

Hernieuwbare

energie

in Nederland

2014



Hernieuwbare

energie

in Nederland

2014

Verklaring van tekens

Niets (blanco)	Een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
.	Het cijfer is onbekend, onvoldoende betrouwbaar of geheim
*	Voorlopige cijfers
**	Nader voorlopige cijfers
2014-2015	2014 tot en met 2015
2014/2015	Het gemiddelde over de jaren 2014 tot en met 2015
2014/'15	Oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2014 en eindigend in 2015
2012/'13-2014/'15	Oogstjaar, boekjaar, enz., 2012/'13 tot en met 2014/'15
W	Watt (1 J/s)
kW	Kilowatt (1,000 J/s)
Wh	Wattuur (3,600 J)
J	Joule
tonne	1 000 kg
M	Mega (10^6)
G	Giga (10^9)
T	Tera (10^{12})
P	Peta (10^{15})
nge	Aardgas equivalent (1 a.e. komt overeen met 31.65 MJ)
mln	Miljoen
mld	Miljard
MWe	Megawatt elektrisch vermogen
MWth	Megawatt thermisch vermogen

In geval van afronding kan het voorkomen dat het weergegeven totaal niet overeenstemt met de som van de getallen.

Colofon

Uitgever

Centraal Bureau voor de Statistiek
Henri Faasdreef 312, 2492 JP Den Haag
www.cbs.nl

Prepress

Studio BCO, Den Haag

Ontwerp

Edenspiekermann

Inlichtingen

ISBN: 978 90 357 1858 6
ISSN: 2210-8521
Tel. 088 570 70 70, fax 070 337 59 94
Via contactformulier: www.cbs.nl/infoservice

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire, 2015.
Verveelvoudigen is toegestaan, mits CBS als bron wordt vermeld.

Voorwoord

In dit jaarrapport *Hernieuwbare Energie in Nederland 2014* presenteert CBS de ontwikkelingen op het gebied van hernieuwbare energie voor warmte, elektriciteit en vervoer. Deze publicatie geeft structuur aan de grote hoeveelheid cijfers over dit onderwerp en is bedoeld voor degenen die actief zijn of willen worden in de wereld van de hernieuwbare energie, zoals marktpartijen, onderzoekers, beleidsmakers en studenten.

De belangrijkste conclusie uit het rapport is dat het aandeel hernieuwbare energie van het totale energieverbruik in 2014 met 0,8 procentpunt is gestegen ten opzichte van 2013. Dit komt overeen met 5,6 procent van het totaal. Op Europees niveau is afgesproken dat dit aandeel 14 procent moet zijn in 2020. De opmerkelijke stijging tussen 2013 en 2014 wordt voor 0,3 procentpunt veroorzaakt door een toename van het verbruik van hernieuwbare energie. Het grootste deel van de stijging van het aandeel is het gevolg van een daling van het totale eindverbruik van energie – vooral door het lagere verbruik van aardgas vanwege het warme weer in 2014. Daarnaast daalde ook de afzet van motorbrandstoffen.

Hernieuwbare energie wordt aangewend voor warmte, elektriciteit en vervoer. Vorig jaar is het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte en vervoer toegenomen, terwijl het verbruik voor elektriciteit ongeveer constant bleef. In 2014 was ongeveer de helft van het verbruik van hernieuwbare energie bestemd voor warmte, 40 procent voor elektriciteit en ruim 10 procent voor vervoer. Het verbruik van hernieuwbare warmte steeg in 2014 met ongeveer 10 procent naar 54 petajoule. De sterkste toename zat bij de biomassaketels voor warmte bij bedrijven. Deze toename wordt onder andere veroorzaakt doordat deze techniek nu in aanmerking komt voor subsidie. Overigens blijft biomassa bij huishoudens de belangrijkste techniek voor de benutting van hernieuwbare warmte. Het gaat dan vooral om houtkachels.

Mijn dank gaat uit naar de bedrijven die de vragenlijsten hebben ingevuld en daar waar nodig een aanvullende toelichting hebben verstrekt. Bij de totstandkoming van deze publicatie is samengewerkt met meerdere bedrijven en instituten die hun gegevens en hun kennis van het werkveld ter beschikking hebben gesteld: CertiQ, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), de Nederlandse Emissieautoriteit, Rijkswaterstaat Leefomgeving, Vertogas, TNO, de Dutch Heat Pump Association (DHPA), de VERAC (Branchevereniging van leveranciers van airconditioning apparatuur), de Nederlandse Vereniging van Biomassa Ketel Leveranciers (NBKL), de Nederlandse Vereniging van ondernemingen op het gebied van Koudetechniek en Luchtbehandeling (NVKL), USP Marketing Consultancy, Polder PV, Holland Solar, Probos, de provincies, Arcadis en de Unie van Waterschappen. Het Ministerie van Economische Zaken heeft het onderzoek naar de cijfers over werkgelegenheid gefinancierd.

Directeur-Generaal van de Statistiek

Dr. T.B.P.M. Tjin-A-Tsoi

Den Haag/Heerlen/Bonaire, september 2015

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7

1. Inleiding 8

1.1	Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie	9
1.2	Revisie	10
1.3	Gebruikte databronnen	10
1.4	CBS-publicaties over hernieuwbare energie en release policy	11
1.5	Attenderingservice	13
1.6	Internationale cijfers over hernieuwbare energie op internet	13
1.7	Regionale cijfers over hernieuwbare energie	14
1.8	Leeswijzer	15

2. Algemene Overzichten 16

2.1	Hernieuwbare energie totaal	17
2.2	Hernieuwbare elektriciteit	19
2.3	Hernieuwbare warmte	22
2.4	Hernieuwbare energie voor vervoer	24
2.5	Internationale vergelijking	26
2.6	Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie	28
2.7	Werkgelegenheid	32
2.8	Subsidies	33

3. Waterkracht 37

4. Windenergie 40

5. Zonne-energie 46

5.1	Zonnestroom	47
5.2	Zonnewarmte	51

6. Aardwarmte en bodemenergie 54

6.1	Aardwarmte	55
6.2	Bodemenergie	56

7. Buitenluchtwarmte 61

8. Biomassa 65

- 8.1 Inleiding 66
- 8.2 Afvalverbrandingsinstallaties 71
- 8.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales 74
- 8.4 Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven 76
- 8.5 Stoken van biomassa voor warmte bij bedrijven 77
- 8.6 Stoken van biomassa door huishoudens 80
- 8.7 Stortgas 82
- 8.8 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties 84
- 8.9 Biogas, co-vergisting van mest 85
- 8.10 Overig biogas 89
- 8.11 Vloeibare biotransportbrandstoffen 91

Literatuur 97

Medewerkers 101

Samenvatting

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik is in 2014 met 0,8 procentpunt gestegen ten opzichte van 2013. In 2014 was 5,6 procent van het energieverbruik afkomstig uit hernieuwbare bronnen. In Europees verband is afgesproken dat Nederland in 2020 uitkomt op 14 procent hernieuwbare energie. De meeste hernieuwbare energie, namelijk 70 procent, komt uit biomassa en 20 procent uit windenergie. De bijdrage van andere bronnen als waterkracht, zonne-energie, bodemenergie en warmte uit de buitenlucht, is beperkt.

In 2014 is, net als in 2013, 12 miljard kilowattuur elektriciteit geproduceerd uit windenergie, waterkracht, zonne-energie en biomassa. Dat is 10 procent van het totale elektriciteitsverbruik en vrijwel gelijk aan het aandeel in 2013. De productie van windmolens nam in 2014 met 9 procent toe door uitbreiding van de capaciteit. De productie van elektriciteit uit biomassa daalde met ongeveer 15 procent. De productie van zonnestroom nam met bijna 60 procent toe, na verdubbelingen in voorgaande jaren. De bijdrage van zonnestroom aan het totale elektriciteitsverbruik is echter nog steeds kleiner dan 1 procent.

Het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte steeg in 2014 met 10 procent ten opzichte van 2013. Het aandeel hernieuwbare energie in de warmtevoorziening kwam op 5,3 procent. De stijging in het verbruik van hernieuwbare warmte kwam vooral door een toename van de productie van warmte met biomassaketels bij bedrijven, maar ook bij andere technieken zoals afvalverbranding, biogas, warmtepompen en aardwarmte nam de productie toe.

Hernieuwbare energie was in het vervoer goed voor 6 procent van het totale energieverbruik, ruim een procent meer dan in 2013. Hernieuwbare energie voor vervoer bestaat vooral uit biobrandstoffen. Ruim 60 procent van de gebruikte biobrandstoffen waren milieutechnisch goede biobrandstoffen die, volgens Europese afspraken, dubbel tellen bij de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer.

1.

Inleiding

Hernieuwbare energie is al jaren een speerpunt in het Nederlandse energiebeleid. Uit dit speerpunt is een jaarlijkse rapportage voortgekomen over hernieuwbare energie in Nederland. Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen van de hernieuwbare energie in 2014. Tevens worden de gebruikte methoden en bronnen toegelicht.

1.1 Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie

Bij het berekenen van de hernieuwbare energie moet een aantal keuzen worden gemaakt, zoals: welke bronnen tellen mee en hoe worden de verschillende vormen van energie opgeteld. Deze keuzen zijn gemaakt in overleg met brancheorganisaties, kennisinstellingen en het ministerie van Economische Zaken en vastgelegd in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (RVO.nl en CBS, 2015).

Het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* beschrijft drie methodes om het aandeel hernieuwbare energie uit te rekenen, te weten de bruto-eindverbruikmethode, de substitutiemethode en de primaire-energiemethode.

De bruto-eindverbruikmethode wordt gebruikt in de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie uit 2009. In deze richtlijn hebben Europese regeringen en het Europees parlement gezamenlijk afgesproken dat in 2020 20 procent van het energetisch eindverbruik van energie moet komen uit hernieuwbare bronnen. Landen met veel goedkope natuurlijke bronnen voor hernieuwbare energie, zoals Oostenrijk met veel waterkracht, doen meer dan gemiddeld. Landen met weinig goedkope natuurlijke bronnen voor hernieuwbare energie, zoals Nederland, hoeven minder te doen. Voor Nederland geldt een doelstelling van 14 procent hernieuwbare energie voor 2020.

De substitutiemethode berekent hoeveel verbruik van fossiele energie wordt vermeden door het verbruik van hernieuwbare energie. Deze methode werd sinds de jaren negentig gebruikt tot en met kabinet-Balkenende IV (2010) voor nationale beleidsdoelstellingen. Daarna is de politiek overgestapt op de bruto-eindverbruikmethode. Daarmee is het politieke belang van de substitutiemethode afgenomen. De methode blijft echter wel relevant, omdat ze inzicht geeft in het vermeden verbruik van fossiele energie en de vermeden emissies van CO₂. Het vermijden van dit verbruik en deze emissies zijn de belangrijkste redenen om hernieuwbare energie te bevorderen.

De primaire-energiemethode wordt traditioneel gebruikt in internationale energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Eurostat.

In paragraaf 2.6 staat meer informatie over de verschillende methoden.

1.2 Revisie

In 2015 is het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* herzien op basis van de laatste inzichten in de te volgen rekenmethoden. Belangrijke inhoudelijke veranderingen ten opzichte van de vorige versie (2010) 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. Ook is de methode voor zonnewarmte 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. In het artikel [Revisie hernieuwbare energie 2015](#) (Segers, 2015) wordt nader ingegaan op de hier genoemde veranderingen.

De veranderingen in de methode en de basisgegevens heeft het CBS met terugwerkende kracht verwerkt in de statistiek. Dat betekent dat al definitief verklaarde cijfers worden aangepast. Dat noemen we een revisie. Doel van de revisie is het doorvoeren van verbeteringen en het volgtijdelijk vergelijkbaar houden van de cijfers. De vorige keer dat de cijfers over Hernieuwbare energie werden gereviseerd, was in 2010 (Segers, 2010). Ook toen was een update van het Protocol de aanleiding.

1.3 Gebruikte databronnen

De cijfers zijn gebaseerd op een zeer diverse reeks databronnen. Een belangrijke bron vormen de gegevens uit de administratie van CertiQ, onderdeel van de landelijk netbeheerder TenneT. CertiQ ontvangt maandelijks van de regionale netbeheerders een opgave van de elektriciteitsproductie van een groot deel van de installaties die hernieuwbare stroom produceren. Voor windmolens en waterkrachtcentrales is daarmee meteen de hernieuwbare-elektriciteitsproductie bekend. Voor de hernieuwbare-elektriciteitsproductie uit het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales is naast informatie over de geproduceerde elektriciteit ook informatie nodig over het aandeel biomassa in de totale hoeveelheid gebruikte brandstoffen. De eigenaren van de centrales sturen deze aandelen apart op naar CertiQ. Achteraf moeten de centrales nog een accountantsverklaring overleggen over de juistheid van de gegevens. Eventueel volgen er nog correcties. Op basis van de door CertiQ vastgestelde hernieuwbare-elektriciteitsproductie geeft CertiQ-certificaten voor Garanties van Oorsprong van groene stroom. Deze Garanties van Oorsprong zijn een voorwaarde voor het verkrijgen van subsidie. Ook kunnen de Garanties van Oorsprong gebruikt worden om groene stroom aan eindverbruikers te verkopen en te verhandelen.

Een tweede belangrijke bron zijn de reguliere energie-enquêtes van het CBS. Voor de biotransportbrandstoffen, en voor afvalverbrandingsinstallaties zijn deze enquêtes een belangrijke databron, waarbij in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van administratieve gegevens van de Nederlandse Emissieautoriteit en Rijkswaterstaat Leefomgeving. Voor informatie over biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties is gebruik

gemaakt van de CBS-enquête Zuivering van Afvalwater, welke gecombineerd is met de uitvraag voor de meerjarenafspraken energie (MJA). Voor zonnestroom, zonnewarmte, warmtepompen en houtketels voor warmte bij bedrijven zijn specifieke enquêtes uitgestuurd naar de leveranciers van dergelijke systemen. Warmte/koudeopslag is in kaart gebracht op basis van gegevens over vergunningen van de provincies in het kader van de Grondwaterwet.

Voor groen gas (opgevaardeerd biogas dat is ingevoed in het aardgasnet) is gebruik gemaakt van gegevens van Vertogas. De rol van Vertogas is vergelijkbaar met die van CertiQ.

Het cijfer voor het biogene aandeel van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties is afkomstig van Rijkswaterstaat Leefomgeving (voorheen onderdeel van Agentschap NL). De stortgasgegevens komen uit de stortgasenquête van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) van Rijkswaterstaat Leefomgeving en de Vereniging Afvalbedrijven (VA). De Dutch Heat Pump Association (DHPA) en de VERAC (Vereniging van Leveranciers van Airconditioning Apparatuur) hebben de afzetgegevens van hun leden geleverd. De gegevens over de huishoudelijke houtkachels zijn afkomstig van TNO.

Als controle en om de nauwkeurigheid te beoordelen is gebruik gemaakt van overheids-milieujarverslagen en van gegevens van de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA) van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) voor biomassa-installaties. Het gebruik van de bronnen wordt nader toegelicht in de hoofdstukken 3 tot en met 9.

1.4 CBS-publicaties over hernieuwbare energie en release policy

StatLine

StatLine is de elektronische databank van het CBS waarin nagenoeg alle gepubliceerde cijfers te vinden zijn, inclusief een korte methodologische toelichting. Momenteel zijn er tien StatLinetabellen over hernieuwbare energie:

1. Hernieuwbare energie; verbruik (ook in het Engels)
2. Hernieuwbare elektriciteit
3. Vloeibare biotransportbrandstoffen (ook in het Engels)
4. Biomassa; verbruik per techniek
5. Aardwarmte en bodemenergie
6. Warmtepompen
7. Windenergie per maand (ook in het Engels)
8. Windenergie op land per provincie
9. Windenergie op land naar ashoogte
10. Zonnewarmte

De jaarcijfers van hernieuwbare energie worden in principe drie keer per jaar geüpdatet. In februari verschijnen voorlopige cijfers over hernieuwbare elektriciteit, in mei voorlopige cijfers over hernieuwbare energie totaal, beide over het voorafgaande jaar. Het aantal

uitsplitsingen van de hernieuwbare energie is dan nog beperkt, omdat van veel bronnen nog onvoldoende betrouwbare informatie beschikbaar is. De tweede publicatie van de jaarcijfers is in juni, als de nader voorlopige jaarcijfers verschijnen. Voor elke bron-techniekcombinatie is dan een voorlopig cijfer beschikbaar. In december worden de definitieve jaarcijfers gepubliceerd. Over windenergie worden op maandbasis voorlopige cijfers gepubliceerd binnen twee maanden na afloop van de verslagmaand.

Jaarrapport

Dit rapport verschijnt één keer per jaar. Het jaartal in de titel heeft steeds betrekking op het meest recente verslagjaar in het rapport. Het jaarrapport is gebaseerd op de nader voorlopige cijfers. De ervaring leert dat de verschillen tussen de nader voorlopige cijfers en de definitieve cijfers voor de meeste onderdelen gering zijn.

Artikelen op website

Naast de StatLinetabellen publiceert het CBS ook artikelen over hernieuwbare energie op de website (www.cbs.nl). Afgelopen jaar zijn er artikelen verschenen over de voorlopige cijfers voor 2014 over hernieuwbare elektriciteit (CBS, 2015a) en over hernieuwbare energie (CBS, 2015b). Ook zijn er methodologische artikelen verschenen over de revisie (Segers 2015), het gebruik van airconditioning apparatuur voor verwarming (Segers en Busker, 2015) en de haalbaarheid voor prijswaarneming voor groene stroom (CBS, 2014a).

Compendium voor de Leefomgeving

Het Compendium voor de Leefomgeving is een website (www.clo.nl) met feiten en cijfers over milieu, natuur en ruimte in Nederland. Het is een uitgave het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR). Het CBS levert vier indicatoren over hernieuwbare energie:

- verbruik van hernieuwbare energie
- hernieuwbare elektriciteit
- windvermogen in Nederland
- biobrandstoffen

Deze indicatoren bieden een compact overzicht van de beschikbare cijfers op StatLine geïllustreerd met grafieken en voorzien van achtergrondinformatie over beleid en statistische methoden.

Maatwerktabellen

Maatwerktabellen worden op verzoek van gebruikers gemaakt en bevatten cijfers die niet op StatLine te vinden zijn, maar wel op een andere wijze op de CBS-website worden gepubliceerd (zie hieronder). De volgende maatwerk tabellen zijn het afgelopen jaar gepubliceerd:

- Afzet afgedekte zonnewarmte systemen, uitgesplitst naar sector en type systeem (juni 2015)

- Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte 2011–2014* (juni 2015)
- Warmtepompen met gebruik van ondiepe bodemwarmte (juni 2015)
- Houtketels >18kW per sector, 2012 en 2013 (december 2014)
- Zonnestroom naar sector, 2013 (december 2014)
- Houtketels >18 kW naar vermogensklasse en sector, eind 2013 (december 2014)

Vindplaats op CBS-website

De informatie over hernieuwbare energie kunt u het snelst als volgt vinden. Ga naar de homepage van het CBS (www.cbs.nl). Onderaan de homepage vindt u een overzicht van 'Onderwerpen'. Eén van de onderwerpen is 'Industrie en energie'. Als u daarop klikt, komt u op de themapagina 'Industrie en energie'. De tabbladen geven toegang tot de 'Cijfers', maar ook tot de 'Publicaties' op het thematerrein. Als u doorklikt op Cijfers, krijgt u een voorselectie van tabellen over het thema te zien. Wilt u andere tabellen, scroll dan naar beneden. Daar kunt u klikken op 'Alle tabellen over Industrie en Energie in de databank StatLine'. Open dan de map 'Energie' en vervolgens 'Hernieuwbare energie'. Hier treft u een compleet overzicht van alle StatLine-tabellen over hernieuwbare energie aan. Onderaan het tabblad Cijfers vindt u ook de doorklikmogelijkheid naar de maatwerktabellen. Onder Publicaties zijn alle artikelen en andere publicaties te vinden, waaronder dit rapport. Het artikel over de revisie is te vinden bij de rubriek 'Methoden' > 'Dataverzameling' > 'Aanvullende onderzoeksbeschrijvingen'.

U kunt ook op de homepage kiezen voor 'Cijfers' in plaats van Thema's, en vervolgens voor 'Cijfers per thema' (dan komt u in de bovengenoemde selectie terecht) of voor 'StatLine-databank'. Als u dat laatste doet, kunt u kiezen tussen zoeken op trefwoord of selecteren via de themaboom. Indien u kiest voor selecteren via de themaboom, moet u vervolgens klikken op 'Industrie en Energie', dan op 'Energie' en tot slot op 'Hernieuwbare energie'.

1.5 Attenderingservice

Wilt u actief op de hoogte gehouden worden van nieuwe CBS-publicaties over hernieuwbare energie, stuur dan een e-mail naar HernieuwbareEnergie@cbs.nl en geef aan dat u wilt worden opgenomen in de mailinglist voor hernieuwbare energiestatistieken. U kunt ook aangeven, dat u alleen geïnteresseerd bent in specifieke onderdelen, bijvoorbeeld windenergie.

1.6 Internationale cijfers over hernieuwbare energie op internet

Het adres van de website van Eurostat is <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>. Het tabblad 'Statistics' bovenaan de website verschaft toegang tot de cijfers. Kies daarna het thema

'Energy' onderaan de pagina. Vervolgens krijgt u links bovenaan de keuze uit meerdere onderdelen. Via 'Main Tables' zijn voorgedefinieerde, samenvattende tabellen te vinden. 'Publications' geeft toegang tot de pdf-versie van diverse publicaties. Toegankelijke uitleg is te vinden onder 'Statistics Explained'. De gedetailleerde cijfers zijn te vinden via 'Databases', vergelijkbaar met CBS-database StatLine. De cijfers over hernieuwbare energie zijn binnen Databases te vinden onder 'Quantities' en vervolgens onder 'Supply, transformation and consumption'. Eurostat zet de laatste jaren ook informatie over hernieuwbare energie op haar website die niet in een van de standaard formats past. Een voorbeeld daarvan is de rekentool SHARES (in Excel) waarmee het aandeel hernieuwbare energie kan worden uitgerekend. Vanaf de startpagina van het thema Energy is deze speciale informatie te benaderen via 'Other documents'.

Het adres van de website van het IEA is www.iea.org. De standaardpublicatie van het IEA over hernieuwbare energie heet Renewables Information en is niet vrij beschikbaar, maar te koop als hard copy of als pdf-bestand. Naast het maken van statistiek heeft het IEA ook een paraplu-functie voor diverse techniekgeoriënteerde samenwerkingsverbanden. Deze worden Technology agreements of Implementing agreements genoemd. Met betrekking tot hernieuwbare energie bestaat er een aantal van dit soort samenwerkingsverbanden, met vaak eigen websites: www.ieabioenergy.com over biomassa, www.iea-pvps.org over zonnestroom en www.iea-shc.org over zonnewarmte. Op deze websites zijn diverse publicaties te vinden welke soms ook unieke statistische informatie bevatten.

De officiële publicaties over hernieuwbare energie van Eurostat verschijnen relatief laat na afloop van het verslagjaar en bevatten weinig contextuele informatie. Om toch snel een overzicht te krijgen van de ontwikkelingen en achtergronden daarbij heeft de Europese Commissie opdracht gegeven om per hernieuwbare energietechniek snelle publicaties te maken met een toelichtende tekst over de ontwikkelingen in de belangrijkste landen. Deze publicaties zijn te vinden via de website www.eurobserv-er.org. Deze publicaties zijn relatief snel na afloop van het verslagjaar beschikbaar. Soms wordt volstaan met schattingen, wat ten koste kan gaan van de kwaliteit van de cijfers. Daarentegen zijn de publicaties van Observ'ER meestal wel geschikt voor een snelle indicatie van de ontwikkelingen in de belangrijkste landen.

Tot slot zijn er Europese brancheverenigingen actief op het gebied van statistische informatie. Zo publiceert de European Wind Energy Association (www.ewea.org) doorgaans rond 1 februari cijfers over de afzet van windmolens (in MW) per land in het voorafgaande jaar. Ook de brancheorganisatie voor de productie van biodiesel (www.ebb-eu.org), thermische zonne-energiesystemen (www.estif.org) en warmtepompen (<http://www.ehpa.org>) presenteren cijfers per land.

1.7 Regionale cijfers over hernieuwbare energie

Het is niet mogelijk om alle cijfers regionaal uit te splitsen. Voor grootschalige technieken zoals afvalverbrandingsinstallaties en het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

heeft dat te maken met de vertrouwelijkheid. Uitsplitsing van deze cijfers naar provincie zou ertoe leiden dat cijfers van een individuele installatie herleidbaar zijn.

Voor een aantal andere technieken zijn er geen cijfers beschikbaar, omdat het CBS de cijfers vaststelt aan de hand van opgaven van landelijk opererende leveranciers van hernieuwbare-energiesystemen (zonne-energie, warmtepompen) of energie (biobrandstoffen). Om de lastendruk te beperken vraagt het CBS niet aan deze leveranciers in welke regio zij hun producten hebben afgezet. Maar zelfs als het CBS dit zou vragen, is niet zeker of daarmee wel regionale cijfers gemaakt kunnen worden, omdat deze leveranciers vaak niet direct leveren aan de eindverbruiker.

Voor een aantal technieken zijn wel regionale cijfers beschikbaar. Het gaat om windenergie (hoofdstuk 4), bodemenergie met onttrekking van grondwater (hoofdstuk 6.2) en houtketels voor warmte bij bedrijven (hoofdstuk 8). Op de website van de Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat (2015) zijn meer regionale cijfers over hernieuwbare energie beschikbaar. Voor een aantal technieken zijn de CBS-cijfers met verdeelsleutels verder uitgesplitst. Voor andere technieken wordt dat gedeelte van de populatie uitgesplitst waarvoor gegevens beschikbaar zijn.

1.8 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van alle bronnen van hernieuwbare energie. In dit hoofdstuk zijn aparte paragrafen opgenomen over hernieuwbare energie totaal, hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte, hernieuwbare energie voor vervoer en over de internationale hernieuwbare-energiestatistieken. Hoofdstuk 3 beschrijft waterkracht, hoofdstuk 4 windenergie, hoofdstuk 5 zonne-energie, hoofdstuk 6 bodemenergie, hoofdstuk 7 buitenluchtwarmte, en hoofdstuk 8 een hele reeks aan technieken om biomassa te benutten.

2.

Algemene

Overzichten

Dit hoofdstuk geeft een algemeen overzicht over hernieuwbare energie. Eerst volgt een overzicht van het totaal aan hernieuwbare energie met alle vormen van energie bij elkaar waarnaar uitsplitsingen volgen voor hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbare energie voor vervoer. Daarna komen paragrafen over internationale vergelijkingen, de methode, werkgelegenheid en subsidies.

2.1 Hernieuwbare energie totaal

In de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 is vastgelegd dat 14 procent van het bruto energetisch eindverbruik van energie in 2020 afkomstig moet zijn van hernieuwbare energiebronnen. Deze richtlijn is een gezamenlijk besluit van de regeringen van de EU-landen en het Europees Parlement. Het huidige kabinet had in het regeerakkoord oorspronkelijk afgesproken om te streven naar 16 procent in 2020 (VVD en PvdA, 2012). In het nationaal Energieakkoord is deze 16 procent opgeschoven naar 2023 (SER, 2013).

Ontwikkelingen

In 2014 was het aandeel hernieuwbare energie 5,6 procent van het eindverbruik van energie. Dat is 0,8 procentpunt meer dan in 2013. Het verbruik van hernieuwbare energie was in 2014 met bijna 111 petajoule 6 procent hoger dan in 2013. Het verbruik van energie uit biomassa, goed voor ruim 70 procent van het totaal aan hernieuwbare energie, groeide met 3,2 procent relatief weinig. Hiertegenover stonden flinke stijgingen van energie uit zon (+37%) en wind (+9%); samen goed voor 22 procent van de hernieuwbare energie.

Het bijgeplaatst vermogen voor windenergie groeide met 150 megawatt. Dat is relatief weinig afgezet tegen de groei in het verleden en de ambities vanuit het beleid. Reden voor de beperkte groei is dat afgelopen jaar geen grote projecten gereed kwamen.

De bijdrage van zonne-energie aan het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen is nog beperkt tot 4 procent. De ontwikkeling van de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen was in 2014 met een groei van bijna 60 procent minder spectaculair dan de verdubbelingen in de drie jaren daarvoor. Het totaal aan opgesteld vermogen van de zonnepanelen groeide in 2014 met 37 procent. Naast de elektriciteitsproductie toont de warmteproductie met zonnecollectoren maar een bescheiden toename.

Het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen gebeurt in de vorm van elektriciteit (38%) en warmte (49%) en biobrandstoffen voor vervoer (13 procent). De laatste jaren zit de groei vooral bij hernieuwbare warmte. Opmerkelijk in 2014 was dat er meer energie kwam uit de biomassaketels voor warmte bij bedrijven. Voor het eerste was nu goed zichtbaar dat deze techniek nu ook in aanmerking komt voor subsidie.

Oorspronkelijk werd alleen hernieuwbare elektriciteit fors ondersteund via de *Milieu kwaliteit elektriciteitsproductie* (MEP-regeling) uit 2003 (zie ook 2.8). In 2007 kwam daar de stimulering van biobrandstoffen voor vervoer bij via de zogenaamde

2.1.1 Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie

	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014**	2014**
Eindverbruik van hernieuwbare energie									% van totaal her- nieuw- baar
<i>Bron-techniekcombinatie</i>									
Waterkracht ¹⁾	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Windenergie ¹⁾	0,2	1,1	2,7	7,3	16,2	17,8	19,3	21,0	18,9
wind op land	0,2	1,1	2,7	7,3	13,5	15,0	16,7	18,3	16,5
wind op zee					2,8	2,8	2,6	2,7	2,4
Zonne-energie, totaal	0,1	0,2	0,5	0,8	1,2	1,9	2,9	3,9	3,5
zonnestroom	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	1,8	2,8	2,5
zonnewarmte	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0
Aardwarmte en bodemenergie	.	0,0	0,2	0,6	2,5	3,3	4,1	4,9	4,4
Buitenluchtenergie	.	0,0	0,0	0,1	0,5	1,0	1,2	1,6	1,4
Biomassa totaal	21,5	24,2	31,4	48,4	71,6	78,9	76,7	79,1	71,4
afvalverbrandingsinstallaties	4,1	4,3	9,1	9,8	14,1	17,9	18,5	19,0	17,1
bij- en meestoken biomassa in centrales	0,0	0,0	0,8	13,1	12,9	11,3	6,9	.	.
biomassaketels bedrijven, elektriciteit	0,4	0,4	1,0	1,4	4,4	4,9	5,3	.	.
biomassaketels bedrijven, alleen warmte	1,7	1,9	2,2	4,1	5,5	5,3	5,5	7,5	6,8
biomassa bij huishoudens	13,2	13,8	14,5	16,1	17,1	17,5	17,9	18,4	16,6
stortgas	0,2	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,4	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	1,8
biogas uit co-vergisting van mest ²⁾				0,0	3,4	3,7	3,7	4,1	3,7
overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	2,1	2,6	3,4	3,9	3,5
vloeibare biotransportbrandstoffen	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	13,4	12,9	15,1	13,6
<i>Energievorm</i>									
Elektriciteit	2,9	5,1	10,3	26,8	42,2	45,0	43,1	42,7	38,5
Warmte	19,2	20,8	24,8	30,7	40,7	45,7	49,4	54,1	48,8
Vervoer	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	12,5	12,1	14,1	12,7
Totaal eindverbruik hernieuwbare energie	22,1	25,9	35,1	57,6	92,4	103,3	104,6	110,9	100,0
Berekening aandeel hernieuwbare energie									
Totaal bruto energetisch eindverbruik ³⁾	1 819	2 035	2 140	2 230	2 306	2 185	2 185	1 980	
									%
Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik	1,2	1,3	1,6	2,6	4,0	4,7	4,8	5,6	

Bron: CBS.

