope	Materialen: Buiten scope Energie: buiten scope

In module B6 is de materialisatie van het elektriciteitsnet opgenomen voor het eigen gebruik van elektriciteit van gebouwgebonden energie-omzettingsmiddelen. Het gebouw maakt immers nog steeds gebruik van het elektriciteitsnet. Voor off-grid gebouwen, of voor gebouwen met voldoende energieopslagcapaciteit hoeft de materialisatie van het elektriciteitsnet niet opgenomen te worden.

2.4.2 Energiegebruik bouwwerk

Het gebouwgebonden gereguleerde[4] toegeleverde operationele energiegebruik wordt in lijn met EN 15978 gedeclareerd in levenscyclusfase (module) B6.1. B6.1 bevat de opgetelde toegeleverde energie voor de gereguleerde energiebehoefte (voor verwarming, koeling, bevochtiging, ontvochtiging en verlichting). Het gereguleerde energiegebruik wordt bepaald volgens NTA 8800. Gebouwgebonden niet gereguleerde toegeleverde energie (bijvoorbeeld energiegebruik van liften) kan volgens EN15978 gedeclareerd worden in B6.2 en niet gebouwgebonden energiegebruik (bijvoorbeeld computers en huishoudelijke apparatuur) in B6.3. Modules B6.2 en B6.3 zijn geen onderdeel van WLC-GWP.

2.4.3 Materialisatie behorende bij toegeleverde energie

De materialisatie van infrastructuur voor energielevering, zoals toegepast in de MPG, wordt niet los opgenomen in de WLC-GWP. Binnen de WLC-GWP zit de materialisatie van infrastructuur voor energielevering verwerkt in de milieuprofielen voor toegeleverde energie.

Voor toegeleverde energie moeten milieuverklaringen voor toegeleverd energiegebruik worden toegepast. Deze milieuverklaringen bevatten het milieuprofiel van de energiedrager inclusief de materialisatie van de toepasbare omzettingsmiddelen, conversie en transmissie.

Milieuprofielen voor toegeleverde energie zijn gebaseerd op een gemiddelde samenstelling van de energiedrager over de periode van 50 jaar op basis van vastgesteld beleid. Hiermee wordt ook de invloed van de (geprognotiseerde) veranderende energiemix in de toekomst meegenomen.

2.5 Materialisatie gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen

Alle energieomzettingsmiddelen en energieopslagmiddelen uit de NTA-berekening worden meegenomen in de WLC-GWP. Gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen zijn onderdeel van de materialisatie van het gebouw, deze worden niet los meegenomen in module B6. Voor perceelgebonden energieomzetting voor eigen gebruik (elektriciteit) wordt wel de materialisatie van de infrastructuur van het elektriciteitsnet opgenomen in B6 voor gebouwen met een netaansluiting, wanneer er geen, of onvoldoende sprake is van energieopslag.

2.5.1 Energieopslag

Om energieopslagsystemen een plaats te geven in de WLC-GWP moet de volgende procedure worden toegepast: De materialisatie van energieopslagsystemen is onderdeel van het gebouw en moet worden opgenomen in de materialisatie van het gebouw.

[4] *'Gereguleerd' bevat de energievraag van geïntegreerde systemen (diensten) die vallen onder de EU-richtlijn energieprestatie van gebouwen (2018/844/EU) en de nationale implementaties ervan.*

Voorbeelden perceelgebonden energieomzettingsmiddelen en energieopslag
Perceelgebonden energieomzettingsmiddelen en energieopslagmiddelen moeten altijd meegenomen worden binnen de materialisatie van het gebouw voor de WLC-GWP.

Situatie 1: Energieopslagsystemen die onderdeel zijn van het gebouw (voor zover onderdeel van de demarcatie MPG of NTA) moeten net als gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen worden meegenomen in de materialisatie van het gebouw. Energieopslagsystemen kunnen betrekking hebben op zowel thermische (bijvoorbeeld WKO's) als elektrische energieopslag (accu's).

Situatie 2: Energieopslagsystemen die geen onderdeel uitmaken van het gebouw maar van het toeleverende netwerk zullen opgenomen worden in de materialisatie van het elektriciteitsnet voor toegeleverde energie, dit is in de Bepalingsmethode onderdeel van materialisatie van infrastructuur voor energielevering. Binnen de WLC-GWP is energieopslag integraal meegenomen in B6 bij de materialisatie van de infrastructuur van het elektriciteitsnet.

Situatie 3: Collectieve gebouw specifieke opslagsystemen die geen onderdeel uitmaken van één gebouw zelf, moeten worden opgenomen in de materialisatie van het elektriciteitsnet voor toegeleverde energie, dit is in de MPG-onderdeel van materialisatie van infrastructuur voor energielevering. Binnen de WLC-GWP wordt deze integraal meegenomen in B6 met het toegepaste elektriciteitsnet.



	Situatie 1, Opslag onderdeel van gebouw	Situatie 2, Opslag onderdeel van net	Situatie 3, collectieve opslag
Opslagmiddelen meegenomen in	Materialisatie gebouw	Toegeleverde energie (B6)	Toegeleverde energie (B6)

Situatie 2 en 3 worden verwerkt in de achtergronddata van de materialisatie van de infrastructuur voor energielevering op basis van toekomstige updates van deze data. Voor situatie 1 worden specifieke milieuverklaringen voor energiedragers opgesteld.

2.5.2 Energiebalans, teruglevering

De energiebalans geeft de in- en uitgaande energiestromen weer per energiedrager op jaarbasis. Dat betekent dat een onderscheid gemaakt wordt in de hoeveelheid geleverd gas, elektriciteit, externe warmte, externe koude, biobrandstof, de hoeveelheid teruggeleverde (geëxporteerde) elektriciteit en de hoeveelheid direct gebruikte zelf opgewekte elektriciteit. Baten van de geëxporteerde energie worden gedeclareerd in module D2, energieopslagsystemen worden niet verrekend in de energiebalans.

2.6 Extrapolatie CO_2 emissiefactoren toegeleverde energiemix

Voor de WLC-GWP-berekening wordt voor toegeleverde energie een extrapolatie gemaakt van de netmix over de rekenkundige beschouwingsperiode van 50 jaar op basis van vastgesteld beleid om zo het effect van de (verwachte) verduurzaming van het energienet ook in de berekeningen mee te nemen. Deze extrapolatie wordt verwerkt in de CO_2-emissiefactoren voor de verschillende energiedragers. Voor elektriciteit betekent dit dat er een prognose van de ontwikkeling van de netmix in de CO_2-emissiefactor verwerkt wordt.

Voor warmte- en koudelevering is er, naast de forfaitaire methode, ook de mogelijkheid (in NTA 8800 hoofdstuk 5 berekening) om gebruik te maken van gecontroleerde BCRG-verklaringen waarin rekening gehouden wordt met de specifieke energieconfiguratie (en de ontwikkeling daarvan) van het betreffende warmtenet.

NB: Overigens verandert naar de toekomst toe niet alleen de samenstelling van de energiemix, ook het klimaat wijzigt, het gebruik van het gebouw wijzigt en bij de vervanging van installaties binnen de levensduur van het gebouw zal naar verwachting een andere installatie geplaatst worden dan nu aanwezig is in het gebouw. Alleen voor de samenstelling van de energiemix wordt een extrapolatie gemaakt wanneer de veranderingen zijn opgenomen in vastgesteld beleid.

2.7 Toekomstgerichtheid en actualisaties

De CO_2-emissiefactoren voor gereguleerde gebouwgebonden energiegebruik gaan uit van de gemiddelde energiemix op basis van vastgesteld beleid over de beschouwingsperiode voor WLC-GWP (50 jaar). De CO_2-emissiefactoren voor toegeleverde energie worden per 5 jaar geactualiseerd op de netmix en onderliggende data die gebruikt is om de CO_2-emissiefactoren te berekenen.

3 Uitgangspunten CO_2-emissiefactoren

Dit hoofdstuk bevat richtlijnen voor het opstellen van milieuverklaringen voor WLC-GWP per energiedrager. Door de Stichting NMD wordt voorzien in deze milieuverklaringen.

3.1 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren elektriciteit

Voor toegeleverde elektriciteit wordt altijd uitgegaan van de 'gemiddelde netmix'. Er kan niet gekozen worden voor een specifieke elektriciteitsbron bij toelevering. Bij elektriciteit uit perceelgebonden energieomzettingsmiddelen (bijvoorbeeld PV), worden de omzettingsmiddelen meegenomen als toegepast product/materialisatie, in overeenstemming met de rekenregels voor de materialisatie van een bouwwerk.

Gemiddelde netmix uitgangspunten
De CO_2-emissiefactor uit deze mix is opgesteld uit de emissiefactoren van de verschillende elektriciteitsvormen (gas, kolen, wind, pv, biomassa, etc.).

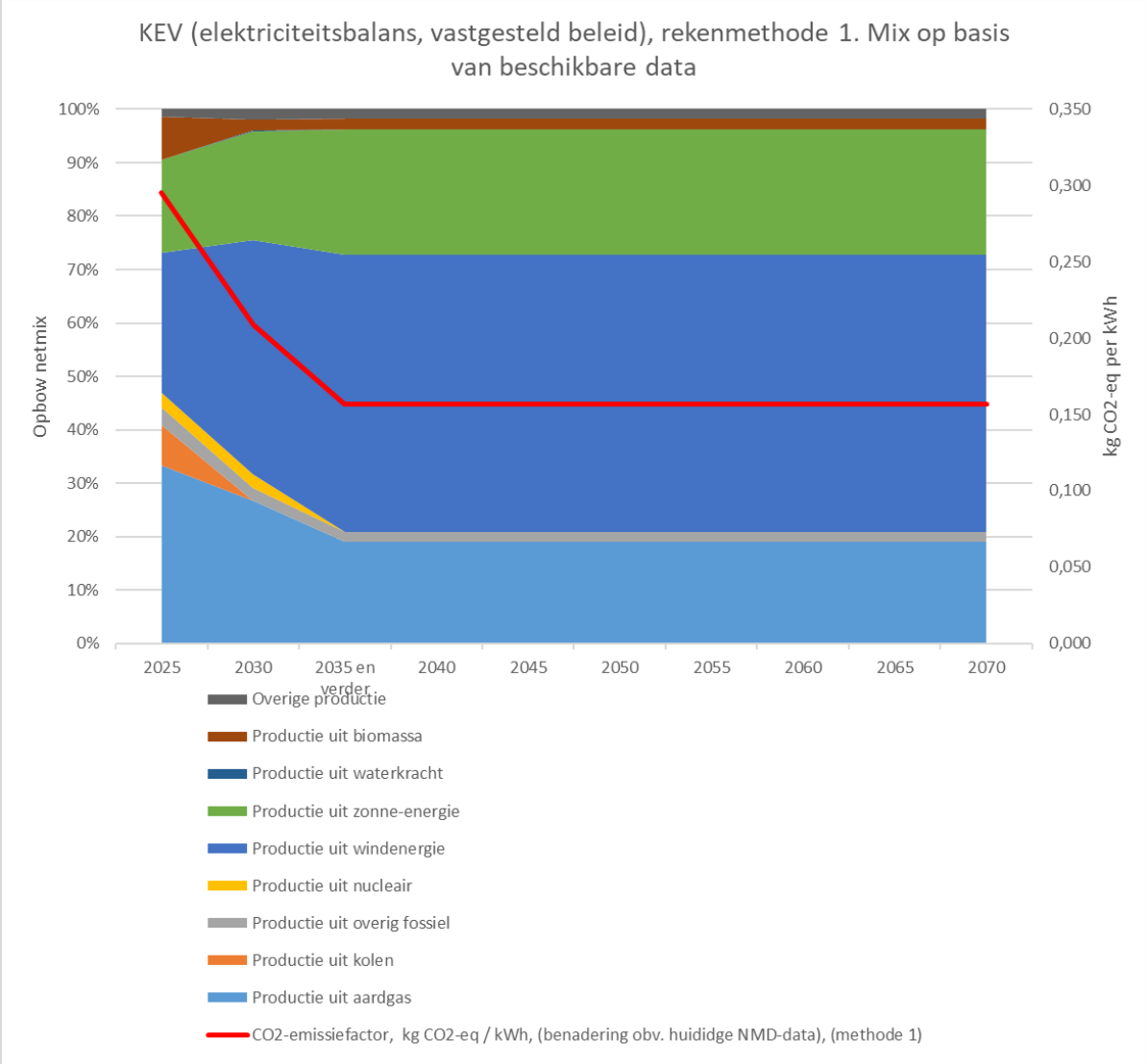
Samenstelling netmix: uitgangspunt is de geanticipeerde gemiddelde netmix van moment van opstellen tot 50 jaar later (beschouwingsperiode binnen WLC-GWP). De mix wordt bepaald met tijdsintervallen van 5 jaar, waarvan het gemiddelde wordt genomen per tijdsinterval als rekenpunt. Voor dit onderzoek zijn 3 methodes onderzocht om deze samenstelling te bepalen, deze zijn opgenomen in bijlage I, voor de bepalingsmethode is gekozen voor de netmix waarbij we uitgegaan van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) voor vastgesteld beleid[5]. 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.

