



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie

Herziening 2022



>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen*



Inhoud

Voorwoord	3		
1. Doel en aanleiding herziening	4		
2. Wat is hernieuwbare energie?	6		
2.1 Hernieuwbare energie – definitie en actueel beleid	6		
2.2 Nederlandse invulling hernieuwbare energie	6		
2.3 Beleidsdoelen met betrekking tot vervoer	7		
2.4 Beleidsdoelen met betrekking tot hernieuwbare warmte en koude	7		
2.5 Monitoringsverplichtingen	7		
2.5.1 Standaard energiestatistieken volgens EU verordening voor energiestatistieken (EG 1099/2008) aan Eurostat en IEA	7		
2.5.2 Nationale publicaties	8		
3. Methodologie	9		
3.1 Methoden	9		
3.2 Vergelijking van de methodieken	10		
3.3 Levenscyclusanalyse	10		
4. Berekenen van het bruto eindverbruik	12		
4.1 Windenergie	12		
4.2 Zonne-energie	12		
4.2.1 Zonnestroom	12		
4.2.2 Zonnewarmte	13		
4.3 Aardwarmte	14		
4.4 Omgevingsenergie benut door warmtepompen	15		
4.4.1 Bodemenergie (inclusief aquathermische energie)	15		
4.4.2 Buitenluchtwarmte	17		
4.5 Energie uit water	18		
4.6 Energie uit biomassa	18		
4.6.1 Afvalverbrandingsinstallaties	19		
4.6.2 Houtkachels bij huishoudens	20		
4.6.3 Warmteketels bij bedrijven voor vaste en vloeibare biomassa	20		
4.6.4 Decentrale elektriciteitsproductie	22		
4.6.5 Bij- en meestook van biomassa in elektriciteitscentrales	22		
4.6.6 Biogas	22		
4.6.7 Vloeibare biotransportbrandstoffen	24		
4.7 Restwarmte	26		
4.8 Hernieuwbare koude	27		
5. Samenwerkings- mechanismen en GVO's	31		
5.1 Samenwerkingsmechanismen	31		
5.1.1 Statistische overdrachten tussen lidstaten	31		
5.1.2 Gezamenlijke projecten	31		
5.1.3 Gezamenlijke steunregelingen	32		
5.2 Garanties van Oorsprong	32		
5.2.1 Eisen en implementatie	32		
5.2.2 Garanties van Oorsprong voor Elektriciteit	32		
5.2.3 Garanties van oorsprong voor thermische energie	33		
5.2.4 Garanties van Oorsprong voor hernieuwbaar gas	33		
5.3 Groene elektriciteitsmarkt	33		
6. Berekening aandeel hernieuwbare energie	34		
6.1 Aandeel hernieuwbare energie totaal volgens bruto eindverbruik methode	34		
6.2 Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer	34		
6.3 Aandeel hernieuwbare elektriciteit	35		
6.4 Aandeel hernieuwbare warmte	35		
6.5 Aandeel hernieuwbare energie volgens substitutiemethode	36		
Bijlage 1: Berekeningen vermeden en primair energieverbruik			37
Bijlage 2: Factsheets			42
Bijlage 3: Literatuurlijst			51

Voorwoord

Voor u ligt de zevende, geactualiseerde editie van het Protocol Monitoring Hernieuwbare energie. Dit protocol, opgesteld in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), voorziet in een uniforme berekeningswijze voor het bepalen van de hoeveelheid energie die in Nederland op hernieuwbare wijze wordt geproduceerd en verbruikt. Doordat alle overheden en organisaties uitgaan van de in dit protocol beschreven rekenmethodes wordt het mogelijk de ontwikkelingen op dit gebied goed en consistent in kaart te brengen.

Voor het Ministerie van EZK is deze heldere basis van belang omdat het CBS dit protocol gebruikt om de hoeveelheid in Nederland geproduceerde hernieuwbare energie te berekenen. Deze gegevens worden gebruikt om de realisatie van de beleidsdoelstellingen te volgen in het kader van de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie, het Nationaal Energieakkoord en het Klimaatakkoord.

Belangrijke inhoudelijke veranderingen ten opzichte van de vorige versie zijn onder andere ingegeven door de nieuwe Europese richtlijn voor duurzame energie (Renewable Energy Directive (REDII) [2018/2001/EU]). Dit stelt bijvoorbeeld nieuwe eisen aan (het rapporteren over) hernieuwbare brandstoffen voor transport, de inzet van biomassa voor warmte en elektriciteit en het gebruik van Garanties van Oorsprong (GVO's). Ook zijn er voor enkele technieken nieuwe kengetallen zoals voor zonnearmte waar de methode nu maximaal is afgestemd op actuele Europese standaarden. Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie is opgesteld door de Rijksdienst voor Ondernemend

Nederland (RVO.nl) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Betrokken stakeholders hebben input geleverd bij de uitwerking van de verschillende onderdelen. Deze is zo goed als mogelijk verwerkt.

Het CBS is mede auteur is van dit Protocol. Deze rol weerspiegelt de sterke inhoudelijke rol die het CBS speelt bij het vaststellen van dit Protocol en het waarborgen van de consistentie met nationale en internationale energiestatistieken.

Indien u nog vragen of opmerkingen heeft over dit protocol, kunt u contact opnemen met de auteurs van RVO (Lex Bosselaar, Remco Gras, José Muisers, Tomas Olejniczak) en van het CBS (Reinoud Segers, Maria José Linders en Sander Brummelkamp).



**wnd. Directeur Strategie Energiesysteem Ministerie van Economische Zaken en Klimaat,
Reinier Koppelaar**

1. Doel en aanleiding herziening

Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie is de grondslag voor het vaststellen van de hoeveelheid hernieuwbare energie in Nederland. Dit gebeurt jaarlijks door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Het CBS gebruikt de gegevens voor diverse rapportages over hernieuwbare energie, zoals:

- CBS StatLine;
- Publicatie 'Hernieuwbare Energie in Nederland';
- CBS nieuwsberichten;
- Officiële internationale energiestatistieken voor Eurostat en het Internationaal Energieagentschap (IEA);
- Tweejaarlijkse voortgangsrapportage van Nederland (Ministerie EZK) met betrekking tot haar verplichtingen op basis van de richtlijn 'Energie uit hernieuwbare bronnen' (Renewable Energy Directive (REDII) [2018/2001/EU] aan DG Energie van de Europese Commissie);
- De Klimaat- en Energieverkenning (KEV);
- Compendium voor de Leefomgeving.

Vanwege veranderend beleid, nieuwe technische ontwikkelingen en nieuwe inzichten moet dit protocol regelmatig worden geactualiseerd. Dit gebeurde voor het laatst in het 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie update 2015'.

Aanleiding

Aanleiding voor deze actualisatie is een aantal ontwikkelingen in Europees en nationaal beleid. Met name de implementatie van de Renewable Energy Directive 2018/2001/EU (REDII)¹ in 2021 is van belang. Deze richtlijn verschuift het wettelijk kader naar 2030 en stelt een nieuw bindend streefcijfer voor hernieuwbare energie voor de EU voor 2030 van ten minste 32% vast en omvat maatregelen voor de verschillende sectoren om dit mogelijk te maken.

Verder zijn er nieuwe ontwikkelingen en inzichten die vragen om een heroverweging van gemaakte keuzes en kengetallen zoals die in de vorige versie van dit monitoringsprotocol waren opgenomen;

Voorbeelden daarvan zijn:

- Zonnestroom: de snelle groei en de productie per Watt peak (Wp);
- Aanpassing aan de methodiek van IEA en Eurostat voor thermische zonne-energie;
- De introductie van een aparte normalisatie van energie opgewekt met Wind op Land en van energie uit Wind op Zee;
- Aanpassing van de door Eurostat gebruikte rekentool 'SHARES';
- Aanvullende Europese richtlijnen m.b.t. het rapporteren over biobrandstoffen en hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong;
- Ontwikkelingen op het gebied van Garanties van Oorsprong (GvO's) voor duurzame energie zoals de introductie van GvO's voor duurzame waterstof.

Doel

Het doel van het protocol is het weergeven van een reproduceerbare wijze van berekenen van het aandeel hernieuwbare energie in de totale energiemix in Nederland op basis van bruto finaal eindgebruik.

Dit op een zodanige wijze dat rapportages:

- a. een actueel beeld geven van de bijdrage van Nederland aan de doelstelling in de REDII;
- b. vergelijkbare gegevens opleveren over de jaren;
- c. een vergelijking mogelijk maken tussen rapportages van verschillende instanties.

Het 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie herziening 2022' is in het voorjaar van 2022 afgerond, zodat het CBS haar rapportage over 2021 op basis daarvan kan verrichten en tevens, zo nodig, de cijfers over de voorgaande jaren kan reviseren, zodat de tijdreeksen volgtijdelijk vergelijkbaar blijven.

Historie

Novem (voorloper van RVO.nl) startte in 1990 de Monitor Duurzame Energie die vanaf 2004 als Monitor Duurzame Energie wordt uitgevoerd door het CBS. In de loop van de jaren ontstonden verschillende monitors van verschillende organisaties met elk hun eigen rapportages, definities en rekenmethoden. Dit was in 1999 de aanleiding voor het opstellen van een uniform protocol voor deze monitor.

Het neerleggen van de werkwijze in een protocol maakt de vergelijking tussen monitors mogelijk. Met het oog op veranderingen in de energievoorziening en -regelingen is periodieke herziening noodzakelijk.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02018L2001-20181221>

Dit document is de zevende versie. Vanaf de herziening in 2010 is de naam veranderd in 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie' om beter aan te sluiten bij de Renewable Energy Directive 2009/28/EC² (REDI) en nu ook de REDII. Daarnaast is de term hernieuwbare energie eenduidiger dan het veel gebruikte begrip duurzaam.

Leeswijzer

Het protocol geeft aan hoe de bijdragen van de verschillende vormen van hernieuwbare energie berekend en gerapporteerd worden. Dat gebeurt per hernieuwbare energiebron. Hoofdstuk 2 beschrijft de uitgangspunten en definities die hieraan ten grondslag liggen.

Net als in de voorgaande versies zal de nadruk liggen op de methode voor de berekening van het bruto eindverbruik, zoals vereist is in voortgangsrapportages ten aanzien van de realisatie van de Nederlandse doelstellingen in het kader van de REDII. Daarnaast beschrijft het protocol de methodiek van berekeningen van vermeden verbruik van primaire energie en CO₂ emissies volgens de substitutiemethode. Deze vermeden emissies en vermeden verbruik blijven van belang, omdat dit belangrijke achterliggende doelstellingen zijn van het stimuleren van hernieuwbare energie. Hoofdstuk 3 beschrijft de gehanteerde methodologie.

Hoofdstuk 4 vormt de kern van dit document met de wijze van berekenen en rapporteren van het bruto-eindverbruik voor de afzonderlijke hernieuwbare energiebronnen. In principe zijn daar de bronnen opgenomen die meer dan 0,5 Peta-Joule bijdragen aan de Nederlandse doelstellingen voor hernieuwbare energie. Administratieve overdrachten van de aanspraak op energie die is opgewerkt uit hernieuwbare bronnen via Garanties van Oorsprong voor eindgebruikers nemen toe. Daarnaast kunnen landen ook hernieuwbare energie overdragen voor de realisatie van doelstellingen van de REDII via andere administratieve systemen. Beide systemen zijn beschreven in hoofdstuk 5.

Een apart hoofdstuk vormt de berekeningswijze van het aandeel hernieuwbare voor energie, elektriciteit, warmte en vervoer ten opzichte van het totaalverbruik. Beschreven wordt hoe dit totaal verbruik voor de monitoring van hernieuwbare energie wordt bepaald. De vorige versie van het protocol is ruim 6 jaar lang gepubliceerd geweest en sindsdien niet aangepast. Omdat er de laatste jaren veel ontwikkelingen zijn rondom het rapporteren over duurzame energie in Europees verband zal dit protocol vanaf de huidige versie een meer dynamisch karakter krijgen door met kortere intervallen een update te publiceren.

² extension:[//elhekieabhbkmcefcobjddigicaadp/https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN)

2. Wat is hernieuwbare energie?

2.1 Hernieuwbare energie – definitie en actueel beleid

Al vanaf het uitkomen van het rapport van de Club van Rome is het besef gegroeid dat fossiele bronnen eindig zijn en vervangen moeten worden door hernieuwbare bronnen. De laatste jaren is de nadruk meer gekomen op het klimaatbeleid. Daarnaast is er nog de problematiek met de gaswinning in Groningen en de afhankelijkheid van fossiele bronnen uit Rusland. Dit zijn redenen dat er in het overheidsbeleid meer aandacht is gekomen voor de stimulering van hernieuwbare energiebronnen.

In de wet- en regelgeving wordt gesproken van hernieuwbare energie (gemaakt uit hernieuwbare bronnen) en van duurzame energie (een productiewijze die toekomstig gebruik van grondstoffen niet aantast).

In dit protocol wordt de term ‘hernieuwbaar’ gebruikt. De belangrijkste reden is dat de gegevens die worden gegenereerd op basis van dit protocol de grondslag vormen voor rapportages in het kader van de Renewable Energy Directive (RED; EU-richtlijn Energie uit Hernieuwbare bronnen). Die richtlijn gebruikt de term hernieuwbare energie voor niet-fossiele energiebronnen die constant worden aangevuld.

Hernieuwbare energie is dus niet in alle gevallen duurzaam (in de zin van schoon). Voor statistische doeleinden wordt deze algemene omschrijving concreet gemaakt door het benoemen van een limitatieve lijst met hernieuwbare energiebronnen.

We volgen daarbij de definities van hernieuwbare energie zijn gegeven in artikel 2 van de REDII. In dit protocol is de update van de REDII uit 2018 de basis. In het kader van het fit-for 55 programma van de EU uit 2021 is een nieuwe aanpassing voorzien. Die is nog niet opgenomen in dit protocol.

Energie uit hernieuwbare bronnen	energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk windenergie, zonne-energie (thermische zonne-energie en fotovoltaïsche energie) en geothermische energie, omgevingsenergie, getijdenenergie, golfslagenergie en andere energie uit de oceanen, waterkracht, en energie uit biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties, en biogas
Omgevingsenergie	van nature voorkomende thermische energie en geaccumuleerde energie in het milieu met afgebakende grenzen, die in de omgevingslucht, met uitzondering van afvoerlucht, of in oppervlakte- of rioolwater kan worden opgeslagen.
Geothermische energie	energie in de vorm van warmte onder het vaste aardoppervlak opgeslagen energie.
Restwarmte en -koude	onvermijdelijke warmte of koude die als bijproduct in industriële of stroomopwekkingsinstallaties of in de tertiaire sector wordt opgewekt, die ongebruikt terecht zou komen in lucht of water zonder verbinding met een stadsverwarmings- of -koelingsysteem, wanneer een warmtekrachtkoppelingproces is gebruikt of zal worden gebruikt of warmtekrachtkoppeling niet haalbaar is;
Biomassa	de biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van biologische oorsprong uit de landbouw, met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen, de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, met inbegrip van de visserij en de aquacultuur, alsmede de biologisch afbreekbare fractie van afval, met inbegrip van industrieel en huishoudelijk afval van biologische oorsprong.

Tabel 2.1 De definitie van hernieuwbare energie volgens artikel 2 van de REDII.

2.2 Nederlandse invulling hernieuwbare energie

Op basis van de RED II dient in 2030 van alle verbruikte energie in Europa, 32% afkomstig te zijn uit hernieuwbare bronnen. Het doel van de voortgangsrapportage van Nederland uitgevoerd door het CBS is dan ook de voortgang te melden van de bijdrage van Hernieuwbare Energie aan het totale energieverbruik van Nederland.

In grote lijnen staan zes hernieuwbare energiebronnen ter beschikking: zon, wind, waterkracht, omgevingswarmte, aardwarmte en biomassa. Een overzicht van de bronnen die momenteel voor de Nederlandse situatie in beginsel als beschikbare hernieuwbare energiebronnen kunnen worden beschouwd, is aangegeven in tabel 2.1. Daarnaast zijn in tabel 2.2 per energiesoort ook de technieken vermeld waarmee ze in bruikbare vorm kunnen worden omgezet.

In Nederland wordt voor warmte en koude uit oppervlaktewater de term aquathermie gebruikt. Dit valt onder de definitie van omgevingsenergie van de REDII.

De hernieuwbare energiebronnen: waterkracht, getijden, golven, wind en de zon worden als hernieuwbare energiebron aangemerkt, ook al telt de bijdrage van passief zonne-energiegebruik, zoals aangepaste woningontwerp en oriëntatie, niet mee. Biomassa kan zijn verkregen als reststroom uit andere processen of als resultaat van kweek ten behoeve van het opwekken van energie. Bij het winnen van energie uit afval wordt alleen de bijdrage van de hernieuwbare fractie van het afval als hernieuwbaar beschouwd.

Bron	Technologie
Wind Zon	Windturbines a) fotovoltaïsche systemen (zonnecellen) b) thermische systemen (zonneboilers, droog-systemen zwembadverwarming)
Waterkracht getijden golven zoet/zout gradiënt	Waterkrachtcentrales, getijdenenergiecentrales, golfenergiecentrales osmotische energiewinning
Geothermie	Voor diepe geothermie (aardwarmte) direct benutting als warmte eventueel elektriciteit Voor bodemenergie; a) direct als WKO b) met een warmtepomp
Omgevingswarmte (lucht en aquathermie)	Warmtepompen
Biomassa	Thermische conversie: verbranding, vergassing, pyrolyse biologische conversie: vergisting, inzet als transportbrandstof

Tabel 2.2 Beschikbare hernieuwbare energiebronnen in Nederland.

Ten slotte is het van belang dat, conform de statistische overeenkomsten van het CBS, Eurostat en dergelijke, alleen op Nederlands grondgebied geproduceerde hernieuwbare energie wordt meegeteld. Hernieuwbare energie die op de Antillen wordt geproduceerd, komt niet in de balans. Internationale handel in groene stroom wordt alleen meegerekend als hierover bilaterale afspraken zijn gemaakt (zie hiervoor hoofdstuk 6). Bij biotransportbrandstoffen gaat het niet om de productie, maar om de verkochte hoeveelheden op de binnenlandse markt, ongeacht de herkomst. Ook dit is conform Europese regelgeving.

2.3 Beleidsdoelen met betrekking tot vervoer

In de REDII is naast het voor de gezamenlijke lidstaten vastgestelde percentage van 32% energie uit hernieuwbare bronnen ook een bindende doelstelling voor het gebruik van hernieuwbare energie

voor vervoer neergelegd. Dat houdt in dat in 2030 de totale toepassing van hernieuwbare energie in de sector vervoer inclusief de toepassing van hernieuwbare elektriciteit in weg- en railvervoer minimaal 14% moet zijn van het verbruik aan energie (benzine, diesel, gas, biobrandstoffen, biogas, hernieuwbare vloeibare en gasvormige transportbrandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBOs), fossiele brandstoffen uit hergebruikte koolstof (RCFs) en elektriciteit voor weg- en rail vervoer. Hiervoor is een verplichting opgelegd aan de leveranciers van brandstoffen (benzine, diesel en zware stookolie) voor wegvervoer en mobiele werktuigen aan de Nederlandse markt. Leveranciers van gas en elektriciteit evenals leveranciers van energiedragers aan andere vervoersmodaliteiten dan wegvervoer en mobiele werktuigen zijn uitgesloten van de verplichting, maar kunnen vrijwillig deelnemen en zo hun eventuele extra inspanning administratief verkopen aan de bedrijven met een verplichting.

2.4 Beleidsdoelen met betrekking tot hernieuwbare warmte en koude

In de REDII is naast het voor de gezamenlijke lidstaten vastgestelde percentage van 32% energie uit hernieuwbare bronnen ook een inspanningsverplichting opgenomen voor de groei van het gebruik van hernieuwbare warmte en koude. Dat is vastgelegd in artikel 23 van de REDII. Het streven is een stijging van gemiddeld 1,3%-punt per jaar over de periode 2021 t/m 2030 met 2020 als startjaar. Restwarmtebenutting mag mee tellen voor dit doel maar telt niet mee voor het overall doel. Voor restwarmte geldt de definitie in de REDII die in dit protocol is opgenomen in paragraaf 4.7 over restwarmte. Hernieuwbare koude mag ook meetellen volgens de methode die vastgelegd is in een delegated act. Hernieuwbare koude telt wel mee voor het overall doel.

2.5 Monitoringsverplichtingen

2.5.1 Standaard energiestatistieken volgens EU verordening voor energiestatistieken (EG 1099/2008) aan Eurostat en IEA

De ‘basis’ energiestatistieken maakt CBS op basis van de EU verordening voor energiestatistieken (EG 1099/2008) waarin staat beschreven welke energiestatistieken de lidstaten jaarlijks en maandelijks moeten maken. Deze verordening uit 2008 bouwt voort op een veel langer bestaande traditie van het maken van energiestatistieken op basis van een gentlemen’s agreement. Voor een groot deel van de statistieken uit deze verordening werkt Eurostat samen met het Internationaal Energieagentschap (IEA) via “joint questionnaires”, wat wil zeggen dat CBS één vragenlijst maakt en die opstuurt naar zowel Eurostat als het IEA. Voor afstemming van definities is er ook een wereldwijd kader vervat in de VN handleiding voor energiestatistieken (International Recommendation on Energy Statistics (IRES) [UN 2018]).

Statistieken volgens deze verordening zijn sterk fysiek georiënteerd en bevatten heel weinig zaken die specifiek zijn voor Europa. Zo wordt in deze statistieken geen onderscheid gemaakt tussen duurzame en niet-duurzame biomassa, omdat er geen wereldwijd breed erkend operationeel systeem is voor duurzaamheidscriteria.

In het kader van deze verordening stuurt CBS uiterlijk 30 november een uitgebreide rapportage over het voorafgaande verslagjaar. Met ingang van verslagjaar 2022 wordt dit een maand eerder. Daarnaast levert CBS op maandbasis informatie over de elektriciteitsproductie uit waterkracht, wind, zon en biomassa aan Eurostat en het IEA.

Jaarlijkse rapportage aan Eurostat via rapportage tool SHARES

In de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie zijn allerlei specifieke doelen afgesproken over hernieuwbare energie, met bijzondere rekenregels aansluitend op specifieke beleidsdoelen. Daarbij is in deze richtlijn afgesproken dat zo veel mogelijk gebruik gemaakt moet worden van gegevens en methoden uit de verordening van energiestatistieken. Om dit te faciliteren heeft Eurostat de Excel rekentool SHARES (Short Assessment of Renewable Energy Sources) ontwikkeld met als belangrijkste input de jaarvragenlijsten volgens statistische verordening. Deze informatie is echter niet voldoende om alles uit te rekenen. Vandaar dat er in SHARES velden zijn om extra informatie in te vullen, zoals bijvoorbeeld het verbruik van duurzame biomassa en hernieuwbare koude. Op basis van jaarvragenlijsten en deze extra informatie berekent SHARES de relevante indicatoren uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie. Eurostat vraagt de lidstaten om SHARES in te vullen ongeveer een week nadat de jaarvragenlijsten klaar zijn. Het invullen van SHARES gebeurt op basis van een gentlemen's agreement. Er is geen Europese wet die dit voorschrijft. Alle EU landen voldoen aan deze gentlemen's agreement. Voor Nederland vult CBS SHARES in en stuurt deze op naar Eurostat.