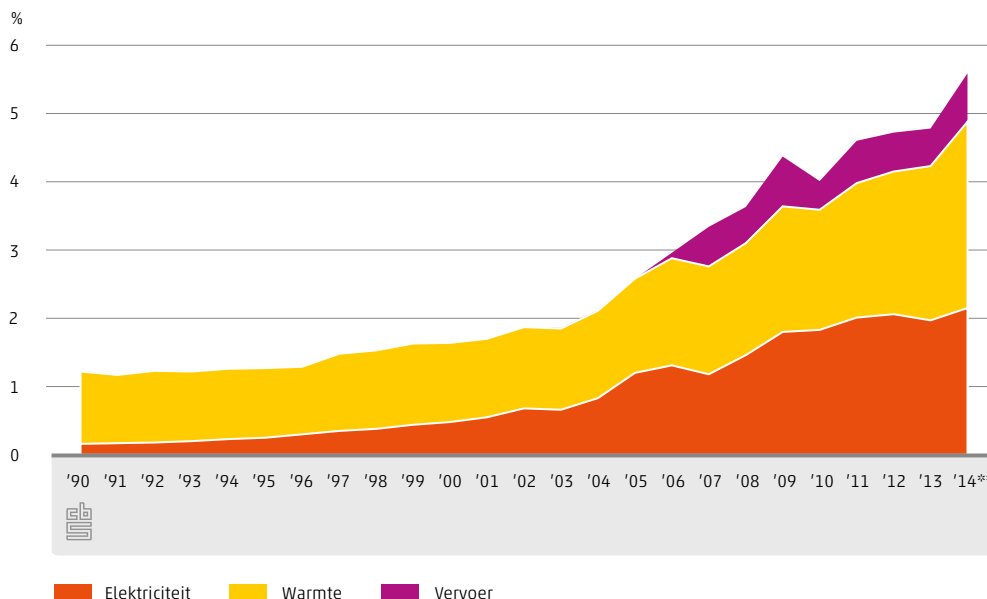
¹⁾ Inclusief normalisatieprocedure uit de EU-Richtlijn hernieuwbare energie.

²⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

³⁾ Berekend volgens definities uit de EU-Richtlijn hernieuwbare energie.

bijmengplicht (zie 8.11). In de SDE-regeling uit 2008 konden projecten voor de productie van hernieuwbare warmte ook subsidie krijgen, eerst nog alleen in combinatie met elektriciteitsproductie, maar later ook voor projecten met alleen warmte. Achterliggende reden voor deze veranderingen zijn de Europese doelstellingen voor hernieuwbare energie. Tot en met realisatiejaar 2010 waren er alleen Europese doelstellingen voor hernieuwbare elektriciteit en biobrandstoffen voor vervoer. Vanaf 2010 gaat het vooral om de doelstelling voor het totaal aan hernieuwbare energie. Daarbij is voor een rekenmethode gekozen die hernieuwbare warmte relatief zwaar meetelt (zie ook 2.6), waardoor het stimuleren van hernieuwbare warmte een kosteneffectieve manier is om de doelstelling te halen.

2.1.2 Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik van energie



Methode

De methode voor het bepalen van het eindverbruik van hernieuwbare energie wordt per energiebron beschreven in de hoofdstukken 3 tot en met 8. Voor het totale bruto energetisch eindverbruik tot en met 2013 is gebruik gemaakt van de *SHARES*-applicatie (Eurostat, 2014). Deze applicatie berekent het bruto eindverbruik van energie op basis van de jaarvragenlijsten over energie die alle lidstaten jaarlijks invullen en opsturen naar Eurostat en IEA. Het nader voorlopige cijfer van de noemer voor 2014 is berekend uit het 2013-cijfer uit *SHARES* en de mutatie 2014–2013 van het energetisch eindverbruik uit de voorlopige nationale energiebalans 2014 van het CBS.

2.2 Hernieuwbare elektriciteit

Tot en met 2010 was er voor hernieuwbare elektriciteit een aparte doelstelling die voortkwam uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Elektriciteit* uit 2001. In de nieuwe *EU-richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 is er geen aparte doelstelling meer opgenomen voor hernieuwbare elektriciteit. Wel moeten lidstaten rapporteren over het geplande en gerealiseerde aandeel hernieuwbare elektriciteit. In het actieplan voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* gaat Nederland er vanuit dat in 2020 37 procent van de gebruikte elektriciteit uit binnenlandse hernieuwbare bronnen komt (Rijksoverheid, 2010).

De productie van windenergie en waterkracht is afhankelijk van het aanbod van wind en water. Op jaarbasis kunnen er flinke fluctuaties zijn. Deze fluctuaties verminderen het zicht op structurele ontwikkelingen. Om deze fluctuaties eruit te filteren, zijn normalisatieprocedures gedefinieerd voor elektriciteit uit windenergie en waterkracht. Tabel 2.2.1 geeft de genormaliseerde cijfers en ook de niet genormaliseerde cijfers.

Daarnaast kan onderscheid gemaakt worden tussen de netto en bruto productie van hernieuwbare elektriciteit. Het verschil zit in het eigen verbruik van de installaties. Windmolens, waterkrachtinstallaties en zonnepanelen hebben een klein, verwaarloosbaar, eigen verbruik. Biomassa-installaties hebben juist een relatief groot eigen verbruik. Vooral afvalverbrandingsinstallaties hebben behoorlijk wat elektriciteit nodig voor onder andere rookgasreiniging. Informatie over het eigen verbruik en de netto productie van installaties op biomassa is te vinden in hoofdstuk 8 en op StatLine.

2.2.1 Bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014**
Mln kWh									
Wind									
Genormaliseerd ¹⁾	56	314	744	2 033	4 503	4 725	4 939	5 368	5 826
waarvan									
op land	56	314	744	2 033	3 737	3 982	4 156	4 632	5 080
op zee					765	743	782	736	746
Niet genormaliseerd	56	317	829	2 067	3 993	5 100	4 982	5 627	5 845
waarvan									
op land	56	317	829	2 067	3 315	4 298	4 193	4 856	5 097
op zee					679	802	789	771	748
Waterkracht									
Genormaliseerd ¹⁾	85	98	100	100	101	100	100	101	102
Niet genormaliseerd	85	88	142	88	105	57	104	114	112
Zonnestroom	0	2	8	35	56	104	226	487	773
Biomassa									
Totaal, inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	668	1 009	2 019	5 279	7 058	7 085	7 239	6 014	5 149
Totaal, exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	665	998	1 999	5 262	7 043	7 059	7 204	5 954	5 072
Afvalverbrandingsinstallaties	539	703	1 272	1 266	1 763	2 034	2 235	2 076	1 957
Meestoken in elektriciteitscentrales	0	4	208	3 449	3 237	3 182	2 953	1 814	.
Biomassaketels bedrijven, elektriciteit	34	36	234	253	1 015	806	1 007	1 084	.
Stortgas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	19	153	177	148	109	97	78	62	56
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	17	142	158	131	93	82	68	55	47
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	71	106	111	123	164	173	185	194	201
Biogas, co-vergisting van mest ²⁾				9	575	562	550	525	525
Overig biogas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	230	231	258	298
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	219	206	206	229
Totaal hernieuwbaar									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	809	1 423	2 871	7 448	11 718	12 014	12 505	11 969	11 850
Niet genormaliseerd	807	1 404	2 979	7 452	11 196	12 320	12 516	12 183	11 802
Totaal bruto elektriciteitsverbruik	81 098	92 320	108 546	118 715	120 915	122 055	119 616	119 112	117 222
Aandeel hernieuwbaar in bruto elektriciteitsverbruik (%)									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	1,0	1,5	2,6	6,3	9,7	9,8	10,5	10,0	10,1
Niet genormaliseerd	1,0	1,5	2,7	6,3	9,3	10,1	10,5	10,2	10,1

Bron: CBS.

¹⁾ Volgens procedure uit EU-richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009.

²⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

³⁾ Inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas (biogas dat na opwaardering tot aardgaskwaliteit is geïnjecteerd in aardgasnet).

Ontwikkelingen

In 2014 was de bruto genormaliseerde binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit 10,1 procent van het elektriciteitsverbruik. Dat is vrijwel gelijk aan het aandeel in 2013. De afname van de omzetting van biomassa in elektriciteit werd gecompenseerd door de extra productie met windmolens en zonnepanelen.

De genormaliseerde productie van de windmolens was in 2014 5 800 mln kWh. Dit komt overeen met 5 procent van het Nederlandse stroomverbruik. De genormaliseerde productie was 500 mln kWh hoger dan vorig jaar vanwege de uitbreiding van de capaciteit.

De bijdrage van binnenlandse zonnestroom aan de Nederlandse stroomvoorziening is in 2014 gegroeid maar nog beperkt tot 0,7 procent. De groei in 2014 was minder groot dan in de drie jaren daarvoor toen de productie jaarlijks verdubbelde.

Certificaten van Garanties van Oorsprong voor groene stroom

Via CertiQ kunnen binnenlandse en buitenlandse producenten van hernieuwbare elektriciteit certificaten van Garanties van Oorsprong (GvO's) krijgen voor hun hernieuwbare stroom. Deze Garantie van Oorsprong is nodig om gebruik te kunnen maken van de subsidies voor groene stroom en om de eindafnemers te garanderen dat de afgenomen groene stroom ook daadwerkelijk groen is.

2.2.2 Overzicht van de Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ, exclusief certificaten voor warmtekrachtkoppeling

	2002	2003	2004	2005 ²⁾	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	Mln kWh												
Aanmaak uit binnenlandse productie	2 357	2 648	4 077	6 733	8 198	6 704	9 000	10 187	10 701	11 127	12 831	12 058	11 447
Import	8 149	9 713	10 462	9 799	9 110	12 271	18 924	16 938	15 987	25 534	32 774	39 835	32 496
Afgeboekt voor levering	3 662	12 315	16 227	14 791	14 567	16 620	21 530	25 372	27 450	33 478	34 953	39 956	37 887
Verlopen certificaten	6	1 831	297	228	1 227	832	426	844	653	408	666	1 411	1 015
Teruggetrokken certificaten ¹⁾	20	42	119										
Niet-verhandelbare certificaten ³⁾	0	0	65	339	305	251	328	522	573	589	745	863	828
Export	0	0	3	26	186	233	1 476	309	417	3 293	3 817	6 184	7 000
Voorraad begin van het jaar	636	7 456	5 628	3 455	4 580	5 603	6 643	10 807	10 886	8 480	7 373	12 797	16 277
Voorraad mutatie	6 819	-1 828	-2 173	1 125	1 023	1 039	4 165	78	-2 406	-1 107	5 424	3 480	-2 787
Voorraad einde van het jaar	7 456	5 628	3 455	4 580	5 603	6 643	10 807	10 886	8 480	7 373	12 797	16 277	13 490

Bron: CertiQ.

¹⁾ Vanaf 2005 is deze post verdisconteerd met de uitgegeven certificaten.

²⁾ De balans voor 2005 is niet volledig sluitend. Vanwege het geringe verschil (20 mln kWh) is de oorzaak daarvan niet nader onderzocht.

³⁾ Dit zijn certificaten die zijn uitgegeven voor geproduceerde hernieuwbare elektriciteit die door de productiefaciliteit zelf direct weer verbruikt is.

De vraag naar groene stroom was in 2014 38 miljard kilowattuur (CertiQ, 2015). Dat zijn de Garanties van Oorsprong die zijn afgeboekt voor levering van groene stroom. Dat is ongeveer 2 miljard kWh minder dan het jaar ervoor en komt overeen met een derde van het totale netto elektriciteitsverbruik. Het is voor het eerste sinds jaren dat de vraag naar groene stroom is gedaald.

De binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit was aanzienlijk kleiner dan de vraag naar groene stroom. Daarom is er een forse import van GvO's, die al jaren hoger is dan de aangemaakte GvO's uit de binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit.

De meeste geïmporteerde GvO's komen uit Noorwegen (34 procent) (CertiQ 2015). De import van GvO's staat los van de fysieke import van stroom. Dat verklaart waarom de totale import van GvO's in 2013 groter kon zijn dan de fysieke import van stroom en waarom we ook GvO's uit IJsland (CertiQ, 2015) konden importeren, een land waarmee ons elektriciteitsnet niet verbonden is.

Internationaal is er waarschijnlijk nog steeds sprake van een overschot aan GvO's voor groene stroom. Dit is te zien aan het forse aantal verlopen certificaten en het feit dat groene stroom niet, of maar een klein beetje, duurder is dan grijze stroom. De reden voor het overschot is dat in veel andere landen alleen de aanbodzijde van hernieuwbare elektriciteit wordt gestimuleerd, terwijl in Nederland ook de vraagzijde aandacht krijgt via het aanbieden van groene stroom aan eindverbruikers. De toename van de vraag naar groene stroom in Nederland heeft waarschijnlijk niet geleid tot een toename van de productie van groene stroom, in Nederland of elders in Europa, maar alleen tot een toename van het aantal bestaande installaties buiten Nederland dat certificaten aanvraagt.

De aanmaak van certificaten voor GvO's voor binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit is niet precies gelijk aan de daadwerkelijke fysieke productie. Het verschil is de laatste vijf jaar maximaal 10 procent. Er zijn twee belangrijke redenen voor dit verschil. Ten eerste zit er doorgaans één en soms een paar maanden tussen de fysieke productie en de uitgifte van de GvO's. Ten tweede zijn er installaties die wel hernieuwbare elektriciteit maken, maar die geen GvO's aanvragen.

2.3 Hernieuwbare warmte

In tegenstelling tot hernieuwbare elektriciteit en hernieuwbare energie voor vervoer zijn er voor hernieuwbare warmte nooit concrete beleidsdoelstellingen op nationaal of Europees niveau geweest. Voor de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009 zijn landen wel verplicht om te rapporteren over het geplande en gerealiseerde aandeel eindverbruik van energie voor verwarming uit hernieuwbare bronnen. In het bij de EU ingediende actieplan voor hernieuwbare energie geeft Nederland aan dat de regering vooralsnog uitgaat van 9 procent hernieuwbare warmte in 2020 (Rijksoverheid, 2010).

Ontwikkelingen

Het aandeel hernieuwbare warmte groeit geleidelijk. In tegenstelling tot hernieuwbare elektriciteit werd de ontwikkeling van hernieuwbare warmte in het verleden veel minder gestimuleerd door subsidies. De door een wisselend subsidiebeleid veroorzaakte pieken en dalen van het groeitempo, zoals bij hernieuwbare elektriciteit, zijn bij hernieuwbare warmte daardoor niet aanwezig. De beperkte subsidiering van hernieuwbare warmte hangt samen met het ontbreken van concrete beleidsdoelstellingen. In het verleden was er wel een nationale doelstelling voor hernieuwbare energie totaal, maar die heeft tot minder concrete stimuleringsmaatregelen geleid dan de doelstelling voor hernieuwbare elektriciteit.

Inmiddels is er wel wat veranderd. In de nieuwe subsidieregeling SDE was er al een bonus voor warmte bij projecten met gelijktijdige productie van elektriciteit en warmte. Vanaf 2012 is er in de SDE+ ook subsidie voor installaties die alleen warmte uit hernieuwbare bronnen produceren. Wat meespeelt bij deze verandering is dat hernieuwbare warmte een relatief goedkope bijdrage levert aan het aandeel hernieuwbare energie voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* (Lensink et al., 2012) en dat hernieuwbare warmte relatief zwaar meetelt in de rekenmethode voor deze richtlijn (paragraaf 2.6). Doel van de SDE+ is het zo kosteneffectief mogelijk bereiken van de Europese doelstelling van 14 procent hernieuwbare energie in 2020 (Energierapport 2011, Ministerie EL&I, 2011a).

In 2014 groeide het aandeel hernieuwbare warmte naar 5,3 procent van het eindverbruik van energie voor warmte. De toename van het verbruik van hernieuwbare warmte was vooral een gevolg van de uitbreiding van de levering van warmte uit biomassaketels bij bedrijven en het stoken van biogas. Ook de relatief sterke toenames van de productie van aardwarmte en warmte uit de buitenlucht speelden hier een rol.

De belangrijkste bron voor hernieuwbare warmte zijn de houtkachels van huishoudens. De cijfers hierover bevatten overigens wel de nodige onzekerheid. Impliciete steun van de overheid voor het houtverbruik door huishoudens is de energiebelasting op aardgas en het ontbreken van een energiebelasting op hout. Voor veel huishoudens is geld vaak niet de belangrijkste drijfveer om hout te stoken: sfeer is ook een belangrijke factor.

2.3.1 Eindverbruik voor verwarming uit hernieuwbare energiebronnen

	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014**
	TJ							
Zonnewarmte	100	211	454	719	994	1 070	1 106	1 128
Aardwarmte					318	495	993	1 502
Bodemenergie	.	31	156	628	2 183	2 852	3 147	3 404
Buitenluchtwarmte	.	7	23	81	536	961	1 230	1 592
Biomassa	19 125	20 554	24 162	29 272	36 650	40 332	42 886	46 483
waarvan								
afvalverbrandingsinstallaties	2 203	1 770	4 548	5 241	7 708	9 812	11 053	11 949
meestoken in elektriciteitscentrales	0	1	15	693	1 267	658	417	.
biomassaketels voor warmte bedrijven	1 725	1 946	2 212	4 106	5 477	5 340	5 474	7 485
houtkachels huishoudens	12 949	13 540	14 187	15 857	16 859	17 189	17 640	18 111
houtschool	270	270	270	270	270	270	270	270
decentrale wkk met vaste en vl. biomassa	233	247	188	468	784	1 292	1 436	.
stortgas ²⁾	157	709	484	360	270	251	233	259
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 142	1 278	1 361	1 306	1 258	1 284	1 341	1 288
biogas, co-vergisting van mest ¹⁾				18	1 333	1 682	1 798	2 161
overig biogas ²⁾	446	792	897	954	1 424	1 729	2 422	2 822
vloeibare biotransportbrandstoffen						826	802	1 011
Totaal hernieuwbaar	19 226	20 802	24 794	30 700	40 682	45 711	49 361	54 109
Totaal eindverbruik voor verwarming	1 083 632	1 236 853	1 212 131	1 209 563	1 270 463	1 169 128	1 181 543	1 024 334
Aandeel hernieuwbare warmte (%)	1,8	1,7	2,0	2,5	3,2	3,9	4,2	5,3

Bron: CBS.

¹⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

²⁾ Inclusief indirect eindverbruik van warmte uit groen gas (biogas dat na opwaardering is geïnjecteerd in aardgasnet).

2.4 Hernieuwbare energie voor vervoer

De EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009 bevat niet alleen een bindende doelstelling voor hernieuwbare energie totaal maar ook een bindende doelstelling voor hernieuwbare energie voor vervoer. In 2020 moet het verbruik van hernieuwbare energie voor vervoer 10 procent zijn van het totale verbruik van benzine, diesel, biobrandstoffen en elektriciteit voor vervoer. Om dit doel te bereiken heeft de nationale overheid leveranciers van benzine en diesel verplicht om een (oplopend) aandeel van de geleverde energie uit hernieuwbare bronnen te laten komen (Besluit Hernieuwbare Energie voor vervoer, I&M). Meestal doen ze dat door het bijmengen van biobrandstoffen in gewone benzine of diesel.

2.4.1 Berekening aandeel hernieuwbaar in eindverbruik van energie voor vervoer volgens de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie

	Berekening	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014**
Duurzame biobrandstoffen								
Op de markt gebracht (TJ)	A	12 048	15 606	9 577	13 438	12 527	12 122	14 091
waarvan								
dubbeltellend (TJ)	B		3 216	3 574	6 958	7 368	7 474	8 900
op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	C=A+B	12 048	18 821	13 151	20 396	19 895	19 596	22 991
Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	D	5 785	5 972	6 203	6 185	6 318	6 174	6 200
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	E	15,3	16,1	17,0	19,0	19,7	21,7	23,5
Verbruik hernieuwbare elektriciteit voor vervoer (TJ)	F=DxE/100	887	960	1 053	1 173	1 241	1 339	1 456
Hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	G	18	18	18	47	72	115	300
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	H	15,3	16,1	17,0	19,0	19,7	21,7	23,5
Rekenfactor voor hernieuwbare elektriciteit in wegvervoer	I	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Verbruik hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer (TJ)	J=GxH/100xL	7	7	8	22	35	62	176
Berekening aandeel hernieuwbaar vervoer uit EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie								
Totaal teller (TJ)	K=C+F+J	12 943	19 789	14 211	21 592	21 172	20 997	24 622
Noemer (verbruik benzine, diesel en elektriciteit voor vervoer) (TJ) ²⁾	L	487 841	462 389	464 847	470 310	459 294	447 302	418 544
Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer (%)	M=K/1 000/Lx100	2,7	4,3	3,1	4,6	4,6	4,7	5,9
Verplicht aandeel hernieuwbare energie voor vervoer voor leveranciers van benzine en diesel in Nederland volgens nationale wetgeving³⁾								
		3,25	3,75	4,00	4,25	4,50	5,00	5,50

Bron: CBS.

¹⁾ In overeenstemming met de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie gaat het hier om het aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het referentiejaar. Bron voor data Eurostat (2015).

²⁾ Berekend met voorgeschreven calorische waarden voor benzine en diesel uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Deze wijkt wat of van de calorische waarde die het CBS hanteert in de standaard nationale en internationale energiestatistieken.

Ontwikkelingen

In 2014 was het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer 5,9 procent, fors meer dan 4,7 procent in 2013. De belangrijkste component van hernieuwbare energie voor vervoer bestaat uit vloeibare biobrandstoffen. Het totale verbruik aan vloeibare biobrandstoffen schommelt al een paar jaar rond de 12 petajoule, maar is in 2014 gestegen naar 14 PJ.

Bij de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer tellen biobrandstoffen uit afval dubbel. Het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen is, sinds de introductie van de dubbeltellingsregeling in 2009, tot en met 2012 steeds gestegen. De laatste twee jaar is de groei van het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen afgevlakt. Bijna alle op de markt gebrachte biodiesel is inmiddels dubbel tellend en voor biobenzine blijft het aandeel dubbel tellend beperkt. Blijkbaar is er geen voldoende geschikte en kosteneffectieve dubbel tellende biobenzine beschikbaar op de markt. Ook elektriciteit voor railvervoer levert een substantiële bijdrage. Elektriciteit voor wegvervoer levert nog maar een marginale bijdrage, ondanks de relatief sterke groei en de rekenfactor van 2,5 uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie.

Het verplichte aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de nationale wet *Besluit Hernieuwbare Energie voor Vervoer* wordt op een iets andere manier berekend dan het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* (zie methodesectie). Daardoor loopt het gerealiseerde aandeel hernieuwbare energie voor vervoer volgens de EU-richtlijn niet precies gelijk op met het verplichte aandeel hernieuwbare energie voor vervoer volgens de nationale wet *Besluit Hernieuwbare Energie voor Vervoer*.

Methode

Voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* tellen alleen biobrandstoffen mee welke voldoen aan duurzaamheidscriteria uit deze Richtlijn. Het gebruik van duurzame biobrandstoffen is bepaald zoals beschreven in 8.11. Volgens de Richtlijn mogen milieutechnisch goede biobrandstoffen dubbel tellen voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer. Deze dubbeltelling geldt echter niet voor de algemene doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie in het totaal eindverbruik van energie. De bepaling van het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen is ook beschreven in 8.11.

De bijdrage van hernieuwbare elektriciteit voor rail- en wegvervoer is bepaald op basis van het totale verbruik van elektriciteit voor rail- en wegvervoer uit de CBS Energiebalans vermenigvuldigd met het EU-aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het verslagjaar. Deze verschuiving van twee jaar is een afspraak uit de EU-richtlijn. De richtlijn geeft landen de keus om voor de berekening van het verbruik van hernieuwbare elektriciteit voor vervoer te kiezen uit het aandeel hernieuwbare elektriciteit uit het eigen land of het aandeel hernieuwbare elektriciteit uit de EU. Nederland heeft dus gekozen voor het EU-aandeel. Dat is namelijk aanmerkelijk hoger. In de EU-Richtlijn is afgesproken dat het verbruik van hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer met 2,5 mag worden vermenigvuldigd. Daarom is dit apart weergegeven in tabel 2.4.1.

Via de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* uit 2011 zijn Nederlandse oliebedrijven verplicht om hernieuwbare energie op de markt te brengen. Deze verplichting geldt

voor een oplopend percentage van de in Nederland geleverde benzine en diesel. In 2013 was dat percentage 5 procent en in 2014 5,5 procent. De berekening voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* (zoals toegepast door NEa (2013)) is niet precies hetzelfde als de berekening volgens de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* zoals in tabel 2.4.1., waardoor de resulterende percentages verschillen. De rekenwijze verschilt op de volgende onderdelen:

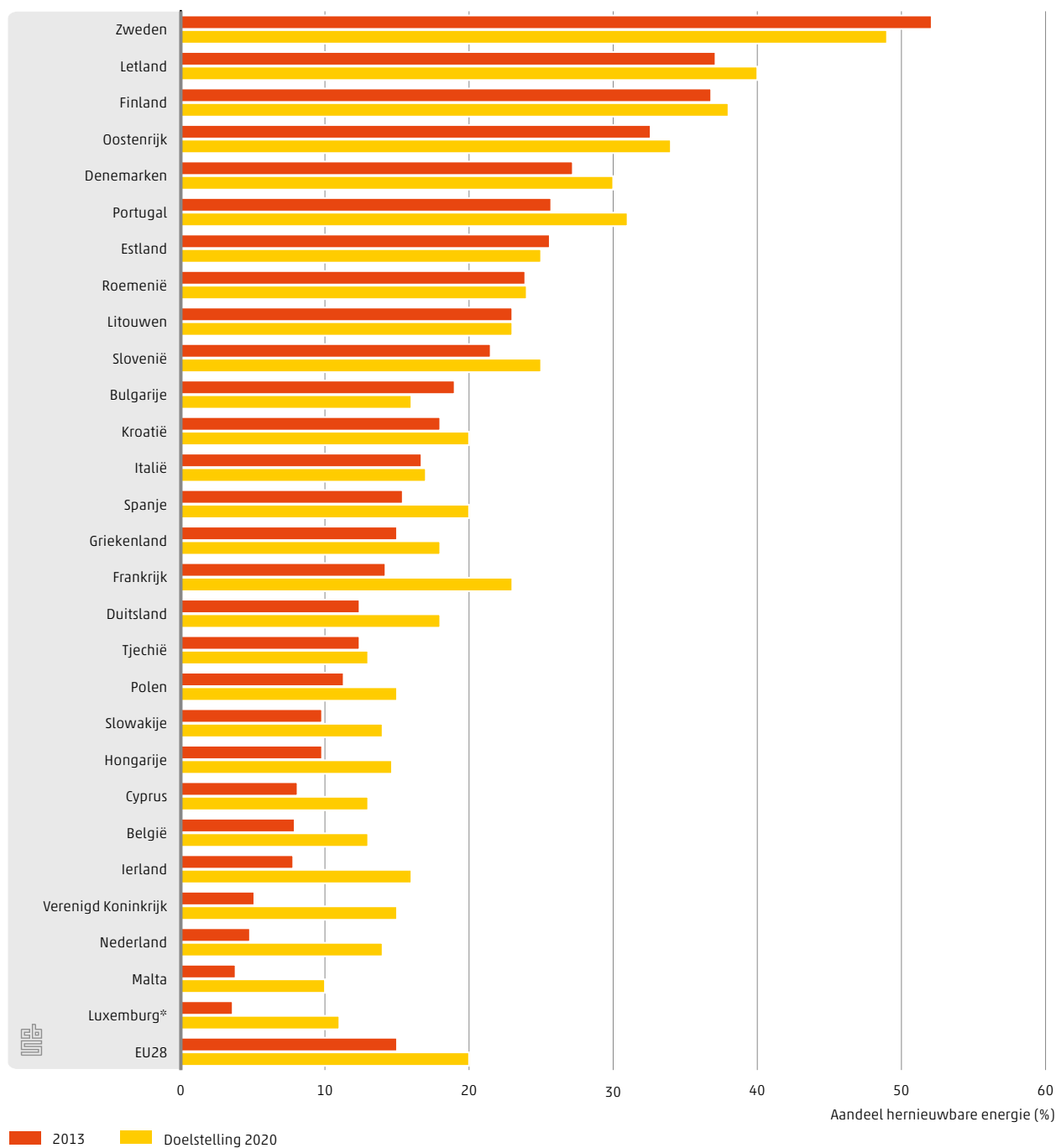
- Carry-over: Oliebedrijven hebben de voor de wet *Hernieuwbare Energie voor Vervoer* de mogelijkheid om het ene jaar meer te doen en het andere jaar minder. De EU-Richtlijn kent deze verschuiving niet en gaat uit van de fysieke leveringen in het verslagjaar. Daarom loopt de daadwerkelijk geleverde hoeveelheid biobrandstoffen, zoals van belang voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* niet gelijk op met de verplichting uit de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer*. Deze flexibiliteit verlaagt de kosten voor de oliebedrijven.
- Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer: Elektriciteit voor railvervoer is geen onderdeel van de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer*, maar telt wel mee voor de EU-doelstelling via het EU-gemiddelde aandeel hernieuwbare elektriciteit.
- Biogas: Voor de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* kan biogas meetellen voor de verplichting via fysieke levering van aardgas aan wegvervoer in combinatie met een bewijs dat ergens in Nederland groen gas is toegevoegd aan het aardgasnet. Voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* telt alleen de fysieke levering van biogas aan vervoer. Deze is nog verwaarloosbaar in Nederland, omdat het aandeel groen gas in het aardgasnet nog zeer klein is (zie ook 8.1).
- Biobrandstoffen voor mobiele werktuigen: Mobiele werktuigen in de bouw en landbouw gebruiken net als veel wegvoertuigen diesel. In deze diesel zit ook biodiesel bijgemengd. Voor de *EU-richtlijn Hernieuwbare Energie* valt het gebruik van (bio) diesel voor deze mobiele werktuigen niet onder vervoer en telt dus niet mee voor het verplichte aandeel hernieuwbare energie voor vervoer. Voor de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* tellen de biobrandstoffen geleverd aan mobiele werktuigen ook mee bij het voldoen aan de verplichting.
- Berekening noemer: in de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* gaat het alleen om benzine en diesel voor wegvervoer. In de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* gaat het tot en met 2014 ook om diesel voor mobiele werktuigen, zoals tractoren en werktuigen voor de bouw.

