

**Hernieuwbare**

**energie**

**in Nederland**

**2012**



Centraal Bureau  
voor de Statistiek



**Hernieuwbare**

**energie**

**in Nederland**

**2012**

## Verklaring van tekens

.	Gegevens ontbreken
*	Voorlopig cijfer
**	Nader voorlopig cijfer
x	Geheim
-	Nihil
-	(Indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met
0 (0,0)	Het getal is kleiner dan de helft van de gekozen eenheid
Niets (blank)	Een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
2012-2013	2012 tot en met 2013
2012/2013	Het gemiddelde over de jaren 2012 tot en met 2013
2012/'13	Oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2012 en eindigend in 2013
2010/'11 -2012/'13	Oogstjaar, boekjaar enz., 2010/'11 tot en met 2012/'13
W	Watt (1 J/s)
kW	Kilowatt (1 000 J/s)
Wh	Wattuur (3 600 J)
J	Joule
ton	1 000 kg
M	Mega (10 <sup>6</sup> )
G	Giga (10 <sup>9</sup> )
T	Tera (10 <sup>12</sup> )
P	Peta (10 <sup>15</sup> )
a.e.	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](http://www.cbs.nl)

Prepress: Centraal Bureau voor de Statistiek, Grafimedia  
Druk: Tuijtel, Hardinxveld-Giessendam  
Ontwerp: Edenspiekermann

### *Inlichtingen*

Tel. 088 570 70 70, fax 070 337 59 94  
Via contactformulier: [www.cbs.nl/infoservice](http://www.cbs.nl/infoservice)

### *Bestellingen*

[verkoop@cbs.nl](mailto:verkoop@cbs.nl)  
Fax 045 570 62 68  
Prijs: € 14,80 (exclusief verzendkosten)  
ISBN: 978-90-357-1828-9  
ISSN: 2210-8521

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen, 2013.  
Verveelvoudigen is toegestaan, mits het CBS als bron wordt vermeld.

# Voorwoord

Dit tiende jaarrapport *Hernieuwbare Energie in Nederland 2012* bevat gegevens over de ontwikkelingen op het gebied van de hernieuwbare energie.

De belangrijkste conclusie uit dit rapport is dat het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik in 2012 vrijwel gelijk is aan het aandeel in 2011. In 2012 was ongeveer vierenhalve procent van het energieverbruik afkomstig uit hernieuwbare bronnen. In een Europese Richtlijn is vastgelegd dat het aandeel hernieuwbare energie omhoog moet naar 14 procent in 2020.

Opmerkelijk in 2012 was de snelle groei van de zonnestroom. Door de daling van de prijs van zonnepanelen zijn er veel nieuwe panelen bijgeplaatst en groeide de productie van zonnestroom met meer dan 100 procent. De totale bijdrage van zonnestroom aan het verbruik van hernieuwbare energie was in 2012 ongeveer 1 procent. De meeste hernieuwbare energie komt nog steeds uit biomassa met ruim 70 procent en windenergie met een kleine 20 procent.

*Hernieuwbare Energie in Nederland 2012* geeft structuur aan de grote hoeveelheid cijfers over hernieuwbare energie. De publicatie is vooral bedoeld voor degenen die actief zijn of willen worden in de wereld van de hernieuwbare energie, zoals marktpartijen, onderzoekers, beleidsmakers en studenten.

Mijn dank gaat uit naar de bedrijven die de vragenlijsten hebben ingevuld en daar waar nodig nog aanvullende toelichting hebben verstrekt. Bij de totstandkoming van deze publicatie is verder samengewerkt met veel organisaties die hun gegevens en hun kennis van het werkveld ter beschikking hebben gesteld: CertiQ, Agentschap NL, de Nederlandse Emjssieautoriteit, Rijkswaterstaat Leefomgeving, Vertogas, TNO, de Dutch Heat Pump Association (DHPA), de VERAC (Branchevereniging van leveranciers van airconditioning apparatuur), Polder PV, Holland Solar, de provincies, de Universiteit Utrecht, het Landbouweconomisch Instituut, 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**  
**Drs. G. van der Veen**

Den Haag/Heerlen, augustus 2013



# Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	6

## 1. Inleiding 7

1.1	Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie	8
1.2	Gebruikte databronnen	9
1.3	CBS-publicaties over hernieuwbare energie en release policy	10
1.4	Attenderingservice	12
1.5	Internationale cijfers over hernieuwbare energie op internet	12
1.6	Regionale cijfers over hernieuwbare energie	13
1.7	Leeswijzer	14

## 2. Algemene Overzichten 15

2.1	Hernieuwbare energie totaal	16
2.2	Hernieuwbare elektriciteit	18
2.3	Hernieuwbare warmte	20
2.4	Hernieuwbare energie voor vervoer	22
2.5	Internationale vergelijking	24
2.6	Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie	26
2.7	Werkgelegenheid en toegevoegde waarde	30
2.8	Subsidies	31

## 3. Waterkracht 36

## 4. Windenergie 39

## 5. Zonne-energie 45

5.1	Zonnestroom	46
5.2	Zonnewarmte	50

## 6. Bodemenergie 53

6.1	Diepe bodemenergie	54
6.2	Ondiepe bodemenergie	55

## 7. Buitenluchtwarmte 60

## 8. Warmte uit net gemolken melk 64

<b>9. Biomassa</b>	<b>66</b>
9.1 Inleiding	67
9.2 Afvalverbrandingsinstallaties	72
9.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales	74
9.4 Houtketels voor warmte bij bedrijven	76
9.5 Huishoudelijke houtkachels	78
9.6 Houtskoolverbruik door huishoudens	80
9.7 Overige biomassaverbranding	81
9.8 Stortgas	82
9.9 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	84
9.10 Biogas, co-vergisting van mest	85
9.11 Overig biogas	88
9.12 Biobrandstoffen voor het wegverkeer	90
Literatuur	96

# Samenvatting

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik was in 2012 vrijwel gelijk aan het aandeel in 2011. In 2012 was ongeveer 4,4 procent van het energieverbruik afkomstig uit hernieuwbare bronnen. Ruim 70 procent van de hernieuwbare energie komt uit biomassa, een kleine 20 procent uit windenergie. De bijdrage van de andere bronnen, waterkracht, zonne-energie, bodemenergie en warmte buitenlucht, is beperkt.

In 2012 is ruim 12 miljard kWh elektriciteit geproduceerd uit windenergie, waterkracht, zonne-energie en biomassa. Dat is ruim 10 procent van het totale elektriciteitsverbruik en ongeveer een half procentpunt meer dan in 2011. De productie van windmolens nam in 2012 met 5 procent toe door uitbreiding van de capaciteit. De productie van elektriciteit uit biomassa bleef vrijwel gelijk. De productie van zonnestroom verdubbelde ruim, maar de bijdrage aan de totale productie van hernieuwbare elektriciteit is nog steeds niet hoger dan 2 procent.

Het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte steeg in 2012 met 5 procent ten opzichte van 2011. Het totale energieverbruik voor warmte steeg ook ongeveer 5 procent, vooral vanwege het koudere weer. Het aandeel hernieuwbare energie in de warmtevoorziening bleef daarmee constant op ruim 3 procent.

Het verbruik van hernieuwbare energie voor vervoer steeg van 4,6 procent in 2011 naar ongeveer 5 procent in 2012. Dat komt doordat het gebruik van milieutechnisch goede biobrandstoffen, die dubbel tellen, toenam en het totale verbruik van benzine en diesel daalde.



**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 2012. 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, Landbouw en Innovatie en vastgelegd in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* (Agentschap NL, 2010).

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 CO<sub>2</sub>. 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 Gebruikte databronnen

De cijfers zijn gebaseerd op een uiteenlopende reeks databronnen. Een belangrijke bron vormen de gegevens uit de administratie van CertiQ, onderdeel van de netbeheerder TenneT. CertiQ ontvangt maandelijks van de 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 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 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 ingevoerd 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 overheidsmilieujaarverslagen en van gegevens van de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA) van Agentschap NL voor biomassa-installaties. Het gebruik van de bronnen wordt nader toegelicht in de hoofdstukken 3 tot en met 9.

## 1.3 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 energie; capaciteit en productie (ook in het Engels)
3. Hernieuwbare elektriciteit (ook in het Engels)
4. Biobrandstoffen voor het wegverkeer (ook in het Engels)
5. Windenergie per maand (ook in het Engels)
6. Windenergie per provincie
7. Windenergie naar ashoogte
8. Zonnestroom; markt
9. Zonnewarmte
10. Biomassa; verbruik per techniek

De jaarcijfers van hernieuwbare energie worden in principe drie keer per jaar ververst. In februari verschijnen voorlopige cijfers over hernieuwbare elektriciteit, begin 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 cijfers gepubliceerd.

Over hernieuwbare elektriciteit publiceert het CBS voorlopige kwartaalcijfers binnen twee maanden na afloop van het kwartaal. 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](http://www.cbs.nl)) Die artikelen zijn gericht op de pers en een breed publiek.

Ze kunnen gekoppeld zijn aan het verschijnen van nieuwe cijfers, maar ook aan een analyse van reeds gepubliceerde cijfers. In 2013 zijn er webartikelen verschenen over de voorlopige cijfers voor 2012 over hernieuwbare elektriciteit (Segers en Wilmer, 2013) en over hernieuwbare energie (Segers, 2013). Op de themapagina kunnen artikelen verschijnen voor zowel de pers en een breed publiek als artikelen voor een meer specialistisch publiek. In december 2012 is een artikel verschenen over zonnestroom in 2011 (Segers en Wilmer, 2012).

## Compendium voor de Leefomgeving

Het Compendium voor de Leefomgeving is een website 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

De indicatoren bieden een compact overzicht van de beschikbare cijfers op StatLine, geïllustreerd met grafieken, 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 afgelopen jaar gepubliceerd:

- zonnestroom 2011, naar sector (december 2012)
- onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag naar sector (januari 2013)
- levering van biomassa voor de binnenlandse productie van hernieuwbare energie (januari 2013)
- warmtepompen met gebruik van ondiepe bodemwarmte, 2008-2012 (mei 2013)
- warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte 2008-2012 (mei 2013)

## 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](http://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.

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'.

## 1.4 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](mailto: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.

## 1.5 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. 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 (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](http://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](http://www.ieabioenergy.com) over biomassa, [www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org) over zonnestroom en [www.iea-shc.org](http://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](http://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](http://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](http://www.ebb-eu.org)), thermische zonne-energiesystemen ([www.estif.org](http://www.estif.org)) en warmtepompen ([www.ehpa.org](http://www.ehpa.org)) presenteren cijfers per land.

## 1.6 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 betrouwbaarheid. 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), ondiepe bodemenergie met onttrekking van grondwater (hoofdstuk 6.2), en houtketels voor warmte bij bedrijven (hoofdstuk 9.4). Op de website van de Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat (2013) 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.

## 1.7 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, hoofdstuk 8 warmte uit de koeling van melk en hoofdstuk 9 een hele reeks aan technieken om biomassa te benutten.



**2.**

**Algemene**

**Overzichten**

**Dit hoofdstuk geeft een algemeen overzicht over hernieuwbare energie om te beginnen met alle vormen van energie bij elkaar en vervolgens 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 heeft in het regeerakkoord afgesproken om te streven naar 16 procent in 2020 (VVD en PvdA, 2012). In het nationaal Energieakkoord op hoofdlijnen is deze 16 procent opgeschoven naar 2023 (SER, juli 2013).

### Ontwikkelingen

Het aandeel hernieuwbare energie was in 2012 4,4 procent van het eindverbruik van energie. Dat is vrijwel gelijk aan de 4,3 procent uit 2011.

De productie van hernieuwbare energie uit afvalverbrandingsinstallaties steeg opnieuw dankzij de uitbreiding van de capaciteit in de afgelopen jaren. Deze installaties leveren nu bijna een zesde van alle hernieuwbare energie. Ook de elektriciteitsproductie door windmolens is weer wat gestegen doordat 65 molens met de nieuwe subsidieregeling SDE in gebruik genomen zijn.

De bijdrage van zonne-energie aan het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen is nog beperkt tot 2 procent. Spectaculair was wel dat de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen meer dan verdubbelde doordat er veel nieuwe panelen zijn bijgeplaatst. Drijvende kracht achter deze groei is de daling van de prijs van zonnepanelen op de wereldmarkt.

Het totale energetisch eindverbruik van energie steeg met 2 procent doordat 2012 kouder was dan 2011. Deze verandering heeft een negatief effect op het aandeel hernieuwbare energie van ongeveer 0,1 procentpunt.

De belangrijkste bronnen en technieken voor hernieuwbare energie zijn het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales, windenergie, afvalverbrandingsinstallaties, biobrandstoffen voor vervoer en het verbruik van hout door huishoudens. Samen zijn deze bronnen goed voor ruim 70 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen gebeurt voor bijna de helft in de vorm van elektriciteit. Het gaat dan vooral om de elektriciteit uit windmolens, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en elektriciteit uit afvalverbrandingsinstallaties. Ook warmte uit hernieuwbare energiebronnen levert met 40 procent in 2012 een belangrijke bijdrage.

## 2.1.1 Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012**	2012**	
<b>Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie</b>								<b>% van</b>	<b>totaal</b>
								<b>hernieuw-</b>	<b>baar</b>
<i>Bron-techniekcombinatie</i>									
Waterkracht <sup>1)</sup>	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Windenergie <sup>1)</sup>	0,2	1,1	2,7	7,3	16,2	17,0	17,8	18,4	
op land	0,2	1,1	2,7	7,3	13,5	14,3	15,0	15,5	
op zee	-	-	-	-	2,8	2,7	2,8	2,9	
Zonne-energie	0,1	0,2	0,5	0,9	1,2	1,4	1,9	2,0	
zonnestroom	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,9	0,9	
zonnewarmte	0,1	0,2	0,4	0,8	1,0	1,0	1,1	1,1	
Bodemenergie	.	0,0	0,2	0,6	2,4	2,8	3,3	3,5	
Buitenluchtenergie	.	0,0	0,1	0,4	1,9	2,3	2,7	2,7	
Biomassa	20,3	22,3	25,6	42,0	64,2	69,4	70,7	73,0	
afvalverbrandingsinstallaties	3,7	3,9	7,7	8,1	11,3	13,9	15,0	15,5	
bij- en meestoken biomassa in centrales	-	0,0	0,8	13,1	12,9	12,4	11,2	11,6	
houtketels voor warmte bij bedrijven	1,7	2,1	2,1	2,1	2,8	2,8	2,9	3,0	
houtkachels bij huishoudens	12,2	11,9	9,5	11,1	12,3	12,5	12,7	13,1	
houtskool	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
overige biomassaverbranding	0,4	0,5	1,4	3,5	6,4	5,5	6,2	6,4	
stortgas	0,2	1,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,6	
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,4	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	
biogas, co-vergisting van mest <sup>2)</sup>				0,1	4,0	3,9	3,8	4,0	
overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	2,1	2,2	2,5	2,5	
biobrandstoffen voor het wegverkeer	-	-	-	0,1	9,6	13,4	13,6	14,1	
<i>Energievorm</i>									
Elektriciteit	2,9	5,2	10,3	26,8	42,2	43,2	44,8	46,3	
Warmte	18,0	18,9	19,0	24,7	34,6	36,7	38,3	39,6	
Vervoer	-	-	-	0,1	9,6	13,4	13,6	14,1	
Totaal eindverbruik hernieuwbare energie	20,9	24,1	29,4	51,6	86,4	93,4	96,8	100,0	
<b>Berekening aandeel hernieuwbaar energie</b>									
Totaal bruto energetisch eindverbruik <sup>3)</sup>	1 819	2 035	2 140	2 230	2 306	2 154	2 190		
								%	
Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik	1,1	1,2	1,4	2,3	3,7	4,3	4,4		

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Inclusief normalisatieprocedure uit de EU-Richtlijn hernieuwbare energie.

<sup>2)</sup> Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

<sup>3)</sup> Berekend volgens definities uit de EU-Richtlijn hernieuwbare energie.

## Methode

De methode voor het bepalen van het eindverbruik van hernieuwbare energie wordt per energiebron beschreven in de hoofdstukken 3 tot en met 9. Voor het totale bruto energetisch eindverbruik tot en met 2011 is gebruik gemaakt van de *SHARES*-applicatie (Eurostat, 2013). Deze applicatie berekent het bruto eindverbruik van energie op basis van de jaarvragenlijsten over energie die alle lidstaten jaarlijks invullen en opsturen aan Eurostat en IEA. Het nader voorlopige cijfer van de noemer voor 2012 is berekend uit het 2011-cijfer uit *SHARES* en de mutatie 2012-2011 van het energetisch eindverbruik uit de nationale energiebalans 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 voor hernieuwbare elektriciteit. Wel moeten lidstaten rapporteren over het gerealiseerde en geplande 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.

### 2.2.1 Bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland (mln kWh), met en zonder normalisatie voor wind en waterkracht volgens de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012**
<b>Wind</b>											
niet genormaliseerd, vv.	56	317	829	2 067	2 734	34 38	4 260	4 581	3 993	5 100	4 999
op land	56	317	829	2 067	2 666	3 108	3 664	3 846	3 315	4 298	4 210
op zee	-	-	-	-	68	330	596	735	679	802	789
genormaliseerd <sup>1)</sup> , vv.	56	314	744	2 033	2 540	3 166	3 925	4 481	4 503	4 725	4 944
op land	56	314	744	2 033	2 477	2 862	3 376	3 762	3 737	3 982	4 163
op zee	-	-	-	-	63	303	549	719	765	743	781
<b>Waterkracht</b>											
niet genormaliseerd	85	88	142	88	106	107	102	98	105	57	104
genormaliseerd <sup>1)</sup>	85	98	100	100	100	99	100	100	101	100	100
<b>Zonnestroom</b>	0	1	8	34	35	36	38	46	60	100	236
<b>Totaal biomassa</b>	670	1 017	2 021	5 280	5 191	4 019	5 149	6 129	7 058	7 083	7 163
afvalverbrandingsinstallaties	539	703	1 272	1 266	1 312	1 395	1 409	1 572	1 763	2 034	2 150
meestoken in elektriciteitscentrales	-	4	208	3 449	3 244	1 816	2 248	2 615	3 237	3 182	2 937
overige biomassaverbranding	34	36	234	253	256	279	741	1 009	1 015	806	1 012
stortgas <sup>3)</sup>	21	161	180	148	144	132	126	118	109	96	88
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	70	106	111	123	132	143	150	150	164	173	184
biogas, co-vergisting van mest <sup>2)</sup>				9	59	187	370	528	575	562	554
overig biogas <sup>3)</sup>	4	7	17	32	44	67	104	137	196	229	238
<b>Totaal hernieuwbaar</b>											
niet genormaliseerd	811	1 423	3 000	7 468	8 066	7 600	9 549	10 854	11 216	12 340	12 502
genormaliseerd <sup>1)</sup>	811	1 431	2 873	7 447	7 866	7 320	9 212	10 756	11 721	12 008	12 443
<b>Totaal bruto elektriciteitsverbruik</b>	81 098	92 320	108 546	118 715	120 295	122 773	124 053	118 394	120 915	122 055	119 189
<b>Aandeel hernieuwbaar in bruto elektriciteitsverbruik (%)</b>											
niet genormaliseerd	1,0	1,5	2,8	6,3	6,7	6,2	7,7	9,2	9,3	10,1	10,5
genormaliseerd <sup>1)</sup>	1,0	1,5	2,6	6,3	6,5	6,0	7,4	9,1	9,7	9,8	10,4

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Volgens procedure uit EU-richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2009.

<sup>2)</sup> Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

<sup>3)</sup> Inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit biogas dat na opwaardering tot aardgaskwaliteit is geïnjecteerd in aardgasnet.

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 9 en op StatLine.

## Ontwikkelingen

De bruto genormaliseerde binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit was in 2012 10,4 procent van het elektriciteitsverbruik. Dat is meer dan de 9,8 procent uit 2011. De stijging van het aandeel hernieuwbare elektriciteit is een gevolg van een toename van de productie van hernieuwbare elektriciteit met een kleine 4 procent en een daling van de totale elektriciteitsverbruik met 2,5 procent.

Biomassa is de belangrijkste bron van hernieuwbare elektriciteit. De productie van elektriciteit uit biomassa was in 2012 iets hoger dan in 2011. De productie van de afvalverbrandingsinstallaties steeg door uitbreiding van de capaciteit. De productie uit overige biomassaverbranding herstelde zich, nadat enkele grote installaties in 2011 veel stil lagen vanwege onderhoud. Het meestoken van biomassa daalde.