Tweejaarlijkse rapportage aan DG Energie in het kader van de Governance Regulation

Elke twee jaar moeten de landen een voortgangsrapportage indienen bij de Europese Commissie over verschillende Europese beleidsdoelen op het gebied van energie. Deze rapportage wordt beschreven in de Governance Regulation uit 2018. Deze verordening vervangt en bundelt diverse rapportage verplichtingen uit andere Europese wetgeving waaronder de oude versie van de EU Richtlijn

Hernieuwbare Energie. Deze tweejaarlijks rapportage moet uiterlijk 15 maart 2023 (en elke twee jaar daarna) worden ingediend.

Deze voortgangsrapportage bevat puur getalsmatige informatie over productie en verbruik van energie en ook over het aandeel hernieuwbare energie. Daarnaast bevat deze rapportage ook informatie over het beleid, bijvoorbeeld de inrichtingen en budgetten van subsidieregelingen en informatie over voorspellingen.

Voor Nederland coördineert RVO het invullen van deze voortgangsrapportage in opdracht van EZK. Voor de getalsmatige informatie over het verleden levert het CBS informatie aan RVO, die uiteraard consistent dient te zijn met informatie die CBS aan Eurostat levert. Uiteindelijk stuurt EZK de rapportage op aan DG Energie.

2.5.2 Nationale publicaties

Energiebalans

CBS publiceert via StatLine een Energiebalans op jaarbasis welke in principe de Energiebalans volgt die Eurostat maakt volgens EU verordening van de energiestatistieken. Een uitzondering is daarbij de wijze van omgaan met niet-verkochte warmte uit warmtekrachtkoppelinginstallaties. In het voorjaar publiceert CBS eerst een voorlopige energiebalans op hoofdlijnen (nog met spaarzame informatie over hernieuwbare energie ook om verwarring door definitieverschillen te voorkomen), in juni een nader voorlopige energiebalans welke in december wordt bijgesteld (consistent met de rapportage aan Eurostat en IEA eind november). Een jaar later wordt deze balans definitief.

StatLine tabel eindverbruik hernieuwbare energie.

Naast de energiebalans publiceert CBS op StatLine ook een tabel over het eindverbruik van hernieuwbare energie. Deze tabel sluit aan op de definities uit de REDII, o.a. over duurzaamheid biomassa en normaliseren voor wind.

CBS publicatie hernieuwbare energie in Nederland

Naast StatLine heeft het CBS ook een jaarpublicatie Hernieuwbare Energie in Nederland waarin de cijfers worden toegelicht, inclusief de methode. Daarin komen ook de aandelen hernieuwbare energie voor de subdoelen ter sprake.

3. Methodologie

Uitgangspunt voor het berekenen van het verbruik van hernieuwbare energie in dit protocol is de bruto eindverbruik-methode die daartoe is vastgelegd in de REDII. Er zijn echter meer methoden om de productie en het verbruik van hernieuwbare energie te berekenen. Deze zijn in oudere rapportages gehanteerd, maar zijn ook voor actuele rapportages van het CBS zoals die aan het IEA en CO₂-reductie berekeningen voor vervoer nog van belang. Voor een goede begripsvorming zijn de verschillende methodieken in dit hoofdstuk beschreven en onderling vergeleken.

Berekeningen aan de hand van de bruto eindverbruik-methode treft u in hoofdstuk 4, met formules en voorbeelden van de berekening in factsheets (bijlage 2). Van de andere methoden is een beschrijving van de berekeningswijze beschikbaar in bijlage 1.

3.1 Methoden

Verschillen tussen methoden voor het berekenen van energie geproduceerd uit hernieuwbare bronnen ontstaan door het moment van meten en door welke activiteiten in de berekening worden meegenomen. Onderstaand is per methode een korte beschrijving gegeven.

Bruto eindverbruik-methode

Bij de methode voor de bepaling van het bruto eindgebruik van energie wordt het energetisch eindverbruik van energie als uitgangspunt genomen. Vervolgens wordt gekeken welk deel daarvan

van hernieuwbare bronnen afkomstig is. Er wordt hierbij dus niet teruggerekend naar de hoeveelheid fossiele primaire energie. Het eindverbruik van energie is de energie die geleverd is aan de eindverbruik- sectoren (industrie, diensten, huishoudens, vervoer en landbouw). Elektriciteitsopwekking door de eindverbruik sectoren zelf wordt daarbij ‘verplaatst’ naar de energiesector en dus niet in mindering gebracht op het eigen verbruik van elektriciteit. Het bruto eindverbruik is inclusief het verbruik van elektriciteit en warmte door de energiesector voor het produceren van elektriciteit en warmte en inclusief het verlies aan elektriciteit en warmte tijdens de distributie en de transmissie. Deze methode ligt vast in de REDII.

Bij de bruto eindverbruik methode wordt, afhankelijk van de energietechniek, gebruik gemaakt van de input methode of de output methode. Voorbeelden: Bij het verbranden van hout in een houtkachel wordt bij bruto eindverbruik de energiewaarde van het hout genomen (dit is gelijk aan input methode). Dit volgt uit de afspraak in internationale energiestatistieken dat het verbruik van een brandstof in een warmteketel/kachel al als eindverbruik wordt gezien. De warmteproductie in deze installaties valt buiten de systeemgrenzen van de energiestatistieken. Bij een biomassa-vergistinginstallatie met daaraan gekoppeld een WKK die warmte aflevert, is de eindverbruiker degene die de warmte en stroom uit de WKK afneemt. Hier is het bruto eindverbruik de warmte en elektriciteit door de WKK geleverd en is dus sprake van de output.

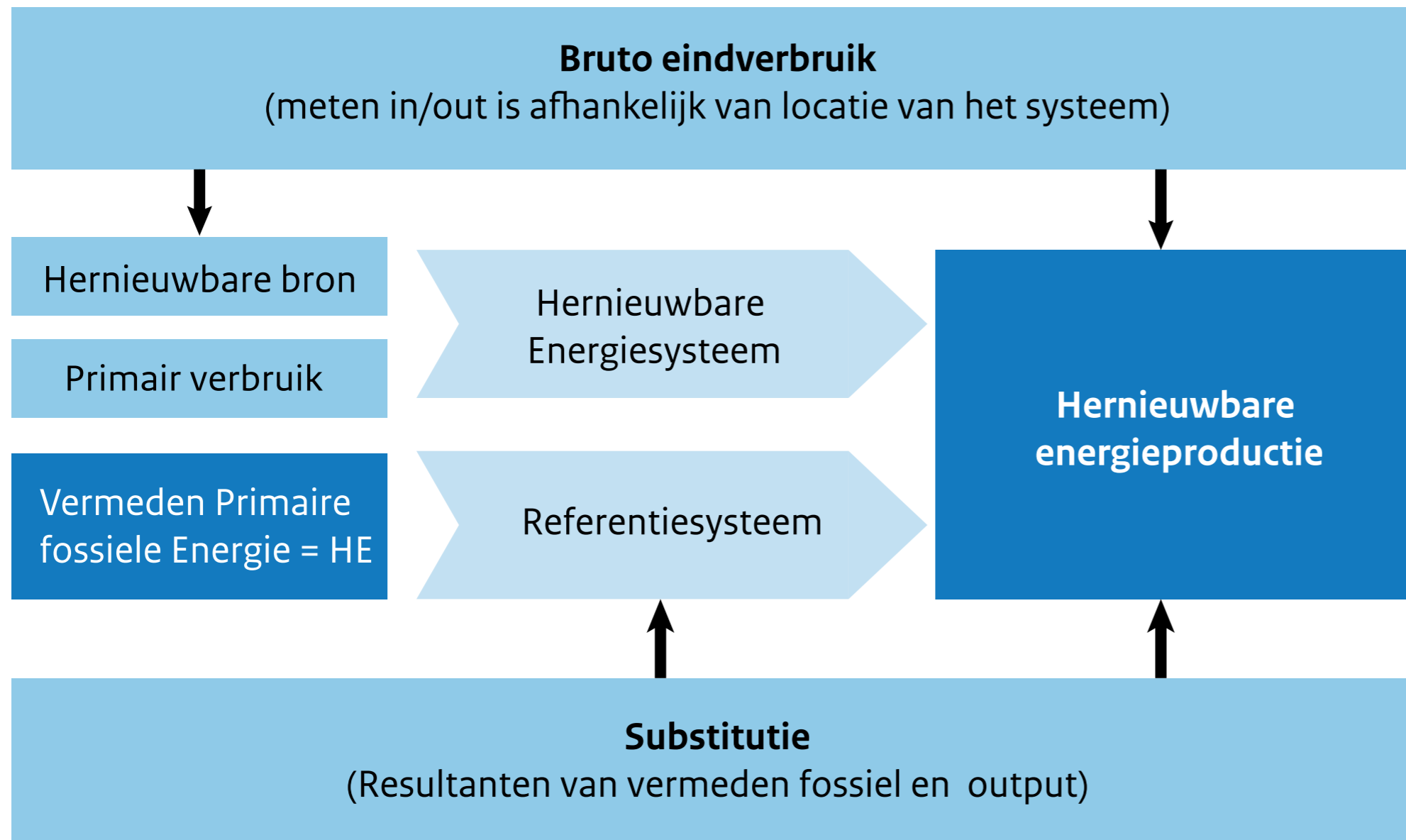
Substitutiemethode

Bij de substitutiemethode gaat men uit van het principe dat hoewel energie uit iedere willekeurige bron kan worden gewonnen, elke hernieuwbare bron in de praktijk vrijwel alleen als vervanging van

een bepaalde conventionele energiebron gebruikt wordt en met die conventionele bron (de referentietechnologie) kan hij dus worden vergeleken. Elke bijdrage van een hernieuwbare bron wordt in de substitutiemethode daarom teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de vervangen conventionele bron. Dit is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Deze substitutiemethode maakt het mogelijk de verschillende energiebronnen (en ook warmte, elektriciteit en gas) op gelijke basis met elkaar te vergelijken en sluit aan bij de gedachte dat het verbruik van hernieuwbare energie vooral als gewenst wordt gezien vanwege het vermijden van het verbruik van fossiele primaire energie en de gerelateerde broeikasgasemissies. Deze methode kan ook gebruikt worden om de CO₂-reductie te bepalen van de opwekking van hernieuwbare energie. Zie voor de verdere uitwerking hoofdstuk 5. De methode kijkt alleen naar de direct bespaarde fossiele energie. Het is geen volledige LCA-methode. De substitutiemethode was voor de aanname van de REDII in Nederland in gebruik. Deze methode is slecht toepasbaar in landen die al veel hernieuwbare bronnen gebruiken, zoals waterkracht. Dan is er geen sprake van substitutie. Voor internationale statistiek is deze methode daarom moeilijk te gebruiken.

Primaire energiemethode

De gegevens die verzameld worden om het aandeel hernieuwbare energie volgens de bruto eindverbruik-methode te bepalen, worden ook gebruikt voor de al lang bestaande internationale rapportages over energie in Nederland aan het International Energy Agency (IEA) en Eurostat. Op basis van deze rapportages publiceren IEA en Eurostat energiebalansen waaruit het primairverbruik van hernieuwbare energie bepaald wordt. Het primair verbruik is daarbij



Figuur 3.1 Schema van de input-, output- en substitutiemethode.

gedefinieerd als het verbruik van de eerst bruikbare en meetbare vorm van energie. Deze methode wordt ook al wel de inputmethode genoemd [IEA/Eurostat 2004].

3.2 Vergelijking van de methodieken

Alle drie de methodes zijn relevant. De bruto eindverbruik-methode geeft antwoord op de vraag of Nederland zijn REDII-doelstelling haalt. De substitutiemethode geeft antwoord op de vraag hoeveel

het verbruik van fossiele primaire energie daalt door het verbruik van hernieuwbare energie. De primaire energiemethode laat zien wat de bijdrage is van hernieuwbare energie aan het primair energieverbruik volgens de traditionele energiebalansen. In fig. 3.1 is die relatie tussen de input-, output- en substitutiemethode schematisch weergegeven.

De berekeningswijze volgens deze drie methoden leidt tot grote verschillen in uitkomsten. In de volgende twee voorbeelden is dit zichtbaar: Bij de productie van hernieuwbare elektriciteit (wind,

water, zon), is 1 GJ elektriciteitsproductie volgens de input- en bruto eindverbruik methode 1 GJ verbruik van hernieuwbare energie. Bij de substitutiemethode wordt dit gedeeld door het referentie rendement om de vervanging van fossiele brandstoffen te berekenen. Voor 2020 komt dat uit op $1/0,48 = 2,1$ GJ; Bij lage conversierendementen (bijvoorbeeld een houtkachel met 50% warmerendement), staat bij de inputmethode 1 GJ biomassa voor 1 GJ hernieuwbare energie. Bij de substitutie- methode levert dit 0,5 GJ warmte op gedeeld door het referentie-rendement van 90% = 0,56 GJ vermeden verbruik van fossiele energie. Bij het bruto-eindverbruik wordt de warmte genomen indien deze wordt verkocht en de gebruikte biomassa voor het opwekken van de warmte indien de warmte niet wordt verkocht.

3.3 Levenscyclusanalyse

In de berekening van het aandeel hernieuwbare energie worden geen levenscyclusanalyses (LCA's) uitgevoerd. Voor de berekening van de CO₂-reductie van biobrandstoffen ten opzichte van fossiele brandstoffen wordt echter wel een deel van de keten uit die analyse meegenomen. Daarom wordt deze onderstaand kort beschreven.

De levenscyclusanalyse vergelijkt het hele productieproces van de hernieuwbare met conventionele energiedragers. Worden deze ketenemissies in kaart gebracht, dan spreekt men van een LCA methode. Vooral bij biobrandstoffen is het gebruikelijk om een dergelijke analyse te maken (well to wheel), omdat bij het productieproces van biobrandstoffen veel van de uitgespaarde CO₂ verloren gaat. In de Europese richtlijn Hernieuwbare Energie staat een LCA rekenmethode gegeven om de besparing van

broeikasgasemissies van biobrandstoffen ten opzichte van fossiele brandstoffen te kunnen berekenen. Hiermee wordt inzicht verkregen in de mate van duurzaamheid van de biobrandstof en kunnen er duurzaamheidseisen (o.a. minimale CO₂-reductie) gesteld worden.

In het geval van de REDII gaat het daarbij om een LCA berekening op basis van broeikasgasemissies. Ook emissies van CH₄ en N₂O worden hierbij dus meegenomen en deze worden omgerekend naar CO₂-equivalenten. Het resultaat van de LCA-berekening wordt niet gebruikt om de energetische waarde van de biobrandstof te corrigeren. Biobrandstoffen die aan de minimale CO₂-reductie voldoen, worden volledig meegeteld als hernieuwbaar. Brandstoffen die niet voldoen, tellen helemaal niet mee.

Bij het telen van de grondstoffen en de productie van biobrandstoffen wordt soms veel fossiele energie gebruikt en wordt vaak ook een substantiële hoeveelheid niet-CO₂ broeikasgassen uitgestoten (bijvoorbeeld door het kunstmestgebruik bij de productie van koolzaad voor biodiesel). Over de hele keten gezien is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie en de vermeden emissie van broeikasgassen dan ook lager dan het primaire energieverbruik en de broeikasgasemissie van de vervangen fossiele brandstoffen.

Bij de huidige generatie biobrandstoffen gaat het naar schatting om een kleine 80% vermeden primaire energie per eenheid vervangen biobrandstof. Voor de substitutiemethode wordt voor het protocol aangenomen dat 1 joule biobrandstoffen leidt tot 1 joule vermeden primaire energie. Dat is dus een overschatting.

De reden daarvoor is dat het voor de eenvoud aantrekkelijk is om geen LCA te gebruiken en dat de afwijking met de werkelijkheid nog acceptabel is. Voor de vermeden emissie van broeikasgassen leidt het weglaten van de LCA berekening tot een te grote afwijking van de realiteit.

In bijlage 5 van de richtlijn Energie uit hernieuwbare bronnen wordt een rekenmethode aangegeven en standaardwaarden voor broeikasemissiereducties omgerekend naar CO₂-equivalenten op basis van een levenscyclusanalyse (LCA). Voor de berekening van de CO₂-reductie van biobrandstoffen ten opzichte van fossiele brandstoffen is er daarom voor gekozen om daarnaar te verwijzen.

4. Berekenen van het bruto eindverbruik

4.1 Windenergie

Wat wordt bepaald?

Voor windenergie wordt het bruto eindverbruik berekend als de elektriciteitsproductie. Daarbij wordt genormaliseerd over een periode van vijf jaar om fluctuaties in de hoeveelheid wind uit te middelen.

Hoe wordt dit bepaald?

Het CBS bepaalt de totale elektriciteitsproductie en het totale geïnstalleerde windvermogen aan het eind van elk jaar, grotendeels op basis van data van CertiQ. De normalisatieprocedure is met een formule vastgelegd in de REDII. Inmiddels wordt er voor Wind op Land en voor Wind op Zee een aparte berekening uitgevoerd.

Om de genormaliseerde elektriciteitsproductie te bepalen wordt het gemiddeld geïnstalleerd vermogen in MW vermenigvuldigd met de som van de geproduceerde elektriciteit in de 5 voorafgaande jaren (in GWh). De uitkomst hiervan wordt gedeeld door de som van het gemiddeld geïnstalleerd vermogen in de laatste 5 jaar.

De berekeningsformule wordt in de factsheet (bijlage 2) behandeld.

Basisgegevens

- Het elektrisch vermogen (MWe);
- De gemeten elektriciteitsproductie (GWhe).

Aparte normalisatie voor wind op land en wind op zee

Het grote verschil in vollasturen tussen wind op land en wind op zee maakt dat, als de verhouding tussen deze beide opties sterk verandert, de normalisatie geen recht doet aan het windpark dat daadwerkelijk aanwezig is. Door de normalisatie wordt immers niet de werkelijke elektriciteitsproductie meegenomen, maar een gemiddeld parkrendement van de afgelopen 5 jaar. Dit is onderzocht in de nieuwe richtlijn hernieuwbare energie door apart voor wind op land en wind op zee te normaliseren. Deze geldt vanaf verslagjaar 2021 en vanaf dit jaar normaliseert CBS wind op land en wind op zee dan ook apart

4.2 Zonne-energie

4.2.1 Zonnestroom

Wat wordt bepaald?

- Het elektrisch vermogen;
- De elektriciteitsproductie.

Hoe wordt dat bepaald?

Het elektrisch vermogen wordt bepaald door combinatie van meerdere administratieve bronnen. De belangrijkste zijn CERES (Centrale Registratie van Systeemelementen) van de netbeheerders voor systemen bij kleinverbruikers en data van CertiQ voor gesubsidieerde installaties, veelal grootverbruikers. Aanvullend wordt gebruik gemaakt van de data over de BTW teruggave bij de aanschaf van zonnepanelen en voor oudere jaren van data uit de Energie-investeringsaftrekregeling

(EIA). Via een uitgebreide analyse controleert CBS deze data en haalt de dubbeltellingen binnen en tussen bronnen er zo goed mogelijk uit.

De productie van zonnestroom wordt voor de grote systemen waar beschikbaar overgenomen uit CertiQ die deze vastlegt voor de berekening van de SDE-subsidie en voor de overige systemen op basis van een bottom-up modelberekening. In deze modelberekening wordt per maand per installatie het vermogen vermenigvuldigd met de straling in het dichtstbijzijnde weerstation van het KNMI in betreffende maand gedeeld door de gemiddelde jaarlijkse straling tussen 1981 en 2010 (368.378 J/cm^2) en het kengetal voor de productie per eenheid vermogen in een normaal jaar 875 kWh per kW^3 .

Verdere ontwikkelingen

Dit Protocol legt de focus op een jaarstatistiek. Voor zonnestroom is echter ook de productie per maand zeer relevant voor de maandstatistiek van elektriciteit. De gehanteerde methode maakt het mogelijk om ook de maandproductie te volgen, maar moet mogelijk nog wat verfijnd worden om het effect van temperatuur op efficiency van de panelen mee te nemen. Bij hoge temperaturen neemt de productie van de panelen af. Het zou dus kunnen dat de huidige methode in de zomermaanden een wat te hoge productie geeft en in de wintermaanden een wat te lage productie. Bovendien is het gehanteerde kengetal van 875 kWh/kWp relatief oud. Het CBS onderzoekt daarom hoe zich dit verhoudt tot recente meetdata van de kleinere systemen van CertiQ en zo mogelijk ook andere bronnen met gemeten data. Lastig is dat storingen in bemeten zonnepanelen relatief snel ontdekt en gerepareerd zullen zijn, zodat een bias kan

³ Dit kengetal is afkomstig uit (Universiteit van Utrecht, Wilfried van Sark, "Opbrengst van zonnestroomsystemen in Nederland" maart 2014.).

ontstaan die lastig te kwantificeren is. Een andere complicatie is dat het vermogen van zonnepanelen ook niet eenduidig is.

Het is mogelijk om te kijken naar het vermogen van de panelen, naar het vermogen van omvormer of naar het minimum van beide zijnde het vermogen van het hele systeem. Het is ook niet altijd duidelijk om welk vermogen het gaat. Dit soort lastig op te lossen onzekerheden begrenst de nauwkeurigheid die gehaald kan worden.

4.2.2 Zonnewarmte

Zonnewarmte is de benutting van zonne-energie door omzetting naar warmte. Daarbij moet sprake zijn van een actief systeem dat zonnewarmte opvangt en van waaruit de warmte wordt getransporteerd naar een toepassing. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende typen systemen:

- Afgedekte systemen: systemen die gebruik maken van collectoren met een transparante afdekking. Vacuümbuissystemen horen daar bij. Hierbij is onderscheid naar:
- Onafgedekte zonthermische systemen: dit zijn vooral systemen voor het verwarmen van zwembaden.