Tabel 3.1
Samenstelling Nederlandse elektriciteitsmix, op basis van Tabel 23a: Elektriciteitsbalans in petajoule (vastgesteld beleid). **Methode 1**. CO_2-waarden op basis van bewerkte NMD-data (bestaande onderliggende data, aangepaste doorrekening zonder module D)

	2020	2025	2030	2035 en verder	Gemiddeld 2025-2075)
Productie uit aardgas	59%	33%	27%	19%	21%
Productie uit kolen	6%	8%	0%	0%	1%
Productie uit overig fossiel	3%	3%	2%	2%	2%
Productie uit nucleair	3%	3%	3%	0%	1%
Productie uit windenergie	12%	26%	44%	52%	49%
Productie uit zonne-energie	7%	17%	20%	23%	23%

[5] Alternatieve databronnen en methoden voor de netmix met bijbehorende afwegingen staan opgenomen in de bijlage.

Productie uit waterkracht	0%	0%	0%	0%	0%
Productie uit biomassa	7%	8%	2%	2%	3%
Overige productie	2%	1%	2%	2%	2%
Nederlandse productiemix grijs	**73%**	**48%**	**34%**	**23%**	**26%**
Nederlandse productiemix hernieuwbaar	**27%**	**52%**	**66%**	**77%**	**74%**
CO_2-emissiefactor, kg CO_2-eq / kWh, (benadering obv. huidige NMD-data)	**0,409**	**0,295**	**0,209**	**0,157**	**0,176**



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.

Teruglevering/ saldering elektriciteit

Teruggeleverde energie komt na saldering terug in de WLC-GWP-berekening in module D2.

- Teruggeleverde elektriciteit wordt op gebied van CO_2-emissie gesaldeerd tegen de gemiddelde nationale netmix binnen NZEB (H5), gelijk aan de toegepaste netmix bij toegeleverde elektriciteit.
- Het is mogelijk dat niet alle geëxporteerde energie kan worden opgenomen door de energieleverancier, in dat geval gaat de energie 'verloren'. Voor de WLC-GWP wordt hiervoor vooralsnog geen correctie opgemaakt.

3.2 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren (aard)gas

Voor toegeleverd gas wordt altijd uitgegaan van de gemiddelde Nederlandse gasmix. Deze mix bestaat uit aardgas, biogas en groene waterstof. Er kan niet gekozen worden voor een specifiek type gas bij toelevering.

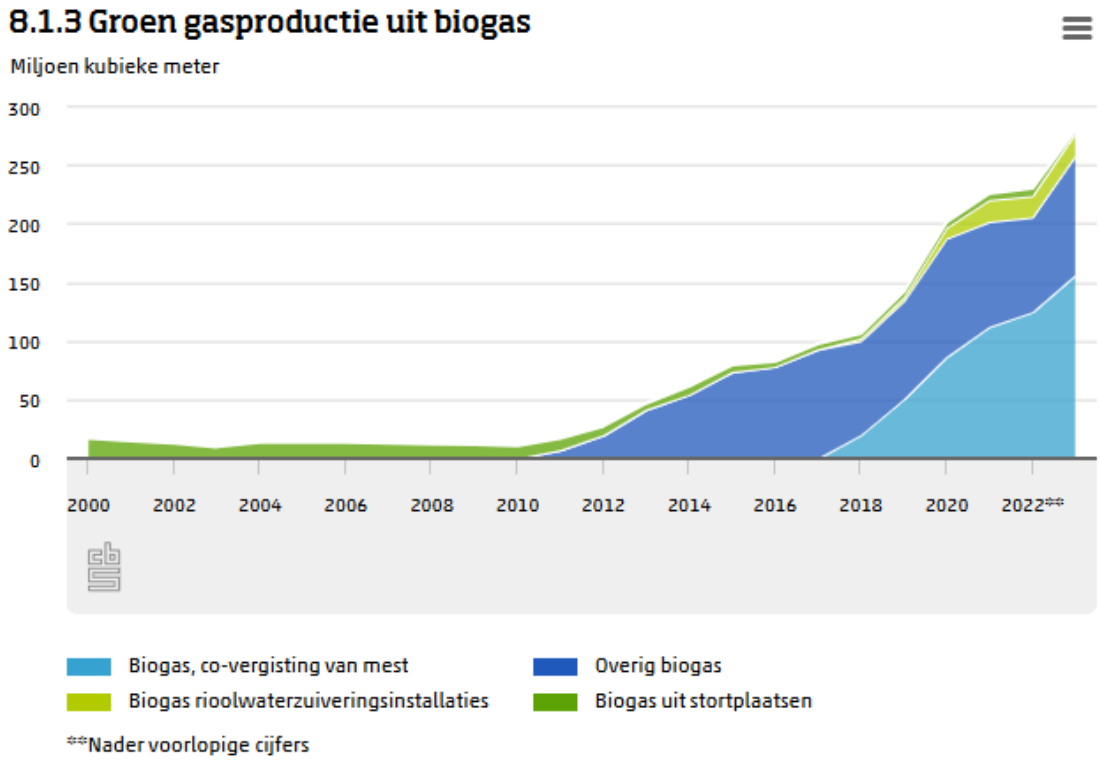
Voor biogas en groene waterstof is de milieu-impact bepaald op basis van het type en de verwerking van het gas.

Samenstelling gasmix: uitgangspunt is de geanticipeerde gemiddelde gasmix van moment van opstellen tot 50 jaar later (beschouwingsperiode beschouwingsperiode binnen WLC-GWP). De mix wordt bepaald met tijdsintervallen van 5 jaar, waarvan het gemiddelde wordt genomen per tijdsinterval als rekenpunt. Als databron voor de gasmix wordt uitgegaan van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV). De KEV geeft data tot een periode vooruit. Vanaf het laatste datapunt wordt ervan uitgegaan dat de gasmix gelijk blijft tot het einde van de beschouwingsperiode. Het verloop van de gasmix staat weergegeven in figuur 3.1.

- *De KEV 2024 geeft een raming voor de bijmenging van biogas in het gasnetwerk. In een kamerbrief van 9 februari 2024 is de hoogte van de bijmengverplichting gesteld op 3,8 megaton CO_2-ketenemissiereductie in 2030, dit is gebaseerd op bijmenging van 1,1 miljard kubieke meter groen gas in 2030. De raming van toename in biogas is echter onvoldoende om aan de bijmengverplichting te voldoen. Op basis van uitgegeven Tabel 19 van de KEV (2024) wordt er in 2030 18,9 PJ bijgemengd, dit staat gelijk aan ongeveer 0,5 miljard normaal kubieke meter groen gas[1]. In 2030 bestaat hiermee 2% van de aardgasmix uit groengas.*

Op basis van vastgesteld beleid	2025	2030	2035	Gemiddeld 50 jaar (2025-2070)
Biogas (petajoule	1,6%	2,0%	2,4%	2,2%
Aardgas (petajoule)	98,4%	98,0%	97,6%	97,8%

De biogasmix bestaat uit biogas uit co-vergisting van mest, biogas uit rioolwaterzuiverings-installaties, biogas uit stortplaatsen en overig biogas. Er wordt uitgegaan van de meest recente data van CBS voor de biogasmix. Er is geen prognose beschikbaar over de wijzigingen in de biogasmix voor de komende 50 jaar.



Figuur 3.1
[8. Biomassa | CBS]

3.3 WLC-GWP CO_2-emissiefactoren warmte en koudelevering

Warmte- en koudelevering moet worden opgenomen in B6.1. Standaard wordt uitgegaan van de '**gemiddelde mix**' voor warmtelevering op basis van hoge temperatuur of middelhoge temperatuur (HT/ MT) of lage temperatuur (LT).

Voor specifieke warmteleveringsbronnen kunnen categorie 1, of categorie 2 milieuverklaringen worden opgesteld in lijn met de NMD-Bepalingsmethode. De CO_2-getallen uit getoetste NMD-milieuverklaringen mogen toegepast worden in Whole-Life-Carbon studies wanneer dat type warmtelevering van toepassing is.

De kapitaalgoederen van de warmtenetten, zoals de warmteleveringsinstallatie, buffering en het distributienet moet worden meegenomen binnen de milieuverklaring en CO_2-emissiefactor van het net per kWh geleverde warmte/ koude.

Toegeleverde warmte

Voor WLC-GWP wordt de meest recente mix aangehouden die RVO beschikbaar heeft gesteld op basis van de duurzaamheidsrapportages (RVO). Voor toegeleverde warmte wordt er geen extrapolatie gemaakt voor toekomstige ontwikkelingen en beleid. Voor operationeel elektriciteits-gebruik in het warmtenet wordt uitgegaan van de gemiddelde netmix van moment van opstellen tot 50 jaar later in lijn met de WLC-GWP CO_2-emissiefactor voor toegeleverde elektriciteit.

RVO geeft de volgende warmtemixsamenstelling, referentiejaar 2023:

	HT/ MT	**LT**
AVI [GJ]	17,7%	0,0%
WKK zonder derving fossiel [GJ]	4,7%	0,0%
WKK zonder derving bio [GJ]	7,7%	0,0%
Aftapcentrale fossiel [GJ]	36,9%	0,0%
Restwarmte [GJ]2	3,6%	32,5%
Ketel Fossiel [GJ]	19,5%	0,0%
Ketel Bio [GJ]	9,0%	0,0%
Bodemenergie [GJ]	0,2%	67,5%
WP [GJ]	0,4%	0,0%
Zon-th [GJ]	0,0%	0,0%
Inkoop derden [GJ]	0,2%	0,0%
Totaal GJ / jaar	26.945.301	25.451

Naast HT/MT en LT kan er sprake zijn van een zeer lage temperatuur warmtenet (ZLT). Bij een ZLT-warmtenet wordt in module B6.1 alleen de materialisatie van de leidingen en pompen meegenomen en het operationeel toegeleverde energieverbruik. ZLT-warmtenetten gaan samen met perceelgebonden energieomzettingsmiddelen zoals een warmtepomp en buffervat. Perceelgebonden omzettingsmiddelen worden meegenomen binnen de materialisatie van het gebouw.