De omvang van het windmolenpark is weer wat gegroeid door nieuwe windmolens met SDE-subsidie. De groei is echter niet zo sterk als de periode 2002 tot en met 2009 toen er veel capaciteit met MEP-subsidie werd gerealiseerd.

De bijdrage van binnenlandse zonnestroom aan de Nederlandse stroomvoorziening is nog beperkt tot 0,2 procent. Opmerkelijk was wel dat de productie meer dan verdubbelde in 2012.

## Certificaten van Garanties van Oorsprong voor groene stroom

Via CertiQ kunnen binnenlandse en buitenlandse producenten van hernieuwbare elektriciteit certificaten van Garanties van Oorsprong 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. In het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* is afgesproken dat de import van groene stroom wordt gedefinieerd als de import van Garanties van Oorsprong.

De vraag naar groene stroom is in 2012 gestegen naar ruim 35 miljard kWh (CertiQ, 2013). Dat zijn de Garanties van Oorsprong die zijn afgeboekt voor levering van groene stroom. Dat is ongeveer 1,5 miljard kWh meer dan het jaar ervoor en komt overeen met 30 procent van het totale netto elektriciteitsverbruik.

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

	2002	2003	2004	2005 <sup>2)</sup>	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012**
	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	12 840
Import	8 149	9 713	10 462	9 799	9 110	12 271	18 924	16 938	15 987	25 534	32 774
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
Verlopen certificaten	6	1 831	297	228	1 227	832	426	844	653	408	666
Teruggetrokken certificaten <sup>1)</sup>	20	42	119								
Niet-verhandelbare certificaten <sup>3)</sup>	-	-	65	339	305	251	328	522	573	589	745
Export	-	-	3	26	186	233	1 476	309	417	3 293	3 817
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
Voorraad mutatie	6 819	-1 828	-2 173	1 125	1 023	1 039	4 165	78	-2 406	-1 107	5 444
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	12 816

Bron: CertiQ.

<sup>1)</sup> Vanaf 2005 is deze post verdisconteerd met de uitgegeven certificaten.

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

<sup>3)</sup> Dit zijn certificaten die zijn uitgegeven voor geproduceerde hernieuwbare elektriciteit die door de productieinstallatie zelf direct weer gebruikt is.

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

Internationaal is er waarschijnlijk nog steeds sprake van een overschot aan Garanties van Oorsprong voor groene stroom. Dit is te zien aan het nog steeds niet verwaarloosbare aantal verlopen certificaten en het feit dat groene stroom niet, of maar heel weinig, 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 Garanties van Oorsprong 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 Garanties van Oorsprong. Ten tweede zijn er installaties die wel hernieuwbare elektriciteit maken, maar die geen Garanties van Oorsprong aanvragen.

## 2.3 Hernieuwbare warmte

In tegenstelling tot hernieuwbare elektriciteit en hernieuwbare energie voor vervoer waren er, en zijn er, voor hernieuwbare warmte geen concrete beleidsdoelstellingen op nationaal of Europees niveau. 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 wisselende 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 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, 2011). In 2012 bleef het aandeel hernieuwbare warmte ongeveer constant op ruim 3 procent

### 2.3.1 Eindverbruik voor verwarming uit hernieuwbare energiebronnen

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012**
<b>TJ</b>											
Zonnewarmte	87	193	446	764	793	823	858	932	1001	1041	1081
Bodemenergie	0	33	157	622	835	1123	1555	1946	2460	2832	3346
Buitenluchtwarmte	.	18	91	418	613	875	1244	1586	1921	2312	2654
Biomassa, wv.	17880	18670	18338	22888	24936	26297	27517	29276	29243	30499	31259
afvalverbrandingsinstallaties	1806	1358	3126	3520	3868	3839	4066	5007	4992	6610	7246
meestoken in elektriciteitscentrales	-	1	15	693	552	821	789	939	1267	920	658
houtketels voor warmte bedrijven	1682	2103	2150	2068	2306	2552	2686	2792	2766	2778	2877
houtkachels huishoudens	12167	11891	9508	11103	11561	12056	12174	12232	12347	12503	12660
houtschool	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
overige biomassaverbranding	233	347	550	2572	3522	3723	3835	3725	2763	2579	2590
stortgas <sup>2)</sup>	134	628	462	360	330	333	356	305	269	264	225
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1143	1279	1362	1306	1262	1218	1262	1280	1259	1298	1285
biogas, co-vergisting van mest <sup>1)</sup>				24	135	441	973	1543	1907	1870	1851
overig biogas <sup>2)</sup>	446	792	897	971	1129	1044	1106	1184	1403	1405	1597
Totaal hernieuwbaar	17967	18914	19032	24692	27176	29117	31174	33740	34607	36684	38340
Totaal eindverbruik voor verwarming	1083632	1236853	1212131	1209563	1123369	1171128	1210207	1130601	1270463	1120974	1192489
Aandeel hernieuwbare warmte (%)	1,7	1,5	1,6	2,0	2,4	2,5	2,6	3,0	2,7	3,3	3,2

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

<sup>2)</sup> Inclusief indirect eindverbruik van warmte uit biogas dat na opwaardering is geïnjecteerd in aardgasnet.

van het eindverbruik van energie voor warmte. De relatieve toename van het verbruik van hernieuwbare warmte was ongeveer gelijk aan de relatieve toename van het totale warmteverbruik. De toename van het verbruik van hernieuwbare warmte was structureel en had te maken met uitbreiding van de capaciteit voor levering van warmte uit afvalverbrandingsinstallaties en warmte uit de bodem en buitenlucht. De toename van het totale warmteverbruik was incidenteel en had te maken met de koudere stookmaanden in 2012.

De belangrijkste bron voor hernieuwbare warmte zijn de houtkachels van huishoudens. De cijfers hierover bevatten overigens wel de nodige onzekerheid. De groei zit vooral bij energie uit de bodem en buitenlucht, die vaak benut wordt met behulp van warmtepompen, en bij de afvalverbrandingsinstallaties.

## 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. De scope is daarmee iets breder dan de oude *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie voor Wegvervoer* uit 2003, omdat nu ook elektriciteit en diesel voor ander binnenlands vervoer dan wegvervoer (schepen en treinen) meetellen. Het verbruik van diesel voor mobiele werktuigen (tractoren in de landbouw, werktuigen in de bouw) telt in nationale en internationale energiestatistieken niet als vervoer en valt daarom buiten de doelstelling voor vervoer. Voor de *Brandstofkwaliteitsrichtlijn* van de EU moeten de brandstoffen voor mobiele werktuigen overigens wel voldoen aan dezelfde CO<sub>2</sub>-prestatie-eis als de brandstoffen voor vervoer.

### Ontwikkelingen

Tabel 2.4.1 geeft de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer volgens de nieuwe *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009. De belangrijkste component van hernieuwbare energie voor vervoer bestaat uit biobrandstoffen. Ook elektriciteit voor vervoer anders dan wegvervoer (railvervoer) levert een substantiële bijdrage.

Het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer steeg van 4,6 procent in 2011 naar 5,1 procent in 2012. Deze stijging was voor de helft een gevolg van het toegenomen verbruik van dubbeltellende biobrandstoffen en voor de helft van een afgenomen totaal verbruik van benzine en diesel voor vervoer.

Het gebruik van biobrandstoffen is in Nederland in 2006 gestimuleerd door een korting op de accijns, vanaf 2007 door een verplichting. Oliebedrijven zijn verplicht om een, jaarlijks oplopend, gedeelte van de geleverde brandstoffen uit hernieuwbare energie te laten bestaan. 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	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012**
<b>Biobrandstoffen</b>									
op de markt gebracht (TJ)	A	101	1766	13031	12048	15606	9577	13438	13634
waarvan dubbeltellend (TJ)	B					3216	3574	6958	7950
op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	C=A+B	101	1766	13031	12048	18821	13151	20396	21583
<b>Hernieuwbare elektriciteit voor vervoer, exclusief wegvervoer</b>									
totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	D	5771	5774	5670	5785	5972	6203	6185	6502
gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) <sup>1)</sup>	E	14,3	14,3	14,8	15,3	15,9	16,7	18,8	19,7
verbruik hernieuwbare elektriciteit voor vervoer (TJ)	F=D×E/100	826	827	839	883	951	1037	1165	1281
<b>Hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer</b>									
totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	G	18	18	18	18	18	18	47	76
gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) <sup>1)</sup>	H	14,3	14,3	14,8	15,3	15,9	16,7	18,8	19,7
rekenfactor voor hernieuwbare elektriciteit in wegvervoer	I	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
verbruik hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer (TJ)	J=G×H/100×I	6	6	7	7	7	8	22	37
<b>Berekening aandeel hernieuwbaar vervoer uit EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie</b>									
totaal teller (TJ)	K=C+F+J	934	2599	13876	12938	19780	14196	21584	22902
noemer (verbruik benzine, diesel en elektriciteit voor vervoer) (PJ) <sup>2)</sup>	L	461	481	482	488	462	465	470	446
aandeel hernieuwbare energie voor vervoer (%)	M=K/1000/L*100	0,2	0,5	2,9	2,7	4,3	3,1	4,6	5,1

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> In overeenstemming met de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie gaat het hier om het aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het referentiejaar. De richtlijn geeft lidstaten de vrijheid om te kiezen voor het EU-gemiddelde (Eurostat, 2013c) of het nationale aandeel hernieuwbare elektriciteit. In de praktijk betekent dit een keuze voor het maximum van deze twee. Voor Nederland is dat het EU gemiddelde (EU-28).

<sup>2)</sup> 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.

## Methode

Veel biobrandstoffen worden gemaakt uit voedselgewassen zoals maïs of soja. Het gebruik van de voedselgewassen als biobrandstoffen kan de prijs van de voedselgewassen opdrijven. Daarnaast levert het gebruik van biobrandstoffen uit voedselgewassen vaak maar een beperkte besparing op in broeikasgasemissies ten opzichte van de fossiele referentie indien in de analyse de hele levenscyclus van de brandstoffen wordt meegenomen. Het gebruik van biobrandstoffen uit afvalstromen heeft minder of geen last van deze nadelen. Om het gebruik van biobrandstoffen uit afval te stimuleren tellen deze vanaf 2009 dubbel voor de bijmengplicht in Nederland en ook voor de vervoersdoelstelling uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009. Deze dubbeltelling geldt niet voor de algemene doelstelling uit de EU-richtlijn voor het aandeel hernieuwbaar in het totaal eindverbruik van energie.

De bijdrage van hernieuwbare elektriciteit voor vervoer wordt berekend uit het totale verbruik van elektriciteit voor vervoer vermenigvuldigd met het aandeel hernieuwbare elektriciteit. Voor dit aandeel hernieuwbare elektriciteit mogen de lidstaten kiezen tussen het nationale aandeel hernieuwbare elektriciteit of het EU-gemiddelde. Impliciet wordt daarmee gesuggereerd om het hoogste percentage te kiezen. Voor Nederland is dat het EU-gemiddelde. Om hernieuwbare elektriciteit voor het wegvervoer extra te stimuleren,

geldt een rekenfactor van 2,5. Het totale verbruik van elektriciteit voor wegvervoer is vooralsnog klein.

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 2011 was dat percentage 4,25 procent en in 2012 4,5 procent. De berekening voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer* (zoals toegepast door NEa (2012)) is niet precies hetzelfde als de berekening volgens de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* zoals in tabel 2.4.1. Daardoor verschillen de resulterende percentages: De rekenwijze verschillen op de volgende onderdelen:

- Carry-over: Oliebedrijven hebben de mogelijkheid om het ene jaar meer te doen en het andere jaar minder. 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*.
- 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 momenteel alleen de fysieke levering van biogas aan vervoer. Deze is nog verwaarloosbaar in Nederland.
- 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 ook om diesel voor mobiele werktuigen, zoals tractoren en werktuigen voor de bouw.

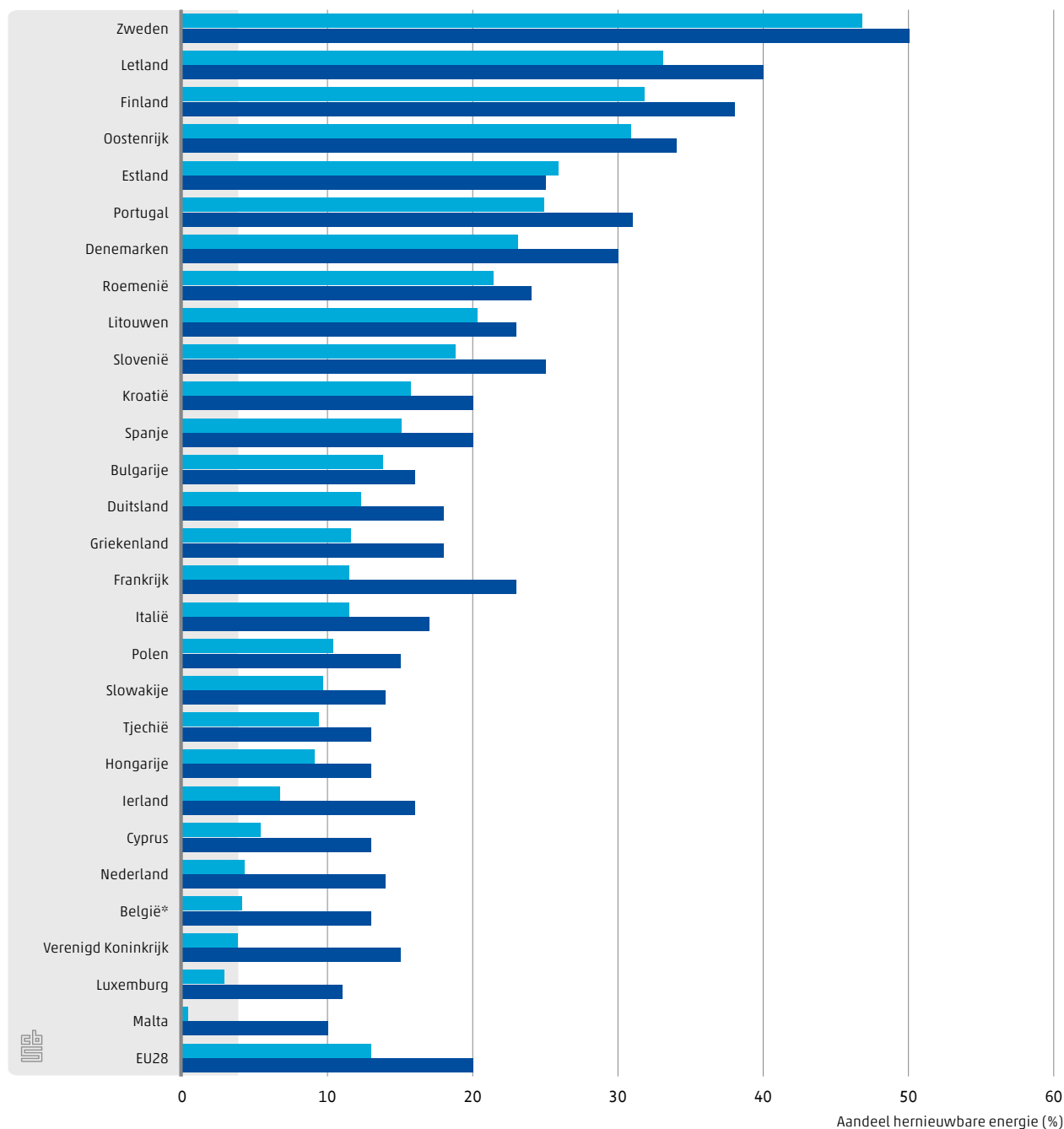
In paragraaf 9.12 staat meer informatie over het beleid, ontwikkelingen en de waarneemmethode voor biobrandstoffen voor vervoer.

## 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 vijfde plaats van onderen. Komt in Nederland ruim 4 procent van alle energie uit hernieuwbare bronnen, bij koploper Zweden is dit bijna 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, soms stadsverwarming. In veel andere landen ontbreken deze aansluitingen op het platteland. Voor ruimteverwarming is men dan aangewezen op olie, kolen, elektriciteit of hout. Qua prijs en gebruiksgemak is hout sneller aantrekkelijk wanneer het moet concurreren met aardgas. Daar komt bij dat in veel landen de hoeveelheid bos per inwoner veel groter is en er dus veel meer hout beschikbaar is.

## 2.5.1 Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik



■ 2011    ■ Doelstelling 2020  
 Bron: Eurostat (2013a).  
 \*Voorlopig cijfer.

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. Het stimuleren van deze vormen van hernieuwbare energie kost geld en in Nederland heeft de politiek dat er niet altijd voor over.

## 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:

- bruto-eindverbruikmethode
- substitutiemethode
- 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.

Tot slot vindt er een correctie plaats voor landen met een groot aandeel energieverbruik voor vliegverkeer. Voor Nederland resulteert deze correctie voor 2011 in een verlaging van het totale eindverbruik van energie met ongeveer 1 procent.

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 kabinet-Rutte-I heeft de nationale beleidsdoelstelling voor hernieuwbare energie losgelaten. Daarmee is het politieke belang van deze methode afgenomen. De methode blijft echter wel relevant, omdat ze inzicht geeft in het vermijden van fossiele energie en de vermeden emissie van CO<sub>2</sub>. Deze effecten zijn belangrijke motieven om het verbruik van hernieuwbare energie te bevorderen.

### 2.6.1 Referentierendementen en CO<sub>2</sub> emissiefactor voor elektriciteitsproductie

	Rendement		CO <sub>2</sub> -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie
	af-productie	bij gebruiker	
	%		kg/GJ primaire energie
1990	39,5	37,6	71,5
1995	39,5	37,6	71,1
2000	41,8	39,8	71,3
2005	42,1	40,2	68,9
2010	44,4	42,5	67,3
2011	45,4	43,6	67,5
2012**	45,4	43,6	67,5

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).

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](http://www.windenergie.nl) van de overheid laat onderzoek zien dat in Duitsland, met veel meer windenergie dan in Nederland, ongeveer 8 procent van de CO<sub>2</sub>-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.

Bij het referentierendement voor elektriciteit wordt een onderscheid gemaakt tussen een rendement 'af productie' en 'bij gebruiker'. Het rendement 'af productie' is van

toepassing op installaties voor de productie van hernieuwbare elektriciteit die niet bij een gebruiker van elektriciteit staan, zoals de meeste windmolens. Het referentierendement 'bij gebruiker' is van toepassing voor installaties die bij een gebruiker van elektriciteit staan, zoals bijvoorbeeld veel zonnepanelen. Het verschil tussen beide rendementen is het transportverlies.

## Primaire-energiemethode

De primaire-energiemethode wordt gebruikt in internationale energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Eurostat. Net als 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 zijn een paar verschillen tussen 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 niet meer 'aanwezig'. 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. Daardoor is het bijmengen niet gelijk aan de leveringen op de markt.

Een tweede verschil is dat het CBS afgefakkeld biogas meeneemt, terwijl het IEA en Eurostat afgefakkeld biogas uitsluiten. Een derde verschil is dat het CBS houtskool niet meeneemt.

Ten slotte is er een verschil voor het houtverbruik bij huishoudens. Dit komt voort uit de revisie voor dit cijfer in 2010 (Segers, 2010a) voor de statistiek hernieuwbare energie. Deze revisie is overgenomen in de rapportages van CBS aan IEA en Eurostat, maar nog niet in de nationale Energiebalans.