2.5 Internationale vergelijking

Nederland heeft weinig hernieuwbare energie ten opzichte van veel andere Europese landen. In de ranglijst voor het aandeel hernieuwbare energie staat ons land op de derde plaats van onderen. Komt in Nederland 4,8 procent van alle energie uit hernieuwbare bronnen, bij koploper Zweden is dit zelfs iets meer dan 50 procent.

Er zijn drie redenen waarom Nederland zo laag staat op de Europese ranglijst. Ten eerste hebben we nauwelijks waterkracht door de geringe hoogteverschillen in onze rivieren. Ten tweede wordt er weinig hout verbruikt door huishoudens. In Nederland hebben bijna alle huishoudens een aardgasaansluiting en soms stadsverwarming. In veel andere landen ontbreken deze aansluitingen op het platteland. Hout concurreert in Nederlands dus altijd met het makkelijke en goedkope gas of stadsverwarming. In het buitenland zijn er veel

2.5.1 Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik



Bron: CBS voor Nederland, Eurostat (2015a) voor andere landen.
* Geschat cijfer.

gebieden waar hout alleen concurreert met elektriciteit, kolen of olie. Deze laatste drie energiedragers zijn relatief duur en en/of bewerkelijk. In die gebieden is hout daarom relatief snel aantrekkelijk.

Er is een derde reden waarom het aandeel hernieuwbare energie in Nederland lager is dan in bijvoorbeeld Denemarken, Duitsland of Spanje. In deze landen heeft de overheid 'nieuwe' vormen van hernieuwbare energie zoals windenergie of zonnestroom meer gesteund dan in ons land. Dit is een politieke keuze. Direct of indirect kost het stimuleren van deze vormen van hernieuwbare energie geld en in Nederland heeft de politiek dat er niet altijd voor over gehad.

2.6 Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie

Het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* beschrijft drie methodes om het aandeel hernieuwbare energie uit te rekenen, namelijk de bruto-eindverbruikmethode, de substitutiemethode en de primaire energiemethode.

Bruto-eindverbruikmethode

In de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 hebben Europese regeringen en het Europees Parlement gezamenlijk afgesproken om 20 procent van het energetisch eindverbruik van energie in 2020 uit hernieuwbare bronnen te laten komen. In de richtlijn is het eindverbruik opgebouwd uit drie componenten: elektriciteit, warmte en vervoer. Voor elektriciteit is het eindverbruik van hernieuwbare energie gelijk gesteld aan de bruto binnenlandse productie. Voor warmte is het eindverbruik van hernieuwbare energie gelijk aan het eindverbruik van hernieuwbare energie (bijvoorbeeld de inzet van hout in kachels) plus de verkochte warmte uit hernieuwbare bronnen. Voor vervoer gaat het om de biobrandstoffen die geleverd zijn op de nationale markt, al dan niet gemengd in gewone benzine en diesel. Leveringen aan vliegtuigen tellen wel mee, leveringen aan internationale scheepvaart niet.

Voor het totale eindverbruik van energie (de noemer) gaat het bij de EU-richtlijn alleen om het eindverbruik van energie in de industrie (exclusief raffinaderijen), de dienstensector, de landbouw, huishoudens en vervoer. Daar komt dan nog een kleine bijdrage van de transportverliezen van elektriciteit en warmte en het eigen verbruik van elektriciteit en warmte voor elektriciteitsproductie bij. Het andere eigen verbruik van de energiesector, zoals de ondervuring bij de raffinaderijen, telt niet mee. Het gaat alleen om het energetisch verbruik van energie. Het niet-energetisch verbruik van energie, bijvoorbeeld olie of biomassa voor het maken van plastics, telt niet mee.

Vloeibare biomassa telt in de EU-Richtlijn hernieuwbare energie alleen mee als deze voldoet aan de duurzaamheidscriteria uit deze Richtlijn. Voor de gewone energiestatistieken van CBS, Eurostat en IEA telt alle vloeibare biomassa mee.

Tot slot vindt er een correctie plaats voor landen met een groot aandeel energieverbruik voor vliegverkeer. Voor Nederland resulteert deze correctie voor 2013 in een verlaging van het totale eindverbruik van energie met ongeveer 0,5 procent.

Een bijzonder aspect bij de bruto eindverbruikmethode in de richtlijn *Hernieuwbare Energie* is dat de elektriciteitsproductie uit windenergie en waterkracht wordt genormaliseerd om te corrigeren voor jaren met veel of weinig wind of neerslag. Voor wind is de normalisatieperiode vijf jaar en voor water vijftien jaar.

Substitutiemethode

De substitutiemethode berekent hoeveel verbruik van fossiele energie wordt vermeden door het verbruik van hernieuwbare energie. Deze methode werd sinds de jaren negentig gebruikt voor nationale beleidsdoelstellingen. Het eerste kabinet-Rutte heeft de nationale beleidsdoelstelling voor hernieuwbare energie echter losgelaten en daarmee is het politieke belang van deze methode afgenomen. Maar de methode blijft wel relevant, omdat ze inzicht geeft in het vermeden verbruik van fossiele energie en de vermeden emissie van CO₂. Deze effecten zijn belangrijke motieven om het verbruik van hernieuwbare energie te bevorderen.

2.6.1 Referentierendementen en CO₂-emissiefactor voor elektriciteitsproductie

	Rendement	CO ₂ -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie	
		%	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
2014**		42,6	73,7

Bron: CBS.

Uitgangspunten bij de substitutiemethode zijn de productie van hernieuwbare elektriciteit, de productie van hernieuwbare nuttige warmte en het verbruik van biobrandstoffen. Daarna wordt bepaald hoeveel fossiele energie nodig geweest zou zijn om dezelfde hoeveelheid elektriciteit, warmte of transportbrandstoffen te maken. Daarbij wordt gebruik gemaakt van referentietechnologieën die zijn gedefinieerd in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Voor elektriciteit is de referentie het centrale park, exclusief de centrales die veel warmte produceren en waarvan wordt aangenomen dat het gebruik vooral wordt bepaald door de warmtevraag. De keuze voor deze referentie is afgestemd met het *Protocol Monitoring Energiebesparing* (Platform Monitoring Energiebesparing, 2011). Voor de nader voorlopige cijfers voor 2014 is voor het referentierendement uitgegaan van de definitieve 2013 cijfers (CBS, 2015c).

Vooraf voor windenergie is er soms discussie of de gekozen referentie de juiste is. Windenergie is niet constant en niet volledig voorspelbaar. Fluctuaties worden opgevangen door conventionele centrales. Deze moeten daardoor vaker op- en afgeregeld worden, wat ten koste gaat van het rendement. Volgens de website www.windenergie.nl van de overheid laat onderzoek zien dat in Duitsland, met veel meer windenergie dan in Nederland, ongeveer 8 procent van de CO₂-winst verloren gaat. Deze 8 procent valt binnen de marge van andere onzekerheden die samenhangen met de gekozen referentie, zoals het niet meenemen van de broeikasgasemissies gerelateerd aan de bouw van windmolens en conventionele energiecentrales, het niet meenemen van de broeikasgasemissies bij de winning en transport van kolen en gas en de effecten van windenergie op beslissingen over de bouw van nieuwe centrales en het uit-gebruik-nemen van oude centrales.

Primaire-energiemethode

De primaire-energiemethode wordt gebruikt in internationale energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Eurostat. Net als het IEA en Eurostat gebruikt het CBS deze methode in de *Energiebalans*. Bij de primaire-energiemethode is de eerst meetbare en bruikbare vorm van energie het uitgangspunt. Bij windenergie gaat het om de elektriciteitsproductie. Bij biomassa om de energie-inhoud en niet om de elektriciteit of warmte die uit de biomassa wordt gemaakt. Biomassa komt pas binnen het systeem van de energiestatistieken (als winning) op het moment dat het geschikt en bestemd is voor gebruik als energiedrager. Koolzaad is dus nog geen biomassa, biodiesel wel. Mest nog niet, biogas uit mest wel.

Er is een verschil in het primair verbruik van biomassa volgens de energiebalansen van het CBS, het IEA en Eurostat. In de internationale energiebalansen zijn bijgemengde biobrandstoffen meegenomen als onderdeel van biomassa, in de Energiebalans van het CBS zijn de bijgemengde biobrandstoffen onderdeel van aardolieproducten. Na het bijmengen zijn biobrandstoffen in de Energiebalans dus niet meer als aparte producten herkenbaar. Het bijmengen telt daarom als primair verbruik. In de IEA/Eurostat-balansen is het primair verbruik van biobrandstoffen gelijk aan de leveringen op de binnenlandse markt van bijgemengde en eventueel ook pure biobrandstoffen. Bijgemengde biobrandstoffen worden geïmporteerd en geëxporteerd, waardoor het bijmengen niet gelijk is aan de leveringen op de markt.

Op het moment van het verschijnen van deze publicatie zijn de gereviseerde cijfers van de statistiek hernieuwbare energie nog niet verwerkt in de nationale en internationale energiebalansen. De cijfers in tabel 2.6.2 representeren het primair verbruik volgens de gereviseerde gegevens uit de statistiek hernieuwbare energie (net als voor de andere twee methoden). Gevolg daarvan is dat cijfers in deze tabel op het moment van het verschijnen van deze publicatie nog niet overeen zullen stemmen met het primair verbruik zoals dat beschikbaar is via de nationale Energiebalansen. Komend jaar zullen de gereviseerde cijfers voor hernieuwbare energie ook in de nationale en internationale energiebalansen terecht komen.

Vergelijking tussen methoden

De drie methoden verschillen dus sterk van elkaar. Voor alledrie methoden is wat te zeggen en ze worden ook alledrie gebruikt. Daarom is voor de drie methoden het aandeel hernieuwbare energie uitgerekend.

De resulterende percentages voor het aandeel hernieuwbare energie in 2014 is voor de bruto eindverbruik methode duidelijk hoger. Ook de bijdrage van de verschillende componenten verschilt veel. Zo telt in de substitutiemethode hernieuwbare elektriciteit veel zwaarder mee. Dat komt omdat in de twee andere methoden alleen de geproduceerde elektriciteit telt, terwijl het in de substitutiemethode gaat om de fossiele energie die een gemiddelde centrale nodig zou hebben om dezelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren. Dat is twee á tweeënhalve maal zoveel. Daar staat tegenover dat in de substitutiemethode het houtverbruik bij huishoudens veel minder zwaar meetelt,

2.6.2 Vergelijking tussen verschillende methodes voor de berekening van aandeel hernieuwbare energie in Nederland, 2014**

	Bruto eindverbruik (volgens EU-richtlijn hernieuwbare energie)	Vermeden verbruik fossiele primaire energie (substitutiemethode)	Verbruik primaire energie
Verbruik hernieuwbare energie (TJ)			
<i>Naar Bron/techniek</i>			
Waterkracht	367	862	404
Windenergie	20 975	48 869	21 043
Zonnestroom	2 782	6 530	2 782
Zonnewarmte	1 128	1 168	1 128
Aardwarmte	1 502	1 493	1 502
Bodemwarmte	3 404	2 258	
Bodemkoude		1 025	
Buitenluchtwarmte	1 592	416	
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	18 994	23 913	40 556
Meestoken in centrales en verbruik van vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven voor elektriciteit	8 731	17 901	22 068
Biomassaketels voor warmte bij bedrijven	7 485	7 053	7 547
Houtkachels huishoudens	18 111	11 786	18 111
Houtskool verbruik	270		270
Stortgas	459	698	1 012
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 013	1 928	2 359
Biogas, co-vergisting van mest	4 051	5 462	4 972
Overig biogas	3 896	4 164	4 968
Vloeibare biotransportbrandstoffen	15 102	15 102	15 686
<i>Naar energievorm</i>			
Elektriciteit	42 661	94 120	
Warmte	54 109	42 416	
Vervoer	14 092	14 092	
Totaal hernieuwbaar	110 862	150 627	144 407
Berekening aandeel hernieuwbaar in energieverbruik			
Totaal primair energieverbruik (PJ)		3 063	3 056
Totaal energetisch eindverbruik van energie (PJ)	1 980		
Aandeel hernieuwbaar (%)	5,6	4,9	4,7

Bron: CBS.

omdat het gemiddeld lage rendement van de houtkachels wordt verdisconteerd. Bij de primaire-energiemethode is afvalverbranding de belangrijkste bron. Dat komt omdat hier de energie-inhoud van het verbrande afval telt en niet de geproduceerde elektriciteit en warmte. Van belang is verder dat de noemer bij de bruto-eindverbruikmethode aanzienlijk kleiner is. Dat komt vooral omdat hierin de omzettingsverliezen bij elektriciteitsproductie en het niet-energetisch verbruik van energie niet zijn meegenomen.

Nadeel van de substitutiemethode is dat deze ingewikkeld is. Voordeel is dat deze de beste benadering geeft van het vermeden verbruik van fossiele energie en vermeden emissies van CO₂: belangrijke redenen voor het stimuleren van hernieuwbare energie (CBS, 2010, Segers, 2008).

2.7 Werkgelegenheid

Een belangrijke reden voor het stimuleren van hernieuwbare energie is het vermijden van het verbruik van fossiele energie en de daaraan gekoppelde broeikasgasemissies. Echter, het stimuleren van de economie wordt regelmatig genoemd als neven-doel. In Nederland is dit neven-doel de laatste tijd belangrijker geworden. Dat heeft als gevolg dat de overheid Green Deals sluit met het bedrijfsleven, in topsectorenbeleid economische en energiedoelen worden gecombineerd en in het Energieakkoord een apart doel is opgenomen over werkgelegenheid.

Ontwikkelingen

Tabel 2.7.1 geeft een overzicht van de resultaten voor de werkgelegenheid in de hernieuwbare energiesector. Het gaat hierbij om werkgelegenheid gerelateerd aan de exploitatie van hernieuwbare energiesystemen (bijvoorbeeld onderhoud van windmolens) en de bouw van nieuwe systemen (bijvoorbeeld werk in een fabriek die machines maakt voor de productie van zonnepanelen).

2.7.1 Werkgelegenheid in de hernieuwbare energiesector (exclusief bioraffinage)

	2010	2011	2012	2013
	Voltijdsequivalenten			
Wind	4 600	5 100	5 400	5 400
Zon	2 900	3 400	4 800	6 400
Water, bodem en buitenlucht	1 900	1 900	1 900	1 800
Biogas	1 100	1 200	1 200	1 100
Overige biomassa	3 500	3 800	2 900	2 600
Totaal	14 000	15 400	16 200	17 300

Bron: CBS.

De totale werkgelegenheid voor de productie en exploitatie van hernieuwbare energiesystemen (dus exclusief energiebesparing) bedraagt in 2013 ongeveer 17 duizend voltijdbanen. De belangrijkste technieken voor wat betreft de werkgelegenheid zijn windenergie en zonne-energie. Bij windenergie gaat het voor een groot deel om werk in de offshore sector. Nederlandse bedrijven dragen niet alleen bij aan parken in Nederland, maar ook aan parken in andere landen. Bij zonne-energie gaat het in toenemende mate om installatiewerk voor panelen in Nederland. De sterke groei in het geïnstalleerd (zie ook paragraaf 5.1) vermogen tussen 2010 en 2013 verklaart dan ook de groei in werkgelegenheid. De werkgelegenheid voor 'overige biomassa' is juist afgenomen. Dat komt, omdat er in 2010 en 2011 druk gebouwd werd aan nieuwe biobrandstoffabrieken en de laatste jaren niet meer.

De totale werkgelegenheid in Nederland in 2013 was 7 miljoen voltijdsequivalenten (inclusief zelfstandigen). De hernieuwbare energiesector leverde hieraan dus een bijdrage van een kwart procent.

Methode

Bovenstaande cijfers zijn gebaseerd op cijfers zoals het CBS deze maakt voor de Nationale Energieverkenning welke in oktober 2015 zal verschijnen. In de NEV staan ook andere economische indicatoren dan werkgelegenheid, bijvoorbeeld toegevoegde waarde. De gebruikte methode is beschreven in *Economic Radar of the Sustainable energy sector in the Netherlands* (CBS, 2014b). Vanwege de revisie van de statistiek hernieuwbare energie zijn ook de economische cijfers voor oudere jaren wat gereviseerd.

Belangrijk aandachtspunt bij vergelijking van de cijfers in de Radar met de cijfers die in deze paragraaf staan, is dat in deze paragraaf de scope is beperkt tot die activiteiten die direct te maken met het bouwen, installeren of exploiteren van systemen voor hernieuwbare energie, terwijl in de Radar een brede definitie wordt gehanteerd voor de duurzame energiesector. Daardoor worden in de Radar ook energiebesparing, elektrisch rijden, smart grids en het gebruik van biomassa voor nieuwe niet-energetische toepassingen (zoals bioplastics) ook meegenomen.

2.8 Subsidies

Onder de huidige marktcondities is hernieuwbare energie in de meeste situaties duurder dan fossiele energie. Om de productie en het verbruik van hernieuwbare energie te stimuleren stelt de overheid subsidies beschikbaar, geeft belastingkortingen en stelt verplichtingen vast voor het gebruik van hernieuwbare energie.

MEP en SDE

De oudste ingrijpende overheidsmaatregel is de MEP-subsidie (*Milieukwaliteit elektriciteitsproductie*). Voor de MEP konden van halverwege 2003 tot half augustus 2006 aanvragen worden ingediend. Na start van een project is er tien jaar recht op subsidie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit. Het bedrag verschilt per technologie. In augustus 2006 is de MEP gesloten voor nieuwe projecten, omdat de kosten uit de hand dreigden te lopen en omdat het beoogde doel (9 procent hernieuwbare elektriciteit in 2010) binnen bereik kwam (Minister van Economische Zaken, 2006). Die doelstelling is inderdaad gehaald.

Na 2010 streeft de overheid naar verdere groei van productie en verbruik van hernieuwbare energie. Daarom is de MEP in 2008 opgevolgd door een nieuwe subsidieregeling: de *Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie* (SDE). Belangrijke verschillen met de MEP zijn:

- De SDE richt zich niet alleen op hernieuwbare elektriciteit, maar ook op groen gas en hernieuwbare warmte.
- De subsidie is afhankelijk van de marktprijs van gewone stroom of aardgas: hoe hoger de prijs voor gewone stroom of aardgas, hoe kleiner het prijsverschil tussen conventionele en hernieuwbare energie en hoe lager de subsidie.
- Elk jaar wordt een subsidieplafond vastgesteld. Het is dus geen open-einde-regeling.
- De regeling wordt elk jaar aangepast. Daarmee speelt de overheid in op nieuwe markt- en beleidsontwikkelingen. Voor ondernemers kunnen deze aanpassingen wel lastig zijn, omdat het plannen van een project vaak meerdere jaren duurt.

Vanaf 2011 heet de regeling SDE+. Belangrijke verschillen ten opzichte van de oorspronkelijke SDE zijn:

- In de SDE was er voor iedere techniek een apart tarief (subsidie per eenheid geproduceerde energie) en maximumbedrag beschikbaar. In de SDE+ zijn er geen vaste tarieven meer per techniek en ook geen apart subsidiebudget per techniek. De regeling wordt in een aantal ronden opengesteld, met een stapsgewijs oplopend tarief. Na elke ronde wordt gekeken of het beschikbare budget al is uitgeput. Alleen indien er nog geld is, gaat de regeling open met het hogere tarief. Zo stimuleert de overheid projecten die de minste subsidie nodig hebben per eenheid geproduceerde energie. Achterliggend doel is het halen van de Europese doelstelling met zo min mogelijk subsidie.
- In de SDE was er alleen een stimulans voor hernieuwbare-warmteproductie, indien deze werd gecombineerd met elektriciteitsproductie. In de SDE+ is vanaf 2012 ook plek voor projecten die alleen hernieuwbare warmte produceren.

Tussen het bedenken van de aanvraag en de realisatie van een project zit vaak een paar jaar. Deze tijd is onder andere nodig voor vergunningen, ontwerp, financiering en bouw. Dat verklaart waarom de effecten van veranderingen in de subsidieregelingen pas na enige jaren zichtbaar worden in de meting van nieuwe productie van hernieuwbare energie. Zo is het stopzetten van de MEP in 2006 pas zichtbaar in 2009 door het opdrogen van nieuwe gerealiseerde projecten. 2013 was pas het eerste jaar dat het bijgeplaatst vermogen voor windenergie weer op hetzelfde niveau was als de periode dat er veel molens met MEP-subsidie in gebruik werden genomen (2003–2009). En in 2014 wordt voor het eerst een substantiële groei van de biomassaketels voor warmte bij bedrijven zichtbaar.

Ontwikkelingen

In 2014 is zo'n 600 miljoen euro MEP en SDE subsidie uitgekeerd, vooral voor biomassa en windprojecten. Het grootste deel van deze uitgaven had nog steeds betrekking op de MEP. Wel neemt de MEP af en de SDE toe.

De subsidiebedragen kunnen op kas- en op transactiebasis berekend worden. Berekeningen op kasbasis geven aan hoeveel geld er in een jaar daadwerkelijk is uitgekeerd. Berekeningen op transactiebasis laten zien hoeveel recht op subsidie is opgebouwd in het betreffende jaar. Dit is het moment van productie van de hernieuwbare energie. Het moment van produceren en het moment van uitbetalen is niet hetzelfde. De MEP wordt achteraf betaald, de SDE werkt met voorschotten.

Een groot deel, maar niet alle productie van hernieuwbare elektriciteit geeft recht op MEP- of SDE-subsidie. Het aandeel zonder subsidie neemt toe. Elektriciteitsproductie zonder subsidie betreft onder andere windmolens waarvan de subsidieduur (maximaal tien jaar voor de MEP) verstreken is of die meer produceren dan de maximaal te subsidiëren hoeveelheid. Ook al lang bestaande (delen van) afvalverbrandingsinstallaties hebben geen recht op MEP- of SDE-subsidie. Zonnepanelen voor kleinverbruikers krijgen via vrijstelling van de hoge energiebelasting op een andere manier steun.

2.8.1 MEP en SDE(+) subsidie

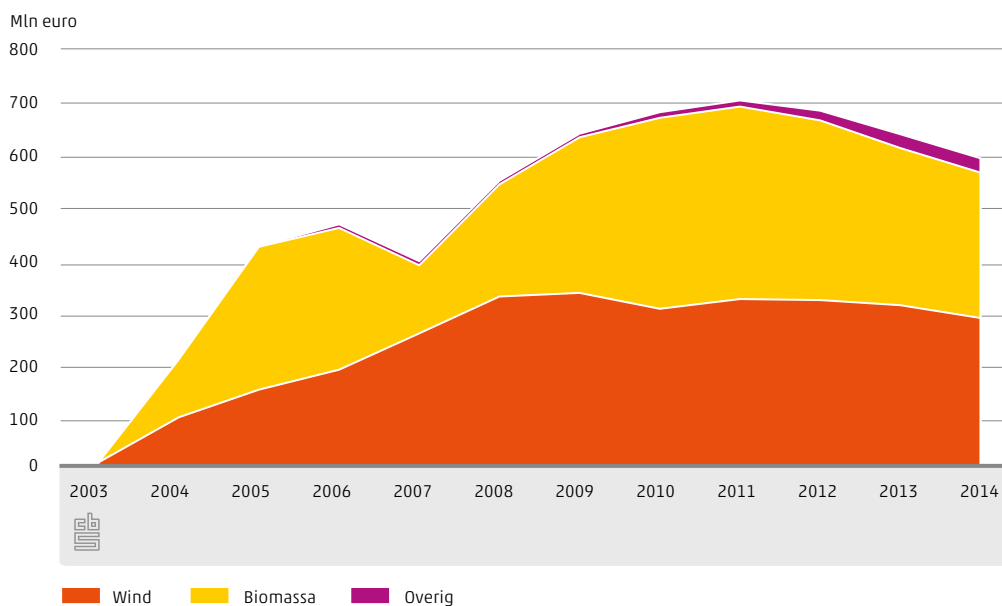
	Gesubsidieerde productie			Totale bruto productie ²⁾			Subsidie op transactiebasis			Subsidie op kasbasis		
	2012	2013	2014 ¹⁾	2012	2013	2014 ^{**}	2012	2013	2014 ¹⁾	2012	2013	2014
Elektriciteit	Mln kWh						Mln euro					
Biomassa	5 098	4 252	3 808	7 204	5 954	5 072	352	291	263	344	292	256
Waterkracht	75	78	77	104	114	112	7	8	7	7	8	7
Windenergie	4 522	4 670	4 197	4 982	5 627	5 845	359	359	328	324	314	289
Zonnestroom	49	61	72	226	487	773	14	14	13	12	14	14
Warmte	TJ											
Biomassa	211	684	2 666	.	.	.	1	4	17	1	4	16
Aardwarmte	55	942	1 449	495	993	1 502	0	5	7	0	6	7
Zonnewarmte	0	0	1	1 070	1 106	1 128	0	0	0	0	0	0
Gas	Mln m³											
Biomassa	21	43	53	28	47	62	7	12	15	6	12	12
Gas en elektriciteit totaal												
MEP							645	537	450	620	505	432
SDE							95	156	202	74	143	170
Totaal							740	693	652	694	648	602

Bron: CBS op basis gegevens van RVO.

¹⁾ Gegevens voor 2014 zijn gebaseerd op basis van de beschikbaarheid van gegevens bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland op 1 maart 2015. Vooral bij biomassa en zonnestroom komt een gedeelte van de productiegegevens later beschikbaar. Ontbrekende gegevens zijn door RVO geschat op basis van de productieramingen voor de bevoorschotting.

²⁾ In deze tabel is gekozen voor de productie zonder normalisatie, omdat de subsidie ook wordt uitgekeerd op basis van de productie zonder normalisatie.

2.8.2 Uitbetaalde MEP en SDE(+) subsidies



Methode

Gegevens uit tabel 2.8.1 zijn afgeleid uit een bestand met subsidiegegevens per project dat het CBS heeft ontvangen van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl). De bedragen op kasbasis komen overeen met gegevens uit de *Rapportage Hernieuwbare Energie 2014* van RVO.nl (2015a). In deze rapportage staan nog veel meer gegevens over de MEP en de SDE, inclusief cijfers over subsidies voor nieuwe projecten die wel een subsidie hebben toegekend gekregen, maar nog niet gerealiseerd zijn.

Overige regelingen

De MEP en de SDE zijn de belangrijkste stimuleringsmaatregelen van de overheid voor hernieuwbare energie. Daarnaast zijn er nog diverse andere maatregelen. Deze worden besproken in de *Rapportage Hernieuwbare Energie 2014* (RVO.nl, 2015a).

3.

Waterkracht

Wereldwijd is waterkracht de belangrijkste bron van hernieuwbare elektriciteit. Nederland heeft heel weinig waterkracht vanwege de geringe hoogteverschillen in de lopen van de rivieren. De totale productie wordt gedomineerd door drie centrales in de grote rivieren die goed zijn voor meer dan 90 procent van het vermogen. Sinds 1990 zijn er geen grote waterkrachtcentrales bijgekomen. Van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie komt 0,3 procent voor rekening van waterkracht.

Ontwikkelingen

De elektriciteitsproductie was in 2014 ongeveer 10 procent hoger dan het gemiddelde niveau. De jaarlijkse variatie in productie wordt sterk bepaald door de variatie in de watertoevoer in de grote rivieren. Om die reden wordt er in de *Europese richtlijn hernieuwbare energie* en ook in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* gerekend met genormaliseerde cijfers. De genormaliseerde elektriciteitsproductie uit waterkracht is nagenoeg constant.

3.0.1 Waterkracht

	Aantal systemen $\geq 0,1$ MW	Opgesteld elektrisch vermogen	Elektriciteitsproductie		Effect		
			niet genormaliseerd	genormaliseerd	Bruto eindverbruik	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
			MW	Mln kWh				TJ	Kton
1990	5	37	85	85	306	814	58
1995	5	37	88	98	353	940	67
2000	6	37	142	100	362	909	65
2005	6	37	88	100	361	897	62
2010	7	37	105	101	364	856	58
2011	7	37	57	100	358	822	56
2012	7	37	104	100	361	859	61
2013	7	37	114	101	362	850	63
2014*	7	37	112	102	367	862	64

Bron: CBS.

Methode

Voor de periode 1990–1997 komen de gegevens uit CBS-enquêtes. Voor de periode 1998 tot en met juni 2001 is gebruik gemaakt van gegevens van EnergieNed, en vanaf juli 2001 van gegevens van CertiQ. In 2002 is ter controle gebruik gemaakt van opgaven van de bedrijven in energie-enquêtes van het CBS. Het verschil tussen de jaarlijkse elektriciteitsproductie uit de enquêtes en de elektriciteitsproductie uit de bestanden van CertiQ was in 2002 ongeveer 1 procent. Om onnodige enquêtedruk te vermijden vraagt het CBS sinds 2004 in de enquêtes niet meer naar de elektriciteitsproductie uit waterkracht. Alleen bij niet-plausibele uitkomsten uit de registratie wordt contact opgenomen met de eigenaren van de waterkrachtcentrales. Dit komt echter zelden voor.

De normalisatieprocedure berekent de elektriciteitsproductie uit waterkracht door de capaciteit te vermenigvuldigen met de gemiddelde productie per eenheid capaciteit van de afgelopen vijftien jaar. Voor de jaren vóór 1990 zijn geen gegevens beschikbaar. Daarom is voor berekening van de genormaliseerde elektriciteitsproductie over de jaren tot 2004 het aantal jaren vóór de normalisatieprocedure aangepast aan de beschikbaarheid van gegevens. Het bruto eindverbruik is gelijk aan de genormaliseerde elektriciteitsproductie.

Zowel voor het opgesteld vermogen als voor de elektriciteitsproductie is een ondergrens gehanteerd van 0,1 MW geïnstalleerd vermogen per installatie. Beneden deze grens zijn enkele kleinere installaties aanwezig met een totaal geschat vermogen van ongeveer 0,3 MW. Dat is minder dan 1 procent van het totaal. De onnauwkeurigheid in de berekening van de hernieuwbare energie uit waterkracht wordt geschat op ongeveer 2 procent.

4.

