



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

# Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie

Herziening 2015

*Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen*



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>	<b>4.5 Energie uit water</b>	<b>17</b>	<b>6. Berekening aandeel hernieuwbare Energie</b>	<b>29</b>
<b>1. Doel en aanleiding herziening</b>	<b>4</b>	<b>4.6 Energie uit biomassa</b>	<b>17</b>	<b>6.1 Aandeel hernieuwbare energie totaal</b>	
<b>2. Wat is hernieuwbare energie?</b>	<b>6</b>	4.6.1 Afvalverbrandingsinstallaties	18	volgens bruto eindverbruik methode	29
2.1 Hernieuwbare energie – definitie en actueel beleid	6	4.6.2 Houtkachels bij huishoudens	19	<b>6.2 Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer</b>	<b>29</b>
2.2 Nederlandse invulling hernieuwbare energie	6	4.6.3 Warmteketels bij bedrijven voor		<b>6.3 Aandeel hernieuwbare elektriciteit</b>	<b>30</b>
2.3 Beleidsdoelen met betrekking tot vervoer	7	vaste en vloeibare biomassa	20	<b>6.4 Aandeel hernieuwbare warmte</b>	<b>31</b>
2.4 Monitoringsverplichtingen	7	4.6.4 Decentrale elektriciteitsproductie	21	<b>6.5 Aandeel hernieuwbare energie volgens</b>	
<b>3. Methodologie</b>	<b>8</b>	4.6.5 Bij- en meestook van biomassa	21	substitutiemethode	31
3.1 Methodes	8	4.6.6 Biogas	22	<b>7. Bijlagen</b>	<b>32</b>
3.2 Vergelijking van de methodieken	9	4.6.7 Vloeibare biotransportbrandstoffen	23	Bijlage 1: Berekeningen vermeden	
3.3 Levenscyclusanalyse	9	<b>5. Samenwerkingsmechanismen en GvO's</b>	<b>25</b>	en primair enegieverbruik	32
<b>4. Berekenen van bruto-eindverbruik</b>	<b>11</b>	<b>5.1 Samenwerkingsmechanismen</b>	<b>25</b>	Bijlage 2: Factsheet	37
4.1 Windenergie	11	5.1.1 Statistische overdrachten tussen lidstaten	25	Bijlage 3: Literatuurlijst	47
4.2 Zonne-energie	11	5.1.2 Gezamenlijke projecten	25		
4.2.1 Zonnestroom	11	5.1.3 Gezamenlijke steunregelingen	26		
4.2.2 Zonnewarmte	12	<b>5.2 Garanties van Oorsprong</b>	<b>26</b>		
4.3 Aardwarmte en bodemenergie	13	5.2.1 Eisen en implementatie	26		
4.3.1 Aardwarmte (geothermie)	14	5.2.2 Garanties van Oorsprong voor Elektriciteit	26		
4.3.2 Bodemenergie		5.2.3 Garanties van oorsprong voor verwarming			
(inclusief hydrothermische energie)	14	en koeling	27		
4.4 Buitenluchtwarmte of aërothermische energie	16	5.2.4 Garanties van Oorsprong voor warmte en gas	27		
		<b>5.3 Groene elektriciteitsmarkt</b>	<b>27</b>		

# Voorwoord

Voor u ligt de zesde, geactualiseerde editie van het Protocol Monitoring Hernieuwbare energie. Dit protocol, opgesteld in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, 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 Economische Zaken 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 en het Nationaal Energieakkoord.

Belangrijke inhoudelijke veranderingen ten opzichte van de vorige versie zijn de nieuwe kengetallen voor warmtepompen als gevolg van de publicatie door de Europese Commissie van richtsnoeren voor de berekening van de energieproductie door warmtepompen. Voor zonnewarmte is de methode nu maximaal afgestemd op actuele Europese standaarden. Daarnaast is de methode voor het berekenen van de vermeden emissies van broeikasgassen door het gebruik van biobrandstoffen voor vervoer beschreven en zijn nieuwe inzichten verwerkt voor afvalverbrandingsinstallaties, biogas en biomassaketels.

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. Naast de inhoudelijke veranderingen is het Protocol ook grotendeels herschreven om de leesbaarheid te verbeteren.

Nieuw is ook dat het CBS nu 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.nl (Lex Bosselaar, Timo Gerlagh en Paul Sinnige) en van het CBS (Reinoud Segers).



Mr. E.J. de Vries  
Directeur Energie en Duurzaamheid  
Ministerie van Economische Zaken

# 1 Doel en aanleiding herziening

## Inleiding

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:

- StatLine;
- Publicatie Hernieuwbare Energie in Nederland;
- CBS nieuwsberichten;
- Officiële internationale energiestatistieken voor Eurostat en het Internationaal Energieagentschap (IEA);
- Tweejaarlijkse voortgangsrapportage van Nederland (Ministerie EZ) met betrekking tot haar verplichtingen op basis van de richtlijn 'Energie uit hernieuwbare bronnen' (Renewable Energy Directive (RED) [2009/28/EG] aan DG Energie van de Europese Commissie.
- Nationale Energieverkenning
- 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 2010'.

## Aanleiding

Aanleiding voor deze actualisatie is een aantal ontwikkelingen in Europees en nationaal beleid:

- De implementatie van de notitie van de EU Commissie [2013/114/EU] over het monitoren van hernieuwbare energie uit warmtepompen;
- De implementatie van aanbevelingen die lidstaten deden in CA-RES-verband met betrekking tot het monitoren van houtverbruik door huishoudens en zonnewarmte in het kader van de RED;
- Het opnemen van de monitoring van hernieuwbare energie voor vervoer voor de RED in relatie tot de nationale Regeling Hernieuwbare Energie voor Vervoer;
- Het opnemen van de vermeden emissies van broeikasgassen door het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer.

Verder zijn er nieuwe ontwikkelingen en inzichten die vragen om een heroverweging van gemaakte keuzen en kengetallen.

Voorbeelden daarvan zijn:

- Zonnestroom: de snelle groei en de productie per Watt peak (Wp);
- Levensduur zonneboilers en verdere aanpassing aan de methodiek van IEA en Eurostat voor thermische zonne-energie
- Houtketels bij landbouwbedrijven: hoe om te gaan met snelle groei en onbekend aantal vollasturen;
- Afvalverbrandingsinstallaties: hoe om te gaan met het intern verbruik van warmtekrachtkoppeling-warmte.

## Doel

Het doel van het protocol is 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 de rapportage:

- a. een actueel beeld geeft van de bijdrage van Nederland aan de doelstelling in de RED;
- b. vergelijkbare gegevens oplevert over de jaren;
- c. een vergelijking mogelijk maakt tussen rapportages van verschillende instanties.

Het 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie herziening 2014' is in het najaar van 2014 afgerond, zodat het CBS haar rapportage over 2014 op basis daarvan kan verrichten en tevens 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. Dit document is de zesde versie.

Met de laatste herziening in 2010 is de naam veranderd in 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie' om beter aan te sluiten bij de RED. 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 te grondslag liggen.

Meer dan 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 RED. Daarnaast beschrijft het protocol de methodiek van berekeningen van vermeden verbruik van primaire energie en CO<sub>2</sub> 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. Daar komt bij dat voor lange termijn doelstellingen het accent in Europa meer lijkt te verschuiven naar CO<sub>2</sub> emissiereductie. 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 RED 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 monitor Hernieuwbare energie wordt bepaald.

## 2 Wat is hernieuwbare energie?

### 2.1 Hernieuwbare energie – definitie en actueel beleid

De huidige energieproductie uit fossiele brandstoffen loopt aan tegen het probleem dat bij het gebruik en de productie ervan vervuilende stoffen (vooral CO<sub>2</sub> en verzurende componenten) vrijkomen in grotere hoeveelheden dan het milieu kan opnemen. Ook raken veel van deze fossiele bronnen waaruit energie wordt gewonnen, op. Europese en nationale wet- en regelgeving beogen deze ontwikkeling te temperen onder andere door hernieuwbare energie te stimuleren.

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 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 1 van de RED.

Energie uit hernieuwbare bronnen	Energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk: wind, zon, aerothermische, geothermische, hydrothermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen
Aerothermische energie	Energie die in de vorm van warmte is opgeslagen in de omgevingslucht
Geothermische energie	Energie die in de vorm van warmte onder het vaste aard-oppervlak is opgeslagen
Hydrothermische energie	Energie die in de vorm van warmte in het oppervlaktewater is opgeslagen
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 industrieel en huishoudelijk afval

Tabel 2.1: De definitie van hernieuwbare energie volgens artikel 1 van de RED

### 2.2 Nederlandse invulling hernieuwbare energie

Op basis van de RED dient in 2020 van alle verbruikte energie in Europa, 20% afkomstig te zijn uit hernieuwbare bronnen. Voor Nederland is een percentage van 14% vastgesteld. 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 (aerothermische energie en hydrothermische energie), aardwarmte (geothermische energie en bodem energie) 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.

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, droogsystemen zwembadverwarming)
waterkracht getijden golven zoet/zout gradiënt	waterkrachtcentrales getijdenenergiecentrales golfenergiecentrales osmotische energiewinning
Bodem en lucht: geothermie bodem energie	Geothermische installaties a) direct als WKO b) met een warmtepomp
aerotherm (lucht) hydrotherm (opp. water)	Warmtepompen 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 Richtlijn hernieuwbare energie (RED) is naast het voor Nederland vastgestelde percentage van 14% energie uit hernieuwbare bronnen ook een bindende doelstelling voor het gebruik van hernieuwbare energie voor vervoer neergelegd. Dat houdt in dat in 2020 de totale toepassing van hernieuwbare energie in transport minimaal van 10% moet zijn van het totale verbruik aan benzine, diesel, biobrandstoffen en elektriciteit voor vervoer. Hiervoor is een bijmengverplichting opgelegd aan de leveranciers van brandstoffen voor wegvervoer en mobiele werktuigen aan de Nederlandse markt. Leveranciers van gas en elektriciteit aan wegvervoer zijn uitgesloten van de verplichting, maar kunnen vrijwillig deelnemen en zo hun eventuele extra inspanning administratief verkopen aan de bedrijven met een verplichting.

In september 2013 heeft de SER (Sociaal-Economische Raad) het Nationale Energieakkoord dat is bereikt tussen Kabinet, werkgevers, vakbonden en milieuorganisaties, aangeboden aan het parlement. In dat akkoord zijn afspraken gemaakt die betrekking hebben op het aandeel hernieuwbare energie in Nederland. Voor dit protocol zijn de belangrijkste afspraken daarin dat:

- het aandeel hernieuwbare energie in Nederland 14% in 2020 en 16% in 2023 zal bedragen;
- in 2050 Nederland een volledig klimaatneutrale energievoorziening heeft;
- er een substantiële extra inzet op windenergie zal plaatsvinden.

