

***Duurzame energie
in Nederland
2007***



Verklaring der tekens

.	= gegevens ontbreken
*	= voorlopig cijfer
x	= geheim
–	= nihil
–	= (indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met
0 (0,0)	= het getal is minder dan de helft van de gekozen eenheid
niets (blank)	= een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
2006–2007	= 2006 tot en met 2007
2006/2007	= het gemiddelde over de jaren 2006 tot en met 2007
2006/'07	= oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2006 en eindigend in 2007
1996/'97–2006/'07	= boekjaar enz. 1996/'97 tot en met 2006/'07
W	= watt (1 J/s)
kW	= kilowatt (1 000 J/s)
Wh	= wattuur (3 600 J)
J	= joule
ton	= 1 000 kg
M	= mega (10^6)
G	= giga (10^9)
T	= tera (10^{12})
P	= peta (10^{15})
a.e.	= aardgas equivalenten (1 a.e. komt overeen met 31,65 MJ)
mIn	= miljoen
MW _e	= megawatt elektrisch vermogen
MW _{th}	= megawatt thermisch vermogen

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

Uitgever

Centraal Bureau voor de Statistiek
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag

Prepress en druk

Centraal Bureau voor de Statistiek – Facilitair bedrijf

Omslag

TelDesign, Rotterdam

Inlichtingen

Tel.: (088) 570 70 70
Fax: (070) 337 59 94
Via contactformulier: www.cbs.nl/infoservice

Bestellingen

E-mail: verkoop@cbs.nl
Fax: (045) 570 62 68

Internet

www.cbs.nl

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 2007.
Verveelvoudiging is toegestaan, mits het CBS als bron wordt vermeld.

Prijzen zijn excl. administratie- en verzendkosten.
Prijs: € 13,00
ISBN: 978-90-357-1599-8
ISSN 1871-7853

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	6
1. Inleiding	7
2. Algemene overzichten	11
2.1 Duurzame energie totaal	11
2.2 Duurzame elektriciteit	13
2.3 Duurzame warmte	16
2.4 Internationale statistieken over duurzame energie	16
2.5 Duurzame energie in de Energiebalans	25
3. Waterkracht	28
4. Windenergie	29
5. Zonne-energie	33
5.1 Zonnestroom	33
5.2 Zonnewarmte	35
6. Omgevingsenergie	38
6.1 Warmtepompen	39
6.2 Warmte/koudeopslag	43
7. Biomassa	47
7.1 Afvalverbrandingsinstallaties	48
7.2 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales	50
7.3 Houtkachels voor warmte bij bedrijven	51
7.4 Huishoudelijke houtkachels	53
7.5 Overige biomassaverbranding	54
7.6 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	55
7.7 Stortgas	56
7.8 Biogas op landbouwbedrijven	57
7.9 Overig biogas	59
7.10 Biobrandstoffen voor het wegverkeer	60
8. Referenties	64

Voorwoord

In dit jaarrapport *Duurzame energie in Nederland 2007* geeft het Centraal Bureau voor de Statistiek een kwantitatief overzicht van de productie en het gebruik van duurzame energie, een toelichting bij de belangrijkste ontwikkelingen en een beschrijving van de methodes die gebruikt zijn om de cijfers samen te stellen. Het jaarrapport beschrijft verschillende bronnen van duurzame energie, zoals windenergie, zonne-energie, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en het gebruik van biobrandstoffen voor het wegverkeer. Daarnaast is er aandacht voor de relatie van de duurzame energiestatistiek met de Nederlandse energiebalans van het CBS, het groenestroomcertificatensysteem van CertiQ, de internationale energiebalansen van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Eurostat en nationale en internationale beleidsdoelstellingen. Het rapport is vooral bedoeld voor mensen die precies willen weten hoe de cijfers over duurzame energie in elkaar steken.

De totale bijdrage van duurzame energie aan de energievoorziening bedroeg in 2007 een kleine 3 procent. Dit is ongeveer hetzelfde als in 2006. Uit deze totaalcijfers zou men af kunnen leiden dat er weinig is veranderd binnen de duurzame energie. Dat is echter niet het geval. Het meestoken van biomassa, in 2006 nog de belangrijkste bron van duurzame energie, halveerde. Daarentegen steeg het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer fors: van 0,4 naar 2,8 procent van het totale hoeveelheid verkochte benzine en diesel aan de pomp. Ook windenergie bleef fors groeien door het bijplaatsen van nieuwe windmolens op land en op zee.

Het is voor de vijfde keer op rij dat het CBS het jaarrapport heeft samengesteld, gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken. Naast dit rapport publiceert het CBS regelmatig op zijn website (www.cbs.nl) over duurzame energie.

Het CBS bedankt iedereen die betrokken is geweest bij het samenstellen van de cijfers en de rapportage. Ten eerste alle berichtgevers die de vragenlijsten hebben ingevuld en daar waar nodig nog toelichting hebben verstrekt. Ten tweede organisaties die ons geholpen hebben door het ter beschikking stellen van hun gegevens en hun kennis van het veld: CertiQ, SenterNovem, TNO, de Stichting Warmtepompen, de VERAC (Branchevereniging van leveranciers van airconditioning apparatuur), IF Technology, Holland Solar, de provincies, de Universiteit Utrecht en Wind Service Holland (WSH).

Directeur-Generaal van de Statistiek
Drs. G. van der Veen

Den Haag/Heerlen, december 2008

Samenvatting

Het verbruik van duurzame energie in Nederland is in 2007 nauwelijks verder gegroeid. In 2007 was 2,9 procent van de Nederlandse energievoorziening afkomstig van duurzame bronnen. Dat is 0,1 procentpunt meer dan in 2006. Tussen 2003 en 2006 groeide het duurzame energieverbruik nog sterk.

Ongeveer 0,8 procent van de energievoorziening was in 2007 afkomstig van Nederlandse windmolens. Zij produceerden een kwart meer energie dan het jaar daarvoor. Dat kwam vooral door het bijplaatsen van nieuwe molens. Ook waaide het meer dan in 2006.

De belangrijkste duurzame energiebron was nog steeds biomassa, met een bijdrage aan de energievoorziening van 1,8 procent. De belangrijkste veranderingen in 2007 vonden plaats bij het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en het gebruik van biobrandstoffen voor het wegverkeer. Het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales halveerde en was in 2007 goed voor ongeveer 0,5 procent van de energievoorziening. Deze daling werd voor een groot deel gecompenseerd door een forse toename van het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer tot 0,4 procent van het totale energieverbruik. Van alle aan de pomp verkochte benzine en diesel bestond in 2007 2,8 procent uit biobrandstoffen. De overige vormen van het verbruik van biomassa waren verantwoordelijk voor 1,0 procent van het energieverbruik. Het gaat dan vooral om het verbranden van afval in afvalverbrandingsinstallaties en diverse toepassingen op kleinere schaal. Gemiddeld genomen nam dit verbruik van biomassa iets toe.

De netto binnenlandse elektriciteitsproductie uit duurzame bronnen daalde van 6,5 naar 6,0 procent van het totale netto binnenlands elektriciteitsverbruik. Deze daling werd grotendeels veroorzaakt door de halvering van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales. De toename van de windenergie was niet voldoende groot om deze daling volledig te compenseren.

1. Inleiding

Duurzame energie is al jaren een speerpunt in het Nederlandse energiebeleid. Uit dit speerpunt is een jaarlijkse rapportage voortgekomen over duurzame energie in Nederland. Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen van de duurzame energie in 2007. Tevens worden de gebruikte methoden en bronnen toegelicht.