Windenergie

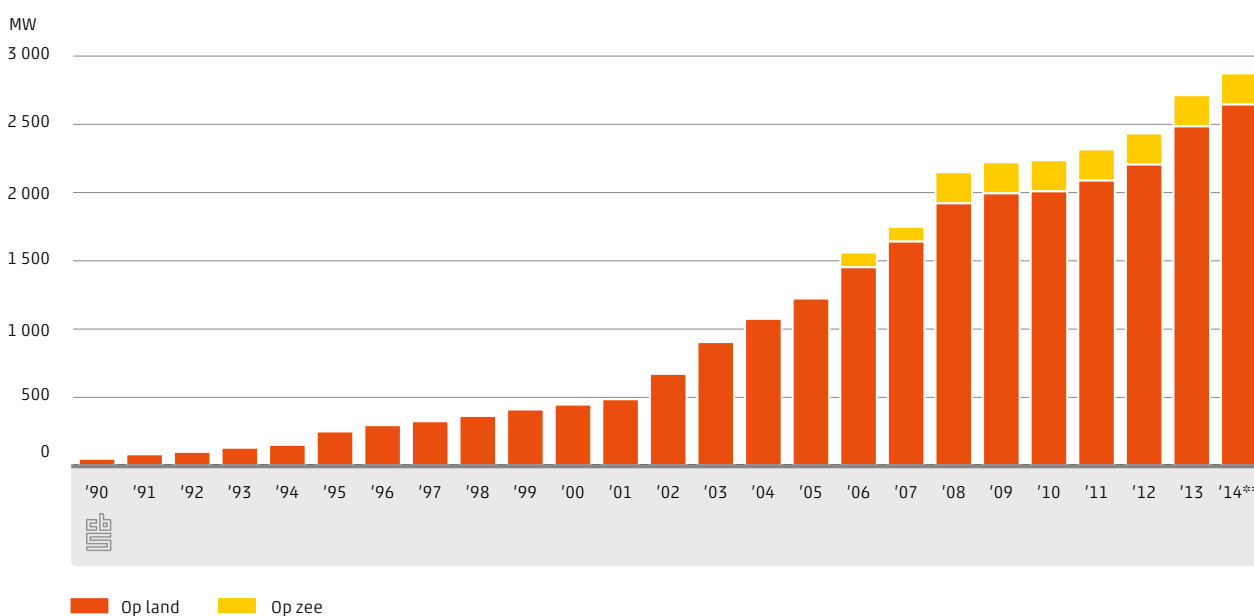
Windenergie is een zeer zichtbare vorm van hernieuwbare energie. Windmolens staan vooral in de kustprovincies, omdat het daar het meeste waait. Ook op zee staan molens; daar waait het nog harder en is er relatief veel ruimte. Wel zijn windmolens op zee fors duurder dan op land. De bijdrage van windenergie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland was 19 procent in 2014.

Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen voor windenergie is in 2014 met ongeveer 190 megawatt gegroeid. Dat is een flink lagere groei dan in 2013 toen er voor bijna 300 megawatt aan molens werd bijgezet. In 2013 werd de groei in vermogen voor een belangrijk deel bepaald door een nieuw groot park in Zeewolde, terwijl in 2014 er geen groot park bij kwam.

Het totale windmolenpark in Nederland heeft eind 2014 een vermogen van ruim 2 870 megawatt, waarvan ongeveer 230 megawatt op zee staat.

4.0.1 Opgesteld vermogen windenergie



Financiële ondersteuning van de overheid is onmisbaar voor het rendabel exploiteren van een windmolen. In augustus 2006 sloot de minister van Economische Zaken de destijds belangrijkste subsidieregeling, de Regeling Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP), vanwege de grote populariteit en daaruit voortvloeiende financiële verplichtingen. Bestaande projecten en projecten die al waren ingediend kunnen blijven rekenen op ondersteuning. Aangezien windmolenprojecten een lange doorlooptijd hebben, is pas in de cijfers over 2009 het effect te zien van het stopzetten van de subsidies door een afname van het bijgeplaatste vermogen.

Inmiddels is er een nieuwe subsidieregeling voor nieuwe windmolens: de Regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE, vanaf 2011 SDE+). Deze is opengesteld in april 2008. De nieuwe windmolens uit 2014 worden ondersteund met de SDE. Per peildatum 1 maart 2015 stond er ongeveer 835 megawatt aan windmolens met SDE-subsidie (RVO.nl, 2015a). Er zijn nog veel meer SDE-subsidieaanvragen ingediend en toegekend voor nieuwe windmolens. Op

basis van de toegekende subsidies kan nog ruim 1 600 megawatt aan windmolens neergezet worden (RVO.nl, 2015a), waarvan 700 megawatt op zee.

Voor de bestaande windmolens is de MEP nog steeds heel belangrijk. Op 1 maart 2015 stond er nog 1 058 megawatt aan windmolens met een MEP-subsidie (RVO.nl, 2015a). MEP en SDE samen zijn goed voor 1 893 megawatt gerealiseerd windvermogen op 1 maart 2015 (RVO.nl, 2015a). Het totale windvermogen eind 2014 was ruim 2 870 megawatt. Dat betekent dat er inmiddels 980 megawatt aan windmolens staat zonder MEP- of SDE-subsidie. Dit zijn vooral windmolens waarvan de MEP-subsidie, met een maximale duur van tien jaar, is verlopen. Technisch gezien zijn de meeste windmolens na tien jaar echter nog niet versleten en kennelijk is de opbrengst zonder subsidie voldoende om de molens in bedrijf te houden.

4.0.2 Hernieuwbare energie uit wind

	Aantal windmolens			Vermogen			Elektriciteitsproductie		Effect	
	bijgeplaatst	uit gebruik		bijgeplaatst	uit gebruik		niet genormaliseerd	genormaliseerd ²⁾	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
		genomen	opgesteld ¹⁾		genomen	opgesteld ¹⁾				
				MW		Mln kWh		TJ	Kton	
Totaal										
1990	70	.	323	15	.	50	56	56	536	38
1995	336	52	1 008	109	12	250	317	314	3 009	214
2000	47	9	1 291	38	2	447	829	744	6 728	480
2005	125	69	1 710	166	17	1 224	2 067	2 034	18 211	1 255
2010	28	27	1 973	30	15	2 237	3 993	4 503	38 140	2 567
2011	47	42	1 978	98	20	2 316	5 100	4 725	39 186	2 645
2012	65	65	1 978	161	44	2 433	4 982	4 939	42 176	3 003
2013	111	16	2 073	295	15	2 713	5 627	5 368	45 085	3 323
2014**	69	57	2 085	188	28	2 873	5 845	5 826	48 869	3 602
Op land										
2010	28	27	1 877	30	15	2 009	3 315	3 737	31 658	2 131
2011	47	42	1 882	98	20	2 088	4 298	3 982	33 027	2 229
2012	65	65	1 882	161	44	2 205	4 193	4 156	35 677	2 540
2013	111	16	1 977	295	15	2 485	4 856	4 632	38 704	2 852
2014**	69	57	1 989	188	28	2 645	5 097	5 080	42 465	3 130
Op zee										
2010	0	0	96	0	0	228	679	765	6 482	436
2011	0	0	96	0	0	228	802	743	6 159	416
2012	0	0	96	0	0	228	789	782	6 500	463
2013	0	0	96	0	0	228	771	736	6 381	470
2014**	0	0	96	0	0	228	748	746	6 404	472

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

²⁾ Volgens de methode uit de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie.

In 2006 is het eerste windpark op zee in gebruik genomen, in 2008 het tweede. Samen zijn deze twee parken in 2014 goed voor ongeveer 8 procent van het windvermogen en 13 procent van de elektriciteitsproductie uit windenergie. De windmolens op zee produceren dus meer elektriciteit per eenheid vermogen dan de windmolens op land. Daar staat tegenover dat windmolens op zee fors duurder zijn. De hogere opbrengst per eenheid vermogen van

4.0.3 Hernieuwbare energie uit wind en elektriciteitsproductie per capaciteit

	Elektriciteitsproductie	Productiefactor ¹⁾	Vollasturen ²⁾	Elektriciteitsproductie per rotoroppervlak ³⁾	
	Mln kWh		%	Uren	KWh per m ²
Totaal					
2010	3 993		21	1 797	797
2011	5 100		26	2 244	998
2012	4 982		24	2 114	946
2013	5 627		24	2 132	940
2014**	5 845		24	2 115	923
Op land					
2010	3 315		19	1 666	740
2011	4 298		24	2 104	939
2012	4 193		22	1 970	885
2013	4 856		23	2 013	891
2014**	5 097		23	2 010	879
Op zee					
2010	679		34	2 980	1 280
2011	802		40	3 515	1 512
2012	789		39	3 462	1 488
2013	771		39	3 382	1 454
2014**	748		37	3 282	1 411

Bron: CBS.

¹⁾ De productiefactor is gedefinieerd als de daadwerkelijke productie gedeeld door de maximale productie berekend op basis van het vermogen aan het einde van elke maand. Deze factor wordt ook wel capaciteitsfactor genoemd.

²⁾ Het aantal vollasturen is het aantal uur dat de windmolens op de maximale capaciteit zouden moeten draaien om de gerealiseerde productie te halen. Het aantal vollasturen is recht evenredig met de productiefactor.

³⁾ Berekend als het gemiddelde van de maandelijkse elektriciteitsproductie per rotoroppervlak aan het einde van de maand. Daarbij is gewogen met het aantal dagen per maand en de rotoroppervlak aan het einde van de maand.

4.0.4 Windenergie op land naar ashoogte

	Aantal turbines ¹⁾	Vermogen ¹⁾	Rotoroppervlak ¹⁾	Elektriciteitsproductie	Productiefactor ²⁾	Productie per rotoroppervlak ²⁾
		MW	1 000 m ²	Mln kWh	%	KWh per m ²
2012						
Tot en met 30m	160	33	68	46	16	675
31-50m	656	330	818	629	22	767
51-70m	649	822	1 862	1 485	21	800
71m en meer	417	1 019	2 161	2 033	24	1 018
Totaal	1 882	2 205	4 909	4 193	22	884
2013						
Tot en met 30m	160	34	68	43	14	627
31-50m	651	330	816	657	23	806
51-70m	646	816	1 845	1 520	21	823
71m en meer	520	1 305	2 928	2 637	24	968
Totaal	1 977	2 485	5 658	4 856	23	891
2014**						
Tot en met 30m	112	19	44	28	13	530
31-50m	662	339	835	644	22	778
51-70m	640	804	1 821	1 460	21	799
71m en meer	575	1 483	3 360	2 966	25	959
Totaal	1 989	2 645	6 060	5 097	23	879

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

²⁾ Berekend als het gemiddelde van de maandelijkse elektriciteitsproductie per vermogen of per rotoroppervlak aan het einde van de maand. Daarbij is gewogen met het aantal dagen per maand en het vermogen of het rotoroppervlak aan het einde van de maand.

wind op zee weegt niet op tegen de hogere kosten per eenheid vermogen en per eenheid geproduceerde elektriciteit is wind op zee dan ook duurder dan wind op land (Lensink et al., 2012).

Hoge molens vangen meer wind. Daardoor produceren hoge molens per eenheid capaciteit over het algemeen meer windenergie. Het valt op dat de elektriciteitsproductie per eenheid vermogen voor de molens met een ashoogte tussen de 51 en 70 meter water lager is dan de molens met een ashoogte tussen de 31 en 50 meter. Dat heeft onder andere te maken met het relatief grote rotoroppervlak van de molens met een ashoogte tussen de 31 en 50 meter.

4.0.5 Windenergie naar provincie

	2013				2014**			
	aantal turbines ¹⁾	vermogen ¹⁾	elektriciteits-productie	productie-factor	aantal turbines ¹⁾	vermogen ¹⁾	elektriciteits-productie	productie-factor
		MW	Mln kWh	%		MW	Mln kWh	%
Groningen	207	376	842	26	212	379	860	26
Friesland	325	165	368	26	331	171	363	25
Flevoland	628	778	1 324	20	593	839	1 372	20
Noord-Holland	328	353	768	25	329	354	755	24
Zuid-Holland	150	269	501	22	159	301	557	23
Zeeland	210	330	658	25	216	351	742	25
Noord-Brabant	76	108	200	22	83	118	225	23
Overige provincies	53	106	195	22	66	132	222	21
Totaal op land	1 977	2 485	4 856	23	1 989	2 645	5 097	23

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

De meeste windmolens staan in de kuststreek. Dat is niet verwonderlijk, gezien het grotere windaanbod. Bij de plaatsing van de windmolens is het windaanbod echter niet de enige factor. Ook de beleving van de inpasbaarheid in het landschap speelt een belangrijke rol. Dat verklaart waarom in Flevoland de meeste windmolens staan, ondanks de minder gunstige windcondities in deze provincie ten opzichte van de kuststreek (SenterNovem, 2005a).

Methode

Het vermogen is bepaald aan de hand van een CBS-database met alle windmolenprojecten. De basis voor deze database is de windmonitor die de KEMA tot en met 2002 heeft bijgehouden. Elk jaar vernieuwt het CBS deze database op basis van gegevens uit de administratie van CertiQ. De vermogens per aansluitpunt zijn gecontroleerd op plausibiliteit door te vergelijken met de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ. Het moment van het in en uit gebruik nemen van een molen is bepaald aan de hand van de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ, in combinatie met gegevens op internet. Bij dat laatste kan het gaan om websites van windmolenparken of berichten in lokale media over het in gebruik nemen of afbreken van windparken.

De aantallen turbines, ashoogten en rotoroppervlakten zijn mede bepaald aan de hand van de individuele gegevens die RVO.nl registreert in het kader van het beoordelen van aanvragen voor de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA).

De elektriciteitsproductie is berekend aan de hand van de administratie achter de certificaten voor de Garanties van Oorsprong van CertiQ. Daarnaast is er een bijschatting gemaakt voor windparken waarvan de productie niet bij CertiQ bekend is. Deze schatting is gemaakt op basis van het vermogen en de gemiddelde productiefactor en bedroeg ongeveer 5 GWh vanaf 2005 (minder dan 0,5 procent van de totale productie). Voor de jaren 1998–2001 is voor de elektriciteitsproductie gebruik gemaakt van gegevens van het groenlabelsysteem van EnergieNed, voor 1996 en 1997 van de windmonitor van de KEMA en voor de jaren tot en met 1995 van CBS-gegevens.

Voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie volgens de bruto eindverbruik-methode uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie wordt de elektriciteitsproductie uit wind genormaliseerd. De methode is vastgelegd in deze richtlijn en komt er op neer dat de elektriciteitsproductie wordt berekend door het gemiddelde van het vermogen aan het begin en het vermogen aan het einde van het jaar te vermenigvuldigen met de gemiddelde elektriciteitsproductie per eenheid vermogen van de afgelopen vijf jaar.

De onzekerheid in de CBS-cijfers over de elektriciteitsproductie uit windenergie in 2014 wordt geschat op 2 procent.

5.

Zonne-energie

Zonne-energie valt uiteen in twee groepen:

- de omzetting van zonnestraling in elektriciteit (zonnestroom of fotovoltaïsche zonne-energie),
- de omzetting van zonnestraling in warmte (zonnewarmte of thermische zonne-energie).

De bijdrage van zonne-energie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland is beperkt tot een kleine 4 procent.

5.0.1 Zonne-energie

	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ		Kton
1990	102	88	5
1995	216	207	12
2000	482	514	30
2005	847	1 043	63
2010	1 196	1 489	89
2011	1 416	1 928	118
2012	1 885	3 037	200
2013	2 861	5 262	368
2014**	3 910	7 698	547

Bron: CBS.

5.1 Zonnestroom

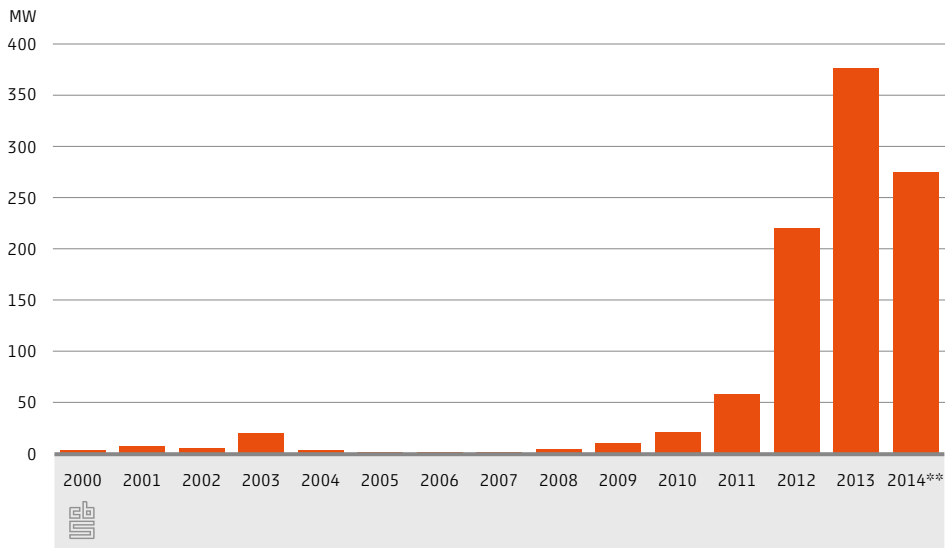
Ontwikkelingen

Het bijgeplaatst vermogen voor en de productie van zonnestroom zijn de afgelopen jaren flink toegenomen. Er werd een kleine 300 megawatt bijgeplaatst in 2014. Dat is ongeveer 100 megawatt minder dan in 2013, maar nog steeds beduidend meer dan de jaren daarvoor. Het totale opgestelde vermogen eind 2014 komt daarmee op ongeveer 1 000 megawatt. De bijdrage van zonnestroom aan het eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland is ongeveer 2,5 procent.

Het is opmerkelijk dat het bijgeplaatst vermogen van zonnestroom in 2014 lager was dan in 2013. Een reden daarvoor was mogelijk het aflopen van de Subsidieregeling Zonnepanelen voor particulieren halverwege 2013. Bedrijven lijken ook minder panelen te hebben geïnstalleerd (zie gegevens over de EIA regeling hieronder). Mogelijk hebben ze geanticipeerd op de ruimte die er eind 2014 was voor aanvraag van SDE subsidie voor zonnepanelen. Zowel voor particulieren als voor bedrijven geldt dat de prijsdaling voor zonnepanelen in 2014 veel gematigder was dan in eerdere jaren (Solarserver, 2015).

De belangrijkste stimuleringsmaatregel voor zonnestroom is de salderingsregeling in combinatie met de hoge energiebelasting op elektriciteit voor kleinverbruikers. Gevolg hiervan is dat geen btw en energiebelasting over de zelf geproduceerde stroom hoeft

5.1.1 Bijgeplaatst vermogen zonnestroom



te worden betaald. Daar komt nog bij dat particulieren de btw op aangeschafte panelen terug kunnen vragen. Dit is niet iets wat de wetgever heeft bedacht, maar een gevolg van nieuwe inzichten in de interpretatie van bestaande wetgeving als gevolg van een uitspraak van het Europese Hof van Justitie.

De sterke daling van de prijzen van zonnepanelen in de afgelopen jaren en de fiscale voordelen maken het voor de kleinverbruikers aantrekkelijk om tot aanschaf van zonnepanelen over te gaan. Of de aanschaf voor particulieren daadwerkelijk voordelig is, hangt af van meerdere factoren, zoals de beschikbaarheid van een dak in de zon, de toekomstige ontwikkeling van de prijs van elektriciteit en het functioneren van de panelen op de lange termijn.

Voor bedrijven bestaat er al jaren de mogelijkheid om via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA) belastingkorting te krijgen op het aanschaffen van zonnepanelen. Deze korting komt overeen met ongeveer 10 procent van de aanschafprijs (Agentschap NL, 2012a). Via de EIA is voor ongeveer 100 megawatt aan in 2014 te plaatsen zonnepanelen belastingkorting toegezegd. Dat is iets minder dan de 110 megawatt in 2013.

Daarnaast is voor een beperkt aantal megawatt MEP- of SDE(+)-subsidies verkregen. De MEP en de SDE(+) geven een subsidie per geproduceerde hoeveelheid stroom. In maart 2015 ontving 4 megawatt aan zonnepanelen via de MEP subsidie en 98 megawatt via de SDE. Tot en met 2013 was het mogelijk om voor een project zowel EIA als MEP of SDE aan te vragen. Vanaf 2014 is dit niet meer mogelijk en zijn ter compensatie de SDE(+)-tarieven wat verhoogd.

De SDE regeling wordt de laatste jaren in fasen open gesteld waarbij het subsidiebedrag per eenheid opgewekte hernieuwbare energie oploopt gedurende het kalenderjaar. Daarbij geldt dat aanvragen die gedaan worden in eerste, goedkopere, fasen voorrang hebben. Zonnestroom is een relatief dure techniek en kan meestal alleen uit met de subsidie uit de laatste fase(n). In 2014 was er relatief veel subsidie beschikbaar en waren er relatief weinig aanvragen in eerdere fasen. Gevolg was dat er in de laatste, dure fase nog geld beschikbaar was en er veel aanvragen voor zonnestroom zijn ingediend. Dat heeft ertoe geleid dat er vanuit de SDE2014 1,3 miljard euro subsidie is toegekend voor

zonnestroom (RVO.nl, 2015b). Uitgaande van eenzelfde verhouding tussen vermogen en subsidie als in het jaarbericht (RVO.nl, 2015a) komt dat neer op een vermogen van 900 megawatt. Het is nog onduidelijk of dit vermogen allemaal gerealiseerd gaat worden.

De SDE richt zich tegenwoordig op grotere systemen (om de uitvoeringskosten laag te houden). De toegekende SDE subsidies voor zonnestroom zullen daarom vooral bij bedrijven terecht komen.

Naast de landelijke regelingen zijn er ook regionale subsidieregelingen voor zonnepanelen. Het CBS heeft daar echter geen overzicht van.

5.1.2 Zonnestroom

	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld vermogen	Elektriciteits- productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	MW		Mln kWh		TJ	Kton
1990	.	1	0	2	4	0
1995	0	2	2	5	15	1
2000	4	13	8	28	70	5
2005	2	51	35	128	317	22
2010	21	90	56	201	473	32
2011	58	149	104	376	863	58
2012	220	369	226	815	1 935	138
2013	377	746	487	1 755	4 120	304
2014**	275	1 021	773	2 782	6 530	481

Bron: CBS.

Methode

Voor de jaren tot en met 2003 is de inventarisatie naar het bijgeplaatste vermogen uitgevoerd door Ecofys, BECO en Holland Solar. Het bijgeplaatste vermogen is steeds bepaald met behulp van een enquête onder de leveranciers van zonnepanelen. Het CBS heeft de enquête sinds 2004 jaarlijks uitgestuurd en verwerkt. Holland Solar heeft het CBS een lijst van leveranciers geleverd. Deze lijst heeft het CBS up to date gehouden met informatie van Polder PV, Holland Solar en eigen waarneming. Om het aantal te bevragen bedrijven te beperken richt het CBS zich op groothandelsbedrijven en in zonnestroomsystemen gespecialiseerde bedrijven die panelen importeren of zelf maken. Het onderscheid tussen leveranciers die zelf importeren en leveranciers die de panelen alleen betrekken van andere Nederlandse leveranciers maakt het CBS op basis van een in principe eenmalige telefonische navraag.

De nader voorlopige cijfers 2014 van het bijgeplaatste vermogen uit tabel 5.1.2 zijn gebaseerd op gegevens van een lijst met ongeveer 350 importerende leveranciers uit november 2014. 90 procent van deze importerende leveranciers heeft data aan het CBS verstrekt, voor de ontbrekende 10 procent heeft het CBS een bijstelling gemaakt van 25 megawatt op basis van data van het voorafgaande jaar en de trend bij de overige leveranciers.

Daarnaast heeft het CBS nog een bijschatting gemaakt van 15 MW voor leveranciers die voorheen niet zelf importeerden, maar dat wel zijn gaan doen. Deze schatting is gemaakt op basis van een steekproefonderzoek onder 100 bedrijven onder de 750 bij het CBS bekende niet importerende leveranciers via website-informatie en/of telefonische navraag in het najaar van 2014. Van de 100 onderzochte bedrijven bleek slechts 1 bedrijf zelf te zijn gaan importeren.

Informatie over de EIA is gebaseerd op informatie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), die deze regeling uitvoert. Van alle aanvragen voor zonnestroom weet RVO het investeringsbedrag, omdat daarop de belastingkorting is gebaseerd. Voor een gedeelte van de EIA-aanvragen vraagt RVO bij de aanvragers technische gegevens op van de gekochte installatie, waaronder het vermogen. Het CBS heeft op basis van deze gegevens een gemiddeld investeringsbedrag per kW per jaar uitgerekend. Deze gemiddelden zijn gebruikt om het totaal door EIA ondersteunde zonnestroom vermogen te berekenen.

De Nederlandse netbeheerders hebben een register opgezet, het Productie-installatie-register (PIR), waarin zoveel mogelijk zonnepanelen worden geregistreerd. Ze gebruiken deze gegevens voor een optimaal beheer van het net. Eind januari 2015 was er in het PIR 870 megawatt aan zonnestroomvermogen geregistreerd met een startdatum in 2014 of daarvoor (Netbeheer Nederland, 2015). Dat is ongeveer 85 procent van het door het CBS getelde vermogen. Voor recente jaren is de overeenstemming tussen de data uit PIR en het CBS het grootst.

Voor 2014 was het bijgeplaatst vermogen in het PIR zelfs 7 procent meer dan het bijgeplaatste vermogen zoals afgeleid uit de CBS-enquête onder leveranciers van zonnepanelen. Het verschil komt voort uit onzekerheden in de CBS-enquête en/of het PIR. Mogelijk wordt het verschil kleiner als later in het jaar meer nauwkeurige informatie beschikbaar komt uit het PIR of uit extra CBS onderzoek naar mogelijke nieuwe importerende leveranciers.

De Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat Leefomgeving (2015) combineert informatie over zonnepanelen uit diverse bronnen op laag regionaal niveau. De belangrijkste bron is het PIR, maar ook informatie uit diverse subsidieregelingen is gebruikt. Via vergelijkingen op PC6 niveau zijn de dubbeltellingen er zoveel mogelijk uitgehaald. De Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat Leefomgeving komt uit op zonnestroomvermogen van 974 megawatt eind 2014.

Het CBS registreert geen aantallen geplaatste systemen, maar het PIR heeft daar wel informatie over en registreerde 220 duizend installaties eind 2014.

Voor zonnepanelen wordt uitgegaan van een levensduur van 25 jaar (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Dit is een erg onzekere schatting, maar omdat verreweg de meeste panelen in recente jaren zijn geplaatst heeft deze onzekerheid nauwelijks effect op de onzekerheid in de totale productie van zonnestroom.

De elektriciteitsproductie is berekend met behulp van vaste kengetallen van de jaarlijkse productie per geïnstalleerd vermogen (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Voor de verslagjaren tot en met 2011 geldt een productie van 700 kWh per kW vermogen. Voor de jaren daarna 875 kWh per kW vermogen. Het geïnstalleerd vermogen wordt steeds bepaald aan het eind van een kalenderjaar. De zonnestroomproductie wordt bepaald op basis van

het gemiddelde van het vermogen aan het begin en het eind van een kalenderjaar. Zowel in de schatting van de geplaatste panelen als in het gemiddeld aantal vollasturen zit een onzekerheid. De totale onnauwkeurigheid in de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen schat het CBS op 20 procent.

5.2 Zonnewarmte

Bij de actieve zonthermische energiesystemen kan een uitsplitsing worden gemaakt naar afgedekte en onafgedekte systemen. Afgedekte systemen zijn gesloten systemen. Hierdoor wordt de temperatuur in de collector hoger en daardoor ook de warmteproductie per vierkante meter. Binnen de afgedekte systemen wordt nog een onderscheid gemaakt in systemen met een collectoroppervlak kleiner dan zes vierkante meter en systemen met een collectoroppervlak groter dan zes vierkante meter. De kleine afgedekte systemen zijn bekend als zonneboilers. Deze worden veel toegepast in de woningbouw. De grotere afgedekte systemen worden vooral in de utiliteitsbouw gebruikt. De onafgedekte systemen worden vooral bij zwembaden toegepast.

Er zijn twee typen afgedekte systemen: vlakkeplaatcollectoren en vacuümbuiscollectoren. Vlakke plaat collectoren komen in Nederland het meeste voor en de afdekking bestaat dan uit een glazen plaat. Vacuüm buis collectoren zijn dubbelwandige buisvormige collectoren met tussen de twee wanden een isolerende vacuüm ruimte. In het binnenste gedeelte wordt de warmte opgevangen door een vloeistof.

Ontwikkelingen

Zonnewarmtesystemen worden al heel lang toegepast in Nederland. Een grote doorbraak is echter tot op heden uit gebleven. Reden daarvoor is dat er nooit een langdurige aantrekkelijke subsidieregeling is geweest, zoals voor hernieuwbare elektriciteit. Ook zijn de prijsdalingen van deze systemen lang niet zo sterk als bij zonnestroom.

In 2009 en 2010 piekte het bijgeplaatste collectoroppervlak, mede onder invloed van de subsidieregeling Duurzame warmte in bestaande woningen. Deze regeling is begin 2011 gesloten (Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, 2011b). Voor nieuwe woningen is er nog wel overheidssteun via de energienormen voor nieuwe gebouwen. De totale bijdrage van zonnewarmte aan het verbruik van hernieuwbare energie in Nederland was ongeveer 1 procent in 2014.

Methode

De basis voor de statistiek is de database die Ecofys heeft opgesteld voor de jaren tot en met 2002 (Warmerdam, 2003). Het CBS heeft vervolgens de database geactualiseerd. De gegevens voor de bijgeplaatste afgedekte systemen zijn verkregen via een enquête bij de leveranciers van deze systemen. De respons was ruim 90 procent voor verslagjaar 2013. Non-respons is bijgeschat op basis van gegevens van vorig jaar. Deze bijchatting was een paar procent voor de systemen kleiner dan 6 m² en 7 procent voor de systemen groter

5.2.1 Zonnewarmte

	Aantal			Collectoroppervlak			Productie ²⁾	Verbruik	Effect	
	bijge- plaatst	uit gebruik genomen	opgesteld ¹⁾	bijge- plaatst	uit gebruik genomen	opgesteld ¹⁾	TJ	bruto eindver- bruik	vermeden	inzet van
									primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	1 000 m ²						TJ		Kton	
Totaal										
1990	.	.	.	9	1	73	100	100	84	5
1995	.	.	.	21	3	139	211	211	193	11
2000	.	.	.	36	8	276	454	454	445	25
2005	.	.	.	26	0	422	719	719	725	41
2010	.	.	.	47	9	576	994	994	1 016	57
2011	.	.	.	36	12	601	1 040	1 040	1 066	60
2012	.	.	.	32	17	615	1 070	1 070	1 102	62
2013	.	.	.	32	14	633	1 106	1 106	1 142	65
2014**	.	.	.	28	18	644	1 128	1 128	1 168	66
Zonneboilers (afgedekt ≤6 m²)										
2010	8 318	544	128 053	25	2	368	694	694	748	42
2011	9 109	1 815	135 347	25	5	387	731	731	787	44
2012	7 038	2 135	140 250	21	7	401	757	757	816	46
2013	7 895	1 914	146 231	22	6	417	787	787	847	48
2014**	7 268	2 501	150 998	20	8	429	809	809	871	49
Afgedekt >6 m²										
2010	.	.	.	18	1	79	138	138	149	8
2011	.	.	.	9	1	88	151	151	162	9
2012	.	.	.	8	1	95	164	164	177	10
2013	.	.	.	8	2	102	175	175	189	11
2014**	.	.	.	6	2	105	181	181	195	11
Onafgedekt										
2010	.	.	.	3	6	129	162	162	119	7
2011	.	.	.	3	6	126	158	158	117	7
2012	.	.	.	3	10	118	149	149	110	6
2013	.	.	.	3	7	114	144	144	106	6
2014**	.	.	.	3	7	110	138	138	102	6

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

²⁾ Definitie IEA/Eurostat: Beschikbare warmte voor het medium dat zorgt voor warmteoverdracht minus de optische en collectorverliezen.