Naast de RED heeft de Europese Commissie in de Fuel Quality Directive (FQD) [2009/30/EC] lidstaten verplicht tot een reductie van 6% aan broeikasgasemissies op 31 december 2020 ten opzichte van het referentiejaar 2010. Daarnaast is er met ingang van 2012 de verplichting om jaarlijks over de voortgang op deze doelstelling te rapporteren. Die rapportage valt buiten de scope van dit protocol.

### 2.4 Monitoringsverplichtingen

De belangrijkste basis voor structurele monitoringsgegevens en dit protocol is de rapportageverplichting voor lidstaten die voortvloeit uit art 22 van de RED. Op grond hiervan is Nederland verplicht om met ingang van 2011 elke twee jaar de Europese Commissie onder andere te rapporteren over de voortgang die geboekt is bij het bevorderen en het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en het aandeel energie uit hernieuwbare bronnen, in totaal en per sector.

Voorts maken de gegevens over hernieuwbare energie ook onderdeel uit van de nationale gegevens die het CBS jaarlijks aan Eurostat levert voor de officiële internationale energiestatistieken van de Europese Commissie en het Internationaal Energieagentschap (IEA). Dit protocol beschrijft hoe het CBS de EU verordening voor energiestatistieken (EG 1099/2008) toepast voor het onderdeel hernieuwbare energie.

## 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 RED. 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 CO<sub>2</sub>-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 volgens de Richtlijn Energie uit Hernieuwbare bronnen (RED) [2009/28/EG] wordt het energetische 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 eindverbruiksectoren (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 RED.

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-vergistingsinstallatie met daaraan gekoppeld een WKK die warmte aflevert, is de eindverbruiker degene die na de WKK zit. 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 CO<sub>2</sub>-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 aanneming van de RED in Nederland in gebruik.

#### 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 primair verbruik van hernieuwbare energie bepaald wordt. Het primair verbruik is daarbij 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 RED-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 leiden tot grote verschillen in uitkomsten. In de volgende twee voorbeelden is dit zichtbaar:

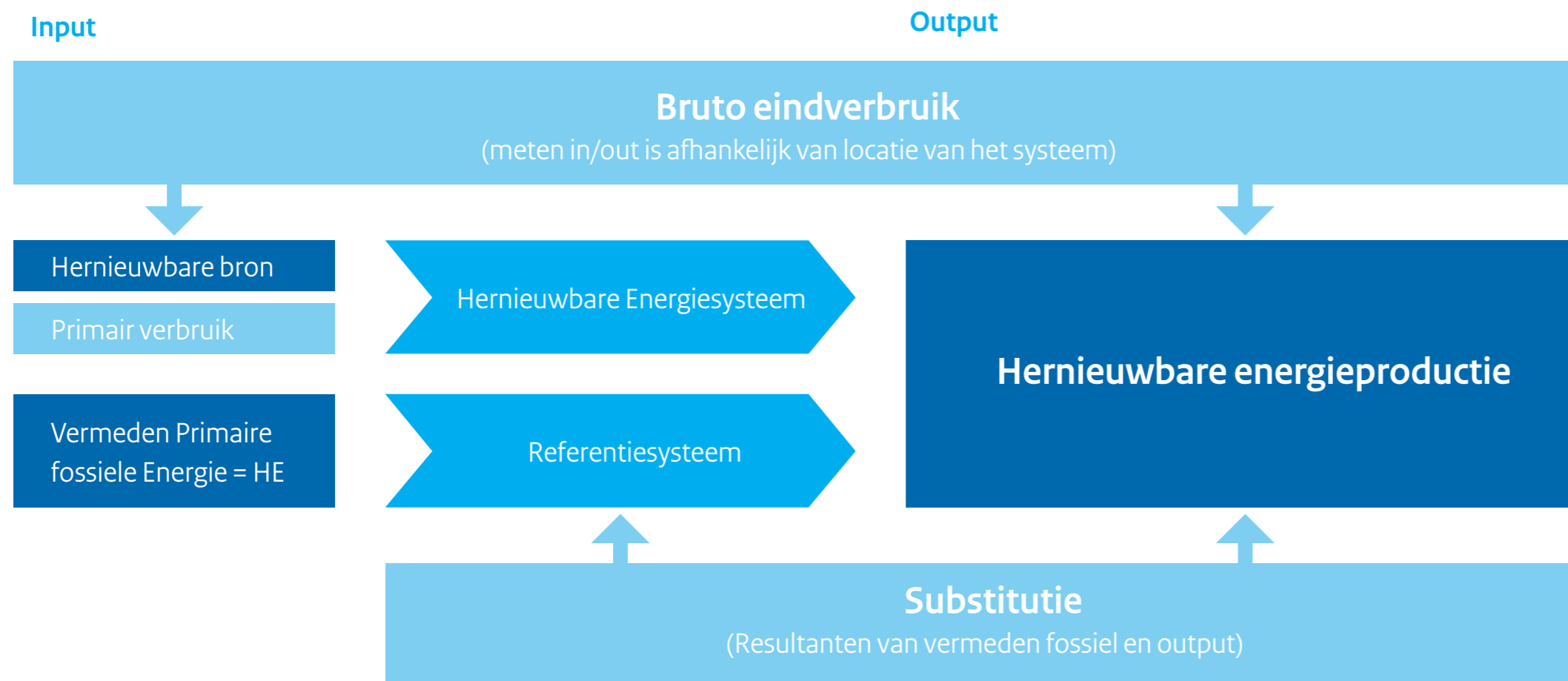
1. Bij de productie van hernieuwbare elektriciteit (wind, water, zon), is 1 GJ elektriciteitsproductie volgens de input- en bruto eindverbruik methode 1 GJ verbruik van hernieuwbare energie. Bij de substitutiemethode wordt dit gedeeld door het referentie-

- rendement om de vervanging van fossiele brandstoffen te berekenen. Voor 2012 komt dat uit op  $1/0,438 = 2,3$  GJ;
2. Bij lage conversierendementen (bijvoorbeeld een biomassa-ketel met 50% warmterendement), staat bij de inputmethode 1 GJ biomassa voor 1 GJ hernieuwbare energie. Bij de substitutiemethode levert dit 0,5 GJ warmte op gedeeld door het referentierendement 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> 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



Figuur 3.1: Schema van de input- output- en substitutiemethode

kunnen er duurzaamheidseisen (o.a. minimale CO<sub>2</sub>-reductie) gesteld worden.

In het geval van de RED gaat het daarbij om een LCA berekening op basis van broeikasgasemissies. Ook emissies van CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O worden hierbij dus meegenomen en deze worden omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Het resultaat van de LCA-berekening wordt niet gebruikt om de energetische waarde van de biobrandstof te corrigeren. Biobrandstoffen die aan de minimale CO<sub>2</sub>-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-CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-equivalenten op basis van een levenscyclusanalyse (LCA). Voor de berekening van de CO<sub>2</sub>-reductie van biobrandstoffen ten opzichte van fossiele brandstoffen is er daarom voor gekozen om daarnaar te verwijzen.

# 4 Berekenen van 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 windvermogen aan het eind van elk jaar, grotendeels op basis van data van CertiQ. De normalisatieprocedure is met een formule vastgelegd in de RED en komt erop neer dat eerst voor elk jaar het gemiddelde vermogen wordt berekend als het gemiddelde van het vermogen aan het begin en het einde van het jaar. Vervolgens wordt de gemiddelde productiefactor (productie per eenheid vermogen) berekend van de laatste vijf jaar op basis van de jaarlijkse elektriciteitsproductie en de gemiddelde vermogens per jaar. Tot slot wordt de genormaliseerde productie berekend als het gemiddelde vermogen van het laatste jaar vermenigvuldigd met de gemiddelde productiefactor.

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

### Basisgegevens

- het elektrisch vermogen (MWe);

- de gemeten elektriciteitsproductie (GWhe).

### Voorstel 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 probleem kan worden ondervangen door apart voor wind op land en wind op zee te normaliseren.

Een voorstel hiervoor is door Nederland bij Eurostat neergelegd. Mocht de komende jaren worden besloten de normalisatie apart toe te staan dan zal dit door het CBS worden toegepast.

## 4.2 Zonne-energie

### 4.2.1 Zonnestroom

#### Wat wordt bepaald?

Het bruto eindverbruik voor zonnestroom is gelijk aan de elektriciteitsproductie uit zonne-energie. Daarbij wordt niet genormaliseerd voor de hoeveelheid zonlicht.

#### Hoe wordt dit bepaald?

In veel gevallen wordt de elektriciteitsproductie van zonnestroom-systemen niet gemeten of centraal geregistreerd. Daarom wordt gebruik gemaakt van een modelberekening waarbij het gemiddelde opgesteld vermogen in een bepaald jaar wordt vermenigvuldigd met een kengetal voor de elektriciteitsproductie per eenheid vermogen.

Het gemiddelde opgestelde vermogen in een bepaald jaar is het gemiddelde van het vermogen aan het einde van het jaar en het einde van het voorgaande jaar. Het opgestelde vermogen aan het einde van elk jaar wordt bepaald door het CBS op basis van verkoopgegevens van leveranciers en een aanname voor de levensduur van de systemen. Deze levensduur wordt gesteld op 25 jaar, op basis van garanties van leveranciers [UvU2014].

De specifieke jaarlijkse opbrengst van de opgestelde systemen wordt ingeschat op 875 kWh per kW piek (kWp) opgesteld zonnestroom-vermogen [UvU2014]. Dit kengetal is met dit protocol herzien en geldt vanaf 2011. Voor oudere jaren gold de oude waarde van een specifieke jaarlijkse opbrengst van 700 kWh per kWp.

### Basisgegevens

- het nieuw geïnstalleerde vermogen per jaar (kWp);
- kengetal voor de levensduur;
- kengetal voor de elektriciteitsproductie per eenheid vermogen.

### Kengetallen voor toekomstige projecten

Op de middellange termijn zal de opbrengst toenemen door verbeteringen van het systeem en een vergroting van het marktaandeel van nieuwe technologieën met een hogere opbrengst per kWp. Mogelijk worden door de dalende prijzen, PV-systemen ook op minder goede locaties geplaatst en gaat ook veroudering van systemen een rol spelen. Op basis hiervan nemen we vanaf 2020 een specifieke opbrengst aan van 900 kWh/jaar per kWp.

#### 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:

- Afdgedekte systemen: systemen die gebruik maken van collectoren met een transparante afdekking. Vacuümbuissystemen horen daarbij. Hierbij is onderscheid naar:
  - Zonneboilers: afdgedekte systemen voor het maken van warmtapwater en met een oppervlak <6m<sup>2</sup>;
  - Grote zonneboilers: afdgedekte systemen met een oppervlak >6m<sup>2</sup>;
  - Solar combisystemen: systemen met afdgedekte collectoren voor warmtapwater en ruimteverwarming. Dit wordt tot nu toe ingeschat als percentage van zonneboilers dat ook ruimteverwarming kan leveren. De branche geeft hiervoor een expert judgement.
- Onafgedekte zonthermische systemen: dit zijn vooral systemen voor het verwarmen van zwembaden.