1.1 Protocol Monitoring Duurzame Energie

Bij het berekenen van de duurzame energie moeten een aantal keuzen worden gemaakt, zoals welke bronnen meetellen en hoe de verschillende vormen van energie worden opgeteld. Deze keuzen zijn gemaakt in overleg met branche-organisaties, kennisinstellingen en het ministerie van Economische Zaken en vastgelegd in het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006).

De methode voor het berekenen van de duurzame energie, zoals beschreven in het Protocol, bestaat in essentie uit twee stappen. De eerste stap is het vaststellen van de productie van nuttige vormen van energie (elektriciteit, warmte en gas) uit de verschillende duurzame energiebronnen. De tweede stap is het berekenen van de vermeden inzet van fossiele primaire energie (zoals aardgas en kolen). Dit is de energie die nodig zou zijn om met conventionele (referentie-) technieken dezelfde hoeveelheid energie te produceren als met de duurzame technieken. Het Protocol beschrijft per duurzame energiebron de referentietechnologie en geeft kentallen die nodig zijn voor het op efficiënte wijze berekenen van de nuttige energieproductie van de duurzame technieken (zoals de elektriciteitsproductie per geïnstalleerd vermogen zonnepaneel).

Volgens het Protocol wordt voor de berekening van de duurzame energie uitgegaan van de netto-elektriciteits- en warmteproductie. Daar waar in dit rapport wordt gesproken over de elektriciteits- en warmteproductie gaat het daarom steeds om de nettoproductie zonder dat het iedere keer expliciet vermeld wordt.

Naar aanleiding van ontwikkelingen op het gebied van duurzame energie en nieuwe inzichten wordt het Protocol regelmatig aangepast. De eerste versie verscheen in 1999, de tweede in 2002, de derde in 2004 en de vierde eind 2006.

1.2 Meetmoment van capaciteit

Bij diverse duurzame energietechnieken wordt de capaciteit ervan gegeven. Dat is vaak het elektrisch en/of thermisch vermogen, soms ook de oppervlakte. De peildatum van dit vermogen is 31 december van het verslagjaar. Bij een sterke groei van het vermogen, zoals bij windenergie, kan het gemiddelde vermogen in een bepaald jaar substantieel afwijken van het vermogen aan het eind van het jaar. Vooral bij het beoordelen van de productie afgezet tegen het vermogen is dit iets om rekening mee te houden.

1.3 Gebruikte databronnen

De cijfers zijn gebaseerd op een uiteenlopende reeks aan databronnen. Een belangrijke bron vormen de gegevens uit de administratie van CertiQ, onderdeel van de netbeheerder TenneT. CertiQ ontvangt maandelijks van de regionale netbeheerders een opgave van de elektriciteitsproductie van een groot deel van de installaties die duurzame stroom produceren. Voor windmolens en waterkrachtcentrales is daarmee meteen de duurzame elektriciteitsproductie bekend. Voor de duurzame elektriciteitsproductie uit het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales is, naast de geproduceerde elektriciteit, ook het percentage duurzaam van de betreffende centrales nodig. De eigenaren van de cen-

trales sturen deze percentages apart op naar CertiQ. Achteraf moeten de centrales nog een accountantsverklaring overleggen met betrekking tot de juistheid van de gegevens. Eventueel volgen er nog correcties. Op basis van de door CertiQ vastgestelde duurzame elektriciteitsproductie worden door CertiQ groencertificaten aangemaakt. Deze kunnen worden gebruikt om subsidie te verkrijgen bij EnerQ (ook een onderdeel van TenneT), om groene stroom aan eindverbruikers te verkopen en om te verhandelen.

Een tweede belangrijke bron zijn de reguliere CBS-energie-enquêtes onder bedrijven die energie winnen, omzetten en verbruiken. Voor de afvalverbrandingsinstallaties en voor het overig biogas zijn deze enquêtes de belangrijkste bron. Voor biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties is gebruik gemaakt van de CBS-enquête Zuivering van Afvalwater. Voor zonnestroom, zonnewarmte, warmtepompen en houtkachels voor warmte bij bedrijven zijn specifieke enquêtes uitgestuurd naar de leveranciers van dergelijke systemen. Voor warmte/koudeopslag is vooral gebruik gemaakt van gegevens over vergunningen van de provincies in het kader van de grondwaterwet.

Het biogene aandeel van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties is afkomstig van SenterNovem. De stortgasgegevens komen uit de stortgasenquête van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) van SenterNovem en de Vereniging Afvalbedrijven (VA). De Stichting Warmtepompen 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 check en om de nauwkeurigheid te beoordelen is gebruik gemaakt van gegevens van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) over de afvalverbrandingsinstallaties, van de milieujaarverslagen voor de elektriciteitscentrales en de afvalverbrandingsinstallaties, van EIA (Energie-investeringsaftrek) gegevens van SenterNovem voor biomassa-installaties, en van Wind Service Holland (WSH) en de Landelijke Stuurgroep Ontwikkeling Windenergie (LSOW) voor het opgestelde vermogen van windenergie. Het gebruik van de bronnen wordt nader toegelicht in de hoofdstukken 3 tot en met 7.

1.4 Historie en rol van het CBS

In de jaren negentig publiceerden verschillende partijen over duurzame energie. Door onderlinge afstemming, onder andere resulterend in het eerste Protocol Monitoring Duurzame Energie, werden de verschillen steeds kleiner. Tot en met het verslagjaar 2002 publiceerde het adviesbureau Ecofys, in opdracht van Novem, een jaarrapport. Daarbij werd samengewerkt met het CBS, KEMA en een aantal andere partijen. Vanaf het verslagjaar 2003 is het CBS, gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, verantwoordelijk voor de volledige waarneming en verslaglegging van de duurzame energie in Nederland. Twee belangrijke redenen voor de verschuiving van Ecofys naar het CBS zijn:

1. Door de CBS-wet heeft het CBS toegang tot in principe alle administratieve gegevens van de (semi)-overheid die voor de uitvoering van wettelijke taken worden bijgehouden (hieronder vallen de bestanden achter groenestroomcertificaten van CertiQ en de subsidies van SenterNovem).
2. Het toenemende belang van de duurzame energie in Nederland betekent dat het ook steeds belangrijker wordt om de duurzame energie op een zo goed mogelijke wijze te integreren in de Nederlandse Energiehuishouding (NEH), zoals die door het CBS gemaakt wordt.

Europa is de laatste jaren steeds belangrijker geworden voor het duurzame energiebeleid. Daarmee worden ook de Europese statistieken over duurzame energie steeds belangrijker. Het CBS is verantwoordelijk voor de aanlevering van de Nederlandse gegevens voor het merendeel van de officiële Europese statistieken. Dit geldt ook voor de Europese energiestatistieken, welke worden gemaakt door Eurostat in nauwe samenwerking met het International Energieagentschap (IEA). Tot 1 januari 2009 worden de Europese energiestatistieken gemaakt op basis van een gentlemen's agreement. Om de kwaliteit en tijdigheid van deze statistieken te borgen zijn deze agreements omgezet in formele wetgeving, welke vanaf 1 januari 2009 van kracht wordt (Europees Parlement en de Raad, 2008).

Het wettelijke karakter van de duurzame energiestatistiek heeft tot gevolg dat vanaf 1 januari 2009 de structurele middelen van het CBS worden uitgebreid om de duurzame energiestatistiek te maken. De specifieke opdracht van het Ministerie van Economische Zaken voor de duurzame energiestatistiek is dan niet meer nodig.

1.5 CBS-publicaties over duurzame energie en release policy

Naast dit jaarlijkse rapport, dat zowel op papier als in elektronische vorm beschikbaar is, zijn er nog meer CBS-publicaties over duurzame energie.