5.2.2 Afzet afgedekte zonnewarmte systemen, uitgesplitst naar sector

Sector	2013	2014**
	% van collectoroppervlak	
Woningen		
nieuwbouw	82	75
bestaande bouw	28	29
onbekend	25	33
Utiliteitsgebouwen	29	13
Landbouw	14	19
	3	6
Totaal	100	100

Bron: CBS.

5.2.3 Afzet afgedekte zonnewarmte systemen, uitgesplitst naar type systeem

Type systeem	2013	2014**
	% van collectoroppervlak	
Systemen kleiner dan 6 m²		
Vlakke plaat	97	91
Vacuüm buis	3	9
Totaal	100	100
Systemen groter dan 6 m²		
Vlakke plaat	63	72
Vacuüm buis	37	28
Totaal	100	100
Totaal		
Vlakke plaat	89	86
Vacuüm buis	11	14
Totaal	100	100

Bron: CBS.

dan 6 m². De lijst van leveranciers is opgesteld met hulp van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en brancheorganisatie Holland Solar.

De waarneming van de leveranciers van de onafgedekte systemen is vanaf verslagjaar 2012 opgeschort. Aanleiding daarvoor is dat op een internationale bijeenkomst van energiestatistici duidelijk is geworden dat de belangrijkste groep onafgedekte systemen, de solarlamellen, waarschijnlijk niet onder de internationale definitie van zonne-energie vallen. Bij de update van het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* in 2015 is daarom ook besloten dat de solarlamellen inderdaad niet meegeteld moeten worden en deze methodewijziging is inmiddels verwerkt in de statistiek (Segers, 2015).

Begin 2014 heeft het CBS een telefonische enquête gehouden onder honderd huishoudens met een zonneboiler uit de jaren '90. Uit deze enquête volgde dat veel zonneboilers uit begin jaren negentig nog in bedrijf zijn. Echter, er zijn ook zonneboilers die nooit echt goed gefunctioneerd hebben en snel vervangen zijn. Ook komt het voor dat een nog goed werkende zonneboiler uit bedrijf wordt genomen door een verbouwing. De conclusie van deze enquête was dat 20 jaar de meest redelijke schatting is voor de gemiddelde levensduur van een zonneboiler. Dit nieuwe inzicht is opgenomen in het nieuwe Protocol (RVO.nl en CBS, 2015) en ook de cijfers over de zonneboilers zijn overeenkomstig aangepast. Voor de eenvoud wordt deze schatting van de gemiddelde levensduur ook toegepast voor de grotere systemen.

De hernieuwbare energie uit zonnewarmte is berekend volgens kengetallen voor de energieproductie per vierkante meter collectoroppervlak uit het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (RVO.nl en CBS, 2015). De kengetallen in dit nieuwe Protocol volgen nu internationale standaarden en zijn wat hoger dan in het oude Protocol.

De grootste onzekerheid in de cijfers van de onafgedekte systemen is door het niet langer meetellen van de solarlamellen volgens het nieuwe protocol weggenomen. De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit zonnewarmte wordt nu bepaald door een combinatie van factoren: de productie per eenheid collectoroppervlak, de levensduur van de collectoren en het bijgeplaatste collectoroppervlak. CBS schat de onzekerheid in de productie van zonnewarmte op 25 procent.

6.

Aardwarmte en

bodemenergie

Aardwarmte en bodemenergie is energie die afkomstig is van onder het aardoppervlak. Aardwarmte is warmte die afkomstig is van het binnenste van de aarde en wordt ook geothermie genoemd. Bodemenergie is warmte of koude uit de buitenlucht die in de bovenste laag van de bodem een half jaar is opgeslagen. In de zomer wordt de koude uit de winter benut en in de winter de warmte uit de zomer. Aardwarmte en bodemenergie groeien de laatste jaren fors en waren in 2014 goed voor ongeveer 4 procent van het (eind)verbruik van energie uit hernieuwbare bronnen.

6.0.1 Aardwarmte en bodemenergie

	Onttrokken warmte	Onttrokken koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ				Kton
1990	.	8	.	5	0
1995	38	47	31	56	3
2000	200	292	156	286	17
2005	736	780	628	852	47
2010	2 703	1 660	2 501	2 706	143
2011	3 026	1 646	2 854	2 942	153
2012	3 527	1 830	3 347	3 343	168
2013	4 325	1 909	4 140	4 094	204
2014**	5 092	1 936	4 906	4 776	237

Bron: CBS.

6.1 Aardwarmte

Ontwikkelingen

Sinds eind 2008 wordt in Nederland gebruik gemaakt van aardwarmte. In eerste instantie ging het om één glastuinbouwbedrijf dat op dit moment op twee plaatsen aardwarmte wint. Het succes van dit project heeft de belangstelling aangewakkerd en in 2014 zijn er in totaal tien projecten in productie.

De kosten van diepe bodemenergie zitten vooral in het boren van de put tot een diepte van één kilometer of meer. Het lastige punt daarbij is dat er geen garantie is op succes bij het boren. Om de ontwikkeling van diepe bodemenergie te stimuleren en de risico's voor de initiatiefnemers te beperken, heeft de overheid een regeling in het leven geroepen die een gedeelte van het risico op het misboren afdekt.

Vanaf 2012 komen projecten voor diepe bodemenergie ook in aanmerking voor SDE(+)-subsidie. Diepe bodemenergie heeft per joule hernieuwbare energie relatief weinig subsidie nodig en heeft bij de competitieve SDE+ regeling daarom weinig last van concurrentie met andere technieken. Voor geothermie is op peildatum 1 maart 2015 voor 36 projecten subsidie toegezegd met een totaal vermogen van 477 megawatt, waarmee 1,1 miljard euro subsidiegeld gemoeid is. Op dezelfde peildatum is 130 megawatt

daarvan gerealiseerd (RVO.nl, 2015a). Het is echter nog niet duidelijk of alle projecten ook daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden. Het komt voor dat projecten alsnog worden afgeblazen als uit nader onderzoek blijkt dat het risico op een misboring toch aanzienlijk is (RVO.nl, 2014a). Met de Garantieregeling Aardwarmte probeert de overheid dit risico voor de initiatiefnemer te verlagen (RVO.nl, 2015a).

6.1.1 Aardwarmte

	Aantal installaties	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
			TJ	Kton
2008	1	96	95	5
2009	1	142	141	8
2010	2	318	315	17
2011	4	316	315	17
2012	6	495	491	27
2013	8	993	985	54
2014**	10	1 502	1 493	81

Bron: CBS en LEI.

Methode

De grens tussen aardwarmte en bodemenergie hangt af van het specifieke project. In het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie is afgesproken om de grens te leggen op 500 meter onder de grond. In de praktijk lijkt deze grens goed te werken. Voor projecten beneden de 500 meter is een vergunning nodig via de Mijnbouwwet. Gegevens over de warmteproductie voor de jaren tot en met 2010 zijn door het CBS zelf opgevraagd bij het betreffende bedrijf. Vanaf 2011 tot en met 2013 is gebruik gemaakt van gegevens van het Landbouweconomisch Instituut (LEI) en voor 2014 van data van CertiQ.

6.2 Bodemenergie

Bij bodemenergie kan onderscheid gemaakt worden tussen onttrekking van warmte in de winter en onttrekking van koude in de zomer. Dat gebeurt veelal door het oppompen van grondwater van bijvoorbeeld 150 meter diep. In de zomer wordt dit grondwater, dat een temperatuur heeft van 5 tot 10 graden, gebruikt om een gebouw te koelen. Na het koelen is dit water opgewarmd tot 10 tot 15 graden, en dit water wordt op een andere plek weer teruggepompt in de grond op een vergelijkbare diepte. In de winter wordt dit opgewarmde water weer opgepompt en gebruikt om het gebouw te verwarmen, waarna het afgekoelde water weer terug de bodem in gaat en de cirkel rond is. Bodemenergie wordt ook warmte/koude-opslag genoemd.

Water van 10 à 15 graden is niet zonder meer geschikt om een gebouw in de winter op een aangename temperatuur te krijgen. Daarom worden vaak warmtepompen gebruikt

6.2.1 Bodemenergie

	Onttrekking van warmte	Onttrekking van koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ				Kton
Warmte					
Benut met warmtepompen					
1990	.		.	.	.
1995	31		31	24	1
2000	156		156	91	3
2005	628		628	343	13
2010	2 183		2 183	1 321	56
2011	2 538		2 538	1 591	68
2012	2 852		2 852	1 711	63
2013	3 147		3 147	1 920	65
2014**	3 404		3 404	2 079	70
Benut zonder warmtepompen					
1990	1			1	0
1995	7			7	0
2000	44			42	2
2005	108			104	6
2010	202			194	11
2011	172			165	9
2012	180			173	10
2013	185			177	10
2014**	186			179	10
Warmte totaal					
1990	.		.	.	.
1995	38		31	31	2
2000	200		156	134	6
2005	736		628	447	19
2010	2 385		2 183	1 515	67
2011	2 710		2 538	1 756	77
2012	3 032		2 852	1 884	72
2013	3 332		3 147	2 097	75
2014**	3 590		3 404	2 258	80
Koude					
1990		8		4	0
1995		47		25	2
2000		292		153	11
2005		780		405	28
2010		1 660		876	59
2011		1 646		870	59
2012		1 830		967	69
2013		1 909		1 011	75
2014**		1 936		1 025	76
Totaal warmte en koude					
1990	.	8	.	5	0
1995	38	47	31	56	3
2000	200	292	156	286	17
2005	736	780	628	852	47
2010	2 385	1 660	2 183	2 391	126
2011	2 710	1 646	2 538	2 627	136
2012	3 032	1 830	2 852	2 852	141
2013	3 332	1 909	3 147	3 109	150
2014**	3 590	1 936	3 404	3 283	156

Bron: CBS.

om de energie naar een hoger temperatuurniveau te brengen. De werking van een warmtepomp is vergelijkbaar met die van een koelkast, maar dan omgekeerd. Een koelkast maakt het binnenin kouder door warmte vanuit de koelkast naar buiten te pompen. Daardoor wordt het buiten de koelkast dus (iets) warmer. Een warmtepomp maakt het buiten (iets) kouder en binnen warmer. Net als een koelkast gebruikt een warmtepomp ook elektriciteit. Voor warmtepompen die gebruik maken van ondiepe bodemenergie levert één eenheid elektriciteit gemiddeld ongeveer vier eenheden warmte. De opwekking van één eenheid elektriciteit kost doorgaans twee tot tweeënhalve eenheden fossiele energie en een gasketel maakt ongeveer één eenheid warmte uit één eenheid aardgas. Het gebruik van een warmtepomp is per saldo dus energetisch voordeliger dan verwarming met een gewone aardgasketel. Een beperkte hoeveelheid ondiepe bodemwarmte wordt benut zonder warmtepompen. Het gaat dan om voorverwarming van ventilatielucht.

Binnen de bodemenergie kan nog onderscheid gemaakt worden tussen open systemen en gesloten systemen. In open systemen wordt grondwater onttrokken waarna boven de grond de uitwisseling van warmte plaatsvindt voor koeling en verwarming. Daarna wordt het grondwater weer teruggepompt. In gesloten systemen wordt een gesloten buis of slang de grond ingebracht tot een diepte van 50 tot 100 meter. In deze buis stroomt een vloeistof voor warmtetransport en deze wordt verwarmd of gekoeld via de wand van de buis. Bij gesloten systemen wordt dus geen grondwater onttrokken uit de bodem. Door de stroming van het grondwater is bij open systemen een groter deel van de bodem betrokken bij de opslag van warmte en koude. De gemiddelde capaciteit van deze systemen is dus groter. Open systemen worden vooral toegepast bij grote kantoren, kassen of woonwijken. Gesloten systemen worden vaak toegepast bij kleine kantoren of (een kleine groep) woningen. Open systemen worden ook wel 'watersystemen' genoemd en gesloten systemen 'bodemsystemen'.

6.2.2 Warmtepompen met gebruik van bodemwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2010	2011	2012	2013	2014**	2010	2011	2012	2013	2014**
	MW									
Open systemen (met onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	380	402	398	433	300	54	62	58	70	64
Woningen, totaal	2 647	1 204	1 058	639	242	25	14	10	7	3
alleen ruimteverwarming	1 251	808	873	502	190	19	12	10	6	3
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	1 396	396	185	137	52	6	2	1	1	0
Totaal	3 027	1 606	1 456	1 072	542	79	75	68	77	67
Gesloten systemen (zonder onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	257	567	545	197	200	18	15	16	21	14
Woningen, totaal	2 393	3 686	3 785	1 783	1 768	20	31	28	12	15
alleen ruimteverwarming	606	1 011	656	688	1 125	10	15	12	7	10
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	1 787	2 675	3 129	1 095	643	10	15	16	5	4
Totaal	2 650	4 253	4 330	1 980	1 968	38	46	45	34	28
Totaal	5 677	5 859	5 786	3 052	2 510	117	122	113	111	96

Bron: CBS.

6.2.3 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag, 2013

	Mln m ³
Groningen	9
Friesland	6
Drenthe	3
Overijssel	10
Gelderland	24
Flevoland	5
Utrecht	25
Noord-Holland	60
Zuid-Holland	68
Zeeland	3
Noord-Brabant	47
Limburg	8
Totaal	266

Bron: CBS.

6.2.4 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag naar sector, 2013

	Mln m ³
Glastuinbouw	18
Industrie	1
Overige landbouw	15
Utiliteitsbouw	196
Woningbouw	36
Totaal	266

Bron: CBS.

Ontwikkelingen

Het gebruik van bodemenergie is de laatste jaren flink toegenomen. Vooral in nieuwe grote kantoren, is het een veel toegepaste techniek. Het is relatief snel rendabel, omdat in deze gebouwen naast een warmtevraag vaak ook een behoorlijke koelvraag is en omdat in nieuwe gebouwen het verwarmings- en koelsysteem direct bij aanleg al aangepast kan worden aan het gebruik van bodemenergie. Ook in de glastuinbouw zijn grote systemen voor ondiepe bodemenergie in gebruik genomen. Voor de open systemen is in 2014 in totaal ruim 274 miljoen kubieke meter water rondgepompt.

Vanaf 2010 zijn er minder nieuwe woningen en kantoren gebouwd dan in de paar jaar daarvoor. Omdat warmtepompen vaak in nieuwe gebouwen worden toegepast, zou het voor de hand liggen dat de afzet van warmtepompen ook gedaald zou zijn. Dat is echter slechts in beperkte mate gebeurd.. Dat zou kunnen betekenen dat het marktaandeel van deze warmtepompen in de energievoorziening van nieuwe gebouwen is toegenomen. Ook zouden er meer warmtepompen toegepast kunnen zijn bij renovatie van gebouwen.

Wel lijkt het erop, de cijfers zijn niet geheel eenduidig, alsof de warmtebron voor warmtepompen aan het verschuiven is: minder warmtepompen op basis van bodemwarmte en meer warmtepompen op basis van buitenluchtwarmte (zie ook hoofdstuk 7). Deze trend is ook in andere landen aanwezig (EHPA, 2015).

De meeste open systemen staan in de provincies Noord- en Zuid-Holland en Noord-Brabant. Deze verdeling reflecteert in grote lijnen de aanwezigheid van grote gebouwen, die zich goed lenen voor toepassing van warmte/koudeopslag met open systemen.

Methode

Voor de berekening van de bodemenergie is gebruik gemaakt van de verkoopgegevens van de leveranciers van warmtepompen en van gegevens over warmte/koudeopslag die de provincies verzamelen voor het verlenen en beheren van de vergunningen voor warmte/koude-opslagprojecten.

Bij het verzamelen van de verkoopgegevens van warmtepompen is samengewerkt met brancheverenigingen. De Dutch Heat Pump Association (DHPA) en de VERAC (Vereniging van Leveranciers van Airconditioning Apparatuur) hebben de verkoopgegevens van hun leden geleverd. Het CBS heeft zelf de leveranciers geënquêteerd die geen lid zijn van één van beide brancheverenigingen. Dubbeltellingen voor leveranciers die lid zijn van beide verenigingen, zijn eruit gehaald. De onttrekking van bodemenergie en het vermeden verbruik van fossiele primaire energie van de warmtepompen op bodemenergie is berekend op basis van kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

In het verleden is voor de warmtepompen door het CBS en de Stichting Warmtepompen (een voorloper van de DHPA) een andere indeling gehanteerd die geen onderscheid maakte naar warmtebron (bodemwarmte of buitenluchtwarmte). Het CBS heeft de oude indeling herleid tot de nieuwe indeling. Daarbij is gebruik gemaakt van enkele aannames en van gegevens uit 2007 en 2008, waarin data zijn verzameld volgens zowel de oude als de nieuwe indeling.

De hernieuwbare energie uit koude en de benutting van warmte zonder warmtepompen is afgeleid uit gegevens over het grondwaterdebiet van de provincies en kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Koude is daarbij gedefinieerd als het grondwaterdebiet voor koeling maal de soortelijke warmte van water maal het temperatuurverschil.

De benutting van bodemwarmte zonder warmtepompen telt niet bij het bruto eindverbruik, omdat er geen mogelijkheid is om dit te rapporteren bij Eurostat. Reden daarvoor is dat het om een beperkte hoeveelheid energie gaat.

Koude telt ook niet mee bij het bruto eindverbruik, omdat koude geen energiedrager is volgens de internationale energiestatistieken en ook niet valt onder de definitie van hernieuwbare energie in de *EU-Richtlijn Hernieuwbare energie*, waarin expliciet wordt gesproken over geothermal heat. Koude telt wel mee bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Het CBS schat de onnauwkeurigheid in de cijfers over de hernieuwbare energie uit bodemenergie op ongeveer 25 procent.

7.

Buitenluchtwarmte

Warmte uit de buitenlucht kan gebruikt worden om gebouwen te verwarmen met een warmtepomp. Het principe is hetzelfde als bij warmtepompen die gebruik maken van bodemenergie. Een belangrijk verschil is dat de gebruikte bodemwarmte gemiddeld een hogere temperatuur heeft dan de buitenlucht. Daardoor is het verschil tussen de temperatuur van de warmtebron en het afgiftesysteem hoger en heeft een warmtepomp op buitenlucht relatief meer elektriciteit (of gas) nodig dan een warmtepomp op bodemwarmte. Daar staat tegenover dat de aanleg van een systeem voor het benutten van de bodemwarmte een stuk duurder is dan een aanzuigpomp voor de buitenlucht. Buitenluchtwarmte is goed voor anderhalf procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie in 2014.

Ontwikkelingen

Het gebruik van buitenluchtwarmte groeit gestaag. Warmtepompen kunnen relatief goedkoop geïnstalleerd worden in een nieuw gebouw. De laatste jaren zijn er minder nieuwe woningen en kantoren gerealiseerd dan de jaren ervoor. In dat licht gezien, blijft de afzet van warmtepompen redelijk goed op peil. Daarnaast lijkt er een verschuiving op te treden van warmtepompen op bodemenergie naar warmtepompen op buitenlucht. De benutting van de buitenlucht voor verwarming gebeurt vooral in kantoorgebouwen. Het gaat dan vaak om omkeerbare warmtepompen. Dat zijn warmtepompen die in de zomer kunnen worden gebruikt als airco om te koelen, en in de winter om te verwarmen. De meerkosten van koelmachines die niet alleen kunnen koelen maar ook kunnen verwarmen zijn beperkt. Daardoor worden de omkeerbare warmtepompen vaak verkocht zonder veel subsidie. Wel is het mogelijk om voor efficiënte warmtepompen een korting te krijgen op de belasting via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA).

Opvallend is dat de vermeden emissies van CO₂ voor warmtepompen op buitenlucht de laatste jaren negatief zijn, maar dat het vermeden verbruik van fossiele primaire energie positief is. De verklaring hiervoor is dat de besparing van deze warmtepompen afhangt van het verschil tussen het uitgespaarde aardgasverbruik en de daaraan gerelateerde emissies enerzijds (aardgasketel) en het extra verbruik van elektriciteit en de daaraan gerelateerde primaire energie en emissies anderzijds (warmtepomp). Doordat het verbruik van primaire energie voor de referentie -elektriciteitsopwekking (een mix van elektriciteitscentrales) gepaard gaat met meer CO₂ emissies dan het verbruik van primaire energie in de referentie voor warmteopwekking (aardgasketel) is het resulterende beeld in termen van vermeden CO₂ ongunstiger dan in termen van vermeden verbruik van primaire energie. Overigens is het belangrijk om te weten dat zowel het vermeden verbruik van primaire energie als de vermeden emissies van CO₂ sterk afhangen van de energieprestatiefactor van de warmtepompen. Deze waarde voor deze factor is overgenomen van een richtsnoer van de Europese Commissie (zie RVO.nl en CBS, 2015), maar feitelijk is nog erg weinig bekend over de prestaties van warmtepompen op buitenlucht in de praktijk.

7.0.1 Buitenluchtwarmte

	Onttrekking van warmte uit buitenlucht	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ			Kton
Totaal				
1995	7	7	0	0
2000	23	23	3	0
2005	81	81	13	-1
2010	536	536	136	-1
2011	737	737	220	1
2012	961	961	239	-7
2013	1 230	1 230	325	-12
2014**	1 592	1 592	416	-16
Utiliteitsgebouwen				
1995	0	0	0	0
2000	1	1	0	0
2005	1	1	0	0
2010	333	333	86	0
2011	475	475	139	0
2012	646	646	156	-5
2013	828	828	214	-9
2014**	1 085	1 085	278	-12
Woningen				
1995	7	7	0	0
2000	22	22	3	0
2005	80	80	12	-1
2010	202	202	51	0
2011	261	261	81	1
2012	315	315	82	-2
2013	402	402	111	-4
2014**	508	508	138	-5

Bron: CBS.

7.0.2 Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties				Bijgeplaatst thermisch vermogen			
	2011	2012	2013	2014**	2011	2012	2013	2014**
	MW							
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van lucht								
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	24 382	22 221	22 814	26 191	226	194	188	219
Woningen	10 657	11 514	10 039	13 338	49	48	46	68
Totaal	35 039	33 735	32 853	39 529	275	242	235	287
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van water								
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	372	418	355	524	12	19	17	26
Woningen, totaal	3 102	2 806	4 278	3 975	18	13	21	20
ruimteverwarming met en zonder tapwater	2 526	2 536	3 905	3 744	17	12	21	20
alleen tapwaterverwarming	576	270	373	231	1	0	1	0
Totaal	3 474	3 224	4 633	4 499	30	32	39	46
Totaal	38 513	36 959	37 486	44 028	305	274	273	333

Bron: CBS.

Methode

In de *EU-Richtlijn voor hernieuwbare energie* wordt buitenluchtwarmte aerothermische warmte genoemd.

De statistische methode voor de buitenluchtwarmte is hetzelfde als voor ondiepe bodemwarmte die benut wordt met warmtepompen. Via gegevens over de afzet en een aanname over de levensduur wordt het opgesteld vermogen bepaald. Daaruit worden vervolgens de relevante energiestromen bepaald op basis van kengetallen.

Verkoopgegevens van de warmtepompen zijn verzameld in samenwerking met brancheverenigingen. De Dutch Heat Pump Association (voorheen de Stichting Warmtepompen) en de VERAC (Vereniging van leveranciers van airconditioning apparatuur) hebben de verkoopgegevens van hun leden geleverd. Het CBS heeft zelf de leveranciers geënquêteerd die geen lid zijn van één van beide brancheverenigingen. In het verleden is voor de warmtepompen door het CBS en de Stichting Warmtepompen een andere indeling gehanteerd die geen onderscheid maakte naar warmtebron (bodemwarmte of buitenluchtwarmte). Het CBS heeft de oude indeling herleid tot de nieuwe indeling. Daarbij is gebruik gemaakt van enkele aannames en van gegevens uit 2007 en 2008 waarin data zijn verzameld volgens zowel de oude als de nieuwe indeling.

Omkeerbare warmtepompen worden regelmatig alleen gebruikt voor koeling, als gewone airco, samen met bijvoorbeeld een gewone verwarmingsketel die de gehele of een gedeelte van de warmtevoorziening regelt. Voor leveranciers van warmtepompen is het erg lastig om in te schatten welk deel van de omkeerbare warmtepompen daadwerkelijk wordt ingezet voor verwarming. Als gevolg van de onzekerheid in het daadwerkelijk gebruik van omkeerbare warmtepompen voor warmtepompen is het kengetal voor omrekening van het vermogen in de warmteproductie uit het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie onzeker. Om deze onzekerheid te reduceren is er onderzoek verricht onder de installateurs van de omkeerbare warmtepompen. Zij zitten dichterbij de projecten dan de leveranciers en hebben dus een beter zicht op het gebruik van omkeerbare warmtepompen voor verwarming. Segers en Busker (2015) beschrijven de uitkomsten van dit onderzoek en de aanvullende aannames die nodig zijn om de resultaten uit het onderzoek te benutten.

Het onderzoek onder de installateurs was helaas te laat om mee te worden genomen in de meest recente update van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Voor de kengetallen waarmee de vermogens worden omgerekend naar warmteproductie, onttrekking van hernieuwbare energie, eigen energieverbruik en vermeden verbruik van fossiele energie en vermeden emissies van CO₂ is daarom gebruik gemaakt van het Protocol in combinatie met de nieuwe informatie uit Segers en Busker (2015).

Het onderzoek van Segers en Busker (2015) omvat data over schattingen van installateurs over in 2014 geplaatste systemen. Over de oude systemen blijft weinig bekend. Daarnaast zijn er geen goede representatieve data over de energieprestatie van de warmtepompen in de praktijk, waardoor het onduidelijk is welk deel van de aerothermische warmtepompen voldoet aan de ondergrens voor de energieprestatie uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Daarom blijft het eindverbruik van de aerothermische warmtepompen onzeker. Het CBS schat de onnauwkeurigheid voor de hernieuwbare energie uit buitenluchtwarmte op 40 procent.

8.

Biomassa

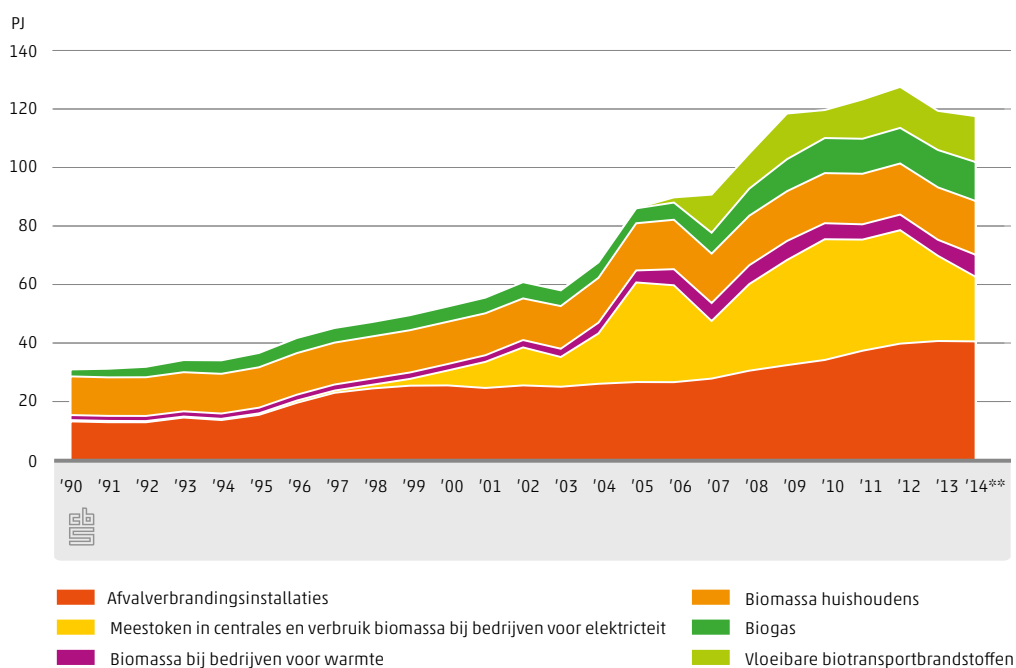
Biomassa kan vele vormen aannemen, zoals voedsel of papier. In de energie-statistieken wordt biomassa echter alleen meegenomen als het wordt gebruikt als energiedrager. De import van bijvoorbeeld palmolie voor de voedingsindustrie wordt dus niet meegenomen. Biomassa is de belangrijkste bron van hernieuwbare energie en wordt op vele manieren gebruikt. In dit hoofdstuk worden alle technieken systematisch langs gelopen. De bijdrage van biomassa aan het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie is 70 procent in 2014.

8.1 Inleiding

De drie belangrijkste grootschalige toepassingen zijn: afvalverbrandingsinstallaties (paragraaf 8.2), het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales (8.3) en het gebruik van vloeibare biotransportbrandstoffen (8.11). Daarnaast zijn er houtketels en -kachels voor elektriciteit en voor warmte bij bedrijven (8.4 en 8.5) en bij huishoudens (8.6). Naast direct verbranden kan de biomassa ook eerst worden omgezet in biogas, wat op stortplaatsen (8.7) gebeurt. Natte organische afvalstromen zijn vaak geschikt om te worden omgezet in biogas via vergisting. Dat gebeurt in veel rioolwaterzuiveringsinstallaties (8.8) en ook in afvalwaterzuiveringsinstallaties in de industrie (8.10). Ook wordt veel biogas gemaakt uit vergisting van mest samen met ander organisch materiaal (co-vergisting van mest) (8.9).

Ontwikkelingen

8.1.1 Biomassa verbruik



Het verbruik van biomassa is vooral vanaf 2003 hard gegroeid. Het ging in eerste instantie vooral om een toename van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales, gestimuleerd door de MEP-subsidies (zie ook 2.8). Later nam ook het gebruik van biomassa voor het wegverkeer toe door de introductie van de verplichting voor leveranciers van benzine en diesel tot het verbruik daarvan, veelal ingevuld door biobrandstoffen bijgemengd in gewone benzine en diesel. Ook het verbruik van biomassa voor elektriciteitsproductie nam toe. Het gaat hierbij vooral om enkele installaties die afvalhout verbranden en elektriciteit maken. Het verbruik van biomassa door afvalverbrandingsinstallaties en als biogas groeit meer geleidelijk.