Voor de perceelgebonden energieomzettingsmiddelen en voor de warmtenetten kunnen generieke (categorie 3) en specifieke (categorie 1/ 2) milieuverklaringen worden toegepast.

Toegeleverde koude

Koudelevering moet worden opgenomen in module B6.1. Standaard wordt uitgegaan van de 'gemiddelde mix' voor koudelevering. Deze mix bestaat uit:

- HT-koeling: WKO
- LT-koeling: compressiekoelmachine. (met een COP van 3[6])

[6] Er zijn in de praktijk meerdere systemen denkbaar, deze is meest voorkomend en als proxy vastgesteld voor deze energiestroom.

Voor operationeel elektriciteitsgebruik in het koudenet wordt uitgegaan van de gemiddelde netmix van moment van opstellen tot 50 jaar later in lijn met de WLC-GWP CO_2-emissiefactor voor toegeleverde elektriciteit.

Gebouwgebonden warmte/koudeomzetting
Gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen voor warmte en koude worden meegenomen in de materialisatie van het gebouw (bijvoorbeeld warmtepomp en airco). Operationeel energieverbruik voor toegeleverde energie voor de warmteomzetting en koudeomzetting wordt meegenomen in module B6.1.

3.4 CO_2-emissiefactoren biomassa

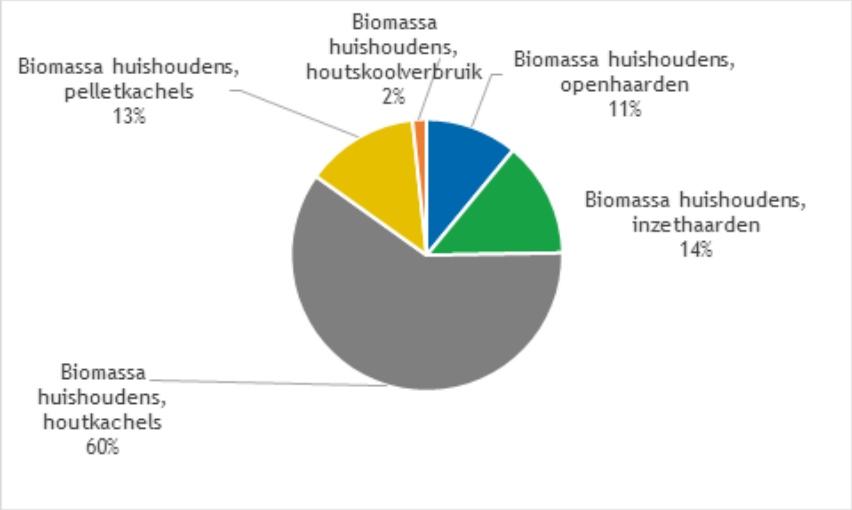
Voor biomassa toegepast als energie in gebouwen worden de CO_2-emissiefactoren op gelijke wijze opgesteld als voor andere vormen van energie. Onder biomassa voor energie (in module B6.1) valt:
- Brandhout
- Houtpellets

We gaan uit van de volgende uitgangspunten:
- Volgens PBE en RVO (2024) is vrijwel al het gebruikte houtige biomassa in industrieële installaties van resthout afkomstig van onderhoud van bos, landschap en gemeentelijk groen, bij timmerfabrieken uit bouw- en sloopwerkzaamheden. Deze rapportage stelt dat kleine installaties vooral gebruikmaken van biomassa uit Nederland. Met bijvoorbeeld het 'Better biomass' certificaat, of met FSC-certificering kan duurzaamheid van de biomassa worden aangetoond. Voor biomassagebruik bij huishoudens is er geen data bekend over de herkomst en aangetoonde duurzaamheid van de biomassa.
- Volgens data van CBS was in 2023 70% van de verbruikte biomassa vanuit nationale winning. Voor dit aandeel veronderstellen we duurzaam beheer. Voor de overige 30% veronderstellen we geen duurzaam beheer. Dit is een conservatieve benadering.

De volledige levenscyclus van biomassa moet worden meegenomen in lijn met de NMD-Bepalingsmethode. Dit bevat:
- De groei en productie met alle gerelateerde processen
- Emissies op landgebruik wanneer er geen sprake is van duurzaam beheer
- Transportprocessen
- Gebruiksemissies (door verbranding)

Producteenheid

In lijn met de NTA8800 wordt uitgegaan van de producteenheid 'kWh' voor energie uit biomassa. Hierbij wordt uitgegaan van 100% efficiënte verbranding op basis van de hoeveelheid energie per gewichtseenheid van de biomassa (LHV). Hiermee volstaat één milieuprofiel per vorm van biomassa. In de Whole Life Carbon berekening moet voor biomassa een correctie worden gemaakt voor de toepasbare efficiëntie op basis van de efficiëntie zoals opgenomen in de NTA8800.
Bij biomassa wordt altijd uitgegaan van de biomassamix, bestaande uit vasthout en houtpellets. CBS houdt het verbruik en de energieproductie uit biomassa bij per techniek (CBS). Figuur 3.2 geeft de verdeling van biomassatoepassing weer voor 2022 op basis van het toegepaste finale energieverbruik van biomassa.



Figuur 3.2
Balans vaste biomassa voor energieproductie, 2022** (8. Biomassa | CBS)

Gebouwgebonden energieomzetting uit biomassa

Gebouwgebonden energieomzettingsmiddelen voor biomassa worden meegenomen in de materialisatie van het gebouw (bijvoorbeeld kachels). De biomassa zelf (energiedragers) voor de warmteomzetting wordt meegenomen in module B6.

3.5 CO_2-emissiefactoren (overige energiebronnen)

In de NTA 8800 is ook een CO_2-emissiefactor opgenomen voor de operationele emissies van stookolie. Deze is opgenomen op basis van een proxy met diesel. Het gebruik van deze energie-drager in de context van de WLC-GWP-berekening voor nieuwbouw zal zeer beperkt zijn.

Toevoegen van een WLC emissiefactor voor stookolie stellen wij voor op basis van het standaard Eco Invent proces; diesel, burned in diesel-electric generating set, 18.5kW GLO.

In deze data is zowel de productie, transport als de verbranding opgenomen inclusief de materialisatie van de generator. Het vermogen is de kleinst beschikbare in Eco Invent. De data is beschikbaar voor de productie van 1 MJ.

4 Rekenregels: Van Bepalingsmethode en NTA 8800 naar WLC-GWP

De MPG-berekening vormt de basis voor de WLC-GWP-berekening. Dit hoofdstuk beschrijft de te volgen stappen om vanuit een MPG-studie te komen tot een WLC-GWP.

4.1 Uitgangspunten eenheid WLC-GWP, kg CO_2-eq / m^2 Ag / jaar

De eenheid van WLC-GWP is kg CO_2-eq / m^2 Ag / jaar, met de beschouwingsperiode van 50 jaar. Om tot de WLC-GWP te komen dient het vloeroppervlak meegenomen te worden in Ag op basis van de NTA 8800 en moet worden uitgegaan van de beschouwingsperiode van 50 jaar. Er kan, op grond van de EPBD IV, niet worden afgeweken van deze beschouwingsperiode.

4.2 Rekenregels WLC-GWP

Deze paragraaf bevat de formules om per module de WLC-GWP te berekenen en beschrijft de stappen om tot de WLC-GWP te komen.

Algemene uitgangspunten
Bij het productniveau wordt de Europese norm EN 15804 gevolgd en de NMD-Bepalingsmethode. Aansluitend bij de EN 15804 is er een Europese norm EN 15978 voor het bouwwerkniveau. In de rekenmethode voor de WLC-GWP wordt op een aantal punten van de EN 15978 afgeweken.

1. Niet meenemen module B7
   In de EN 15978 wordt op bouwwerkniveau ook de module B7 meegenomen. Binnen de scope van de WLC-GWP van gebouwen wordt de water-gerelateerde impact niet meegenomen.
2. Breuken- in plaats van de Knipmethode
   De EN 15978 schrijft voor dat er bij het bepalen van vervangingen naar boven afgerond moet worden tot een geheel getal (knipmethode). Bij de Nederlandse WLC-GWP is ervoor gekozen om af te ronden op twee decimalen (breukenmethode). Dit omdat dat een realistischere modellering oplevert van de Nederlandse praktijk. Daarin zal er bij vervangingsbeslissingen altijd een optimalisatie plaatsvinden. Is over 5 jaar de sloop voorzien, dan zal men besluiten een kozijn niet meer te vervangen, ook niet als de theoretische levensduur is verlopen.

4.3 Algemene toelichting niveau bouwwerk

4.3.1 Benodigde kenmerken bouwwerk

Voor het bepalen van de milieuprestatie van een bouwwerk zijn kenmerken van het bouwwerk nodig. Ten aanzien van het bouwwerk als geheel gaat het om een beperkt aantal kenmerken, bijvoorbeeld het Ag. De voornaamste invoer betreft de selectie van producten, materialen en/of processen die bij de bouw aan de orde zijn en het gebouwgebonden energiegebruik.

Omdat de producten, materialen en processen gelijk worden behandeld, wordt in de rest van dit hoofdstuk de term ‘product’ en de code ‘pr’ gebruikt om zowel product, materiaal als proces aan te duiden. Per geselecteerd ‘product’ wordt het aantal eenheden (hoeveelheid) opgegeven. Bij de selectie kan aangegeven worden dat de dimensies in het specifieke bouwwerk afwijken van de standaard dimensies van het ‘product’ zoals dat in de NMD is opgenomen. Deze mogelijkheid tot ‘schaling’ is op het productniveau (hoofdstuk 2 van de NMD-Bepalingsmethode) ingeregeld. Bij de toepassing in de B&U kan ook aangegeven worden, dat er bij nieuwbouw niet een nieuw, maar een hergebruikte variant op het product wordt toegepast.

4.3.2 Levenscyclus bouwwerk

Het bouwwerk is de context waarin ‘producten’ worden toegepast. De bouwwerkberekening volgens de EN 15978-1 heeft een vergelijkbare modulaire opbouw als de EN 15804+A2:2019 voor de producten (zie figuur 4.1). Kanttekening is dat de impact, bij een bepaalde module op productniveau, niet altijd in de overeenkomstige module op bouwwerkniveau meegenomen wordt. De modules zijn geclusterd in de onderstaande fasen in de levensloop:

Fase A: Productie en Bouw
Fase B: Gebruik
Fase C: Sloop en verwerking

Daarnaast wordt een module D onderscheiden, waarin alle milieulasten en -baten zijn opgenomen, die niet aan het systeem van het bouwwerk toe te rekenen zijn. Deze milieulasten- en baten kunnen ontstaan bij module A5 in de vorm van bouwplaatafval, in module B in de vorm van producten of materialen die vervangen worden tijdens de levensduur van het bouwwerk en in module C na einde leven van het bouwwerk.