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 negen StatLinetabellen over duurzame energie:

1. Duurzame energie; vermeden primaire energie
2. Duurzame energie; productie en capaciteit
3. Duurzame elektriciteit
4. Biobrandstoffen voor het wegverkeer
5. Windenergie per maand
6. Windenergie per provincie
7. Windenergie naar ashoogte
8. Zonnestroom; markt
9. Zonnewarmte: afzet afgedekte collectoren.

De jaarcijfers van duurzame energie worden in principe drie keer per jaar ververst. Ten eerste verschijnen er in februari voorlopige cijfers over duurzame elektriciteit en in april voorlopige cijfers over duurzame energie totaal, beiden over het voorafgaande jaar. Het aantal uitsplitsingen van de duurzame energie is dan nog beperkt, omdat van veel bronnen dan 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 november worden dan de definitieve cijfers gepubliceerd samen met dit jaarrapport. De CO₂-cijfers zijn aan het einde van het jaar nog niet definitief. Dit komt doordat deze een relatie hebben met CO₂-cijfers uit de emissieregistratie, welke pas later definitief worden.

Over duurzame elektriciteit en de bijgeplaatste afgedekte zonnecollectoren publiceert het CBS voorlopige kwartaalcijfers binnen drie maanden na afloop van het kwartaal. Over windenergie worden op maandbasis voorlopige cijfers gepubliceerd.

Artikelen in CBS-webmagazine

Naast de StatLinepublicaties schrijft het CBS ook artikelen over duurzame energie in het eigen Webmagazine. Deze artikelen richten zich 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 2008 zijn er webartikelen verschenen over Europese duurzame energiecijfers (Segers, 2008a), de voorlopige 2007 cijfers duurzame elektriciteit (Segers, 2008b) en duurzame energie algemeen (Segers, 2008c), zonnestroom 2007 (Wilmer, 2008) en biobrandstoffen voor het wegverkeer (Segers, 2008e).

Artikelen op website

Voor een meer specialistisch publiek publiceert het CBS ook artikelen op de website. De artikelen geven een verdieping op bepaalde aspecten van de statistiek. Sinds de vorige jaarpublikatie is er één klein artikel verschenen, over de volasturen van elektriciteitsopwekking bij vergisting op landbouwbedrijven (CBS, 2008a). Verder publiceert het CBS artikelen in het vakblad Energy Magazine (Segers, 2008d) en de opvolger daarvan, Energiedids (Segers, 2008f). Deze artikelen zijn met een kleine vertraging ook op de

CBS-website te raadplegen. Ook levert het CBS ook indicatoren over duurzame energie voor het Milieu- en Natuurcompendium (PBL et al., 2008).

Maatwerktabellen

Maatwerktabellen worden op verzoek van gebruikers gemaakt en bevatten cijfers die niet op StatLine te vinden zijn. Sinds het vorige jaarrapport zijn er maatwerktabellen verschenen over de biobrandstoffen (CBS, 2007a) en over warmte/koudeopslag (CBS 2008b en 2008c).

Internationale publicaties

Naast het maken van de Nederlandse statistieken over duurzame energie is het CBS ook betrokken bij de verdere ontwikkeling van Europese statistieken over duurzame energie. In dat kader heeft het CBS een bijdrage geleverd aan het ThERRA-project (Thermal Energy from Renewables – References and Assessment) (Segers, 2008g). Ook is er een artikel verschenen over verschillende methodes om het percentage duurzame energie te berekenen (Segers, 2008h).

1.6 Cijfers over duurzame energie op de CBS-website

Bijna alle informatie over duurzame energie kunt u het snelst als volgt vinden. Ga naar de homepage van het CBS (www.cbs.nl). In de kolom thema's vindt u het thema *Industrie en Energie*. U hebt dan toegang (via tabbladen) tot de *Cijfers*, maar ook tot de *Publicaties* op het thematerrein. Als u doorklikt op *Cijfers*, krijgt u een voorselectie van tabellen over industrie en energie 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 *Duurzame energie*. Hier treft u een compleet overzicht van alle StatLinetabellen over duurzame energie aan. Onderaan het tabblad *Cijfers* vindt u ook de doorklikmogelijkheid naar de maatwerktabellen. Onder *Publicaties* kunt u alle artikelen en andere publicaties vinden, zoals dit rapport.

U kunt ook op de homepage kiezen voor *Cijfers* i.p.v. *Thema*, 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 *Duurzame energie*.

1.7 Attenderingservice

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

1.8 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van alle bronnen van duurzame energie. In dit hoofdstuk zijn aparte paragrafen opgenomen over de vermeden inzet van fossiele primaire energie, duurzame elektriciteit, duurzame warmte en over de internationale duurzame energiestatistieken. Hoofdstuk 3 beschrijft waterkracht, hoofdstuk 4 windenergie, hoofdstuk 5 zonne-energie, hoofdstuk 6 omgevingsenergie en hoofdstuk 7 biomassa.

2. Algemene overzichten

Dit hoofdstuk bevat algemene overzichten van alle bronnen van duurzame energie. De eerste paragraaf (2.1) gaat over duurzame energie totaal, uitgedrukt in vermeden inzet van fossiele primaire energie en vermeden emissies van CO₂. De tweede paragraaf (2.2) gaat over duurzame elektriciteit en de derde (2.3) over duurzame warmte. Paragraaf 2.4 gaat in op internationale statistieken over duurzame energie, met vaak afwijkende definities. Paragraaf 2.5 beschrijft hoe duurzame energie wordt geïntegreerd in de Energiebalans (ook wel Nederlandse Energiehuishouding, NEH genoemd).

2.1 Duurzame energie totaal

Nederland heeft in de Derde Energienota als doel gesteld dat 10 procent van de energieconsumptie in 2020 afkomstig moet zijn van duurzame bronnen (Ministerie van Economische Zaken, 1995). In het regeerakkoord van CDA, PvdA en Christenunie is de doelstelling voor duurzame energie verhoogd naar 20 procent in 2020. In diverse beleidsdocumenten, waaronder het Energierapport uit 2005, is in het verleden aangegeven dat Nederland streeft naar 5 procent duurzame energie in 2010. In het laatste Energierapport (Ministerie van Economische Zaken, 2008a) wordt deze doelstelling voor 2010 echter niet meer genoemd. Deze doelstelling is kennelijk losgelaten.

Tabel 2.1.1
Duurzame energie in vermeden verbruik van fossiele primaire energie en vermeden emissie van CO₂