Het komt steeds vaker voor dat zonthermische systemen worden gecombineerd met warmtepompen en/of warmtekoudeopslag (wko), waarbij de output van de zonnecollectoren gebruikt wordt als warmtebron voor een warmtepomp, al dan niet na seizoensopslag van de warmte in een wko. In de energiestatistieken en ook in de REDII is het van belang dat eenzelfde hoeveelheid energie precies één keer telt en dat dubbeltelling wordt vermeden. Met Eurostat en IEA is afgestemd dat de energie die via zonnewarmtesystemen wordt gevoed aan warmtepompen telt bij de warmtepompen. Dit is praktisch, omdat het

makkelijker is om deze combinaties er via de statistiek van de zonnewarmtesystemen uit te halen dan via de warmtepompen. Dit omdat zonnecollectoren die leveren aan een warmtepomp vaak anders zijn dan de zonnecollectoren waarvan de warmte direct wordt benut, terwijl de warmtepompen die de warmte uit zonnecollectoren halen vaak dezelfde zijn als warmtepompen die warmte uit de bodem halen.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik van zonnewarmte is in principe gelijk aan de geproduceerde zonnewarmte die door de producenten zelf wordt gebruikt plus de verkochte zonnewarmte. In Nederland wordt heel weinig zonnewarmte verkocht. Daarom wordt verkochte zonnewarmte niet apart onderscheiden en het bruto eindverbruik van zonnewarmte gelijk gesteld aan de totale productie van zonnewarmte. De productie van zonnewarmte is gedefinieerd volgens de definities van IEA en Eurostat: “The Solar thermal production is the heat available to the heat transfer medium minus the optical and collector heat losses” [IEA/ Eurostat2004].

Hoe wordt dit bepaald?

Zonnewarmtesystemen worden doorgaans niet bemeten.

De warmteproductie wordt daarom bepaald met een modelberekening die door het IEA Solar Heating and Cooling programma en ESTIF is voorgesteld en geaccepteerd is door Eurostat en de lidstaten in CA-RES verband [SHC2011].

De warmteproductie, E [GJ], wordt volgens dit model berekend met de volgende formule:

$$E = C * P * G$$

C = een constante [m^2/kW]

P = het opgestelde vermogen [kW] = $0,7 * \text{opgestelde oppervlak } [m^2]$

G = de instraling van de zon onder optimale condities (voor Nederland 45° zuid) [GJ/m^2]. G volgt uit NEN 5060: 2008 en is $4,28 GJ/m^2$. jaar. Dit is een vast getal voor de instraling.

De waarde van C is afhankelijk van de toepassing (tabel 4.2) en is afgeleid uit SHC2011.

Toepassing	C (m^2/kW)
Zonneboiler warmtapwater	0,63
Groot zonthermisch systeem	0,63
Solar combisystemen	0,47
Onafgedekte systemen	0,42

Tabel 4.2 Waarde voor de constante uit het model voor zonnewarmte.

Voor de grote zonneboilers is daarbij de aanname dat de hoofdfunctie warm tapwater is. De meetgegevens die in Nederland bekend zijn geven vooral informatie over de output van zonnewarmtesystemen [Ecofys2006] en niet over de warmteproductie volgens de definitie van IEA en Eurostat. Daarom is er voor gekozen de waarde voor kengetal C over te nemen van het voorstel van ESTIF en IEA.

Het opgestelde collectoroppervlak wordt afgeleid uit door het CBS verzamelde jaarlijkse verkoopgegevens van de leveranciers van zonnewarmtesystemen en een aanname voor de gemiddelde levensduur. De levensduur van zonneboilers is begin 2014 door het CBS geënquêteerd onder 100 huishoudens en bleek circa 20 jaar te zijn voor systemen geïnstalleerd tussen 1990 en 2000. De 20 jaar is in lijn met het advies van het IEA Solar Heating and Cooling programme [SHC2011]. Voor de oudere systemen is de aanname een levensduur van 15 jaar gebaseerd op eerdere gegevens.

Basisgegevens

- Het nieuw geïnstalleerde collectoroppervlak per jaar per type systeem;
- Kengetal voor de levensduur;
- Kengetallen voor omrekening van het collectoroppervlak naar warmteproductie.

4.3 Aardwarmte

Het begrip *geothermal energy* uit de REDII is gedefinieerd als alle warmte afkomstig van onder het aardoppervlak, dus zowel warmte uit het binnenste van de aarde (aardwarmte) als omgevingswarmte die op seizoensbasis opgeslagen is in de bovenste paar 100 meter (bodemenergie). In de EU verordening voor energiestatistiek is geothermal energy daarentegen gedefinieerd als alleen de warmte die afkomstig is van het binnenste van aarde. Omgevingswarmte opgeslagen in de bovenste paar honderd meter wordt meestal benut via een warmtepomp (omdat de temperatuur voor de meeste toepassingen nog niet hoog genoeg is), net als omgevingswarmte direct uit de buitenlucht. In de dataverzameling en rapportages, ook voor de REDII via SHARES, worden warmte uit de buitenlucht en omgevingswarmte uit de bodem (en oppervlaktewater) daarom gebundeld onder het kopje 'warmtepompen'. In dit Protocol volgen we die keuze en maken we dus een iets andere indeling dan in het vorige Protocol en de formele definities uit de REDII, waarbij aardwarmte en omgevingsenergie uit de bodem werden gebundeld.

Protocol Monitoring HE 2022		Richtlijn Hernieuwbare Energie
Aardwarmte (4.3)	4.3 Aardwarmte (>= 500m diep)	Geothermische energie ⁴ : energie die in de vorm van warmte onder het vaste aardoppervlak is opgeslagen
Omgevingsenergie benut door warmtepompen (4.4)	4.4.1 Bodemenergie (< 500m diep)	"Omgevingsenergie": van nature voorkomende thermische energie en geaccumuleerde energie in het milieu met afgebakende grenzen, die in de omgevingslucht, met uitzondering van afvoerlucht, of in oppervlakte- of rioolwater kan worden opgeslagen
	4.4.1 Aquathermisch/ (oppervlaktewater)	
	4.4.2 Buitenluchtwarmte: Lucht-lucht systemen Lucht-water systemen	

Tabel 4.3 Toelichting op de indeling van aardwarmte-, bodemenergie-, aquathermische en buitenluchtwarmte systemen.

In deze paragraaf wordt dus aardwarmte besproken. In de volgende paragraaf alle omgevingsenergie (bodem, buitenlucht en aquathermisch) benut door warmtepompen. Bij aardwarmte gaat het om warmte die afkomstig is van het binnenste van de aarde. Geothermie wordt vaak gebruikt als synoniem voor aardwarmte. De temperatuur is doorgaans zo hoog dat de warmte direct benut kan worden. Het onderscheid tussen aardwarmte en bodemenergie hangt af van de diepte waaruit warmte wordt gewonnen. In dit Protocol wordt de grens gelegd op een diepte van 500 meter. Deze grens sluit goed aan bij de fysische situatie van de huidige projecten in Nederland en is ook praktisch want tot 500 meter behoren de provincies de benodigde vergunningen terwijl ten aanzien van diepere niveaus het Staatstoezicht op de Mijnen verantwoordelijk is. Om de aardwarmte uit de grond te halen is elektriciteit nodig om het water op te pompen en weer terug in de grond te brengen. Per joule aardwarmte is ongeveer 1/25 joule elektriciteit nodig⁴.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik van aardwarmte is in principe gelijk aan de geproduceerde aardwarmte die door de producenten zelf wordt gebruikt plus de verkochte aardwarmte. Tot op heden gaat het vooral om zelf gebruikte aardwarmte. Elektriciteitsproductie uit aardwarmte is er nog niet.

Hoe wordt dit bepaald?

In Nederland zijn de eerste projecten voor de toepassing van aardwarmte in gebruik. Deze projecten worden per stuk gemonitord en de warmteproductie is bekend via CertiQ. De warmteproductie is het product van de massastroom van water, het temperatuurverschil tussen het opgepompte water en het weer in de bodem geïnjecteerde water (op maaiveldniveau) en de soortelijke warmte van water.

⁴ TNO, 2020, TNO-AGE_Notitie%20COP%20Geothermie_03-12-2020.pdf.

Basisgegevens

- De warmteproductie per jaar (TJ_{th}).

Kengetallen voor toekomstige projecten

De opbrengst van aardwarmte projecten hangt sterk af van de duur van de warmtevraag. Voor Nederland worden de systemen gedimensioneerd op een lange draaitijd, voor ruimteverwarming en kasverwarming is 5000 vollasturen redelijk. Voor toekomstige industriële toepassingen kan het nog hoger worden.

4.4 Omgevingsenergie benut door warmtepompen

In het vorige Protocol werden “bodenergie” en “buitenlucht-warmte” in respectievelijk paragraaf 4.3.2 en 4.4 uitgewerkt.

In de huidige versie is gekozen voor een nieuwe paragraaf “omgevingsenergie benut door warmtepompen”, omdat de bronnen bodenergie (inclusief aquathermie) en buitenlucht-warmte beiden gebruikt worden in combinatie met een warmtepomp.

Daarom wordt de energieproductie door warmtepompen uit alle drie de energiebronnen in deze paragraaf integraal besproken. De Europese commissie heeft in een aanvullend document op de Richtlijn Hernieuwbare Energie richtsnoeren gegeven voor de berekening van de opbrengst van systemen die gebruik maken van een warmtepomp [2013/114/EU]. De richtsnoeren geven standaard parameters, maar moedigen de lidstaten nadrukkelijk aan om af te wijken van de standaarden als dat goed onderbouwd kan worden.

De basisformule voor warmtepompen uit de REDII is:

$$E_{RES} = Q_{usable} * (1-1/SPF)$$

$$\text{Met } Q_{usable} = H_{HP} * P_{rated} * 3,6 \text{ MJ}$$

E_{RES} : de jaarlijkse hernieuwbare energieproductie volgens de bruto eindverbruikmethode

Q_{usable} : de warmteproductie door warmtepompen [GJ]

3,6 MJ: omrekenfactor van kWh naar GJ.

SPF: de gemiddelde Seasonal Performance Factor (verhouding tussen warmteproductie en eigen energieverbruik van de warmtepompen)

H_{hp} : het aantal vollasturen per jaar

P_{rated} : het geïnstalleerde vermogen aan warmtepompen, gebaseerd op enquêtes over de verkoop van warmtepompen en de levensduurverwachting.

Per toepassingsgebied staan in tabel 4.4 de kengetallen voor

H_{HP} en SPF.

Waar er geen Nederlandse gegevens zijn, zijn de forfaitaire waarden van de EU overgenomen. Afwijkingen van de Europese forfaitaire waarden worden toegelicht in 4.4.1 en 4.4.2. Volgens de EU-richtlijn telt warmte uit warmtepompen alleen als hernieuwbare warmte als de SPF groter is dan 2,5. De inschatting is dat alle warmtepompen voldoen aan dit criterium, uitgezonderd de lucht-lucht warmtepompen van voor 2009.

4.4.1 Bodenergie (inclusief aquathermische energie)

Aquathermische energie is warmte en koude die uit oppervlaktewater gewonnen wordt. Dit komt in Nederland nog niet heel veel voor en de verwerking van de gegevens is vrijwel hetzelfde als voor bodenergie, daarom wordt dit onderdeel hier tegelijk behandeld met bodenergie.

Bron voor de WP	Bron en afgifte medium	HHP	SPF	Opmerking
Aerothermische energie (omgevingswarmte)	Lucht-lucht, niet omkeerbaar	1770	2,6	Komt weinig voor
	Lucht-water < 12 kw	1640	2,6	Vooraf hybride ketels
	Lucht-water > 12 kw	1640	2,6	
	0,42 Lucht-lucht omkeerbaar < 12 kw	250 ^a	2,6	Kleine airco's
	Lucht-lucht omkeerbaar < 12 kw	500 ^a	2,6	
	Lucht-water omkeerbaar	660	2,6	
	Ventilatielucht-lucht	660	2,6	
	Ventilatielucht-water	660	2,6	
Bodenergie	Bodem-lucht	1100 ^c	3,2	
	Bodem-water	1100 ^c	4,0 ^c	Open en gesloten bronnen
Aquathermisch (Oppervlakte water)	Water-lucht	1100 ^c	3,2	
	Water-water	1100 ^c	4,0 ^c	

Tabel 4.4 Kengetallen productie hernieuwbare energie met warmtepompen.

Bodemenergie kan ook benut worden zonder warmtepomp, bijvoorbeeld via het voorverwarmen van ventilatielucht. Dit gebeurt in Nederland op beperkte schaal. Op dit moment voorzien de rapportagesystemen van Eurostat nog niet in deze wijze van benutten van bodemenergie. Daarom wordt deze wijze van benutten nog niet meegenomen. Het is ook te klein om opname hiervan ter discussie te stellen.

De warmte (en koude) uit de bodem telt alleen als hernieuwbare energie als de bron van de seizoensopslag een hernieuwbare bron is, zoals omgevingswarmte. Seizoensopslag van warmte uit fossiele energiedragers wordt niet als hernieuwbare energie gezien.

De EU-methodiek maakt geen verschil tussen open en gesloten bronnen en de verschillen in getallen tussen open en gesloten bronnen zijn volgens het oude protocol gering. Daarom wordt in deze update van het protocol ook geen onderscheid meer gemaakt tussen open en gesloten bronnen. Tot en met het verslagjaar 2021 maakte het CBS en de branchevereniging in de dataverzameling wel een onderscheid tussen warmtepompen voor open en gesloten systemen. Er is echter besloten om dit onderscheid te laten vervallen omdat de warmtepompen vaak hetzelfde zijn en om zo meer ruimte te scheppen voor het meer relevante onderscheid tussen electricity only en hybride warmtepompen.

Wat wordt bepaald?

De meeste systemen voor bodemenergie gebruiken een warmtepomp om de bodemwarmte te benutten. Het bruto eindverbruik is gelijk aan de onttrekking van warmte uit de bodem (of het opper-

vlaktewater) door de warmtepompen. We bepalen het opgestelde vermogen en kengetallen voor het aantal equivalente vollasturen en de SPF en berekenen daaruit de onttrokken warmte.

Hoe wordt dit bepaald?

Het opgestelde vermogen wordt bepaald door een enquête onder leveranciers van warmtepompen en de kengetallen worden overgenomen uit de tabel in 4.4.

Voor bodemenergiesystemen is het aantal vollasturen van 1100 aangehouden in plaats van de 2070 die door de EU wordt aangegeven. De SPF is voor bodemwatersystemen gesteld op 4,0 in plaats van 3,5 die door de EU wordt aangegeven. De basis hiervoor zijn de kengetallen uit het protocol 2010 en de achterliggende notitie [TNO2009]. Voor hydro-thermische systemen zijn dezelfde kengetallen aangehouden als voor bodemenergie.

Basisgegevens

- Het geplaatste thermische vermogen per jaar per type systeem (kWth);
- Een aanname voor de levensduur;
- Kengetallen voor de warmteproductie en het eigen verbruik per type systeem.

Kengetallen voor toekomstige projecten

De techniek is nu redelijk ontwikkeld. Voor toekomstige projecten kunnen de huidige kengetallen worden toegepast.

Berekening systemen zonder warmtepomp

Zoals hierboven geschetst telt benutting van bodemwarmte zonder warmtepomp en koude uit de bodem vooralsnog niet mee voor het bruto eindverbruik volgens de REDII. Toch is het wel relevant om de betrokken hoeveelheden energie te kennen, enerzijds om de berekeningen volgens de substitutiemethode te ondersteunen en anderzijds om een rol te spelen in discussie over het wel of niet meenemen van deze technieken. De benutting van koude uit de bodem en warmte zonder warmtepomp komt vooral voor bij open systemen. Provincies beheren de vergunning voor deze systemen en verzamelen in het kader daarvan jaarlijks gegevens over de onttrokken hoeveelheid grondwater per project. Het CBS vraagt deze gegevens jaarlijks op en combineert deze met kengetallen om de warmteproductie zonder warmtepompen en de koude productie te berekenen.

Voor warmtebenutting zonder warmtepomp geldt de volgende formule:

$$\Delta T * \beta_{\text{warmte}} * \theta_{\text{warmte}} * c, \text{ Met:}$$

θ_{warmte} = de fractie van de volumestroom V voor onttrekking van warmte (is vastgesteld op 0,5)

β_{warmte} = het deel van de onttrokken warmte dat benut wordt zonder warmtepomp

In het rapport “Besparings- kengetallen koude- en warmteopslag” [IF2009] staat de achtergrond van de gebruikte kengetallen (tabel 4.4.1.1). In dit rapport zijn de gegevens over 74 WKO-systemen verwerkt.

NB:

Voor systemen met een warmtepomp wordt de besparing berekend bij de warmtepomp (zie hierboven) en telt die daarbij mee.

Daarom is $\beta = 0$ in de tabel.

- Basisgegevens voor berekening warmte-productie zonder warmtepompen;
- Het opslagprincipe (warmte);
- Toepassing en sector (utiliteit, verwarming in industrie, woningen of agrarisch);
- Het jaar van ingebruikname;
- Vergund maximaal grondwaterdebiet (m^3);
- Daadwerkelijk grondwaterdebiet (m^3).

4.4.2 Buitenluchtwarmte

Benutting van de buitenlucht voor verwarming gaat altijd via warmtepompen en valt onder omgevingsenergie. Deze techniek is in Nederland ook bekend onder de naam lucht-lucht warmtepompen of lucht-water warmtepompen. De lucht-lucht systemen worden veel toegepast in de utiliteitsbouw bijna altijd in combinatie met koeling. Lucht-water systemen komen veel voor in woningen, maar er zijn ook utiliteitsgebouwen met lucht-water en woningen met lucht- lucht systemen.

Veel lucht-lucht systemen zijn in de praktijk primair koelsystemen, die vaak technisch gezien ook kunnen verwarmen, maar waarvan onduidelijk is in hoeverre dit in de praktijk ook gebeurt. Om daar zicht op te krijgen is 2015 een onderzoek uitgevoerd onder installateurs van deze systemen (Segers en Busker, 2015). Daaruit zijn, met

nodige aannames, de vollasturen naar voren gekomen zoals in de tabel in paragraaf 4.4. weergegeven. In deze uren is meegenomen dat veel systemen helemaal niet gebruikt worden voor verwarming. Vanaf 2019 is het aantal verkochte kleine lucht-lucht system hard gegroeid, vermoedelijk vooral vaste airco's voor woningen. Het is zeer de vraag of het onderzoek uit 2015 representatief is voor de huidige markt. Het is dus wenselijk om nieuw onderzoek te doen naar het daadwerkelijk gebruik van lucht-lucht systemen voor verwarming.

Het is daarbij ook de vraag of we alle lucht-lucht systemen moeten blijven meetellen in de statistiek voor aantal en vermogen. Wellicht is het beter om in de toekomst alleen die systemen mee te nemen die naar schatting daadwerkelijk voor verwarming worden gebruikt. De aantallen en het vermogen zou dan lager worden en het gemiddeld aantal vollasturen hoger.

Lucht-water warmtepompen zijn in opkomst. Daarbij zijn er twee toepassingen: electricity only en hybride. Met hybride wordt bedoeld een warmtepomp die functioneert in combinatie met een gasketel die actief wordt als de warmtevraag heel

groot is en/of het te overbruggen temperatuur verschil groot is. In de praktijk voor bereiden van tapwater of als het buiten koud is. Een electricity only warmtepomp doet alles zelf, maar er is wel vaak een elektrisch verwarmingselement aanwezig als ondersteuning. Het ligt in de lijn der verwachting dat de SPF en het aantal vollasturen voor hybride warmtepompen niet hetzelfde zijn als electricity only, maar er zijn nog niet voldoende empirische data om dit onderscheid te kunnen maken. Ook zijn er nog geen gegevens over de uitsplitsing van het opgesteld vermogen van warmtepompen naar electricity only, dan wel hybride.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik van buitenluchtwarmte is gelijk aan de onttrekking van warmte uit de buitenlucht door de warmtepompen.

Hoe wordt dit bepaald?

Het opgestelde vermogen wordt bepaald door een enquête onder leveranciers van warmtepompen en de kengetallen worden overgenomen uit de tabel in 4.4.

Toepassing	Warmte		Koude		Opmerkingen
	ΔT (°C)	β warmte	ΔT (°C)	β koude	
Agrarisch zonder koeling	7,4	0	8,8	0	Altijd WP
Agrarisch met koeling	7,4	0	8,8	1	
Industrie	1,2	0	3,2	1	Alleen koeling
Utiliteit zonder WP	5,7	0,3	4,1	1	
Utiliteit met WP	4,4	0	3,8	1	
Woningbouw met WP	3,6	0	3,9	0	Altijd met WP

Tabel 4.4.1.1 Kengetallen bodemenergie uit open bronnen, productie van warmte en koude zonder warmtepompen.

Basisgegevens

- Het geplateerde thermische vermogen per jaar per type systeem (kWth);
- Een aanname voor de levensduur;
- Kengetallen voor de warmteproductie en het eigen verbruik per type systeem.

4.5 Energie uit water

Energie uit water omvat een aantal toepassingen. Het gaat om:

Waterkracht: elektriciteitsproductie uit stromend water;

Getijde-energie: elektriciteitsproductie uit getijdestroming;

Golfenergie: elektriciteitsproductie uit golven;

Wat wordt bepaald?

- Bij waterkracht is het bruto eindverbruik gelijk aan de elektriciteitsproductie die genormaliseerd is voor het aanbod van water;
- Bij getijde- en golfenergie is het bruto eindverbruik gelijk aan de elektriciteitsproductie.

Hoe wordt dit bepaald?

Het CBS bepaalt de totale elektriciteitsproductie en het totale waterkrachtvermogen aan het eind van elk jaar, grotendeels op basis van data van CertiQ. De normalisatieprocedure is met een formule vastgelegd in de REDII en is net wat anders dan voor wind. Het komt erop neer dat eerst de gemiddelde productie per eenheid vermogen van de afgelopen 15 jaar wordt bepaald en vervolgens wordt deze gemiddelde productie per eenheid vermogen vermenigvuldigd met het opgestelde vermogen aan het einde van het verslagjaar.

Getijde- en golfenergie komen in Nederland nog niet voor, of alleen

op kleine experimentele schaal. Mocht het groter worden, dan is het waarschijnlijk dat de daadwerkelijke elektriciteitsproductie geregistreerd gaat worden door CertiQ.

Kengetallen voor toekomstige projecten

Uit de monitoring van de projecten in Nederland blijkt dat de gemiddelde opbrengst voor waterkrachtcentrales circa 2,7 MWhe/kW is.

Basisgegevens voor elektriciteit uit waterkracht

- Het opgesteld vermogen (MWe) van de afgelopen 15 jaar;
- De gemeten elektriciteitsproductie van de afgelopen 15 jaar (GWhe).

4.6 Energie uit biomassa

Biomassa omvat een grote verscheidenheid aan organische stoffen die op vele manieren als bron voor energie kunnen dienen. Om mee te tellen voor de Richtlijn Hernieuwbare Energie moet aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan:

Niet fossiel

De biomassa mag uitsluitend een niet-fossiele grondstof betreffen. Bij afvalverbranding telt daarom alleen het biogene deel van het afval mee. In die gevallen waarbij biomassa gecombineerd wordt ingezet met fossiele energiedragers, moet worden bepaald welk deel van de energie toe te rekenen is aan de biomassa. Deze omschrijving sluit aan bij de Europese definitie, zoals beschreven in paragraaf 2.1. Hierbij wordt vooralsnog fossiele grondstof gelijkgeschakeld met niet afbreekbare fractie.