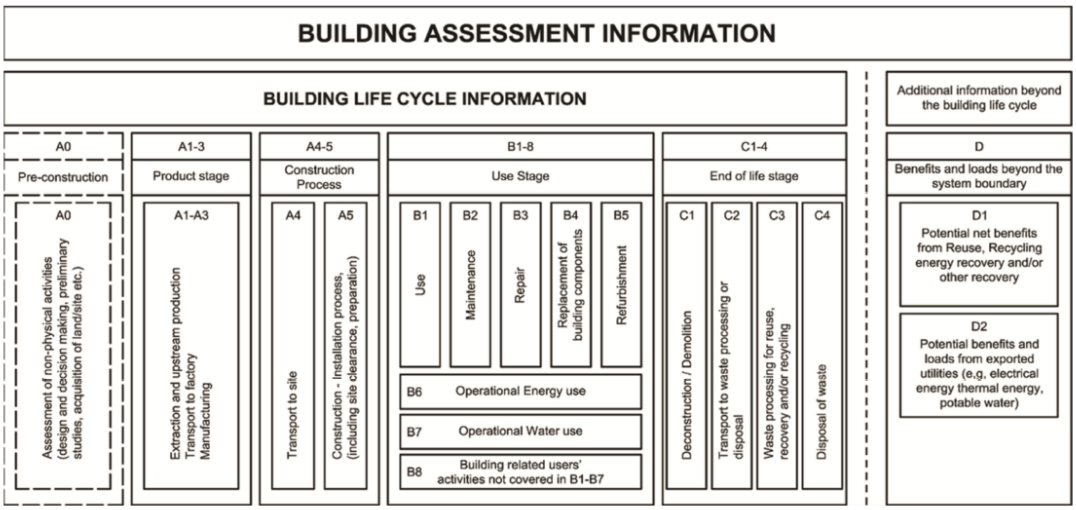


Figure 5— Display of modular information for the different stages of the building assessment

Figuur.4.1
Levensfases uit EN 15978-1

4.4 Berekening per fase van de gebouwlevenscyclus

In deze paragraaf staan de rekenregels opgenomen voor de berekening op bouwwerkniveau. Omdat de GWP per fase als waardevol inzicht gezien wordt, zijn de rekenregels per fase beschreven (paragrafen 4.4.1 tot en met 4.4.4). In paragraaf 4.4.5 volgt de sommatie tot de WLC-GWP van het gebouw. Relevant op bouwwerkniveau is de selectie van producten die bij de bouw wordt toegepast en het gebouwgebonden energiegebruik. Per product wordt de GWP tijdens de levenscyclus van het bouwwerk vastgesteld, waarna de sommatie over alle producten volgt. Dit gebeurt aan de hand van het aantal eenheden product en het aantal cycli gedurende de levensloop (frequentie).

Let wel, het betreft hier de producten, zoals ze in het bouwwerk worden toegepast, dus inclusief schaling, opslagfactor en eventueel onvoorzien hergebruik zoals meegenomen in de NMD-Bepalingsmethode.

Het moduleprofiel[7] per product (MPpr;mod), zoals berekend volgens de NMD-Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken, is het uitgangspunt voor de GWP-berekening. Het moduleprofiel bevat alle milieu-impactcategorieën die meegenomen worden voor NMD-milieuverklaringen. Voor de WLC-GWP wordt alleen de milieu-impactcategorie 'Klimaatverandering – totaal' met indicator 'GWP-totaal' en eenheid kg CO_2-eq meegenomen.

4.4.1 Fase A van het bouwwerk – Productie en Bouw

Fase A is verder onderverdeeld in de Productie- en de Bouwfase.

- Module A1-A3
  De productiefase omvat de modules A1, A2 en A3, die gezamenlijk als module A1-A3 behandeld worden. Het gaat om de winning-, transport en (half)productie van de producten en/of processen, zoals die toegepast gaan worden bij de realisatie van het bouwwerk.
- Module A4
  De bouwfase omvat de modules A4 en A5. Module A4 betreft het transport van de producten naar de bouwplaats.
- Module A5
  De bouwfase omvat de modules A4 en A5. Module A5 betreft het aanbrengen van de producten en toepassing van processen bij de realisatie van bouwwerk, inclusief het daarbij ontstane bouwverlies.

Frequentie (aantal cycli)

Bij fase A van het bouwwerk gaat het om fase A van de producten, die bij de bouw worden aangebracht (initiële producten). Omdat bij de bouw altijd een volledig product wordt aangebracht is de frequentie altijd 1. Er is daarom in de formule geen correctie voor een frequentie opgenomen.

[7] *Het moduleprofiel is een doorsnede uit het milieuprofiel voor één specifieke module. Het moduleprofiel is een rij met de milieu-impactwaarden voor de impactcategorieën van de NMD-Bepalingsmethode.*

Bepaling GWP voor fase A van het bouwwerk

Bij fase A gaat het om de modules A1-A3, A4 en A5. Voor deze modules wordt het moduleprofiel van het bouwwerk bepaald:

$$GWP_{bw;MP} = \sum_{pr=1}^{n_{pr}} Q_{pr} * MP_{pr;GWP} \quad (1)$$

Geldt voor modules A1-A3, A4, A5
Waarbij:

$GWP_{bw;MP}$	=	moduleprofiel van het bouwwerk voor GWP-totaal
n_{pr}	=	het aantal producten in het bouwwerk
Q_{pr}	=	toegepaste hoeveelheid van het product in het bouwwerk
$MP_{pr;GWP}$	=	moduleprofiel van het product voor GWP-totaal

De totale GWP-totaal voor fase A van het bouwwerk is de sommatie van de GWP over de modules in fase A:

$GWP_{bw;A} = GWP_{bw;A1-A3} + GWP_{bw;A4} + GWP_{bw;A5}$

4.4.2 Fase B van het bouwwerk – Gebruik

Fase B omvat de onderstaande modules:

- Module B1
  In module B1 gaat het om de (continue) emissies, die in de gebruiksfase van het initiële product plaatsvinden. De emissies van de vervangende producten worden aan Module B4 toegerekend.
- Module B2
  Dit betreft het onderhoud aan de producten, waarbij het net als bij B1 alleen gaat om de initiële producten.
- Module B3
  Dit betreft de reparatie aan de producten, waarbij het net als bij B1 alleen gaat om de initiële producten.
- Module B4
  Bij module B4 gaat het om de vervanging van productonderdelen (milieuprofielen) bij de initiële producten én om de daaropvolgende vervangingen van producten tijdens de levensduur van het bouwwerk.
- Module B5
  Dit betreft de renovatie-ingrepen. In praktijk is er op het moment van nieuwbouw geen voorspelling te maken van een eventuele renovatie. Er is dus geen zinvol scenario op te stellen. B5 is daarom niet geoperationaliseerd en wordt om die reden niet in de rekenregels meegenomen.
- Module B6
  Dit betreft het operationele energiegebruik bij het gebruik van het bouwwerk. Voor de WLC-GWP wordt alleen module B6.1 meegenomen: 'gebouwgebonden gereguleerd energiegebruik'. Module B6.2 'gebouwgebonden niet-gereguleerd energiegebruik' en B6.3 'niet-gebouwgebonden energiegebruik' zijn geen onderdeel van de rekenregels.

- Module B7
  Dit betreft het operationeel watergebruik bij gebruik van het bouwwerk. Module B7 valt buiten de scope. Anders dan bij module B6 is er nog geen methode beschikbaar, waarmee het operationeel watergebruik uniform te bepalen is.

Frequentie (aantal cycli)

Het bij de bouw toegepaste product (initiële product) gaat mee tot de eerste vervanging, die plaatsvindt als de standaard productlevensduur verlopen is. Daarna volgen tot het einde van de beschouwingsperiode één of meerdere vervangingen, waarbij verondersteld wordt dat de vervangende producten altijd hetzelfde zijn als het initiële product.

Initieel product

Het eerste deel van fase B van het bouwwerk wordt ingevuld met het initiële product. De impact in fase B van dat product, bijvoorbeeld onderhoud, draagt dus bij aan de impact in de fase B van het bouwwerk. Voor producten die één of meerdere keren vervangen worden tijdens de gebruiksfase van het bouwwerk / beschouwingsperiode is de frequentie in fase B van het initieel geplaatste product Fpr;ini altijd gelijk aan 1. Maar in het geval dat de productlevensduur groter is dan de levensduur van het bouwwerk binnen de beschouwingsperiode, zou dit tot een overschatting van de impact leiden. In dat geval is de frequentie in fase B kleiner dan 1.

De frequentie bij het initiële product wordt vastgesteld met de onderstaande formule, waarbij de breukenmethode (geen afronding naar een geheel getal) wordt toegepast.

$$F_{pr;ini} = \min\left(\frac{L_{bw}}{L_{pr}}; 1\right) \quad (2)$$

Waarbij

$F_{pr;ini}$ = gebruiksfrequentie van initiële product in fase B van het bouwwerk. Afronding op twee decimalen.

L_{bw} = Beschouwingsperiode van het bouwwerk [50 jaar]

L_{pr} = levensduur van het product [jaar]

Vervangende producten

De eerste vervanging start met de verwijdering en verwerking (fase C/D) van het initiële product. Bij de laatste vervanging zijn alleen de productie en constructie (fase A) en het gebruik (fase B) van het vervangend product relevant. De verwijdering en verwerking (fase C/D) van die producten komen bij fase C/D van het bouwwerk aan de orde.

De vervangingsfrequentie wordt bepaald door de beschouwingsperiode te delen door de levensduur van het product. Hierbij wordt de breukenmethode gehanteerd (geen afronding naar een geheel getal). Omdat fase A en B van het initiële product en fase C en D van het laatste vervangende product elders worden meegenomen (dit zijn samen alle fasen van 1 productcyclus), wordt er na de deling 1 (cyclus) van het resultaat van de deling afgetrokken. Het aantal vervangingen kan niet negatief zijn.

$$F_{pr;ver} = \max\left(\left(\frac{L_{bw}}{L_{pr}} - 1\right); 0\right)$$

Voor bouwwerkmodule B4. Voor de overige bouwwerkmodules heeft Fpr;ver de waarde nul.

Waarbij

Fpr;ver	=	vervangingsfrequentie van een product in het bouwwerk, Afronding op 2 decimalen.
Lbw	=	de beschouwingsperiode [jaar]
Lpr	=	levensduur van het product [jaar]

Bepaling GWP voor fase B van het bouwwerk

Bij de modules B1, B2, B3 is alleen het initiële product relevant. Bij module B4 gaat het ook om de impact van de vervangende producten.

Bij het initiële product vormt, net als bij fase A, het moduleprofiel per product (MPpr;mod) het uitgangspunt. In Fase B gaat het om de modules B1 tot en met B4. Voor deze modules wordt het moduleprofiel van het bouwwerk bepaald. Anders dan bij fase A kan de frequentie anders dan 1 zijn, namelijk Fpr;ini.