## 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 zijn nagenoeg gelijk, maar 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

## 2.6.2 Vergelijking tussen verschillende methodes voor de berekening van aandeel hernieuwbare energie in Nederland, 2012\*\*

	Bruto eind- verbruik (volgens EU-richtlijn hernieuwbare energie)	Vermeden verbruik fossiele primaire energie (substitutie- methode)	Verbruik primaire energie (IEA, Eurostat)	Verbruik primaire energie (CBS-Energie- balans)
<b>Verbruik hernieuwbare energie (TJ)</b>				
<i>Naar Bron/techniek</i>				
Waterkracht	361	796	374	374
Windenergie	17 797	39 147	17 996	17 996
Zonnestroom	851	1 951	851	851
Zonnewarmte	1 081	1 044	1 081	1 081
Bodemenergie, diep	495	493	495	495
Bodemwamte, ondiep	2 851	1 926		
Bodemkoude, ondiep		945		
Buitenluchtwarmte	2 654	1 291		
Warmte uit net gemolken melk		412		
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	14 984	21 849	39 164	39 164
Meestoken biomassa in centrales	11 231	26 049	26 049	26 049
Houtketels voor warmte bij bedrijven	2 877	2 717	2 877	2 877
Houtkachels huishoudens	12 660	7 896	12 660	9 316
Houtskool verbruik	270		270	
Overige biomassaverbranding	6 234	9 637	13 985	13 985
Stortgas	542	917	1 230	1 596
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 948	1 687	2 222	2 388
Biogas, co-vergisting van mest	3 845	4 523	5 539	5 539
Overig biogas	2 454	2 947	3 449	3 449
Biobrandstoffen voor het wegverkeer	13 634	13 634	13 634	11 780
<i>Naar energievorm</i>				
Elektriciteit	44 796	95 814		
Warmte	38 340	30 412		
Vervoer	13 634	13 634		
Totaal hernieuwbaar	96 769	139 860	141 873	136 938
<b>Berekening aandeel hernieuwbaar in energieverbruik</b>				
Totaal primair energieverbruik (PJ)		3 270	3 281	3 281
Totaal energetisch eindverbruik van energie (PJ)	2 190			
Aandeel hernieuwbaar (%)	4,42	4,28	4,32	4,17

Bron: CBS.

nodig zou hebben om dezelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren. Dat is twee á tweeënhalfmaal zoveel. Daar staat tegenover dat in de substitutiemethode het houtverbruik bij huishoudens veel minder zwaar meetelt, 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 CO<sub>2</sub>; belangrijke redenen voor het stimuleren van hernieuwbare energie (CBS, 2010, Segers, 2008).

## 2.7 Werkgelegenheid en toegevoegde waarde

De belangrijkste 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 en het CBS de opdracht geeft voor het in kaart brengen van de werkgelegenheid, omzet, toegevoegde waarde, R&D en export van bedrijven die zich bezig houden met hernieuwbare energie.

Begin juni 2012 heeft het CBS de tweede versie gepubliceerd van de *Economische Radar van de Duurzame Energiesector* (CBS, 2012). De duurzame-energiesector in deze *Radar* betreft niet alleen hernieuwbare energie (zoals wind en biomassa), maar ook energiebesparing en nieuwe gerelateerde ontwikkelingen als smart grids, elektrisch rijden en CO<sub>2</sub>-opslag. Binnen de *Radar* maakt het CBS uitsplitsingen naar techniek. Hieronder worden alleen resultaten gepresenteerd die betrekking hebben op hernieuwbare energietechnieken. De *Radar* richt zich zowel op de exploitatiefase (bedrijven die windmolens kopen) als ook op waardeketens die voorafgaan aan de exploitatiefase (bijvoorbeeld bedrijven die windmolens maken of handel in biomassa).

### Ontwikkelingen

Tabel 2.7.1 geeft een overzicht van de resultaten voor de werkgelegenheid en toegevoegde waarde voor hernieuwbare energie.

#### 2.7.1 Werkgelegenheid en toegevoegde waarde in de hernieuwbare energiesector in 2009

	Werkgelegenheid	Toegevoegde waarde
	voltijdsequivalenten	miljoen euro
Water	100	.
Wind	2 100	300
Zon	2 200	140
Bodemenergie en buitenluchtwarmte	2 200	.
Biomassa voor elektriciteit en warmte	2 400	390
Biomassa voor vervoer	1 200	100
Totaal	10 200	1 120

Bron: CBS.

De totale werkgelegenheid voor de productie en exploitatie van hernieuwbare energiesystemen bedraagt ongeveer 10 duizend voltijdbanen. De toegevoegde waarde is ruim een miljard euro. Met uitzondering van water, is de werkgelegenheid gelijkmatig verdeeld over de verschillende energiebronnen. De toegevoegde waarde wordt vooral gecreëerd met windenergie en biomassa voor elektriciteit en warmte.

De bijdrage van de totale duurzame energiesector (inclusief energiebesparing) aan de werkgelegenheid in Nederland was 0,25 procent in 2009. Het aandeel in het bruto



binnenlands product (bbp) was 0,31 procent. Voor de hernieuwbare energiesector was het percentage voor de werkgelegenheid 0,15 procent en voor de toegevoegde waarde 0,2 procent.

## Methode

Bovenstaande cijfers zijn gebaseerd op de tabellen 3.2 en 3.4 uit de *Economische Radar van de Duurzame Energiesector* (CBS, 2012). Daarbij zijn alleen die productprofielen meegenomen die vallen binnen de statistiek hernieuwbare energie. De scope van de *Radar* is breder en beschrijft ook energiebesparing en nieuwe technologieën zoals elektrisch vervoer en CO<sub>2</sub>-opslag. In juni 2013 is een nieuwe versie van de *Radar* verschenen met gegevens over 2010 (CBS, 2013). Deze bevat echter nog geen uitsplitsingen naar techniek. Dat komt later dit jaar samen met cijfers over 2011.

De statistieken in de *Radar* zijn gebaseerd op de combinatie van reeds beschikbare gegevens over relevante bedrijven (CBS, 2012). Lastig is dat veel relevante bedrijven niet alleen actief zijn binnen de hernieuwbare-energiesector, maar ook andere activiteiten ontplooiën. Voor deze bedrijven is geschat, op basis van expertkennis binnen en buiten het CBS, welk deel van de activiteiten toegeschreven kan worden aan hernieuwbare energie. Deze schatting brengt een onnauwkeurigheid met zich mee. Het CBS-onderzoek voor de *Radar* bevindt zich nog in de groeifase.

## 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 meest ingrijpende overheidsmaatregel tot op heden 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. En 2011 is pas het eerste jaar dat de SDE heeft geleid tot een substantiële uitbreiding van het windmolenpark.

## Ontwikkelingen

In 2011 en 2012 is zo'n 700 miljoen euro subsidie uitgekeerd, vooral voor biomassa en windprojecten. Het leeuwendeel van deze uitgaven had 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 over welke periode het recht op subsidie is opgebouwd. 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, al is het beeld uit tabel 2.8.1 nog wel vertekend, omdat op de peildatum van het onderliggende databestand van Agentschap NL nog niet alle productiegegevens voor 2012 waren verwerkt. Vooral bij zonnepanelen en biomassa komt een substantieel deel van de data later beschikbaar.

## 2.8.1 MEP en SDE subsidie

	Gesubsidieerde productie		Totale bruto productie <sup>3)</sup>		Subsidie op transactiebasis		Subsidie op kasbasis	
	2011	2012 <sup>1)</sup>	2011	2012 <sup>**</sup>	2011	2012 <sup>1)</sup>	2011	2012
	mln kWh				mln euro			
<b>Elektriciteit</b>								
biomassa	5 508	5 298	7 083	7 163	357	360	371	344
waterkracht	42	75	57	104	4	7	4	7
windenergie	4 765	4 499	5 100	4 999	380	358	326	324
zonnestroom	32	32	100	236	9	9	7	12
	<b>TJ</b>							
<b>Warmte</b>								
biomassa	-	-	.	.	-	-	-	1
bodemenergie	-	-	.	.	-	-	-	0
	mln m <sup>3</sup>							
<b>Gas</b>								
biomassa	5	22	17	30	2	7	4	6
<b>Gas en elektriciteit totaal</b>								
MEP					705	647	659	620
SDE					47	95	54	74
totaal					752	742	713	694

Bron: CBS op basis gegevens van Agentschap NL.

<sup>1)</sup> Gegevens voor 2012 zijn gebaseerd op basis van de beschikbaarheid van gegevens bij AgentschapNL op 1 maart 2013. Vooral bij biomassa en zonnestroom komt een gedeelte van de productiegegevens later beschikbaar. Daardoor wordt de gesubsidieerde productie en de subsidie op transactiebasis vermoedelijk later nog naar boven bijgesteld.

<sup>2)</sup> Warmtekrachtkoppeling: gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte.

<sup>3)</sup> 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 MEP en SDE subsidie per sector op kasbasis 2012\*\*

	Biomassa	Wind	Zon	Waterkracht	Totaal
	mln euro				
Landbouw, bosbouw & visserij	68	45	3	-	115
Delfstoffenwinning, industrie en bouw	11	4	1	-	16
Elektriciteitsproductiebedrijven	223	261	1	7	492
Afvalbedrijven	48	0	1	-	50
Dienstverlening	1	14	3	-	17
Huishoudens	-	-	4	-	4
Totaal	351	324	12	7	694

Bron: CBS.

Elektriciteitsproductie zonder subsidie betreft onder andere (1) windmolens waarvan de subsidieduur (maximaal tien jaar voor de MEP) verstreken is, (2) al lang bestaande (delen van) afvalverbrandingsinstallaties en (3) zonnepanelen die via vrijstelling van de hoge energiebelasting voor kleinverbruikers op een andere manier steun krijgen.

De meeste subsidie gaat naar de elektriciteitsproductiebedrijven. Dit zijn niet alleen traditionele elektriciteitsproductiebedrijven die veel elektriciteit maken

uit aardgas en steenkool, maar ook veel kleinere elektriciteitsproductiebedrijven die speciaal zijn opgericht voor de exploitatie van een project. Deze kleinere elektriciteitsproductiebedrijven zijn vaak eigendom van een of meerdere andere bedrijven zoals investeringsmaatschappijen, landbouwbedrijven, traditionele energiebedrijven, afvalbedrijven of particulieren. Het CBS heeft momenteel geen gegevens om (binnen een redelijke termijn) de achterliggende eigendomsverhoudingen van deze kleinere elektriciteitsproductiebedrijven te achterhalen.

## Methode

Gegevens uit tabel 2.8.1 zijn afgeleid uit een bestand met subsidiegegevens per project dat het CBS heeft ontvangen van Agentschap NL. De bedragen op kasbasis komen overeen met gegevens uit het jaarbericht van Agentschap NL (2013a). De uitsplitsing naar sector is gebaseerd op een deels automatische en deels handmatige indeling van de projecten naar sector op basis van de naam van eigenaar van de aansluiting, gegevens uit de Landbouwtelling en koppeling van nummers van de Kamer van Koophandel (KvK) uit bestanden van CertiQ aan het algemene bedrijvenregister van het CBS (ABR). De indeling naar sector vergt relatief veel tijd en heeft geen prioriteit in de Statistiek hernieuwbare energie. De indeling naar sector is daardoor niet volledig consistent met het ABR.

Afgelopen jaren is van een steeds groter aantal projecten het KvK-nummer bekend. Ook is de opname van Landbouwbedrijven in het ABR verbeterd. Daardoor is het wellicht mogelijk om, met een aanvaardbare extra inspanning, op projectniveau een betere aansluiting te maken met het ABR. Het CBS zal dit de komende tijd onderzoeken. Een gevolg van dit onderzoek kan zijn dat de uitsplitsing naar sector wordt bijgesteld.

## Overige regelingen

Een andere landelijke regeling voor ondersteuning van de productie van hernieuwbare energie is de *Energie-investeringsaftrekregeling* (EIA). Via deze regeling kunnen bedrijven een gedeelte van het investeringsbedrag aftrekken van de winstbelasting. In 2011 is voor 638 miljoen euro aan investeringen in hernieuwbare energie gemeld. Agentschap NL schat, dat 80 procent daarvan wordt goedgekeurd. Het fiscale voordeel komt gemiddeld neer op 10 procent van het goedgekeurde bedrag (Agentschap NL, 2012a). Dat betekent dat de EIA hernieuwbare energie in 2011 met 51 miljoen euro ondersteunt.

Hernieuwbare energie wordt ook ondersteund via *'Groen Beleggen'*. Dat houdt in dat particulieren die hun geld beleggen in groene projecten per jaar 2,5 procent belastingvoordeel krijgen. In totaal was het fiscale voordeel van groen beleggen in 2010 162 miljoen euro (CBS, 2012c). Ongeveer een kwart van het met Groen Beleggen ondersteund projectvermogen was gerelateerd aan hernieuwbare energie (Agentschap NL, 2012d). Dat komt meer op een fiscaal voordeel van ongeveer 40 miljoen euro per jaar. Het fiscale voordeel voor groen beleggen is verlaagd naar 1,9 procent per 1 januari 2012. Dit fiscale voordeel wordt uiteindelijk verdeeld over de geldschieter, de intermediair en de investeerder in een hernieuwbare energieproject die een wat lagere rente betaald.

Voor zonnestroom bij huishoudens was er in 2012 een speciale regeling, *Subsidieregeling Zonnepanelen Particulieren*, waarbij huishoudens 15 procent van de aanschafkosten van

zonnepanelen vergoed kregen tot een maximum van 650 euro. Het totale budget van deze regeling was 22 miljoen euro en is bijna volledig besteed.

Producenten van hernieuwbare elektriciteit hebben naast een eventuele subsidie nog een ander belangrijk voordeel als hun installatie achter een aansluiting zit met een laag verbruik. Deze producenten mogen de geproduceerde hernieuwbare elektriciteit namelijk salderen met de verbruikte elektriciteit, wat een besparing oplevert van de energiebelasting en BTW op de verbruikte elektriciteit. Een producent van hernieuwbare elektriciteit die valt onder het hoge tarief van de energiebelasting (elektriciteitsverbruik minder dan 10 000 kWh) bespaarde daarbij in 2012 ongeveer 15 eurocent per kWh aan belasting. Vooral veel zonnestroom wordt geproduceerd achter aansluitingen met een laag verbruik.

De totale productie aan zonnestroom was ruim 236 miljoen kWh in 2012. Om het totale fiscale salderingvoordeel te berekenen is het nodig om te weten welk deel daarvan geproduceerd is bij een aansluiting met een laag verbruik. Het is niet goed bekend hoe de zonnestroominstallaties verdeeld zijn over de diverse klassen van elektriciteitsverbruik. Om toch een idee te krijgen van het totale fiscale voordeel voor zonnestroomproducenten heeft het CBS uit data van de EIA en CertiQ afgeleid dat 25 procent van de zonnestroominstallaties groter is dan 10 kW. De overige 75 procent is dus kleiner. De gemiddelde systeemgrootte uit de *Subsidieregeling Zonnepanelen Particulieren* gelijk aan 3 kW. Als 75 procent van de zonnestroomproductie valt onder het gunstigste fiscale salderingtarief leverde dat voor alle zonnestroomproducenten samen in 2012 een voordeel op van 27 miljoen euro.

De bijmengplicht van biobrandstoffen leidt tot hogere prijzen aan de pomp, aangezien biobrandstoffen duurder zijn dan fossiele brandstoffen. Om een indicatie te krijgen welk deel van de brandstofprijs kan worden toegerekend aan de bijmengplicht, zou gebruik gemaakt kunnen worden van de prijs van *biotickets*. Deze tickets gebruiken de leveranciers om de verplichting onderling te verhandelen. Het CBS heeft zelf echter geen informatie over de prijs van *biotickets*.

Verder zijn er nog diverse landelijke regelingen die niet direct gekoppeld zijn aan de productie van hernieuwbare energie in Nederland, maar zijn gericht op onderzoek, *pilotprojecten*, internationale samenwerking of kennisoverdracht. Ook zijn er diverse provincies en gemeenten die hernieuwbare energieprojecten steunen. Het CBS heeft daarover geen nadere informatie.

**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 (meer dan 90 procent van het vermogen). Sinds 1990 zijn er geen grote waterkrachtcentrales bijgekomen. Van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie komt 0,4 procent voor rekening van waterkracht.

## Ontwikkelingen

De elektriciteitsproductie is in 2012, na de sterke terugval in het droge 2011, terug op 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.

### 3.1 Waterkracht

	Aantal systemen $\geq 0,1$ MW	Opgesteld elektrisch vermogen	Elektriciteitsproductie		Bruto eindverbruik Effect		
			niet genormaliseerd	genormaliseerd	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>	Effect
1990	5	37	85	85	306	775	55
1995	5	37	88	98	353	895	64
2000	6	37	142	100	362	865	62
2005	6	37	88	100	361	857	59
2010	7	37	105	101	364	820	55
2011	7	37	57	100	358	790	53
2012**	7	37	104	100	361	796	54

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 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. Op zee staan ook molens. Daar waait het nog harder en is er minder discussie over horizonvervuiling. Wel zijn windmolens op zee fors duurder dan op land. De bijdrage van windenergie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland was een kleine 20 procent in 2012.**

## Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen voor windenergie is in 2012 opnieuw licht gegroeid. De elektriciteitsproductie daarentegen daalde omdat het minder hard waaide. Om de effecten van het fluctuerende windaanbod op de cijfers te reduceren wordt voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* de elektriciteitsproductie genormaliseerd over een periode van vijf jaar. Het bruto eindverbruik van windenergie is volgens deze richtlijn gedefinieerd als de genormaliseerde productie.

Financiële ondersteuning van de overheid is onmisbaar voor het rendabel exploiteren van een windmolen. In augustus 2006 heeft de minister van Economische Zaken de destijds belangrijkste subsidieregeling, de Regeling Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP), gesloten vanwege de grote populariteit en daaruit voortvloeiende financiële verplichtingen. Bestaande projecten en projecten die al waren ingediend kunnen blijven rekenen op ondersteuning. Windmolenprojecten hebben een lange doorlooptijd. Als gevolg daarvan 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 2012 zijn ondersteund met de SDE. Per peildatum 1 maart 2013 stond er ongeveer 290 megawatt aan windmolens met SDE-subsidie (Agentschap NL, 2013a). Er zijn nog veel meer SDE-subsidieaanvragen ingediend en toegekend voor nieuwe windmolens. Op basis van de toegekende subsidies zou nog 1 500 megawatt aan windmolens neergezet kunnen worden (Agentschap NL, 2013a), waarvan 700 megawatt op zee. Het is nog niet duidelijk of al deze nieuwe windmolens gebouwd gaan worden.

Voor de bestaande windmolens is de MEP nog steeds heel belangrijk. Op 1 maart 2013 stond er nog 1 550 megawatt aan windmolens met een MEP-subsidie. MEP en SDE samen zijn goed voor 1 850 megawatt gerealiseerd windvermogen op 1 maart 2013. Het totale windvermogen eind 2013 was ruim 2 400 megawatt. Dat betekent dat er inmiddels zo'n 500 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 onderhoudskosten te betalen.

In 2006 is het eerste windpark op zee in gebruik genomen, in 2008 het tweede. Samen zijn deze twee parken nu goed voor ongeveer een tiende van het windvermogen en een zesde 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. Per saldo is wind op zee duurder dan wind op land (Lensink et al., 2012).

## 4.1 Hernieuwbare energie uit wind

	Aantal windmolens			Vermogen			Elektriciteitsproductie		Effect	
	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>	niet genormaliseerd	genormaliseerd <sup>2)</sup>	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
				MW	mln kWh			TJ	kton	
<b>Totaal</b>										
1990	70	.	323	15	.	50	56	56	510	36
1995	336	52	1 008	109	12	250	317	314	2 865	204
2000	47	9	1 291	38	1	447	829	744	6 411	457
2005	125	69	1 710	166	17	1 224	2 067	2 034	17 387	1 198
2010	28	27	1 973	30	15	2 237	3 993	4 503	36 508	2 457
2011	47	42	1 978	98	20	2 316	5 100	4 725	37 633	2 540
2012**	65	59	1 984	161	43	2 434	4 999	4 944	39 147	2 642
<b>Op land</b>										
2010	28	27	1 877	30	15	2 009	3 315	3 737	30 303	2 039
2011	47	42	1 882	98	20	2 088	4 298	3 982	31 718	2 141
2012**	65	59	1 888	161	43	2 206	4 210	4 163	33 120	2 236
<b>Op zee</b>										
2010	-	-	96	-	-	228	679	765	6 205	418
2011	-	-	96	-	-	228	802	743	5 915	399
2012**	-	-	96	-	-	228	789	781	6 027	407

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Aan einde verslagjaar.

<sup>2)</sup> Volgens de methode uit de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie.

De elektriciteitsproductie van windmolens is in sterke mate afhankelijk van het windaanbod, dat behoorlijk fluctueert. Doorgaans is er in de zomer minder wind dan in de winter. Ook op jaarbasis kunnen er behoorlijke verschillen zijn. Een maat voor het windaanbod is de zogenoemde Windex. Een Windex van 100 correspondeert met een gemiddeld windjaar. In 2012 was de Windex 89. Daarmee was 2012 een minder dan normaal windjaar, na een extreem slecht 2010 met een Windex van slechts 77 en een min of meer normaal windjaar 2011 met een Windex van 96.