Duurzaamheid

Vloeibare biomassa en biogas voor vervoer moet voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Dat was al zo onder RED-I en is ook zo onder RED-II.

Nieuw in RED-II is dat ook biomassa die wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit, warmte en biomethaan (groen gas voor invoeding in gasnet) moet voldoen aan duurzaamheidseisen om mee te kunnen tellen voor het aandeel hernieuwbare energie.

Of de biomassa die bedrijven inzetten voor energietoepassingen moet voldoen aan de duurzaamheidseisen ligt aan het vermogen van de biomassa-installatie en aan de datum waarop de energieproducent SDE-subsidie aanvraegt. In de Aanwijzingsregeling en de Algemene uitvoeringsregeling SDE staat welke installaties aan de duurzaamheidseisen moeten voldoen. Biomassa voor de productie van elektriciteit en warmte in een houtpelletinstallatie moet voor de SDE voldoen aan de wettelijke duurzaamheidseisen uit de 'Regeling conformiteitsbeoordeling vaste biomassa voor energietoepassingen'.

Hierbij speelt vanuit de EU de REDII ook een rol. Let op: de SDE-vermogensgrenzen zijn niet gelijk aan de vermogensgrenzen die de REDII hanteert. Rondom de implementatie van de duurzaamheidseisen die vanuit de REDII zijn gesteld bestaan er ten tijde van de publicatie van dit protocol nog enkele onzekerheden m.b.t. het toepassingsbereik.

In de volgende editie van dit monitoringsprotocol zal een overzicht worden gegeven van de definitieve implementatie van het duurzaamheidskader dat vanuit de REDII van toepassing is op energie uit biomassa.

Achtergrond

Nederland stelde voordat de REDII definitief werd al duurzaamheidseisen aan vaste biomassa voor energietoepassingen. Deze komen voort uit het Nederlandse Energieakkoord uit 2013. De duurzaamheidseisen zijn vertaald in eisen voor SDE-subsidie. De eisen zijn anders dan die van de REDII qua inhoud, vermogensgrenzen en categorieën biomassa.

In deze paragraaf over energie uit biomassa worden alle in Nederland toegepaste technologieën voor het omzetten van biomassa tot energie besproken. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen 7 soorten energieconversie:

1. Afvalverbrandingsinstallaties
2. Kachels en haarden bij huishoudens
3. Warmteketels op vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven
4. Decentrale elektriciteitsproductie met vaste & vloeibare biomassa, al dan niet in combinatie met warmteopwekking
5. Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales
6. De inzet van Biogas voor energie
7. De inzet van Vloeibare bio transportbrandstoffen

Onderstaand zijn deze verder uitgewerkt. Dit protocol maakt onderscheid tussen de verschillende toepassingen van biomassa, dus tussen inzet voor warmte en voor elektriciteit. De paragraaf voor warmteketels bevat ook bijstook in niet-energiecentrales zoals cementovens. Verder zijn de verschillende opwekkingsvormen van biogas onder één noemer gebracht.

4.6.1 Afvalverbrandingsinstallaties

Een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) is een installatie voor het verbranden van gemengd huishoudelijk en bedrijfsafval. Door de sector worden deze installaties ook wel aangeduid als afvalenergiecentrales. Buiten deze definitie vallen:

- a. Installaties bestemd voor specifieke afvalstromen, zoals slib en gevaarlijk afval;
- b. Verbrandingsinstallaties voor specifieke brandstoffen uit afval met een biomassa aandeel (zoals SRF). Deze produceren wel hernieuwbare energie, maar vallen onder overige biomassa verbranding.

Bij een AVI horen de eraan gekoppelde voorscheiding, nascheiding en rookgasreiniging. Activiteiten op dezelfde locatie die geen directe relatie hebben met de afvalverbrandingsinstallatie (zoals een stortplaats of gasmotoren) vallen buiten de systeemgrenzen.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik uit afvalverbrandingsinstallaties is gelijk aan de bruto elektriciteitsproductie, plus de verkochte warmte plus het deel van de brandstofinzet dat wordt gealloceerd aan de nuttig gebruikte warmte die niet wordt verkocht. Voor berekening van het hernieuwbare bruto eindverbruik wordt de totale energieproductie vermenigvuldigd met het aandeel biogeen op energiebasis van de brandstofinzet van de installaties.

Hoe wordt dit bepaald?

De bruto elektriciteitsproductie en de verkochte warmte wordt gemeten en is beschikbaar voor het CBS via eigen enquêtering en via

de zogenaamde R1 rapportages voor Rijkswaterstaat Leefomgeving. Via deze jaarlijkse rapportage kunnen AVI's aantonen dat ze een voldoende hoog rendement hebben om in aanmerking te komen voor de zogenaamde R1 status, welke het mogelijk maakt om administratief gezien relatief makkelijk afval te importeren.

Inmiddels wordt door het CBS ook de informatie over de niet-verkochte warmte afgeleid uit de R1 rapportages.

Bij de productie van niet-verkochte warmte gaat het in de praktijk vooral om warmte geleverd aan de rookgasreinigingsinstallatie. Belangrijk bij het bepalen van de hoeveelheid geproduceerde niet-verkochte warmte is dat warmte niet dubbel mag tellen. Het opwarmen van voedingswater telt daarom niet mee. Ook warmte voor ontgassing van voedingswater telt niet mee, omdat dit (ter wille van de eenvoud) in niet-hernieuwbare installaties (zoals kolencentrales) ook niet wordt meegenomen in de energiestatistiek.

De bijdrage van AVI's aan de hernieuwbare energievoorziening wordt gecorrigeerd voor de fractie niet-hernieuwbaar materiaal in het afval en de gebruikte fossiele hulpbrandstoffen. De hernieuwbare fractie van het afval wordt overgenomen van RWS die deze vaststelt in het kader van de monitoring voor de IPCC. De waarden voor de afgelopen jaren zijn te vinden in tabel 4.6.1. De meest recent bepaalde waarde voor de biogene fractie van het afval is bepaald voor 2020 en was gelijk aan 54 procent. De hoeveelheid gebruikte fossiele hulpbrandstoffen is beschikbaar uit de CBS-enquêtes en de R1-rapportages.

Jaar	2005	2010	2015	2018	2019	2020
Hernieuwbare fractie (%)	47	53	55	54	52	54

Tabel 4.6.1.1 Percentage hernieuwbaar van afval in AVI's.

Basisgegevens

- Hoeveelheid verbrand afval (kton);
- De verbrandingswaarde van het afval (GJ/ton); de productie van verkochte warmte(TJth);
- De productie van niet verkochte warmte die benut wordt in de eigen installatie (TJth);
- De bruto elektriciteitsproductie (GWhe);
- Het percentage biomassa van het afval op energiebasis;
- Het gebruik van fossiele brandstoffen (TJ).

4.6.2 Houtkachels bij huishoudens

Houtkachels bij huishoudens omvat open haarden, inzethaarden, vrijstaande kachels (incl cv ketels op hout) en barbecues op houtskool.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik van houtkachels bij huishoudens is het houtverbruik in joules. Dit is dus de energie-inhoud van het hout (blokken en pellets) dat wordt ingezet als brandstof voor houtkachels in huishoudens.

Hoe wordt dit bepaald?

Er zijn weinig gegevens over de hoeveelheid hout die wordt toegepast. De markt voor dit hout is grotendeels informeel en dus moeilijk te bepalen. Daarom wordt er gebruik gemaakt van een enquête onder huishoudens. In 2012 is een daarvoor een vraag toegevoegd

aan het WoON- onderzoek dat 1 keer per 6 jaar wordt uitgevoerd [meest recente versie CBS2018]. Voor jaren dat er niet gemeten is, wordt een modelberekening gemaakt door TNO [TNO-060-UT-2011-00314].

Jaarlijks bepaalt TNO het houtverbruik bij huishoudens op basis van dit model, dat in 2020 is geactualiseerd. Het model – primair gericht op het bepalen van emissies uit houtkachels – wordt gekalibreerd aan de uitkomsten van het WoOn onderzoek. Het model gaat uit van gemiddelde aantal kachels per woningtype plus data over ontwikkelingen van de woningvoorraad (aantallen en typen woningen).

Over deze meetmethode zijn in Europees verband aanbevelingen opgesteld met adviezen over onder andere steekproefgrootte en – frequentie en conversiefactoren. Het CBS heeft deze aanbevelingen gebruikt bij het inpassen van het houtverbruik in het WoON- onderzoek. Het meest recente WoON- onderzoek is in 2018 opgeleverd [Cbs 2019]. In het WoON- onderzoek zijn de pelletkachels inmiddels ook als losse categorie zichtbaar. Ook de hout- cv systemen bij huishoudens worden in het onderzoek meegenomen. Ze vormen echter geen losse categorie maar worden onder ‘vrijstaande kachels’ gepresenteerd.

In de tabellen 4.6.2 en 4.6.3 zijn voorbeelden van hoeveelheden uit de statistiek als voorbeeld opgenomen.

In dezelfde publicatie is te vinden hoe uit gegevens over type hout en vochtgehalte van het hout de calorische waarde van het hout kan worden bepaald. Zie de gegevens in tabel 4.6.3.

Het gebruik van houtskool wordt meegenomen, maar levert een geringe bijdrage. De omvang wordt gebaseerd op een ruwe schatting van de houtskool producerende industrie welke ongeveer overeenkomt met data uit het CBS budget-onderzoek (naar consumptieve bestedingen van huishoudens). Deze CBS-data kennen een grote steekproefmarge en zijn daarom niet geschikt voor een jaarlijkse statistiek, maar wel voor een schatting van de ordegrrootte.

Basisgegevens

- Houtverbruik (kg);
- Stookwaarde hout (MJ/kg);
- Afzet van houtskool (kg);
- Stookwaarde houtskool (MJ/kg).

4.6.3 Warmtekettels bij bedrijven voor vaste en vloeibare biomassa

Deze categorie betreft installaties op vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven die alleen warmte produceren. Installaties die ook elektriciteit produceren vallen onder paragraaf 4.6.4. (decentrale elektriciteitsproductie waaronder warmtekrachtkoppeling). Installaties op biogas vallen onder paragraaf 4.6.6 (Biogas).

Wat wordt bepaald?

Bij de berekening van het bruto eindverbruik worden drie situaties onderscheiden:

- Installaties die warmte maken voor eigen verbruik. Hierbij is de eigenaar van de ketel of kachel de eindverbruiker en telt de energie-inhoud van de biomassa die verstoekt is in de installatie als bruto eindverbruik.

- b. Installaties die warmte maken voor verkoop aan derden. In dit geval gaat het voor het bruto eindverbruik om de verkochte warmte.
- c. Installaties die zowel fossiele als vaste of vloeibare biomassa stoken. Indien de resulterende warmte zelf wordt gebruikt gaat het voor het bruto eindverbruik om de gestookte biomassa. Indien de resulterende warmte wordt verkocht gaat om de verkochte warmte maal het biogene deel van de brandstofinzet. Vloeibare biomassa telt alleen mee als deze voldoet aan de duurzaamheidscriteria uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie.

Hoe wordt dit bepaald?

In grote lijnen zijn er twee typen methodes om het bruto eindverbruik voor de warmteketels bij bedrijven vast te stellen:

- Op basis van meetgegevens die door bedrijven over de warmteproductie en/of het brandstofverbruik per installatie zijn doorgegeven aan Certiq t.b.v. de certificering benodigd voor het ontvangen van subsidie vanuit de SDE+(+) regeling (zie ook H5).
- Modellering op basis van opgestelde capaciteit, kengetallen voor het aantal equivalente vollasturen en het rendement.

Ad A. Op basis van informatie van Certiq

CertiQ certificeert warmte uit hernieuwbare bronnen zoals warmte uit een biomassa of biogas gestookte WKK of een warmteketel op snoeihout.

Bedrijven registreren zich bij Certiq en beschrijven in een meetprotocol de productie-installatie, welke energiestromen er zijn en hoe deze energiestromen worden gemeten.

CertiQ beoordeelt de inschrijving en het meetprotocol en bij goedkeuring start RVO de subsidiebevoorschotting voor de SDE+(+) subsidie.

Afhankelijk van de installatie wordt er maandelijks of jaarlijks een meetrapport ingediend bij Certiq. Bij grotere installaties (>3MWth) die (o.a.) biomassa gebruiken is ook een jaarlijkse assurance-rapportage van een accountant verplicht.

Ad B. Modellering

Kleinere en middelgrote ketels bij bedrijven die warmte opwekken uit vloeibare of vaste biomassa worden vooral in de industrie en landbouw gebruikt. Het gaat dan bijna altijd om ketels voor vaste biomassa met een vermogen van enkele tientallen kW tot maximaal ongeveer 5 MW. De warmte wordt doorgaans gebruikt voor de eigen processen. Het CBS brengt het biomassa verbruik van deze ketels in kaart via een enquête onder de leveranciers van deze kachels, waarin jaarlijks wordt gevraagd naar de verkochte capaciteit per sector. Warmteproductie van deze ketels kan vervolgens berekend worden op basis van een geschat aantal vollasturen: 3000 in de landbouw en 1500 in de overige sectoren.

	Aantal huishoudens (* 1000)	Aantal stookdagen (dag)	Houtverbruik per jaar kg/jaar	Totaal verbruik per jaar mln kg
Open haard	302	39	501	152
Inzethaard	214	68	920	197
Vrijstaand	432	112	1609	695
Pelletkachel	45	139	927-2300	79
Totaal	993			1123

Tabel 4.6.3.1 Houtgebruik houtgestookte installatie huishoudens WoON 2018

	Aandeel %	Vochtgehalte %	Dichtheid, vast kg/ m ³	Calorische waarde MJ/kg
Rondhout, loof	71	25	779	12,9
Rondhout, naaldhout	13	25	533	13,6
Afvalhout	16	10	600	16,7
Totaal		22,6	718	13,6

Tabel 4.6.3.2 Vocht%, vaste dichtheid en calorische waarde hout in huishoudens.

Het aantal vollasturen in de overige sectoren is tot en met de vijfde versie van het protocol algemeen gehanteerd voor deze categorie ketels op basis van eerder onderzoek van het CBS. In de aanloop naar de zesde versie van dit protocol bleek dat de ketels in de landbouw daar boven uit stegen en is op basis van navraag bij meerdere belangrijke leveranciers van deze ketels en kachels het aantal vollasturen daarvan vastgesteld op 3000. De hernieuwbare energie wordt berekend aan de hand van een standaard rendement. Bij nieuw geplaatste ketels ligt dit rendement meestal boven de 90%.

Basisgegevens

- Capaciteit aan houtketels (MWth);
- Kengetallen voor aantal equivalente vollasturen en rendement;
- Inzet van biomassa in ketels met warmteproductie die niet wordt verkocht (kg);
- Stookwaarde biomassa (MJ/kg).

[4.6.4 Decentrale elektriciteitsproductie](#)

Het gaat hier om alle installaties die elektriciteit produceren uit verbranding van vaste en vloeibare biomassa, al dan niet in combinatie met gelijktijdige warmteproductie. Uitgezonderd zijn grote elektriciteitscentrales waarin biomassa wordt mee gestookt.

Deze vallen onder paragraaf 4.6.5.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik is gelijk aan de som van drie componenten:

- Bruto elektriciteitsproductie;
- Verkochte warmte;
- Biomassa inzet in warmtekrachtkoppelinginstallaties die gealloceerd wordt aan de nuttig gebruikte, niet verkochte warmte.

Hoe wordt dit bepaald?

Doorgaans zit er subsidie op bruto elektriciteitsproductie van deze installaties. Deze is daarom via CertiQ beschikbaar via de gegevens die bedrijven aanleveren t.b.v. de certificering van duurzame energie zoals ook beschreven voor warmte in paragraaf 4.6.3. De inzet van biomassa wordt voor kleine installaties geschat op basis van rendementen beschikbaar op internet, de EIA regeling of een schatting voor een vergelijkbare installatie.

De biomassa die gealloceerd wordt aan de niet verkochte wkk- warmte wordt bepaald op basis van de relatieve bijdrage (op energiebasis) van de niet verkochte warmte aan de totale output (elektriciteit, verkochte en niet verkochte warmte) van de wkk- installatie. Deze methode volgt de suggestie uit de handleiding voor energiestatistieken (IEA en EUROSTAT, 2004) en past het CBSook toe voor wkk-installaties op fossiele brandstoffen.

Basisgegevens

- Bruto elektriciteitsproductie (GWh);
- Verkochte warmte (TJ);
- Niet verkochte warmte (TJ);
- Inzet biomassa (TJ).

[4.6.5 Bij- en meestook van biomassa in elektriciteitscentrales](#)

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik uit het meestoken van biomassa is gelijk aan som van de bruto elektriciteitsproductie en de warmteproductie maal het aandeel biomassa in de brandstof inzet van de betreffende centrale. Als bijvoorbeeld de brandstofmix op energiebasis van een installatie voor 10% bestaat uit biomassa en voor 90% kolen, dan

wordt 10% van de geproduceerde elektriciteit en/of warmte meegenomen als hernieuwbare energie.

Hoe wordt dit bepaald?

De elektriciteits- en warmteproductie en de brandstofinzet van de elektriciteitscentrales bepaalt het CBS op basis van eigen waarneming, in combinatie met data van CertiQ.

Industriële processen waarbij de biomassa wordt gebruikt in combinatie met fossiele brandstoffen vallen onder paragraaf 4.6.3 of 4.6.4.

Basisgegevens

- Inzet van biomassa (kton);
- Energie-inhoud van de biomassa (MJ/kg);
- Inzet van fossiele brandstoffen (TJ)
- Warmteproductie (TJth);
- Bruto elektriciteitsproductie (GWhe).

[4.6.6 Biogas](#)

Bij verschillende processen wordt biomassa vergist. Daarbij komt een methaanrijk gas vrij dat veelal wordt gebruikt voor het produceren van energie. Dit biogas wordt op meerdere manieren ingezet:

- a. Via conversie in een stationaire elektriciteits- of warmteketel;
- b. Directe levering aan vervoer;
- c. Opwerken tot aardgaskwaliteit en invoeding in aardgasnet (groen gas).

Biomassa kan ook worden vergast. Dit komt nog weinig voor. Het gas kan op vergelijkbare wijze verwerkt worden als biogas uit vergisting. Het is daarom hier niet apart opgenomen.

A. Elektriciteit- en warmteproductie uit biogas

Dit betreft die installaties waarbij het biogas direct wordt omgezet in elektriciteit en warmte voor eigen verbruik of externe levering.

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik is gelijk aan de som van de volgende componenten:

- bruto elektriciteitsproductie;
- de verkochte warmteproductie;
- bij wkk: het deel van de biogaszet dat wordt gealloceerd aan de nuttig gebruikte, niet verkochte warmte;
- bij warmteketels: de inzet van biogas.

Hoe wordt dat bepaald?

De bruto elektriciteitsproductie is vaak bekend via CertiQ, omdat informatie hierover nodig is voor het verkrijgen van subsidie. Als alleen de netto productie (dus productie gecorrigeerd voor eigen verbruik) bekend is, kan deze worden omgerekend op basis van kengetallen onderaan deze paragraaf.

Tot op heden wordt de warmteproductie uit biogas doorgaans niet verkocht maar vooral zelf gebruikt. Soms is er informatie over de warmteproductie beschikbaar uit subsidieregelingen. Niet alle

warmte wordt echter gesubsidieerd. In die gevallen gebruikt het CBS alternatieve informatiebronnen. Voor het eigen warmteverbruik van de vergisters gebruikt het CBS een modelberekening op basis van een kengetal (zie hieronder). Voor de overige niet gesubsidieerde warmte bij co-vergisting van mest heeft het CBS om het jaar een enquête. Daarnaast vallen sommige industriële bedrijven onder de primaire waarneming en is er vaak ook informatie beschikbaar via overheidsmilieujaarverslagen en openbare bronnen op internet.

De allocatie van de brandstofinzet aan niet verkochte warmte bij wkk wordt gedaan op basis van het aandeel verkochte warmte in de totale warmteproductie van de wkk-installatie. Deze methode volgt de suggestie uit de handleiding voor energiestatistieken (IEA en EUROSTAT, 2004) en past het CBS ook toe voor wkk-installaties op fossiele brandstoffen.

B. Directe levering aan vervoer

Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik van directe biogasleveringen aan vervoer is gelijk aan het geleverde biogas. Een aandachtspunt bij levering aan vervoer is dat de duurzaamheid moet worden aangetoond.

Hoe wordt dat bepaald?

Voor de bijdrage van directe (net)levering aan transport maakt het CBS gebruik van informatie die de Nederlandse Emissie-autoriteit

(NEa) verzamelt in het kader van de wettelijke plicht tot het leveren van hernieuwbare energie voor vervoer. Voor het aantonen van de duurzaamheid en de grootte van deze leveringen wordt gebruik gemaakt van GvOs directe levering die uitgegeven worden door Vertogas.

C. Invoeding in het gasnet

De fysieke bestemming van biogas dat is ingevoed in het aardgasnet (groen gas) is niet meer te volgen. Voor de berekening van het eindverbruik uit groen gas werd tot 2018 daarom aangenomen dat het deel van groen gas dat telt als eindverbruik gelijk is aan het deel van het primair verbruik van aardgas dat telt als energetisch eindverbruik. Sinds 2018 is het mogelijk om via een GvO netlevering het groengas uit het Nederlandse gasnet te alloceren naar voorkeurssectoren (transport, elektriciteit of warmte). Het bruto eindverbruik uit groen gas wordt dan berekend als de totale productie van groen gas maal het aandeel energetisch verbruik van aardgas na verrekening van de allocatie. Deze rekenwijze is door Eurostat, in overleg met de lidstaten, vastgelegd in SHARES (Eurostat2013). Sinds 2022 is ook via allocatie naar transport vergroening van LNG via een GVO groengas netlevering in Nederland mogelijk. Registratie vindt plaats via inboeking in het NEa register met gebruikmaking van een omrekenwaarde⁵ (ter grootte van 0,85) voor de verrekening van energetisch omzettingsverlies bij de omzetting van gas naar LNG. Voor methanol zal een vergelijkbare vergroeningsroute (nog) niet worden opgezet. Deze route vergt nog verder onderzoek.

⁵ Regeling energie vervoer: art 6a3: Voor de bepaling van het aantal bij te schrijven hernieuwbare brandstofeenheden wordt de omvang van de garanties van oorsprong, bedoeld in het eerste lid, uitgedrukt in GJ en vermenigvuldigd met 0,85.

Hoe wordt dit bepaald?

De productie van groen gas wordt vastgelegd door Vertogas.