De categorie 'solar lamellen' wordt niet meer meegeteld. Solar lamellen zijn systemen voor het afdekken van een zwembad, die ook zonnewarmte in het zwembad kunnen brengen. Deze categorie wordt internationaal gezien als passieve zonne-energie en daarom niet meegeteld. Als gevolg daarvan heeft het geen plek meer in dit protocol.

#### 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 bemeaten. 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<sup>2</sup>/kW]

P = het opgestelde vermogen [kW] = 0,7 \* opgestelde oppervlak [m<sup>2</sup>]

G = de instraling van de zon onder optimale condities (voor Nederland 45° zuid) [GJ/m<sup>2</sup>]. G volgt uit NEN 5060: 2008 en is 4,28 GJ/m<sup>2</sup>. 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 <sup>2</sup> /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 warmtapwater 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. Deze komen 15% hoger uit dan wat werd gehanteerd in de vorige versie van dit protocol.

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 geënkquêteerd 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 en bodemenergie

Het begrip *geothermal energy* uit de Richtlijn Hernieuwbare energie is in deze Richtlijn gedefinieerd als alle warmte afkomstig van onder het aardoppervlak. In Nederland zijn er twee soorten energie van onder het aardoppervlak: bodemenergie en aardwarmte. Er is helaas geen korte overkoepelende term voor aardwarmte en bodemenergie tezamen en daarom gebruiken we in dit Protocol “Aardwarmte en bodemenergie” als vertaling van het begrip *geothermal energy* uit de Richtlijn Hernieuwbare energie.

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.

Bij bodemenergie gaat het om seizoensopslag van warmte en koude in het bovenste gedeelte van de bodem, ook warmte/koudeopslag genoemd. De temperatuur is meestal niet hoog genoeg om de warmte direct te benutten. Daarom wordt bij bodemenergie vaak een warmtepomp ingezet.

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.

In de standaard energiestatistieken van IEA en Eurostat beperkt het begrip “geothermal energy” zich tot warmte uit het binnenste van de aarde (aardwarmte dus). In dit Protocol staat de bredere definitie uit de RED centraal.

In het vorige Protocol werd “aardwarmte” nog “diepe bodemenergie” genoemd en “bodemenergie” werd “ondiepe bodemenergie” genoemd. Bij deze update is dat dus gewijzigd, omdat het begrip bodem eigenlijk alleen verwijst naar het bovenste deel van de laag onder het aardoppervlak. Daar komt bij dat het in de praktijk de begrippen “diep” en “ondiep” op verschillende manieren werden gebruikt, waardoor de begrippen “diepe” en “ondiepe bodemenergie” verwarring konden opwekken.

Bij de toepassing van bodemenergie wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen:

1. Open bronnen: het water wordt uit een aquifer opgepompt en teruggevoerd.
2. Gesloten bronnen: alleen de warmte en koude worden uit de bodem gehaald met een bodemwarmtewisselaar.

Ook bij warmte uit de buitenlucht en oppervlaktewater zijn meestal warmtepompen nodig om de energie te benutten.

Protocol Monitoring HE 2014		Richtlijn Hernieuwbare Energie
Aardwarmte en bodemenergie	4.3.1 Aardwarmte (>= 500m diep)	“Geothermische energie”: energie die in de vorm van warmte onder het vaste aardoppervlak is opgeslagen
	4.3.2 Bodemenergie (< 500m diep) of WKO. ter verdelen in: a. open systemen: water-water systemen b. gesloten systemen: bodem-water systemen	
Buitenluchtwarmte	4.4 Buitenluchtwarmte: Lucht-lucht systemen Lucht-water systemen	“Aerothermische energie”: energie die in de vorm van warmte is opgeslagen in de omgevingslucht
Hydrothermische energie	4.3.2 Hydrothermisch (oppervlaktewater)	“Hydrothermische energie”: energie die in de vorm van warmte in het oppervlaktewater is opgeslagen

Tabel 4.3.1: Toelichting op de indeling van aardwarmte-, bodemenergie-, aerothermische- en hydrothermische systemen

De warmtepompen vormen het aangrijpingspunt voor het in kaart brengen van de benutting van bodemwarmte en warmte uit de buitenlucht en oppervlaktewater. De methodiek is daarbij op hoofdlijnen vergelijkbaar. Daarom worden de energieproductie door warmtepompen uit alle drie de energiebronnen in deze paragraaf integraal besproken.

Hydrothermische 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 het zelfde als voor ondiepe bodemenergie, daarom wordt dit onderdeel hier tegelijk behandeld met bodemenergie.

#### 4.3.1 Aardwarmte(geothermie)

##### 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.

##### Basisgegevens

- de warmteproductie per jaar ( $TJ_{th}$ ).

##### Kengetallen voor toekomstige projecten

De opbrengst van aardwarmteprojecten 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.

#### 4.3.2 Bodemenergie (inclusief hydrothermische energie)

##### 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 oppervlaktewater) door de warmtepompen. Bodemwarmte 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 bodemwarmte. Daarom wordt deze wijze van benutten nog niet meegenomen.

De koude uit ondiepe bodemenergie telt niet mee voor de

Bron voor de WP	Bron en afgifte medium	H <sub>HP</sub>	SPF	Opmerking
Aerothermische energie (omgevingswarmte)	Lucht-lucht, niet omkeerbaar	1770	2,6	Komt weinig voor
	Lucht-water < 12 kw	1640	2,6	Vooral hybride ketels
	Lucht-water > 12 kw	1640	2,6	
	Lucht-lucht omkeerbaar < 12 kw	0 <sup>a</sup>	0	Kleine airco's
	Lucht-lucht omkeerbaar > 12 kw	550 <sup>b</sup>	2,6	Voor 2009 geen bijdrage
	Lucht-water omkeerbaar	660	2,6	
	Ventilatielucht-lucht	660	2,6	
	Ventilatielucht-water	660	2,6	
Bodemenergie	Bodem-lucht	1100 <sup>c</sup>	3,2	
	Bodem-water	1100 <sup>c</sup>	4,0 <sup>c</sup>	Open en gesloten bronnen
Hydrothermisch (Oppervlakte water)	Water-lucht	1100 <sup>c</sup>	3,2	
	Water-water	1100 <sup>c</sup>	4,0 <sup>c</sup>	

Tabel 4.3.2: Kengetallen productie hernieuwbare energie met warmtepompen

Europese richtlijn. Er staan wel kengetallen in dit protocol, zodat het CBS de omvang hiervan wel in beeld kan brengen.

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.

### Hoe wordt dit bepaald?

De Europese commissie heeft een 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 moedigt de lidstaten nadrukkelijk aan om af te wijken van de standaarden als dat goed onderbouwd kan worden.

De methodiek van dit protocol is aangepast om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de publicatie van de EU. Waar wordt afgeweken van de Europese methode is dit aangegeven. De methode wijkt niet sterk af van de methodiek uit het protocol van 2010, maar een aantal categorieën hebben een aangepaste naam en sommige kengetallen zijn iets gewijzigd.

De EU-methodiek maakt geen verschil tussen open en gesloten bronnen en de verschillen in getallen tussen open en gesloten bronnen volgens het oude protocol zijn gering. Daarom wordt in deze update van het protocol ook geen onderscheid meer gemaakt tussen open en gesloten bronnen.

De basisformule voor warmtepompen uit de RED 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 de tabel 4.3.2 de kengetallen voor  $H_{HP}$  en SPF.

Waar er geen Nederlandse gegevens zijn, zijn de forfaitaire waarden van de EU overgenomen. Hieronder staan de afwijkingen van de forfaitaire waarden met een onderbouwing daarvan:

a. voor kleine lucht-lucht systemen nemen we aan dat het vooral airco's zijn die niet als warmtepomp worden ingezet.

De bijdrage is daarom op 0 gezet.

b. voor overige lucht-lucht warmtepompen is de aanname dat maar een deel van de systemen als warmtepomp wordt ingezet. Totdat er goede gegevens zijn, blijft het aantal vollasturen op de 550 uur uit het oude protocol<sup>1</sup>. Voor systemen van voor 2009 is niet aan te tonen dat ze aan het SPF criterium voldoen.

De bijdrage hiervan wordt daarom op '0' gezet.

c. Voor bodemenergiesystemen is het aantal vollasturen van 1100 aangehouden. De SPF is voor bodem-water systemen 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 hydrothermische systemen zijn dezelfde kengetallen aangehouden als voor bodemenergie.

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.

### 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 en koude

Zoals hierboven geschetst telt benutting van bodemwarmte zonder warmtepomp en koude uit de bodem vooralsnog niet mee voor het bruto eindverbruik volgens de RED. Toch is het wel

<sup>1</sup> Het CBS heeft hier inmiddels aanvullend onderzoek naar uitgevoerd. Die resultaten worden in het voorjaar van 2015 gepubliceerd en gebruikt voor de berekening.

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 koudeproductie te berekenen.

Voor koudeproductie geldt de volgende formule:

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

Met:

$\Delta T$ : temperatuurverschil tussen onttrokken water en geïnfiltreerde water

$\beta_{koude}$ : het deel van de onttrokken koude dat benut wordt

$\theta_{koude}$ : 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 MJ/m<sup>3</sup>

$V_{totaal}$ : de jaarlijkse waterverplaatsing m<sup>3</sup>/jr

Voor warmtebenutting zonder warmtepomp geldt de volgende formule:

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

Met:

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

$\beta_{warmte}$  = het deel van de onttrokken warmte dat benut wordt zonder warmtepomp

In het rapport “Besparingskentallen koude- en warmteopslag” [IF2009] staat de achtergrond van de gebruikte kengetallen (tabel 4.3.3). In dit rapport zijn de gegevens over 74 WKO-systemen verwerkt.

**NB:**

- Bij de agrarische sector wordt soms ook actief gekoeld. Dit is een klein aandeel (fresiateelt en champignonkweek).

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 (zie hierboven) en telt die daarbij mee. Daarom is  $\beta = 0$  in de tabel.
- De verhouding in volumedebiet ( $\theta$ ) tussen koeling en verwarming ligt op 50-50. Dus voor koeling telt het halve debiet, zoals gerapporteerd bij de vergunning.  $\theta_{koude}$  is gelijk aan  $\theta_{warmte}$ .

**Basisgegevens voor berekening koudeproductie en warmteproductie zonder warmtepompen**

- Het opslagprincipe (warmte en/of koude);
- Toepassing en sector (utiliteit, proceskoeling/verwarming in industrie, woningen of agrarisch);
- Het jaar van ingebruikname;
- Vergund maximaal grondwaterdebiet (m<sup>3</sup>);
- Aanwezigheid warmtepompen voor benutting warmte (ja/nee);
- Daadwerkelijk grondwaterdebiet (m<sup>3</sup>).