De ontwikkeling van de elektriciteitsproductie uit windenergie per eenheid capaciteit vertoont een sterke samenhang met de Windex. Het maakt daarbij niet uit of de capaciteit wordt uitgedrukt in het vermogen of het rotoroppervlak. Gedurende de laatste vijf jaar ligt de ontwikkeling van de elektriciteitsproductie van de windmolens per eenheid capaciteit iets boven de ontwikkeling van het windaanbod. Dat betekent dat de technische prestaties van de windmolens langzaam toenemen. Daarvoor zijn in ieder geval twee redenen. Ten eerste worden de molens steeds hoger, waardoor ze meer wind vangen. Ten tweede worden minder presterende windparken relatief snel vervangen. Daarnaast zou ook een gemiddeld relatief hoog windaanbod op de nieuwe locaties een rol kunnen spelen.

Het valt op dat de invloed van de ashoogte op de elektriciteitsproductie per eenheid rotoroppervlak groter is dan de invloed van de ashoogte op de elektriciteitsproductie per eenheid vermogen (productiefactor). De reden daarvoor is dat op hogere molens meer vermogen wordt geïnstalleerd per eenheid rotoroppervlak.

De meeste windmolens staan in de kuststreek. Dat is niet verwonderlijk, gezien het grotere

## 4.2 Hernieuwbare energie uit wind, elektriciteitsproductie per capaciteit en Windex

	Elektriciteits- productie	Windex (WSH/CBS)	Productiefactor <sup>1)</sup>	Vollasturen <sup>2)</sup>	Elektriciteits- productie per rotoroppervlak <sup>3)</sup>
	mln kWh		%	uren	kWh per m <sup>2</sup>
<b>Totaal</b>					
2002	947	.	20	1 771	733
2003	1 320	.	19	1 639	685
2004	1 871	.	22	1 893	802
2005	2 067	.	20	1 788	763
2006	2 734	.	23	1 972	851
2007	3 438	.	24	2 113	926
2008	4 260	.	24	2 139	936
2009	4 581	.	23	2 051	909
2010	3 993	.	21	1 797	797
2011	5 100	.	26	2 244	998
2012**	4 999	.	24	2 113	948
<b>Op land</b>					
2002	947	101	20	1 771	733
2003	1 320	84	19	1 639	685
2004	1 871	98	22	1 893	802
2005	2 067	92	20	1 788	763
2006	2 666	98	22	1 964	845
2007	3 108	105	23	2 051	892
2008	3 664	104	24	2 078	912
2009	3 846	90	22	1 920	853
2010	3 315	77	19	1 666	740
2011	4 298	96	24	2 104	939
2012**	4 210	89	23	1 972	887
<b>Op zee</b>					
2006	68	.	29	2 507	1 182
2007	330	.	35	3 051	1 440
2008	596	.	30	2 612	1 124
2009	735	.	37	3 226	1 386
2010	679	.	34	2 980	1 280
2011	802	.	40	3 515	1 512
2012**	789	.	39	3 454	1 488

Bron: CBS en WSH.

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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.

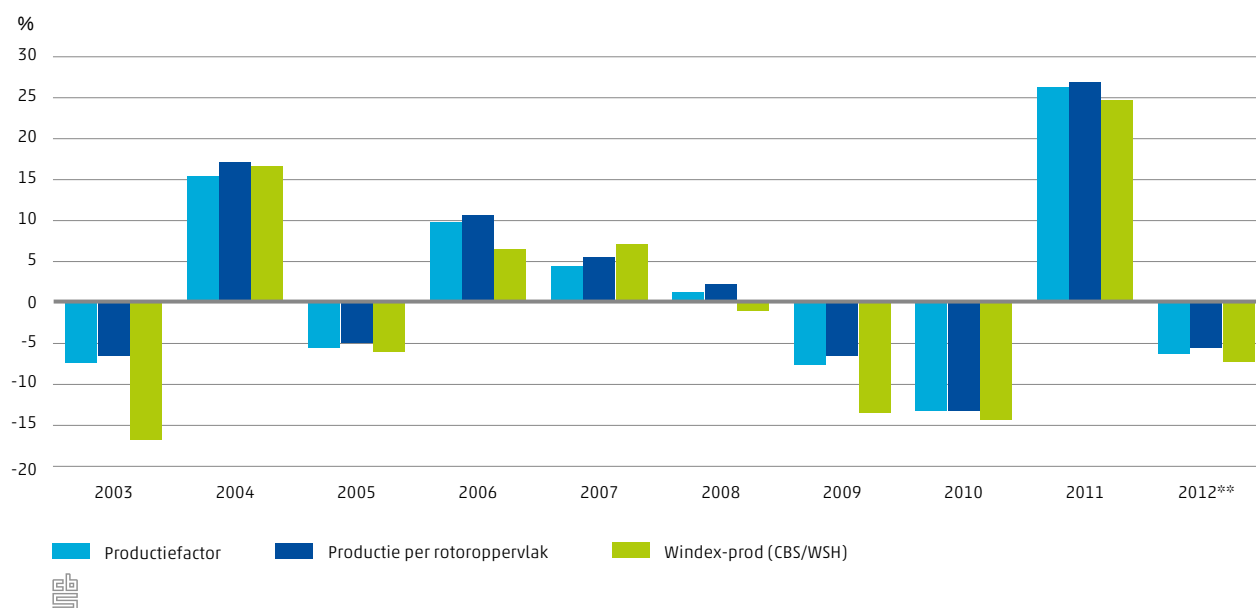
<sup>3)</sup> Berekend als het gemiddelde van de maandelijkse elektriciteitsproductie per rotoroppervlak aan het einde van de maand. Daarbij is gewogen met het aantal dagen per maand en de rotoroppervlak aan het einde van de maand.

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 (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

### 4.3 Windenergie op land, jaarlijkse verandering van de productiefactor, productie per rotoroppervlak en Windex (WSH/CBS)



### 4.4 Windenergie op land naar ashoogte

	Aantal turbines <sup>1)</sup>	Vermogen <sup>1)</sup>	Rotoroppervlak <sup>1)</sup>	Elektriciteitsproductie	Productiefactor <sup>2)</sup>	Productie per rotoroppervlak <sup>2)</sup>
		MW	1 000 m <sup>2</sup>	mln kWh	%	kWh per m <sup>2</sup>
<b>2011</b>						
tot en met 30 m	172	36	73	56	17	705
31-50 m	685	337	839	688	23	821
51-70 m	646	812	1 849	1 567	22	853
71 m en meer	379	903	1 898	1 988	26	1 089
Totaal	1 882	2 088	4 660	4 298	24	939
<b>2012**</b>						
tot en met 30 m	165	34	71	46	15	648
31-50 m	657	330	818	633	22	772
51-70 m	649	822	1 862	1 495	21	806
71 m en meer	417	1 019	2 161	2 035	24	1 019
Totaal	1 888	2 206	4 912	4 210	22	887

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Aan einde verslagjaar.

<sup>2)</sup> 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.

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 Agentschap NL registreert in het kader van het beoordelen van aanvragen voor de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA).

## 4.5 Windenergie naar provincie

	2011				2012**			
	aantal turbines <sup>1)</sup>	vermogen <sup>1)</sup>	elektriciteits-productie	productie-factor	aantal turbines <sup>1)</sup>	vermogen <sup>1)</sup>	elektriciteits-productie	productie-factor
		MW	mIn kWh	%		MW	mIn kWh	%
Groningen	205	363	870	27	209	377	832	26
Friesland	328	160	374	27	326	164	359	25
Flevoland	578	612	1 069	20	585	646	1 022	19
Noord-Holland	319	326	685	25	329	347	697	23
Zuid-Holland	155	263	549	25	149	250	511	23
Zeeland	199	223	488	25	175	241	500	24
Noord-Brabant	65	82	149	23	65	82	152	21
Overige provincies	33	60	114	22	50	100	136	21
Totaal op land	1 882	2 088	4 298	24	1 888	2 206	4 210	22

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Aan einde verslagjaar.

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.

De onzekerheid in de CBS-cijfers over de elektriciteitsproductie uit windenergie in 2012 wordt geschat op 2 procent.

De Windex is berekend op basis van de productiegegevens van de windmolens. Het komt erop neer dat de windmolens zelf als windmeter worden beschouwd. Windmolens met een duidelijk afwijkende productie ten opzichte van een regiogemiddelde worden niet meegenomen. Bij het op deze wijze berekenen van de Windex is de impliciete aanname dat slijtage, veranderingen in het windaanbod door veranderingen in het landgebruik en het aantal niet uitgefilterde storingen geen significante effecten hebben. De methode voor het maken van de Windex wordt uitgebreid beschreven in Segers (2009). Windexen tot en met 2007 zijn afkomstig van WSH en ook vanaf 1996 gebaseerd op productiegegevens van windmolens.

Een alternatieve methode voor het berekenen van de Windex is het gebruik van windmetingen. Probleem daarbij is dat wind niet standaard gemeten wordt op de hoogte van de windmolens, maar veel dichterbij de grond. Via modelberekeningen is het mogelijk om een vertaalslag te maken van de standaardwindmetingen dichtbij de grond naar de ashoogte van de windmolens. Deze modelberekening is echter niet heel nauwkeurig. In 2012 heeft het KNMI een dergelijke Windex gepubliceerd (Bakker et al., 2012). De jaar-op-jaarmutaties van beide Windexen komen redelijk goed overeen. Echter, op lange termijn gezien lijkt de CBS-Windex (Windex-prod in figuur 4.3) systematisch lager uit te komen. CBS heeft contact gehad met het KNMI over de verschillen. KNMI voert momenteel extra onderzoek uit naar de Windex op basis van windmetingen. Dit extra onderzoek omvat inzicht in de betrouwbaarheid van de modelberekeningen en het betrekken van windmetingen van de meetmast in Cabauw. Zodra dit extra onderzoek is afgerond zal het CBS beoordelen wat de gevolgen zijn voor de eigen Windex-berekeningen.

**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 klein, ongeveer 2 procent.

### 5.0.1 Zonne-energie

	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ		kton
1990	88	76	4
1995	197	177	10
2000	474	489	28
2005	887	1053	63
2010	1217	1479	89
2011	1402	1842	113
2012**	1932	2995	190

Bron: CBS.

## 5.1 Zonnestroom

### Ontwikkelingen

Het bijgeplaatst vermogen en de elektriciteitsproductie van zonnestroom zijn het afgelopen jaar explosief toegenomen. Er werd 195 megawatt bijgeplaatst. Dat is ruim drie keer zoveel als het jaar daarvoor. Het totale opgestelde vermogen komt daarmee op 340 megawatt. De bijdrage van zonnestroom aan het eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland is ongeveer 1 procent.

De belangrijkste oorzaak van de sterke stijging van het bijgeplaatste vermogen is de daling van de prijs van zonnestroomsystemen op de wereldmarkt. Nederlandse subsidieregelingen voor zonnestroom zijn altijd beperkt geweest (geen of slechts kortdurend een open einde karakter). Door de sterke daling van de prijs van systemen kan nu, ondanks deze beperking, een veel grotere hoeveelheid zonnestroom gestimuleerd worden.

De daling van de prijs hangt samen met de schaalvoordelen door vergroting van de productie op wereldschaal. Daarnaast worden zonnepanelen nu niet meer alleen in westerse landen gemaakt, maar ook in landen met lagere loonkosten, zoals China. Tot slot is er inmiddels veel meer productiecapaciteit in de wereld dan vraag naar panelen. Europese en Amerikaanse fabrikanten van zonnepanelen beschuldigen de Chinezen van dumping: het verkopen van panelen ver beneden de kostprijs. Als reactie op deze klachten hebben de Verenigde Staten (najaar 2012) (Observ'ER, 2013) en de Europese Unie (juni 2013) (Europese Commissie, 2013) een importheffing opgelegd aan panelen uit China. De EU en China zijn vervolgens gaan onderhandelen en eind juli werd duidelijk dat ze een minimum prijs hebben afgesproken voor panelen uit China.



De belangrijkste landelijke subsidieregeling voor zonnestroom is momenteel de Subsidieregeling Zonnepanelen. Deze regeling komt voort uit het zogenoemde Lenteakkoord uit 2012 waarin VVD, CDA, D66, GroenLinks en ChristenUnie afspraken hebben gemaakt over de invulling van bezuinigingen en ook over een aantal extra uitgaven waaronder dus de steun voor zonnestroom. De Subsidieregeling Zonnepanelen is bedoeld voor particulieren met kleine installaties tot en met 3,5 kW en omvat 15 procent van de aanschafkosten met een maximum van 650 euro subsidie. Met hulp van deze regeling is in 2012 100 megawatt aan zonnestroomsystemen geplaatst.

Voor bedrijven bestaat er al jaren de mogelijkheid om via de Energie-investeringsaftrek-regeling (EIA) belastingkorting te krijgen voor het aanschaffen van zonnepanelen. Deze korting komt overeen met ongeveer 10 procent van de aanschafprijs (Agentschap NL, 2012a). Vanaf 2008 is er via de EIA een kleine 80 megawatt aan zonnepanelen geplaatst, waarvan 45 megawatt in 2012.

Daarnaast is een beperkt aantal megawatt via de MEP- of SDE-subsidie verkregen. De MEP en de SDE geven een subsidie per geproduceerde hoeveelheid stroom. Via de MEP is in totaal 15 megawatt gerealiseerd en via de eind 2012 SDE 56 megawatt. Tussen de MEP en de SDE enerzijds en de EIA anderzijds zit enige overlap. Het is veel werk om deze overlap precies uit te zoeken, maar op basis van een eerste analyse schat het CBS dat van de 56 megawatt aan SDE zonnestroomprojecten 25 megawatt ook EIA heeft ontvangen.

In totaal zijn de EIA, MEP en SDE dus goed voor ongeveer 125 megawatt aan zonnepanelen eind 2012. Met de 100 megawatt uit de subsidieregeling voor particulieren is dat dus 215 megawatt. Vanaf 2008 is er in totaal ongeveer 290 MW aan zonnestroomsystemen bijgeplaatst. Dat zou betekenen dat er de afgelopen jaren 65 megawatt is geplaatst zonder EIA, MPE of SDE. Naast de landelijke regelingen zijn er ook regionale subsidieregelingen voor zonnepanelen. Het CBS heeft daar geen overzicht van.

Voor kleinverbruikers is nog een andere financiële stimuleringsregeling van belang, te weten de mogelijkheid om de zelf geproduceerde stroom af te rekenen met de zelf gebruikte stroom. Het heeft als voordeel dat geen BTW en energiebelasting over de zelf geproduceerde stroom hoeft te worden betaald. Ook ontvangt het energiebedrijf dat stroom levert en afneemt geen vergoeding voor het opvangen van de fluctuaties in vraag

### 5.1.1 Zonnestroom

	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld vermogen	Elektriciteits- productie	Bruto eindverbruik	Vermeden	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
					verbruik van fossiele primaire energie	
		MW	mln kWh	TJ		kton
1990	.	1	0	1	3	0
1995	0,4	2	1	4	10	1
2000	3,6	13	8	28	70	5
2005	1,7	51	34	122	304	21
2010	20,7	88	60	216	508	34
2011	58,5	145	100	361	829	56
2012**	195,0	340	236	851	1 951	132

Bron: CBS.

en aanbod van elektriciteit van de zonnestroomproducenten. Door de sterke daling van de prijzen van zonnepanelen is het voordeel van het salderen voor kleinverbruikers al ongeveer voldoende compensatie voor de aanschafkosten. Of de aanschaf 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.

Op het gebied van hernieuwbare energie en energiebesparing wil de overheid graag weten hoeveel werkgelegenheid er is. Dit hangt samen met het beleid van de *Green Deals* waarin verduurzaming en bedrijvigheid worden gestimuleerd. In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft het CBS de *Economische Radar van de Duurzame Energiesector* ontwikkeld (CBS, 2012a). De Radar geeft per deelsector ('productprofiel') de werkgelegenheid en de toegevoegde waarde. Zonnestroom is een van de deelsectoren in deze publicatie. Volgens de *Radar* was de werkgelegenheid in de zonnestroomsector in 2008 en 2009 gelijk aan 1 500 voltijdbanen. Aanvullend onderzoek (CBS, 2012b) wijst uit dat de werkgelegenheid daalde naar 1 400 voltijdbanen in 2010 en 1 300 voltijdbanen in 2011. Vooral bij productiebedrijven verminderde de werkgelegenheid. Bedrijven die actief zijn in de handel hadden juist meer werk. Voor 2012 zijn nog geen cijfers beschikbaar over de werkgelegenheid.

## 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. Voor verslagjaar 2004 hebben brancheorganisatie Holland Solar, SenterNovem (voorloper Agentschap NL) en het CBS samen een vragenlijst ontwikkeld die de informatiebehoefte van alle drie de organisaties dekt. 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 daarbij op groothandelsbedrijven en in zonnestroomsystemen gespecialiseerde bedrijven die panelen importeren of zelf maken.

De nader voorlopige cijfers 2012 van het bijgeplaatste vermogen uit tabel 5.1.1 zijn gebaseerd op gegevens van potentiële leveranciers uit november 2012, aangevuld met gegevens van een lijst met nieuwe potentiële leveranciers van Polder PV uit februari 2013.

Inmiddels heeft Polder PV weer veel nieuwe potentiële leveranciers van zonnepanelen geïdentificeerd (Polder PV, 2013a). Het is nog niet duidelijk of deze nieuwe leveranciers in 2012 al veel nieuwe zonnepanelen hebben geïmporteerd voor de Nederlandse markt. Het is wel duidelijk dat het nader voorlopige cijfer over het bijgeplaatste vermogen in 2012 nog onzeker is.

Informatie over de Subsidieregeling Zonnepanelen heeft het CBS gekregen van de uitvoeringsorganisatie van deze regeling, Agentschap NL. Aanvragers van deze regeling geven op het moment van aanvragen een verwachte installatiedatum op aan Agentschap NL. Deze verwachte installatiedatum is gebruikt om te bepalen welk deel van de gesubsidieerde panelen in 2012 is geplaatst en welk deel later.

Informatie over de EIA is gebaseerd op informatie van Agentschap NL die ook deze regeling uitvoert. Van alle aanvragen voor zonnestroom weet Agentschap NL het investeringsbedrag, omdat daarop de belastingkorting is gebaseerd. Voor een gedeelte van de EIA-aanvragen vraagt het Agentschap 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 EIA ondersteunde zonnestroom vermogen te berekenen.

De Nederlandse netbeheerders zijn bezig met het opzetten van een register, het Productie-installatieregister (PIR), waarin zoveel mogelijk zonnepanelen worden geregistreerd. Ze willen deze gegevens gebruiken voor een optimaal beheer van het net. In juli 2013 waren er in het PIR 93 duizend installaties voor de productie van zonnestroom geregistreerd met een totaal vermogen van 347 megawatt.

De levensduur van een zonnestroomsysteem is gesteld op vijftien jaar. Dit betekent dat is aangenomen dat de systemen die in 1997 zijn geplaatst in 2012 niet meer in gebruik zijn. De termijn van vijftien jaar berust niet op waarneming of onderzoek, maar is een standaardlevensduur die ook voor andere installaties voor de benutting van hernieuwbare energie wordt gebruikt indien er geen betere informatie beschikbaar is.

De elektriciteitsproductie is berekend met behulp van vaste kengetallen van de jaarlijkse productie per geïnstalleerd vermogen (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Voor niet aan het net gekoppelde systemen geldt een productie van 400 kWh per kW vermogen. Voor netgekoppelde systemen is dat 700 kWh per kW vermogen. In het Protocol is aangegeven dat voor de berekening van de elektriciteitsproductie zo mogelijk gebruik gemaakt moet worden van de gegevens van CertiQ voor de nieuwe systemen.

Van de vele kleinschalige systemen wordt door CertiQ slechts een keer per jaar de productie vastgesteld en vervolgens wordt één twaalfde van deze productie toegerekend aan elke maand van het meetjaar. Dit meetjaar komt vaak niet overeen met een kalenderjaar. Als gevolg daarvan komen productiegegevens per kalenderjaar laat ter beschikking. Voor verslagjaar 2011 waren de meeste gegevens beschikbaar. Het CBS heeft daarom voor dat jaar een analyse gemaakt van de productiegegevens van CertiQ. Uit deze gegevens komt naar voren dat zonnestroomprojecten uit 2007 en eerder gemiddeld 650 vollasturen hebben gemaakt in 2011. Zonnestroomprojecten uit 2008 en later kwamen gemiddeld uit op 850 vollasturen. Deze vollasturen zijn gebaseerd op projecten waarvoor voor het hele jaar 2011 gegevens beschikbaar zijn.