Bij de vervangende producten gaat het niet alleen om de modules B1 tot en met B4, maar om modules A tot en met C van het product (MPpr). Dit milieuprofiel wordt vermenigvuldigd met de vervangingsfrequentie Fpr;ver. Bij module B4 van het bouwwerk wordt dit resultaat opgeteld bij de impact in module B4 door het initiële product.

$$GWP_{bw;MP} = \sum_{pr=1}^{n_{pr}} Q_{pr} * \left(F_{pr;ini} * MP_{pr;GWP} + F_{pr;ver} * MP_{pr;GWP}\right) \quad -$$

Geldt voor modules B1, B2, B3, B4

Waarbij:

GWPbw;MP	=	moduleprofiel van het bouwwerk voor GWP-totaal
npr	=	het aantal producten in het bouwwerk
Qpr	=	toegepaste hoeveelheid van het product in het bouwwerk
Fpr;ini	=	gebruiksfrequentie van initiële product in fase B van het bouwwerk
MPpr;GWP	=	moduleprofiel van het product voor GWP-totaal
Fpr;ver	=	vervangingsfrequentie van een product in het bouwwerk. Fpr;ver is 0 voor B1, B2, B3.
$MP_{pr;GWP}$	=	milieuprofiel van het product voor GWP-totaal

Rekenregels gereguleerde gebouwgebonden energiegebruik (B6.1)
In module B6.1 is alleen het gebouwgebonden gereguleerde energiegebruik van toepassing. Onderstaande formules zijn van toepassing op alle energiedragers. In praktijk zal perceelgebonden energieomzetting, opslag en energieteruglevering vooral van toepassing zijn voor elektriciteit. De toegepaste variabelen worden per energiedrager meegenomen in de eenheid 'kWh'

Energiebalans bij WLC-GWP-berekening op basis van NTA 8800 hoofdstuk 5 methode (saldering op jaarbasis)

$$ET = Max(ES - EO; 0)$$
$$EE = Max(EO - ES; 0)$$

Waarbij

ES = $E_{EPus;ci}$ uit NTA 8800 (formule 5.20) = de gereguleerde energiehoeveelheid per energiedrager (ci = gas, elektriciteit, warmte, koude, biomassa, stookolie) voor het bouwwerk. Dit is de totale jaarlijkse energiehoeveelheid die nodig is om het gebouw te verwarmen, koelen, ventileren, tapwaterbereiding, be- en ontvochten en verlichten, bepaald volgens NTA 8800 in kWh.

EO = $E_{pr;el}$ uit NTA 8800 (formule 16.0) = de gereguleerde jaarlijkse hoeveelheid elektriciteit die op het perceel geproduceerd wordt door middel van PV, PVT, WKK en wind, bepaald volgens NTA 8800 in kWh.
ET = Totale jaarlijkse hoeveelheid energie die toegeleverd wordt aan het perceel (kWh) per energiedrager (gas, elektriciteit, warmte, koude, stookolie, biomassa).
EE = Geëxporteerde hoeveelheid energie per energiedrager op jaarbasis (kWh).

Voor gebouwgebonden energieomzetting moet in module B6.1 de materialisatie van het energienet worden opgenomen wanneer het gebouw is aangesloten aan het net en er onvoldoende perceelgebonden energieopslagcapaciteit is. Het gebouw maakt immers gebruik van het energienet. De hoeveelheid mee te nemen materialisatie van de infrastructuur van het energienet zonder omzettingsmiddelen (in kWh per jaar) is gelijk aan de jaarlijkse hoeveelheid op het perceel geproduceerde energie (EO) in kWh.

EL = Toepassing materialisatie infrastructuur energienet zonder omzettingsmiddelen (jaarbasis) (kWh). Dit gaat om het aantal kWh uit eigen energieomzetting dat ook wordt gebruikt binnen het gebouw. Hiervoor wordt het energienet meegenomen (kabels), het gebouw is namelijk verbonden met het net.

De $GWP_{bw;B6.1}$ wordt berekend door energie uit toelevering te vermenigvuldigen met de CO_2-emissiefactor voor de energiedrager en de beschouwingsperiode. Voor toegepaste energie uit perceelgebonden energieomzetting wordt de materialisatie van infrastuur van het energienet meegenomen met de bijbehorende CO_2-emissiefactor.

$$\mathrm{GWP}_{bw;B6.1} = \sum_{i=1}^{n_i} ET_i * MP_{p;GWP} * L_{bw} + \sum_{j=1}^{n_j} EL_j * MP_{p;GWP} * L_{bw}$$

Waarbij

$GWP_{bw;B6.1}$ = het milieuprofiel van het gebouw in module B6.1 met indicator GWP-totaal;

$MP_{p;GWP}$ = GWP-emissiefactor van toegepast eenheidsproces (energiedrager, of materialisatie infrastructuur energielevering). De materialisatie van de infrastructuur voor energielevering van toegeleverde energie zit verwerkt in de GWP-emissiefactor;

ET = aantal kWh energie uit toelevering op jaarbasis per energiedrager;

EL = toegepaste materialisatie infrastructuur energienet zonder omzettingsmiddelen (jaarbasis) (kWh);

L_{bw} = de beschouwingsperiode [jaar]

n_i = het aantal toegepaste energiedragers voor energie uit toelevering voor gereguleerde gebouwgebonden energiegebruik;

n_j = het aantal toegepaste energiedragers waarvoor materialisatie van de infrastructuur van het energienet zonder omzettingsmiddelen moet worden opgenomen. Dit is voor energie uit perceelgebonden energieomzetting

De totale GWP-totaal voor fase B van het bouwwerk is de sommatie van de GWP-totaal over de modules in fase B:

$$GWP_{bw;B} = GWP_{bw;B1} + GWP_{bw;B2} + GWP_{bw;B3} + GWP_{bw;B4} + GWP_{bw;B6.1}$$

4.4.3 Fase C van het bouwwerk – Sloop en verwerking

Fase C omvat de onderstaande modules:

- Module C1
  Dit betreft de verwijdering van de producten, waarbij het alleen gaat om de bij de sloop van het bouwwerk aanwezige producten. De impact gerelateerd aan de verwijdering van producten bij de vervangingen tijdens de gebruiksperiode wordt aan Module B4 toegerekend.
- Module C2
  Dit betreft de afvoer van de verwijderde producten naar de verwerkingslocaties. Net als bij module C1 gaat het alleen om de bij de sloop van het bouwwerk aanwezige producten.
- Module C3
  Dit betreft de verwerking van de verwijderde producten. Per product is er een andere verdeling mogelijk over de verschillende verwerkingsmogelijkheden. Net als bij module C1 gaat het alleen om de bij de sloop van het bouwwerk aanwezige producten.
- Module C4
  Dit betreft de finale afvalverwerking (stort) van de verwijderde producten. Net als bij module C1 gaat het alleen om de bij de sloop van het bouwwerk aanwezige producten.

Frequentie (aantal cycli)
Aan het eind van de levensloop van het bouwwerk worden alle dan aanwezige producten verwijderd (sloop). Dit betreft de producten die bij de laatste vervanging zijn aangebracht of producten die al vanaf de bouw aanwezig zijn (initiële producten). Omdat bij de sloop altijd een volledig product wordt verwijderd is de frequentie altijd 1, net als bij fase A (Bouw).

Bepaling GWP voor fase C van het bouwwerk
In Fase C gaat het om de modules C1 tot en met C4. Voor deze modules wordt het moduleprofiel van het bouwwerk bepaald. Net als bij fase A is de frequentie altijd 1, en daarom niet in de formule opgenomen.

$$GWP_{bw;MP} = \sum_{pr=1}^{n_{pr}} \mathrm{Q}_{pr} * \mathrm{MP}_{pr;mod} \quad (3)$$

Geldt voor modules C1, C2, C3, C4

Waarbij:

GWPbw;MP	=	moduleprofiel van het bouwwerk voor GWP-totaal
npr	=	het aantal producten in het bouwwerk
Qpr	=	toegepaste hoeveelheid van het product in het bouwwerk
MPpr;mod	=	moduleprofiel van het product

De totale GWP-totaal voor fase C van het bouwwerk is de sommatie van de GWP-totaal over de modules in fase C:

$$GWP_{bw;C} = GWP_{bw;C1} + GWP_{bw;C2} + GWP_{bw;C3} + GWP_{bw;C4}$$

4.4.4 Module D van het bouwwerk – Buiten systeemgrens

Module D is geen fase in de levensloop van het bouwwerk, maar een module waar milieulasten en -baten, die buiten de systeemgrens van het bouwwerk vallen, gealloceerd worden. Module D is opgebouwd uit module D1 voor materialen en module D2 voor geëxporteerde energie.

Frequentie (aantal cycli)
Bij module D1 op bouwwerkniveau worden de milieulasten en -baten meegenomen, die ontstaan vanuit de laatste productcyclus en alle vervangingen in module B4. De frequentie is dan ook $\mathrm{F}_{pr;ver} + 1$.

Bepaling GWP voor module D1 van het bouwwerk
Net als bij fase A vormt het milieuprofiel (de matrix van getallen) van het aan het specifieke bouwwerk aangepaste product (MPpr) het uitgangspunt. Uit het milieuprofiel worden de waarden voor de module D geselecteerd. Dit levert het moduleprofiel per product (MPpr;mod) op, dat bestaat uit de relevante milieu-impactwaardes. De frequentie is 1 plus het aantal vervangingen gedurende de beschouwingsperiode.

$$GWP_{bw;D1} = \sum_{pr=1}^{n_{pr}} \mathrm{Q}_{pr} * \mathrm{MP}_{pr;mod} * (1 + \mathrm{F}_{pr;ver}) \quad (4)$$

Geldt voor module D

Waarbij:

MPbw;D1	=	moduleprofiel van het bouwwerk voor GWP-totaal
MPbw;D	=	milieuprofiel van het bouwwerk van module D
npr	=	het aantal producten in het bouwwerk
Qpr	=	toegepaste hoeveelheid van het product in het bouwwerk
MPpr;mod	=	moduleprofiel van het product
Fpr;ver	=	Aantal vervangingen in module B4

Geëxporteerde energie, teruglevering, D2

Voor geëxporteerde energie gelden substitutiebaten in module D2, gelijk aande gemiddelde energiemix van de energiedrager. Dit betekent, wanneer energie uit PV wordt geëxporteerd dat dit de gemiddelde netmix substitueert in module D2. Het is mogelijk dat niet alle geëxporteerde energie kan worden opgenomen door de energieleverancier, in dat geval gaat de energie 'verloren'. Voor de WLC-GWP wordt er hiervoor vooralsnog geen correctie op gemaakt.

$$\mathrm{GWP}_{bw;D2} = \sum_{EE=1}^{n_{EE}} \mathrm{EE} * MP_{p;GWP} * L_{bw}$$

Waarbij

$GWP_{bw;D1}$ = het milieuprofiel van het gebouw in module D2 met indicator GWP-totaal;

$MP_{p;GWP}$ = GWP-emissiefactor van toegepast eenheidsproces voor uitgespaarde energie;

EE = Geëxporteerde energie (jaarbasis) (kWh) ;

n_{EE} = het aantal toegepaste energiedragers voor geëxporteerde energie;

L_{bw} = Beschouwingsperiode van het bouwwerk (jaar)

4.4.5 WLC-GWP

De GWP-totaal van een gebouw wordt berekend over modules A1-A3 tot en met C4 en los voor module D1 en D2.

$$\mathrm{WLC_GWP}_{bw;A:C} = GWP_{bw;A} + GWP_{bw;B} + GWP_{bw;C}$$

$$\mathrm{GWP}_{bw;D1:D2} = GWP_{bw;D1} + GWP_{bw;D2}$$

Waarbij:

$GWP_{bw;A:C}$	= GWP-totaal van gebouw over modules A1-A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B6.1, C1, C2, C3 en C4.
$GWP_{bw;D1:D2}$	= GWP-totaal van gebouw over modules D1 en D2.