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2007
							<i>aandeel binnen duurzame energie (%)</i>
Vermeden verbruik van fossiele primaire energie (PJ)							
<i>Bron-techniekcombinatie</i>							
Waterkracht	0,8	0,8	1,2	0,7	0,9	0,9	0,9
Windenergie	0,5	2,8	6,9	17,2	22,5	28,2	29,4
Zonnestroom	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Zonnewarmte	0,1	0,2	0,4	0,8	0,8	0,8	0,9
Warmtepompen	.	0,3	0,6	1,8	2,6	3,4	3,6
Warmte/koudeopslag	0,0	0,0	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7
Afvalverbrandingsinstallaties	6,1	6,1	11,4	11,9	12,4	13,0	13,5
Bij- en meestoken biomassa in centrales	-	0,0	1,8	30,5	29,4	15,7	16,4
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1,3	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,5
Houtkachels bij huishoudens	6,2	5,3	5,7	5,5	5,5	5,5	5,7
Overige biomassaverbranding	0,4	0,6	2,3	4,4	5,3	5,6	5,9
Stortgas	0,3	2,1	1,9	1,6	1,5	1,4	1,5
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,9	2,2	2,3	2,1	2,1	2,1	2,2
Biogas op landbouwbedrijven ³⁾				0,1	0,5	1,4	1,5
Overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,4	1,5
Biobrandstoffen voor het wegverkeer	-	-	-	0,1	2,0	13,0	13,6
<i>Energievorm</i>							
Elektriciteit uit binnenlandse bronnen	6,3	10,6	22,0	60,3	65,4	59,0	61,6
Warmte en koude	10,4	10,3	13,7	18,5	20,9	22,6	23,5
Gas	1,4	1,9	1,9	1,6	1,5	1,3	1,3
Transportbrandstoffen	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	13,0	13,6
Totaal duurzame energie	18,1	22,8	37,6	80,5	89,8	95,9	100,0
Berekening aandeel duurzaam energie in energievoorziening							
Totaal energieverbruik in Nederland (PJ) ²⁾	2 702	2 964	3 065	3 311	3 233	3 353	
Bijdrage duurzame energie aan de Energiebalans (NEH) (PJ)	31	36	55	94	100	106	
Totaal energieverbruik in Nederland met duurzame bronnen volgens substitutiemethode (PJ)	2 689	2 951	3 048	3 298	3 222	3 343	
Aandeel duurzame energie in de energievoorziening (%)	0,7	0,8	1,2	2,4	2,8	2,9	
Berekening vermeden emissie CO₂							
Vermeden CO ₂ duurzame energie (kton)	1 124	1 454	2 480	5 659	6 138	6 767*	
Totale CO ₂ -emissie in Nederland (Mton) ¹⁾	159	171	170	176	172	172*	
Vermeden CO ₂ duurzame energie (% totale CO ₂ -emissie) ¹⁾	0,7	0,9	1,5	3,2	3,6	3,9*	

¹⁾ Berekend volgens de definities van het Kyoto Protocol.

²⁾ Verbruikssaldo van het totaal van alle energiedragers uit de Nederlandse Energiehuishouding (NEH).

³⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

Bron: CBS.

Ontwikkelingen

Het aandeel van duurzame energie in het binnenlandse energieverbruik is in 2007 ongeveer gelijk gebleven op een kleine drie procent (tabel 2.1.1). Opvallend was het halveren van het meestoken van biomassa, wat werd gecompenseerd door de groei van het gebruik van biobrandstoffen voor het wegverkeer en de verdere groei van de windenergie.

De belangrijkste bronnen van duurzame energie zijn het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales, windenergie, afvalverbrandingsinstallaties en sinds 2007 ook het verbruik van biomassa in het wegverkeer. Samen zijn deze vier bronnen verantwoordelijk voor 73 procent van de verbruikte duurzame energie. Biogas, houtkachels bij huishoudens en overige biomassaverbranding zijn de middelgrote bronnen, samen goed voor bijna 20 procent van de duurzame energie. De bijdrage van de overige bronnen is nog klein, ondanks een duidelijke opkomst van omgevingswarmte (warmtepompen en warmte/koudeopslag).

Naast het indelen naar bron-techniekcombinatie is het ook mogelijk om de duurzame energie in te delen naar vorm van energie. In tabel 2.1.1 worden vier vormen van duurzame energie onderscheiden: elektriciteitsproductie, warmte- en koudeproductie, verbruik als gas (stortgas dat wordt omgezet in aardgas en finaal verbruik van biogas) en biobrandstoffen voor het wegverkeer. In 1990 was warmteproductie nog de meeste dominante vorm. Echter, de groei van de duurzame elektriciteitsproductie is veel sterker geweest dan de duurzame warmteproductie. Daardoor is duurzame elektriciteitsproductie nu de belangrijkste vorm van duurzame energieproductie.

Het percentage vermeden CO₂-emissies (afgezet tegen de totale CO₂-emissies) was in 1990 nog gelijk aan het percentage vermeden primaire energie (afgezet tegen het totale energieverbruik). Echter, de laatste jaren is het percentage vermeden CO₂ duidelijk hoger dan het percentage vermeden primaire energie. De verklaring hiervoor is dat het aandeel van de duurzame elektriciteit in de totale duurzame energie toeneemt. Elektriciteitsproductie produceert in de referentiesituatie relatief veel CO₂ per gebruikte hoeveelheid primaire energie door het gebruik van kolen. Verbranding van kolen levert namelijk relatief veel CO₂ op per eenheid primaire energie.

Tabel 2.1.2
Gehanteerde referentierendementen voor elektriciteitsproductie op exergiebasis ¹⁾ en CO₂-emissiefactoren voor het gehele conventionele elektriciteitsproductiepark

	Rendement ²⁾		CO ₂ -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie ³⁾		
	af-productie	bij gebruiker	kolen en kolenproducten	aardolieproducten	alle conventionele brandstoffen ⁴⁾
	%		kg/GJ primaire energie		
1990	40,7	39,1	103,4	67,1	72,9
1991	40,7	39,1	103,9	66,7	71,1
1992	40,4	38,8	104,3	66,2	70,1
1993	40,3	38,7	104,8	65,8	70,0
1994	40,5	38,9	105,2	65,3	71,5
1995	41,0	39,4	105,6	64,9	72,5
1996	41,9	40,2	105,9	65,2	71,1
1997	43,6	41,9	107,7	68,5	73,1
1998	43,5	41,8	107,5	68,0	72,0
1999	43,7	42,0	110,0	70,0	70,7
2000	43,5	41,8	107,4	68,3	70,7
2001	42,6	40,9	108,0	68,3	71,1
2002	42,7	41,1	107,9	75,7	71,2
2003	42,7	41,0	108,3	75,9	71,6
2004	43,1	41,4	109,1	70,8	70,6
2005	43,2	41,5	110,8	71,5	70,7
2006	43,8	42,1	105,9	68,1	69,5
2007	43,9	42,1	107,9*	64,9*	69,8*

1) Zie Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) voor een toelichting.

2) Berekend uit de Nederlandse Energiehuishouding (CBS) volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie.

3) Berekend uit database voor CO₂-emissieberekeningen voor de emissieregistratie.

4) Kolen en kolenproducten, aardolieproducten, aardgas en stoom uit nucleaire energie.

Bron: CBS.

Methode

De vermeden inzet van fossiele primaire energie is berekend volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006). Voor duurzame elektriciteitsproductie worden daarbij het vermeden verbruik van fossiele primaire energie en de vermeden emissies van CO₂ berekend door gebruik te maken van een referentie: alle conventionele Nederlandse elektriciteitsproductie-installaties. De referentierendementen en emissiefactoren zijn berekend uit de Nederlandse Energiebalans en de daaraan gekoppelde CO₂-emissieberekeningen (tabel 2.2.2).

Een uitzondering hierop vormen de installaties waarin fossiele brandstoffen en biomassa tegelijkertijd worden gestookt (Protocol). Voor deze installaties wordt aangenomen dat 1 Joule biomassa 1 Joule fossiele brandstoffen vervangt. De vermeden emissie van CO₂ wordt daarbij berekend door uit te gaan van de fossiele hoofdbrandstof van de betreffende installatie.

2.2 Duurzame elektriciteit

De doelstelling voor Nederland is dat 9 procent van het elektriciteitsverbruik afkomstig moet zijn van hernieuwbare energiebronnen in 2010. Deze doelstelling vloeit voort uit de Europese richtlijn over duurzame elektriciteit (Richtlijn 2001/77/EG). Daarbij mag de import alleen meetellen als het exporterende land daarmee expliciet instemt (Protocol Monitoring Duurzame Energie, 2006 en Europese Commissie, 2004). Op dit moment zijn dergelijke afspraken door Nederland nog niet gemaakt.

Deze paragraaf beschrijft de binnenlandse productie, de subsidies, de import en de groenestroomcertificaten.