Vastlegging bij Vertogas is voorwaarde voor het verkrijgen van subsidie of credits voor de wet Hernieuwbare Energie voor vervoer. Het CBS krijgt jaarlijks van Vertogas gegevens over de groengasproductie.

Het meeste aardgas heeft direct (in warmteketels) of indirect (als elektriciteit, of wkk-warmte) als bestemming energetisch eindverbruik. Een deel van het aardgas wordt niet-energetisch verbruikt (bijvoorbeeld in de kunstmestindustrie) en een deel van de energie van het aardgas gaat verloren als omzettingsverlies (vooral bij de productie van elektriciteit). De bestemming van het aardgas wordt vastgelegd in de internationale energiestatistieken via de zogenaamde joint annual questionnaire voor aardgas, welke het CBS elk jaar opstuurt naar Eurostat en IEA. Jaarlijks bepaalt het CBS uit deze vragenlijst welk deel van het aardgasverbruik valt onder energetisch eindverbruik volgens de internationale definities.

In de periode 2000-2012 had 78-81% van het aardgas de bestemming direct of indirect energetisch eindverbruik.

Basisgegevens

- Biogasproductie (TJ);
- Warmteproductie (TJth);
- Bruto elektriciteitsproductie (GWhe);
- Productie van groen gas (TJ);
- Deel van aardgas met bestemming energetisch eindverbruik;
- Kengetallen voor het berekenen van ontbrekende variabelen.

Kengetallen om alle relevante variabelen te kunnen schatten voor biogas

Voor de berekening van het bruto energetisch eindverbruik is informatie nodig over meerdere variabelen. Doorgaans is in het kader van subsidieregelingen bij CertiQ en bij Vertogas informatie beschikbaar over de elektriciteitsproductie, de groen gas productie en soms ook over de wkk-warmteproductie voor processen buiten de vergister. Deze informatie beschrijft cruciale sleutelvariabelen, maar is niet altijd voldoende volledig. Om het plaatje voldoende volledig te maken zonder administratieve lastendruk, wordt een aantal kengetallen gebruikt:

- Bruto elektrisch rendement: 38 procent [ECN2014];
- Warmteverbruik productie ruw biogas via vergisting: 4 TJ warmte voor 100 TJ ruw biogas [OWS2012];
- Elektriciteitsverbruik vergisting: 2 TJ elektriciteit voor 100 TJ productie ruw biogas [tabel 20, ECN2014];
- Elektriciteitsverbruik biogasmotor: 3 procent van de elektriciteitsproductie (standaard aanname van het CBS);
- Elektriciteitsverbruik conversie ruw biogas gas naar groen gas: 4 TJ elektriciteit voor 100 TJ ruw biogas omgezet in groen gas tabel 7 van [ECN2014];
- Warmteverbruik conversie ruw biogas naar groen gas 10 TJ warmte voor 100 TJ ruw biogas omgezet in groen gas, tabel 7 van [ECN2014];
- Productie-efficiëntie groen gas: 100 procent (Joule groen gas per joule ruw biogas) [ECN2014].

Deze kengetallen zijn ook relevant voor het berekenen van het vermeden verbruik van primaire fossiele energie en de vermeden emissies van CO₂ (zie bijlage 1).

4.6.7 Vloeibare biotransportbrandstoffen

Het gaat hier om fysieke leveringen biodiesel, biobenzine en biokerosine.

Wat wordt bepaald?

Het bruto energetisch eindverbruik van vloeibare biotransportbrandstoffen is gelijk aan de op de binnenlandse markt geleverde vloeibare biotransportbrandstoffen. Volgens definities uit de Europese energiestatistieken gaat het daarbij om alle leveringen aan vervoer over de weg, via rail en door de lucht en om de leveringen aan schepen met een binnenlandse bestemming. De internationale luchtvaart telt hierin ook mee in overeenstemming met oude definities van Eurostat. Inmiddels volgt Eurostat in de gewone energiestatistieken de wereldwijde standaarden waarbij internationale luchtvaart niet bij het finaal energieverbruik telt, maar voor de doelstellingen voor hernieuwbare energie houdt de EU vast aan de oude definitie.

Leveringen aan mobiele werktuigen en visserij tellen ook mee als bruto energetisch eindverbruik, maar vallen niet onder de sector vervoer maar onder de sectoren landbouw en bouw. Als gevolg daarvan telt dit mee voor het subdoel voor hernieuwbare warmte. Warmte is in Richtlijn Hernieuwbare Energie namelijk in de praktijk gedefinieerd als alles wat niet onder elektriciteit of vervoer vervalft.

Leveringen aan schepen met een buitenlandse bestemming (bunkers) tellen in de Europese energiestatistiek niet als energetisch eindverbruik, maar tellen onder de Richtlijn Hernieuwbare Energie wel mee voor de berekening van het aandeel hernieuwbaar in de doelstelling voor transport en mogelijk ook voor het overall doel. De reikwijdte van deze bunkerleveringen aan scheepvaart maakt nog onderdeel uit van de afstemming tussen de Europese Commissie en EUROSTAT. De definitieve informatie over de genoemde reikwijdte wordt opgenomen in de volgende editie van dit document.

Biobrandstoffen tellen mee als hernieuwbare energie voor de doelstellingen voor de REDII voor zover zij voldoen aan de duurzaamheidscriteria, zoals omschreven in de richtlijn.

Eisen aan de minimale CO₂-prestatie van de biobrandstof inclusief de productieketen zijn bepalend of deze mogen meetellen als hernieuwbare energie. Alleen biobrandstoffen met een minimale reductie van 50% CO₂ ten opzichte van zijn fossiele equivalent mogen meetellen. Deze eis voor de broeikasreductie van biobrandstoffen gaat naar 60% voor installaties die vanaf 6 oktober 2015 in gebruik zijn genomen en - voor nieuwe installaties vanaf 1 januari 2021 - naar 65%. Ook mogen biobrandstoffen niet geproduceerd zijn van grondstoffen van gebieden met o.a. een hoge biodiversiteitswaarde, hoge koolstofvoorraden (bossen etc.) en veengebieden.

Hoe wordt dit bepaald?

Sinds 2011 hebben bedrijven die transportbrandstoffen op de markt brengen een verplichting om een bepaald percentage aan hernieuwbare energie te leveren (Besluit Energie Vervoer). Dit gebeurt grotendeels door het bijmengen van biobrandstoffen in gewone benzine of diesel.

De hoeveelheid geleverde biotransportbrandstoffen moet door de brandstofleveranciers aan de Nederlandse markt jaarlijks worden gerapporteerd aan de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa). Alleen die biobrandstoffen waarvan binnen dat systeem ook de duurzaamheid is aangetoond tellen mee voor de verplichting. De gegevens in de rapportage aan de NEa worden ook gebruikt voor de monitoring van hernieuwbare energie op landelijk niveau. De reden dat de gegevens niet uit de energiestatistieken kunnen worden gehaald, is dat daarin geen duurzaamheidsinformatie te vinden is. De energiestatistieken worden wel gebruikt om een splitsing te maken tussen biodiesel geleverd aan vervoer en biodiesel geleverd aan mobiele werktuigen in bouw en landbouw. CBS maakt daarbij gebruik van een verdeelsleutel op basis van dieselverbruik in de sectoren vervoer, bouw en landbouw uit de energiestatistieken.

De specifieke monitoring voor de bijdrage aan de doelstelling voor transport uit de REDII (14% aandeel hernieuwbare energie transport in 2030) is te vinden in hoofdstuk 6.2.

Basisgegevens

Verkoop duurzame biotransportbrandstoffen (TJ brandstoffen) op de binnenlandse belaste markt, voor de binnenvaart en voor vliegverkeer.

4.7 Restwarmte

Restwarmte is volgens de REDII: Onvermijdelijke thermische energie die als bijproduct in industriële of bedrijfsmatige processen wordt opgewekt en die zonder verbinding met een warmtenet ongebruikt terecht zou komen in lucht of water. Dit is uitgewerkt in onderstaande tabel.

Restwarmte wordt nu nog weinig gebruikt, maar er is een groot potentieel voor de benutting van restwarmte. Voorbeelden zijn de levering van restwarmte van zoutproductie aan een warmtenet, levering van de Shell-raffinaderij aan een warmtenet en levering van lage-temperatuur restwarmte van datacenters aan gebouwen via een warmtenet.

Restkoude telt in principe ook mee, maar speelt vooralsnog een hele kleine rol. De verdamping van LNG zou bijvoorbeeld benut kunnen worden voor koeling. Stoom telt niet als restwarmte, omdat je uit stoom altijd nog elektriciteit kan maken (wat niet wil zeggen dat levering aan een stoomnet niet verstandiger kan zijn). Het uitsluiten van stoom is (nu nog) niet expliciet terug te vinden in handleiding van Eurostat.

Wat wordt bepaald?

Leveranciers van warmte aan stadsverwarmingsnetten zijn verplicht om jaarlijks een duurzaamheidsrapportage op te stellen en openbaar te maken met daarin de hoeveelheid restwarmte die ze hebben ingekocht. De jaarlijkse hoeveelheid restwarmte is dus in principe bekend voor de leveringen door warmteleveranciers voor stadsverwarmingsnetten. Zoals hierboven beschreven is de definitie van restwarmte ingewikkeld en het is op dit moment nog niet duidelijk hoe de warmteleveranciers de definitie toepassen. De duurzaamheidsrapportage is nog vrij nieuw, de implementatie van rapportage van restwarmte is iets wat zich nog moet ontwikkelen.

Leveringen tussen industrieën zullen niet bekend zijn via de duurzaamheidsrapportages, omdat alleen voor leveringen aan kleinverbruikers een duurzaamheidsrapportage verplicht is.

Leveringen binnen één bedrijf tellen niet mee, zo volgt uit de Europese definitie. Deze interpretatie is bevestigd door Eurostat. De levering moet via een warmtenet met meer dan één gebruiker plaatsvinden, want volgens de Europese definitie moet een warmtenet minimaal 2 afnemers bevatten. De meeste warmte-

netten op industrieterrein betreffen stoomnetten en voor stoom hebben we besloten om dit niet mee te tellen, omdat deze energie in theorie ook in stroom om te zetten is voor eigen gebruik en daarmee buiten de definitie van restwarmte valt.

In de handleiding bij de Europese rapportage verwijst Eurostat naar een rapport van het Europese Joint Research Center voor rapportage van restwarmte ([JRC Publications Repository - Defining and accounting for waste heat and cold \(europa.eu\)](https://publications.jrc.ec.europa.eu/publication/?id=59614)). Voor industriële restwarmte raad JRC aan om per restwarmtebron een locatie-specifieke analyse te doen, bij voorkeur een zogenaamde pinch analyse. Het Cbs adviseert om dergelijk nader onderzoek naar industriële netten voor warm water en stoom uit te laten voeren zoals voorgesteld door het JRC.

Hoe wordt dit bepaald?

De gegevens komen beschikbaar als leveringen in GJ per jaar en er is geen verdere rekenslag nodig.

Basisgegevens

- Levering van restwarmte door warmteleveranciers, volgens de rapportage van de warmtewet;
- Levering van restwarmte via een warmtenet dat niet onder de rapportageplicht van de warmtewet valt.

Criteria	Waar mag wel of geen sprake van zijn?
Onvermijdelijk	Restwarmte is onvermijdelijk. Je kunt het dus technisch én economisch niet meer gebruiken in het eigen proces. Dit betekent ook dat het toepassen van de restwarmte in een WKK systeem niet mogelijk of aannemelijk is binnen het industriële proces.
Bijproduct	Als de hoofdfunctie van een installatie warmtelevering is, is er geen sprake van een bijproduct. Een geothermiecentrale is bijvoorbeeld ontworpen voor warmtelevering. Er is hier dus geen sprake van restwarmte. Ook als de warmtelevering ten koste gaat van het hoofdproduct van de installatie, is er geen sprake van een bijproduct. Denk hierbij aan aftapwarmte bij een elektriciteitscentrale (voorbeeld verderop)
Verbinding met een warmtenet	Restwarmte wordt geleverd via een warmtenet aan meerdere (externe) afnemers. Warmte die wordt toegepast binnen het eigen industriële proces is daarmee per definitie geen restwarmte.
Ongebruikt terecht komen in water of lucht	Voordat de restwarmte in het warmtenet komt, komt deze in de lucht of het water.

4.8 Hernieuwbare koude

Koude is geen energiedrager in reguliere internationale energiestatistiek, maar hernieuwbare koude telt volgens de RED-II wel mee voor het aandeel hernieuwbare energie. Als gevolg daarvan is in de REDII is een gedelegeerde verordening opgenomen met de methode voor het bepalen van de bijdrage van hernieuwbare koude. Deze is gepubliceerd in december 2021⁶ en begin 2022 van kracht geworden. Deze gedelegeerde verordening geeft de volgende definitie:

- Koude is de onttrokken warmte uit een gesloten of binnenruimte (comforttoepassing) of uit een proces om de ruimte- of proces-temperatuur te verlagen tot- of te houden op een bepaalde temperatuur;
- Het deel van de koude die telt als hernieuwbare koude is afhankelijk van de 'seasonal performance' (de seizoensgebonden prestatiefactor van de gebruikte techniek).

Voor de monitoring telt niet mee:

- Passieve koeling. Dit is wel een vorm van hernieuwbare koude, maar telt niet mee voor de monitoring, zoals ook passieve zonne-energie niet meetelt;
- Koeling in vervoermiddelen;
- Koeling in koel- en vrieshuizen en in het algemeen koeling voor ruimtes met een instelpunt onder de 2 °C;
- Koeling voor processen met een insteltemperatuur boven de 30 °C;
- Koeling van restwarmte uit industriële processen.

Zie voor de definities de originele tekst van bovengenoemde verordening. Bepaalde toepassingen mag je per land uitsluiten om natuurlijke koudebronnen (bijvoorbeeld rivieren of meren) uit milieuoverwegingen te vrijwaren. Nederland telt alle proceskoeling niet mee, omdat er met de eis dat koel- en vrieshuizen niet mee mogen tellen en de koeling onder de 30 °C moet blijven al bijna alle proceskoeling afvalt. Het zou veel moeite kosten om het aandeel dat overblijft te bepalen. Verder gaat het in veel gevallen om het weg koelen van restwarmte en ook dat telt niet mee.

Bij de methode wordt op een aantal plaatsten een onderscheid gemaakt tussen vrije koeling en actieve koeling, welke volgens de gelegeerde verordening als volgt zijn gedefinieerd:

Vrije koeling is een koelsysteem dat gebruik maakt van een natuurlijke koudebron om warmte uit de te koelen ruimte of het te koelen proces te onttrekken door middel van het vervoer van vloeistof(fen) met pomp(en) en/of ventilator(en), en waarvoor geen koelgenerator hoeft te worden gebruikt. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is een warmte/ koudeopslag systeem waarmee koude uit de bodem (van bijvoorbeeld 7 graden) wordt gebruikt om een ruimte te koelen.

Actieve koeling: de onttrekking van warmte uit een ruimte of proces waarvoor energie-input vereist is om aan de koelvraag te voldoen, die wordt gebruikt als de natuurlijke energiestroom niet beschikbaar of ontoereikend is en met of zonder koelgenerator kan plaatsvinden.

In beide definities komt het woord "koelgenerator" voor. Dit is ook gedefinieerd in de gedelegeerde verordening. Een koelgenerator is het deel van een koelsysteem dat een temperatuurverschil genereert waarmee warmte kan worden onttrokken uit de te koelen ruimte of het te koelen proces, met behulp van een dampcompressiecyclus, een sorptiecyclus of door een andere thermodynamische cyclus aangedreven; deze wordt gebruikt wanneer de koudebron niet beschikbaar of ontoereikend is. Een gewone airco is een typisch voorbeeld hiervan en werkt ongeveer hetzelfde als een koelkast.

Methode voor de berekening van hernieuwbare koude

De hoeveelheid hernieuwbare koude wordt bepaald met de volgende formules:

$$E_{RES-C} = (Q_{C_{Source}} - E_{INPUT}) \times S_{SPF_p} = Q_{C_{Supply}} \times S_{SPF_p}$$

waarbij

$Q_{C_{Source}}$ de hoeveelheid warmte is die door het koelsysteem aan de omgevingslucht, het omgevingswater of de bodem wordt afgegeven;

E_{INPUT} het energieverbruik van het koelsysteem is, inclusief het energieverbruik van de hulpsystemen voor gemeten systemen, zoals stadskoeling;

$Q_{C_{Supply}}$ de door het koelsysteem geleverde koelenergie is; S_{SPF_p} wordt op het niveau van het koelsysteem gedefinieerd als het aandeel van de koelvoorziening dat conform de SPF-vereisten als hernieuwbaar kan worden beschouwd, uitgedrukt als een percentage. Het SPF wordt bepaald zonder rekening te houden met distributieverliezen. Voor stadskoeling betekent dit dat het SPF

⁶ Delegated act: a methodology to calculate the amount of renewable energy used for cooling. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C\(2021\)9392](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C(2021)9392)

wordt bepaald per koelgenerator of op het niveau van het vrije koelingsstelsel. Voor koelstelsels waar het standaard-SPF kan worden toegepast, worden de F(1)- en F(2)-coëfficiënten overeenkomstig Verordening (EU) 2016/2281 van de Commissie en de bijbehorende mededeling van de Commissie niet als correctiefactor gebruikt.

Voor 100 % door hernieuwbare warmte aangedreven koeling (absorptie en adsorptie) moet de geleverde koeling als volledig hernieuwbaar worden beschouwd.

De berekeningen die nodig zijn voor QC_{supply} , QC_{supply} en s_{SPFp} worden hierna toegelicht; s_{SPFp} is het aandeel van de koelvoorziening dat als hernieuwbaar kan worden geteld. s_{SPFp} neemt toe als de SPF_p-waarden stijgen. SPF_p⁷ wordt gedefinieerd conform Verordening (EU) 2016/2281 van de Commissie en Verordening (EU) nr. 206/2012⁸ van de Commissie, met dien verstande dat de standaard primaire-energiefactor voor elektriciteit in Richtlijn 2012/27/EU⁹ van het Europees Parlement en de Raad (als gewijzigd bij Richtlijn (EU) 2018/2002) is geactualiseerd tot 2,1.

De grensvoorwaarden van NEN-norm EN14511 worden gebruikt. Deze standaardwaarden zijn alleen beschikbaar voor systemen met een koelvermogen van 1,5 MW en kleiner.

Voor grotere systemen moeten gemeten waarden worden gebruikt. De minimale efficiëntie-eis van het koelstelsel, uitgedrukt als primair seizoensgebonden rendement is niet minder dan 1,4 (SPF_{p,LOW}). Voor een s_{SPFp} van 100 % mag de minimale efficiëntie-eis van het koelstelsel niet minder dan 6 (SPF_{p,HIGH}) zijn. Voor alle andere koelstelsels wordt de volgende berekening toegepast:

$$s_{SPFp} = \frac{SPF_p - SPF_{p,LOW}}{SPF_{p,HIGH} - SPF_{p,LOW}} \frac{SPF_p - SPF_{p,LOW}}{SPF_{p,HIGH} - SPF_{p,LOW}} \%$$

SPF_p is de efficiëntie van het koelstelsel, uitgedrukt als primair seizoensgebonden rendement; SPF_{p,LOW} is het minimale primair seizoensgebonden rendement, uitgedrukt in primaire energie en op basis van standaardkoelstelsels (minimumeisen inzake ecologisch ontwerp);

SPF_{p,HIGH} is de bovengrens voor seizoensgebonden rendement, uitgedrukt in primaire energie en op basis van beste praktijken voor vrije koeling die in stadskoeling wordt gebruikt¹⁰.

Voor WKO systemen met vrije koeling kan aangenomen worden dat die de SPF_{p,HIGH} hebben. Voor alle actieve koelstelsels moet de SPF worden ingeschat op basis van het gemiddelde energielabel voor een bepaalde toepassing.

Voor het aantal vollasturen (EFLH) kan gebruik gemaakt worden van de volgende formules voor systemen met een koelvermogen < 1,5 MW.:

- voor ruimtekoeling in de woningsector: EFLH = 96 + 0.85 * CDD
- voor ruimtekoeling in de tertiaire sector: EFLH = 475 + 0.49 * CDD

waarbij CDD: Cooling degree days ; een rekeneenheid om de temperatuur op een eenvoudige manier mee te kunnen nemen in berekeningen. Een graaddag is relatief getal ten opzichte van de referentietemperatuur in een periode.

Voor systemen met een vermogen > 1,5 MW moet de jaarlijkse koudeproductie gemeten worden. Voor stadskoeling worden de distributieverliezen van koude niet als hernieuwbare koeling geteld.

Praktische uitvoering

Voor de praktische uitvoering van voorgaande is het handig om een onderscheid te maken tussen systemen met vrije koeling en actieve koeling. Voor systemen met vrije koeling bestaat er al statistiek, voor actieve koeling nog niet. Vermoedelijk zal er een forse inspanning nodig zijn voor statistici en betrokken bedrijven om voor actieve koeling statistieken te maken volgens de methode uit de gedelegeerde verordening.

⁷ Indien de werkelijke bedrijfsomstandigheden van koelgeneratoren leiden tot SPF-waarden die aanzienlijk lager zijn dan gepland in normale omstandigheden ten gevolge van andere installatievoorwaarden, mogen de lidstaten deze systemen van het toepassingsgebied van de definitie voor hernieuwbare koeling uitsluiten (bv. een watergekoelde koelgenerator die gebruikmaakt van een droge koeler in plaats van een koeltoren om warmte aan de omgevingslucht af te geven).

⁸ Verordening (EU) nr. 206/2012 van de Commissie van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft (PB L 72 van 10.3.2012, blz. 7).

⁹ Richtlijn (EU) 2018/2002 van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 houdende wijziging van Richtlijn 2012/27/EU betreffende energie-efficiëntie (PB L 328 van 21.12.2018, blz. 210).

¹⁰ ENER/C1/2018-493, Hernieuwbare koeling in het kader van de herziene richtlijn hernieuwbare energie, TU-Wien, 2021.

Systemen met vrije koeling

Het gaat hier in de Nederlandse situatie vooral om warmte-koudeopslag, waarbij in de winter koude wordt opgeslagen in de bodem die in de zomer wordt benut en vice versa voor warmte. Voor deze wijze van koelen maakt CBS al jaren een jaarlijkse statistiek, die hieronder beschreven wordt.

Voor de benutting van warmte bij deze systemen wordt vaak een warmtepomp gebruikt en dit valt onder omgevingsenergie (paragraaf 4.4). Het koudedeel van deze systemen wordt hier besproken. Provincies beheren een vergunning voor deze systemen en verzamelen in het kader daarvan jaarlijks gegevens over de onttrokken hoeveelheid grondwater per project. Het CBS vraagt deze gegevens jaarlijks op en combineert deze met kengetallen om de koudeproductie te berekenen.