Registratie van de zonnestroomproductie door CertiQ is voor de vaak kleine zonnestroomprojecten een relatief zware last. Echter, registratie van deze productie via CertiQ is voorwaarde voor het ontvangen van de SDE(+)- of MEP-subsidie waarbij de hoogte evenredig is met de productie. Projecteigenaren hebben dan een groot financieel belang bij goed functionerende panelen. Lang niet alle zonnestroomprojecten hebben recht op MEP- of SDE-subsidie. Projecten zonder MEP- of SDE-subsidie zijn meestal niet aangemeld bij CertiQ. De financiële prikkel om de panelen goed te laten functioneren is voor deze projecten lager dan voor projecten met MEP- of SDE-subsidie. Het is daarmee niet ondenkbaar dat projecten die niet bij CertiQ zijn aangemeld, gemiddeld minder goed presteren dan projecten die wel zijn aangemeld. Over de gemiddelde daadwerkelijke productie van panelen zonder registratie bij CertiQ is weinig bekend.

In 2012 zijn er relatief veel zonnepanelen bijgeplaatst. Deze panelen zullen slechts een gedeelte van het jaar geproduceerd hebben. Gegeven alle onzekerheden en ter wille van de eenvoud houdt het CBS vooralsnog vast aan 700 kWh per kW vermogen aan het eind van het jaar.

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 25 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 is het verschil in temperatuur tussen het systeem en de omgevingstemperatuur groter dan bij een onafgedekt systeem. Door het grotere temperatuurverschil is warmteproductie per vierkante meter ook groter bij de afgedekte systemen.

Binnen de afgedekte systemen wordt nog een onderscheid gemaakt in systemen met een collectoroppervlak kleiner dan 6 m<sup>2</sup> en systemen met een collectoroppervlak groter dan 6 m<sup>2</sup>. 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.

### Ontwikkelingen

In 2012 zijn net zoveel afgedekte zonnewarmtesystemen bijgeplaatst als in 2010 en 2011, maar duidelijk meer dan de jaren daarvoor. In 2010 en 2011 kwam dit door de subsidieregeling Duurzame Warmte in Bestaande Woningen. Deze is eind 2008 opengesteld. De regeling had een beoogde duur van vier jaar en het budget was goed voor ongeveer 50 à 60 duizend zonneboilers (website Agentschap NL). Dat is ongeveer de helft van het huidige aantal opgestelde zonneboilers. Begin 2011 is de subsidieregeling gesloten, omdat de minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie vond dat hernieuwbare energie via de SDE+ efficiënter gestimuleerd kon worden (EL&I, 2011b).

De totale bijdrage van zonnewarmte aan het verbruik van hernieuwbare energie in Nederland was ongeveer 1 procent in 2012.

### 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 kwartaalenquête bij de leveranciers van deze systemen. De respons was ruim 90 procent voor verslagjaar 2012. De lijst van leveranciers is opgesteld met hulp van Agentschap NL en brancheorganisatie Holland Solar.

## 5.2.1 Zonnewarmte

	Aantal			Collectoroppervlak			Pro-ductie <sup>2)</sup>	Verbruik	Effect	
	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>			bruto eind-verbruik	vermeden inzet van fossiele primaire energie
	1 000 m <sup>2</sup>						TJ			kton
<b>Totaal</b>										
1990	.	.	.	12	1	76	87	87	73	4
1995	.	.	.	26	3	162	193	193	167	9
2000	.	.	.	55	6	360	446	446	419	24
2005	.	.	.	49	10	620	764	764	748	42
2010	.	.	.	76	26	811	1001	1001	972	55
2011	.	.	.	64	32	843	1041	1041	1013	57
2012**	.	.	.	71	41	873	1081	1081	1044	59
<b>Zonneboilers (afgedekt ≤ 6 m<sup>2</sup>)</b>										
1990	544	-	2129	2	-	6	10	10	11	1
1995	3375	52	13804	11	0	43	70	70	66	4
2000	7971	184	49269	25	0	147	239	239	247	14
2005	7294	544	90279	18	2	261	425	425	465	26
2010	10397	3300	119808	32	11	341	555	555	595	33
2011	10235	4454	125589	28	15	354	576	576	625	35
2012**	9380	7804	127165	28	21	360	586	586	632	35
<b>Afgedekt &gt; 6 m<sup>2</sup></b>										
1990	.	.	.	1	0	11	17	17	16	1
1995	.	.	.	2	0	16	26	26	28	2
2000	.	.	.	3	2	28	45	45	50	3
2005	.	.	.	3	0	46	75	75	83	5
2010	.	.	.	18	2	74	120	120	126	7
2011	.	.	.	9	4	78	127	127	130	7
2012**	.	.	.	16	1	93	152	152	149	8
<b>Onafgedekt</b>										
1990	.	.	.	9	1	60	60	60	45	3
1995	.	.	.	13	2	103	97	97	73	4
2000	.	.	.	28	3	186	162	162	122	7
2005	.	.	.	29	8	313	264	264	201	11
2010	.	.	.	27	13	396	327	327	250	14
2011	.	.	.	27	14	410	338	338	259	15
2012**	.	.	.	27	19	419	344	344	264	15

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Aan einde verslagjaar.

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

De waarneming van de leveranciers van de onafgedekte systemen is voor 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. Vooral nog zijn de cijfers over onafgedekte systemen nog wel meegenomen, via extrapolatie van de oppervlakte bijgeplaatste systemen. Bij de update van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie zal besloten worden welke onafgedekte systemen mee blijven tellen.

Aangenomen wordt dat zonneboilers een gemiddelde levensduur hebben van vijftien jaar. Dat betekent dat de in 1997 bijgeplaatste aantallen niet meer zijn meegenomen in de berekeningen van de bijdrage aan hernieuwbare energie vanaf 2012. Het is goed mogelijk dat systemen eerder of later uit gebruik worden genomen, of worden vervangen. Dit zorgt bij de berekeningen voor een onzekerheidsmarge.

Voor veel, wat grotere, projecten heeft Ecofys een database met eigenaren opgesteld (Warmerdam, 2003). Het CBS heeft in 2005 130 eigenaren van de systemen benaderd met de vraag of hun systeem nog in gebruik was. De informatie uit deze belronde is in 2005 voor verslagjaar 2004 verwerkt in de database met zonthermische systemen. In de jaren daarna zijn de eigenaren van deze systemen niet opnieuw benaderd. De benodigde inspanning en de veroorzaakte enquêtedruk worden niet gerechtvaardigd door het belang van de informatie. In plaats daarvan is de informatie uit de belronde van 2005 geëxtrapoleerd door aan te nemen dat de 'overlevingskans' per leeftijdsklasse gelijk blijft. Bij de overige, kleinere, systemen heeft het CBS aangenomen dat de levensduur vijftien jaar is.

De hernieuwbare energie uit zonnewarmte is berekend volgens kengetallen voor de energieproductie per zonneboiler en de energieproductie per vierkante meter collectoroppervlak (voor de niet-zonneboilers). Tevens is het extra elektriciteitsverbruik van de zonneboilers ten opzichte van standaard (referentie)systemen in rekening gebracht. De kengetallen staan in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

De grootste onzekerheid zit in de cijfers van de onafgedekte systemen. Het is onzeker of deze vallen onder de internationale definitie van zonnewarmte en de onderliggende kengetallen uit het *Protocol* zijn minder getoetst via veldwaarnemingen. De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit zonnewarmte wordt daarom geschat op 50 procent.

**6.**

# Bodemenergie

**Bodemenergie is energie die afkomstig is van onder het aardoppervlak. Diepe bodemenergie is warmte die afkomstig is van het binnenste van de aarde en wordt ook geothermie genoemd. Ondiepe 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. Bodemenergie groeit de laatste jaren fors. Bodemenergie was in 2012 goed voor ongeveer 3,5 procent van het (eind)verbruik van energie uit hernieuwbare bronnen.**

## 6.0.1 Bodemenergie

	Onttrokken warmte	Onttrokken koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ				kton
1990	2	10	.	7	0
1995	40	46	33	68	4
2000	206	311	157	309	18
2005	731	795	622	853	46
2010	2 657	1 611	2 460	2 553	130
2011	3 011	1 679	2 832	2 891	146
2012**	3 523	1 787	3 346	3 364	171

Bron: CBS.

# 6.1 Diepe bodemenergie

## Ontwikkelingen

Sinds eind 2008 wordt in Nederland gebruikt gemaakt van diepe bodemenergie. In eerste instantie ging het om één glastuinbouwbedrijf dat op dit moment op twee plaatsen diepe bodemenergie wint. Het succes van dit project heeft de belangstelling voor diepe bodemenergie aangewakkerd en in 2012 zijn er in totaal zes projecten in productie. De bijdrage van deze geothermische projecten aan de totale bodemenergie bedraagt ongeveer 15 procent.

De kosten van diepe bodemenergie zitten vooral in het boren van de put tot een diepte van 1 km 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. Voor geothermie is op peildatum 1 maart 2013 voor dertig projecten subsidie toegezegd met een totaal vermogen van 345 MW, waarmee 829 miljoen subsidiegeld gemoeid is. Op dezelfde peildatum is 63 MW daarvan gerealiseerd (Agentschap NL, 2013a) Het is echter nog niet duidelijk of alle projecten ook daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden.



### 6.1.1 Diepe bodemenergie

	Aantal installaties	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ			kton
2007	-	-	-	-
2008	1	96	95	5
2009	1	142	141	8
2010	2	318	315	17
2011	4	316	315	17
2012**	6	495	493	27

Bron: CBS en LEI.

## Methode

De grens tussen diepe en ondiepe 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 wordt er gebruik gemaakt van gegevens van het Landbouweconomisch Instituut (LEI). Het vermeden verbruik van primaire energie is berekend volgens de methode uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

## 6.2 Ondiepe bodemenergie

Bij ondiepe 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 teruggestopt 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. Ondiepe 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 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 1 eenheid elektriciteit gemiddeld ongeveer 4 eenheden warmte. De opwekking van

## 6.2.1 Ondiepe bodemenergie

	Onttrekking van warmte	Onttrekking van koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ				kton
<b>Warmte</b>					
benut met warmtepompen					
1990	.	.	.	.	.
1995	33		33	37	2
2000	157		157	100	4
2005	622		622	335	12
2010	2142		2142	1197	45
2011	2516		2516	1516	59
2012**	2851		2851	1756	70
benut zonder warmtepompen					
1990	2			2	0
1995	7			7	0
2000	50			48	3
2005	109			105	6
2010	198			190	11
2011	178			171	10
2012**	177			170	10
warmte totaal					
1990	2		.	2	0
1995	40		33	43	2
2000	206		157	148	6
2005	731		622	440	18
2010	2339		2142	1387	56
2011	2695		2516	1688	69
2012**	3028		2851	1926	80
<b>Koude</b>					
1990		10		5	0
1995		46		24	2
2000		311		162	12
2005		795		413	28
2010		1611		851	57
2011		1679		888	60
2012**		1787		945	64
<b>Totaal warmte en koude</b>					
1990	2	10	.	7	0
1995	40	46	33	68	4
2000	206	311	157	309	18
2005	731	795	622	853	46
2010	2339	1611	2142	2238	113
2011	2695	1679	2516	2576	129
2012**	3028	1787	2851	2871	143

Bron: CBS.

1 eenheid elektriciteit kost doorgaans 2 tot 2,5 eenheden fossiele energie. 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 ondiepe 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 m. 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 ondiepe bodemwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties				Bijgeplaatst thermisch vermogen			
	2009	2010	2011	2012**	2009	2010	2011	2012**
	<b>MW</b>							
<b>Open systemen (met onttrekking van grondwater)</b>								
utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	383	380	402	398	50	54	62	58
woningen, totaal	2337	2647	1204	1058	34	25	14	10
alleen ruimteverwarming	949	1251	808	873	20	19	12	10
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	1388	1396	396	185	14	6	2	1
totaal	2720	3027	1606	1456	84	79	75	68
<b>Gesloten systemen (zonder onttrekking van grondwater)</b>								
utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	366	253	567	545	15	18	15	16
woningen, totaal	2223	2393	3686	3785	21	20	31	28
alleen ruimteverwarming	790	606	1011	656	10	10	15	12
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	1433	1787	2675	3129	11	10	15	16
totaal	2589	2646	4253	4330	36	38	46	45
<b>Totaal</b>	<b>5309</b>	<b>5673</b>	<b>5859</b>	<b>5786</b>	<b>121</b>	<b>117</b>	<b>122</b>	<b>113</b>

Bron: CBS.

## 6.2.3 Ontrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag, 2012\*\*

	mln m <sup>3</sup>
Groningen	8
Friesland	6
Drenthe	3
Overijssel	12
Gelderland	24
Flevoland	5
Utrecht	18
Noord-Holland	55
Zuid-Holland	62
Zeeland	3
Noord-Brabant	42
Limburg	9
Totaal	248

Bron: CBS.

## Ontwikkelingen

Het gebruik van ondiepe bodemenergie is de laatste jaren flink toegenomen. Vooral in de nieuwe grote kantoren, is het een veel toegepaste techniek. Het is relatief snel rendabel, omdat in deze gebouwen 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 de laatste paar jaar grote systemen voor ondiepe bodemenergie in gebruik genomen. Voor de open systemen is in 2012 in totaal 250 miljoen m<sup>3</sup> 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 slechts beperkt gebeurd. De afzet van warmtepompen (in termen van vermogen) die gebruik maken van bodemenergie is ongeveer gelijk gebleven. 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.

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/koude-opslag 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. 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 de daarbij gedefinieerd als het grondwaterdebiet voor koeling maal de soortelijke warmte van water maal het temperatuurverschil. Koude telt 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 ondiepe 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 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 een kleine 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie in 2012.

## Ontwikkelingen

Het gebruik van buitenluchtwarmte groeit gestaag. Warmtepompen kunnen relatief goedkoop geïnstalleerd worden in een nieuw gebouw. De laatste drie jaar 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. De tijdreeks voor de afzet van lucht-lucht-warmtepompen is wel wat vertekend, omdat vanaf 2011 meer omkeerbare warmtepompen meetellen dan voorheen (zie ook de sectie methode hieronder).

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

### 7.1 Buitenluchtwarmte

	Onttrekking van warmte uit buitenlucht	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ			kton
<b>Totaal</b>				
1995	18	18	9	0
2000	91	91	43	1
2005	418	418	187	4
2010	1921	1921	879	26
2011	2312	2312	1129	35
2012**	2654	2654	1291	40
<b>Utiliteitsgebouwen</b>				
1995	9	9	2	0
2000	67	67	23	0
2005	321	321	112	2
2010	1666	1666	698	19
2011	1943	1943	871	25
2012**	2187	2187	985	28
<b>Woningen</b>				
1995	9	9	6	0
2000	24	24	20	1
2005	97	97	75	2
2010	254	254	181	7
2011	368	368	257	10
2012**	467	467	306	11

Bron: CBS.

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).

## 7.2 Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties				Bijgeplaatst thermisch vermogen			
	2009	2010	2011	2012**	2009	2010	2011	2012**
	<b>MW</b>							
<b>Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van lucht</b>								
utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	9 745	8 741	19 582	16 621	201	208	188	153
woningen	424	931	9 347	11 004	4	10	43	45
<b>totaal</b>	<b>10 169</b>	<b>9 672</b>	<b>28 929</b>	<b>27 625</b>	<b>204</b>	<b>218</b>	<b>231</b>	<b>198</b>
<b>Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van water</b>								
utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	166	175	372	418	12	11	12	19
woningen, totaal	3 274	2 429	3 102	2 806	9	10	18	13
ruimteverwarming met en zonder tapwater	2 592	1 862	2 526	2 536	8	9	17	12
alleen tapwaterverwarming	682	567	576	270	1	1	1	0
<b>totaal</b>	<b>3 440</b>	<b>2 604</b>	<b>3 474</b>	<b>3 224</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>32</b>
<b>Totaal</b>	<b>13 609</b>	<b>12 276</b>	<b>32 403</b>	<b>30 849</b>	<b>226</b>	<b>239</b>	<b>260</b>	<b>230</b>

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. 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 geïnterviewd die geen lid zijn van één van beide brancheverenigingen. De warmteproductie en het vermeden verbruik van fossiele primaire energie van de warmtepompen op buitenluchtwarmte 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 andere indeling gehanteerd die geen onderscheid maakte naar warmtebron. 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. Voor warmtepompen die tot 2010 zijn verkocht, is aangenomen dat alle omkeerbare lucht-lucht-warmtepompen met een vermogen tot 10 kW niet voor verwarming worden gebruikt.

Toch bestaan er wel degelijk kleine omkeerbare lucht-lucht-warmtepompen die voor verwarming worden gebruikt. Bij de laatste update van het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* (Agentschap NL, 2010) is er daarom voor gekozen om de kleine omkeerbare lucht-lucht-warmtepompen die verkocht zijn vanaf 2011 wel mee te laten tellen. Voorwaarde is dat de energieprestatienorm voor verwarming van deze warmtepompen voldoet aan een bepaalde eis. Deze norm geldt voor alle warmtepompen op buitenlucht, dus ook voor de grotere warmtepompen en de lucht-water-warmtepompen. De ratio daarachter is dat omkeerbare warmtepompen die niet voldoen aan de eis, niet voor verwarming zullen worden gebruikt. Daarnaast blijft het aantal vollasturen van lucht-lucht-warmtepompen een factor 2 lager dan van andere warmtepompen om te verdisconteren dat ze in veel gevallen niet voor verwarming worden gebruikt. De methodeverandering voor de kleine lucht-lucht-warmtepompen is in de cijfers vooral zichtbaar door de enorme toename van de verkochte aantallen lucht-lucht-warmtepompen tussen 2011 en 2010.

Het blijft gissen naar het daadwerkelijke gebruik van omkeerbare warmtepompen op buitenlucht voor verwarming. Het CBS schat de onnauwkeurigheid voor de hernieuwbare energie uit buitenluchtwarmte daarom op 50 procent.

**8.**

**Warmte uit  
net gemolken  
melk**

Een bijzondere vorm van hernieuwbare energie is het gebruik van de energie die vrijkomt bij de koeling van melk op melkveebedrijven voor de verwarming van tapwater. In de melkveesector is deze vorm van hernieuwbare energie ook bekend als warmteterugwinning. In de bruto-eindverbruikmethode wordt warmte uit net gemolken melk niet meegeteld, omdat deze vorm van energie niet voorkomt in de internationale energiestatistieken en ook niet wordt genoemd in de *EU-Richtlijn voor hernieuwbare energie*.

## Ontwikkelingen

Het terugwinnen van warmte bij de koeling van melk gebeurt al jaren en neemt toe nog steeds toe, gestimuleerd door de schaalvergroting, gestegen energieprijzen en ondersteuning via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). De bijdrage van deze vorm van hernieuwbare energie was in 2012 ongeveer 400 TJ vermeden verbruik van fossiele energie (substitutiemethode). Dat komt overeen met 0,3 procent van alle hernieuwbare energie.

### 8.1 Warmte uit koeling van melk

	Totaal aantal melkkoeien in Nederland	Aantal melkkoeien op bedrijf met terugwinning van warmte	Onttrekking van warmte uit melk	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	1 000		TJ		kton
1995	1 708	400	150	175	8
2000	1 504	445	167	203	9
2005	1 433	491	184	225	11
2010	1 479	740	277	351	18
2011	1 470	790	296	381	19
2012**	1 484	853	320	412	21

Bron: CBS.

## Methode

In feite is de koelmachine te beschouwen als een warmtepomp die zijn warmte haalt uit de melk (die daardoor afkoelt) en op een hoger niveau afgeeft (warm tapwater). De warmte uit de melk komt vooral uit de koeien. Het is niet goed mogelijk om deze bron van hernieuwbare energie onder een van de andere vormen te plaatsen. Daarom krijgt deze vorm, ondanks de beperkte omvang, toch een aparte plek in de classificatie.