Binnenlandse productie

In 2007 was de binnenlandse netto duurzame elektriciteitsproductie 6,0 procent van het netto-elektriciteitsverbruik (tabel 2.2.1). Dat is minder dan de 6,5 procent in 2006. De daling is toe te schrijven aan de halvering van het meestoken van biomassa. Deze daling werd voor een groot gedeelte, maar niet volledig, gecompenseerd door een stijging van de duurzame elektriciteitsproductie uit windenergie, uit biogas bij landbouwbedrijven en uit afvalverbrandingsinstallaties. De enorme daling van het meestoken houdt mogelijk onder meer verband met de verlaging van de subsidiertarieven per 1 juli 2006 (zie ook hoofdstuk 7.2). De elektriciteitsproductie uit windenergie blijft gestaag groeien door het bijplaatsen van nieuwe molens en het vervangen van kleinere molens door molens met meer capaciteit.

Tabel 2.2.1
Netto binnenlandse duurzame elektriciteitsproductie (GWh)

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Wind	56	317	829	825	946	1 318	1 867	2 067	2 733	3 438
Water	85	88	142	117	110	72	95	88	106	107
Zonnestroom	0	1	8	13	17	31	33	34	35	36
Biomassa, w.v.	579	809	1 695	2 037	2 556	2 225	2 968	4 831	4 715	3 569
afvalverbrandingsinstallaties	462	530	1 003	962	942	959	931	1 001	1 029	1 116
meestoken in elektriciteitscentrales	–	4	198	563	1 082	757	1 539	3 310	3 103	1 711
overige biomassaverbranding	33	35	216	221	216	205	217	235	235	254
stortgas	16	138	153	160	176	166	134	127	123	111
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	64	97	108	115	119	111	126	119	128	139
biogas op landbouwbedrijven ³⁾								9	55	173
overig biogas	4	7	16	16	21	27	21	31	42	65
Totaal ¹⁾	720	1 215	2 674	2 992	3 629	3 645	4 963	7 020	7 589	7 149
Netto binnenlands elektriciteitsverbruik ²⁾	78 582	88 947	104 943	107 144	108 452	109 965	114 625	114 471	116 085	118 463
Aandeel in netto binnenlands elektriciteitsverbruik (%)	0,9	1,4	2,5	2,8	3,3	3,3	4,3	6,1	6,5	6,0

¹⁾ De elektriciteitsbesparing door warmte/koudeopslag is niet meegenomen.
²⁾ Inclusief de netverliezen, exclusief het verbruik voor elektriciteitsopwekking.
³⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

Bron: CBS.

Subsidies

De productie van duurzame elektriciteit is in veel gevallen een stuk duurder dan de productie van gewone elektriciteit. Om deze toch van de grond te krijgen, subsidieert de overheid de productie van duurzame elektriciteit. De belangrijkste regeling is de MEP (Wet Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie). Via de MEP subsidieert de overheid de extra kosten van de productie van groene stroom ten opzichte van gewone stroom. Dit verschil wordt de "onrendabele top" genoemd. In 2007 is 400 miljoen euro uitgekeerd aan MEP-subsidies voor duurzame elektriciteit (excl. subsidies voor warmtekrachtkoppeling, EnerQ, 2008). Naast de MEP is er voor investeerders in installaties voor duurzame elektriciteit ook nog de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). Via deze regeling kunnen de investeerders een belastingaftrek krijgen.

Na de start van de MEP-regeling halverwege 2003, groeide de populariteit hiervan sterk. Om de kosten in de hand te houden is de regeling in mei 2005 gesloten voor nieuwe aanvragen voor de twee meest grootschalige toepassingen: meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en wind op zee. In augustus 2006 heeft de Minister van Economische Zaken de hele MEP gesloten voor nieuwe aanvragen. De reden was een grote toestroom van aanvragen die leidde tot een forse overschijding van de begrote kosten. Daarbij was de inschatting van de Minister dat met de huidige gesubsidieerde en onge-subsidieerde projecten de doelstelling voor 2010 gehaald zou worden (Ministerie van Economische Zaken, 2006).

Voor een aantal ondernemers met ver gevorderde plannen voor een duurzame elektriciteitsinstallatie kwam de intrekking van de MEP-regeling slecht uit, onder meer omdat ze soms al kosten hadden gemaakt. Om een deel van deze ondernemers tegemoet te komen is een overgangsregeling ingevoerd: de zogenaamde "vergistersregeling". Deze is bestemd voor biogasinstallaties met een vermogen van kleiner dan 2 MW. Er zijn veel boeren die een dergelijke installatie reeds gebouwd hebben of willen bouwen.

In 2008 heeft het Ministerie van Economische Zaken een nieuwe subsidieregeling voor duurzame energie in het leven geroepen: de stimuleringsregeling duurzame energie (SDE). Deze regeling is breder van opzet dan de MEP. Ook projecten voor groen gas vallen onder deze regeling. Belangrijk verschil is verder dat het aantal nieuwe projecten per jaar gelimiteerd is via budgetplafonds per categorie. Verder varieert de subsidie jaarlijks, afhankelijk van de prijs van elektriciteit.

Voor nieuwe projecten is de MEP gesloten, voor bestaande projecten blijft de subsidie doorlopen tot de termijn (veelal tien jaar) verlopen is. Vooralsnog blijft de MEP dus een belangrijke steun voor de duurzame elektriciteitsproductie.

Groenestroomcertificatenbalans

Via CertiQ kunnen binnenlandse en buitenlandse producenten van duurzame elektriciteit groenestroomcertificaten krijgen voor hun duurzame stroom (zie ook hoofdstuk 1). Dit groenestroomcertificaat is enerzijds nodig om gebruik te kunnen maken van de subsidies voor groene stroom en anderzijds dient het om de eindafnemers te garanderen dat de afgenomen groene stroom ook daadwerkelijk groen is. In het Protocol Monitoring Duurzame Energie is afgesproken dat de import van groene stroom wordt gedefinieerd als de import van certificaten.

De vraag naar groenestroomcertificaten is in 2007 gestegen naar 16,6 miljoen GWh. Dat komt overeen met 14 procent van het totale elektriciteitsverbruik. De toegenomen vraag houdt mogelijk verband met de media-aandacht voor klimaatverandering en duurzaamheid, en het gebruik daarvan door energieleveranciers bij de werving van nieuwe klanten. Het aantal huishoudens met groene stroom is ook gestegen (tabel 2.2.4). Verder is er ook bij overheden en bedrijven een toenemende belangstelling om hun stroomgebruik te vergroenen (CertiQ, 2008).

De toegenomen vraag is niet gedekt met binnenlandse productie, maar met de gestegen import van groene-stroomcertificaten. De gestegen import is ook gebruikt om de voorraad certificaten te vergroten.

Tabel 2.2.2
Import van duurzame elektriciteit via certificaten

	Wind	Water	Zon	Biomassa	Totaal	
	GWh					% binnenlands verbruik
2002	36	3 731	–	4 382	8 149	7,5
2003	240	769	–	8 704	9 713	8,8
2004	376	2 570	–	7 516	10 462	9,1
2005	4	8 313	–	1 482	9 799	8,6
2006	–	7 680	–	1 430	9 110	7,8
2007	140	10 684	–	1 447	12 271	10,4

Bron: CertiQ en CBS.