8.1.2 Biomassa

	Primair verbruik		Bruto energetisch eindverbruik		Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	
	2013	2014**	2013	2014**	2013	2014**
	TJ					
Afvalverbrandingsinstallaties	40 689	40 556	18 526	18 994	24 046	23 913
Bij- en meestoken biomassa in centrales	15 691	.	6 948	.	15 691	.
Biomassaketels voor elektriciteit bij bedrijven	13 436	.	5 340	.	9 501	.
Biomassaketels voor warmte bij bedrijven	5 485	7 547	5 474	7 485	5 215	7 053
Biomassa huishoudens	17 910	18 381	17 910	18 381	11 324	11 786
Biogas uit stortplaatsen	1 080	1 012	455	459	724	698
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 421	2 359	2 040	2 013	1 850	1 928
Biogas, co-vergisting van mest	4 977	4 972	3 689	4 051	5 040	5 462
Biogas, overig	4 299	4 968	3 351	3 896	3 687	4 164
Vloeibare biotransportbrandstoffen	13 378	15 686	12 924	15 102	12 924	15 102
Totaal	119 367	117 547	76 658	79 112	90 001	88 007

Bron: CBS.

In 2014 is het totale verbruik van biomassa iets lager dan in 2013. Het verbruik van vaste en vloeibare biomassa voor de productie van elektriciteit daalde. Het verbruik van biomassa voor warmte en vervoer steeg. De meeste biomassa wordt verbruikt in afvalverbrandingsinstallaties. Het gaat dan om het biogene deel van het afval dat wordt verbrand. Dat is ongeveer de helft van alle afval.

Tabel 8.1.2 geeft het verbruik van biomassa op drie manieren. Bij het eindverbruik van energie gaat het om de vorm waarin het aan de eindverbruiker wordt geleverd: elektriciteit, warmte of brandstof. Bij het (primair) verbruik gaat het om de eerst meetbare vorm. Vooral bij elektriciteit is het verschil tussen primair en eindverbruik groot, omdat het omzettingsverlies bij de productie van elektriciteit uit brandstof groot is.

Het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is in de regel lager dan het verbruik van biomassa (8.1.2). Dat betekent dat 1 joule biomassa minder dan 1 joule fossiele energie uitspaart. Dit komt doordat het energetisch rendement van de installaties die biomassa verbruiken relatief laag is. Het sterkst speelt dit bij afvalverbrandingsinstallaties en bij houtkachels in huishoudens. Voor de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is geen complete levenscyclusanalyse (LCA) uitgevoerd (RVO.nl en CBS, 2015), omdat dat ingewikkeld is en omdat er veel gegevens voor nodig zijn. Zeker bij

de vloeibare biotransportbrandstoffen zou een complete LCA wel wat nauwkeuriger zijn, omdat het maken van biotransportbrandstoffen uit ruwe plantaardige grondstoffen meer energie kost dan het maken van benzine en diesel uit ruwe aardolie (Edwards et. al, 2007).

Groen gas

Groen gas is biogas dat is opgewerkt tot aardgaskwaliteit en geïnjecteerd wordt in het aardgasnet. Soms wordt ook ruw biogas tot groen gas gerekend of biogas dat wordt opgewerkt tot *Compressed Natural Gas* (CNG) voor verbruik in vervoer. Hier gaat het alleen over groen gas dat geïnjecteerd wordt in het aardgasnet. Directe injectie van ruw biogas in het aardgasnet kan niet, onder andere omdat de verbrandingswaarde van biogas een stuk lager is.

8.1.3 Groen gas: biogas, opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit en geïnjecteerd in aardgasnet

	Productie			Aandeel		Bruto energetisch eindverbruik			
	uit stortgas	uit overig biogas	totaal	totaal	in totaal aardgasverbruik	als elektriciteit	als warmte	voor vervoer	totaal
	Mln m ³			TJ ¹⁾	%	TJ ¹⁾			
2000	17	0	17	549	0,04	69	372	0	442
2005	14	0	14	446	0,03	63	292	0	355
2010	11	0	11	345	0,02	56	215	0	271
2011	10	7	17	545	0,04	93	330	0	423
2012	8	20	28	875	0,06	126	578	0	704
2013	5	42	47	1 492	0,11	213	992	1	1 206
2014**	7	55	62	1 958	0,16	279	1 302	1	1 582

Bron: CBS.

¹⁾ Onderwaarde.

Op vier stortplaatsen wordt al jaren groen gas gemaakt. De biogasproductie op stortplaatsen loopt echter terug, omdat er nog maar weinig afval wordt gestort. Afgelopen jaren zijn er echter weer nieuwe projecten bijgekomen met groen gas uit overig biogas en sinds 2011 stijgt de groengasproductie weer. In 2014 groeide de groen gasproductie met een derde tot ruim 60 miljoen m³. Dit komt overeen met ongeveer 1,5 promille van het totale aardgasverbruik in Nederland.

De groei in de productie van groen gas heeft vooral te maken met de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE), die, in tegenstelling tot de voorgaande MEP, ook open staat voor groengasprojecten. In de SDE op 1 maart 2015 was 1,8 miljard euro toegezegd voor 71 groengasprojecten (RVO.nl, 2015a). Daarmee zou ongeveer 3,7 miljard m³ groen gas gemaakt kunnen worden. Voor groen gas is de subsidieduur twaalf jaar. Dat komt dus neer op de productie van ruim 300 miljoen m³ groen gas per jaar, een kleine procent van het huidige aardgasverbruik.

Op 1 maart 2015 was, in termen van productiecapaciteit, 30 procent van de groengasprojecten met een toegekende SDE-subsidie gerealiseerd. Het is nog niet duidelijk welk deel van de overige projecten daadwerkelijk gerealiseerd gaat worden. Veel

biogasprojecten hebben het moeilijk door de hoge prijzen van de te vergisten biomassa en de onzekerheid daarover. Een aantal projecten voor co-vergisting van mest is failliet gegaan en banken en investeerders zijn daardoor mogelijk extra voorzichtig geworden met het financieren van biogasprojecten.

Het bruto energetisch eindverbruik van groen gas wordt berekend door uit de Europese energiestatistieken voor Nederland af te leiden welk deel van het primair aardgasverbruik leidt tot bruto energetisch eindverbruik (Eurostat, 2011). De gebruikte methode verdeelt het primair verbruik van aardgas daarbij in vijf bestemmingen:

- energetisch eindverbruik voor warmte (gemiddeld 64 procent de laatste 10 jaar). Dit is verbruik in warmteketels plus de warmte uit aardgasinzet in warmtekrachtinstallaties
- energetisch eindverbruik voor elektriciteit (gemiddeld 15 procent in de laatste 10 jaar). Dit is de productie van elektriciteit uit aardgas
- energetisch eindverbruik voor vervoer (minder dan 0,1 procent). Dit is de levering van aardgas voor vervoer
- niet-energetisch eindverbruik (gemiddeld 6 procent de laatste 10 jaar), vooral voor de productie van kunstmest
- transformatieverliezen, vooral voor de productie van elektriciteit al dan niet in combinatie met warmte (gemiddeld 15 procent de laatste 10 jaar).

De eerste drie bestemmingen vallen onder het bruto energetisch eindverbruik voor de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009. Het komt er dus op neer dat gemiddeld 79 procent van de groen gasproductie telt als bruto energetisch eindverbruik. De verdeling van het aardgas over deze vijf bestemmingen is elk jaar iets anders en wordt uitgerekend volgens de definities uit de internationale energiestatistieken. Niet verkochte warmte uit warmtekrachtkoppeling wordt daarin anders behandeld dan in de nationale energiestatistiek (Segers, 2010a).

Duurzaamheid biomassa

De laatste jaren is er een maatschappelijke discussie ontstaan over de duurzaamheid van het gebruik van biomassa. Het gaat dan vaak over de bescherming van tropische bossen, de CO₂-effectiviteit over de hele keten en effecten op voedselprijzen. In de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie uit 2009 zijn duurzaamheidscriteria opgenomen voor vloeibare biomassa en biogas voor vervoer. Dat heeft tot gevolg dat vanaf 2011 vloeibare biomassa die niet voldoet aan de criteria, niet meetelt voor de realisatie van de doelstelling en ook geen steun mag ontvangen van nationale regeringen via een subsidie, een korting op de accijns of een verplichting. Voor andere vormen van biomassa gelden geen duurzaamheidscriteria. Er is wel politieke discussie over, maar vooralsnog stelt de Europese Commissie dat de duurzaamheidsrisico's bij andere vormen van biomassa veel geringer zijn (Europese Commissie, 2010).

Vanaf 2012 heeft de Nederlandse Emissieautoriteit gecontroleerd of biobrandstoffen voor vervoer die opgevoerd zijn voor de nationale bijmengplicht voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* (NEa, 2014). Het CBS heeft gegevens per bedrijf ontvangen van de NEa en vergeleken met eigen gegevens over biobrandstoffen. Daaruit is naar voren gekomen dat nagenoeg alle Nederlandse biobrandstoffen die geleverd zijn voor vervoer in Nederland voldoen aan de duurzaamheidscriteria.

In de Green Deal *Duurzaamheid Vaste Biomassa* hebben bedrijven die veel vaste biomassa verbruiken afgesproken om jaarlijks op vrijwillige basis over de duurzaamheid van de gebruikte vaste biomassa te rapporteren. Op basis daarvan stelt de overheid jaarlijks een rapport op met geaggregeerde gegevens (RVO.nl, 2014b; RVO.nl, 2015c). De rapportage is gericht op houtige biomassa, verreweg de belangrijkste vorm van vaste biomassa. Van de gerapporteerde houtige biomassa in 2013 was iets minder dan de helft gebruikt (verwerkt) hout en iets meer dan de helft vers hout, ontstaan als reststroom of coproduct bij de verwerking van vers hout. Bij gebruikt hout zijn de duurzaamheidsrisico's gering omdat het afval is. Van het verse hout was zowel in 2012 als in 2013 70 procent gecertificeerd volgens een duurzaamheidsschema. Van de overige niet-gecertificeerde 30 procent was in 2012 de helft afkomstig uit reststromen en de andere helft niet. In 2013 was nagenoeg alle niet-gecertificeerde verse hout afkomstig uit reststromen. De duurzaamheidsrisico's zitten vooral bij het niet-gecertificeerde verse hout dat niet afkomstig is uit reststromen. In 2013 waren de duurzaamheidsrisico's ten gevolge van het gebruik van houtige biomassa dus kleiner dan in 2012. Een kanttekening bij deze conclusie is dat de systemen die gebruikt worden om de biomassa te certificeren nog in ontwikkeling zijn.

Aanbod van biomassa

Veel vaste biomassa komt uit het binnenland en het zijn bijna altijd reststromen. Voor het meestoken van biomassa komt de grondstof echter voor een aanzienlijk deel uit het buitenland (RVO.nl, 2014b). Het gaat hierbij vooral om houtpellets (geperste brokjes hout). Van de vaste biomassa kwam tussen 2010 en 2012 ongeveer 20 PJ per jaar uit het buitenland. In 2013 was dat met 13 PJ een stuk minder (RVO, 2014c), omdat er minder biomassa werd meegestookt.

In Nederland worden ook houtpellets gemaakt. De totale productie was volgens een enquête van Probos (Oldenburger, pers. med.) in 2014 276 mln kg (5 PJ), meer dan de 225 mln kg uit 2013. Meer dan de helft van deze productie wordt geëxporteerd (Oldenburger, pers. med.)

Er vindt ook export van andere vaste biomassa plaats. De administratie van de *Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen* (EVOA) van RVO schat dat in de periode 2007–2012 jaarlijks ongeveer 10 PJ biogeen afval met een energetische bestemming is uitgevoerd. Het gaat dan vooral om bouw- en sloophout. Voor 2013 en 2014 is de export van vaste biomassa geschat door uit te gaan van de gegevens van 2012 en daar de verandering van het binnenlands verbruik van afvalhout voor energie vanaf te halen. EVOA-gegevens vanaf 2013 zullen later beschikbaar komen. Er is ook export van schoon afvalhout (A-hout) voor energie. Dit wordt niet geregistreerd via de EVOA. Bij gebrek aan informatie wordt de export van schoon afvalhout voor energie vooralsnog niet meegenomen

De binnenlandse productie van biobrandstoffen voor vervoer is veel groter dan het verbruik. Nederland is daarom een netto exporteur van biobrandstoffen. De situatie is daarmee vergelijkbaar met fossiele brandstoffen voor vervoer. In Nederlandse aardolieraffinaderijen worden ook veel meer motorbrandstoffen gemaakt dan we gebruiken in Nederland. Deze situatie is verklaarbaar door de grote zeehaven in Rotterdam waar grondstoffen voor de productie van fossiele en biogene producten relatief makkelijk kunnen worden aangevoerd en de producten makkelijk kunnen worden verscheept naar andere landen.

8.1.4 Aanbod van vaste en vloeibare biomassa (TJ)

	Productie	Import	Export	Netto import	Onttrekking voorraad	Verbruik
Biogene deel huishoudelijk afval						
2010	34 208	0	0	0	0	34 208
2011	36 687	1 928	1 255	673	0	37 360
2012	35 759	5 506	1 471	4 035	0	39 794
2013	33 445	8 689	1 445	7 244	0	40 689
2014**	.	.	.	.	0	40 556
Vaste biomassa¹⁾						
2010	50 605	23 153	10 864	12 289	0	62 894
2011	47 040	22 245	8 846	13 399	0	60 439
2012	51 785	18 944	9 059	9 885	0	61 669
2013	52 412	12 976	12 776	200	0	52 613
2014**	54 158	5 577	11 649	-6 072	0	48 086
Biodiesel²⁾						
2010	14 134	.	.	-12 557	2 386	3 963
2011	18 167	.	.	-9 195	-1 764	7 207
2012	43 549	.	.	-32 693	-2 050	8 806
2013	50 875	.	.	-38 605	-4 130	8 140
2014**	63 640	.	.	-55 939	2 606	10 307
Biobenzine²⁾						
2010	.	.	.	.	199	5 614
2011	.	.	.	.	-1	6 231
2012	.	.	.	.	-259	5 211
2013	11 178	.	.	-6 061	121	5 238
2014**	.	.	.	.	353	5 379
Overige vloeibare biomassa						
2010	1 072	0	0	0	0	1 072
2011	144	0	0	0	0	144
2012	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0
2014**	0	0	0	0	0	0

Bron: CBS.

¹⁾ Exclusief biogene fractie huishoudelijk afval en exclusief houtskool.

²⁾ Puur en bijgemengd in benzine of diesel, fysieke stromen, exclusief dubbeltellingen.

Voor huishoudelijk afval wordt import steeds belangrijker. Reden daarvoor is dat de capaciteit van de afvalverbrandingsinstallaties de laatste jaren is uitgebreid en dat het binnenlandse aanbod van afval is afgenomen. Om de investering in de dure installaties terug te verdienen is het voor de bedrijven van belang om de installatie zoveel mogelijk te gebruiken. Dankzij de nabijheid van zeehavens is relatief goedkoop om afval te importeren uit Europese landen waar geen overcapaciteit is.

8.2 Afvalverbrandingsinstallaties

Afval dat verbrand wordt door afvalverbrandingsinstallaties is op energiebasis voor ongeveer de helft van biogene oorsprong. Daarom telt ongeveer de helft van de energieproductie door afvalverbrandingsinstallaties als hernieuwbare energie. In

Nederland zijn er twaalf afvalverbrandingsinstallaties. Deze grote installaties waren in 2014 goed voor 17 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) toonde sinds 2009 een duidelijke stijging maar bleef in 2014 op het niveau van 2013 steken. De stijging had te maken met het in gebruik nemen van nieuwe installaties, het aanleggen van nieuwe warmteleidingen en een toename van de biogene fractie van het afval. In 2014 stegen de warmteleveringen verder, maar daalde de elektriciteitsproductie. De daling van de elektriciteitsproductie de laatste jaren heeft te maken met technische storingen en waarschijnlijk ook met de toegenomen warmteproductie.

8.2.1 Afvalverbrandingsinstallaties: vermogen, verbrand afval, energiebalans

	Verbrand afval		Elektriciteit			Warmte		Fossiele brandstoffen	
	massa	energie	vermogen	bruto productie	verbruik	netto productie	productie	verbruik	
	Kton	TJ	MW	Mln kWh			TJ		
1990	2 780	22 840	196	933	134	799	3 325	0	
1995	2 913	28 654	277	1 308	325	983	2 727	93	
2000	4 896	49 767	394	2 520	565	1 956	2 319	796	
2005	5 454	56 722	429	2 738	609	2 129	3 921	938	
2010	6 586	64 543	586	3 376	701	2 675	4 097	950	
2011	7 207	69 187	649	3 829	753	3 075	6 916	1 125	
2012	7 480	71 060	649	4 041	787	3 254	15 451	891	
2013	7 549	73 980	649	3 819	752	3 067	18 129	882	
2014**	7 524	73 738	649	3 601	796	2 805	19 905	881	

Bron: CBS.

8.2.2 Afvalverbrandingsinstallaties: hernieuwbare fractie en hernieuwbare energie

	Afval		Elektriciteit		Warmte	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	hernieuwbare fractie	inzet bio-geen afval	bruto hernieuwbare productie	netto hernieuwbare productie	hernieuwbare productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	%	TJ	Mln kWh			TJ				Kton
1990	58	13 205	539	462	1 806	1 942	2 203	4 145	6 430	430
1995	54	15 450	703	528	1 522	2 530	1 770	4 300	6 566	445
2000	51	25 512	1 272	987	3 597	4 578	4 548	9 126	12 398	834
2005	47	26 659	1 266	984	4 168	4 557	5 241	9 798	12 727	830
2010	53	34 208	1 763	1 397	5 847	6 348	7 708	14 056	17 380	1 110
2011	54	37 361	2 034	1 634	7 480	7 324	9 069	16 393	20 837	1 326
2012	56	39 794	2 235	1 800	8 545	8 045	9 812	17 857	23 877	1 575
2013	55	40 689	2 076	1 667	9 853	7 473	11 053	18 526	24 046	1 601
2014**	55	40 556	1 957	1 524	10 818	7 045	11 949	18 994	23 913	1 572

Bron: CBS.

Vanaf 1990 tot en met 2002 is het biogene aandeel van het verbrande afval langzaam gedaald. Dat had te maken met het opkomen van het apart inzamelen van groente-, fruit- en tuinafval. In 2003 kwam aan deze daling een eind en tot en met 2012 steeg de biogene fractie weer. Een betere scheiding van het plastic afval speelde daarbij een rol (Agentschap NL, 2013). De onzekerheid in de biogene fractie blijft echter relatief groot.

Het verschil tussen de bruto en de netto elektriciteitsproductie is bij de AVI's groter dan bij de andere conversietechnieken. Dit komt vooral doordat de AVI's veel elektriciteit gebruiken voor rookgasreiniging. Sommige AVI's gebruiken ook redelijk wat fossiele brandstoffen voor rookgasreiniging. Het verbruik van fossiele brandstoffen wordt verdisconteerd in de berekening van de productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte (Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie).

Methode

Afvalverbrandingsinstallaties zijn verbrandingsinstallaties die geschikt zijn voor gemengde afvalstromen. Installaties die ontwikkeld zijn voor specifieke afvalstromen, zoals de thermische conversie-installatie in Duiven voor papierslib en de afvalhoutverbranders bij Twence in Hengelo, de AVR Rijnmond en de Huisvuilcentrale in Alkmaar, worden niet meegenomen bij de afvalverbrandingsinstallaties. Deze installaties tellen wel mee voor de hernieuwbare energie, maar dan bij de bedrijven die biomassa stoken voor elektriciteit (8.4).

Het elektrisch vermogen is afkomstig uit de CBS-statistiek Productiemiddelen Elektriciteit. De tijdreeks van het verbrande afval is tot en met 2013 afkomstig van Agentschap NL die deze opstelt in het kader van de Werkgroep afvalregistratie (WAR, een samenwerkingsverband van Agentschap NL en de Vereniging Afvalbedrijven) met behulp van een enquête onder de AVI's. Voor 2014 heeft het CBS zelf voorlopig cijfers gemaakt op basis van eigen waarneming..

Voor de calorische waarde en de biogene fractie is gebruik gemaakt van gegevens die Rijkswaterstaat Leefomgeving jaarlijks maakt voor de IPCC monitoring. Voor 2014 waren er nog geen nieuwe cijfers en zijn de cijfers voor 2013 aangehouden.

De elektriciteits- en warmteproductie van de AVI's is bepaald op basis van energie-enquêtes van het CBS. De respons op deze enquêtes is ruim 90 procent. Ontbrekende gegevens zijn bijgeschat op basis van milieujaarverslagen en rapportages van de AVI's aan Rijkswaterstaat Leefomgeving voor de WAR en de vaststelling van de zogenoemde R1-status ('nuttige toepassing'). Voorwaarde voor deze Europese status is een voldoende hoog rendement. De R1-status maakt het AVI's vergunningstechnisch makkelijker om afval uit andere landen te importeren.

Met het nieuwe Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (2015) is bepaald dat warmte benut voor rookgasreiniging meetelt in het bruto eindverbruik. Hoewel het gaat om 'onverkochte warmte' is hier sprake van nuttig gebruik van energie in het proces en daarom telt het mee in de totale prestatie van het bedrijf. De hoeveelheden warmte voor rookgasreiniging zijn afkomstig uit de R1-rapportage. Als hernieuwbaar bruto eindverbruik telt de verbrandingswaarde van het biogene deel van de voor dit doel ingezette hoeveelheid afval. Cijfers over de warmte voor rookgasreiniging zijn alleen

beschikbaar voor 2014. Cijfers over oudere jaren zijn geschat op basis van de leeftijd van de afvalverbrandingsinstallaties en kennis bij Rijkswaterstaat Leefomgeving over belangrijke aanpassingen aan de installaties in het verleden.

Op basis van de vergelijking tussen de milieujaarverslagen, R1-rapportages en de energie-enquêtes schat het CBS de onnauwkeurigheid in de geleverde energieproductie van de AVI's op ongeveer 5 procent. De niet verkochte warmte is relatief gezien wat onzekerder, omdat het complex kan zijn om de stromen op een eenduidige manier af te bakenen. Alles bij elkaar genomen ligt de grootste onzekerheid in de hernieuwbare energie uit AVI's bij de bepaling van de biogene fractie. Deze onzekerheid wordt geschat op 10 procent.

8.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

Bij het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales gaat het om centrales die kolen gebruiken als hoofdbrandstof. Een gedeelte van deze kolen kan vervangen worden door verschillende soorten biomassa. Een veelgebruikte soort zijn houtpellets. Houtpellets bestaan uit samengeperste brokjes hout. Dit samenpersen kost geld en energie, maar heeft als voordeel dat het makkelijker is om het hout te transporteren en schoon te verbranden met een beperkt verlies aan elektrisch rendement. In 2013 was het meestoken van biomassa verantwoordelijk voor ongeveer 7 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie. Voor 2014 kunnen vanwege de vertrouwelijkheid van de gegevens door het geringe aantal meestokende bedrijven geen uitkomsten worden gepresenteerd.

Ontwikkelingen

Na een sterke groei in de jaren 2003–2005 is het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales in 2006 iets gedaald en in 2007 zelfs gehalveerd. Daarna is het weer toegenomen en in 2010 en 2011 werd weer ongeveer evenveel biomassa meegestookt als in 2005 en 2006. In 2012 en vooral 2013 daalde het meestoken echter weer aanzienlijk. De groei van het meestoken van 2003 tot 2005 kwam door het gereedkomen van enkele technische aanpassingen waardoor het mogelijk werd om grotere hoeveelheden biomassa mee te stoken. Verder waren de subsidiëtarieven in 2005 waarschijnlijk ruim voldoende om de meerkosten van het meestoken van biomassa te dekken (De Vries et al., 2005). Een gevolg van de snelle groei van het meestoken was dat de minister van Economische Zaken in mei 2005 de subsidieregeling voor nieuwe meestookprojecten sloot. Daarnaast zijn per 1 juli 2006 de subsidiëtarieven van bestaande meestookprojecten voor vloeibare biomassa fors naar beneden bijgesteld. Samen met de maatschappelijke discussie over de duurzaamheid van palmolie heeft dit waarschijnlijk bijgedragen aan de snelle daling van het meestoken in 2007.

De groei ná 2007 kwam door het uitbreiden van de capaciteit voor meestoken bij centrales die in 2007 ook al biomassa meestookten. Biomassa kost meer dan kolen, maar blijkbaar wegen de extra opbrengsten uit subsidie en CO₂-rechten op tegen deze extra kosten.

De daling van de laatste twee jaar houdt verband met het (gedeeltelijk) aflopen van de MEP-subsidie (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie), welke een subsidieduur kent van maximaal 10 jaar

8.3.1 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

	Biomassa	Elektriciteit		Warmte	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	inzet	bruto-productie	netto-productie	productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ	Mln kWh		TJ					Kton
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	33	4	4	1	15	1	16	33	3
2000	1 755	208	198	15	748	15	763	1 755	166
2005	30 522	3 449	3 310	693	12 416	693	13 109	30 522	2 394
2010	28 545	3 237	3 043	1 267	11 653	1 267	12 920	28 545	2 703
2011	27 855	3 182	2 979	920	11 457	920	12 377	27 855	2 638
2012	26 295	2 953	2 802	658	10 632	658	11 290	26 295	2 490
2013	15 691	1 814	1 699	417	6 531	417	6 948	15 691	1 486
2014**	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Bron: CBS.

Methode

De gegevens over de hernieuwbare-elektriciteitsproductie zijn afkomstig uit de administratie achter de certificaten voor Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ. Daarbij is de hernieuwbare-elektriciteitsproductie berekend door de totale elektriciteitsproductie van een installatie te vermenigvuldigen met het aandeel 'hernieuwbaar' van de ingezette brandstoffen (op energetische basis). De impliciete aanname daarbij is dat 1 joule biomassa 1 joule fossiele brandstoffen vervangt. Deze aanname wordt ook gemaakt in de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*. Waarschijnlijk is deze brandstofsubstitutie niet 100 procent, maar enkele procenten lager. Voor de berekening van de subsidietarieven voor het meestoken (MEP-regeling, Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie) wordt uitgegaan van 93 procent voor de kolencentrales (De Vries et al., 2005 en Tilburg, et al., 2007).

Voor de inzet van biomassa is gebruik gemaakt van de opgaven van bedrijven uit de CBS-enquêtes. De gegevens uit de administratie van CertiQ en de CBS-enquêtes zijn op individueel niveau met elkaar geconfronteerd. Als controle is daarnaast ook gebruik gemaakt van de milieujaarverslagen. Bij verschillen groter dan 200 TJ inzet biomassa was altijd duidelijk wat de oorzaak was, of is deze achterhaald door het doen van navraag bij de centrales. Afgezien van de onzekerheid in de brandstofsubstitutie wordt de onnauwkeurigheid in de hernieuwbare energie uit het meestoken van biomassa in centrales geschat op 3 procent.

8.4 Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven

Het gaat hier om installaties die vaste of vloeibare biomassa verbranden voor de productie van elektriciteit, al dan niet in combinatie met warmteproductie, uitgezonderd het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales. De belangrijkste groep zijn de vier installaties voor het verbranden van afvalhout in Hengelo, Alkmaar, Rotterdam en Delfzijl. Daarnaast gaat het om het verbranden van diverse afvalstromen zoals kippenmest of papierslib in installaties die speciaal ontworpen zijn voor deze soort biomassa en meerdere kleinschalige installaties die vooral schoon resthout verbranden. De ongeveer twintig installaties waren in 2013 goed voor 5 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie. Om te voorkomen dat vertrouwelijke 2014 cijfers over het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales kunnen worden teruggerekend zijn de 2014 cijfers over het stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven ook vertrouwelijk.

Ontwikkelingen

Van 2009 tot en met 2013 fluctueert de energieproductie rond het zelfde niveau. De jaarlijkse productie van de diverse individuele installaties kan sterk fluctueren door het al dan niet optreden van storingen en de noodzaak tot onderhoud. MEP-subsidie is de belangrijkste subsidieregeling voor deze categorie. De SDE-subsidieregeling heeft nog niet geleid tot veel gerealiseerde projecten.

8.4.1 Stoken van vaste en vloeibare biomassa voor decentrale elektriciteitsproductie

	Biomassa	Elektriciteit		Warmte		Bruto energetisch eindverbruik			Effect	
	verbruik	bruto-productie	netto-productie	totale productie	waarvan verkochte warmte	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
1990	440	34	33	233	233	124	233	357	572	37
1995	477	36	35	247	247	131	247	378	609	39
2000	3 333	234	216	188	188	843	188	1 031	2 161	151
2005	3 524	253	235	468	468	910	468	1 378	2 626	175
2010	12 725	1 015	894	784	784	3 653	784	4 436	8 445	559
2011	10 138	806	705	994	994	2 902	994	3 896	6 927	455
2012	12 482	1 007	885	1 150	780	3 625	1 292	4 917	8 845	611
2013	13 436	1 084	961	1 241	856	3 904	1 436	5 340	9 501	676
2014**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Bron: CBS.

Methode

Voor de elektriciteitsproductie is CertiQ de belangrijkste bron, met informatie uit de winning- en omzettingenquêtes van het CBS als aanvulling. Als aanvulling en controle is gebruik gemaakt van milieujaarverslagen en informatie van RVO.nl vanuit de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit de decentrale biomassaverbranding voor elektriciteit wordt geschat op ongeveer 10 procent.

8.5 Stoken van biomassa voor warmte bij bedrijven

Biomassa kan in vaste en vloeibare vorm (afvalhout, slachtafval, papierslib) verstoekt worden in ketels en kachels voor warmteproductie. Zo heeft de houtverwerkende industrie al jaren houtketels waarin de bedrijven hun eigen afvalhout stoken. Sinds 2006 hebben ook steeds meer bedrijven uit de intensieve veehouderij houtketels voor het verwarmen van stallen. In de meeste gevallen wordt de warmte door de producent zelf verbruikt.

Ontwikkelingen

In 2014 groeide de inzet van biomassa en daarmee de warmteproductie met respectievelijk 38 procent en 35 procent. Dat was beduidend meer dan in voorgaande jaren. Opgemerkt moet worden dat deze groei vooral is veroorzaakt door het verschuiven van enkele bedrijven van de categorie stoken van biomassa voor elektriciteit (8.4) naar stoken voor warmte als gevolg van het staken van de elektriciteitsproductie uit biomassa. Bij de groep bedrijven waar andere biomassa dan hout wordt gestookt leidde dit tot een verdubbeling van de cijfers.

Sinds enkele jaren komen de grotere ketels voor SDE-subsidie in aanmerking. Dat heeft vooral in 2014 geleid tot een toename van de grotere ketels. Vooral energiebedrijven maken gebruik van de mogelijkheid om met subsidie een biomassaketel te kopen en warmte te leveren voor stadsverwarming. Het grootste nieuwe project in deze categorie is Stadsverwarming Purmerend met een vermogen van 44 megawatt.