Voor koude productie geldt de volgende formule:

$$\Delta T * \beta_{koude} * \theta_{koude} * c * V \text{ totaal}$$

Met:

ΔT : temperatuurverschil tussen het onttrokken water en geïnfiltreerde water

β_{koude} : het deel van de onttrokken koude dat benut wordt

θ_{koude} : de fractie van de volumestroom V ten behoeve van onttrekking van koude. Dit blijkt op 50% te liggen.

c : de soortelijke warmte van water: $4,2 \text{ MJ/m}^3 \text{ V}$

totaal: de jaarlijkse waterverplaatsing m^3/jr

De kengetallen zijn eerder bepaald uit een monitoringsstudie door “Besparings- kentallen koude- en warmteopslag” [IF2009]

Toepassing	Koude	
	ΔT (°C)	β_{koude}
Agrarisch met koeling	8,8	1
Industrie	3,2	1
Utiliteit zonder WP	4,1	1
Utiliteit met WP	3,8	1
Woningbouw met WP	3,9	0

Tabel 4.8.1 Kengetallen bodemenergie uit open bronnen, productie van koude.

Naast systemen die opgeslagen koude uit de bodem benutten zijn er ook enkele projecten in Nederland met benutting van koude uit oppervlakte water. Data van deze projecten verzamelt CBS rechtstreeks bij betrokken bedrijven in het kader voor de Europese District Heating Rapportage als onderdeel van de Europese energiebesparings richtlijn.

Voor vrije koeling geldt dat $SPFP = 1$ (zie hierboven).

Dat betekent dat alleen E_{INPUT} nog nodig is voor de hernieuwbare koeling. Vermoedelijk is E_{input} vrij klein ten opzichte van de onttrokken warmte, maar op dit moment is er nog geen methode om E_{input} vast te stellen. Een expertschatting is vermoedelijk voldoende, gegeven de veel grotere onzekerheden in de actieve koelsystemen en de onzekerheid in de onttrokken warmte van de systemen met vrije koeling.

NB:

- Als niet bekend is waar koeling is kan aangenomen worden dat dit in de helft van de markt het geval is.
- Voor de woningbouw is een compressiekoelmachine nog niet standaard. Voor koeling is daarom niets opgenomen.
- Voor systemen met een warmtepomp wordt de besparing berekend bij de warmtepomp en telt die daarbij mee.
- De verhouding in volumedebiet (θ) tussen koeling en verwarming ligt op 50-50. Dus voor koeling telt het halve debiet, zoals gerapporteerd bij de vergunning. θ_{koude} is gelijk aan θ_{warmte} .

Systemen met actieve koeling

Voor systemen met actieve koeling is de praktische toepassing veel lastiger. Tot op heden maakt CBS ook geen statistieken hierover met de gewenste informatie. CBS maakt wel cijfers over het totale elektriciteitsverbruik voor ruimtekoeling door woningen, maar deze statistiek bevat geen informatie over de seasonal performance factor van de gebruikte koelsystemen. Er zijn helemaal geen gegevens over ruimtekoeling in utiliteitsgebouwen zoals kantoren, bioscopen, zorginstellingen, hotels ect.

De methode uit de delegated act maakt onderscheid tussen systemen met een koelvermogen $> 1,5 \text{ MW}$ en kleiner dan $1,5 \text{ MW}$. Voor grote systemen moet jaarlijks gemeten worden, voor kleine systemen kan met kengetallen gewerkt worden, maar moet wel de ontwerp SPF bekend zijn.

Voor kleine systemen is het noodzakelijk om te weten wat het totale opgesteld vermogen is met een verdeling over de ontwerp SPF. Het is nog onduidelijk hoe dit bepaald moet worden.

Voor grote systemen moet jaarlijks gemeten worden hoeveel koude er wordt geproduceerd met hoeveel energie-input. Dat is niet makkelijk, want op dit moment is nog niet bekend waar deze grote systemen staan, wie deze beheert en of er überhaupt wel metingen plaats vinden.

5. Samenwerkingsmechanismen en GVO's

Met de Richtlijn voor Hernieuwbare Energie is een Europees kader ontstaan voor internationale samenwerking en de aantoonbaarheid van hernieuwbare energie. Onderscheiden worden:

1. Samenwerkingsmechanismen

Lidstaten kunnen samenwerken om de productie en de verdeling van hernieuwbare energie te stimuleren of reguleren. In paragraaf 5.1 is beschreven op welke wijze zij dat kunnen doen.

2. Garanties van Oorsprong

Een administratief certificeringssysteem dat de hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare energie aantoont zijn de Garanties van Oorsprong (GvO). Deze worden in Nederland gebruikt om daar waar energie via een publiek netwerk van de leverancier naar de eindafnemer wordt getransporteerd het aandeel of de hoeveelheid hernieuwbare energie in de energiemix aan te tonen. Paragraaf 5.2 beschrijft die mogelijkheid.

3. De Groene elektriciteitsmarkt

Paragraaf 5.3 is gewijd aan de wijze waarop de Groene elektriciteitsmarkt in Nederland is geregeld.

5.1 Samenwerkingsmechanismen

De REDII biedt de mogelijkheid dat landen samenwerken om de algemene doelstellingen uit deze richtlijn te realiseren. Dit kunnen zij doen middels (een combinatie van):

1. statistische overdrachten;
2. gezamenlijke projecten;
3. gezamenlijke steunregelingen.

In alle gevallen van samenwerking verandert de nationaal geproduceerde hoeveelheid in een land niet. Wel wordt ten behoeve van het meten van de doelrealisatie van het algemene nationale streefcijfer een bepaalde hoeveelheid hernieuwbare energie opgeteld bij de ene lidstaat onder vermindering van de nationaal geproduceerde hoeveelheid hernieuwbare energie in de andere lidstaat. De Europese Commissie heeft een handleiding uitgebracht voor het gebruik van samenwerkingsmechanismen.

5.1.1 Statistische overdrachten tussen lidstaten

Conform artikel 8 van de REDII kunnen lidstaten afspraken maken over statistische overdracht van energie uit hernieuwbare bronnen van de ene naar de andere lidstaat.

De overgedragen hoeveelheid hernieuwbare energie wordt:

- afgetrokken van de hoeveelheid hernieuwbare energie van de lidstaat die de overdracht uitvoert;
- opgeteld bij de hoeveelheid hernieuwbare energie van de lidstaat die de overdracht aanvaardt

De statistische overdracht kan één of meer jaar duren, wordt volgens de regels uit de REDII gemeld aan de Commissie, en wordt pas van kracht nadat alle bij de overdracht betrokken lidstaten de overdracht aan de Commissie hebben gemeld.

5.1.2 Gezamenlijke projecten

Twee of meer landen kunnen conform de REDII samenwerken in gezamenlijke hernieuwbare energie projecten. Bij deze samenwerking kunnen particuliere exploitanten betrokken zijn.

De betrokken landen stellen de Commissie in kennis van het aandeel of de geproduceerde hoeveelheid hernieuwbare energie van een gezamenlijk project. De kennisgeving specificeert het aandeel van de geproduceerde energie van het project dat moet worden meegeteld voor het nationale algemene streefcijfer van de betrokken lidstaten.

Het is onder voorwaarden mogelijk om een gezamenlijk project uit te voeren tussen lidstaten en derde landen (buiten de EU-27).

Ook is ter ondersteuning van de samenwerking tussen landen door de Europese Commissie in 2020 het 'EU renewable energy financing mechanism' geïntroduceerd¹¹. Dit mechanisme draait om samenwerking tussen landen die ruimte beschikbaar stellen voor een duurzame energie project op hun grondgebied enerzijds en landen die het project (mede) financieren anderzijds. De projecten zijn gericht op het creëren van win-win situaties tussen landen. Samenwerking wordt begeleid door de Europese Commissie en het European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA).

¹¹ [EU renewable energy financing mechanism \(europa.eu\)](https://europa.eu/european-council/en/eu-renewable-energy-financing-mechanism)

Het mechanisme stelt bijvoorbeeld landen die zelf over onvoldoende ruimte beschikken in staat om door samenwerking toch de doelen voor productie van hernieuwbare energie te realiseren. Landen maken onderling afspraken over de mate waarin de toewijzing van de geproduceerde energie over de landen wordt verdeeld en meetelt in de statistieken.

5.1.3 Gezamenlijke steunregelingen

Twee of meerdere lidstaten kunnen besluiten hun nationale steunregelingen samen te voegen of deels te coördineren. In dat geval kan een hoeveelheid hernieuwbare energie die op het grondgebied van een lidstaat is geproduceerd, worden meegeteld voor het nationaal algemeen streefcijfer van een andere lidstaat. Energie dient in dit geval statistisch te worden overgedragen en er dient een verdeelsleutel tussen de betrokken lidstaten vastgesteld en gecommuniceerd te worden.

5.2 Garanties van Oorsprong

De Richtlijn voor hernieuwbare energie 2018/2001/EU kent één toepassing toe aan de Garanties van Oorsprong (GvO), zijnde het aantonen van het aandeel of de hoeveelheid hernieuwbare energie in de energiemix van een energieleverancier aan de eindafnemer.

In Nederland en in enkele andere lidstaten hebben GvO's ook de toepassing om:

1. te bewijzen dat geleverde energie daadwerkelijk hernieuwbare energie is;
2. stimulering voor hernieuwbare energie te verkrijgen;
3. statistiek mee te faciliteren.

Garanties van oorsprong voor elektriciteit (opgewekt in hoogrendende warmtekrachtkoppeling installaties) worden in Nederland verstrekt door CertiQ, een 100% dochtervennootschap van TSO TenneT. CertiQ rapporteert direct aan TenneT en haar publieke aandeelhouders. Hiervoor stelt CertiQ jaarlijks een jaarplan en jaarverslag op en overlegt periodiek haar resultaten aan de ACM (Autoriteit Consument en Markt) en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Via dit toezicht wordt geborgd dat de Garanties van Oorsprong niet dubbel kunnen worden uitgegeven en de juiste duurzaamheidsinformatie bevatten

Vanaf 2015 worden ook garanties van oorsprong uitgegeven voor warmte (door CertiQ) en ('groen') gas (door Vertogas, dochteronderneming van Gasunie) uit hernieuwbare bronnen. Hiervoor gelden hoofdzakelijk dezelfde voorwaarden als de garanties van oorsprong voor elektriciteit uit hernieuwbare bronnen.

Implementatie van richtlijn 2018/2001/EU vraagt daarnaast om de introductie van een systeem voor garanties van oorsprong voor ander gas uit hernieuwbare bronnen en om het waarborgen dat ook voor de productie van koude uit hernieuwbare bronnen garanties van oorsprong kunnen worden afgegeven. Dit wordt verder beschreven in 5.2.3. en 5.2.4.

5.2.1 Eisen en implementatie

De REDII biedt het Europese wettelijke kader voor GvO's voor elektriciteit, gas en verwarming & koeling uit hernieuwbare bronnen.

Lidstaten zien erop toe dat een GvO wordt afgegeven op verzoek van een producent van hernieuwbare energie. Voor elke geproduceerde eenheid energie mag niet meer dan één GvO worden afgegeven. De lidstaten zien erop toe dat er geen dubbeltellingen zijn voor dezelfde eenheid hernieuwbare energie. Lidstaten kunnen bepalen dat een producent geen steun ontvangt indien hij voor dezelfde eenheid hernieuwbare energie een garantie van oorsprong ontvangt.

De overdracht van GvO's heeft volgens de REDII:

- geen functie bij het bepalen of een lidstaat aan haar bindend nationaal streefcijfer voldoet;
- geen gevolgen voor het besluit om voor het halen van de streefcijfers samenwerkingsmechanismen te gebruiken;
- geen gevolgen voor de berekening van het bruto-eindverbruik van hernieuwbare energie.

5.2.2 Garanties van Oorsprong voor Elektriciteit

Nederland heeft sinds de jaren '90 ervaring met garanties van oorsprong voor elektriciteit. De regels voor de GvO's voor duurzame elektriciteit zijn geïmplementeerd in de 'Regeling garanties van oorsprong voor duurzame elektriciteit' [WJZ nr. WJZ/14198645]. In deze regeling, die berust op de Elektriciteitswet 1998, zijn de vereisten vanuit de REDII geïmplementeerd.

De regeling garanties van oorsprong voor duurzame elektriciteit omvat onder meer een meetprotocol, afspraken over de rollen van betrokken organisaties, en afspraken over het boeken van de garanties van oorsprong. Eigenschappen van de gebruikte biomassa worden ook op de garantie van oorsprong weergegeven.

Maandelijks deelt de garantiebeheerinstantie aan de minister gegevens mee over de hoeveelheden hernieuwbare elektriciteit waarvoor GvO's zijn geboekt en afgeboekt. Daarnaast wordt ook gerapporteerd over de hoeveelheden en soorten duurzame elektriciteit waarvoor GvO's in Nederland zijn ingevoerd en zijn geëxporteerd.

In Nederland is de netbeheerder van het landelijk hoogspanningsnet, Tennet, aangewezen als garantiebeheerinstantie [ET/ED/8013739] voor GvO's voor elektriciteit. Tennet heeft hiervoor een separate organisatie, CertiQ opgezet.

5.2.3 Garanties van oorsprong voor thermische energie

GvO's voor duurzame hernieuwbare warmte worden in Nederland al geruime tijd verstrekt, de REDII biedt hiervoor het internationale wettelijk kader. De grondslag in nationale wetgeving die voor GvO's voor elektriciteit als eerste werd geïntroduceerd, is inmiddels ook voor hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas vastgelegd.

GVO's voor hernieuwbare warmte kunnen gebruikt worden als bewijs middel voor het verkrijgen van subsidie op grond van het Besluit stimulering duurzame energieproductie (SDE-subsidie). Op 1 mei 2013 is door CertiQ het eerste certificaat uitgegeven voor duurzame warmteproductie in Nederland. CertiQ is op dit moment de nationale organisatie die certificaten voor warmte uitgeeft (garantiebeheerorganisatie).

Richtlijn 2018/2001/EU verlangt dat de lidstaten ook GVO's aanbieden voor hernieuwbare koude, dat net als warmte onder 'thermische energie' wordt aangeduid. Hiertoe is de 'Wet implementatie EU- richtlijn hernieuwbare energie en garanties van oorsprong' ontwikkeld. Wanneer deze wet is aangenomen zullen in de toekomst ook GVO's voor hernieuwbare koude kunnen worden aangeboden onder de noemer 'thermische energie'.

5.2.4 Garanties van Oorsprong voor hernieuwbaar gas

De REDII biedt een internationaal wettelijk kader voor GvO's voor gas. Voor gas zijn GvO's geïntroduceerd naar analogie van de GvO's voor elektriciteit, verwarming en koeling. In 2009 is een certificeringssysteem opgezet voor gas uit hernieuw bare bronnen.

De garantiebeheerorganisatie is 'Vertogas'.

Vertogas certificeert biogas (gas geproduceerd uit biomassa) waar mee kan worden aangetoond dat het gas is geproduceerd uit een hernieuwbare bron en is ingevoerd in het gasnet. Een certificaat vertegenwoordigt ook de energiewaarde van het groene gas. Eén certificaat staat voor 1 MWh (op bovenwaarde) energie groen gas. Met ingang van 2015 biedt het certificaat tevens de mogelijkheid om duurzaamheidskenmerken op te nemen, zodat het kan worden ingezet als bewijsmiddel voor het register dat het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer vastlegt (zie hoofdstuk 6). Implementatie van de (vernieuwde) Richtlijn Hernieuwbare Energie introduceerde ook de verplichting om GVO's aan te gaan bieden voor ander gas uit hernieuwbare bronnen zoals waterstof en syngas. Hiertoe is de 'Wet implementatie EU- richtlijn hernieuwbare energie en garanties van oorsprong' ontwikkeld. Wanneer deze wet is aangenomen zullen in

de nabije toekomst ook GVO's voor ander gas worden aangeboden. Voor waterstof mogelijk al in 2022.

5.3 Groene elektriciteitsmarkt

In Nederland bestaat er sinds 2001 een markt voor 'groene elektriciteit' of 'groene stroom'. Het begrip wordt gebruikt om een onderscheid te maken met de gewone elektriciteit, die dan 'grijze stroom' wordt genoemd. In de regeling 'afnemers en monitoring Elektriciteitswet 1998 en gaswet' [WJZ 4043743] is vastgelegd dat energiebedrijven verplicht aan hun klanten communiceren over de brandstofmix van het voorgaande jaar. In het elektriciteitsnet is er fysisch gezien geen verschil tussen groene of grijze elektriciteit. Middels garanties van oorsprong kunnen producenten aantonen dat de hoeveelheid energie door een duurzame energiebron is opgewekt. Leveranciers die hernieuwbare elektriciteit leveren aan een eindverbruiker dienen daarvoor GvO's af te boeken. Consumptie van hernieuwbare elektriciteit is gedefinieerd als de hoeveelheid GvO's die zijn afgeboekt. CertiQ rapporteert over de in Nederland ingevoerde en door Nederland geëxporteerde GvO's. Als eerder gesteld heeft deze rapportage een functie voor de stroometikettering en de consumptie van hernieuwbare energie, maar niet voor de doelrealisatie ten aanzien van de REDII (die zich baseert op de productie van hernieuwbare energie).

6. Berekening aandeel hernieuwbare energie

6.1 Aandeel hernieuwbare energie totaal volgens bruto eindverbruik methode

Het totaal bruto eindverbruik van hernieuwbare energie (de teller) wordt bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 4. Voor de noemer van het aandeel hernieuwbare energie volgens de bruto eindverbruik-methode is in Europees verband afgesproken om uit te gaan van het totaal energetisch eindverbruik van energie zoals gepubliceerd door Eurostat plus het eigen verbruik van elektriciteit en warmte voor opwekking van elektriciteit plus de verliezen bij transport van elektriciteit en warmte. Deze extra termen verklaren het gebruik van het begrip “bruto”. Ze zijn logisch, omdat in de teller ook uitgegaan wordt van de bruto productie van elektriciteit en warmte.

Het energetisch eindverbruik van energie zoals gepubliceerd door Eurostat wijkt af van het verbruik in de nationale energiebalans van het CBS door definitieverschillen. Van belang is dat bij de berekening van het eindverbruik in het kader van de REDII nog steeds wordt uitgegaan van de oude definitie van Eurostat voor het bepalen van de energiebalans zoals deze golden in 2009 bij de eerste versie van de REDII. Gevolg daarvan is dat het internationaal vliegverkeer en de conversieverliezen bij de productie van hoogovensgas uit cokeskolen en cokes meetellen bij eindverbruik, terwijl dat in de huidige energiebalans van Eurostat en de nationale energiebalans van het CBS, beiden samengesteld volgens de uitgangspunten van

de VN handleiding, niet (meer) zo is. Een ander definitieverschil voor eindverbruik in de REDII en de CBS-energiebalans hangt samen met een andere wijze van omgaan met niet verkochte warmte uit warmtekrachtkoppeling (zie ook hoofdstuk 4).

Tot slot is er nog een extra complicatie. Landen met een hoog aandeel vliegverkeer in hun totaal energetisch eindverbruik mogen dat deel van verbruik voor vliegverkeer dat boven een bepaalde grens uitkomt (6,18 % voor de meeste landen), aftrekken van hun totaal energetisch eindverbruik. Nederland heeft relatief veel vliegverkeer en daardoor wordt de noemer nog iets naar beneden in de jaren tot en met 2019. Door de sterke daling van het vliegverkeer in 2020 speelt dit niet meer in 2020.

6.2 Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer

Naast een overall doel voor hernieuwbare energie heeft de Richtlijn Hernieuwbare Energie ook een apart doel voor hernieuwbare energie voor vervoer. Dit is een apart doel waarbij ook in artikel 27 uit de REDII een aantal eigen rekenregels zijn opgenomen. Het doel is 14% hernieuwbare energie voor vervoer in 2030 (artikel 25). Voor zogenaamde geavanceerde biobrandstoffen is er een subdoel van 0,2 procent in 2022, 1 procent in 2025 en 3,5 procent in 2030 (artikel 25). De monitoring van deze doelen maakt onderdeel uit van de jaarlijkse rapportage van het CBS en Eurostat en de tweejaarlijkse vragenlijst van de EC als onderdeel van de REDII.

Geavanceerde biobrandstoffen zijn biobrandstoffen gemaakt uit grondstoffen zoals opgenoemd in Annex IX, deel A van REDII. Dit zijn grondstoffen waarvan het milieutechnisch gunstig is om deze te

gebruiken, maar doorgaans is het relatief lastig en duur om daaruit biobrandstoffen te maken.

In de Richtlijn hernieuwbare energie is de sector vervoer niet expliciet gedefinieerd. Dat betekent dat de definitie van vervoer uit de energiestatistieken leidend is, omdat er in de REDII wordt verwezen naar de verordening van energiestatistieken. Belangrijk is dat energieverbruik door o.a. mobiele werktuigen in de energiestatistieken niet onder vervoer valt en leveringen aan schepen met een bestemming buitenland in principe ook niet.

Voor de noemer van de doelen voor hernieuwbare energie voor vervoer schrijft de REDII voor dat het alleen gaat om leveringen aan weg- en railvervoer. Leveringen aan schepen en vliegtuigen vallen er dus buiten. Het gaat daarbij om de volgende energiedragers: benzine, diesel, vloeibare biobrandstoffen, biogas, elektriciteit, hernieuwbare brandstoffen van niet-biogene oorsprong (bv waterstof) en gerecyclede brandstoffen op basis van koolstof, eigenlijk dus alle denkbare vormen van energie.

Voor de teller geldt het volgende:

- Hernieuwbare energie geleverd aan *alle* sectoren van vervoer (volgens de definitie van de Europese verordening van energiestatistieken) tellen mee. Dat is inclusief nationaal en internationaal vliegverkeer en scheepvaart met binnenlandse bestemming, maar exclusief leveringen aan schepen die naar het buitenland varen. Dit is dus anders dan bij de noemer.
- Alleen biobrandstoffen geleverd aan de Nederlandse markt voor vervoer waarbij de duurzaamheid is aangetoond.