Tabel 2.2.3
Overzicht van de groenestroomcertificaten van CertiQ, exclusief certificaten voor warmtekrachtkoppeling (GWh)

	2002	2003	2004	2005 ²⁾	2006	2007
Uitgegeven certificaten						
binnenlandse productie	2 357	2 648	4 077	6 733	8 198	6 704
import	8 149	9 713	10 462	9 799	9 110	12 271
totaal	10 506	12 362	14 539	16 532	17 308	18 975
Gebruikte certificaten	3 662	12 315	16 227	14 791	14 567	16 620
Verlopen certificaten	6	1 831	297	228	1 227	832
Teruggetrokken certificaten ¹⁾	20	42	119	–	–	–
Niet-verhandelbare certificaten	–	–	65	339	305	251
Export	–	–	3	26	186	233
Voorraad begin van het jaar	636	7 456	5 628	3 455	4 580	5 603
Voorraad mutatie	6 819	–1 828	–2 173	1 125	1 023	1 039
Voorraad einde van het jaar	7 456	5 628	3 455	4 580	5 603	6 643

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

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

Bron: CertiQ

Tabel 2.2.4
Aantal huishoudens met groene stroom (miljoen)

2004	3,0
2005	-
2006	2,2
2007	2,4

Bron: www.energieprijzen.nl en www.ecofys.nl.

Internationaal gezien is er waarschijnlijk nog steeds sprake van een overschot aan groene-stroomcertificaten. Dit is te zien aan de grote hoeveelheid verlopen certificaten en het feit dat groene stroom niet of maar heel weinig duurder is dan grijze stroom. Een toename van de vraag naar groene stroom in Nederland zal op dit moment waarschijnlijk niet leiden tot een toename van de groenestroomproductie in Nederland of elders in Europa, maar eerder tot een toename van het aantal bestaande installaties dat certificaten aanvraagt. De reden voor het overschot is dat in veel andere landen alleen de aanbodzijde van duurzame elektriciteit wordt gestimuleerd, terwijl in Nederland ook de vraagzijde aandacht krijgt via het aanbieden van groene stroom aan eindverbruikers. De vraag of consumptie van groene stroom ook daadwerkelijk bijdraagt aan een toename van de productie wordt het vraagstuk van de "additionaliteit" genoemd. Het afgelopen jaar is er op diverse plaatsen in de media over deze additionaliteit gediscussieerd. Op de achtergrond daarbij speelt het politieke proces rondom de nieuwe Europese Richtlijn over duurzame energie (Europese Commissie, 2008), waarin de spelregels voor de groenestroomcertificaten opnieuw zullen worden vastgesteld.

De hoeveelheid uitgegeven groene-stroomcertificaten voor de binnenlandse productie (tabel 2.2.3) was tot en met 2005 altijd lager dan de totale binnenlandse productie aan duurzame elektriciteit (tabel 2.2.1). Dit kwam vooral omdat een deel van de afvalverbrandingsinstallaties niet voldeed aan de voorwaarden (rendementseis) om in aanmerking te komen voor financiële voordelen van de overheid op basis van groenestroomcertificaten (in het kader van de Wet Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP)). Als gevolg daarvan vroeg een aanzienlijk deel van de afvalverbrandingsinstallaties geen groenestroom-

certificaten aan. De laatste jaren heeft een groot aantal afvalverbrandingsinstallaties wel groene-stroomcertificaten aangevraagd en is het verschil tussen productie van certificaten uit binnenlandse groenestroomproductie en de totale binnenlandse groene-stroomproductie vrijwel verdwenen. Een eerste mogelijke reden daarvoor is dat de afvalverbrandingsinstallaties klanten hebben gevonden voor de groene-stroomcertificaten. Een tweede reden is mogelijk de aangepaste MEP-regeling voor afvalverbrandingsinstallaties (juni, 2006), waardoor het voor AVI's makkelijker werd om in aanmerking te komen voor MEP-subsidie. Echter, in augustus 2006 is de hele MEP gesloten. Het is niet duidelijk hoeveel afvalverbrandingsinstallaties in de beperkte tijd een aanvraag hebben ingediend.

Daarnaast ontstaan ook verschillen tussen het groenestroomcertificatensysteem en de duurzame elektriciteitsproductie door het tijdsverschil tussen de daadwerkelijke productie en de uitgifte van het certificaat. Dat verklaart waarom de productie van binnenlandse groenestroomcertificaten soms wat hoger is dan de daadwerkelijke productie en soms wat lager. Een verdere oorzaak van verschillen is dat certificaten veelal worden uitgegeven over de brutoproductie, terwijl in de duurzame energiestatistiek de nettoproductie het uitgangspunt is. Het verschil tussen de netto- en brutoproductie bedraagt enkele procenten (zie ook paragraaf 2.4).

2.3 Duurzame warmte

Bij verschillende bronnen van duurzame energie wordt ook de warmteproductie gerapporteerd. Deze warmteproductie is echter niet de meest zuivere maat voor de duurzame warmte in het kader van de duurzame energiestatistiek, omdat in enkele gevallen ook nog het elektriciteitsverbruik van de duurzame warmtebron verdisconteerd moet worden. Vooral bij de warmtepompen gaat hierbij om relatief grote hoeveelheden primaire energie. Daarom wordt in dit hoofdstuk het vermeden verbruik van fossiele primaire energie als uitgangspunt genomen.

De grootste bijdrage aan de duurzame warmte wordt geleverd door de houtkachels bij huishoudens (een kwart) en door de afvalverbrandingsinstallaties (een vijfde). De duurzame warmte groeit de laatste jaren vooral door de toename bij de overige biomassaverbranding en de warmtepompen.

2.4 Internationale statistieken over duurzame energie

Doelstellingen

De Europese Unie heeft als doel gesteld om 12 procent van het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen te halen in 2010 (Europese Commissie, 1997). In maart 2007 heb-

Tabel 2.3.1
Duurzame warmte en koude in vermeden verbruik van fossiele primaire energie

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	Aandeel 2007
	TJ							%
Zonnewarmte	73	167	421	698	752	787	819	4
Warmtepompen	.	254	589	1 365	1 830	2 566	3 446	15
Warmte/koudeopslag	3	31	220	461	498	625	703	3
Afvalverbrandingsinstallaties ¹⁾	2 007	1 502	3 407	3 731	3 834	4 221	4 179	19
Bij- en meestoken biomassa in centrales ¹⁾	0	1	18	386	829	691	959	4
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1 308	1 636	1 806	1 813	1 914	2 145	2 382	11
Houtkachels bij huishoudens	6 231	5 334	5 701	5 464	5 464	5 464	5 464	24
Overige biomassaverbranding ¹⁾	207	317	561	2 140	2 465	3 399	3 575	16
Stortgas ¹⁾	22	168	49	73	76	45	80	0
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties ¹⁾	486	805	786	845	721	689	759	3
Biogas op landbouwbedrijven ¹⁾²⁾					6	4	22	0
Overig biogas ¹⁾	17	77	172	136	132	219	190	1
Totaal	10 353	10 293	13 728	17 113	18 520	20 857	22 579	100

¹⁾ Bij deze duurzame energiebronnen zijn er naast warmte ook nog andere vormen van duurzame energie. De totale duurzame energie van deze bronnen is daardoor hoger dan de waarden in deze tabel.

²⁾ Tot en met 2004 opgenomen bij overig biogas

Bron: CBS.

ben de regeringsleiders afgesproken om in 2020 de energievoorziening voor 20 procent uit duurzame energie te laten bestaan. Ze willen deze doelstelling vastleggen in bindende wetgeving. Begin 2008 heeft de Europese Commissie een voorstel voor dergelijke wetgeving gepubliceerd (Europese Commissie, 2008). Momenteel loopt de zogenaamde co-decisie procedure, waarin het Europees Parlement en de Raad (vertegenwoordiging van de regeringen van de lidstaten) het eens moeten worden over amendementen. Als dit politieke proces snel verloopt, zou de wetgeving begin 2009 afgerond kunnen zijn.