Vanuit de GWP-totaal van het gebouw wordt de WLC-GWP berekend door deze te delen door het oppervlak van het gebouw en de beschouwingsperiode.

A_G = Gebruiksoppervlakte van het gebouw op basis van NTA 8800(m^2)
L_{bw} = beschouwingsperiode [50 jaar]

WLC-GWP, Materialisatie gebouw en gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik **(Modules A-C)** **Kg CO_2-eq / m^2 / jaar**	**WLC-GWP, baten voor materiaalbehoud voor recycling, hergebruik en energieterugwinning aan het einde van de beschouwingsperiode. En baten voor teruggeleverde elektriciteit** **(Modules D1-D2)** **Kg CO_2-eq / m^2 / jaar**
$$WLC: \mathrm{GWP}_{bw;A:C} = \frac{\mathrm{GWP}_{bw;A:C}}{L_{bw} * A_G}$$	$$WLC: \mathrm{GWP}_{bw;D} = \frac{\mathrm{GWP}_{bw;D1:D2}}{L_{bw} * A_G}$$

De gesommeerde WLC-GWP over de totale levenscyclus inclusief module D kan berekend worden als:

$$WLC: \mathrm{GWP}_{bw;A:D} = WLC: \mathrm{GWP}_{bw;A:C} + WLC: \mathrm{GWP}_{bw;D}$$

4.5 Toepassing data uit EPG voor gereguleerd gebouwgebonden energiegebruik

Benodigde data voor WLC-GWP (beschikbaar uit data-output voor EPG, BENG)	**Eenheid**	**Toepassing voor formule**
Totale niet-primaire energiebehoefte (aard)gas	kWh / jaar	ES: Gereguleerde Energiestroom (aard)gas
Totale niet-primaire warmtelevering, hoge temperatuur	kWh / jaar	EB: Energiebehoefte warmtelevering hoge temperatuur
Warmtelevering, niet-primair, hoge temperatuur, uit perceelgebonden hernieuwbare energieomzetting	kWh / jaar	EO: warmtelevering hoge temperatuur
Totale niet-primaire warmtelevering lage temperatuur	kWh / jaar	ES: gereguleerde energiestroom warmtelevering lage temperatuur
Warmtelevering, niet-primair, lage temperatuur, uit perceelgebonden hernieuwbare energieomzetting	kWh / jaar	EO: warmtelevering lage temperatuur
Totaal niet-primair elektriciteitsgebruik bouwwerk, energiebehoefte	kWh/ jaar	ES: Gereguleerde energiestroom elektriciteit
Elektriciteitslevering, niet-primair, uit gebouwgebonden energieomzetting	kWh/ jaar	EO: elektriciteit

5 Lijst van noodzakelijke CO_2-emissiefactoren

Categorie	MV's Energiedragers, cat. 3, te gebruiken binnen WLC-GWP
Gas	Gasmix, verbrand, bij consument, per kWh (gemiddelde 50 jaar extrapolatie)
Elektriciteit	Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh, (gemiddelde 50 jaar extrapolatie) Toegepast voor B6 en D2
Warmtelevering	Warmtelevering via warmtenet, Hoge Temperatuur, Grijs, bij consument, per MJ
	Warmtelevering via warmtenet, Hoge Temperatuur, Hernieuwbaar, bij consument, per MJ
	Warmtelevering via warmtenet, Lage Temperatuur, Grijs, bij consument, per MJ
	Warmtelevering via warmtenet, Lage Temperatuur, Hernieuwbaar, bij consument, per MJ
	Warmtelevering via warmtenet, gemiddelde samenstelling (HT/ MT/ LT), per kWh
	Warmtelevering via warmtenet, gemiddelde samenstelling (ZLT), per kWh
	Warmte uit biomassa, gemiddeld systeem, bij consument per kWh vaste massa
Koudelevering	Koudelevering via koudenet, stadskoeling, bij consument, per kwh

WKO- Warmte Koude Opslag	Warmte- en koudelevering, open WKO-systeem, bij consument, per kWh
	Warmte- en koudelevering, gesloten WKO-systeem, bij consument, per kWh
Elektriciteit opslag	Thuisbatterij (2-10 kW), Lithium-ion batterij, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
	Thuisbatterij, loodzuur, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
	Thuisbatterij, zoutwater, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
	Thuisbatterij (2-10 kW), Lithium-ijzer-fosfaat batterij, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
	Grote batterij bij opwekker/ verbruiker (0,3 – 10 MW), per kWh opslag
Warmteopslag	Seizoensopslag warmte, Lage temperatuur bodemenergie (open, gesloten), 50 kw – 1 MW, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
	Korte-termijn opslag warmte, grote warmwater tank (korte-termijn, groot vermogen) (TTES) 100 kw – 150 MW, per kWh warmteopslag
	Korte-termijn opslag warmte, Kleine warmwater tank (woning) (TTES), 1 kW – 50 kW, per stuk, schaalbaar naar capaciteit

LBP|SIGHT





Bijlage I

Onderzoek varianten samenstelling gemiddelde netmix

I.1 Samenvatting

Voor het onderzoek zijn 3 rekenmethoden voor de gemiddelde netmixsamenstelling onderzocht:
Methode 1: Uitgaan van KEV-data voor vastgesteld beleid tot en met 10 jaar vooruit.
Methode 2: Uitgaan van KEV-data voor vastgesteld beleid en een extrapolatie daarvan naar 2050.
Methode 3: Uitgaan van Nationaal Plan energiesystemen tot 2050.

Op basis van de bestaande LCA-data voor energiedragers netmix in de Nationale Milieudatabase is een doorrekening gemaakt van deze methode naar CO_2 emissiegetallen per jaar, uitgaande van 50 jaar beschouwingsperiode.

Rekenmethode	**CO_2 per kWh**
Geen decarbonisatiepad	0,407
Methode 1: Uitgaan van KEV-data voor vastgesteld beleid tot en met 10 jaar vooruit.	0,176
Methode 2: Uitgaan van KEV-data voor vastgesteld beleid en een extrapolatie daarvan naar 2050	0,112
Methode 3: Uitgaan van Nationaal Plan energiesystemen tot 2050.	0,164

Voor het referentiekantoor Medium is een WLC-GWP-berekening gemaakt met deze data, waarbij ook een vereenvoudigde variant is gemaakt met het percentage eigen opwekking.

Rekenmethode	**WLC A-C (kg CO_2-eq/ m^2/ jr)**	**WLC D**	***WLC-bijdrage B6***	***% eigen opwekking***
Geen decarbonisatiepad	7,813	-0,417	*0,681*	*93%*
Methode 1	7,426	-0,417	*0,294*	*93%*
Methode 2	7,319	-0,417	*0,187*	*93%*
Methode 3	7,406	-0,417	*0,274*	*93%*
Geen decarbonisatiepad	17,073	-0,417	*9,941*	*0%*
Methode 1	11,429	-0,417	*4,297*	*0%*
Methode 2	9,865	-0,417	*2,733*	*0%*
Methode 3	11,128	-0,417	*3,996*	*0%*

Voor afwegingen op bouwwerkniveau is in discussie met de begeleidingsgroep gekozen voor methode 1, hierbij wordt een goede balans behouden tussen afwegen van energiebesparende maatregelen en een eerlijke prognose van de WLC-GWP.

Bij het opstellen van een Nationale routekaart naar 2050 zou gebruikgemaakt kunnen worden van methode 2, deze is methodisch consistent met de geadviseerde methode 1 voor de WLC-GWP prestatie op bouwwerkniveau en geeft wel een verdere decarbonisatie naar 2050 weer.

In deel I.2 is 1:1 de gewisselde informatie van het onderzoek met de begeleidingsgroep opgenomen zodat deze vastgelegd is in het eindrapport.

I.2 Onderzoek

- **Samenstelling netmix**: uitgangspunt is de geanticipeerde gemiddelde netmix van moment van opstellen tot 50 jaar later (bouwwerklevensduur). De mix wordt bepaald met tijdsintervallen van 5 jaar, waarvan het gemiddelde wordt genomen per tijdsinterval als rekenpunt. Verschillende databronnen en methoden kunnen worden toegepast om de netmixsamenstelling te bepalen, de KEV voor vastgesteld beleid, de KEV voor vastgesteld en voorgenomen beleid en de NPE. De volgende sectie behandeld verschillen tussen de bronnen en mogelijke rekenmethoden. We hebben mogelijkheden uitgewerkt:
- Elektriciteitsmix op basis van status quo, historische data (zoals in MEPG)
- Elektriciteitsmix op basis van de KEV, gemiddelde mix van nu tot over 50 jaar obv. Beschikbare data.
- Op basis van de KEV + doorrekening naar 100% hernieuwbaar in 2050, gemiddelde mix van nu tot over 50 jaar.
- Op basis van de KEV voor 2025 en de NPE voor verdere periode.
- **Herzieningstermijn**: De CO_2-emissiefactor voor elektriciteit wordt per 5 jaar geactualiseerd (geactualiseerde mixsamenstelling, nieuwe achtergronddata).

Databron netmixsamenstelling

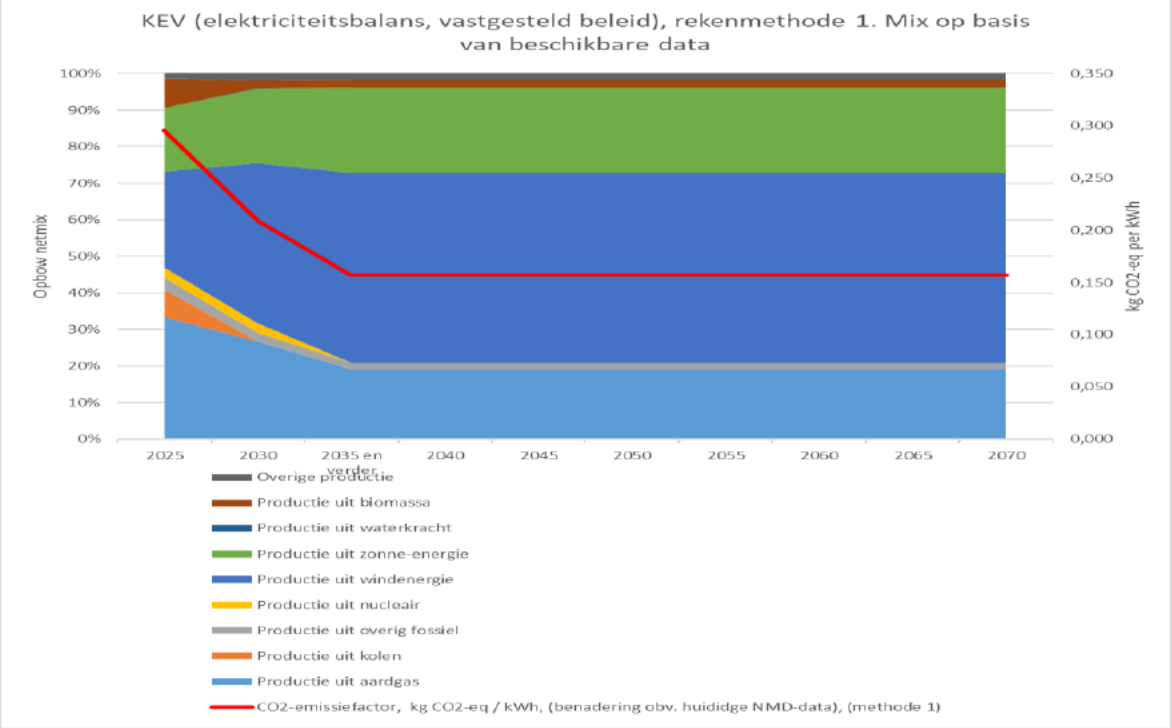
- **Databron: KEV 2024,** De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) monitort jaarlijks de voortgang van het klimaat- en energiebeleid en rapporteert hierover. De KEV biedt inzicht in de uitstoot van broeikasgassen van het verleden tot 2030 en schetst een beeld van de energievoorziening en het energieverbruik. Het houdt rekening met ontwikkelingen binnen nationale beleidsdoelen[OBJ]. Op basis van de meest recente nettoproductiemixsamenstelling van de meest recente KEV.
- De elektriciteitsmix in de huidige NMD-milieuverklaring is opgesteld op basis van de netto productiemix in Nederland (CBS Statline), hierbij is geen correctie gemaakt voor import/export. De Netto productiemix geeft alleen historische data weer. Het verschil tussen de jaargemiddelde nettoproductie in kWh en de bruto productie in kWh is ongeveer 3%.
- KEV Tabel 23: Elektriciteitsbalans in petajoule (bruto productie), op basis van:
- (vastgesteld beleid), vastgesteld beleid is het uitgangspunt voor de mix in onderstaande voorbeelden.
- (vastgesteld en voorgenomen beleid). Het effect is beperkt. Bij het vastgestelde beleid is er in 2035 77% aandeel hernieuwbaar in de elektriciteitsmix. Bij het vastgestelde en voorgenomen beleid is dit 79%.
- Op dit moment is data beschikbaar tot 2035. Wij stellen twee verschillende rekenmethode voor om de energiemix verder te trekken vanaf het laatste moment waarvoor data beschikbaar is:

Rekenmethode 1: Voor de periode waarvan nog geen geanticipeerde mix beschikbaar is wordt uitgegaan van de voorliggende periode. Dat betekent dat alle jaren na 2035 op dezelfde mix zijn gebaseerd als 2035 wanneer er geen verdere data beschikbaar is. Tabel I.1 geeft de samenstelling weer op basis van KEV2024, tabel 23a: elektriciteitsbalans in Petajoule en methode 1.

Tabel I.1

Samenstelling Nederlandse elektriciteitsmix, op basis van Tabel 23a: Elektriciteitsbalans in petajoule (vastgesteld beleid). **Methode 1**. CO_2-waarden op basis van NMD-data (zonder module D)

	2020	2025	2030	2035 en verder	Gemiddeld 2025-2075)
Productie uit aardgas	59%	33%	27%	19%	21%
Productie uit kolen	6%	8%	0%	0%	1%
Productie uit overig fossiel	3%	3%	2%	2%	2%
Productie uit nucleair	3%	3%	3%	0%	1%
Productie uit windenergie	12%	26%	44%	52%	49%
Productie uit zonne-energie	7%	17%	20%	23%	23%
Productie uit waterkracht	0%	0%	0%	0%	0%
Productie uit biomassa	7%	8%	2%	2%	3%
Overige productie	2%	1%	2%	2%	2%
Nederlandse productiemix grijs	**73%**	**48%**	**34%**	**23%**	**26%**
Nederlandse productiemix hernieuwbaar	**27%**	**52%**	**66%**	**77%**	**74%**
CO_2-emissiefactor, kg CO_2-eq / kWh, (benadering obv. huidige NMD-data)	**0,409**	**0,295**	**0,209**	**0,157**	**0,176**

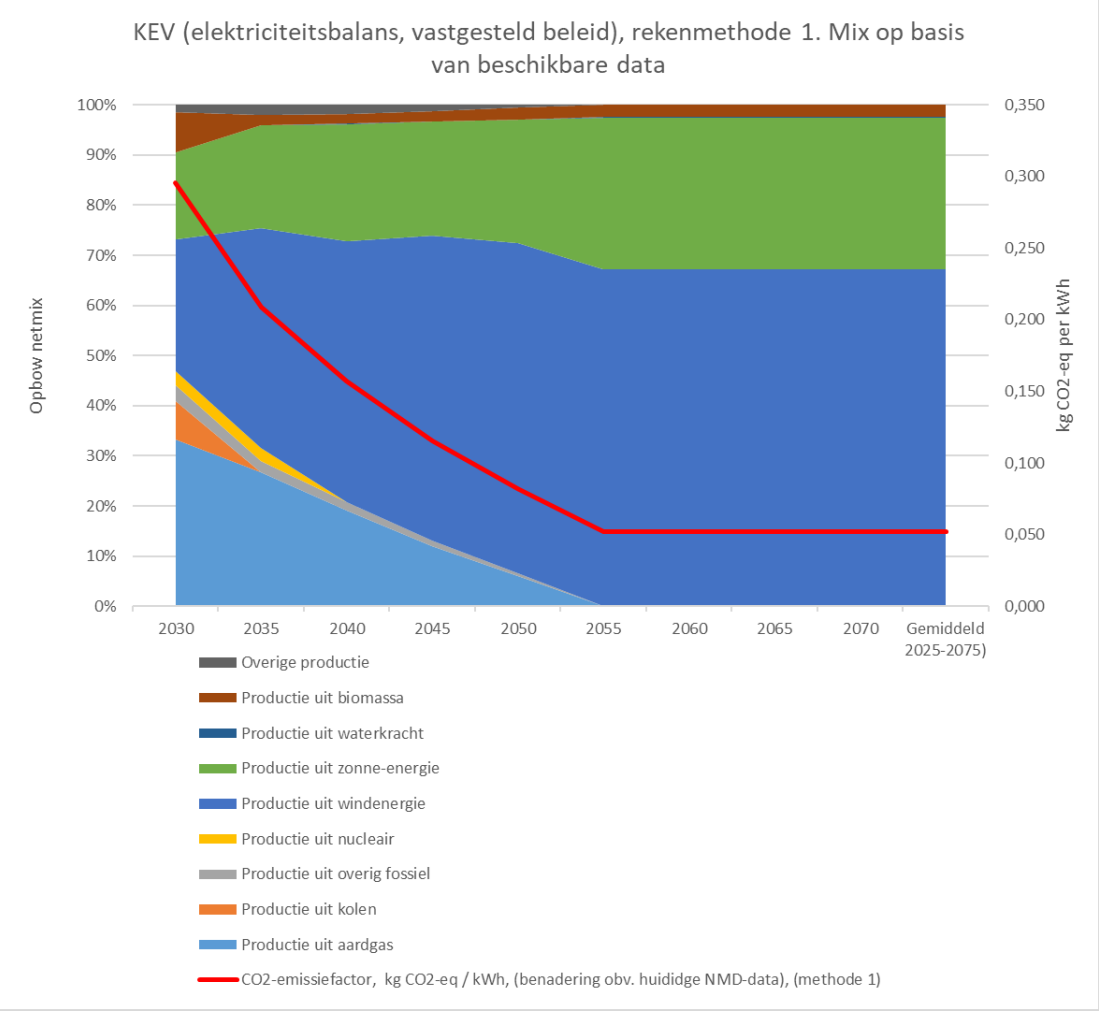


Rekenmethode 2: Voor de periode waarvan nog geen geanticipeerde mix beschikbaar is wordt de hernieuwbare netmix van de voorliggende periode doorgetrokken zodat in 2050 de volledige mix hernieuwbaar is. De jaren na 2050 zijn gelijk aan 2050. Tabel I.2 geeft de samenstelling weer op basis van KEV2024, tabel 23a: elektriciteitsbalans in Petajoule en methode 2.

Tabel I.2

Samenstelling Nederlandse elektriciteitsmix, op basis van Tabel 23a: Elektriciteitsbalans in petajoule (vastgesteld beleid). **Methode 2**. CO_2-waarden op basis van NMD-data (zonder module D)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	*Gemiddeld 2025-2075)*
Productie uit aardgas	33%	27%	19%	12%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	*10%*
Productie uit kolen	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	*1%*
Productie uit overig fossiel	3%	2%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	*1%*
Productie uit nucleair	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	*1%*
Productie uit windenergie	26%	44%	52%	61%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	*58%*
Productie uit zonne-energie	17%	20%	23%	23%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	*26%*
Productie uit waterkracht	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	*0%*
Productie uit biomassa	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	*3%*
Overige productie	1%	2%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	*1%*
Nederlandse productiemix grijs	**48%**	**34%**	**23%**	**14%**	**7%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	***13%***
Nederlandse productiemix hernieuwbaar	**52%**	**66%**	**77%**	**86%**	**93%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	***87%***
CO2-emissiefactor, kg CO2-eq / kWh, (benad	**0,295**	**0,209**	**0,157**	**0,115**	**0,082**	**0,052**	**0,052**	**0,052**	**0,052**	**0,052**	***0,112***

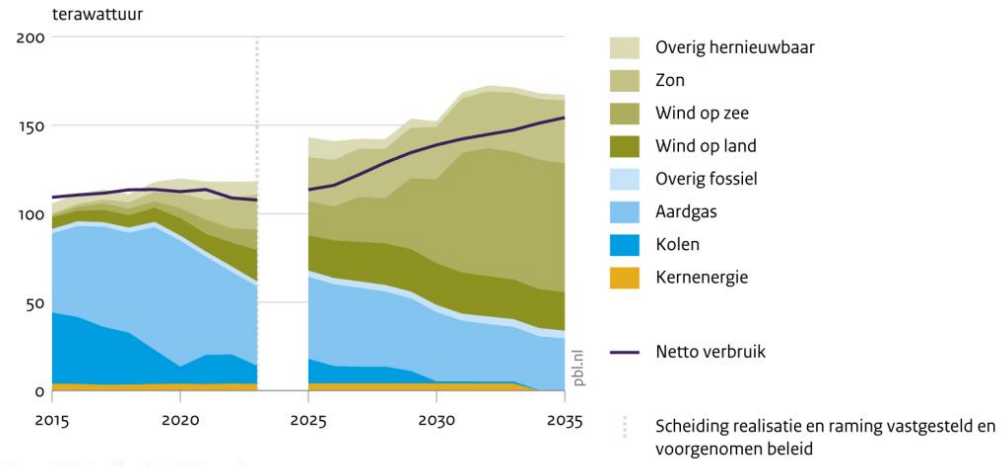


Bespreekpunten:

- Welke rekenmethode heeft de voorkeur, 1, 2, of een andere methode? Wij stellen voor om uit te gaan van rekenmethode 1, daarmee sluiten we aan bij de KEV zonder verdere rekenslagen. Het gevolg is dat de CO_2-eq per kWh wat hoger is ten opzichte van methode 2. Dit stimuleert sturing op isolatie bij gebouwen in het geval van elektrische verwarming.
- Wij gaan uit van een beschouwingsperiode van 50 jaar. Dit lijkt in lijn met de EPBD. De gedelegeerde handeling (DA) zal nog verdere richting geven voor gebouwen met een verwachtte levensduur <50 jaar.
- In methode 2 werken we richting een 100% hernieuwbare mix in 2050. Nu staat er in het regeerakkoord dat er wordt ingezet op elektriciteit uit nucleair, dit zou in 2050 en daarna een deel van de mix kunnen voorzien. Hoe gaan we met dergelijke, nog niet kwantificeerbare, richtingen om? Deze vraag is niet van toepassing wanneer er wordt gekozen voor methode 1.
    - *Keerzijde anticipatie "Emissies elektriciteitssector kennen een inherent grote onzekerheid" (KEV PBL, 2024).*
- **Databron:** welke databron is het meest geschikt om de elektriciteitsmix vast te stellen? Wij stellen voor om uit te gaan van de KEV (vastgesteld beleid)
    - Hoe gaan we om met 'ontbrekende opsplitsing'? Zo is de huidige mix opgesteld uit wind-op-land en wind-op-zee, de elektriciteitsbalans geeft alleen 'windenergie'. Zelfde geldt voor gas, wkk/ geen wkk?
    - Windopsplitsing vanuit welke data?
    - Opname in KEV?
    - Vaste bron aanwijzen?