- Biobrandstoffen tellen dubbel, indien is aangetoond dat deze zijn gemaakt uit geavanceerde biobrandstoffen of (deel B, van Annex IX) gebruikte frituurolie en bepaalde dierlijke vetten. Voor de biobrandstoffen uit deel B, Annex IX geldt daarentegen wel een limiet van 1,7% van totaal energie voor vervoer.
- Biogas voor zover geleverd aan de vervoerssector telt ook mee. Dit kan op drie manieren: (i) via directe levering van biogas (zonder opwerking tot aardgas) aan vervoer, (ii) via administratieve vergroening van aardgas geleverd aan vervoer vanuit het gasnet via een Garantie van Oorsprong uit binnenland of buitenland en (iii) via de totale leveringen van aardgas aan vervoer maal het fysieke aandeel groen gas in het aardgasnet gecorrigeerd voor administratieve allocaties.
- Er loopt op Europees vlak nog discussie over hoe gerekend moet worden met methanol gemaakt uit administratief vergroend aardgas.
- Leveringen van biobrandstoffen uit voedselgewassen zijn aan een maximum gebonden wat gelijk is aan het aandeel biobrandstoffen uit voedselgewassen in 2020 plus 1 procentpunt. Voor Nederland is dit maximum (1,8 + 1=2,8 procent). De 1,8 % is het aandeel biobrandstoffen uit voedselgewassen in 2020 zoals afgeleid in SHARES₂₀₂₀.
- Biobrandstoffen geleverd aan luchtvaart en de maritieme sector tellen zwaarder mee, mits niet gemaakt uit voedselgewassen. Over de preciezer interpretatie van de rekenregels en de definitie van de maritieme sector loopt nog discussie op Europees niveau.
- De hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit voor vervoer wordt berekend als de totale levering van elektriciteit aan vervoer maal het aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het betref-

- fende verslagjaar in het betreffende land. Aanvullend telt elektriciteit geleverd via een directe lijn vanaf een productie installatie voor hernieuwbare elektriciteit aan (weg) vervoer als 100% hernieuwbaar.
- Hernieuwbare elektriciteit geleverd aan wegvervoer wordt vermenigvuldigd met een factor 4 en leveringen aan railvervoer met een factor 1,5.
 - De hoeveelheid hernieuwbare brandstof van niet biogene oorsprong gemaakt uit elektriciteit wordt berekend uit de totale hoeveelheid geproduceerde brandstof maal het percentage hernieuwbare elektriciteit in het land van productie twee jaar voor het verslagjaar. Onder bepaalde, door de Europese Commissie nog nader uit te werken voorwaarden kan gerekend worden met 100% hernieuwbare elektriciteit.

In de nationale wet wordt de Europese verplichting vertaald in een verplichting voor brandstofleveranciers om hernieuwbare energie te leveren. Daarbij worden in principe de Europese regels gevolgd, maar er zijn wel een paar afwijkingen:

- In nationale wetgeving wordt de verplichting opgelegd voor alle belaste leveringen van benzine en diesel en zware stookolie (dus niet voor elektriciteit, aardgas en LPG). Ook de leveringen van diesel en mobiele werktuigen vallen dus onder de verplichting. Deze invulling is praktisch vanwege de aansluiting met de accijnswetgeving en zorgt ook voor het gebruik van hernieuwbare energie in mobiele werktuigen welke binnen de REDII vallen onder de sector warmte.
- In nationale wetgeving hebben bedrijven de flexibiliteit om het ene jaar wat meer te doen en extra inspanning door de te schuiven

naar een volgend verslagjaar. Voor de Europese rapportages telt de fysieke prestatie in een bepaald verslagjaar.

- In nationale wetgeving is voornamelijk het vergroenen van aardgas alleen mogelijk met garanties van oorsprong van in Nederland ingevoerd groen gas.
- Leveringen aan railvervoer tellen niet mee.

6.3 Aandeel hernieuwbare elektriciteit

Het aandeel hernieuwbare elektriciteit in het kader van de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie is gedefinieerd als de bruto binnenlandse productie gedeeld door het totale elektriciteitsverbruik. Daarbij wordt voor wind en waterkracht de normalisatie toegepast zoals beschreven in hoofdstuk 4 en levert groen gas een bijdrage die gelijk is aan de totale elektriciteitsproductie uit aardgas maal de invoeding van groen gas in het aardgasnet (gecorrigeerd voor administratieve allocatie) gedeeld door het totale verbruik van aardgas. Het totale elektriciteitsverbruik wordt berekend als de bruto productie plus het invoersaldo. Elektriciteit die wordt gebruikt om hernieuwbare brandstoffen van niet biogene oorsprong te maken (bv waterstof) telt niet mee in de teller en noemer voor de berekening van het aandeel hernieuwbare elektriciteit.

6.4 Aandeel hernieuwbare warmte

De teller voor het aandeel hernieuwbare warmte in het kader van de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie is gedefinieerd als het energetisch eindverbruik van hernieuwbare energie buiten de sector vervoer plus de productie van verkochte warmte. Daarbij zijn definities uit de Europese energiestatistieken leidend. Belangrijk verschil met de

nationale energiestatistieken is de behandeling van niet-verkochte warmte uit warmtekrachtkoppeling. Deze is onderdeel van het energetisch eindverbruik zoals beschreven in hoofdstuk 4.

De noemer van het aandeel hernieuwbare warmte is gelijk aan het totale energetisch eindverbruik van energie (exclusief elektriciteit) buiten de vervoersector. Analoog aan 6.3 komt daar dan nog bij het eigen verbruik van warmte voor elektriciteit en de verliezen bij transport van warmte.

Nieuw in REDII is dat ook hernieuwbare koude mee mag tellen. Voor het berekenen van hernieuwbare koude heeft de Europese Commissie een richtsnoer gepubliceerd eind 2021, maar deze is nog niet definitief en het is ook niet duidelijk hoe we deze in Nederland toe willen gaan passen.

Ook nieuw in REDII is de mogelijkheid van het meetellen van restwarmte. Hoe de berekening van restwarmte precies geïmplementeerd gaat worden is ook nog onduidelijk.

6.5 Aandeel hernieuwbare energie volgens substitutiemethode

De teller van het aandeel hernieuwbare energie volgens de substitutiemethode wordt beschreven in Bijlage 1.

De noemer wordt als volgt berekend:

Noemer = totaal primair verbruik – bijdrage hernieuwbaar aantotaal primair energieverbruik + totaal vermeden verbruik van fossiele energie door verbruik primaire energie.

Op het eerste gezicht lijkt totaal primair verbruik als noemer afdoende. Dit leidt echter tot ongewenste effecten bij grotere bijdragen van hernieuwbare energie uit wind. Een voorbeeld is elektriciteitsproductie uit windenergie. Hier geldt dat 1 GJ elektriciteit via de substitutiemethode leidt tot ongeveer 2,1 GJ vermeden fossiel aan hernieuwbaar. Op de energiebalans (dus in het totaal primair verbruik) echter staat dezelfde elektriciteit maar voor 1 GJ. Door de energiebalans hiervoor te corrigeren kan dit verschil worden verrekend. Zonder deze correctie zou het percentage hernieuwbare energie boven de 100 uit kunnen komen.

Bijlage 1: Berekeningen vermeden en primair energieverbruik

Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven zijn de methoden voor het berekenen van het vermeden fossiele energieverbruik en het primair energieverbruik niet leidend in dit protocol. Dat is de bruto-eindverbruikmethode, welke gebruikt wordt voor het meten van de realisatie van de doelstellingen in het kader van de REDII. Wel blijven de andere twee methoden relevant, omdat ze antwoord geven op belangrijke vragen als hoeveel verbruik van fossiele energie en emissies van CO₂ worden vermeden door het verbruik van hernieuwbare energie. In deze bijlage zijn daarom de genoemde methodieken beschreven.

A. Berekenen van Vermeden verbruik en -emissies (Substitutiemethode)

Om de bijdrage van energie uit hernieuwbare bronnen te kunnen vergelijken kan deze worden teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de vervangen conventionele bron: het vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Hiervoor is de substitutiemethode ontwikkeld. Onderstaand is deze methodiek voor elektriciteit, warmte, biobrandstoffen voor vervoer en groen gas uitgewerkt.

Elektriciteit

Het verbruik van hernieuwbare elektriciteit is gedefinieerd als de binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit. Door de productie van hernieuwbare elektriciteit hoeft er minder fossiele (en nucleaire) primaire energie gebruikt te worden om elektriciteit te maken en daarom zijn er ook minder emissies van CO₂ uit verbranding van fossiele brandstoffen. Elektriciteit kan op een heleboel manieren gemaakt worden uit niet-hernieuwbare bronnen, bijv. kolencentrales, gascentrales of decentrale warmtekrachtkoppeling (WKK) op aardgas. Het is lastig om te bepalen welke niet-hernieuwbare energiebronnen minder gebruikt worden door de productie van hernieuwbare elektriciteit. Het antwoord op deze vraag hangt af van de tijdschaal en kan ook van jaar tot jaar verschillen. Vergelijkbare vragen spelen bij de beoordelen van besparing op het eindverbruik van elektriciteit en door toepassing van warmtekrachtkoppeling.

Harmelink et al, (2012) gaan uitgebreid in op de dilemma's die hierbij spelen en stellen voor om voor de berekening van het vermeden verbruik van primaire energie en de vermeden emissies van CO₂ door de productie van hernieuwbare elektriciteit uit te gaan van een referentiepark bestaande uit de centrale elektriciteitsproductie-installaties, uitgezonderd die installaties die veel warmte produceren. In dit Protocol volgen we deze zogenaamde marginale methode van Harmelink et al. (2012). In de tabel staan de gegevens t/m 2020.

Jaar	Elektrisch rendement	CO ₂ -emissiefactor
	%	kg/GJ primaire energie
1990	37,4	71,5
2000	39,7	71,3
2005	39,9	68,9
2010	42,3	67,4
2015	41,4	77,9
2018	45,4	70,7
2019	46,9	64,0
2020	48,0	56,7

Tablel Elektrisch rendement en CO₂-emissiefactor. Bron: [Rendementen, CO₂-emissie elektriciteitsproductie, 2020 \(cbs.nl\)](#)

De marginale methode van Harmelink et al. (2012) gaat uit van de netto productie van hernieuwbare elektriciteit op een locatie waar deze niet verbruikt wordt. Bij de referentie is uitgegaan van het rendement van de grote fossiele centrales, omdat hernieuwbare energie voorrang heeft op het net. Hernieuwbare energie vervangt dus energieopwekking uit fossiele bronnen. Het CBS rapporteert jaarlijks de meest recente gegevens over het rendement en de CO₂-uitstoot van de elektriciteitsproductie.

Getallen voorbeeld:

De productie van hernieuwbare elektriciteit door windmolens is gelijk aan 10 PJ. Het rendement van de referentie is 48,0 procent en de CO₂ emissies van de referentie is gelijk aan 56,7 kg per GJ primaire energie. Het vermeden verbruik van primaire energie is $10/48,0 \cdot 100 = 20,8$ PJ. De vermeden emissies van CO₂ zijn gelijk aan 20,8 PJ maal 56,7 kg CO₂ per GJ = 1.181 miljoen kg CO₂.

Warmte

Voor warmte geldt voor de referentietechniek de opwekking van warmte met aardgas. Een complicatie is dat de substitutiemethode uitgaat van de productie van nuttige warmte (output), terwijl de REDII uitgaat van het bruto eindgebruik.

Dat is in veel gevallen de input van hernieuwbare energie. Bij biomassa is dat bijvoorbeeld de hoeveelheid energie van het verstookte hout. De substitutiemethode gaat uit van de nuttige geproduceerde warmte en de hoeveelheid aardgas die nodig zou zijn om die warmte te leveren. Dus als 1 GJ aan hout 0,85 GJ aan warmte oplevert in een grote houtketel, welke een gasketel met een rendement

van 90 procent vervangt, dan is volgens de substitutiemethode hiervoor 0,94 GJ aan aardgas bespaard. De CO₂-besparing volgt dan uit dit aardgasgebruik. De uitstoot van aardgas wordt jaarlijks gerapporteerd door het National Inventory Entity. Voor 2021 is de uitstoot bepaald op 56,4 kg/GJ (Staatscourant 2021, 3987 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen (officielebekendmakingen.nl)). De verbrandingswaarde van aardgas is 31,65 MJ/Nm³. De uitstoot aardgas komt daarmee op 1,78 kg/Nm³.

Opmerkingen:

- Bij omgevingsenergie (bodemenenergie en buitenluchtwarmte) volgt de geleverde warmte uit Q_{usable} van de formule voor warmtepompen.

Zie hiervoor 4.4. Bij het gebruik van warmtepompen is het belangrijk dat het verbruik van fossiele energie gerelateerd aan het elektriciteits- en gasverbruik van de warmtepompen wordt verdisconteerd. Voor elektriciteit wordt daarbij gebruik gemaakt van de referentie zoals hiervoor beschreven.

- Bij houtkachels voor huishoudens is het rendement afhankelijk van het type houtkachel en de leeftijd van de kachel. TNO berekent jaarlijkse de gemiddelde rendementen voor drie typen kachels: open haarden, inzethaarden en vrijstaande kachels (Visschedijk, A.J.H. en Dröge, R. (2020), Aanpassing houtkachelmodel ten behoeve van monitoring en prognoses van emissies uit huishoudelijke houtkachels). De substitutiefactoren voor de CV- ketels zijn gebaseerd op de warmteregeling.¹²

Techniek	Berekening productie van nuttige warmte	Referentie techniek	Substitutie factor
Zonnewarmte warm tapwater	0,7 * eindverbruik van zonnewarmte	CV-ketel	0,68
Zonnewarmte overig	0,7* eindverbruik van zonnewarmte	CV-ketel	0,94
Diepe bodemenenergie (Geothermie)	= eindverbruik van diepe bodemenenergie	Gasketel met 90% rendement	0,9
Bodemenenergie	Qusable	CV-ketel	0,94
Buitenluchtwarmte	Qusable	CV-ketel	0,94
Warmte uit AVI's	= warmteproductie	Gas	0,9
Houtkachels bij huishoudens	= verbruik van biomassa * (variabel) rendement	Gas	0,94
Warmteketels voor vaste of vloeibare biomassa bij bedrijven	= verbruik biomassa * 0,85	Gas	0,9
Warmteketel voor biogas	= 0,9 * verbruik biogas	Gas	0,9
Wkk-warmte uit vaste, vloeibare of gasvormige biomassa	= warmteproductie	Gas	0,9

In bovenstaande tabel staan de gegevens opgenomen voor de berekeningen

Biobrandstoffen voor vervoer

Het gebruik van biobrandstoffen voor vervoer vermijdt het gebruik van fossiele brandstoffen en de daarbij behorende CO₂-emissies. Echter bij de productie van biobrandstoffen kunnen veel emissies ontstaan van CO₂ en andere broeikasgassen. Daarom is het voor de berekening van de vermeden emissies van broeikasgassen door biobrandstoffen noodzakelijk om de hele levenscyclus van biobrandstoffen te vergelijken met de levenscyclus van fossiele biobrandstoffen. Een dergelijke analyse wordt levenscyclus analyse (LCA) genoemd.

¹² Zie <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0033862¶graaf=2&sub-paragraaf=2.2&artikel=3&z=2020-01-01&g=2020-01-01>

Jaarlijks rapporteren bedrijven aan de Nederlandse Emissieautoriteit hoeveel duurzame biobrandstoffen zij in Nederland op de markt brengen om te voldoen aan de verplichting uit de wet Hernieuwbare Energie voor Vervoer. Voor deze biobrandstoffen rapporteren zij ook de emissies van broeikasgassen in termen van CO₂-equivalenten. Deze emissies zijn daarbij berekend volgens de methode uit de REDII. Op basis van deze informatie is uit te rekenen wat de emissies zijn van broeikasgassen per joule op de markt gebrachte biobenzine, c.q. biodiesel.

Om de vermeden emissies door het gebruik van biobrandstoffen te berekenen is het nodig om referentiewaarden vast te stellen voor de emissies van fossiele benzine en diesel. Voor deze referentie maken we gebruik van de waarde 94 g CO₂ eq. per MJ uit bijlage V, punt 19 van REDII. In de EU Fuel Quality Directive worden iets andere waarden gehanteerd (95,1 voor fossiele diesel en 93,3 voor fossiele benzine), welke de NEa gebruikt in haar rapportages.

De totale vermeden emissies van broeikasgassen zijn vervolgens berekend door de hoeveelheid op de markt gebrachte biobrandstoffen zoals beschreven in paragraaf 4.6.7 te vermenigvuldigen met het verschil tussen de emissies van biobrandstoffen per joule en de fossiele referentie per joule.

Getallen voorbeeld

Uit gegevens van bedrijven verzameld door de NEa blijkt dat de broeikasgasemissies van op de markt gebrachte duurzame biobenzine in een bepaald jaar gelijk is 25 kg per GJ. Uit de energiestatistieken volgt dat er dat jaar 5 PJ duurzame biobenzine op de markt is gebracht.

Een fossiele GJ benzine gaat gepaard met een emissie van 94 kg CO₂-equivalenten. De vermeden emissie per GJ is dan 94 - 25 = 69 kg CO₂. De totale vermeden emissie van broeikasgassen is dan 5 PJ maal 69 kg per GJ = 345 miljoen kg.

Groen Gas

Bij de productie van groen gas is er sprake van het uitsparen van elektriciteit, warmte of aardgas. Voor de substitutiemethode wordt gekeken naar de nuttige warmte en niet zoals bij de REDII-methode naar het finaal eindverbruik. Aangezien groen gas meestal direct op het net wordt ingevoerd, is er in die gevallen sprake van 1 op 1 substitutie van aardgas. Er wordt dus evenveel aardgas uitgespaard als er groen gas wordt ingevoerd. Voor elektriciteit wordt de nationale referentie die jaarlijks wordt berekend gebruikt. Voor warmte is de referentiewaarde 90%. Voor emissiereductie worden de waarden voor aardgas (net-invoeding en warmte) en elektriciteit gebruikt.

Getallen voorbeeld

Een installatie produceert 100 TJ biogas. Hiervan wordt 10 TJ verbruikt in een warmteketel en 50 TJ gaat in een WKK, die 15 TJ aan elektriciteit produceert en 5 TJ aan warmte die extern wordt verkocht en 5 TJ aan warmte die intern wordt verbruikt. De overige 40 TJ wordt opgewerkt tot 40 TJ gas op aardgaskwaliteit en ingevoerd in het gasnet.

Vermeden fossiel

15 TJ el / 48,0% + 10 TJ warmte / 90% + 40 TJ gas = 82 TJ

Vermeden emissie

$15 \text{ TJ el} / 48,0\% * 56,7 \text{ ton/TJ} + 10 \text{ TJ/90\%} * 56,4 \text{ ton/TJ} + 40 \text{ TJ/90\%} * 56,4 \text{ ton/TJ} = 4.905 \text{ ton}$

Aandeel hernieuwbare energie volgens substitutiemethode

De teller van het aandeel hernieuwbare energie volgens de substitutiemethode is in de onderdelen hiervoor beschreven.

De noemer wordt als volgt berekend:

Noemer = totaal primair verbruik – bijdrage hernieuwbaar aan totaal primair energieverbruik + totaal vermeden verbruik van fossiele energie door verbruik primaire energie

Op het eerste gezicht lijkt totaal primair verbruik als noemer afdoende. Dit leidt echter tot ongewenste effecten bij grotere bijdragen van hernieuwbare energie uit wind. Een voorbeeld is elektriciteitsproductie uit windenergie. Hier geldt dat 1 GJ elektriciteit via de substitutiemethode leidt tot ongeveer 2,5 GJ vermeden fossiel aan hernieuwbaar. Op de energiebalans (dus in het totaal primair verbruik) echter staat dezelfde elektriciteit maar voor 1 GJ. Door de energiebalans hiervoor te corrigeren kan dit verschil worden verrekend. Zonder deze correctie zou het percentage hernieuwbare energie boven de 100 uit kunnen komen.

B. Berekenen van primair energieverbruik

Primaire energie is de energie die beschikbaar is voor nuttig gebruik direct na de winning. Het meetmoment ligt doorgaans op het eerste moment dat de energiedrager verhandeld wordt of verhandeld zou kunnen worden met energie als meest voor de hand liggende toepassing. Bekende voorbeelden zijn ruwe aardolie, aardgas en steenkool.

In traditionele energiestatistieken is primaire energie een veelgebruikte maat. Als men spreekt van het energieverbruik van een land bedoelt men doorgaans het primaire energieverbruik van een land. Het beschrijven van energieverbruik in primaire termen is nuttig, omdat het directe relatie heeft met de vaak schaarse bronnen. Ook is er een sterk verband tussen het primair energieverbruik en de emissie van CO₂.

Ook hernieuwbare energie wordt voor de nationale en internationale energiebalansen in primaire energie uitgedrukt.

Het primair energieverbruik is gelijk aan de primaire productie, plus import minus de export, minus de bunkers (verbruik voor internationaal transport over water en soms lucht), plus het onttrekkingsaldo van de voorraden. Het definiëren van de primaire productie is vaak niet triviaal voor hernieuwbare energie. Daarom wordt vooral daaraan hieronder aandacht besteed. Uitgangspunt zijn in principe de definities die gebruikt worden in de internationale energiestatistieken van Eurostat en IEA. Het primair verbruik is per definitie gelijk aan het verbruik(saldo) voor omzettingen plus het finaal verbruik. Het primair verbruik kan dus vanuit de aanbodzijde en vanuit de vraagzijde berekend worden.

Waterkracht, windenergie, zonne-energie voor zonnestroom

Bij deze vormen van hernieuwbare energie gaat het voor de primaire energie om de elektriciteitsproductie uit waterkracht, windenergie en zon. Daarbij wordt geen normalisatie toegepast om te corrigeren voor het weer. Dit is in tegenstelling tot het eindverbruik volgens de REDII waar voor wind en waterkracht wel wordt genormaliseerd. Waterkracht, windenergie en zonne-energie voor zonnestroom worden voor nationale en internationale energiebalansen per definitie direct met een rendement van 100 procent omgezet in elektriciteit. Ze kunnen dus niet worden geïmporteerd en geëxporteerd. Het primair verbruik is dus altijd gelijk aan de primaire productie.

Zonnewarmte

De primaire productie van zonnewarmte is gelijk aan de beschikbare warmte voor het medium dat de warmte transporteert (vaak water, soms lucht) minus de optische verliezen en de verliezen in de collector (IEA en Eurostat, 2004). Zonnewarmte kan niet worden geïmporteerd of geëxporteerd. Het primair verbruik is dus gelijk aan de primaire productie. Doorgaans wordt het ook niet omgezet in andere energiedragers en het finale energieverbruik is dan gelijk aan het primaire energieverbruik.

In Nederland zijn er enkele projecten waarbij zonnewarmte wordt geleverd aan stadsverwarming. Dat is dan volgens definities van energiebalansen een omzetting van zonnewarmte in afgeleide (secondaire) warmte. De totale omvang van de betrokken projecten is echter zo klein dat dit in de energiestatistieken niet apart wordt opgenomen. In Nederland nemen we daarom aan dat alle zonnewarmte direct finaal wordt verbruikt.