Naast een algemene beleidsdoelstelling voor duurzame energie is er ook een specifieke beleidsdoelstelling voor duurzame elektriciteit (Europees Parlement en de Raad, 2001). Het gaat om een indicatieve doelstelling voor het aandeel elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Deze is voor de hele Unie gesteld op 21 procent van het totale bruto-elektriciteitsverbruik, te bereiken in 2010. Per land zijn er vervolgens aparte doelstellingen, omdat de geografische omstandigheden sterk kunnen verschillen (zie ook tabel 2.4.3). In de voorgestelde richtlijn (Europese Commissie, 2008) is op dit moment geen specifieke doelstelling voor duurzame elektriciteit in 2020 opgenomen. Wel wordt in de voorgestelde richtlijn elk land verplicht om een actieplan op te stellen met aparte doelstellingen per sector (elektriciteit, warmte en transport).

Daarnaast is er ook een aparte doelstelling voor biobrandstoffen voor transportdoeleinden (Europees Parlement en de Raad, 2003). Deze wordt uitgedrukt als het aandeel biobrandstoffen in de totale energie-inhoud van de op de markt gebracht benzine en diesel. De streefpercentages zijn 2 voor 2005 en 5,75 voor 2010. In maart 2007 hebben de regeringsleiders hier een doelstelling van 10 procent in 2020 aan toegevoegd. Deze 10 procent is ook opgenomen in het voorstel voor de richtlijn duurzame energie (Europese Commissie, 2008). Momenteel is er veel politieke discussie of het wenselijk is om deze 10 procent te handhaven. Tegenstanders van biobrandstoffen zijn van mening dat de huidige biobrandstoffen direct of indirect concurreren met landbouw (hogere voedselprijzen) en natuur (tropische bossen) en maar weinig bijdragen aan vermindering van emissies van broeikasgassen. Voorstanders zeggen dat deze concurrentie wel meevalt en dat er wel degelijk sprake is van een substantiële vermindering van emissies van broeikasgassen.

Ontwikkelingen

– Energie

De spreiding in het aandeel duurzame energie bij de EU-landen wordt voor een belangrijk deel bepaald door de geografische omstandigheden. De hoogste percentages komen voor in landen met, per inwoner, veel snelstromend water en bos. Vaste biomassa is de belangrijkste bron van duurzame energie in de EU. Ruwweg de helft van deze biomassa wordt gebruikt voor de verwarming van huizen, een kwart wordt gebruikt in de industrie en een kwart wordt gebruikt door energiebedrijven voor de productie van elektriciteit en warmte (website Eurostat, tabel 2.4.2). Waterkracht is de tweede belangrijke bron van duurzame energie.

Het totale verbruik van duurzame energie in de EU groeit geleidelijk van 3,1 duizend PJ in 1990 naar bijna 5,5 duizend PJ in 2006. Uitgedrukt als percentage van het totale verbruik groeide de duurzame energie van 4,4 procent in 1990 tot 7,1 procent in 2006. De groei zit vooral bij de biomassa en mindere mate (absoluut gezien) bij windenergie. Waterkracht is al jaren min of meer constant.

Voor de hele EU zijn nog geen 2007 cijfers bekend. Voor de EU-15 zijn ze wel beschikbaar, omdat deze groep landen ook lid is van het IEA, wat snelle cijfers publiceert. Voor deze groep landen groeide het duurzame energieverbruik met 0,4 procentpunt in 2007. Het lijkt er dus op alsof de bijdrage van duurzame energie aan de Europese energievoorziening de laatste vier jaar wat harder groeit dan daarvoor. De doelstelling van 12 procent duurzame energie in 2010 is echter nog lang niet gehaald.

– Elektriciteit

De landen met de hoogste percentages duurzame elektriciteit, Oostenrijk, Zweden en Letland, beschikken alle drie over veel waterkracht (tabel 2.4.3). De jaar-tot-jaarvariatie

Tabel 2.4.1
Verbruik van duurzame energie in EU-27, volgens de primaire energiemethode, exclusief niet-biogene huishoudelijke afval

		Water ¹⁾	Getijde	Wind	Zonne- stroom	Geo- ther- misch	Zonne- warmte	Biogeen huishou- delijk afval	Vaste bio- massa	Biogas	Vloei- bare bio- massa	Totaal ver- bruik duur- zame energie	Totaal energie- verbruik	Aandeel duur- zaam
		TJ											PJ	%
België ²⁾³⁾	2006	1 292 ^e	–	1 318	7	78	138	7 723	40 731	3 341 ^e	2 301	56 930	2 554	2,2
	2007*	1 339	–	1 872	11	80	150	7 750	42 000	3 335	2 380	58 917	2 470	2,4
Bulgarije ⁴⁾	2006	15 257	–	72	–	1 368	–	–	30 826	–	216	47 739	860	5,5
Cyprus ⁴⁾	2006	–	–	0	4	–	1 812	0	280	1	–	2 097	109	1,9
Denemarken ²⁾³⁾	2006	83	–	21 989	7	491	435	30 981	69 384	3 919	210	127 499	876	14,5
	2007*	101	–	25 816	7	534	427	30 981	72 500	3 533	343	134 242	853	15,7
Duitsland ²⁾³⁾	2006	71 752	–	110 556	7 992	7 560 ^e	11 783	38 475	369 128	69 721	159 190	846 157	14 594	5,8
	2007*	73 051	–	142 200	12 600	9 088	13 300	41 225	370 000	105 777	204 327	971 568	14 017	6,9
Estland ⁴⁾	2006	47	–	274	–	–	–	–	21 727	174	–	22 221	227	9,8
Finland ²⁾³⁾	2006	41 378	–	562	11	–	26	3 824	309 946	1 526	41	357 314	1 568	22,8
	2007*	51 037	–	688	11	–	30	3 600	299 254	1 535	86	356 240	1 557	22,9
Frankrijk ²⁾³⁾	2006	200 992	1 868	7 740	79	5 443	1 125	36 706	395 194	9 498	28 167	686 812	11 416	6,0
	2007*	209 473	1 868	14 580	72	5 442	1 486	47 801	377 120	9 947	61 515	729 305	11 235	6,5
Griekenland ²⁾³⁾	2006	21 114	–	6 116	4	474	4 568	–	38 990	1 381 ^e	1 804	74 451	1 303	5,7
	2007*	10 620	–	6 649	4	475	4 600	–	40 000	1 381	3 290	67 019	1 290	5,2
Hongarije ³⁾	2006	670	–	155	–	3 600	83	1 961	43 848	512	704	51 533	1 155	4,5
Ierland ²⁾³⁾	2006	2 606	–	5 839	–	42	23	–	7 589	1 353	112	17 565	647	2,7
	2007*	2 401	–	6 750	–	42	23	–	7 700	1 417	365	18 698	649	2,9
Italië ²⁾³⁾	2006	133 178	–	10 696	126	207 901	1 457	26 825 ^e	119 891	15 025	8 028	523 127	7 711	6,8
	2007*	120 488	–	14 918	144	209 436	2 000	28 463	124 900	16 384	7 272	524 006	7 821	6,7
Letland ⁴⁾	2006	9 713	–	166	–	–	–	–	49 698	336	94	60 006	194	31,0
Litouwen ⁴⁾	2006	1 429	–	50	–	70	–	–	30 537	83	800	32 970	353	9,3
Luxemburg ²⁾³⁾	2006	400	–	209	76	–	7	588	650	373	19	2 321	197	1,2
	2007*	418	–	230	76	–	8	599	650	418	1 396	3 794	193	2,0
Malta ⁴⁾	2006	–	–	0	–	–	–	–	–	–	–	–	38	0,0
Nederland ²⁾³⁾	2006	382	–	9 839	126	–	812	26 616	32 713	5 909	17 050 ^e	93 447	3 354	2,8
	2007*	392	–	12 373	130	–	853	27 202	34 093	7 284	14 395	96 723	3 485	2,8
Oostenrijk ²⁾³⁾	2006	125 561	–	6 199	54	1 455	4 157	4 217	148 592	1 501	12 543	304 279	1 433	21,2
	2007*	122 134	–	7 268	54	1 358	4 413	4 192	146 647	1 751	14 110	301 927	1 392	21,7
Polen ³⁾	2006	7 355	–	922	–	535	–	1 641	192 023	2 613	3 691	208 779	4 114	5,1
Portugal ²⁾³⁾	2006	39 607	–	10 530	18	3 671	988	4 201	114 353	385	2 765	176 518	1 065	16,6
	2007*	36 335	–	14 544	86	6 838	1 071	3 935	116 792	646	6 290	186 537	1 063	17,5
Roemenië ⁴⁾	2006	66 082	–	–	–	747	–	–	133 338	–	–	200 167	1 712	11,7
Slovenië ⁴⁾	2006	12 928	–	–	0	–	–	–	18 787	353	85	32 153	307	10,5
Slowakije ³⁾	2006	15 836	–	22	–	264	–	1 760 ^e	15 903	319	1 869	35 973	788	4,6
Spanje ²⁾³⁾	2006	92 023	–	82 944	450	322	3 067	7 149 ^e	181 078	14 002	7 260	388 295	6 052	6,4
	2007*	98 737	–	97 088	1 750	323	3 875	13 592	177 648	10 036	16 150	419 199	6 202	6,8
Tjechië ³⁾	2006	9 396	–	176	4	–	128	3 976	65 668	2 657	684	82 689	1 936	4,3
Verenigd Koninkrijk ²⁾³⁾	2006	16 578	–	15 210	25	33	1 519	16 925	50 999	62 740	9 228 ^e	173 257	9 677	1,8
	2007*	18 364	–	22 176	25	33	1 519	16 925	50 999	68 000	17 000	195 041	9 502	2,1
Zweden ²⁾³⁾	2006	222 199	–	3 553	–	–	241	12 811	348 860	1 138	11 528	600 331	2 148	27,9
	2007*	237 755	–	5 148	–	–	249	16 529	324 451	1 263	14 997	600 392	2 093	28,7
EU-15	2006	969 145	1 868	293 299	8 975	227 470	30 346	217 041	2 228 098	191 812	260 248	4 428 303	64 595	6,9
	2007*	982 645	1 868	372 301	14 969	233 649	34 004	242 794	2 184 754	232 707	363 916	4 663 608	63 819	7,3
EU-27	2006	1 107 857	1 868	295 135	8 982	234 054	32 369	226 379	2 830 733	198 860	268 392	5 204 629	76 390	6,8