Het percentage melkkoeien op een melkveebedrijf met een warmteterugwinninginstallatie is geschat op basis van een inventarisatie onder de belangrijkste leveranciers van melkkoelingsystemen in Nederland in 2006 en 2010 en onderzoek van de Koning en Knies (1995). Voor andere jaren is geïnterpoleerd en geëxtrapoleerd. Het totaal aantal melkkoeien is overgenomen uit de *Landbouwtelling* van het CBS. Vermenigvuldiging met het percentage melkkoeien op een bedrijf met warmteterugwinning geeft dan het totale aantal melkkoeien op een melkveebedrijf met een warmteterugwinningsinstallatie. In het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* staan kengetallen voor de warmteproductie per koe en het elektriciteitsverbruik van de koelinstallatie. Deze kengetallen zijn gebruikt om het vermeden verbruik van fossiele primaire energie te berekenen.

9.

# Biomassa

**Biomassa kan in theorie vele vormen aannemen, zoals voedsel of papier. In de energiestatistieken 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 73 procent in 2012.**

## 9.1 Inleiding

De drie belangrijkste grootschalige toepassingen zijn: afvalverbrandingsinstallaties (paragraaf 9.2), het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales (9.3) en het gebruik van biobrandstoffen voor het wegverkeer (9.12). Daarnaast zijn er houtketels en -kachels voor warmte bij bedrijven (9.4) en bij huishoudens (9.5). Huishoudens verbruiken ook houtskool (9.6). Naast direct verbranden kan de biomassa ook eerst worden omgezet in biogas, wat op stortplaatsen (9.8) gebeurt. Natte organische afvalstromen zijn vaak geschikt om te worden omgezet in biogas via vergisting. Dat gebeurt in veel rioolwaterzuiveringsinstallaties (9.9) en ook in afvalwaterzuiveringsinstallaties in de industrie (9.11). Ook wordt veel biogas gemaakt uit vergisting van mest samen met ander organisch materiaal (co-vergisting van mest) (9.10). Tot slot is er nog de overige biomassaverbranding. Deze omvat een scala aan verschillende projecten (9.7).

### Ontwikkelingen

In 2012 is het totale verbruik van biomassa een paar procent hoger dan in 2011. Het verbruik van biogeen huishoudelijk afval en biomassa voor overige biomassaverbranding is gestegen, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales is gedaald.

Bij het verbruik van biomassa in afvalverbrandingsinstallaties gaat het om het biogene deel van het huishoudelijk afval. Dit aandeel is ongeveer 50 procent en neemt de laatste jaren toe. Ook zijn de laatste jaren diverse afvalverbrandingsinstallaties uitgebreid en zijn er twee nieuwe installaties bijgekomen. Deze twee factoren verklaren het toenemende verbruik van biomassa in afvalverbrandingsinstallaties.

De stijging van het verbruik van biomassa voor overige biomassaverbranding volgt op een daling in het voorgaande jaar. Deze daling hing voor een groot deel samen met het onderhoud in enkele grote installaties en was dus niet structureel. Wel is het verbruik van biomassa voor overige biomassaverbranding nog niet helemaal terug op het niveau van 2010. Dat heeft vooral te maken met het afgenomen verbruik van vloeibare biomassa vanwege de gestegen prijzen van deze vorm van biomassa.

Het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales is in 2012 ongeveer 7 procent gedaald. Het is lastig om aan te geven wat hiervan de oorzaak is. Het meestoken gebeurt in vijf centrales en specifieke omstandigheden bij één centrale, zoals bijvoorbeeld meer of minder onderhoud, hebben dan al snel invloed op de cijfers.

## 9.1.1 Biomassa

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012**
<b>TJ</b>							
<b>Primair verbruik<sup>1)</sup></b>							
Afvalverbrandingsinstallaties	13 205	15 450	25 512	26 659	34 208	37 361	39 164
Bij- en meestoken biomassa in centrales	-	33	1 755	30 522	28 545	27 855	26 049
Houtketels voor warmte bij bedrijven	1 682	2 103	2 150	2 068	2 766	2 778	2 877
Houtkachels huishoudens	12 167	11 891	9 508	11 103	12 347	12 503	12 660
Houtskool verbruik huishoudens	270	270	270	270	270	270	270
Overige biomassaverbranding	440	577	3 695	5 628	14 703	11 723	13 985
Biogas uit stortplaatsen	392	2 238	2 313	1 909	1 538	1 364	1 230
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 516	1 834	1 925	1 946	2 101	2 156	2 222
Biogas, co-vergisting van mest <sup>2)</sup>				82	5 747	5 622	5 539
Biogas, overig	468	826	974	1 158	2 900	3 121	3 449
Biobrandstoffen voor wegverkeer	-	-	-	101	9 577	13 438	13 634
Totaal	30 139	35 222	48 101	81 446	114 703	118 192	121 076
<b>Bruto energetisch eindverbruik</b>							
Afvalverbrandingsinstallaties	3 748	3 888	7 704	8 078	11 339	13 934	14 984
Bij- en meestoken biomassa in centrales	-	16	763	13 109	12 920	12 377	11 231
Houtketels voor warmte bij bedrijven	1 682	2 103	2 150	2 068	2 766	2 778	2 877
Houtkachels huishoudens	12 167	11 891	9 508	11 103	12 347	12 503	12 660
Houtskool verbruik huishoudens	270	270	270	270	270	270	270
Overige biomassaverbranding	357	478	1 393	3 482	6 415	5 482	6 234
Biogas uit stortplaatsen	211	1 208	1 109	894	660	609	542
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 396	1 660	1 760	1 750	1 848	1 920	1 948
Biogas, co-vergisting van mest <sup>2)</sup>				56	3 976	3 894	3 845
Biogas, overig	461	816	957	1 086	2 109	2 229	2 454
Biobrandstoffen voor wegverkeer				101	9 577	13 438	13 634
Totaal	20 291	22 332	25 613	41 996	64 228	69 435	70 679
<b>Vermeden verbruik van fossiele primaire energie</b>							
Afvalverbrandingsinstallaties	6 217	6 323	11 971	12 329	16 874	20 302	21 849
Bij- en meestoken biomassa in centrales	-	33	1 755	30 522	28 545	27 855	26 049
Houtketels voor warmte bij bedrijven	1 308	1 636	1 806	1 914	2 613	2 624	2 717
Houtkachels huishoudens	4 643	4 751	4 429	6 025	7 395	7 644	7 896
Houtskool verbruik huishoudens							
Overige biomassaverbranding	557	693	2 430	4 509	9 892	8 107	9 637
Biogas uit stortplaatsen	340	2 096	1 986	1 608	1 138	1 020	917
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 022	1 209	1 464	1 452	1 500	1 672	1 687
Biogas, co-vergisting van mest <sup>2)</sup>				76	4 775	4 583	4 523
Biogas, overig	406	711	870	998	2 364	2 696	2 947
Biobrandstoffen voor wegverkeer	-	-	-	101	9 577	13 438	13 634
Totaal	14 493	17 451	26 710	59 535	84 674	89 943	91 855

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Volgens definities Eurostat en IEA.

<sup>2)</sup> Tot en met 2004 opgenomen bij overig biogas.

Tabel 9.1.1 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 omzettingverlies 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 (9.1.1). Dat betekent dat 1 joule biomassa minder dan 1 joule fossiele energie uitspaart. Dit komt doordat het energetisch rendement van de

biomassatoepassingen relatief laag is. Het sterkst speelt dit bij afvalverbrandingsinstallaties en bij houtkachels in huishoudens. Bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is geen rekening gehouden met het meer of minder verbruik van fossiele primaire energie bij de productie van biomassa ten opzichte van de productie van referentiebrandstoffen (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Er is dus geen levenscyclusanalyse uitgevoerd. Zeker bij de transportbrandstoffen kan dat veel uitmaken, 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

De laatste tijd is er veel belangstelling voor groen gas. Groen gas is biogas dat wordt opgewerkt tot aardgaskwaliteit en daarna geïnjecteerd 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 biogas in het aardgasnet kan niet, onder andere omdat de verbrandingswaarde van biogas een stuk lager is.

Op vier stortplaatsen wordt al jaren groen gas gemaakt. De biogasproductie op stortplaatsen loopt echter al jaren 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 2012 was de productie van groen gas zelfs al hoger dan ooit. In 2012 werd op ongeveer twintig locaties 30 miljoen m<sup>3</sup> groen gas het aardgasnet ingevoerd. Dit komt overeen met 0,7 promille van het totale aardgasverbruik in Nederland.

### 9.1.2 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 <sup>3</sup>			TJ <sup>1)</sup>	%	TJ <sup>1)</sup>			
2000	19	-	19	616	0,042	78	418	0	496
2005	14	-	14	446	0,030	63	292	0	355
2009	12	-	12	387	0,026	65	239	0	304
2010	11	-	11	345	0,021	56	214	0	270
2011	10	7	17	545	0,038	88	339	0	427
2012**	8	22	30	948	0,069	163	574	0	737

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Onderwaarde.

De belangstelling voor nieuwe projecten heeft vooral te maken met de nieuwe subsidieregeling SDE, die, in tegenstelling tot de MEP, ook open staat voor groengasprojecten. In de SDE op 1 maart 2013 was 1,5 miljard euro toegezegd voor 54 groengasprojecten (Agentschap NL, 2013a). Daarmee zou ruim 3 miljard m<sup>3</sup> groen gas gemaakt kunnen worden. Voor groen gas is de subsidieduur twaalf jaar. Dat komt dus neer op de productie van ongeveer 250 miljoen m<sup>3</sup> groen gas per jaar, 0,5 procent van het huidige aardgasverbruik.

Op 1 maart 2012 was, in termen van productiecapaciteit, 20 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.

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 elementen:

- energetisch eindverbruik voor warmte (ongeveer 62 procent). Dit is verbruik in warmteketels plus de warmte uit aardgasinzet in warmtekrachtinstallaties
- energetisch eindverbruik voor elektriciteit (ongeveer 16 procent). Dit is de productie van elektriciteit uit aardgas
- energetisch eindverbruik voor vervoer (ongeveer 0,04 procent). Dit is de levering van aardgas voor vervoer
- niet-energetisch eindverbruik (ongeveer 6 procent), vooral voor de productie van kunstmest
- transformatieverliezen, vooral voor de productie van elektriciteit (ongeveer 16 procent).

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 78 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, 2010c).

## 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 CO<sub>2</sub>-effectiviteit over de hele keten en effecten op voedselprijzen. Binnen de hernieuwbare energiestatistiek wordt vooralsnog geen onderscheid gemaakt tussen duurzame en niet-duurzame vormen van biomassa. Alle vormen van biomassa worden meegenomen (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). De reden daarvoor is dat in 2010 algemeen geaccepteerde en in gebruik zijnde criteria ontbraken om de duurzaamheid van biomassa te beoordelen.

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).

In 2011 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, 2012). Het CBS heeft gegevens per bedrijf ontvangen van de NEa en vergeleken met eigen gegevens



over biobrandstoffen vervoer. Daaruit is naar voren gekomen dat nagenoeg alle Nederlandse biobrandstoffen die geleverd zijn voor vervoer in Nederland voldoen aan de duurzaamheidscriteria. Voor elektriciteit en warmte is ook vloeibare biomassa gebruikt. In 2011 ging het ongeveer 100 TJ. Van deze beperkte hoeveelheid biomassa is niet vastgesteld of deze voldoet aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*.

## Import en export

Veel vaste biomassa komt uit het binnenland. Het zijn bijna altijd reststromen. Voor het meestoken van biomassa komt de grondstof echter voor een aanzienlijk deel uit het buitenland (Goh en Junginger, 2012 en informatie van Agentschap NL uit de bedrijfsrapportages over 2012 voor *Green Deal Rapportage Duurzaamheid Vaste Biomassa voor Energie*). Het gaat hierbij vooral om houtpellets (geperste brokjes hout). Van de vaste biomassa kwam de laatste jaren ongeveer 20 PJ uit het buitenland. Dat is ongeveer 40 procent van het verbruik.

### 9.1.3 Aanbod van vaste en vloeibare biomassa (TJ)

	Productie	Import	Export	Netto import	Onttrekking voorraad	Verbruik
<b>Vaste biomassa<sup>1)</sup></b>						
2010	45 361	23 153	10 864	12 289	-	57 650
2011	43 995	22 245	11 164	11 081	-	55 076
2012**	47 071	18 981	10 121	8 860	-	55 931
<b>Biodiesel<sup>2)</sup></b>						
2010	14 134	.	.	-12 557	2 386	3 963
2011	18 167	.	.	-9 195	-1 764	7 207
2012**	43 549	.	.	-33 038	-2 050	8 462
<b>Biobenzine<sup>2)</sup></b>						
2010	x	.	.	x	199	5 614
2011	x	.	.	x	-1	6 231
2012**	x	.	.	x	-259	5 172
<b>Overige vloeibare biomassa</b>						
2010	1 072	-	-	-	-	1 072
2011	144	-	-	-	-	144
2012**	-	-	-	-	-	-

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Exclusief biogene fractie huishoudelijk afval en exclusief houtskool.

<sup>2)</sup> Puur en bijgemengd in benzine of diesel, fysieke stromen, exclusief dubbeltellingen.

Er vindt ook export van vaste biomassa plaats. In de periode 2007-2010 is naar schatting 11 PJ biogene afval met een energetische bestemming uitgevoerd, volgens de administratie van de *Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen* (EVOA) van Agentschap NL. Het gaat dan vooral om bouw- en sloophout. Voor 2011 en 2012 is de export van vaste biomassa geschat door uit te gaan van de gegevens van 2010 en daar de verandering van het binnenlands verbruik van afvalhout voor energie vanaf te halen. EVOA-gegevens

vanaf 2011 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 biodiesel is veel groter dan het verbruik. Nederland is daarom een netto exporteur van biodiesel. Tot en met 2009 was Nederland een netto importeur van biobenzine. Vanaf 2010 is de situatie onduidelijk, omdat er enkele fabrieken zijn opgestart waarvan de productie vertrouwelijk is. Wel kan uit gegevens van de Nederlandse Emissieautoriteit (2011) worden afgeleid dat de grondstoffen van de op de Nederlandse markt geleverde biobenzine (vooral mais, graan en suikerriet) uit het buitenland komen.

## 9.2 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 2012 goed voor 16 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

### Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) was jarenlang vrij constant, maar is vanaf 2009 duidelijk gestegen. De stijging heeft vooral te maken met het in gebruik nemen van nieuwe installaties. In 2010 is een nieuwe afvalverbrandingsinstallatie gestart in Delfzijl en in 2011 in Harlingen. Bijzonder aan deze installaties is dat deze stoom leveren aan nabijgelegen industrieën. Installaties in Hengelo, Dordrecht en Roosendaal zijn in 2010 en 2011 uitgebreid. (*Statusdocument bio-energie 2011*, Agentschap NL, 2012c en *Afvalverwerking in Nederland, Gegevens 2010*, Agentschap NL, 2011). In 2012 zijn er geen nieuwe installaties bij gekomen of grote capaciteitsuitbreidingen gerealiseerd. De energieproductie is echter wel toegenomen. Dat komt doordat de extra capaciteit een groter deel van het jaar beschikbaar was.

Op dit moment is de capaciteit van de verbrandingsinstallaties groter dan het aanbod van afval. Als gevolg daarvan wordt er huishoudelijk afval geïmporteerd en wordt reeds gestort afval weer opgegraven (*Statusdocument bio-energie 2012*, Agentschap NL, 2013b).

Vanaf 1990 tot en met 2002 is het biogene aandeel van het verbrande afval langzaam gedaald. Dat heeft te maken met het opkomen van het apart inzamelen van groente-, fruit- en tuinafval. In 2003 kwam aan deze daling een eind en de laatste jaren gaat het weer omhoog. Een betere scheiding van het plastic afval speelt een rol (*Statusdocument bio-energie 2012*). Echter, de onzekerheid in de biogene fractie blijft 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

## 9.2.1 Afvalverbrandingsinstallaties: vermogen, verbrand afval, energiebalans

	Verbrand afval		Elektriciteit				Warmte	Fossiele brandstoffen	
	massa	energie	vermogen	brutoproductie	verbruik	nettoproductie	productie	verbruik	
	kton	TJ	MW	mln kWh			TJ		
1990	2 780	22 840	196	933	134	799	3 124	-	
1995	2 913	28 654	277	1 308	325	983	2 528	93	
2000	4 896	49 767	394	2 520	565	1 956	6 195	796	
2005	5 454	56 722	429	2 738	609	2 129	7 614	938	
2010	6 586	64 543	586	3 376	701	2 675	9 557	950	
2011	7 207	69 187	649	3 829	753	3 075	12 440	1 125	
2012**	7 555	72 525	649	4 033	768	3 265	13 594	951	

Bron: CBS.

## 9.2.2 Afvalverbrandingsinstallaties: hernieuwbare fractie en hernieuwbare energie

	Afval		Elektriciteit		Warmte	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	her-nieuwbare fractie	inzet biogeen afval	bruto her-nieuwbare productie	netto her-nieuwbare productie	her-nieuwbare productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	%	TJ	mln kWh		TJ					kton
1990	58	13 205	539	462	1 806	1 942	1 806	3 748	6 217	415
1995	54	15 450	703	528	1 358	2 530	1 358	3 888	6 323	428
2000	51	25 512	1 272	987	3 126	4 578	3 126	7 704	11 971	803
2005	47	26 659	1 266	984	3 520	4 557	3 520	8 078	12 329	802
2010	53	34 208	1 763	1 397	4 992	6 348	4 992	11 339	16 874	1 076
2011	54	37 361	2 034	1 634	6 610	7 324	6 610	13 934	20 302	1 290
2012**	54	39 164	2 150	1 740	7 246	7 739	7 246	14 984	21 849	1 386

Bron: CBS.

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 nieuwe 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 overige biomassaverbranding.

Het elektrisch vermogen is afkomstig uit de CBS-statistiek Productiemiddelen Elektriciteit. De tijdreeks van het verbrande afval is 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 de calorische waarde en de biogene fractie is gebruik gemaakt van gegevens van Agentschap NL. De gegevens zijn gebaseerd op waarneming van afvalstromen en een berekeningsmethode uit het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Voor 2012 waren er nog geen nieuwe cijfers en zijn de cijfers voor 2011 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 Agentschap NL 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.

Op basis van de vergelijking tussen de milieujaarverslagen, rapportages aan Agentschap NL en de energie-enquêtes schat het CBS de onnauwkeurigheid in de elektriciteitsproductie van de AVI's in 2011 op ongeveer 5 procent. 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.

## 9.3 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 2012 was het meestoken van biomassa verantwoordelijk voor ongeveer 12 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

### 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 is het meestoken weer iets gedaald. Het is echter nog te vroeg om te zeggen of deze daling structureel is of toevallig door bijzonder omstandigheden, zoals onderhoud bij een of meerdere centrales.

De groei van het meestoken van 2003 tot 2005 was veroorzaakt 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 heeft gesloten. Daarnaast zijn per 1 juli 2006 de subsidietarieven 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 is veroorzaakt door het uitbreiden van de capaciteit voor meestoken bij centrales die in 2007 ook al biomassa meestookten. Biomassa kost meer dan kolen. Blijkbaar wegen de extra opbrengsten uit subsidie en CO<sub>2</sub>-rechten op tegen deze extra kosten.

### 9.3.1 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 <sub>2</sub>
	TJ	mIn kWh		TJ					kton
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	33	4	4	1	15	1	16	33	3
2000	1755	208	198	15	748	15	763	1755	166
2005	30522	3449	3310	693	12416	693	13109	30522	2394
2010	28545	3237	3043	1267	11653	1267	12920	28545	2703
2011	27855	3182	2979	920	11457	920	12377	27855	2638
2012**	26049	2937	2761	658	10573	658	11231	26049	2467

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 90 procent voor de gasgestookte centrales en 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 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. Voor de nader voorlopige cijfers van 2012 is de analyse nog niet compleet. Daarom is de onnauwkeurigheid voor dit jaar nog iets groter, ongeveer 5 procent.

## 9.4 Houtketels voor warmte bij bedrijven

De houtverwerkende industrie heeft al jaren houtketels waarin hun eigen afvalhout wordt gestookt. Sinds 2006 hebben ook steeds meer bedrijven uit de intensieve veehouderij houtketels voor het verwarmen van stallen. Het houtverbruik in de houtketels voor warmte bij bedrijven was in 2012 goed voor 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

### Ontwikkelingen

Een aantal jaren geleden zijn veel nieuwe houtketels en kachels voor warmte bijgeplaatst. Het ging toen vooral om de wat kleinere ketels (rond de 100 kW) voor de landbouw. De top van deze trend lag in 2006 en 2007. De jaren erna neemt de totale capaciteit van bijgeplaatste ketels en kachels weer af. De laatste jaren is het bijgeplaatst vermogen ongeveer stabiel. Opvallend was dat in 2010 en 2011 veel vermogen uit gebruik is genomen. Het ging dan vooral om de wat grotere ketels uit de hout- en meubelindustrie.