**4.4 Buitenluchtwarmte of aërothermische energie**

Deze term is ingevoerd in de Richtlijn Energie uit Hernieuwbare Bronnen. Benutting van de buitenlucht voor verwarming gaat altijd via warmtepompen. Deze techniek is in Nederland ook bekend onder de naam lucht-lucht warmtepompen of lucht-water warmtepompen. De lucht-lucht system worden veel toegepast in de utiliteitsbouw, bijna altijd in combinatie met koeling. De lucht-water systemen beginnen populair te worden in de woningbouw. De

Toepassing	Warmte		Koude		Opmerkingen
	$\Delta T$ (°C)	$\beta_{warmte}$	$\Delta T$ (°C)	$\beta_{koude}$	
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 4.3.3: Kengetallen bodemenergie uit open bronnen, productie van warmte en koude zonder warmtepompen



hybride CV-ketel is een voorbeeld van een lucht-water systeem.

#### **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?**

De berekening van het bruto eindverbruik van buitenluchtwarmte door warmtepompen gaat op dezelfde manier als de berekening van bruto eindverbruik van bodemenergie door warmtepompen, zoals hiervoor opgeschreven.

Er is nog onzekerheid bij de lucht-lucht systemen >12 kW of ze ook werkelijk als verwarming worden ingezet. Er wordt in dit protocol nu van uitgegaan dat 50% van alle systemen ook voor verwarming wordt gebruikt. Als hiervoor betere gegevens beschikbaar komen kunnen die tussentijds worden aangepast.

#### **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.

#### **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;
- Hydrothermisch energie: warmte en koude uit oppervlaktewater;
- Warmte uit melkkoeling.

#### **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
- Bij hydrothermische energie telt voor de RED alleen de warmte. Deze warmte wordt benut door warmtepompen en het bruto eindverbruik is gelijk aan de onttrekking van warmte uit het oppervlaktewater door de warmtepompen.
- Warmte uit koeling van melk telt vooralsnog niet mee in het rapportagesysteem van Eurostat. In het voorjaar van 2015 komt deze techniek mogelijk op de agenda van een overleg tussen lidstaten en Eurostat.

#### **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 RED 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.

De berekening van hydrothermische energie is gelijk aan die van ondiepe bodemenergie, zie hiervoor 4.3.2.

De benutting van warmte uit de koeling van melk kan worden berekend op wijze die vergelijkbaar is met de berekening voor warmtepompen. De warmteproductie uit melkkoeling per koe kan geschat worden op 0,5 GJ per jaar en de SPF wordt geschat op 4 (CBS2006).

#### **Kengetallen voor toekomstige projecten**

Uit de monitoring van de projecten in Nederland blijkt dat de gemiddelde opbrengst voor waterkrachtcentrales 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 biomassa deel van het afval mee. In die gevallen waarbij biomassastromen gecombineerd worden 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 fossiel gelijkgeschakeld met niet afbreekbare fractie.

## Duurzaamheid

Transportbrandstoffen en vloeibare biomassa moeten voldoen aan duurzaamheidscriteria. Deze criteria zijn opgesteld in de richtlijn Hernieuwbare Energie en gelden ook in Nederland. Op termijn zal dit mogelijk ook voor andere biomassastromen gaan gelden. Voor een aantal stromen is er in het verleden al discussie geweest over de duurzaamheid ervan. Een voorbeeld is RWZI-slib, waarbij het drogen relatief veel energie kost. Vooralsnog is er voor gekozen om de Europese discussie over duurzaamheidscriteria af te wachten en niet voor dit protocol een eigen inschatting te gaan maken van de duurzaamheid van verschillende vormen van vaste en gasvormige biomassa.

In dit hoofdstuk 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. Houtverbruik huishoudens

3. Warmteketels voor vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven
4. Decentrale elektriciteitsproductie met vaste en vloeibare biomassa, al dan niet in combinatie met warmteopwekking
5. Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales
6. Biogas
7. Vloeibare biotransportbrandstoffen

Onderstaand zijn deze verder uitgewerkt. Ten opzichte van het vorige protocol is er een aantal verschuivingen. Dit protocol maakt onderscheid tussen de verschillende toepassingen van biomassa, dus tussen inzet voor warmte en voor elektriciteit. Alle installaties zijn hieronder in te delen en daarmee vervalt dus de, moeilijk interpreteerbare, categorie “overige biomassaverbranding”. De paragraaf voor warmteketels bevat hierdoor echter nu 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 biomassaverbranding.

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 enquêteering 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.

De brandstofinzet voor de niet-verkochte warmte wordt berekend door de totale brandstofinzet te vermenigvuldigen met het aandeel van de niet-verkochte warmte in de totale energie-output. De allocatie van de brandstofinzet aan niet verkochte warmte bij wkk wordt gedaan op basis van het aandeel op energiebasis van de niet 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.

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. Het CBS beoogt de informatie over de

niet-verkochte warmte af te leiden uit de R1 rapportages.

Daarover wordt momenteel overleg gevoerd met Rijkswaterstaat Leefomgeving en de afvalverbrandingsbedrijven.

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 [RWS2013]. 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 2013 en was gelijk aan 55 procent. De hoeveelheid gebruikte fossiele hulpbrandstoffen is beschikbaar uit de CBS-enquêtes en de R1-rapportages.

Jaar	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Hernieuwbare fractie (%)	51	47	53	54	56	55

Tabel 4.6.1: 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 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 [CBS2013]. Voor jaren dat er niet gemeten is, wordt een modelberekening gemaakt door TNO [TNO-060-UT-2011-00314].

Over deze meetmethode zijn Europees verband aanbevelingen opgesteld met adviezen over onder andere steekproefgrootte en – frequentie en conversiefactoren CA-RES. Het CBS heeft deze aanbevelingen gebruikt bij het inpassen van het houtverbruik in het WoON-onderzoek.

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 Deze CBS-data kennen een grote steekproefmarge en zijn daarom niet geschikt voor een jaarlijkse statistiek, maar wel voor een schatting van de orde grootte.

#### Basisgegevens

- Houtverbruik (kg);

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

#### 4.6.3 Warmteketels 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.
- Installaties die warmte maken voor verkoop aan derden. In dit geval gaat het voor het bruto eindverbruik om de verkochte warmte.
- 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 informatie over de warmteproductie en/of het brandstofverbruik per installatie uit een overheidsregistratie zoals subsidieregeling of milieujaarverslag of directe waarneming door het CBS;
- modellering op basis van opgestelde capaciteit, kengetallen voor het aantal equivalente vollasturen en het rendement.

#### Ad A. Op basis van informatie

Tot en met 2012 was er geen subsidieregeling waarvoor registratie van de warmteproductie noodzakelijk is.

Overheidsmilieujaarverslagen zijn alleen verplicht voor grote bedrijven en het CBS beperkt zich bij enquêtering ook tot grote bedrijven. Alleen voor de grotere installaties is daarom informatie uit directe waarneming beschikbaar. Mogelijk gaat dat in de toekomst veranderen, omdat de SDE+ regeling sinds 2013 is open gesteld voor grote en middelgrote warmteketels (>100kW).

#### Ad B. Modelling

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

	Aantal huishoudens	Aantal stookdagen	Houtverbruik per jaar	Totaal verbruik per jaar
	(* 1000)	(dag)	kg/jaar	mln kg
Open haard	369	57	529	195
Inzethaard	165	117	1455	240
Vrijstaand	442	156	1820	804
<b>Totaal</b>	<b>976</b>			<b>1240</b>

Tabel 4.6.2: Houtgebruik houtgestookte installatie huishoudens WoON 2012

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

Tabel 4.6.3: Vocht%, vaste dichtheid en calorische waarde hout in huishoudens

voor de eigen processen. Het CBS brengt het biomassaverbruik 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. Het aantal vollasturen in de overige sectoren is in de vorige protocollen algemeen gehanteerd voor deze categorie ketels op basis van eerder onderzoek van het CBS. In de aanloop naar 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 kachels ligt dit rendement rond de 85%.

#### **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. De warmteproductie van deze installaties is tot op heden relatief beperkt en wordt daarom geschat via informatie op internet, uit de Energie-investeringsaftrekregeling of telefonische navraag van de warmte/krachtverhouding. Mogelijk gaat dat in de toekomst veranderen onder invloed van de SDE+ regeling waarin hernieuwbare warmte ook wordt gesteund. In dat geval zal CertiQ ook de warmte gaan registreren. De inzet van biomassa wordt voor grote installaties afgeleid uit milieujarverslagen of enquêtering door het CBS. Voor kleine installaties wordt deze 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 CBS ook 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 brandstofinzet van de betreffende centrale. Als bijvoorbeeld de brandstofmix op energiebasis van een installatie voor 10% bestaat uit biomassa is en voor 90% kolen, dan wordt 10% van de geproduceerde elektriciteit en/of warmte worden 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:

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

Biomassa kan ook worden vergast. Dit komt nog weinig voor. Het gas kan 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 nettoproductie (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 dit bepaald?

Vooralsnog is de bijdrage van directe levering aan transport klein en wordt dit niet meegenomen door het CBS. Mocht de directe leveringen aan transport toenemen dan zal het CBS op zoek gaan naar een manier om dit op efficiënte wijze waar te nemen met een zo klein mogelijke administratieve lastendruk. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om gebruik te maken van informatie die de Nederlandse Emissie-autoriteit (NEa) verzamelt in het kader van de wettelijke plicht tot het leveren van hernieuwbare energie voor vervoer.

#### C. Invoeding in het gasnet

##### Wat wordt bepaald?

De fysieke bestemming van biogas dat is ingevoerd in het aardgasnet (groen gas) is niet meer te volgen. Voor de berekening van het eindverbruik uit groen gas wordt 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. Het bruto eindverbruik uit groen gas wordt dan dus berekend als de totale productie van groen gas maal het aandeel energetisch verbruik van aardgas. Deze rekenwijze is door Eurostat, in overleg met de lidstaten, vastgelegd in SHARES (Eurostat2013).

##### 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. Doorgaan 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]; Restwarmte van dit proces kan worden gebruikt voor het verwarmen van de vergister (ECN, concept SDE advies 2015). De extra warmtebehoefte voor de conversie naar groen gas is dus 6 TJ per 100 TJ groen gas.
- 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 CO<sub>2</sub> (zie bijlage 1).

#### **4.6.7 Vloeibare biotransportbrandstoffen**

Het gaat hier om 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. Leveringen aan mobiele werktuigen tellen ook mee als bruto energetisch eindverbruik, maar vallen niet onder de sector vervoer maar onder de sectoren landbouw en bouw. Leveringen aan schepen met een buitenlandse bestemming (bunkers) telt niet als energetisch eindverbruik.