Figuur 4.3

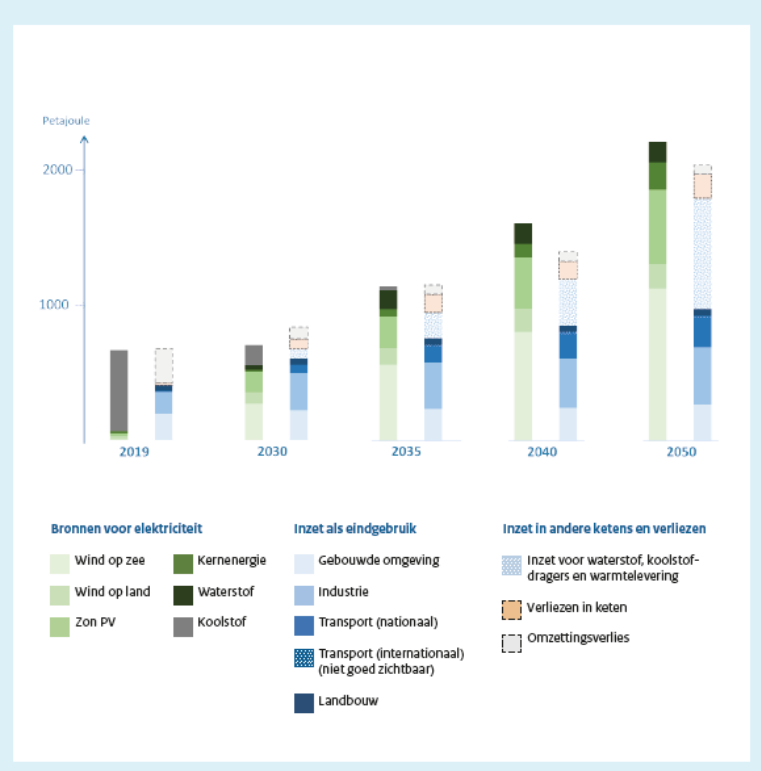
Elektriciteitsproductie per bron en elektriciteitsverbruik



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2024

- **Databron: elektriciteitsmixsamenstelling op basis van NPE**

Het Nationaal plan energiesysteem schetst hoe Nederland een klimaatneutraal energiesysteem ontwikkelt. Dit betekent dat energieopwekking, -transport, -opslag en -gebruik geen negatieve klimaateffecten hebben. Het plan biedt een visie voor 2050 en wordt elke vijf jaar herzien om in te spelen op innovaties en maatschappelijke veranderingen. Het kabinet kijkt naar wat in 2050 nodig is en werkt terug naar het heden, waarbij de Rijksoverheid een sturende rol speelt. De laatste NPE-rapportage komt van 2023[8]. Deze rapportage geeft de elektriciteitsmix weer voor 2030, 2035, 2040 en 2050.



De toelichting Cijferbasis NPE geeft verdere documentatie voor de opbouw van de netmix. Vanuit het NPE is het eerst beschikbare datapunt 2030. Het NPE beschouwt een beleidsplan, dit wijkt af van de KEV waarin uit wordt gegaan van het vastgestelde beleid. Het gevolg is een vrij significante mixvariatie. Waar in de NPE-waterstof en kernenergie een prominente rol krijgen voor de toekomstige elektriciteitsmix, zijn deze niet opgenomen in de KEV. Bij de tabellen voor de netmix staat in de NPE dat de waarden 'indicatief' zijn.

[8] Nationaal plan energiesysteem, https://open.overheid.nl/documenten/2f5cbb52-0631-4aad-b3dd-5088fab859c5/file

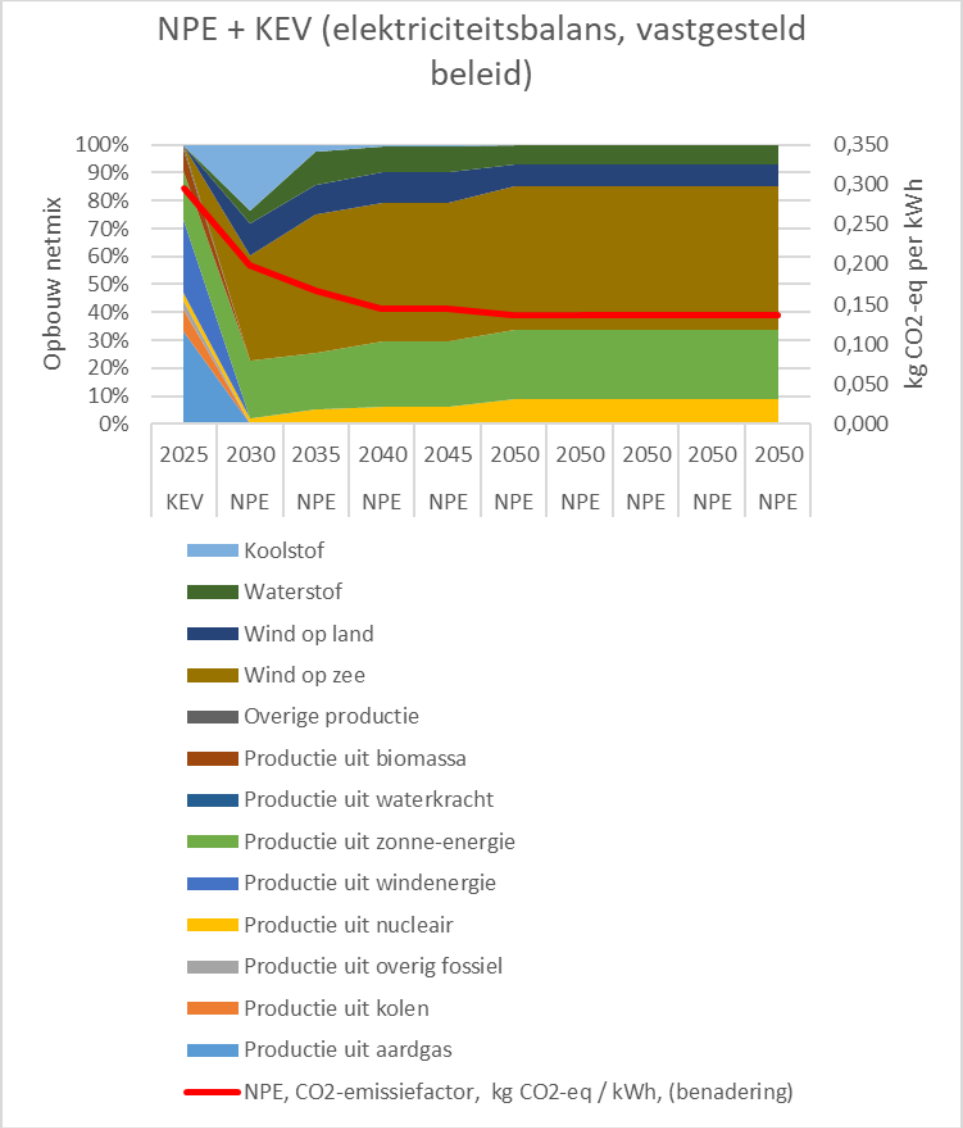
Van elektriciteit uit waterstof zijn er nog geen NMD-milieuverklaringen opgesteld. De energiebron en de productiemethode van waterstof zijn relevant voor bijbehorende impact. De NPE geeft een indicatief overzicht voor de waterstofbronnen tot 2050. De samenstelling is te zien in onderstaande tabel. De CO_2-getallen voor waterstof hebben we benaderd op basis van een aantal uitgangspunten:

- 1 kg waterstof bevat 33 kWh.
- Wij gaan uit van 60% efficiëntie bij productie van elektriciteit uit waterstof.
- Vanuit de samenstellingsmix gaan wij ervan uit dat waterstof uit elektrolyse wordt geproduceerd op basis van hernieuwbare energie.
- Wij gaan ervan uit dat waterstof uit import dezelfde samenstelling heeft als de Nederlandse waterstofproductiemix.

	2019	**2030**	**2035**	**2040**	**2050-2075**
Bronnen voor elektriciteit	100%	100%	100%	100%	100%
Wind op zee	2%	37%	49%	50%	51%
Wind op land	4%	12%	11%	11%	8%
Zon PV	3%	21%	20%	23%	25%
Kernenergie	2%	2%	5%	6%	9%
Waterstof	0%	5%	12%	10%	7%
Koolstof	89%	24%	3%	0%	0%
Nederlandse productiemix grijs (kern-, waterstof, koolstof)	**91%**	**30%**	**20%**	**16%**	**16%**
Nederlandse productiemix hernieuwbaar (wind, zon)	**9%**	**70%**	**80%**	**84%**	**84%**
CO_2-emissiefactor, kg CO_2-eq / kWh, (benadering)	**0,475**	**0,200**	**0,167**	**0,145**	***0,137***

Het NPE bevat geen informatie over 2025. Om deze wel mee te nemen kan deze worden meegenomen uit de KEV (vastgesteld beleid).

Bron voor energiemix	KEV	NPE	NPE	NPE	NPE	Gemiddeld (50 jaar)
Jaar	2025	2030	2035	2040	2050-2075	2025-2075
Nederlandse productiemix grijs (kern-, waterstof, koolstof)	48%	30%	20%	16%	16%	21%
Nederlandse productiemix hernieuwbaar (wind, zon)	52%	70%	80%	84%	84%	79%
CO_2-emissiefactor, kg CO_2-eq / kWh, (benadering)	**0,295**	**0,200**	**0,167**	**0,145**	**0,137**	**0,164**



Vanuit data van de NPE benaderen we de CO_2-emissiefactor als 0,164 kg CO_2-eq per kWh. Uitgaande van de KEV (vastgesteld beleid, rekenmethode 1) kan de CO_2-emissiefactor benaderd worden met 0,176 kg CO_2-eq per kWh.

Bronnen voor en inzet van waterstof (PJ)	2019	2030	2035	2040	2050	Gemiddeld 2030-2075
Bronnen voor waterstof	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Productie uit aardgas	39%	32%	21%	17%	0%	10%
Restgassen industrie	47%	27%	17%	12%	6%	11%
Elektrolyse	0%	18%	34%	48%	74%	58%
Benodigde import	14%	23%	28%	23%	20%	22%
CO2-eq / kWh uit waterstof (benadering)	0,489	0,462	0,431	0,411	0,368	0,395