Aardwarmte

Volgens definities in internationale energiebalansen is aardwarmte energie die afkomstig is van het binnenste van de aarde. Net als bij zonnearmte kan aardwarmte niet worden geïmporteerd en geëxporteerd. Het primair verbruik is dus gelijk aan de primaire productie. Bij winning van aardwarmte wordt doorgaans warm water uit de bodem opgepompt. Vervolgens wordt via warmtewisselaars warmte uit dit warme water onttrokken en daarna wordt het afgekoelde water op een andere plek weer teruggepompt in de bodem. De primaire energieproductie is gedefinieerd als de energie van de vloeistof of stoom die uit de aarde wordt onttrokken minus de energie in de vloeistof of stoom die weer wordt terug gestopt. In Nederland wordt tot op heden alle aardwarmte direct gebruikt in de sector die het heeft gewonnen (landbouw). We nemen daarbij aan dat het finale verbruik gelijk is aan het primaire verbruik.

Omgevingsenergie benut door warmtepompen

Bij omgevingsenergie benut door warmtepompen telt de onttrokken hoeveelheid energie uit de omgeving als primair verbruik. Dat is hetzelfde als het bruto eindverbruik. Dit is anders dan het vorige Protocol toen deze vorm van energie nog niet meetelde in de nationale en internationale energiebalansen. Overigens telt IEA omgevingsenergie nog niet mee in de standaard energiebalans. Europa gaat hierin wat sneller dan de andere lidstaten van het IEA.

Energie uit biomassa

De meeste biomassa wordt niet als energie gebruikt, maar voor andere toepassingen zoals voeding, meubels of constructie. Biomassa wordt daarom pas geteld als energiedrager op het

moment dat duidelijk wordt, dat het als energie gebruikt gaat worden. Hieronder wordt dit verder uitgewerkt.

Meestoken van biomassa

Het primair energieverbruik gerelateerd aan het meestoken van biomassa is gelijk aan de inzet van biomassa in centrales.

Brandhout voor houtkachels en hout warmteketels

Dit hout wordt niet omgezet in andere energiedragers. Het primair verbruik is dus per definitie gelijk aan het finaal verbruik. Dit is de energie van het hout dat de kachels en ketels in gaat. Rendement van deze kachels en ketels is daarbij niet van belang.

Hernieuwbare fractie van afval voor afvalverbrandingsinstallaties
Hier gaat het om de energie van het afval dat de afvalverbrandingsinstallaties in gaat, en dan het hernieuwbare deel.

Biogas

De grondstoffen voor de productie van biogas (zoals mest, zuiveringsslib, GFT of mais) tellen nog niet als energie. De primaire energieproductie is gelijk aan de productie van ruw biogas. Biogas wordt niet geïmporteerd of geëxporteerd. Het primair verbruik is dus gelijk aan de primaire productie.

Biobenzine en biodiesel

De grondstoffen voor de productie van biobrandstoffen (zoals gebruikte frituurolie of graan) tellen nog niet als energie. De primaire energieproductie is gelijk aan de productie van biobrandstoffen.

Internationale handel en voorraadmutaties zijn belangrijk voor biobenzine en biodiesel. Het primair verbruik is dus niet gelijk aan de primaire productie.

Biobenzine en biodiesel worden niet omgezet in andere energiedragers. In de praktijk bepaalt het CBS het primair verbruik van biobenzine en biodiesel daarom als het finaal verbruik van deze brandstoffen, wat, net als voor gewone benzine en diesel voor wegverkeer, gelijk is aan de leveringen aan de Nederlandse pompen.

Biobenzine en biodiesel worden doorgaans geleverd in bijgemengde vorm.

Er is nog wel een verschil tussen de nationale Energiebalans en de internationale energiebalans. In de nationale energiebalans is het om technische redenen nog niet mogelijk om bijgemengde biobrandstoffen op te nemen. Het bijmengen zelf is wel onderdeel van de energiebalans: namelijk als inzet voor brandstofomzetting. Voor de nationale energiebalans is het primair energieverbruik dus gelijk aan het bijmengen van biobrandstoffen. Het bijmengen van biobrandstoffen is niet gelijk aan de marktleveringen, omdat bijgemengde biobrandstoffen ook geïmporteerd en geëxporteerd worden.

Bijlage 2: Factsheets

Waterkracht	Afkorting	Eenheden en formules
geïnstalleerd vermogen	C	In MW
kental vollasturen	V	2.700 h/jr
elektriciteitsproductie in jaar i	Eei of $E_{ei} = C \cdot V$	in GWh d.m.v. meting (monitoring): d.m.v. berekening (toekomstig project) $MWh/jr = \text{opgesteld vermogen (MW)} \cdot \text{kental vollasturen (h/jr)}$
referentiejaar	N	
genormaliseerde elektriciteit in jaar N	$EN(\text{norm}) = 3,6 \cdot CN^*$ $\left[\sum_{i=N-14}^N \frac{E_{e,i}}{C_i} \right] / 15$	in GWh $3,6 \cdot \text{geïnstalleerd vermogen (MW)} \cdot \text{normalisatiefactor (GWh/MW)}$ (het gemiddelde van 15 jaar opgewekte elektriciteit in jaar i GWh)/ geïnstalleerd vermogen in jaar i MW)
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik bruto eindverbruik in 2018	$E_{be} = 3,6 \cdot EN(\text{norm}) = 3,6 \cdot CN^*$ $\left[\sum_{i=N-14}^N \frac{E_{e,i}}{C_i} \right] / 15$	bruto eindverbruik (TJ) = $3,6 \cdot \text{genormaliseerde elektriciteit (GWh)} = 3,6 \cdot \text{geïnstalleerd vermogen (MW)} \cdot \text{normalisatiefactor (GWh/MW)}$ (het gemiddelde van 15 jaar opgewekte elektriciteit in jaar i GWh)/ geïnstalleerd vermogen in jaar i MW)
	N	referentiejaar
	EN(norm)	genormaliseerde elektriciteit in jaar N in GWh
	Eei	elektriciteitsproductie in jaar i in GWh
	Ci	totaal geïnstalleerd vermogen in MW

Voorbeeld voor 2020	C2022 = C2018 t/m C2022	37 MW
	Ee2008	100 GWh
	Ee2009	88 GWh
	Ee2010	80 GWh
	Ee2011	92 GWh
	Ee2012	112 GWh
	Ee2013	90 GWh
	Ee2014	142 GWh
	Ee2015	117 GWh
	Ee2016	110 GWh
	Ee2017	72 GWh
	Ee2018	95 GWh
	Ee2019	88 GWh
	Ee2020	105 GWh
	Ee2021	107 GWh
	Ee2022	102 GWh
	Ebe	$3,6 * 37MW * 40,54 \text{ GWh/MW} / 15 = 360 \text{ TJ}$

Windenergie (op land)	Afkorting	Eenheden en formules
Referentiejaar	N	
Opgesteld vermogen op land aan het eind van jaar j	CLj	MW
Elektriciteitsproductie op land in jaar i	ELei	in GWh d.m.v. meting (monitoring)
	n	4
Genormaliseerde elektriciteitsproductie op land in jaar N	ELN(norm)	Gemiddeld geïnstalleerd vermogen (MW) * som van 5 jaar geproduceerde elektriciteit (GWh) / som van 5 jaar gemiddeld geïnstalleerd vermogen (MW)

Getallenvoorbeeld genormaliseerde elektriciteitsproductie op land referentiejaar N=2020

	CL2016 CL2017 CL2018 CL2019 CL2020	3300 MW 3245 MW 3436 MW 3527 MW 4159 MW
	ELe2016 ELe2017 ELe2018 ELe2019 ELe2020	5901 GWh 6869 GWh 6918 GWh 7935 GWh 9856 GWh
	EL2020(norm)	$3843 \text{ MW} * 37480 \text{ GWh} / 17105 \text{ MW} = 8421 \text{ GWh}$

Windenergie (op zee)	Afkorting	Eenheden en formules
Referentiejaar	N	
Opgesteld vermogen op zee aan het eind van jaar j	CZj	MW
Elektriciteitsproductie op zee in jaar i	EZei	in GWh d.m.v. meting (monitoring)
	n	4
Genormaliseerde elektriciteitsproductie op zee in jaar N	EZN(norm)	Gemiddeld geïnstalleerd vermogen (MW) * som van 5 jaar geproduceerde elektriciteit (GWh) / som van 5 jaar gemiddeld geïnstalleerd vermogen (MW)

Getallenvoorbeeld genormaliseerde elektriciteitsproductie op zee referentiejaar N=2020

	CZ2016 CZ2017 CZ2018 CZ2019 CZ2020	957 MW 957 MW 957 MW 957 MW 2460 MW
	EZe2016 EZe2017 EZe2018 EZe2019 EZe2020	2269 GWh 3700 GWh 3630 GWh 3573 GWh 5484 GWh
	EZ2020(norm)	1708 MW * 18655 GWh / 5236 MW = 6086 GWh

Zonnestroom	Afkorting	Eenheden en formules
opgesteld vermogen	C	kWp
kental vollasturen	V	875 kWh/kWp
Gemiddelde globale straling 1981 t/m 2010	Ggemm	368.378 J/cm ²
Daadwerkelijke straling	G	J/cm ²
elektriciteitsproductie	Ee of Ee= C*V*G/Ggemm	meting (monitoring): in kWh/jr berekening : opgesteld vermogen (kWp) * kental vollasturen (kwh/kWp)
Voorbeeld voor project		
opgesteld vermogen	C	1 kW
Daadwerkelijke straling	G	390.000 J/cm ²
vollasturen	V	875 kWh/kWpr
elektriciteitsproductie	Ee = C*V*G/Ggemm	1 kW *875 kWh/kWp * 390.000/368.378 = 926 kWh/jr

Zonnewarmte	Afkorting	Eenheden en formules
Opgesteld vermogen	P	kW m ²
Opgesteld collector-oppervlak	A	P= 0,7[kw/m ²] * A
Formule	E	GJ: Jaarlijkse productie zonnewarmte E = C * P [kW] * Gopt [GJ/kW]
Instraling in Nederland onder optimale condities	Gopt	4,28 GJ/m ² /jaar
Omrekenfactor	C	Constante zie tabel [m ² /kW]
Zonneboiler warmtapwater	C	0,63
Groot zonthermisch systeem	C	0,63
Solar Combisysteem	C	0,47
Onafgedekte systemen	C	0,42
Voorbeeld voor project		
Geïnstalleerd collector-oppervlak aan huishoudelijkzonneboilers voor warm tapwater	A	1000
Geïnstalleerd vermogen	P	700 kW
Productie hernieuwbare energie	E	= 0,63 * 700 [kW] * 4,28 [GJ/kW] = 1887 GJ

Aardwarmte via geothermie	Afkorting	Eenheden en formules
capaciteit	P	kWth
Jaarproductie Warmte geleverd door de bron	E	GJ (of TJ) Meestal wordt de productie gemeten
Als de energieproductie bepaald moet worden kunnen de volgende formules gebruikt worden.		
Massastroom water	m	kg/hr
Soortelijke warmte water	c	kJ/kg.°C
Temperatuur warme bron (maaiveld)	Tw	°C
Temperatuur koude bron (maaiveld)	TK	°C
Warmteproductie (MJ/jr)	$Qg = m * c * (Tw - Tk) * Vr$	massastroom water (kg/hr) * soortelijke warmte (kJ/kg.°C) * temperatuurverschil (°C) * aantal vollasturen (h/jr)

Bodem-energie benut door warmte pompen	Afkorting	Eenheden en formules
Productie hernieuwbare energie	E	GJ
Formule hernieuwbare energieproductie		$E = Q_{usable} * (1 - 1/SPF)$
Geïnstalleerd vermogen warmtepomp	P	kW
Warmteproductie van de warmtepomp	Qusable	$Q_{usable} = H * P * 3,6 \text{ MJ}$
Vollasturen	H	Zie tabel 4.3.2
Seasonal performance factor	SPF	Zie tabel 4.3.2

Voorbeeld grote lucht-water warmtepomp met de bodem als bron		
Geïnstalleerd vermogen	P	100 kW
Vollasturen volgens tabel 4.3.2 voor een bodemwaterwarmtepomp	H	1100 uur
Seasonal performance	SPF	4,0
Warmteproductie	Qusable	$= 100 \text{ [kW]} * 1100 \text{ [uur]} * 3,6 \text{ [MJ/kWh]} = 396 \text{ GJ}$
Productie hernieuwbare energie	E	$Q_{usable} * (1 - 1/SPF) = 396 * (1 - 1/4,0) = 297 \text{ GJ}$

Bio-Energie - Verbranding afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)	Afkorting	Eenheden en formules
warmteproductie	Q	TJ/jr
bruto elektriciteitsproductie	Ebruto	GWh/jr
aandeel hernieuwbare energie	h	%
verbruik aan fossiele brandstof als hulpenergie.	Ahulp	TJ/jr dit is meestal gasgebruik.
Energie-inhoud Afval (Brandstof)	B	TJ/jr
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{be} = ([Q + (E_{bruto} * 3,6)] * B / (B + A_{hulp}) * h$	(warmteproductie (TJ/jr) + bruto elektriciteitsproductie (GWh/jr) * conversiefactor (TJ/GWh)) * Brandstof (TJ) / (Brandstof (TJ) + hulpenergie (TJ)) * aandeel hernieuwbaar (%)
Voorbeeld voor AVI		
energie-inhoud afval	B	5000 TJ
verbruik aan fossiele brandstof als hulpenergie.	Ahulp	100 TJ/jr
Warmteproductie	Q	320 TJ/jr
bruto elektriciteitsproductie	Ebruto	440 GWh/jr
percentage hernieuwbaar	h	56%
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{prim} = [Q + E_{bruto} * 3,6] * B / (B + A_{hulp}) * h$	$(320 \text{ TJ/jr} + (440 \text{ GWh/jr} * 3,6 \text{ TJ/GWh}) * 5000 \text{ TJ} / (5000 \text{ TJ} + 100 \text{ TJ}) * 56\% = 1045 \text{ TJ}$

Bio-Energie - Kleinschalige verbranding (alleen warmte)	Afkorting	Eenheden en formules
Netto Calorische waarde hout	NCV	MJ/kg
Brandstofinzet / houtverbruik	B	Kg
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{be} = B * NCV$	Houtverbruik (kg) * Energie-inhoud hout (MJ/kg)
Voorbeeld project		
Netto Calorische waarde hout	13,6	MJ/kg
Brandstofinzet / houtverbruik	1000	Kg
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{be} =$	$1000 \text{ kg} * 13,6 \text{ MJ/kg} = 13,6 \text{ GJ}$

Bio-Energie - Verbranding meestook		
Afkorting	Eenheden en formules	
Inzet biomassa	B	meting (monitoring): ton
Netto Calorische waarde biomassa	NCV	[GJ/ton]
Elektriciteitsproductie energiecentrale	E	GWh bruto productie
Warmte energiecentrale	Q	TJ
Inzet fossiele brandstof energiecentrale	F	TJ
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$Ebe = (E + Q) * B * NCV / (B * NCV + F)$	Bruto Elektriciteitsproductie (MWh) * 3,6 GJ/MWh + warmteproductie (GJ) * (Biomassa inzet (ton) * Netto Calorische waarde biomassa (GJ/ton) / (Biomassa inzet (ton) * Netto Calorische waarde biomassa (GJ/ton) + energie-inhoud fossiele brandstof (GJ)
Voorbeeld in kolencentrale		
Brandstofinzet	B	30.000 ton
Netto Calorische waarde brandstof	NCV	15 GJ/ton
Elektriciteitsproductie energiecentrale	E	500 GWh bruto productie
Warmte energiecentrale	Q	450 TJ
Inzet fossiele brandstof energiecentrale	F	4500 TJ
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	Ebe =	$(500 \text{ GWh} * 3,6 \text{ TJ/GWh} + 450 \text{ TJ}) * (30 \text{ kton} * 15 \text{ GJ/ton}) / (30 \text{ kton} * 15 \text{ (GJ/ton)} + 4500 \text{ TJ}) = 204 \text{ TJ}$

Bio-Energie - Transportbrandstoffen		
Afkorting	Eenheden en formules	
Op de markt gebrachte biobrandstoffen	B	meting (monitoring): ton
Netto Calorische waarde brandstof	NCV	[GJ/ton]
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
Bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$Ebe = B * NCV$	Inzet biobrandstof (ton) * Netto Calorische waarde (GJ/ton)
Voorbeeld benzine substitutie		
Inzet bio-ethanol	B	100.000 ton
Netto Calorische waarde bio-ethanol	NCV	21 GJ/ ton
Bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$Ebe = B * NCV$	$100.000 \text{ ton} * 21 \text{ GJ/ton} * 100\% = 2.100 \text{ TJ}$

Bio-Energie - Vergisting	Afkorting	Eenheden en formules
Verkochte warmte ¹	Qverkocht	TJ/jr
wkk-warmte benut voor vergister of andere eigen processen	Qproces	TJ/jr
Biogaszet in warmtekotel	Aketel	TJ/jr
Biogaszet in wkk installatie ²	Awkk	TJ/jr
Elektriciteits productie	Ebruto	GWh/jr
Groen gasproductie	G	TJ/jr
Fractie energetisch eindverbruik aardgas	GF	
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
In geval van warmtekotel	$Ebe = Qverkocht + Qproces / (Qverkocht + Qproces) * Aketel$	Verkochte warmte + brandstofinzet ketel wat toegewezen wordt aan niet verkochte warmte
In geval van wkk	$Ebe = Ebruto * 3,6 + Qverkocht + [Awkk * Qproces / (Qverkocht + Qproces + Ebruto * 3,6)]$	Elektriciteitsproductie + verkochte warmte + brandstofinzet wkk wat wordt toegewezen aan niet verkochte warmte
In geval van groen gas productie	$Ebe = G * Gf$	Groen gas productie maal fractie energetisch eindverbruik. Fractie energetisch eindgebruik volgt uit nationale statistieken over aardgas, varieert iets per jaar en is ongeveer 0,8.
Voorbeeld		
	Qverkocht,wkk	300 TJ/jr
	Qproces,wkk	100 TJ/jr
	Aketel	100 TJ/jr
	Awkk	1900 TJ/jr
elektriciteitsproductie	Ebruto	167 GWh /jr
Bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$Ebe = Aketel + Ebruto * 3,6 + Qverkocht,wkk + [Awkk * Qproces,wkk / (Qverkocht,wkk + Qproces,wkk + Ebruto * 3,6)]$	$100 TJ + 167 GWh * 3,6 TJ/GWh + 300 TJ + 1900 TJ * 100 TJ / (100 TJ + 167 GWh * 3,6 TJ/GWh + 300 TJ) = 1191 TJ$

¹ Afgeleverd plus eigen verbruik minus eigen verbruik voor vergisting

Bijlage 3: Literatuurlijst

SHC 2011;

IEA Solar Heating and Cooling and ESTIF, “Converting Installed Solar Collector Area & Power Capacity into Estimated Annual Solar Collector Energy Output”, 2011;

IEA/Eurostat 2004;

IEA, Eurostat, OECD, Energy Statistics Manual, 2004.

Ecofys 2006;

Ecofys, “Overzicht praktijkmetingen huishoudelijke zonneboilers 1989–2005”, 2006

CBS 2019;

CBS, Middelkoop/ Segers, Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2018

TNO-060-UT-2011-00314;

TNO, Jansen, B.I., en Dröge, R., Emissiemodel houtkachels, 2011,

2009/28/EG;

RED, Richtlijn van het Europees parlement en de raad, “Ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van richtlijn 2001/77/eg en richtlijn 2003/30/eg”, 23 april 2009

2018/2001/EU

REDII, Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie van het Europees Parlement en de Raad ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen (herschikking)

2009/30/EC;

FQD, Directive van het Europees parlement en de raad, “tot wijziging van Richtlijn 98/70/EG met betrekking tot de specificatie van benzine, dieselbrandstof en gasolie en tot invoering van een mechanisme om de emissies van broeikasgassen te monitoren en te verminderen, tot wijziging van Richtlijn 1999/32/EG van de Raad met betrekking tot de specificatie van door binnenschepen gebruikte brandstoffen en tot intrekking van Richtlijn 93/12/EEG”, 23 april 2009

2013/114/EU;

EU Commission decision, Establishing the guidelines for Member States on calculating renewable energy from heat pumps from different heat pump technologies pursuant to Article 5 of Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council” and “Corrigendum to Commission Decision 2013/114/EU, 1 March 2013”

UvU 2014;

Universiteit van Utrecht, Wilfried van Sark, “Opbrengst van zonnestroomsystemen in Nederland” maart 2014.

IF 2009;

IF technology, “Besparingskentallen warmte- en koudeopslag,

Herziening factsheet warmte- en koudeopslag 2009 op basis van 74 systemen”, 2009.

AMVB 2013;

Ministerie I&M; Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen, juli 2013

AGNL,CBS,PBL,ECN 2012;

Harmelink, Bosselaar, Gerdes, Segers, Verdonk, “Berekening van de CO₂-emissie, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland.”, 2012.

SWD (2013) 440 final;

Commission staff working document, “Guidance on the use of renewable energy cooperation mechanism”, 2013.

RWS 2013;

Rijkswaterstaat, Methodiekrapport werkveld 66, AVI's, lucht IPCC, update 2013 : 2013 : Rijkswaterstaat, 2013.

ECN 2014;

ECN, Advies Subsidieregeling Duurzame Energie, 2014.

OWS 2012;

Organic Waste Systems, “Evaluatie van de vergisters in Nederland”, 2013

Besluit (EU) 2017/1442

Uitvoeringsbesluit van de Commissie van 31 juli 2017 tot vaststelling van BBT-conclusies (beste beschikbare technieken) op grond van Richtlijn 2010/75/EU van het Europees Parlement en de Raad,

Besluit D/2012/04/MC-EnC;

Decision EnC on the implementation of Directive 2009/28/EC and amending Article 20 of the Energy Community Treaty, 2012.

2003/54/EG;

Richtlijn van het Europees parlement en de raad, "Betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor elektriciteit en houdende Intrekking van richtlijn 96/92/eg, 26 juni 2003.

WJZ 3073206;

Minister van Economische Zaken, "Regeling garanties van oorsprong
49 | Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie - Herziening 2015 voor duurzame elektriciteit" nr. WJZ 3073206, 8 december 2003.

ET/ ED/8013739;

Minister van Economische Zaken, "Besluit houdende aanwijzing van de garantiebeheerinstantie nr. ET/ ED/8013739", 3 maart 2008.

WJZ 4043743;

Minister van Economische Zaken, Regeling "afnemers en monitoring Elektriciteitswet 1998 en gaswet", 4 juli 2004.

NIE 2014;

Zijlema, "Berekening CO₂-emissiefactor aardgas jaar 2014", 2013.

NIR 2014;

Coenen et al, "Greenhouse gas emissions in The Netherlands 1990-2012, National Inventory Report 2014".

CBS 2015

CBS, Segers en Busker, "Equivalent full load hours for heating of reversible air- air heat pumps", 2015]

UN 2018

International Recommendations for Energy Statistics (IRES)

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag

Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag

T +31 (0) 88 042 42 42

F +31 (0) 88 602 90 23

www.rvo.nl

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | juni 2022

Publicatienummer: RVO-125-2022/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