Biobrandstoffen tellen mee als hernieuwbare energie voor de doelstelling voor de RED voor zover zij voldoen aan de duurzaamheidscriteria, zoals omschreven in de richtlijn. Eisen aan de minimale CO<sub>2</sub>-prestatie van de biobrandstof inclusief de productieketen zijn bepalend of deze mogen meetellen als hernieuwbare energie. Alleen biobrandstoffen met een minimale reductie van 35% CO<sub>2</sub> ten opzichte van zijn fossiele equivalent mogen meetellen. Deze eis voor de broeikasreductie van

biobrandstoffen gaat naar 50% vanaf 2017 en - voor nieuwe installaties vanaf 2017 - naar 60% in 2018.

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 Hernieuwbare 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.

Ten opzichte van de NEa-rapportage wordt soms een correctie toegepast. Voor de rapportage aan de NEa mogen bedrijven biobrandstoffen boeken als op de markt gebracht, nadat deze zijn bijgemengd en nadat de resulterende blend de bestemming

“binnenlandse markt” heeft gekregen. In de praktijk kan de daadwerkelijke fysieke bestemming echter toch nog anders worden als de bijgemengde biobrandstof aan een andere AGP houder wordt geleverd. Op basis van extra informatie van de oliebedrijven maakt het CBS elk jaar een schatting van dit verschil en corrigeert hier zo nodig voor.

Met ingang van verslagjaar 2015 is de wettekst over het moment van boeken als “op de markt gebracht” aangepast. Het is nog niet duidelijk wat deze aanpassing in de praktijk gaat betekenen voor de relatie tussen de energiestatistieken en de informatie die NEa ontvangt over biobrandstoffen.

De specifieke monitoring voor de bijdrage aan de doelstelling voor transport uit de RED (10% aandeel hernieuwbare energie transport in 2020) is te vinden in hoofdstuk 6.2.

### **Basisgegevens**

- Verkoop duurzame biotransportbrandstoffen (TJ brandstoffen) op de binnenlandse markt



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

### 5.1 Samenwerkingsmechanismen

De richtlijn 'Energie uit hernieuwbare bronnen' (RED) [2009/28/EG] 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.

Betrokken landen in deze kunnen lidstaten van de EU27 zijn, landen die participeren in de energy community en de RED hebben geratificeerd [Besluit D/2012/04/MC-EnC], of derde landen (geen lid van de EU27). De mate waarin landen kunnen participeren in de samenwerkingsmechanismen is afhankelijk van hun status. 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 op 5 november 2013 [SWD (2013) 440 final] een handleiding uitgebracht voor het gebruik van samenwerkingsmechanismen.

#### 5.1.1 Statistische overdrachten tussen lidstaten

Conform artikel 6 van de RED 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 RED 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 artikel 7, 8 en 9 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 gezamenlijk project mag doorlopen tot na 2020 maar de periode van meetellen voor het streefcijfer loopt niet door na 2020.

Om te toetsen of het streefcijfer voldoet aan de voorschriften van de RED, wordt de hoeveelheid hernieuwbare energie afgetrokken bij de lidstaat die de kennisgeving doet uitgaan en opgeteld bij de lidstaat die de kennisgevingsbrief ontvangt.

Het is mogelijk om een gezamenlijk project uit te voeren tussen lidstaten en derde landen (buiten de EU-27). Voorwaarden zijn dat de elektriciteit verbruikt dient te worden in de Gemeenschap, dat de installatie operationeel is geworden na 25 juni 2009 en dat de hoeveelheid elektriciteit geen steun heeft gekregen uit een steunrege-

ling van een derde land, met uitzondering van investeringssteun voor de installatie.

### 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 verdeel-sleutel tussen de betrokken lidstaten vastgesteld en gecommuniceerd te worden.

## 5.2 Garanties van Oorsprong

De Richtlijn voor hernieuwbare energie 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.

### 5.2.1 Eisen en implementatie

De RED definieert een GvO als 'een elektronisch document dat uitsluitend tot doel heeft de eindafnemer aan te tonen dat een

bepaald aandeel of een bepaalde hoeveelheid energie geproduceerd is op basis van hernieuwbare bronnen, zoals voorgeschreven in artikel 3, lid 6, van de Richtlijn met regels voor de interne markt voor elektriciteit' [2003/54/EG]. De RED biedt het Europese wettelijke kader voor GvO's voor elektriciteit, verwarming en koeling uit hernieuwbare bronnen.

Lidstaten dienen erop toe te zien dat de oorsprong van de hernieuwbare energie kan worden gegarandeerd overeenkomstig objectieve, transparante en niet-discriminerende criteria.

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 RED:

- 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

De RED definieert de GvO nader ten aanzien van bijvoorbeeld de levensduur, bevoegde organen en de inhoud.

### 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 3073206]. In deze regeling, die berust op de Elektriciteitswet 1998, zijn de vereisten vanuit de RED 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 vanuit Nederland zijn geëxporteerd.

In navolging van de Rechtbank Arnhem en het College van Beroep voor het bedrijfsleven stelt de Minister van EZ eind 2012 dat een GvO gekwalificeerd moet worden als een publiekrechtelijke rechtshandeling gericht op rechtsgevolg. De Minister draagt zelf de verantwoordelijkheid voor de certificering en draagt deze bevoegdheden over aan niet-ondergeschikten middels een mandaat. De Minister van EZ heeft eind 2012 gecommuniceerd dat netbeheerders van het elektriciteitsnet en het gastransportnet verantwoordelijk worden voor de certificering van de productie-installatie op wiens net de installatie is aangesloten.

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. Tennet is op 1 maart 2008 voor een periode van tien jaar aangewezen.

CertiQ is lid van de Association of Issuing Bodies (AIB), een internationaal samenwerkingsverband van Europese garantiebeheerinstanties. De AIB streeft naar standaardisering van certificaten systemen om de internationale handel in (duurzame) energie te faciliteren en heeft daartoe Europese energie certificaten systeem (EECS) geïntroduceerd. Ieder EECS certificaat is uniek, overdraagbaar en bevat standaardinformatie over de bron van energie en zijn productiemethode. De meest recente versie van de EECS standaard is van 10 oktober 2013. Om de kwaliteit op nationaal niveau te borgen hebben leden een domein protocol. Voor Nederland is dit vastgelegd in het EECS Electricity Scheme Domain Protocol. EECS is de basis voor een in ontwikkeling zijnde CEN standaard 'Guarantees of Origin related to energy — Guarantees of Origin for Electricity'.

### 5.2.3 Garanties van oorsprong voor verwarming en koeling

Voortbouwend op de ervaringen van GvO's voor elektriciteit heeft Nederland ook reeds ervaring met certificaten voor de andere sectoren.

Voor GvO's voor verwarming en koeling biedt de RED het internationale wettelijk kader. De grondslag in nationale wetgeving die voor GvO's voor elektriciteit vigeert, ontbreekt nog voor hernieuwbare warmte. Op 5 december 2012 is een wetsvoorstel ingediend in het

kader van de wetgevingsagenda STROOM en is een implementatietraject gestart om deze nationale wettelijke basis te bieden.

Tot de wettelijke basis is geregeld spreken we bij certificaten voor verwarming en koeling over 'certificaten'. Als de nationale wettelijke status is geregeld noemen we deze 'garanties van oorsprong' voor verwarming en koeling. Hoewel de RED de mogelijkheid biedt voor verwarming en koeling, zullen in eerste instantie alleen GvO's voor verwarming worden uitgegeven.

Certificaten voor warmte en gas kunnen gebruikt worden als bewijsmiddel 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. Ten aanzien van de garantiebeheerorganisatie kent de Warmtewet geen netbeheerder en draagt deze taak op aan het meetbedrijf. In het wetgevend traject zal een garantiebeheerorganisatie gedefinieerd worden. De wijze waarop de minister door de garantiebeheerorganisatie wordt geïnformeerd zal in een informatieprotocol worden opgenomen.

Import en export van warmtecertificaten is vooralsnog niet voorzien. Nederland is het eerste EU-land dat certificaten uitgeeft voor warmte.

### 5.2.4 Garanties van Oorsprong voor warmte en gas

De RED biedt geen internationaal wettelijk kader voor GvO's voor

gas. Gas wordt binnen de RED niet gezien als finaal eindverbruik. Nederland kiest ervoor om GvO's voor gas te introduceren naar analogie van de GvO's voor elektriciteit, verwarming en koeling. Het nationale wetgevend kader is hiervoor nu in ontwikkeling.

In 2009 is een certificeringssysteem opgezet voor gas uit hernieuwbare bronnen. De garantiebeheerorganisatie is Gasunie BV., die hiervoor een dochteronderneming, 'Vertogas' heeft opgezet.

Vertogas certificeert biogas (gas geproduceerd uit biomassa) waarmee 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 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).

## 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 pro-

ducenten 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 RED (die zich baseert op de productie van hernieuwbare energie).

## 6 Berekening aandeel hernieuwde energie

In voorgaande hoofdstukken stond steeds het verbruik van hernieuwbare energie centraal. De kernindicatoren worden doorgaans echter uitgedrukt als een percentage: dus hernieuwbaar energieverbruik gedeeld door het totaal energieverbruik. Voor de bepaling van een percentage hernieuwbaar is het zowel noodzakelijk om te omschrijven hoe het hernieuwbare verbruik wordt berekend alsmede het totale verbruik.

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende percentages hernieuwbare energie. Allereerst een serie die gebruikt wordt in het kader van de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie: bruto eindverbruik van hernieuwbare energie totaal (8.1), hernieuwbare energie voor vervoer (8.2), hernieuwbare elektriciteit (8.3) en hernieuwbare warmte (8.4). Daarna het aandeel hernieuwbare energie volgens de substitutiemethode (8.5).

### 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 eindverbruikmethode 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 elek-

triciteit 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.

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 bijgesteld (gemiddeld 1 % in de jaren 2004-2012).

### 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 de RED een aantal eigen rekenregels zijn opgenomen. Het doel is 10% hernieuwbare energie voor vervoer in 2020. De monitoring van dit doel maakt onderdeel uit van de jaarlijkse rapportage van het CBS en Eurostat en de tweejaarlijks vragenlijst van de EC als onderdeel van de RED.