#### 9.4.1 Houtketels voor warmte bij bedrijven

	Aantal			Vermogen			Inzet van hout		Warmte- pro- ductie	Bruto eind- verbruik	Effect	
	bijge- plaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>	bijge- plaatst	uit gebruik genomen	opgesteld <sup>1)</sup>	massa	energie			vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
				MW			kton	TJ				kton
1990	.	.	.	.	.	218	102	1682	1177	1682	1308	74
1995	.	.	.	.	.	273	127	2103	1472	2103	1636	93
2000	.	.	.	.	.	301	130	2150	1625	2150	1806	103
2005	209	21	740	21	4	319	125	2068	1723	2068	1914	109
2010	177	21	2135	17	19	435	168	2766	2351	2766	2613	148
2011	198	23	2310	19	17	437	168	2778	2362	2778	2624	148
2012**	159	24	2445	18	2	453	174	2877	2445	2877	2717	154

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Aan einde verslagjaar.

Tot 2012 ondersteunde de overheid houtketels voor warmte alleen via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA), wat neerkomt op een belastingvoordeel ter waarde van ongeveer 10 procent van de aanschafprijs. Vanaf 2012 is het mogelijk om de SDE-subsidie aan te vragen voor een houtketel voor warmte met vermogen groter dan 500 kW. Deze nieuwe subsidiemogelijkheid heeft in 2012 nog niet geleid tot veel nieuwe houtketels bij bedrijven.

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

	Hout-industrie	Meubel-industrie	Bouw	Handel	Landbouw	Overig	Totaal
2006	158	65	8	49	76	1	357
2007	159	63	9	48	110	8	397
2008	159	62	10	45	129	14	419
2009	158	61	10	45	142	22	438
2010	144	59	11	44	150	28	435
2011	136	55	11	46	158	30	437
2012**	136	55	14	47	165	35	453

Bron: CBS.

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

	Aantal				Totaal	Vermogen				Totaal
	≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW		≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW	
						<b>MW</b>				
2006	841	221	65	98	1 225	49	65	48	196	357
2007	1 186	271	81	97	1 635	69	74	58	196	397
2008	1 388	305	81	96	1 870	79	87	59	194	419
2009	1 457	343	83	96	1 979	84	94	60	199	438
2010	1 595	368	82	90	2 135	91	98	60	187	435
2011	1 754	393	80	83	2 310	99	105	58	175	437
2012**	1 856	424	83	82	2 445	105	114	60	174	453

Bron: CBS.

## 9.4.4 Houtketels en -kachels voor warmte bij bedrijven naar provincie, 2012\*\*

	Aantal	Vermogen
		MW
Groningen	104	14
Friesland	191	37
Drenthe	163	15
Overijssel	367	59
Flevoland	50	17
Gelderland	731	98
Utrecht	106	21
Noord-Holland	84	15
Zuid-Holland	159	43
Zeeland	46	23
Noord-Brabant	333	95
Limburg	112	14

Bron: CBS.

## Methode

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 was in 2012 ongeveer een zevende van het bijgeplaatste vermogen. In 2012 waren er ongeveer twintig bedrijven die één of meer warmteketels leverden aan bedrijven.

De warmteproductie is berekend uit het vermogen op basis van 1 500 vollasturen (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*). Deze norm is gebaseerd op combinatie van gegevens uit de CBS-Houtketeldatabase met de gegevens uit de CBS-Bedrijfsafvalstoffenstatistiek voor bedrijven uit de hout- en meubelindustrie. Voor toepassingen buiten de industrie zou het aantal vollasturen hoger kunnen zijn (Koppejan, 2010). 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 2012 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 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.

## 9.5 Huishoudelijke houtkachels

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 2012 overeen met één zevende van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland.

### Ontwikkelingen

Het gebruik van hout in huishoudelijke houtkachels is de laatste twee decennia ongeveer constant gebleven. Het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is wel toegenomen, omdat het gemiddelde rendement van de kachels is toegenomen. Binnen de huishoudelijke houtkachels kunnen drie soorten worden onderscheiden: open haarden, inzethaarden en vrijstaande kachels. De laatste twee groepen worden veel vaker gebruikt



## 9.5.1 Huishoudelijke houtkachels

	Aantal in gebruik	Inzet biomassa	Warmte- productie	Bruto eind- verbruik	Vermeden verbruik van fossiele pri- maire energie	Vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	1 000	kton	TJ			kton
<b>Totaal</b>						
1990	928	785	12 167	4 410	12 167	264
1995	950	767	11 891	4 513	11 891	270
2000	962	613	9 508	4 208	9 508	252
2005	956	716	11 103	5 724	11 103	342
2010	936	797	12 347	7 025	12 347	419
2011	933	807	12 503	7 262	12 503	432
2012**	930	817	12 660	7 501	12 660	446
<b>Openhaarden</b>						
1990	605	281	4 361	436	4 361	26
1995	541	244	3 776	378	3 776	23
2000	477	186	2 881	288	2 881	17
2005	419	170	2 633	263	2 633	16
2010	384	155	2 410	241	2 410	14
2011	370	150	2 321	232	2 321	14
2012**	356	144	2 232	223	2 232	13
<b>Inzethaarden</b>						
1990	145	150	2 330	1 097	2 330	66
1995	253	243	3 763	1 791	3 763	107
2000	244	156	2 422	1 211	2 422	72
2005	223	157	2 438	1 287	2 438	77
2010	179	136	2 106	1 143	2 106	68
2011	177	135	2 088	1 160	2 088	69
2012**	176	134	2 070	1 177	2 070	70
<b>Vrijstaande kachels</b>						
1990	178	353	5 476	2 877	5 476	172
1995	156	281	4 352	2 345	4 352	140
2000	241	271	4 205	2 709	4 205	162
2005	313	389	6 032	4 174	6 032	250
2010	374	505	7 831	5 641	7 831	336
2011	386	522	8 095	5 870	8 095	349
2012**	399	539	8 358	6 101	8 358	363

Bron: CBS en TNO.

en hebben een hoger rendement. Het aantal openhaarden en inzethaarden daalt, terwijl het aantal vrijstaande kachels stijgt.

### 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. Ontbrekende gegevens worden aangevuld met een parkmodel van de houtkachels, verkoopcijfers en expertschattingen van rendementen en levensduur van kachels (Jansen en Dröge, 2011).

De nader voorlopige cijfers over 2012 zijn door het CBS berekend via extrapolatie van de trend tussen 2010 en 2011. Voor de definitieve cijfers 2012 zal TNO een modelberekening maken.

Het meest recente steekproefonderzoek naar het houtverbruik onder huishoudens is uitgevoerd in de winter van 2006 en 2007 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, 2010b). Het viel daarbij op dat de onzekerheid groot is en dat schattingen van het houtverbruik via de aanbodzijde (schatting van beschikbaar hout) altijd veel lager uitkomen dan schattingen via de vraagzijde (steekproef onder huishoudens). Het is niet duidelijk welke benadering het beste is. Vooralsnog houden CBS en TNO vast aan de schatting van het houtverbruik via de vraagzijde, omdat deze meer onderbouwd is door echte waarnemingen. Het CBS schat de onzekerheid in het houtverbruik op 50 procent.

Momenteel loopt een nieuw onderzoek naar het houtverbruik van het huishoudens, als onderdeel van de energiemodule van het WoON-onderzoek van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Naar verwachting zijn later dit jaar de resultaten van dit onderzoek beschikbaar.

## 9.6 Houtskoolverbruik door huishoudens

Veel Nederlandse huishoudens gebruiken af en toe wat houtskool op de barbecue. Dit telt ook als verbruik van hernieuwbare energie. Het gaat om 0,3 procent van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie.

### Ontwikkelingen

Het CBS schat het houtskoolverbruik op 9 miljoen kg. Met een calorische waarde van 30 MJ per kg komt dit neer op 270 TJ. De aanname is dat het houtskoolverbruik constant is.

#### 9.6.1 Houtskool verbruik huishoudens per jaar van 1990 tot en met 2012

Verbruik houtskool	Bruto eindverbruik	Effect	
		vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
massa	energie		
mln kg	TJ		mln kg
9	270	270	-

Bron: CBS.

## Methode

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*, Agentschap NL, 2010).

## 9.7 Overige biomassaverbranding

Overige biomassaverbranding omvat alle biomassaverbranding die niet onder de hiervoor genoemde vormen valt. Het gaat vooral om het verbranden van diverse afvalstromen zoals afvalhout, kippenmest of papierslib in installaties die speciaal ontworpen zijn voor deze soort biomassa. Vaak gaat het om installaties die in ieder geval elektriciteit maken en soms ook warmte. Overige biomassaverbranding is goed voor 6 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

### Ontwikkelingen

De stijging van het verbruik van biomassa voor overige biomassaverbranding volgt op een daling in het voorgaande jaar. Deze daling hing voor een groot deel samen met het

### 9.7.1 Overige Biomassaverbranding

	Biomassa		Elektriciteit			Warmte		Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	totaal verbruik	voor elektriciteitsproductie	finaal verbruik	bruto-productie	netto-productie	totale productie	uit warmtekrachtkoppeling	uit finaal verbruik	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ		mln kWh			TJ							kton
1990	440	440	-	34	33	233	233	-	124	233	357	557	36
1995	577	477	100	36	35	337	247	90	131	347	478	693	44
2000	3 695	3 333	362	234	216	513	188	326	843	550	1 393	2 430	165
2005	5 628	3 524	2 104	253	235	2 249	468	1 781	910	2 572	3 482	4 509	280
2010	14 703	12 725	1 979	1 015	894	2 378	784	1 594	3 653	2 763	6 415	9 892	637
2011	11 723	10 138	1 585	806	705	2 264	994	1 270	2 902	2 579	5 482	8 107	520
2012**	13 985	12 570	1 415	1 012	889	2 327	1 175	1 152	3 644	2 590	6 234	9 637	622

Bron: CBS.

onderhoud in enkele grote installaties en was dus niet structureel. Wel is het verbruik van biomassa voor overige biomassaverbranding nog niet helemaal terug op het niveau van 2010. Dat heeft vooral te maken met het afgenomen verbruik van vloeibare biomassa vanwege de gestegen prijzen van deze vorm van biomassa.

De groei in de jaren vóór 2010 is vooral te danken aan nieuwe projecten met elektriciteitsproductie die ondersteund zijn door MEP-subsidie. De SDE-subsidieregeling heeft nog niet tot veel gerealiseerde projecten met elektriciteitsproductie uit verbranding van vaste of vloeibare biomassa geleid.

## Methode

Voor de elektriciteitsproductie is CertiQ de belangrijkste bron, met informatie uit de winning- en omzettingenquêtes van het CBS als aanvulling. Deze enquêtes zijn voor de inzet van biomassa en warmteproductie uit warmtekrachtkoppeling (wkk) de belangrijkste bron. Als aanvulling en controle is gebruik gemaakt van milieujaarverslagen en informatie van Agentschap NL vanuit de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). Indien de biomassa is verbrand ten behoeve van alleen warmteproductie, is aangenomen dat het rendement 90 procent is, het referentierendement voor grootschalige warmteproductie, tenzij informatie beschikbaar is waar een heel ander beeld uit naar voren komt. Voor de grotere installaties is voor de nader voorlopige cijfers over 2012 minimaal één betrouwbare bron aanwezig. De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit overige biomassaverbranding wordt daarom geschat op ongeveer 10 procent.

## 9.8 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 2012 leverde het stortgas ongeveer 0,5 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 CO<sub>2</sub>, 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, 2013b). De laatste tien jaar wordt er jaarlijks steeds tussen 5 en 10 procent minder stortgas geproduceerd.

## 9.8.1 Stortgas

	Biogas		Elektriciteit		Warmte	Aardgas	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	winning	gefakkeld	bruto-productie	netto-productie	productie	productie <sup>1)</sup>	elektriciteit <sup>2)</sup>	warmte <sup>2)</sup>	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ	mln kWh			TJ						kton
1990	724	332	17	16	20	171	77	134	211	340	21
1995	2 786	549	142	138	151	675	580	628	1 208	2 096	137
2000	3 098	786	158	153	44	616	647	462	1 109	1 986	132
2005	2 503	594	131	127	68	446	534	360	894	1 608	104
2010	1 941	403	93	90	55	345	391	269	660	1 138	72
2011	1 771	406	82	79	67	316	345	264	609	1 020	65
2012**	1 596	366	75	73	67	261	316	225	542	917	58

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Inclusief beperkte hoeveelheid extern geleverd ruw stortgas.

<sup>2)</sup> Inclusief elektriciteit of warmte toegerekend uit de productie van aardgas.

## Methode

Tot en met 1996 komen de gegevens uit de energie-enquêtes van het CBS. Vanaf het jaar 1997 zijn de gegevens afkomstig van 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 Agentschap NL. In deze enquête worden energiegegevens van alle stortplaatsen gevraagd.

Voor de nader voorlopige cijfers van 2012 waren de gegevens uit de 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 bijgeschat op basis van de wel bekende gegevens.

Het bruto eindverbruik van het in aardgas omgezette stortgas is berekend door eerst het hernieuwbare aandeel van het totale aardgasverbruik uit te rekenen (als productie van aardgas uit biogas gedeeld door het totale aardgasverbruik) en daarna dit aandeel te vermenigvuldigen met de som van (1) het energetisch eindverbruik van aardgas, (2) elektriciteitsproductie uit aardgas en (3) de verkochte warmte uit aardgas. Deze methode is afgesproken in de Werkgroep hernieuwbare energie van Eurostat (2011).

Resultaat van deze methode is dat ongeveer 62 procent van de aardgasproductie uit biogas telt als eindverbruik van warmte en 16 procent als eindverbruik van elektriciteit. De rest van het aardgas uit biogas wordt niet-energetisch verbruikt of gaat verloren bij omzetting in elektriciteit al dan niet in combinatie met de productie van warmte.

De onzekerheid in het bruto eindverbruik van energie uit stortgas schat het CBS op 10 procent.

## 9.9 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

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

### Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie met behulp van biogas uit rwzi's is de laatste jaren iets gestegen. Een trend van de laatste jaren is dat er meer elektriciteit wordt gemaakt bij een gelijkblijvende productie van biogas en warmte. Dat komt door het vervangen van oude biogasmotoren door nieuwe met een veel hoger elektrisch rendement (*Resultatenbrochure convenanten Meerjarenafspraken energie-efficiëntie 2011*, Agentschap NL, 2012b). Ongeveer 10 procent van het gewonnen biogas bij rwzi's wordt afgefakkeld.

#### 9.9.1 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

	Biogas		Elektriciteit <sup>1)</sup>				Warmte uit warmte-krachtkoppeling <sup>1)</sup>		Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	winning	fakkels	inzet voor elektriciteitsproductie	nuttig verbruik buiten vergister	bruto-productie	netto-productie	bruto-productie	netto-productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
	TJ				mln kWh			TJ					kton
1990	1724	209	891	312	70	66	352	69	254	1143	1396	1022	67
1995	1984	151	1326	134	106	100	530	103	381	1279	1660	1209	82
2000	2068	143	1345	397	111	105	553	108	398	1362	1760	1464	97
2005	2124	178	1575	256	123	117	649	135	443	1306	1750	1452	95
2010	2297	196	1926	84	164	154	758	99	589	1259	1848	1500	99
2011	2315	159	1995	77	173	164	823	214	622	1298	1920	1672	109
2012**	2388	167	2083	85	184	176	812	138	664	1285	1948	1687	111

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Het verschil tussen bruto en netto bestaat uit het eigen verbruik voor de productie van biogas en de omzetting van biogas in elektriciteit.

### 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 energiedeel van deze enquête gecombineerd met de uitvraag voor de Meerjarenafspraken 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. Volgens de suggestie in de handleiding voor energiestatistieken (IEA/Eurostat, 2004) maakt het CBS deze verdeling op basis van de productie van elektriciteit en warmte in joules.

Bij een enkele rwzi 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.

## 9.10 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 2012 ongeveer 4 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

### Ontwikkelingen

De groei van de productie van hernieuwbare energie uit co-vergisting van mest vlakt af vanaf 2009. In 2011 en 2012 is de productie van biogas uit de co-vergisting van mest zelfs gedaald. 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).

## 9.10.1 Co-vergisting van mest

	Aantal locaties		Elektriciteit <sup>1)</sup>				Warmte uit warmtekrachtkoppeling <sup>2)</sup>			Bruto energetisch eindverbruik		Effect	
	Biogas	winning en inzet elektriciteitsproductie	vermogen	bruto-productie	netto-productie	vollasturen <sup>2)</sup>	bruto-productie	netto-productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
2005	17	82	5	9	8	.	13	5	32	24	56	76	5
2006	34	591	18	59	54	5 600	63	4	213	135	348	459	32
2007	52	1 872	43	187	171	5 700	207	20	673	441	1 114	1 444	99
2008	74	3 697	76	370	339	5 900	476	106	1 332	973	2 305	2 984	204
2009	85	5 279	94	528	484	6 300	785	257	1 901	1 543	3 444	4 300	290
2010	92	5 747	98	575	527	6 000	1 028	453	2 069	1 907	3 976	4 775	316
2011	98	5 622	113	562	515	5 200	1 009	447	2 024	1 870	3 894	4 583	304
2012**	99	5 539	122	554	508	4 800	1 001	447	1 994	1 851	3 845	4 523	300

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Het verschil tussen bruto en netto bestaat uit het eigen verbruik voor de productie van biogas en de omzetting van biogas in elektriciteit.

<sup>2)</sup> Het aantal vollasturen is het aantal uur dat de biogasmotoren op de maximale capaciteit zouden moeten draaien om de gerealiseerde elektriciteitsproductie te halen. Bij de berekening is rekening gehouden met het aantal maanden dat een project in bedrijf is. De eerste drie bedrijfsmaanden zijn niet meegenomen, om de effecten van opstartproblemen in de beginfase eruit te filteren.

Huidige mestvergisters draaien niet op de volledige capaciteit. Het gemiddelde aantal vollasturen is in 2012 zelfs gedaald tot 4,8 duizend. Dat is 55 procent van het theoretische maximum en veel lager dan de 8 duizend uur die ECN en KEMA gebruiken voor het doorrekenen van de maximum redelijke subsidiëtarieven (Lensink et al., 2012). 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 2012 was dat toegenomen tot 1,2 MW.

## 9.10.2 Herkomst en samenstelling input co-vergisting van mest

	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
	miljard kilo (nat)					TJ op bovenwaarde				
Primaire landbouw										
mest	0,44	0,91	0,80	1,38	1,35	569	1 235	1 037	1 896	1 685
maïs	0,11	0,21	0,26	0,36	0,18	670	1 262	1 570	2 259	1 053
overige producten	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	153	151	151	208	245
totaal	0,58	1,14	1,08	1,78	1,59	1 392	2 647	2 758	4 363	2 983
Agro-industrie	0,05	0,10	0,14	0,54	0,40	494	1 251	1 479	4 353	2 950
Overig	0,09	0,17	0,29	0,23	0,29	816	2 276	3 925	2 557	3 151
Totaal	0,72	1,42	1,52	2,55	2,27	2 702	6 174	8 162	11 273	9 084

Bron: CBS en OWS (2010).



In 2011 is ruim 2 miljard kg natte biomassa vergist. Ongeveer de helft was mest. De totale mestproductie in Nederland was 70 miljard kg. Ruim 1 procent daarvan gaat dus de vergisters in. De calorische waarde van de verschillende soorten voedingsstoffen voor de co-vergisters van mest verschillen aanzienlijk. De calorische waarde van mest is relatief laag. Op energiebasis is het aandeel van de mest dus veel lager (ongeveer 15 procent) dan op massabasis (ruim 50 procent).

Maïs is een belangrijk co-product dat wordt meeergist. Opvallend is dat in 2011 veel minder maïs is vergist. 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.