De meeste houtketels staan in Gelderland, Noord-Brabant en Overijssel. Dit zijn grote provincies met intensieve veehouderij en hout- en meubelindustrie, de sectoren waar de meeste houtketels staan.

8.5.1 Stoken van vaste en vloeibare biomassa voor warmte bij bedrijven

	Inzet van biomassa			Warmteproductie		Bruto eind- verbruik	Effect	
	totaal	voor ver- kochte warmte	voor zelf verbruikte warmte	totaal	waarvan verkochte warmte		vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ							Kton
Totaal								
1990	1 725	0	1 725	1 208	0	1 725	1 342	76
1995	1 946	0	1 946	1 382	0	1 946	1 536	87
2000	2 212	0	2 212	1 724	0	2 212	1 916	109
2005	4 106	0	4 106	3 448	0	4 106	3 831	218
2010	5 477	0	5 477	4 568	0	5 477	5 076	287
2011	5 222	0	5 222	4 361	0	5 222	4 846	274
2012	5 344	23	5 321	4 498	19	5 340	4 998	282
2013	5 485	76	5 410	4 693	64	5 474	5 215	295
2014**	7 547	413	7 134	6 348	351	7 485	7 053	398
Hout								
2010	3 499	0	3 499	2 974	0	3 499	3 304	187
2011	3 637	0	3 637	3 091	0	3 637	3 435	194
2012	3 793	23	3 770	3 224	19	3 789	3 582	202
2013	4 050	76	3 974	3 442	64	4 038	3 825	216
2014**	4 602	413	4 190	3 912	351	4 540	4 347	245
Overige vaste en vloeibare biomassa								
2010	1 979	0	1 979	1 594	0	1 979	1 772	100
2011	1 585	0	1 585	1 270	0	1 585	1 411	80
2012	1 551	0	1 551	1 274	0	1 551	1 416	80
2013	1 436	0	1 436	1 251	0	1 436	1 390	79
2014**	2 945	0	2 945	2 436	0	2 945	2 707	153

Bron: CBS.

8.5.2 Opgesteld thermisch vermogen (MW) van houtketels voor warmte bij bedrijven uitgesplitst naar sector

	Hout- industrie	Meubel- industrie	Bouw	Handel	Landbouw	Energie- bedrijven	Overig	Totaal
2006	147	65	10	46	63	0	3	333
2007	151	66	11	46	96	0	9	379
2008	151	64	11	44	115	0	14	400
2009	151	64	11	44	128	0	21	419
2010	142	61	12	36	137	0	27	414
2011	140	58	12	37	147	0	31	425
2012	132	56	14	40	157	4	37	440
2013	125	51	13	33	181	12	41	457
2014**	131	44	13	26	187	58	49	509

Bron: CBS.

8.5.3 Opgesteld aantal en vermogen houtketels voor warmte bij bedrijven uitgesplitst naar vermogensklasse

	Aantal					Vermogen				
	≤0,1 MW	>0,1 t/m 0,5 MW	>0,5 t/m 1,0 MW	>1 MW	Totaal	≤0,1 MW	>0,1 t/m 0,5 MW	>0,5 t/m 1,0 MW	>1 MW	Totaal
	MW									
2006	833	216	59	92	1 200	48	64	43	178	333
2007	1 182	259	69	95	1 605	69	74	49	186	379
2008	1 404	304	74	92	1 874	80	86	53	181	400
2009	1 536	341	76	92	2 045	87	93	55	185	419
2010	1 700	356	74	87	2 217	95	94	53	171	414
2011	1 869	383	73	85	2 410	104	101	52	169	425
2012	1 998	432	74	82	2 586	111	113	53	163	440
2013	2 111	501	80	77	2 769	117	127	57	156	457
2014**	2 184	525	83	76	2 868	121	132	60	196	509

Bron: CBS.

8.5.4 Houtketels en -kachels voor warmte bij bedrijven naar provincie, 2014**

	Aantal	Vermogen
		MW
Groningen		119
Friesland		233
Drenthe		151
Overijssel		400
Flevoland		58
Gelderland		844
Utrecht		113
Noord-Holland		101
Zuid-Holland		189
Zeeland		55
Noord-Brabant		464
Limburg		142
Totaal		2 868

Bron: CBS.

Methode

De informatie over de warmteproductie en het brandstofverbruik komt voort uit overheidsregistraties zoals een subsidieregeling of milieujaarverslag dan wel uit directe waarneming (bij de grotere installaties) door het CBS.

De gegevens over de aantallen en het vermogen van houtkachels voor warmte bij bedrijven zijn gebaseerd op inventarisaties onder de leveranciers van houtketels en houtkachels groter dan 18 kW met peiljaren 1991 (Sulilatu, 1992), 1997 (Sulilatu, 1998) en vanaf 2004 (CBS). Voor ontbrekende jaren is geïnterpoleerd. Voor deze inventarisatie stuurt het CBS elk jaar een vragenlijst naar de leveranciers. Niet responderende leveranciers worden bijgeschat op basis van historische gegevens. Deze bijchatting kwam in 2014 uit op 6 procent van het bijgeplaatst vermogen.

De warmteproductie is berekend uit het vermogen op basis van 3 000 vollasturen bij landbouwbedrijven en 1 500 vollasturen bij bedrijven in de overige sectoren (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie 2015*). Deze normen zijn gebaseerd op navraag bij de leveranciers van de ketels (landbouw) en op combinatie van gegevens uit de CBS-Houtketeldatabase met de gegevens uit de CBS-Bedrijfsafvalstoffenstatistiek voor bedrijven uit de hout- en meubelindustrie (overige sectoren). Voor de inzet van biomassa is uitgegaan van de warmteproductie en de rendementen zoals beschreven in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

De uitsplitsing naar sector is gebaseerd op opgaven van de leveranciers van ketels en kachels. Van een kleine 20 procent van de kachels en ketels (in termen van vermogen) was in 2014 niet bekend in welke sector ze staan. Voor deze ketels en kachels is aangenomen dat de verdeling over de sectoren hetzelfde is als voor de overige ketels en kachels. De uitsplitsing naar provincie is gebaseerd op opgaven per installatie van de leveranciers van de ketels en kachels voor installaties groter dan 100 kW. Voor ketels en kachels kleiner dan 100 kW heeft het CBS geen gegevens per installatie. De meeste kleinere ketels en kachels staan echter bij landbouwbedrijven. Het CBS heeft daarom gegevens uit de Landbouwtelling over het aantal bedrijven met een houtketel of -kachels gebruikt om de kleinere ketels en kachels over de provincies te verdelen.

Door de non-respons op de CBS-vragenlijst, de onzekerheid over het aantal vollasturen van de houtketels en de timing van het uit gebruik nemen, bevatten de cijfers over de houtketels bij bedrijven een behoorlijke onzekerheid. Het CBS schat deze onzekerheid op 30 procent.

8.6 Stoken van biomassa door huishoudens

Ongeveer een miljoen huishoudens hebben een houtgestookte installatie. Meestal worden deze installaties niet als hoofdverwarming gebruikt, maar bij elkaar wordt er toch een aanzienlijke hoeveelheid hout verstoekt. Voor het eindverbruik van hernieuwbare energie telt de hoeveelheid verstoekt hout en dit kwam in 2014 overeen met maar liefst een zesde van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland.

Daarnaast verbruiken veel Nederlandse huishoudens af en toe wat houtskool op de barbecue. Dit telt ook als verbruik van hernieuwbare energie. Het gaat om een kwart procent van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

Het gebruik van hout in huishoudelijke houtkachels stijgt langzaam. Binnen de huishoudelijke houtkachels kunnen drie soorten worden onderscheiden: open haarden, inzethaarden en vrijstaande kachels. De laatste twee groepen worden veel vaker gebruikt en hebben een hoger rendement. Het aantal openhaarden en inzethaarden daalt, terwijl het aantal vrijstaande kachels stijgt. De sterke toename van het aantal vrijstaande kachels en het intensieve gebruik van deze kachels verklaren de groei van het totale houtverbruik.

8.6.1 Biomassa bij huishoudens

	Aantal in gebruik	Inzet biomassa	Warmte-productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂	
	1 000	Kton	TJ			Kton	
Totaal							
1990	948	961	13 219	4 875	13 219	5 132	291
1995	967	1 005	13 810	5 314	13 810	5 593	318
2000	971	1 052	14 457	6 559	14 457	6 905	392
2005	959	1 175	16 127	8 446	16 127	8 890	505
2010	960	1 249	17 129	9 852	17 129	10 370	587
2011	969	1 260	17 278	10 081	17 278	10 612	600
2012	981	1 273	17 459	10 325	17 459	10 868	614
2013	996	1 306	17 910	10 758	17 910	11 324	640
2014**	1 013	1 341	18 381	11 197	18 381	11 786	665
Openhaarden							
1990	618	309	4 201	420	4 201	442	25
1995	553	276	3 760	376	3 760	396	22
2000	486	243	3 305	330	3 305	348	20
2005	426	213	2 897	290	2 897	305	17
2010	386	193	2 623	262	2 623	276	16
2011	381	190	2 588	259	2 588	272	15
2012	377	189	2 564	256	2 564	270	15
2013	375	187	2 550	255	2 550	268	15
2014**	374	187	2 542	254	2 542	268	15
Inzethaarden							
1990	147	192	2 612	1 231	2 612	1 295	74
1995	255	387	5 268	2 507	5 268	2 639	150
2000	245	391	5 315	2 654	5 315	2 794	159
2005	223	356	4 838	2 548	4 838	2 682	152
2010	180	286	3 895	2 118	3 895	2 230	126
2011	172	273	3 718	2 038	3 718	2 145	121
2012	164	261	3 546	1 960	3 546	2 063	117
2013	156	249	3 382	1 886	3 382	1 985	112
2014**	149	237	3 223	1 814	3 223	1 910	108
Vrijstaande kachels							
1990	182	451	6 135	3 224	6 135	3 394	193
1995	159	332	4 513	2 431	4 513	2 559	145
2000	241	409	5 567	3 575	5 567	3 763	214
2005	310	597	8 122	5 608	8 122	5 903	335
2010	394	760	10 340	7 471	10 340	7 864	445
2011	416	787	10 702	7 785	10 702	8 195	463
2012	440	815	11 078	8 108	11 078	8 535	482
2013	465	861	11 709	8 617	11 709	9 070	512
2014**	490	908	12 345	9 128	12 345	9 609	542
Houtskool (elk jaar)							
1990-2014**		9	270	0	270	0	0

Bron: CBS en TNO.

Methode

De gegevens voor de aantallen in gebruik zijnde huishoudelijke houtkachels, het houtverbruik en het rendement zijn afkomstig van TNO. TNO stelt deze gegevens samen voor de nationale emissiejaarrapportage. TNO baseert zich op steekproefonderzoeken naar het houtverbruik onder huishoudens waarvan de laatste beschreven is door Segers (2013). Ontbrekende gegevens worden aangevuld met een parkmodel van de houtkachels, verkoopcijfers en expertschattingen van rendementen en levensduur van kachels (Jansen en Dröge, 2011).

Het meest recente steekproefonderzoek naar het houtverbruik onder huishoudens is uitgevoerd in 2012 als onderdeel van de energiemodule van het WoON-onderzoek van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Het CBS heeft de resultaten daarvan geanalyseerd en een vergelijking gemaakt met eerdere onderzoeken naar het houtverbruik onder huishoudens (Segers, 2013). Resultaat van dat onderzoek is dat het houtverbruik duidelijk hoger is dan uit eerdere onderzoeken bleek. Dat komt doordat in het meest recente onderzoek is uitgegaan van een hogere dichtheid van het hout, gebaseerd op extra vragen over deze dichtheid in combinatie met Europese aanbevelingen over het bepalen hiervan (CA-RES, 2012).

De verschillen met een schatting van het houtverbruik via de aanbodzijde waren al groot (Segers, 2010b) en zijn door het nieuwe WoON-onderzoek alleen maar groter geworden. Zowel de bepaling van het houtverbruik via de aanbodzijde (schatting van de opbrengst van brandhout uit bos, landschap, stedelijk groen en afval) als via de vraagzijde (enquête onder huishoudens) kent veel onzekerheden. Het is niet duidelijk welke benadering het beste is. CA-RES (2012) beveelt aan om uit te gaan van een benadering via de vraagzijde. Vooralsnog houden CBS en TNO hieraan vast, omdat deze meer onderbouwd is door echte waarnemingen. Het CBS schat de onzekerheid in het houtverbruik op 35 procent (Segers, 2013).

De schatting van het houtskoolverbruik is gebaseerd op expertkennis van buiten het CBS. De database van het CBS-Budgetonderzoek bevat ook gegevens over het houtskoolverbruik. Door de beperkte waarneemperiode is het aantal waarnemingen van houtskoolaankopen klein en zit er veel statistische ruis in de uitkomsten. Gemiddeld gaven huishoudens in de periode 2003–2010 1,50 euro per jaar uit aan houtskool. Met een gemiddelde prijs van 1,65 euro per kg en 7 miljoen huishoudens komt dat neer op 6,4 miljoen kg per jaar voor heel Nederland. Dat komt dus redelijk in de buurt van de 9 miljoen kg waar het CBS nu vanuit gaat. Het CBS schat de onzekerheid in het houtskoolverbruik op 50 procent.

Het vermeden verbruik van primaire energie door het gebruik van houtskool is nihil (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*).

8.7 Stortgas

Stortgas is biogas uit stortplaatsen. Het meeste afgevangen stortgas wordt omgezet in elektriciteit. Op vier stortplaatsen wordt het stortgas omgezet in een gas met eigenschappen die sterk lijken op die van aardgas. Dit groen gas wordt vervolgens in het aardgasnet geïnjecteerd. Daarnaast wordt er nog een beetje stortgas direct voor

warmtetoepassingen gebruikt. In 2014 leverde het stortgas ongeveer 0,4 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Het affakkelen van stortgas gebeurt als de lokale omstandigheden en de methaanconcentratie van het stortgas niet voldoende zijn om het stortgas rendabel te benutten. Affakkelen van stortgas heeft de voorkeur boven het direct laten ontsnappen van stortgas naar de atmosfeer. Door het affakkelen wordt een groot gedeelte van het methaan omgezet in CO₂, wat per molecuul een veel kleinere bijdrage levert aan het broeikaseffect.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie uit stortgas is over haar hoogtepunt heen. De afname wordt veroorzaakt doordat steeds minder afval gestort wordt en het afval dat reeds gestort is steeds minder gas produceert (Agentschap NL, 2013). De laatste tien jaar wordt er jaarlijks steeds tussen 5 en 10 procent minder stortgas geproduceerd.

8.7.1 Stortgas

	Biogas			Elektri- citeit	Warmte	Aardgas	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	inzet voor elektri- citeits- winning	omzet- ting in aardgas	omzet- ting in aardgas	finaal verbruik	bruto- productie	productie uit warmte- kracht- koppeling	produc- tie ¹⁾	elektri- citeit ²⁾	warmte ²⁾	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ				Mln kWh	TJ						Kton
1990	392	221	101	70	17	20	101	70	157	227	337	22
1995	2 238	1 563	399	276	142	151	399	551	709	1 260	2 117	140
2000	2 313	1 697	549	67	158	44	549	638	484	1 122	1 997	135
2005	1 909	1 463	446	0	131	68	446	534	360	894	1 615	107
2010	1 538	1 193	345	0	93	55	345	391	270	661	1 139	74
2011	1 364	1 048	316	0	82	67	316	348	259	607	1 017	66
2012	1 251	916	247	88	68	0	247	281	251	532	877	59
2013	1 080	789	173	118	55	0	173	222	233	455	724	49
2014**	1 012	683	211	118	47	0	211	201	259	459	698	47

Bron: CBS.

¹⁾ Inclusief beperkte hoeveelheid extern geleverd ruw stortgas.

²⁾ Inclusief elektriciteit of warmte toegerekend aan de productie van groen gas (biogas opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit en geïnjecteerd in aardgasnet).

Methode

Tot en met 1996 komen de gegevens uit de energie-enquêtes van het CBS. Vanaf het jaar 1997 zijn de gegevens afkomstig uit de stortgasenquête in het kader van de Werkgroep Afvalregistratie (Agentschap NL, 2011). Tot en met het verslagjaar 2004 werd deze enquête uitgevoerd door de Vereniging Afvalbedrijven, vanaf 2005 door Rijkswaterstaat Leefomgeving (voorheen Agentschap NL). In deze enquête worden energiegegevens van alle stortplaatsen gevraagd.

Voor de nader voorlopige cijfers van 2014 waren de gegevens uit de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) nog niet beschikbaar. Daarom is voor de elektriciteitsproductie

gebruik gemaakt van de gegevens van CertiQ en voor de aardgasproductie van gegevens van Vertogas.

De respons op de WAR-enquête is de laatste jaren (bijna) 100 procent. Echter, soms worden niet alle vragen over energie beantwoord. De ontbrekende gegevens zijn geschat op basis van de wel bekende gegevens. Het bruto eindverbruik van het in aardgas omgezette stortgas is berekend zoals beschreven in 8.1. De onzekerheid in het bruto eindverbruik van energie uit stortgas schat het CBS op 10 procent.

8.8 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) komt vrij door het vergisten van het uit het zuiveringsproces geproduceerde zuiveringsslib. Slibgisting wordt vooral bij de grotere RWZI's toegepast. Er zijn ongeveer 350 RWZI's in Nederland en bij 80 RWZI's wordt biogas gewonnen en nuttig gebruikt. Biogas uit RWZI's draagt bijna 2 procent bij aan het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie met behulp van biogas uit RWZI's was ongeveer stabiel tot en met 2010 maar zit daarna in de lift. Een trend is dat er meer elektriciteit wordt gemaakt bij een gelijkblijvende productie van biogas en warmte. Dat komt door het

8.8.1 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

	Biogas			Warmte uit warmte-koppeling		Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	winning	inzet voor elektriciteitsproductie	finaal verbruik	bruto-productie	bruto-productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
1990	1 516	891	625	71	352	254	1 142	1 396	1 022	67
1995	1 834	1 326	508	106	530	382	1 278	1 660	1 210	82
2000	1 925	1 345	579	111	553	398	1 361	1 760	1 465	97
2005	1 946	1 575	370	123	649	444	1 306	1 750	1 453	95
2010	2 101	1 926	175	164	758	590	1 258	1 848	1 501	99
2011	2 156	1 995	162	173	823	623	1 297	1 920	1 674	110
2012	2 222	2 083	139	185	812	664	1 284	1 948	1 741	120
2013	2 421	2 233	188	194	746	699	1 341	2 040	1 850	131
2014**	2 359	2 205	154	201	767	725	1 288	2 013	1 928	137

Bron: CBS.

vervangen van oude biogasmotoren door nieuwe met een veel hoger elektrisch rendement (*Resultatenbrochure convenanten Meerjarenaafspraken energie-efficiëntie 2011*, Agentschap NL, 2012b).

Methode

De gegevens zijn afkomstig uit de CBS-enquête Zuivering van Afvalwater. De respons op deze enquête is 100 procent. De grootste onzekerheid zit in de warmte. Deze warmte wordt vaak niet gemeten maar geschat. Vanaf het verslagjaar 2011 is het energiegedeelte van deze enquête gecombineerd met de uitvraag voor de Meerjarenaafspraken Energiebesparing.

Vanaf verslagjaar 2004 is voor het eerst gevraagd om de warmte uit te splitsen naar gebruiksdoel. Het blijkt dat een groot deel van de warmte wordt gebruikt om het productieproces van het biogas op temperatuur te houden. Deze warmte telt niet mee bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie, maar wel bij de berekening van het bruto eindverbruik. Vóór 2004 is niet bekend welk deel van de geproduceerde warmte uit de warmtekrachtinstallaties is gebruikt voor de gisting. Aangenomen is dat de verdeling over gisting en andere processen voor 2004 gelijk is aan de verdeling daarna.

Het bruto eindverbruik voor warmte van RWZI-biogas bestaat uit het eindverbruik van het biogas (warmteketels) plus een bijdrage die gerelateerd is aan de warmte uit warmtekrachtinstallaties op RWZI-biogas. De warmte uit warmtekrachtinstallaties wordt niet verkocht maar zelf verbruikt en komt daardoor niet direct in de internationale energiestatistieken. In plaats van de warmteproductie uit warmtekrachtinstallaties telt de inzet van biogas in de warmtekrachtinstallaties die wordt toegerekend aan de warmteproductie. Voor dit toerekenen is het nodig om de inzet van biogas voor de warmtekrachtinstallaties te verdelen over de geproduceerde elektriciteit en warmte. Het CBS maakt deze verdeling op basis van de productie van elektriciteit en warmte in joules volgens de suggestie in de handleiding voor energiestatistieken (IEA/Eurostat, 2004).

Bij enkele RWZI's wordt het biogas omgezet in aardgas. Vanwege de geringe hoeveelheid, mogelijke betrouwbaarheid van de gegevens en eenvoud wordt deze aardgasproductie vooralsnog geteld als finaal verbruik van biogas.

De onnauwkeurigheid van de hernieuwbare energie uit biogas van RWZI's wordt geschat op 10 procent.

8.9 Biogas, co-vergisting van mest

Co-vergisting van mest omvat de productie van biogas uit het vergisten van mest, samen met andere plantaardige materialen. Gemakshalve wordt co-vergisting van mest ook aangeduid als mestvergisting. Vergisting van mest alleen kan wel, maar gebeurt weinig,

omdat het technisch-economisch lastiger is. Co-vergisting van mest leverde in 2014 ongeveer 4 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De groei van de productie van hernieuwbare energie uit co-vergisting van mest vakt af vanaf 2009. Vanaf 2011 daalt de productie van biogas uit de co-vergisting van mest maar blijft in 2014 op het niveau van 2013 steken. De afname van de groei had in eerste instantie te maken met het ontbreken van een subsidieregeling voor nieuwe installaties na het stopzetten van de MEP-subsidieregeling in augustus 2006. De nieuwe Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE) heeft nog niet geleid tot veel nieuwe productie. Mogelijk speelt hierbij mee dat co-vergisting van mest het momenteel moeilijk heeft door de hoge prijzen van de co-substraten en de lage prijzen voor elektriciteit (Peene et al., 2011 en Van den Boom en Van der Elst, 2013). Een nieuwe ontwikkeling is de toename van de warmteproductie. Dit gaat vooral om extra warmtebenutting – bijvoorbeeld voor het drogen van het vergistingsresidu – op bestaande installaties waarvoor vanaf 2012 SDE-subsidie verkregen kan worden.

8.9.1 Co-vergisting van mest

	Aantal locaties	Biogas		Elektriciteit		Warmte uit warmtekrachtkoppeling		Bruto energetisch eindverbruik		Effect	
		winning en inzet elektriciteitsproductie	vermogen ¹⁾	bruto-productie	vollasturen ²⁾	bruto-productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
		TJ	MW	Mln kWh	TJ						Kton
2005	17	85	5	9	.	8	32	18	50	79	5
2006	34	561	18	59	.	26	213	62	275	482	34
2007	52	1 772	43	187	6 131	91	673	211	884	1 514	104
2008	74	3 505	76	370	6 218	246	1 332	547	1 879	3 120	214
2009	85	5 002	94	528	6 212	457	1 901	970	2 870	4 497	304
2010	1	5 445	98	575	5 987	671	2 069	1 333	3 402	4 969	329
2011	98	5 326	113	562	5 329	660	2 024	1 310	3 334	4 755	316
2012	95	5 214	117	550	4 786	943	1 981	1 682	3 663	5 134	354
2013	95	4 977	121	525	4 412	1 069	1 891	1 798	3 689	5 040	355
2014**	101	4 972	131	525	4 165	1 453	1 889	2 161	4 051	5 462	378

Bron: CBS.

¹⁾ Aan het einde van het verslagjaar.

²⁾ Het aantal vollasturen is het aantal uur dat de biogasmotoren op de maximale capaciteit zouden moeten draaien om de gerealiseerde elektriciteitsproductie te halen. Het aantal vollasturen is berekend door de bruto elektriciteitsproductie te delen door het gemiddelde van het vermogen aan het begin en het einde van een jaar.

Huidige mestvergisters draaien niet op de volledige capaciteit. Het gemiddeld aantal vollasturen is in 2014 zelfs gedaald tot 4,2 duizend. Dat is de helft van het theoretisch maximum en veel lager dan de 8 duizend uur die ECN en KEMA gebruiken voor het doorrekenen van de maximum redelijke subsidiertarieven (Lensink, 2013). Door de daling van het aantal vollasturen daalde de elektriciteitsproductie, ondanks de uitbreiding van de

capaciteit. De daling van het aantal vollasturen heeft te maken met de hoge prijzen voor hoogcalorische co-substraten (Peene et al., 2011 en Van den Boom en Van der Elst, 2013), waardoor deze minder gebruikt zijn. Laagcalorische stromen leveren minder biogas op per ton. Daar komt bij dat de veranderingen in het menu van de co-vergisters leidt tot toename van de risico's op verstoring van het biologisch proces.

De schaalgrootte van de mestvergisting neemt toe. Was het elektrische vermogen per locatie eind 2005 nog 0,3 MW, eind 2014 was dat toegenomen tot 1,3 MW.

8.9.2 Herkomst en samenstelling input co-vergisting van mest

	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014**
Nat gewicht	Mld kg						
Primaire landbouw							
mest	0,44	0,91	0,80	1,38	1,35	1,50	1,51
maïs	0,11	0,21	0,26	0,36	0,18	0,03	0,04
overige producten	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,10	0,15
totaal	0,58	1,14	1,08	1,78	1,59	1,64	1,70
Agro-industrie	0,05	0,10	0,14	0,54	0,40	0,36	0,37
Overig	0,09	0,17	0,29	0,23	0,29	0,36	0,29
Totaal	0,72	1,42	1,52	2,55	2,27	2,36	2,36
Energie	TJ op bovenwaarde						
Primaire landbouw							
mest	569	1 235	1 037	1 896	1 685	2 112	2 243
maïs	670	1 262	1 570	2 259	1 053	210	228
overige producten	153	151	151	208	245	330	545
totaal	1 392	2 647	2 758	4 363	2 983	2 652	3 016
Agro-industrie	494	1 251	1 479	4 353	2 950	2 991	2 490
Overig	816	2 276	3 925	2 557	3 151	2 949	2 693
Totaal	2 702	6 174	8 162	11 273	9 084	8 592	8 199

Bron: CBS en OWS (2010).

De laatste jaren wordt steeds ruim 2 miljard kg natte biomassa vergist waarvan ruim 60 procent mest was. De totale mestproductie in Nederland was 70 miljard kg. Ongeveer 2 procent daarvan gaat dus de vergisters in. De calorische waarde van de verschillende soorten voedingsstoffen voor de co-vergisters van mest verschilt aanzienlijk. De calorische waarde van mest is relatief laag. Op energiebasis is het aandeel van de mest dus veel lager (ongeveer een kwart) dan op massabasis (ruim 60 procent).

Maïs is een belangrijk co-product dat wordt meeergist. Vanwege de hoge prijzen wordt er steeds minder maïs meeergist. Naast de maïs wordt een hele range aan verschillende producten meeergist. Het kan gaan om resten uit de voedingsmiddelenindustrie, de handel in levensmiddelen, diervoederindustrie of de primaire landbouw.

Methode

De bruto elektriciteitsproductie van de mestvergisters is bepaald aan de hand van gegevens uit de administratie van de certificaten voor Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ. De productie van biogas is geschat op basis van de elektriciteitsproductie en een standaard bruto elektrisch rendement van 36 procent. Het eigen verbruik van elektriciteit is bepaald met behulp van de biogasproductie en kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

De warmteproductie bestaat uit drie componenten:

- eigen verbruik van warmte voor het op temperatuur houden van de vergister;
- niet gesubsidieerde warmteproductie voor toepassingen buiten de vergister;
- gesubsidieerde warmteproductie.

Het eigen verbruik van warmte is bepaald op basis van een kengetal uit het *Protocol*: 0,04 joule warmte voor de productie van 1 joule biogas. Het verbruik van warmte voor de gisting telt niet mee bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie, maar wel voor het bruto eindverbruik. De niet gesubsidieerde warmteproductie is afkomstig van een aanvullende enquête van het CBS onder de landbouwbedrijven in het kader van de meststatistiek tot en met 2011 en voor 2013. Voor 2012 en 2014 is aangenomen dat gesubsidieerde warmteproductie gelijk is aan het voorafgaande jaar. De gesubsidieerde warmteproductie is afgeleid uit gegevens van CertiQ.

Net als bij biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) wordt de nuttig gebruikte warmte uit warmtekrachtkoppelinginstallaties (wkk) op biogas uit co-vergisting van mest meestal niet verkocht maar zelf gebruikt. Niet verkochte wkk-warmte komt niet direct terug in internationale energiestatistieken, wat de berekening van het bruto eindverbruik voor verwarming compliceert. In paragraaf 8.8 over de RWZI's wordt daar uitgebreid op ingegaan.

De gegevens over het substraatverbruik in natte massa zijn ook afkomstig van een aanvullende enquête van het CBS onder de landbouwbedrijven in het kader van de meststatistiek. Voor 2010 heeft het CBS geen enquête uitgevoerd, maar gebruik gemaakt van de resultaten uit Peene et al. (2011). De respons in termen van elektriciteitsproductie op deze enquête was ongeveer 45 procent voor verslagjaar 2014. Ontbrekende gegevens zijn geschat op basis van de elektriciteitsproductie zoals afgeleid uit de bestanden van CertiQ. Het substraatverbruik is omgerekend naar energie met behulp van calorische waarden en vochtgehalten per soort substraat uit de literatuur (Koppejan et al., 2009 en AID, 2003). Voor 2012 heeft het CBS ook geen enquête uitgevoerd naar het substraatverbruik. Reden daarvoor is de wens om de administratieve lastendruk voor de bedrijven te beperken en om efficiënter te kunnen werken. Voor 2013 en 2014 heeft het CBS weer wel een enquête uitgevoerd.

De certificaten voor Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ zijn een noodzakelijke voorwaarde voor de subsidie, die weer een noodzakelijke voorwaarde is voor het rendabel exploiteren van mestvergisters. Het is dus zeer waarschijnlijk dat de administratie van CertiQ een nagenoeg volledig beeld geeft van de elektriciteitsproductie door biogasinstallaties op landbouwbedrijven. De onzekerheid in de bruto elektriciteitsproductie wordt daarom geschat op maximaal 5 procent. De onzekerheid

in de warmteproductie is groter, gezien de non-respons in de enquête voor de niet-gesubsidieerde warmte buiten de vergister om (zie hiervoor). CBS schat de totale onzekerheid in het bruto eindverbruik van co-vergisting van mest op ongeveer 10 procent.