De teller van dit 10% doel bestaat uit de volgende componenten:

- Biobrandstoffen geleverd aan de Nederlandse markt voor vervoer waarbij de duurzaamheid is aangetoond. Hierbij tellen biobrandstoffen dubbel, indien is aangetoond dat deze zijn geproduceerd uit residu, afval of (ligno)cellulose. Volgens de definities uit de Europese energiestatistieken tellen alle leveringen aan vervoer over land en door de lucht als binnenlands verbruik. Vervoer over water telt alleen mee voor zover de haven van vertrek en aankomst binnen Nederland is. Visserij valt buiten de sector vervoer, evenals mobiele werktuigen voor de landbouw en de bouw.
- Biogas voor zover geleverd aan de vervoerssector. Dit kan zowel door directe levering als door levering via het gasnet. In het tweede geval wordt echter alleen het percentage van het biogas dat daadwerkelijk aan transport wordt geleverd meegeteld. Aangezien het gas dat op het gasnet wordt gezet op dit moment (2012) 0,07% biogas is, is deze bijdrage vooralsnog verwaarloosbaar.
- Elektriciteit voor vervoer. Het aandeel hernieuwbaar wordt bepaald op basis van een forfaitair percentage. Daarbij mogen lidstaten kiezen of ze hiervoor het gemiddeld percentage hernieuwbare elektriciteit van het eigen land of van de EU nemen. Nederland kiest hier voor de EU. Het forfaitair percentage is het gerealiseerde percentage van 2 jaar vóór het desbetreffende de jaar. Voor 2013 was dit dus het percentage hernieuwbare elektriciteit in de EU van 2011 (19,6%). Deze waarde wordt jaarlijks gepubliceerd door Eurostat.
- Elektriciteit geleverd aan wegvervoer telt 2,5 keer zwaarder mee vanwege de hoge efficiency van de elektromotor ten opzichte van de benzinemotor. Dit geldt dus niet voor railvervoer.

Voor de noemer van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer geldt het volgende:

- Het gaat om de leveringen van benzine, diesel, biobenzine, biodiesel en elektriciteit aan de vervoerssector.
- Voor energieberekeningen neemt de RED de internationale energiestatistieken als uitgangspunt. Dit betekent het volgende voor de afbakening van de sector vervoer:
- Het gaat om vervoer over land op de openbare weg, dus exclusief mobiele werktuigen in de landbouw en de bouw. Gasolie voor railvervoer telt mee.
- Bij scheepvaart gaat het alleen om scheepvaart voor vervoer voor zover het schepen betreft met vertrek en bestemming Nederland. Dus exclusief binnen- en zeevaart met bestemming buitenland. De visserij telt niet mee bij vervoer.
- Vliegverkeer is wel onderdeel van vervoer, maar de gebruikte brandstoffen zijn geen benzine of diesel. Vliegverkeer telt dus in de noemer niet mee voor de vervoersdoelstelling (maar wel in de teller).

### **Rapportage Nederlandse regelgeving hernieuwbare energie vervoer**

De Nederlandse emissieautoriteit (NEa) rapporteert jaarlijks aan het Ministerie van Infrastructuur en Milieu over de prestatie van bedrijven die een verplichting hebben tot het bijmengen van hernieuwbare energie. Deze verplichting is gekoppeld aan het hebben van een vergunning voor opslag/levering van minerale oliën onder schorsing van accijns (een Accijnsgoederenplaats- of AGP-vergunning). Bij deze verplichting, gebaseerd op de Regeling hernieuwbare energie vervoer zijn er een aantal verschillen ten opzichte van de monitoringsrapportage voor de RED. Deze zijn:

- Administratieve overdracht tussen jaren: bedrijven mogen op de markt gebrachte brandstoffen opsparen en gebruiken voor het volgende jaar (carry over). Per jaar levert dit verschillen op, maar over meerdere jaren middelt dit uit.
- Voor de rapportage aan de NEa mogen bedrijven biobrandstoffen boeken als op de markt gebracht, nadat deze zijn bijgemengd en nadat de resulterende blend de bestemming “binnenlandse markt” heeft gekregen. In de praktijk kan de daadwerkelijke fysieke bestemming echter toch nog anders worden, op het moment dat de bijgemengde biobrandstof aan een andere AGP houder wordt geleverd. Op basis van extra informatie van de oliebedrijven maakt het CBS elk jaar een schatting van dit verschil en corrigeert hier zonedig voor.
- Elektriciteitsleveranciers hebben geen verplichting, maar kunnen vrijwillig meedoen. Bij de rapportage van de NEa telt alleen de geregistreerde elektriciteit van vrijwillige deelnemers mee. De spoorwegen zijn uitgesloten hiervan. Voor de nationale rapportage voor de RED telt alle hernieuwbare elektriciteit voor

vervoer mee.

- Voor biogas geldt ook dat er geen verplichting is, maar dat bedrijven vrijwillig kunnen deelnemen. Daarbij geldt dat het voor de regeling hernieuwbare energie voor vervoer mogelijk is om geleverd gewoon aardgas administratief te vergroenen met groen gascertificaten van bedrijven die groen gas aan het aardgasnet leveren. Voor de rapportage voor de RED telt alleen fysieke levering van groen gas aan vervoer. Dat verklaart waarom het deel van het biogas dat op deze manier bij de NEa wordt geregistreerd, de afgelopen jaren aanzienlijk hoger was dan de 0,07% van het CBS.
- Leveringen van biokerosine kunnen voor de nationale regeling hernieuwbare energie voor vervoer ook meetellen mits er sprake is van duurzaam geproduceerde brandstof, die niet als biobrandstof met 0-emissie wordt geboekt binnen ETS. Voor de RED telt alle geleverde duurzame biobrandstof aan vliegverkeer.

### **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 gedeeld door het totale verbruik van aardgas.

#### 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 8.1 komt daar dan nog bij het eigen verbruik van warmte voor elektriciteit en de verliezen bij transport van warmte.

#### 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 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.

# 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 RED. Wel blijven de andere twee methoden relevant, omdat ze antwoord geven op belangrijke vragen als hoeveel verbruik van fossiele energie en emissies van CO<sub>2</sub> 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, bio-brandstoffen 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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). De laatste update van de getallen staat in Segers (2013). In de tabel staan de gegevens t/m 2012.

Jaar	Elektrisch rendement	CO <sub>2</sub> -emissiefactor
	%	kg/GJ primaire energie
1990	37,6	71,5
1995	37,6	71,1
2000	39,8	71,3
2005	40,2	68,9
2010	42,5	67,3
2011	43,6	67,5
2012	42,1	71,2
2013	42,6	73,7

Tabel elektrisch rendement

In de vorige versie van het Protocol werd een vergelijkbare methode gebruikt. Verschil was wel dat er twee referenties waren: een voor hernieuwbare elektriciteit die direct gebruikt wordt op de productielocatie en een voor hernieuwbare elektriciteit die niet op dezelfde locatie wordt verbruikt. Het verschil zit in de netverliezen. De netverliezen zijn echter niet zo groot en het verschil tussen beide referenties is ongeveer 4 procent, wat klein is ten opzichte van alle methodologische onzekerheden. Ter wille van de eenvoud kiezen we in deze versie van het Protocol voor één referentie: namelijk precies de marginale methode, zoals beschreven door Harmelink et al. (2012). Deze gaat uit van de netto productie van hernieuwbare elektriciteit op een locatie waar deze niet verbruikt wordt. Bij dit rendement 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. Deze rendementen komen overeen met de rendementen bij de gebruiker in de vorige versie van het protocol. Het CBS rapporteert jaarlijks de meest recente gegevens over het rendement en de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de elektriciteitsproductie.



#### Getallen voorbeeld:

De productie van hernieuwbare elektriciteit door windmolens is gelijk aan 10 PJ. Het rendement van de referentie is 43,8 procent en de CO<sub>2</sub> emissies van de referentie is gelijk aan 71,2 kg per GJ primaire energie. Het vermeden verbruik van primaire energie is  $10/43,8 \cdot 100 = 22,8$  PJ. De vermeden emissies van CO<sub>2</sub> zijn gelijk aan 22,8 PJ maal 71,2 kg CO<sub>2</sub> per GJ = 1626 miljoen kg CO<sub>2</sub>.

#### Warmte

Voor warmte geldt voor de referentietechniek de opwekking van warmte met een aardgas. Een complicatie is dat de substitutiemethode uitgaat van de productie van nuttige warmte (output), terwijl de Richtlijn hernieuwbare energie 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 bespaart. De CO<sub>2</sub>-besparing volgt dan uit dit aardgasgebruik. De uitstoot van aardgas wordt jaarlijks gerapporteerd door het National Inventory Entity [NIE2014]. Voor 2014 is de uitstoot bepaald op 56,4 kg/GJ. De verbrandingswaarde van aardgas is 31,65 MJ/Nm<sup>3</sup> [NIR2014]. De uitstoot aardgas komt daarmee op 1,78 kg/Nm<sup>3</sup>.

#### Opmerkingen:

- Bij bodemenergie en aerotherme energie volgt de geleverde warmte uit  $Q_{usable}$  van de formule voor warmtepompen. Zie hiervoor 4.3.2. 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 (Jansen, B.I., en Dröge, R. (2011), Emissiemodel houtkachels, TNO-060-UT-2011-00314.)

#### Biobrandstoffen voor vervoer

Het gebruik van biobrandstoffen voor vervoer vermijdt het gebruik van fossiele brandstoffen en de daarbij behorende CO<sub>2</sub>-emissies. Echter bij de productie van biobrandstoffen kunnen veel emissies ontstaan van CO<sub>2</sub> 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.

Bij het schrijven van het vorige Protocol was er in de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie een LCA-methode vastgelegd om de vermeden emissie van broeikasgassen door het gebruik van biobenzine en

Techniek	Berekening productie van nuttige warmte	Referentietechniek	Substitutiefactor
Zonnewarmte warm tapwater	0,7 * eindverbruik van zonnewarmte	CV-ketel	0,65
Zonnewarmte overig	0,7* eindverbruik van zonnewarmte	CV-ketel	0,95
Diepe bodemenergie (Geothermie)	= eindverbruik van diepe bodemenergie	Gasketel met 90% rendement	0,9
Bodemenergie	$Q_{usable}$	CV-ketel	0,95
Aerotherm	$Q_{usable}$	CV-ketel	0,95
Warmte uit AVI's	= warmteproductie	Gas	0,9
Houtkachels bij huishoudens	= verbruik van biomassa * (variabel) rendement	Gas	0,95
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

biodiesel te berekenen. Echter deze methode was toen nog niet operationeel. Inmiddels is dat wel het geval.

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 CO<sub>2</sub>-equivalenten. Deze emissies zijn daarbij berekend volgens de methode uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. 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 waarden die de NEa gebruikt bij de jaarlijkse rapportage van de broeikasgasemissies door het gebruik van brandstoffen voor vervoer in het kader van de Regeling Brandstoffen Luchtverontreiniging (NEa, 2013). Deze waarden zijn 87,5 kg per GJ voor fossiele benzine en 89,1 kg per GJ voor fossiele diesel.

De totale vermeden emissies van broeikasgassen zijn vervolgens berekend door de hoeveelheid op de markt gebrachte biobrandstoffen zoals beschreven in paragraaf x.y 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 47,5 kg per GJ. Uit de energiestatistiek volgt dat er dat jaar 5 PJ duurzame biobenzine op de markt is gebracht.