Bij de productie van elektriciteit uit biogas komt warmte vrij, die voor een groot gedeelte gebruikt zou kunnen worden (warmtekrachtkoppeling). Een gedeelte van deze warmte wordt benut om de vergister warm te houden. In principe is er dan nog veel warmte over. De mogelijkheid om deze warmte op de landbouwbedrijven te gebruiken is echter beperkt. De totale warmtebenutting buiten de vergister om was ongeveer 5 procent van alle gewonnen biogas.

## Methodes

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 en warmte is bepaald met behulp van de biogasproductie en kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Volgens het Protocol is 0,1 joule warmte nodig ivoor de productie van 1 joule biogas. Volgens een veldstudie van Peene et al. (2011) is het warmteverbruik voor de gisting waarschijnlijk lager, ongeveer 0,05 joule warmte per 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.

Net als bij biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) wordt de nuttig gebruikte warmte uit warmtekrachtinstallaties 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 9.7 over de rwzi's wordt daar uitgebreider op ingegaan.

De gegevens over de warmte en het substraatverbruik in natte massa zijn 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 is ongeveer 50 procent voor verslagjaar 2011. 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 en de warmteproductie. Reden daarvoor is de wens om de administratieve lastendruk voor de

bedrijven te beperken en om efficiënter te kunnen werken. Voor de warmteproductie voor processen buiten de vergister is aangenomen dat deze in 2012 gelijk is aan 2011. Voor 2013 is het CBS van plan om weer wel een enquête te gaan houden naar het substraatverbruik en de warmteproductie.

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 netto elektriciteitsproductie is maximaal 10 procent. De onzekerheid in de gegevens over de gebruikte grondstoffen en de warmteproductie is groter, gezien het kleine totaal aantal bedrijven en de non-respons.

## 9.11 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. In opkomst is vergisting van nat groen afval, zoals groente- fruit- en tuinafval in combinatie met de productie van elektriciteit. Het gaat om projecten op ongeveer 45 locaties die goed zijn voor ongeveer 3 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie.

### 9.11.1 Overig biogas

	Biogas			Elektriciteit <sup>1)</sup>		Warmte uit warmtekrachtkoppeling <sup>1)</sup>		Aardgas	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	winning	inzet voor elektriciteitsproductie	finaal verbruik buiten vergister	bruto-productie	netto-productie	bruto-productie	netto-productie	productie	elektriciteit <sup>2)</sup>	warmte <sup>2)</sup>	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO <sub>2</sub>
		TJ	mIn kWh		TJ						kton		
1990	468	45	374	4	2	15	12	-	15	446	461	406	23
1995	826	129	618	7	3	69	57	-	25	792	816	711	41
2000	974	274	617	17	12	155	133	-	61	897	957	870	51
2005	1 158	405	656	32	26	135	106	-	115	971	1 086	998	59
2010	2 900	2 243	561	196	178	525	322	-	706	1 403	2 109	2 364	149
2011	3 121	2 440	395	218	199	549	445	228	824	1 405	2 229	2 696	170
2012**	3 449	2 315	365	205	185	485	386	687	857	1 597	2 454	2 947	183

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> Het verschil tussen bruto en netto bestaat uit het eigen verbruik voor de productie van biogas en de omzetting van biogas in elektriciteit.

<sup>2)</sup> Inclusief elektriciteit of warmte toegerekend uit de productie van aardgas.

## Ontwikkelingen

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 zijn relatief aantrekkelijk vanwege de ondersteuning via de MEP-regeling. Deze nieuwe projecten vinden vaak plaats buiten de voedingsmiddelenindustrie. Het gaat dan om vergisting van groente- fruit- en tuinafval of andere natte organische afvalstromen uit. 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.

## 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 uit nabellen.

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 deze laatste 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.

## 9.12 Biobrandstoffen voor het wegverkeer

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 niet in pure vorm 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 (niet bindend) afgesproken 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 vaak 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 negatief, als alle, vaak indirecte, effecten worden meegenomen. 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.

Voor de komende jaren loopt 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). Nieuw is dat deze verplichting niet alleen geldt voor brandstoffen voor het wegverkeer, maar ook voor brandstoffen voor mobiele werktuigen in de landbouw en de bouw. Mobiele werktuigen gebruiken een kleine 40 PJ diesel (CLO, 2013). Dat komt neer op een uitbreiding van de grondslag met ongeveer 8 procent. Ook

nieuw is dat de bedrijven moeten aantonen dat de door hen geleverde biobrandstoffen voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*.

Biobrandstoffen uit afval en houtachtige materialen worden als zeer duurzaam gezien. Om het gebruik van deze biobrandstoffen extra te stimuleren mogen deze dubbel tellen voor de transportdoelstelling uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*. Voor de overall doelstelling geldt deze dubbeltelling niet. De richtlijn moet vanaf 2011 worden omgezet in nationale wetgeving. Wat betreft de dubbeltelling is Nederland zeer snel geweest. Voor de nationale bijmengplicht geldt al een dubbeltelling vanaf het verslagjaar 2009 (*Staatscourant*, 2009).

In 2012 was de bijdrage van biobrandstoffen voor het wegverkeer aan het totaal bruto eindverbruik van hernieuwbare energie 14 procent.

### 9.12.1 Biobrandstoffen voor het wegverkeer, afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt

	Afleveringen biobrandstoffen, totaal		Afleveringen biobrandstoffen, dubbeltellend <sup>1)</sup>	Bruto energetisch eindverbruik <sup>2)</sup>	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie
	mln liter	mln kg	TJ		
<b>Biobenzine</b>					
2005	-	-	-	-	-
2006	38	28	798	-	798
2007	176	132	3 687	-	3 687
2008	218	163	4 524	-	4 524
2009	284	213	5 771	-	5 771
2010	278	208	5 614	162	5 614
2011	309	231	6 231	x	6 231
2012**	256	192	5 172	504	5 172
<b>Biodiesel</b>					
2005	3	3	101	-	101
2006	29	25	968	-	968
2007	286	253	9 344	-	9 344
2008	231	203	7 524	-	7 524
2009	301	266	9 835	3 216	9 835
2010	121	107	3 963	3 412	3 963
2011	221	195	7 207	x	7 207
2012**	259	229	8 462	7 446	8 462
<b>Totaal</b>					
2005	3	3	101	-	101
2006	67	54	1 766	-	1 766
2007	463	384	13 031	-	13 031
2008	449	367	12 048	-	12 048
2009	586	478	15 606	3 216	15 606
2010	399	315	9 577	3 574	9 577
2011	529	426	13 438	6 958	13 438
2012**	515	420	13 634	7 950	13 634

Bron: CBS.

<sup>1)</sup> 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.

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

## Ontwikkelingen

Het fysieke verbruik van biobrandstoffen is in 2012 ongeveer gelijk gebleven op 13,5 PJ. Bij biodiesel wordt vooral gebruik gemaakt van dubbeltellende biobrandstoffen, bij biobenzine om enkeltellende. De verplichting tot het verbruik van hernieuwbare energie voor vervoer steeg licht van 4,25 naar 4,5 procent. Het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer loopt niet precies op met de verplichting, onder andere 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.

### 9.12.2 Biobrandstoffen voor het wegverkeer, balans

	Pure biobrandstoffen				Bijgemengde biobrandstoffen				Totaal puur en bijgemengd	
	productie	saldo import en export	onttrekking uit voorraad	bijmenging bij benzine en diesel	afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt <sup>1)</sup>	productie uit bijmenging	saldo import en export	onttrekking uit voorraad	afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt	afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt
	mln kg									
<b>Biobenzine</b>										
2009	0	214	-13	201	-	201	12	-	213	213
2010	x	x	7	171	-	171	37	-	208	208
2011	x	x	0	71	-	71	160	-	231	231
2012**	x	.	-10	.	-	.	.	-	192	192
<b>Biodiesel</b>										
2009	274	57	-3	328	0	328	-62	-	266	266
2010	382	-337	64	109	.	109	-2	-	107	107
2011	491	-224	-48	220	.	220	-25	-	195	195
2012**	1177	.	-55	.	.	.	.	-	229	229
<b>Totaal</b>										
2009	274	271	-16	529	0	529	-50	-	478	478
2010	x	x	72	280	.	280	36	-	315	315
2011	x	x	-48	291	.	291	135	-	426	426
2012**	x	.	-65	.	.	.	.	-	420	420

Bron: CBS.

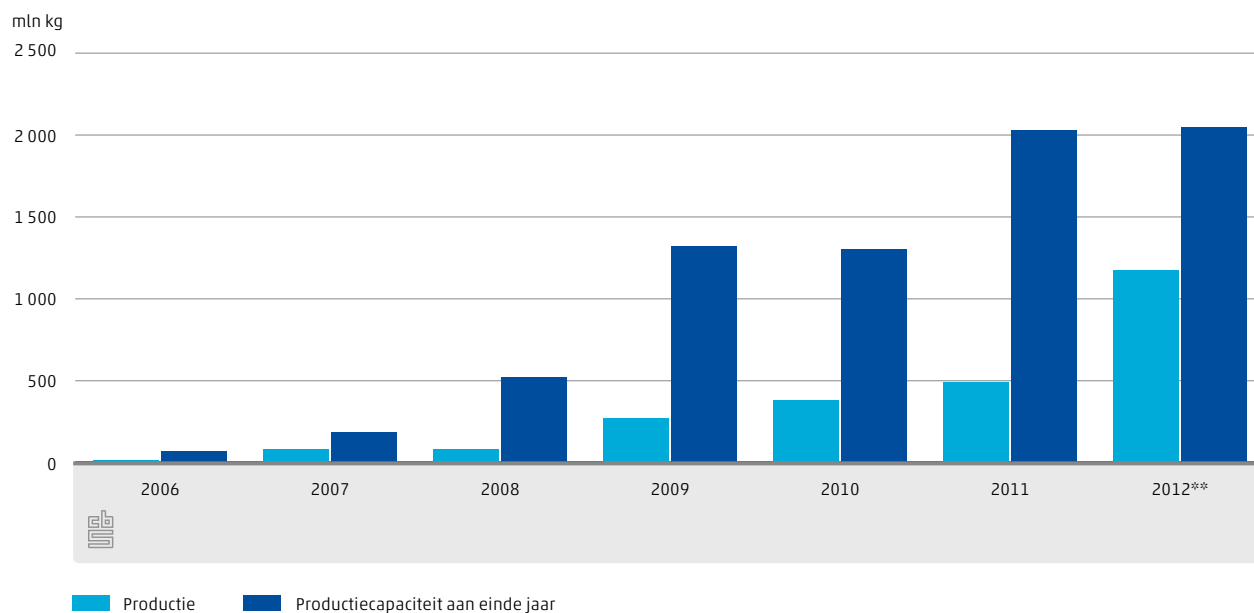
<sup>1)</sup> Er wordt ook enige biodiesel in pure vorm op de markt gebracht. Vanwege de vertrouwelijkheid is deze (beperkte) hoeveelheid geteld bij de bijgemengde biobrandstoffen.

De Nederlandse productie van biodiesel was in 2012 1,2 miljard kg. Dat is meer dan twee keer zoveel als het jaar ervoor en veel meer dan het binnenlands verbruik. Een groot deel van de geproduceerde biodiesel gaat naar het buitenland. In een paar jaar tijd is Nederland van een netto-importeur van biodiesel een netto exporteur geworden.

De capaciteit van de biodieselfabrieken bleef constant op 2,0 miljard kg. De totale productie van biodiesel is dus nog steeds veel 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 ondersteuningmaatregelen voor biobrandstoffen teruggebracht. In

### 9.12.3 Productie biodiesel



Nederland is de bijmengplicht bijgesteld van 5,75 naar 4 procent in 2010 en is in Duitsland de accijnskorting voor biodiesel beperkt. Ten tweede is er ook veel concurrentie van biodieselfabrieken buiten Europa.

In Nederland wordt ook biobenzine geproduceerd. Het gaat om bio-ethanol en/of biomethanol. De productie van biobenzine is vertrouwelijk vanwege het geringe aantal betrokken bedrijven.

### 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 voldoen door het geven van een toelichting op gegevens die het bedrijf ook al aan de NEa heeft verstrekt. Voorwaarde daarvoor is dan wel dat de informatie van de NEa voldoende compleet is betreffende fysieke stromen van biobrandstoffen voor binnen- en buitenland.

Voor sommige bedrijven is het ook lastig om op jaarbasis informatie te geven over de fysieke bestemming van de biodiesel en biobenzine na het bijmengen tot *lage blends* (benzine of diesel met een zo klein aandeel biobrandstoffen dat deze verhandeld mogen worden als gewone benzine of diesel). In die gevallen hebben CBS en/of de bedrijven aangenomen dat de biobrandstoffen gemiddeld genomen dezelfde bestemming hebben als de gewone benzine en diesel. Via de oliestatistiek heeft het CBS zicht op de onderlinge leveringen van de oliebedrijven en kan daarmee schatten welk deel van de bijgemengde benzine of diesel fysiek op de Nederlandse markt komt en welk deel wordt geëxporteerd.

De NEa rapporteert ook over op de markt gebrachte biobrandstoffen (NEa, 2012). Deze cijfers zijn anders dan de CBS-cijfers. Daar zijn twee redenen voor:

- ten eerste rapporteert het CBS 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. Dat kan 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.
- Ten tweede mogen voor de verplichting de lage blends al geteld worden als binnenlands verbruik als ze bestemd zijn voor de Nederlandse markt. Echter, de lage blends worden na het verkrijgen van deze bestemming niet meer volledig fysiek gevolgd en dus kan een gedeelte daarvan alsnog fysiek in het buitenland terecht komen. Daarmee is het echter niet mogelijk om deze in de EU nogmaals op te voeren voor een bijmengplicht of belastingkorting, omdat de daarvoor vereiste duurzaamheidsverklaringen ontbreken.

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 en de dubbeltelling van biobrandstoffen. Echter, via combinatie van informatie uit de rapportages aan de NEa en de eigen directe waarneming kan het CBS toch nagaan of de op de markt gebrachte biobrandstoffen voldoen aan de duurzaamheidscriteria en bepalen welk deel van de op de markt gebrachte biobrandstoffen dubbel tellen voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*.



De onzekerheid in de cijfers over de op de markt gebrachte biobrandstoffen zit vooral in de bestemming van de lage blends. 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 10 procent.

In tegenstelling tot de andere duurzame energietechnieken zijn voor de biobrandstoffen voor het wegverkeer geen cijfers beschikbaar over de vermeden emissies van CO<sub>2</sub>. Er is altijd veel discussie over. Inmiddels is er consensus dat voor de berekening van vermeden CO<sub>2</sub>-emissies voor biobrandstoffen niet volstaan kan worden met het effect van directe substitutie, maar dat de hele keten van het productieproces moet worden beoordeeld. Informatie over deze keten was tot voor kort nog niet beschikbaar. Daarom is het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* (Agentschap NL, 2010) besloten om in de hernieuwbare-energiestatistiek geen cijfers te publiceren over de vermeden emissies van CO<sub>2</sub> door het verbruik van biobrandstoffen voor het wegverkeer.

In het kader van de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* zijn inmiddels methoden ontwikkeld voor de berekening van de vermeden CO<sub>2</sub>-emissie. Van belang voor deze berekening zijn gegevens over de aard en herkomst van de grondstoffen. Via de vrijwillige rapportages aan de NEa (2011) was er voor het verslagjaar 2010 voor het eerst voor de Nederlandse markt informatie beschikbaar over de aard en herkomst van de grondstoffen. Op basis van deze gegevens en methoden uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* is voor 2010 uitgerekend dat de fysiek op de Nederlandse markt gebrachte biobrandstoffen een CO<sub>2</sub>-besparing opleverde van 518 ton (Rijksoverheid, 2011).

# Literatuur

Agentschap NL (2010), *Protocol Monitoring Duurzame Energie*, update 2010. 2DENB1013. AgentschapNL, Utrecht.

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

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

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

Agentschap NL (2012c), *Statusdocument bio-energie 2011*.

Agentschap NL (2012d), *Jaarcijfers Groen Beleggen 2010*, website Agentschap NL, 19 juli 2012.

Agentschap NL (2013a), *Jaarbericht 2012 MEP en SDE*.

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

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

Bakker, A.M.R., van den Hurk, B.J.J.M. en Coelingh, J.P. (2012), *Decomposition of the windiness index in the Netherlands for the assessment of future long-term wind supply*, Wind Energy, 2012.

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

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

CBS (2012a), *Economic Radar of the Sustainable Energy Sector in the Netherlands*, CBS.

CBS (2012b), *Hernieuwbare Energie in Nederland 2011*. CBS.

CBS (2012c), *Environmental Accounts*, CBS.

CBS (2013), *Interim report on the sustainable energy sector 2013*. June 2013.

CertiQ (2013), website [www.certiq.nl](http://www.certiq.nl).

CLO, Compendium voor de Leefomgeving (2013), *Energieverbruik door verkeer en vervoer, 1990–2011*.

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.

Europees Parlement en de Raad (2001), *Richtlijn 2001/77/EG betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne markt*. Publicatie van de Europese Gemeenschappen, L 283/33, 27 oktober 2001.

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 on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling* SEC(2010) 65.

Europese Commissie (2013) *EU stelt voorlopige antidumpingrechten in op zonnepanelen uit China*. Persbericht IP/13/501 , 4 juni 2013.

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

Eurostat (2013a), *Share of renewable energy in gross final energy consumption, Energy Statistics – Main Indicator*, Latest update 27-06-2013.

Eurostat (2013b,) *SHARES 2011 Results*. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/documents/SHARES2011Results.xlsx>.

Eurostat (2013c), *The average share of electricity from renewable energy sources in the Community*, latest update 11 juni 2013.

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

Goh, C.S. en Junginger, M. (2012), *Sustainable biomass and bioenergy in the Netherlands Report 2012*, Agentschap NL.

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

De Koning, CJAM en P Knies (1995), *Status van de warmtepomp in de melkveehouderij*. IKC Landbouw, Ede.

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

Koppejan, J. (2010), *Statusoverzicht Houtkachels in Nederland. Studie uitgevoerd in opdracht van Agentschap NL*. Procede Biomass B.V, Enschede.

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.

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), Kamerbrief ETM/ED/11093158, *Subsidie duurzame warmte voor bestaande woningen*.

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

Nederlandse Emissieautoriteit (2011), *Rapportage duurzaamheid biobrandstoffen 2010*.

Nederlandse Emissieautoriteit (2012), *Naleving jaarverplichting 2011 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*, NEa, juni 2012.

Observ'ER (2013a), *The state of renewable energies in Europe*, [www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org), Parijs.

Observ'ER (2013b), *Photovoltaic Barometer*, [www.eurobserv-er.org](http://www.eurobserv-er.org), Parijs, April 2013.

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) (2012), *Compendium voor de Leefomgeving*, [www.clo.nl](http://www.clo.nl).

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

Polder PV (2013) PV in NL update 1. *De anekdote achter de nieuwste CBS cijfers voor zonnestroom in Nederland*, website Polder PV, 25 mei 2013.

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

Rijksoverheid (2011), *Voortgangsrapportage energie uit hernieuwbare bronnen in Nederland 2009–2010*, Richtlijn 2009/28/EG.

Rijkswaterstaat (2013), *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. (2009), *Windex op basis van productiedata van het CBS afgeleid uit registratie van CertiQ*, CBS website, april 2009.

Segers, R. (2010a), *Revisie hernieuwbare energie*, juli 2010, CBS.

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

- Segers, R. (2010c), *Energiebalans van Nederland: CBS versus IEA, Eurostat en UNFCCC*, CBS website maart 2010.
- Segers, R. en Wilmer, M. (2012), *Meer nieuwe zonnepanelen dan eerder gedacht*, december 2012, CBS.
- Segers, R. en Wilmer, M. (2013), *Productie hernieuwbare elektriciteit stijgt licht*, CBS-webmagazine, februari 2013.
- Segers, R. (2013), *Aandeel hernieuwbare energie vrijwel gelijk gebleven*. CBS-webmagazine, mei 2013.
- SenterNovem (2005a), *Windkaart van Nederland op 100 m hoogte*. Uitgevoerd door KEMA. Publicatienummer 2 DEN-05.04, SenterNovem, Utrecht.
- SER (2013) *Belangrijke stap richting Energieakkoord voor duurzame groei*, website SER, 12 juli 2013.
- Staatsblad (2006), *Besluit van 20 oktober 2006, houdende regels met betrekking tot het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer (Besluit biobrandstoffen wegverkeer 2007)*, nummer 542.
- Staatsblad (2011), *Besluit hernieuwbare energie vervoer*, nummer 197.
- 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.