8.10 Overig biogas

Overig biogas omvatte lange tijd vooral biogas dat gewonnen en gebruikt wordt in de voedingsmiddelenindustrie. Daar wordt via anaerobe afvalwaterzuivering biogas gewonnen dat wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit en/of proceswarmte. Vergisting van nat groen afval, zoals groente- fruit- en tuinafval, in combinatie met de productie van elektriciteit is in opkomst. Het gaat om projecten op ongeveer 50 locaties die goed zijn voor bijna 4 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

8.10.1 Overig biogas

Biogas	inzet voor elektriciteits- productie		inzet voor omzetting in aardgas		finaal verbruik		bruto- productie		bruto- productie		Aardgas		Bruto energetisch eindverbruik		Effect	
	winning	productie	verbruik	productie	productie	productie	productie	productie	elektrici- teit ¹⁾	warmte ¹⁾	totaal	verme- den verbruik van fos- siele primaire energie	ver- meden emissie CO ₂			
	TJ			Mln kWh	TJ											Kton
1990	468	45	0	423	4	15	0	15	446	461	432	25				
1995	826	129	0	697	7	69	0	25	792	816	756	43				
2000	974	274	0	700	17	155	0	61	897	957	928	54				
2005	1 155	405	0	750	32	116	0	114	954	1 068	1 044	62				
2010	2 900	2 243	0	657	196	523	0	707	1 424	2 131	2 586	162				
2011	3 121	2 440	228	453	219	529	228	826	1 420	2 247	2 702	171				
2012	3 478	2 270	628	580	206	480	628	831	1 729	2 560	3 026	196				
2013	4 299	2 331	1 320	648	206	574	1 320	929	2 422	3 351	3 687	239				
2014**	4 968	2 593	1 747	627	229	583	1 747	1 073	2 822	3 896	4 164	270				

Bron: CBS.

¹⁾ Inclusief elektriciteit of warmte toegerekend aan de productie van groen gas (biogas opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit en geïnjecteerd in aardgasnet).

De productie van hernieuwbare energie uit overig biogas neemt de laatste jaren toe. De toename tot en met 2010 betreft vooral nieuwe projecten waarbij elektriciteit wordt gemaakt uit biogas. Deze waren toen relatief aantrekkelijk vanwege de ondersteuning via de MEP-regeling. Deze projecten vinden vaak plaats buiten de voedingsmiddelenindustrie. Het gaat dan om vergisting van groente- fruit- en tuinafval of andere natte organische afvalstromen.

Vanaf 2011 wordt de productie van aardgas uit biogas, ook wel groen gas genoemd, steeds belangrijker. De productie van groen gas wordt ondersteund door de SDE-subsidieregeling. Eind 2014 werd op 21 locaties groen gas gemaakt uit overig biogas. Op locaties met tevens elektriciteitsproductie uit biogas is er vaak sprake van een gedeeltelijke verschuiving van de productie van elektriciteit naar groen gas. Per saldo is de toename van het gebruik van biogas voor groengasproductie groter dan de afname van het gebruik van biogas voor elektriciteitsproductie. In 2014 groeide de elektriciteitsproductie uit overig biogas zelfs weer door een toename op bestaande locaties zonder groen gas.

Methode

Voor biogas in de industrie berust de waarneming op de reguliere CBS-enquêtes voor de winning, omzetting en het gebruik van energie. Non-respons wordt bijgeschat op basis van historische gegevens.

Van veel nieuwere projecten, vaak buiten de industrie, is de elektriciteitsproductie bekend bij CertiQ en de groengasproductie bij Vertogas. Het CBS ontvangt deze productiegegevens van CertiQ en Vertogas en gebruikt de gegevens als basis om de benodigde gegevens uit te rekenen zonder directe waarneming. De winning van biogas wordt berekend via een geschat rendement van de elektriciteitsproductie en de groengasproductie. De warmteproductie voor deze nieuwere projecten is vaak beperkt tot de warmte die nodig is om de gisting aan de gang te houden en kan geschat worden als een vaste fractie van de productie van biogas (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Andere informatiebronnen voor de warmte zijn gegevens uit de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA), overheidsmilieujaarverslagen, internet en soms belt het CBS bedrijven met productie van biogas.

De warmte voor gisting telt niet mee bij de berekening van het vermeden verbruik van primaire fossiele energie, maar wel bij de berekening van het bruto eindverbruik. Net als bij biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt de nuttig gebruikte warmte uit warmtekrachtinstallaties op biogas meestal niet verkocht maar zelf gebruikt.

Door de deelname van de MJA2-bedrijven (Meerjarenafspraken-2) aan de elektronische verslaglegging in het kader van de milieujaarverslagen, is de dekking van de milieujaarverslagen toegenomen. Het gebruik van biogas is onderdeel van de milieujaarverslagen. Het CBS heeft voor 2006 op microniveau de gegevens uit de milieujaarverslagen vergeleken met de eigen waarneming. Het blijkt dat alleen bedrijven met kleine hoeveelheden biogas ontbreken in de waarneming. Deze bedrijven met weinig biogas worden ook nog eens voor een deel afgedekt door een bijschatting van het CBS (75 TJ winning en finaal verbruik van biogas). De onzekerheid door het mogelijk missen van bedrijven met biogas wordt daarom geschat op ongeveer 50 TJ.

Het zwakste punt in de waarneming is de schatting van de warmteproductie, omdat warmte vaak niet wordt verkocht en daarom ook vaak niet wordt gemeten. Het CBS schat de onzekerheid in de hernieuwbare energie uit overig biogas op 10 procent.

8.11 Vloeibare biotransportbrandstoffen

Biobrandstoffen voor het wegverkeer zijn duurder dan de op aardolie gebaseerde brandstoffen. Om het verbruik van biobrandstoffen te stimuleren heeft de overheid de leveranciers van benzine en diesel vanaf 2007 verplicht om deze te leveren.

De meeste biobrandstoffen kunnen in pure vorm niet in gewone motoren van wegvoertuigen gebruikt worden. Motoren van bestaande wegvoertuigen draaien wel op met biobrandstoffen bijgemengde benzine en diesel, zolang de bijmengpercentages niet te groot worden. De meeste biobrandstoffen worden daarom in bijgemengde vorm op de markt gebracht.

Het overheidsbeleid voor biobrandstoffen wordt sterk beïnvloed door Europese richtlijnen. Eerst was er de *EU-Richtlijn voor Hernieuwbare Brandstoffen in het vervoer* uit 2003 (Europees Parlement en de Raad, 2003). In deze richtlijn hebben lidstaten een niet bindende afspraak gemaakt om het aandeel biobrandstoffen op te laten lopen van 2 procent in 2005 tot 5,75 procent in 2010. De richtlijn was aanleiding voor het *Besluit Biobrandstoffen* (Staatsblad, 2006), dat leveranciers verplichtte om biobrandstoffen te leveren.

Later kwam er discussie over de wenselijkheid van biobrandstoffen. Als voordelen van biobrandstoffen worden genoemd: de reductie van broeikasgasemissies en de verminderde afhankelijkheid van de steeds schaarser wordende fossiele olie, die regelmatig afkomstig is uit landen waarmee de politieke relatie als instabiel wordt ervaren. Als nadeel van biobrandstoffen wordt vaak genoemd dat reductie van broeikasgasemissies maar zeer beperkt is, soms zelfs nihil, als alle vaak indirecte, effecten worden meegenomen (Europese Commissie, 2012), ook al is het lastig om de indirecte effecten te berekenen. Ook kunnen biobrandstoffen concurreren met voedsel, wat daardoor duurder kan worden. Tot slot kunnen natuurgebieden bedreigd worden door een toename van de teelt van biobrandstoffen. Als resultaat van deze discussie heeft de overheid het verplichte percentage biobrandstoffen voor de leveranciers van motorbrandstoffen voor 2010 verlaagd van 5,75 naar 4,0 procent (Ministerie van VROM, 2008).

In de nieuwe *EU-Richtlijn voor Hernieuwbare Energie* is bindend afgesproken dat in 2020 10 procent van alle energie voor vervoer uit hernieuwbare bronnen afkomstig is. Hernieuwbare elektriciteit voor vervoer telt daarbij ook mee (zie paragraaf 2.4). Biobrandstoffen voor vervoer zijn de belangrijkste component voor deze vervoersdoelstelling en de verwachting is dat dit voorlopig zo blijft (Rijksoverheid, 2010). Als gevolg van de discussie over de wenselijkheid van biobrandstoffen zijn in de *EU-Richtlijn hernieuwbare energie* duurzaamheidscriteria opgenomen voor vloeibare biomassa. Deze criteria moeten waarborgen dat bij de productie van de gebruikte vloeibare biomassa mensen, natuur en milieu voldoende worden beschermd.

In de afgelopen jaren liep de verplichting tot het leveren van biobrandstoffen langzaam op van 4 procent in 2010 tot en met 5,5 procent in 2014 (*Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer*, Staatsblad, 2011). Voor 2015 is het verplichte percentage 6,25 procent en dat loopt dan geleidelijk op naar 10 procent in 2020 (*Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer 2015*

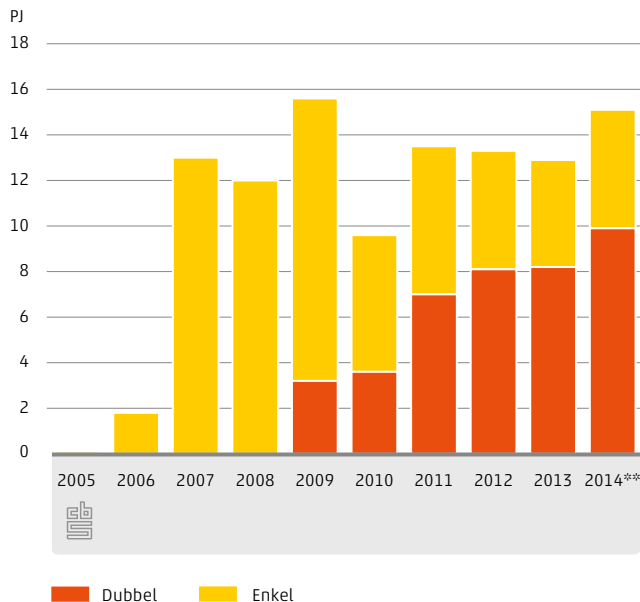
Staatsblad, 2014). Bedrijven moeten aantonen dat de door hen geleverde biobrandstoffen voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*. Dat doen ze door gebruik te maken van certificeringssystemen. De Nederlandse Emissieautoriteit controleert of bedrijven voldoende gecertificeerde biobrandstoffen op de markt hebben gebracht.

Biobrandstoffen uit afval en houtachtige materialen worden als zeer duurzaam gezien. Om het gebruik van deze biobrandstoffen extra te stimuleren mogen deze dubbel geteld worden voor de transportdoelstelling uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*. Voor de overall doelstelling geldt deze dubbeltelling niet. Voor de nationale bijmengplicht geldt een dubbeltelling vanaf het verslagjaar 2009 (*Staatscourant*, 2009).

In 2014 was de bijdrage van biobrandstoffen voor het wegverkeer aan het totaal bruto eindverbruik van hernieuwbare energie 14 procent.

Ontwikkelingen

8.11.1 Verbruik duurzame biobrandstoffen voor vervoer



Het fysieke verbruik van duurzame vloeibare biobrandstoffen is in 2014 gestegen van 13 naar 15 PJ. Bij biodiesel wordt vooral gebruik gemaakt van dubbeltellende biobrandstoffen, bij biobenzine van enkeltellende. Het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen wordt steeds groter. De verplichting tot het verbruik van hernieuwbare energie voor vervoer steeg van 5 naar 5,5 procent. Het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer loopt niet gelijk op met de verplichting, vooral omdat de bedrijven de mogelijkheid hebben om het ene jaar extra hernieuwbare energie op de markt te brengen en deze extra inspanning administratief mee te nemen naar een volgend jaar. CBS-cijfers richten zich altijd op de daadwerkelijke fysieke stromen.

8.11.2 Duurzame¹⁾ vloeibare biotransportbrandstoffen, afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt

	Afleveringen, totaal = Bruto energetisch eindverbruik ²⁾ zonder verrekening dubbel-telling			Afleveringen, dubbeltellend ³⁾ zonder verrekening dubbeltelling			Effect	
	mobiele werktuigen (telt als warmte)	wegverkeer +spoor (telt als vervoer)	totaal	mobiele werktuigen (telt als warmte)	wegverkeer +spoor (telt als vervoer)	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ						Kton	
Biobenzine								
2006	0	798	798	0	0	0	798	.
2007	0	3 687	3 687	0	0	0	3 687	.
2008	0	4 524	4 524	0	0	0	4 524	.
2009	0	5 771	5 771	0	0	0	5 771	.
2010	0	5 614	5 614	0	162	162	5 614	.
2011	0	6 231	6 231	0	.	.	6 231	.
2012	0	5 211	5 211	0	509	509	5 211	.
2013	0	5 210	5 210	0	852	852	5 210	286
2014**	0	5 379	5 379	0	430	430	5 379	300
Biodiesel								
2006	0	968	968	0	0	0	968	.
2007	0	9 344	9 344	0	0	0	9 344	.
2008	0	7 524	7 524	0	0	0	7 524	.
2009	0	9 835	9 835	0	3 216	3 216	9 835	.
2010	0	3 963	3 963	0	3 412	3 412	3 963	.
2011	0	7 207	7 207	0	.	.	7 207	.
2012	826	7 316	8 142	775	6 859	7 634	8 142	.
2013	802	6 912	7 714	768	6 622	7 390	7 714	565
2014**	1 011	8 712	9 723	983	8 470	9 452	9 723	697
Totaal								
2006	0	1 766	1 766	0	0	0	1 766	.
2007	0	13 031	13 031	0	0	0	13 031	.
2008	0	12 048	12 048	0	0	0	12 048	.
2009	0	15 606	15 606	0	3 216	3 216	15 606	730
2010	0	9 577	9 577	0	3 574	3 574	9 577	518
2011	0	13 438	13 438	0	6 958	6 958	13 438	786
2012	826	12 527	13 353	775	7 368	8 143	13 353	839
2013	802	12 122	12 924	768	7 474	8 242	12 924	850
2014**	1 011	14 091	15 102	983	8 900	9 882	15 102	997

Bron: CBS.

¹⁾ Vanaf 2011 afgeleid uit opgaven van oliebedrijven aan NEa. In de jaren daarvoor was er nog geen verplichting tot het gebruik van systemen voor certificatie van de duurzaamheid van biomassa. In Europees verband is afgesproken om tot en met 2010 alle vloeibare biomassa als duurzaam te tellen.

²⁾ Volgens de berekening van de doelstelling voor hernieuwbare energie totaal uit de EU-richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009, dus zonder dubbeltelling.

³⁾ Dubbeltellend voor de verplichting uit de wet Hernieuwbare Energie Vervoer en de doelstelling voor hernieuwbare energie voor vervoer uit de EU-richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009.

In 2014 was de Nederlandse productie van biodiesel 1,7 miljard kg. Dat is veel meer dan het binnenlands verbruik. Een groot deel van de geproduceerde biodiesel gaat dan ook naar het buitenland.

8.11.3 Vloeibare biotransportbrandstoffen¹⁾, balans

	Pure vloeibare biobrandstoffen					Bijgemengde biobrandstoffen				Totaal puur en bijge- mengd	
	productie- capaciteit	productie	saldo import en export	onttrek- king uit voorraad	bijmen- ging bij benzine en diesel	afleverin- gen op binnen- landse gebrui- kers- markt ²⁾	productie uit bijmen- ging	saldo import en export	onttrek- king uit voorraad	afleverin- gen op binnen- landse gebrui- kers- markt	afleverin- gen op binnen- landse gebrui- kers- markt
	Mln kg										
Biobenzine											
2010	.	.	.	7	171	0	171	37	0	208	208
2011	.	.	.	0	71	0	71	160	0	231	231
2012	.	.	.	-10	139	0	139	54	0	193	193
2013	503	414	-215	4	203	0	203	-9	0	194	194
2014**	.	.	.	13	194	0	194	5	0	199	199
Biodiesel											
2010	1 306	382	-337	64	109	.	109	-2	0	107	107
2011	2 030	491	-224	-48	220	.	220	-25	0	195	195
2012	2 051	1 177	-849	-55	273	.	273	-35	0	238	238
2013	2 014	1 375	-989	-112	274	.	274	-54	0	220	220
2014**	2 196	1 720	-1 468	70	322	.	322	-44	0	279	279
Totaal											
2010	.	.	.	72	280	.	280	36	0	315	315
2011	.	.	.	-48	291	.	291	135	0	426	426
2012	.	.	.	-65	412	.	412	19	0	431	431
2013	2 517	1 789	-1 204	-107	478	.	478	-64	0	414	414
2014**	.	.	.	83	517	.	517	-39	0	478	478

Bron: CBS.

¹⁾ Het gaat in deze tabel om alle biobrandstoffen, ongeacht of ze voldoen aan de duurzaamheidscriteria. Dit in tegenstelling tot tabel 8.11.2 waar het alleen gaat om duurzame biobrandstoffen.

²⁾ Er wordt ook enige biodiesel in pure vorm op de markt gebracht. Vanwege de vertrouwelijkheid is deze hoeveelheid geteld bij de bijgemengde biobrandstoffen.

De productiecapaciteit van de biodieselfabrieken nam in 2014 ten opzichte van 2013 met 9 procent toe naar 2,2 miljard kg. Hiermee bleef de totale productie van biodiesel dus nog steeds lager dan de productiecapaciteit. Ook in andere Europese landen wordt de capaciteit voor de biodieselproductie maar gedeeltelijk benut (EBB, 2013). Er zijn twee redenen voor deze overcapaciteit. Ten eerste hebben verschillende nationale overheden in Europa de ondersteuningsmaatregelen voor biobrandstoffen teruggebracht. In Nederland werd de bijmengplicht bijgesteld van 5,75 naar 4 procent in 2010 en in Duitsland is de accijnskorting voor biodiesel beperkt. Ten tweede is er ook veel concurrentie van biodieselfabrieken buiten Europa. Toch steeg de totale productiecapaciteit van de biodiesel fabrieken van 2,0 naar 2,2 miljard kg. Kennelijk zijn er bedrijven die, ondanks de overcapaciteit, nog steeds durven uitbreiden.

In Nederland wordt ook biobenzine geproduceerd. Het gaat om bio-ethanol en bio-methanol. Ook voor biobenzine geldt dat de productie veel groter is dan het verbruik in 2013. Er zijn niet zoveel fabrieken voor de productie van biobenzine. Daarom zijn de uitkomsten over de productie voor veel jaren vertrouwelijk.

Methode

De cijfers over de productie van biobrandstoffen zijn afgeleid uit een enquête van het CBS. De respons op deze enquête was 100 procent. Voor de energie-inhoud is gebruik gemaakt van de standaardwaarden uit de *EU-Richtlijn voor Hernieuwbare Energie*.

De waarneming voor de handel, bijmenging en het verbruik van biobrandstoffen is gebaseerd op een combinatie van gegevens uit:

- de biobrandstoffenrapportages die oliebedrijven inleveren bij de Nederlandse Emissieautoriteit (NEa)
- de aardoliestatistiek van het CBS.

In het kader van de bijmengplicht leveren oliebedrijven jaarlijks een rapportage aan de overheid. Vanaf verslagjaar 2011 wordt deze rapportage geleverd aan de NEa. Deze rapportage bevat informatie over de fysieke stromen van de biobrandstoffen, voor zover van belang voor de Nederlandse markt. Het CBS heeft per bedrijf de fysieke gegevens uit deze rapportages ontvangen van de NEa.

Voor de CBS-oliestatistiek vullen alle belangrijke spelers op de oliemarkt (raffinaderijen, petrochemische industrie, handelaren en opslagbedrijven) elke maand een formulier in, met per olieproduct een complete balans. Bio-ETBE, bio-MTBE, biobenzine en biodiesel worden apart onderscheiden. De respons op deze enquête was 100 procent voor de bedrijven die relevant zijn voor de biobrandstoffen. Echter, veel bedrijven hebben moeite met het beantwoorden van de vraag over de aanvoer en aflevering van bijgemengde biobrandstoffen.

Om de administratieve lasten te beperken, staat het CBS toe dat deze vraag niet maandelijks wordt ingevuld. In plaats daarvan ontvangen de relevante bedrijven een extra vragenlijst waarin deze informatie op jaarbasis wordt uitgevraagd. Daarbij kunnen bedrijven ook aan de informatievraag van het CBS voldoen door het geven van een toelichting op gegevens die het bedrijf al aan de NEa heeft verstrekt. Voorwaarde daarvoor is dan wel dat de informatie van de NEa voldoende compleet is wat betreft de fysieke stromen van biobrandstoffen voor binnen- en buitenland.

Voor sommige bedrijven is het ook lastig om op jaarbasis uit hun administratie de fysieke bestemming van de biodiesel en biobenzine na het bijmengen af te leiden. Daarom heeft het CBS nader overlegd met deze bedrijven en is de fysieke bestemming van de bijgemengde biobrandstoffen nauwkeuriger bepaald door extra informatie uit de logistieke keten (depots van bijmenging en transport via boot of truck) mee te nemen. Vanaf verslagjaar 2012 is de nauwkeurigheid van de cijfers daardoor verbeterd.

De NEa rapporteert ook over op de markt gebrachte duurzame biobrandstoffen (NEa, 2014). Deze cijfers zijn anders dan de CBS-cijfers. De belangrijkste reden hiervoor is dat het CBS uitgaat van de daadwerkelijk in een bepaald jaar op de markt gebrachte biobrandstoffen, terwijl de NEa uitgaat van biobrandstoffen die gebruikt zijn om aan de verplichting in een bepaald jaar te voldoen. Dit kan van elkaar verschillen, omdat bedrijven voor de verplichting hernieuwbare energie voor vervoer het ene jaar meer op de markt mogen brengen en het andere jaar, ter compensatie, minder. Dit wordt ook wel carry over genoemd.

De oliestatistiek van het CBS richt zich op fysieke stromen en voorraden. Echter, voorraden van bijgemengde biobrandstoffen worden slechts door een enkel bedrijf gerapporteerd, omdat het lastig is om gegevens over bijgemengde biobrandstoffen af te leiden uit de bedrijfsadministratie. Daarom neemt het CBS aan dat de veranderingen in de fysieke voorraden van bijgemengde biobrandstoffen nihil zijn en dat de bijgemengde biobrandstoffen direct worden geëxporteerd of geleverd op de binnenlandse markt.

De eigen waarneming van het CBS bevat geen informatie over de duurzaamheid van de gebruikte biobrandstoffen, de dubbeltelling van biobrandstoffen en de vermeden emissies van broeikasgassen. Echter, door het combineren van informatie uit de rapportages aan de NEa met fysieke afzetcijfers kan het CBS toch deze informatie afleiden.

De onzekerheid in de cijfers over de op de markt gebrachte biobrandstoffen zit vooral in de bestemming van de biobrandstoffen nadat ze zijn bijgemengd in gewone benzine of diesel. Komen deze op de binnenlandse markt, of worden ze uiteindelijk geëxporteerd? Het CBS schat de onzekerheid in de cijfers over de op de Nederlandse markt gebrachte biobrandstoffen op 5 procent.

Literatuur

Agentschap NL (2011), *Afvalverwerking in Nederland: gegevens 2010*.

Agentschap NL (2012a), *Jaarverslag Energie-investeringsa-ftrek (EIA) 2011*.

Agentschap NL (2012b), *Resultatenbrochure convenanten Meerjarenafspraken energie-efficiëntie 2011*, versie 1.1 november 2012 Publicatie-nr. 2MJAP1211.

Agentschap NL (2013), *Statusdocument bio-energie 2012*.

AID (2003,) AID Infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft. *Biogasanlagen in der Landwirtschaft*, Bonn.

Boom, van den en van der Elst, C. (2013), *Toekomst Biogas: Van laagwaardige input naar hoogwaardige output* Rabobank Food & Agri Thema-update: Biogas, Januari 2013.

CA-RES (2012), *Quality standard for statistics on wood fuel consumption of households*, Concerted Action Renewable Energy Sources Directive, Working group 2: methodology, May 2012.

CBS (2010), *Hernieuwbare Energie in Nederland 2009*. CBS.

CBS (2014a), *Haalbaarheid prijswaarneming GvO's*, CBS, december 2014.

CBS (2014b), *Economic Radar of the Sustainable energy sector in the Netherlands*, CBS artikel, oktober 2014.

CBS (2015a), *CBS: Wind belangrijkste bron hernieuwbare elektriciteit*, CBS webmagazine, februari 2015.

CBS (2015b), *CBS: Sterke groei aandeel hernieuwbare energie*, CBS persbericht, juni 2015.

CBS (2015c), *Rendementen en CO₂-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2013*, CBS artikel, januari 2015.

CertiQ (2015), *Statistisch jaaroverzicht 2014*.

EBB (2013), *Statistics: The EU biodiesel industry*. <http://www.ebb-eu.org/stats.php>.

Edwards, R., Larivé, J.-F., Mahieu, V., Rouveïrolles, P. (2007), *Well to wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, CONCAWE, EUCAR and Joint Research Centre, March 2007.

EHPA (2015), *Market development 2014 preview*.

Europees Parlement en de Raad (2003), *Richtlijn 2003/30/EG ter bevordering van het gebruik van biobrandstoffen of andere hernieuwbare brandstoffen in het vervoer*.

Europees Parlement en de Raad (2009), *Directive of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*.

Europese Commissie (2010), *Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling SEC (2010)m 65.*

European Commission (2012), *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources.* COM(2012) 595 final.

Eurostat (2011), *Minutes of the meeting of the Working Party on 'Renewable Energy Statistics' in December 2010.*

Eurostat (2014), *SHARES tool 2013.*

Eurostat (2015), *SHARES 2013 results.*

Eurostat (2014), *Share of renewable energy in gross final energy consumption, Energy Statistics – Main Indicator, Latest update 24-07-2014.*

IEA/Eurostat (2004), *Energy Statistics Manual*, IEA, Parijs.

Jansen, B.I., en Dröge, R. (2011), *Emissiemodel houtkachels*, TNO-060-UT-2011-00314.

Koppejan, J., Elbersen, W., Meeusen, M., Bindraban, P. (2009), *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteits- en warmteproductie in 2020.* Procédé Biomass B.V. En Wageningen UR.

Lensink, S.M., Wassenaar, J.A., Mozaffarian, M., Luxembourg, S.L., Faasen, C.J. (2012), *Basisbedragen in de SDE+ 2013 Conceptadvies.* ECN en KEMA, ECN-E--12-017.

Lensink, S.M., (2013), *Eindadvies basisbedragen SDE+ 2014*, ECN en DNV KEMA, ECN-E--13-050.

Ministerie van Economische Zaken (2006), *Doelstelling 9 procent duurzame elektriciteit in 2010 gehaald.* Persbericht, 18 augustus 2006.

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2011a), *Energierapport*, juni 2011.

Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2011b), *Subsidie duurzame warmte voor bestaande woningen*, Kamerbrief, juni 2011.

Ministerie van VROM (2008), *Biobrandstoffendoelstellingen*, brief van de minister aan de tweede kamer, 13 oktober 2008, DGM2008099192.

Nederlandse Emissieautoriteit (2014), *Naleving jaarverplichting 2013 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*, NEa, juli 2013.

Netbeheer Nederland (2015). *Persoonlijke mededeling stand PIR*, februari 2015.

Peene, P., Velghe F., Wierinck, I. (2011), *Evaluatie van de vergisters in Nederland.* Organic Waste Systems NV (OWS) in opdracht van Agentschap NL, september 2011, Gent, België.

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), CBS en WUR (Wageningen Universiteit Researchcentrum) (2014), *Compendium voor de Leefomgeving*, www.clo.nl.

Platform Monitoring Energiebesparing (2011), *Berekening referentierendement voor de opwekking van elektriciteit*. ECN-N--11-016, juni 2011.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2014a), *Rapportage hernieuwbare energie. Deel 1 Implementatie 2003-2013, Jaarberichten SDE+, SDE, OV-MEP & MEP 2013*, juni 2014.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2014b), *Green Deal Duurzaamheid Vaste Biomassa, Rapportage 2 – 2013*, augustus 2014, RVO.nl.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en CBS (2015), *Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2015*. ZDENB1013. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, April 2015, Utrecht.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015a), *Rapportage hernieuwbare energie 2014, Jaarbericht SDE+, SDE, OV-MEP & MEP*, juni 2015.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015b), *Eindstand SDE+ 2014*, mei 2015.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015c), *data voor Green Deal Duurzaamheid Vaste Biomassa*, ontvangen door CBS juni 2014.

Rijksoverheid (2010), *Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen*, Richtlijn 2009/28/EG.

Rijkswaterstaat (2015), *Klimaatmonitor*. <http://www.klimaatmonitor.databank.nl>.

Segers, R. (2008), *Three options to calculate the percentage renewable energy: an example for a EU policy debate*. Energy Policy 36, p. 3243-3248.

Segers, R. (2010a), *Energiebalans van Nederland: CBS versus IEA, Eurostat en UNFCCC*, CBS website maart 2010.

Segers, R. (2010b), *Houtverbruik bij huishoudens*, april 2010, CBS.

Segers, R. (2013), *Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2012 december 2013*, CBS website.

Segers, R. (2015), *Revisie Hernieuwbare Energie 2015*, juni 2015, CBS.

Segers, R. en Busker, H. (2015), *Equivalent full load hours for heating of reversible air-air heat pumps*, CBS, juni 2015.

SenterNovem (2005a), *Windkaart van Nederland op 100 m hoogte*. Uitgevoerd door KEMA. Publicatienummer 2 DEN-05.04, SenterNovem, Utrecht.

SER (2013), *Energieakkoord voor duurzame groei*, website SER, september 2013.

Solarserver (2015), *Spot market price pv modules*, <http://www.solarserver.com/service/pvx-spot-market-price-index-solar-pv-modules.html>.

Staatsblad (2011), *Besluit hernieuwbare energie vervoer*, nummer 197.

Staatsblad (2014), *Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer*, 2015, nummer 460.

Staatscourant (2009), *Regeling dubbeltelling betere biobrandstoffen*, nummer 18709.

Sulilatu, WF. (1992), *Kleinschalige verbranding van schoon afvalhout in Nederland*, TNO-MEP, i.o.v. NOVEM, Apeldoorn.

Sulilatu, WF. (1998), *Kleinschalige verbranding van schoon resthout in Nederland*, TNO-MEP, i.o.v. NOVEM, EWAB nr. 9831) Apeldoorn.

Van Tilburg, X. Pfeiffer, E.A., Cleijne, J.W., Stienstra, G.J., Lensink, S.M. (2007), *Technisch-economische parameters van duurzame elektriciteitsopties in 2008. Conceptadvies onrendabele topberekeningen*, ECN-E--06-025.

De Vries, H. J., Pfeiffer, A. E., Cleijne, J. W., van Tilburg, X. (2005), *Inzet van biomassa in centrales voor de opwekking van elektriciteit. Berekening van de onrendabele top. Eindrapport*, ECN-C--05-088.

VVD en PvdA (2012), *Bruggen slaan*. Regeerakkoord, 29 oktober 2012.

Warmerdam, J.M.(2003), *Bijdrage Thermische zonne-energie 2002*. Ecofys i.o.v de NOVEM, Utrecht.

Medewerkers

Auteurs

André Meurink
Reinoud Segers

Redacteur

Cor Pierik