Een fossiele GJ benzine gaat gepaard met een emissie van 87,5 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten. De vermeden emissie per GJ is dan 87,5 - 47,5 = 40 kg CO<sub>2</sub>. De totale vermeden emissie van broeikasgassen is dan 5 PJ maal 40 kg per GJ = 200 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 RED-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

$$15 \text{ TJ el} / 43,8\% + 10 \text{ TJ warmte} / 90\% + 40 \text{ TJ gas} = 85 \text{ TJ}$$

Vermeden emissie

$$15 \text{ TJ el} / 43,8\% * 71,2 \text{ ton/TJ} + 10 \text{ TJ} / 90\% * 56,6 \text{ ton/TJ} + 40 \text{ TJ} / 90\% * 56,6 \text{ ton/TJ} = 5.331 \text{ ton}$$

#### **Aandeel hernieuwbare energie volgens substitutiemethode**

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

*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 in 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 CO<sub>2</sub>.

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 onttrekkingssaldo van de voorraden. Het definiëren van de primaire productie is vaak niet triviaal voor hernieuwbare energie. Daarom wordt vooral daarvoor 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 EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie 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 en bodemenergie**

Volgens definities in internationale energiebalansen is aardwarmte energie die afkomstig is van het binnenste van de aarde. Bodemenergie (afkomstig uit de omgeving) wordt niet gezien als energiedrager. Dat betekent dat voor het primair energieverbruik alleen aardwarmte meetelt.

Net als bij zonnewarmte 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.

### **Aerothermische en hydrothermische energie**

Aerothermische en hydrothermische energie vallen niet onder de definities van nationale en internationale energiebalansen. Ze tellen wel voor het bruto eindverbruik zoals berekend volgens de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Voor het primair energieverbruik zijn de definities uit de energiebalansen echter leidend. Daarom tellen deze bronnen voor het primair energieverbruik niet mee.

### **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 biobrand-

stoffen is niet gelijk aan de marktleveringen, omdat bijgemengde biobrandstoffen ook geïmporteerd en geëxporteerd worden.

# Bijlage 2 Factsheets

## Introductie

In dit document staat per hernieuwbare energietechniek aangegeven hoe de bijbehorende energiebijdrage berekend wordt volgens de methodiek uit het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (versie 2014).

Het doel van deze factsheets is om aan de hand van voorbeelden beter inzicht te geven in de methodiek van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, dat de basis vormt voor het monitoren van de Nederlandse hernieuwbare energie ontwikkelingen. Tevens kunnen ze gebruikt worden als eerste indicatie van de opbrengst van hernieuwbare energieprojecten. Hierbij dient wel in acht genomen te worden dat we bij de factsheets uitgaan van bepaalde standaard-situaties (jaar, bedrijfstijd, etc.).

In deze factsheets zijn de berekeningen gemaakt voor 2012, omdat hiervoor alle gegevens beschikbaar zijn. Voor het bepalen van de werkelijke bijdrage moeten de meest actuele gegevens gebruikt worden. De in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie en in deze factsheets getoonde methodieken kunnen ook voor toekomst-berekeningen gebruikt worden. Dan moet een aantal kentallen (zoals het landelijk gemiddelde rendement van elektriciteitscentrales) aangepast worden.

Bij de berekening van specifieke hernieuwbare energieprojecten zal altijd nagegaan dienen te worden of deze uitgangspunten inderdaad van toepassing zijn. Indien dit niet het geval is, dienen de berekeningen aan de specifieke omstandigheden te worden aangepast.

RVO.nl streeft er uitdrukkelijk naar alle berekeningen met betrekking tot hernieuwbare energie, zowel gericht op monitoring als gericht op de toekomst, volgens het onderhavige Protocol en de factsheets uit te voeren.

Zij verwacht dat dit protocol een referentie zal worden voor anderen in Nederland die zich met hernieuwbare energieberekeningen bezig houden. Alleen indien van de in dit Protocol genoemde kentallen afgeweken wordt, dient expliciet vermeld te worden dat NIET volgens het protocol is gerekend.

In onderstaande tabel staan de uitgangspunten van de berekeningen in de factsheets.

Naam	Afkorting	Uitgegaan van
referentiejaar		2012
rendement elektriciteitscentrales		42,1%
emissiefactor CO <sub>2</sub>		
elektriciteitscentrales gemiddeld	$e_{\text{elek}} \text{CO}_2$	71,2 kg CO <sub>2</sub> /GJ <sub>primair</sub>
verbranden aardgas	$e_{\text{aardg}} \text{CO}_2$	56,4 kg CO <sub>2</sub> /GJ <sub>primair</sub>
verbranden kolen	$e_{\text{kolen}} \text{CO}_2$	94,7 kg CO <sub>2</sub> /GJ <sub>primair</sub>
elektriciteit geleverd bij gebruiker	$e_{\text{elek}} \text{CO}_{2\text{zeind}}$	0,61 kg CO <sub>2</sub> /kwh <sub>e</sub>

Tabel F1 Uitgangspunten bij factsheets berekeningen (Monitoring)

Waterkracht	Afkorting	Eenheden en formules
geïnstalleerd vermogen	C	In MW
kental vollasturen	V	2.700 h/jr
elektriciteitsproductie in jaar i	$E_{ei}$ of $E_{ei} = C * V$	in GWh d.m.v. meting (monitoring):  d.m.v. berekening (toekomstig project) MWh/jr = opgesteld vermogen (MW) * kental vollasturen (h/jr)
referentiejaar	N	
genormaliseerde elektriciteit in jaar N	$E_{N(norm)} = 3,6 * C_N *$ $\left[ \sum_{i=N-14}^N \frac{Ee,i}{C_i} \right] / 15$	in GWh 3,6 * geïnstalleerd vermogen (MW) * normalisatiefactor (GWh/MW) (het gemiddelde van 15 jaar opgewekte elektriciteit in jaar i GWh) / geïnstalleerd vermogen in jaar i MW)
<b>EU-richtlijn hernieuwbare energie</b>		
bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$E_{be} = 3,6 E_{N(norm)} = 3,6 * C_N *$ $\left[ \sum_{i=N-14}^N \frac{Ee,i}{C_i} \right] / 15$	bruto eindverbruik (TJ) = 3,6 * genormaliseerde elektriciteit (GWh) = 3,6 * geïnstalleerd vermogen (MW) * normalisatiefactor (GWh/MW) (het gemiddelde van 15 jaar opgewekte elektriciteit in jaar i GWh) / geïnstalleerd vermogen in jaar i MW)
bruto eindverbruik in 2008	N	referentiejaar
	$E_{N(norm)}$	genormaliseerde elektriciteit in jaar N in GWh
	$E_{ei}$	elektriciteitsproductie in jaar i in GWh
	$C_i$	totaal geïnstalleerd vermogen in MW
<b>Voorbeeld voor 2012</b>	$C_{2012} = C_{2012}$ t/m $C_{1998}$	37 MW
	$E_{e1998}$	100 GWh
	$E_{e1999}$	88 GWh
	$E_{e2000}$	80 GWh
	$E_{e2001}$	92 GWh
	$E_{e2002}$	112 GWh
	$E_{e2003}$	90 GWh
	$E_{e2004}$	142 GWh
	$E_{e2005}$	117 GWh
	$E_{e2006}$	110 GWh
	$E_{e2007}$	72 GWh
	$E_{e2008}$	95 GWh
	$E_{e2009}$	88 GWh
	$E_{e2010}$	105 GWh
	$E_{e2011}$	107 GWh
	$E_{e2012}$	102 GWh
	$E_{be}$	$3,6 * 37 \text{ MW} * 40,54 \text{ GWh/MW} / 15 = 360 \text{ TJ}$

Windenergie	Afkorting	Eenheden en formules
opgesteld vermogen in jaar i	$C_j$	MW
kental vollasturen	V	op land: 2.200 h/jr op zee: 3.650 h/jr
elektriciteitsproductie in jaar i	$E_{ei}$  of  $E_{ei} = C_j * V$	in GWh d.m.v. meting (monitoring):  d.m.v. berekening (toekomstig project) MWh/jr = opgesteld vermogen (MW) * kental vollasturen (h/jr)
referentiejaar	N	
genormaliseerde elektriciteit in jaar N	$E_{N(norm)} =$ $\left[ \frac{C_N + C_{N-1}}{2} * \frac{\sum_{i=N-4}^N E_{ei}}{\sum_{j=N-4}^N \left( \frac{C_j + C_{j+1}}{2} \right)} \right]$	in GWh = gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 2 jaar (MW) * som van 5 jaar geproduceerde elektriciteit (GWh) / gemiddelde van 5 jaar geïnstalleerd vermogen (MW)
	N	4 of het aantal jaren voorafgaand aan het jaar N waarvoor capaciteits- en productiegegevens beschikbaar zijn, als het aantal lager is

EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$E_{be} = 3,6 E_{N(norm)} = 3,6 * \left[ \frac{C_N + C_{N+1} + \dots + C_{N+4}}{5} \cdot \frac{\sum_{i=N-4}^N E_{ei}}{\sum_{j=N-4}^N \left( \frac{C_j + C_{j+1}}{2} \right)} \right]$	Bruto eindverbruik (TJ) = 3,6 * Genormaliseerde elektriciteit in jaar N (GWh) = 3,6 * gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 2 jaar (MW) * som van 5 jaar geproduceerde elektriciteit (GWh) / gemiddelde van 5 jaar geïnstalleerd vermogen (MW)
bruto eindverbruik in 2008		
	N	referentiejaar
	$E_{N(norm)}$	Genormaliseerde elektriciteit in jaar N (GWh)
	$E_{ei}$	Elektriciteitsproductie in jaar i in (GWh)
	$C_j$	Totaal geïnstalleerd vermogen (MW)
	N	4 of het aantal jaren voorafgaand aan het jaar N waarvoor capaciteits- en productiegegevens beschikbaar zijn, als het aantal lager is
<b>Voorbeeld voor 2012</b>	$C_{2008}$ $C_{2009}$ $C_{2010}$ $C_{2011}$ $C_{2012}$	1073 MW 1224 MW 1558 MW 1748 MW 2121 MW
	$E_{e2008}$ $E_{e2009}$ $E_{e2010}$ $E_{e2011}$ $E_{e2012}$	1867 GWh 2067 GWh 2733 GWh 3438 GWh 4256 GWh
	$E_{N(norm)}$	$1934,5 \text{ (MW)} * 14361 \text{ (GWh)} / 7116,5 \text{ MW} = 3904 \text{ GWh}$
	$E_{N(norm)}$ $E_{be}$	$1934,5 \text{ (MW)} * 14361 \text{ (GWh)} / 7116,5 \text{ MW} = 3904 \text{ GWh}$ $3,6 \text{ (TJ/GWh)} * 3904 \text{ (GWh)} = 14053 \text{ TJ}$



Fotovoltaïsche zonne-energie	Afkorting	Eenheden en formules
opgesteld vermogen	C	$KW_p$
kental vollasturen	V	- 875 kWh/kWp (vanaf 2011) - 700 kWh/kWp (voor 2011)
elektriciteitsproductie	$E_e$  of  $E_e = C * V$	meting (monitoring): in kWh/jr  berekening : opgesteld vermogen ( $KW_p$ ) * kental vollasturen (kwh/kWp)

Voorbeeld voor project in 2012		
opgesteld vermogen	C	1 kW
<b>vollasturen</b>	V	875 kWh/kWp
elektriciteitsproductie	$E_e = C * V$	1 kW * 875 kWh/kWp = 875 kWh/jr

Zonnewarmte	Afkorting	Eenheden en formules
Opgesteld vermogen	P	kW
Opgesteld collectoroppervlak	A	$m^2$ $P = 0,7 [kW/m^2] * A$
Formule	E	GJ: Jaarlijkse productie zonnewarmte $E = C * P [kW] * G [GJ/kW]$
Instraling in Nederland	G	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 in 2012		
Geïnstalleerd collectoroppervlak aan huishoudelijke zonneboilers voor warmtapwater	A	1000
<b>Geïnstalleerd vermogen</b>	P	700 kW
Productie hernieuwbare energie	E	= 0,63 * 700 [kW] * 4,28 [GJ/kW] = 1887 GJ

Aardwarmte	Afkorting	Eenheden en formules
capaciteit	P	kW <sub>th</sub>
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)	T <sub>w</sub>	°C
Temperatuur koude bron (maaiveld)	T <sub>k</sub>	°C
Warmteproductie (MJ/jr)	$Q_g = m \cdot c \cdot (T_w - T_k) \cdot V_r$	massastroom water (kg/hr) *soortelijke warmte (kJ/kg.°C)*temperatuurverschil(°C)*kentalvlasturen (h/jr)

Bodemenergie Aerotherme energie Hydrotherme energie	Afkorting	Eenheden en formules
Productie hernieuwbare energie	E	GJ
Formule hernieuwbare energieproductie		$E = Q_{usable} \cdot (1 - 1/SPF)$
Geïnstalleerd vermogen warmtepomp	P	kW
Warmteproductie van de warmtepomp	Q <sub>usable</sub>	$Q_{usable} = H \cdot P \cdot 3,6 \text{ MJ}$
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	Q <sub>usable</sub>	$= 100 \text{ [kW]} \cdot 1100 \text{ [uur]} \cdot 3,6 \text{ [MJ/kWh]} = 396 \text{ GJ}$
Productie hernieuwbare energie	E	$Q_{usable} \cdot (1 - 1/SPF) = 396 \cdot (1 - 1/4,0) = 297 \text{ GJ}$

Bio-Energie - Verbranding	Afkorting	Eenheden en formules
netto warmteproductie	$Q_{\text{netto}}$	TJ/jr
netto elektriciteitsproductie	$E_{\text{netto}}$	GWh/jr (geleverde elektriciteit)
Bruto warmteproductie	$Q_{\text{bruto}}$	TJ/jr ( $Q_{\text{netto}} + Q_{\text{proces}}$ )
brutto elektriciteitsproductie	$E_{\text{bruto}}$	GWh/jr (geproduceerde elektriciteit)
Brandstofinzet	B	TJ/jr energie
eigen gebruik warmte voor proces	$Q_{\text{proces}}$	TJ/jaar
EU-richtlijn hernieuwbare energie		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik.	$E_{\text{be}} = Q_{\text{bruto}}$	Warmteproductie (TJ/jr)
In geval van levering van alleen warmte of alleen elektriciteit	$E_{\text{be}} = E_{\text{bruto}}$	Elektriciteitsproductie (TJ/jr)
In geval van WKK	$E_{\text{be}} = E_{\text{bruto}} * 3,6 + Q_{\text{netto}} + [B * Q_{\text{proces}} / (Q_{\text{netto}} + Q_{\text{proces}} + E_{\text{bruto}})]$	Bruto eindverbruik (TJ/jr) = Bruto Elektriciteitsproductie (GWh) * 3,6 TJ/GWh + Netto warmteproductie (TJ) [Brandstofinzet (TJ) * warmte voor proces (TJ) / ( netto warmteproductie (TJ) + warmte voor proces (TJ) + elektriciteitsproductie (GWh) * 3,6 GWh/TJ)]
Voorbeeld voor WKK		
Netto Warmteproductie	$Q_{\text{netto}}$	200 TJ
Bruto Warmteproductie	$Q_{\text{bruto}}$	220 TJ
Eigen Warmtegebruik	$Q_{\text{proces}}$	20 TJ
Bruto elektriciteitsproductie	$E_{\text{bruto}}$	180 GWh
Brandstofinzet	B	2000 TJ
<b>Bruto Eindverbruik</b>	$E_{\text{be}}$	<b>= 180 GWh * 3,6 + 200 TJ + [2000 TJ * 20 TJ / (200 TJ + 20 TJ + 180 GWh * 3,6) = 894 TJ</b>

<sup>1</sup> Het begrip proces is hier ruim gedefinieerd, d.w.z. alle nuttig toegepaste warmte die niet wordt verkocht. Dit kan ook een ander proces zijn binnen dezelfde installatie. Van belang is dat de warmte nuttig wordt toegepast, maar niet wordt verkocht, anders valt het onder  $Q_{\text{netto}}$ .

Bio-Energie - Verbranding afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)	Afkorting	Eenheden en formules
warmteproductie	Q	TJ/jr
bruto elektriciteitsproductie	$E_{bruto}$	GWh/jr
aandeel hernieuwbare energie	h	% (2012 waarde, 56%)
verbruik aan fossiele brandstof als hulpenergie. Het gasgebruik is voornamelijk nodig om voldoende schone uitstoot te krijgen	$A_{hulp}$	TJ/jr dit is meestal gasgebruik.
Energie-inhoud Afval (Brandstof)	B	TJ/jr
<b>EU-richtlijn hernieuwbare energie</b>		
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 (%)
<b>Voorbeeld voor AVI</b>		
energie-inhoud afval	B	5000 TJ
verbruik aan fossiele brandstof als hulpenergie.	$A_{hulp}$	100 TJ/jr
Warmteproductie	Q	320 TJ/jr
netto elektriciteitsproductie	$E_{bruto}$	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	Afkorting	Eenheden en formules
Netto Calorische waarde hout	NCV	MJ/kg
Brandstofinzet / houtverbruik	B	Kg
<b>EU-richtlijn hernieuwbare energie</b>		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{be} = B * NCV$	Houtverbruik (kg) * Energie-inhoud hout (MJ/kg)
<b>Voorbeeld project voor 2012</b>		
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 meestroom	Afkorting	Eenheden en formules
Inzet biomassa	B	meting (monitoring): ton
Netto Calorische waarde biomassa	NCV	[GJ/ton]
Substitutiefactor	S	%
Elektriciteitsproductie energiecentrale	E	GWh bruto productie
Warmte energiecentrale	Q	TJ
Inzet fossiele brandstof energiecentrale	F	TJ
<b>EU-richtlijn hernieuwbare energie</b>		
bijdrage hernieuwbare energie in bruto eindverbruik	$E_{be} = (E + Q) * B * NCV / (B * NCV + F)$	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))
<b>Voorbeeld in kolencentrale</b>		
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	$E_{be} =$	$(500 \text{ GWh} * 3,6 \text{ TJ/GWh} + 450 \text{ TJ}) * (30 \text{ kton} * 15 \text{ GJ/ton}) / (30 \text{ kton} * 15 \text{ (GJ/ton)} + 4500 \text{ TJ}) = 204 \text{ TJ}$

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

Bio-Energie - Vergisting	Afkorting	Eenheden en formules
capaciteit	$C_{th}$ $C_{el}$	thermische capaciteit: $MW_{th}$ elektrische capaciteit: $MW_e$
warmteproductie <sup>2</sup>	$Q_{netto}$	TJ/jr
warmte benut voor vergister, eigen verbruik	$Q_{verg}$	TJ/jr
netto biogasproductie <sup>3</sup>	$A_{netto}$	TJ/jr (of m <sup>3</sup> /jr)
totaal biogasproductie <sup>4</sup> elektriciteitsproductie	$A_{tot}$ $E_{bruto}$	TJ/jr (of m <sup>3</sup> /jr) GWh/jr
Voorbeeld		
	$Q_{netto}$	300 TJ/jr
	$Q_{verg}$	100 TJ/jr
	$A_{netto}$	100 TJ/jr
	$A_{tot}$	1900 TJ/jr
elektriciteitsproductie	$E_{bruto}$	167 GWh /jr
	$\%Q = Q_{netto} / [Q_{netto} + Q_{vergister} + E_{bruto} * 3.6]$	$(300 TJ) / (300 TJ + 100 TJ + 167 * 3.6) = 0.3$
	$Q_{alloc} = \%Q * [A_{tot} - A_{netto}]$	$0.3 * (1900 TJ - 100 TJ) = 540 TJ$
Bijdrage hernieuwbare energie uitgedrukt in bruto eindverbruik	$E_{be} = E_{bruto} * 3.6 + Q_{alloc} + A_{netto}$	$167 * 3.6 TJ + 540 TJ + 100 TJ = 1732 TJ$

<sup>2</sup> Afgeleverd plus eigen verbruik minus eigen verbruik voor vergisting.

<sup>3</sup> Biogasproductie = Winning - fakkels - eigen verbruik voor wkk - eigen verbruik voor overige omzettingen - eigen verbruik voor vergisting.

<sup>4</sup> Totale biogasproductie is winning van biogas in de vergister

# Bijlage 3

## Literatuurlijst

### SHC2011;

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

### IEA/Eurostat2004;

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

### Ecofys2006;

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

### CBS2013;

CBS, Segers, Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2012, 2013

### 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

### 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”

### UvU2014;

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

### IF2009;

IF technology, “Besparingskennallen warmte- en koudeopslag, Herziening factsheet warmte- en koudeopslag 2009 op basis van 74 systemen”, 2009.

### AMVB2013;

Ministerie I&M; Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen, juli 2013

### AGNL,CBS,PBL,ECN2012;

Harmelink, Bosselaar, Gerdes, Segers, Verdonk, “Berekening van de CO<sub>2</sub>-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.

### RWS2013;

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

### ECN2014;

ECN, Advies Subsidieregeling Duurzame Energie, 2014.

### OWS2012;

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

### 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 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.

**NIE2014;**

Zijlema, “Berekening CO<sub>2</sub>-emissiefactor aardgas jaar 2014”, 2013.

**NIR2014;**

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



Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en CBS

Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht

Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht

T 088 602 90 00

W [www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)

W [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | april 2015

Publicatienummer: RVO-000-0000/BR-DUZA.

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

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

RVO.nl is een onderdeel van met ministerie van Economische Zaken

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van Economische Zaken.

Deze brochure is met grote zorgvuldigheid samengesteld.

Om de leesbaarheid te bevorderen zijn juridische zinsneden vereenvoudigd weergegeven. Soms betreft het ook delen van of uittreksels van wetteksten. Aan deze brochure en de daarin opgenomen voorbeelden kunnen geen rechten worden ontleend. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is niet aansprakelijk voor de gevolgen van het gebruik ervan. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.