^e Geschat (estimated).

¹⁾ Exclusief elektriciteit uit opgepompt water (pumped storage).

²⁾ Onderdeel van EU15.

³⁾ Bron: IEA (2008a).

⁴⁾ Bron: website Eurostat, oktober 2008.

Tabel 2.4.2
Verbruik van primaire duurzame energie in de Europese Unie (EU-27), incl. niet-biogene huishoudelijk afval

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>verbruik van primaire duurzame energie (PJ)</i>									
Zon	6	11	18	20	22	25	28	34	41
Water	1 051	1 175	1 272	1 342	1 135	1 102	1 165	1 105	1 110
Wind	3	15	80	97	129	160	212	254	295
Aardwarmte	134	144	143	152	166	222	226	223	233
Biomassa, totaal	1 865	2 231	2 650	2 665	2 755	3 010	3 233	3 434	3 727
vaste biomassa, huishoudens	929	1 054	1 194	1 176	1 162	1 265	1 291	1 306	1 334
vaste biomassa, anders dan huishoudens	735	893	1 026	1 013	1 073	1 190	1 321	1 374	1 495
biogas	29	48	91	112	138	137	157	179	199
biogeen en niet biogeen huishoudelijk afval	172	228	313	333	340	360	375	413	435
vloeibare biomassa	0	9	26	32	43	58	89	162	264
Totaal duurzaam	3 058	3 576	4 162	4 276	4 208	4 519	4 864	5 050	5 407
Totaal energieverbruik (PJ)	69 506	69 602	72 135	73 790	73 595	75 482	76 351	76 438	76 417
Aandeel duurzaam in primair energieverbruik (%)	4,4	5,1	5,8	5,8	5,7	6,0	6,4	6,6	7,1

Bron: Afgeleid door CBS van gegevens onttrokken uit de database van Eurostat in oktober 2008.

in de productie van elektriciteit uit waterkracht is sterk afhankelijk van neerslagpatronen. Op middellange termijn stijgt de productie uit waterkracht slechts licht (gemiddeld 1 procent per jaar over de periode 1990–2004). Om zicht te krijgen op recente structurele ontwikkelingen is het dus handig om waterkracht buiten beschouwing te laten. Wat dan opvalt, is dat elektriciteit uit windenergie het snelste stijgt. Deze stijging is toe te schrijven aan de toename van het opgesteld vermogen (Observ'ER, 2008a). Wat ook opvalt, is de stijging van de elektriciteitsproductie uit vaste biomassa en biogas.

Bulgarije (in 2006) en Duitsland (in 2007) hebben de duurzame elektriciteitsdoelstelling voor 2010 reeds gehaald en Denemarken, Hongarije en Roemenie kwamen in de buurt. Voor de Bulgarije heeft dat te maken met een uitzonderlijk goed jaar voor de waterkrachtcentrales.

In Duitsland wordt de duurzame elektriciteit al jaren lang gesteund via de Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), welke de energiebedrijven verplicht om duurzame elektriciteit af te nemen tegen een vastgestelde prijs die hoger is dan de prijs waarvoor ze de elektriciteit kunnen doorverkopen. Het verschil rekenen de energiebedrijven door aan hun klanten, uitgezonderd 400 grootverbruikers. In 2007 ging het om ruim 4 miljard euro (BMU, 2008). Dat is ongeveer tien keer zoveel als er in Nederland aan MEP-subsidies werd uitgekeerd. Deze factor 10 is bij benadering ook terug te vinden in het verschil in de duurzame elektriciteitsproductie tussen Nederland (7,5 GWh) en Duitsland (89 GWh).

Methoden, duurzame energie algemeen

Bij de definities en de wijze van presenteren worden internationaal gezien andere keuzes gemaakt dan nationaal in het Protocol Monitoring Duurzame Energie. Als gevolg hiervan wijken de internationale cijfers voor Nederland af van de nationale cijfers.

De internationale statistieken over duurzame energie vormen een onderdeel van een samenhangend stelsel van internationale energiestatistieken (IEA/Eurostat, 2004). Deze statistieken zijn gebaseerd op gezamenlijke vragenlijsten van het Internationaal Energie Agentschap (IEA), Eurostat en de Verenigde Naties. Het CBS vult die vragenlijsten in voor Nederland, volgens de definities van IEA en Eurostat. IEA en Eurostat gebruiken de zogenaamde primaire energiemethode, ook wel inputmethode genoemd. Omdat deze methode enkele nadelen kent, is de Europese Commissie in haar voorstel voor een richtlijn duurzame energie (Europese Commissie, 2008) op zoek gegaan naar een andere methode en is daarbij uitgekomen op de finale energiemethode. Binnen Nederland wordt de substitutiemethode gebruikt en voor biobrandstoffen wordt vaak een zogenaamde levenscyclus analyse (LCA) uitgevoerd. Alle methoden worden hieronder uitgebreid toegelicht.

Tabel 2.4.3

Bruto duurzame elektriciteitsproductie, afgezet tegen totale bruto-elektriciteitsverbruik in EU-27, exclusief niet-biogene huishoudelijke afval

		Water ¹⁾	Geo-thermisch	Getijde	Wind	Zonne-stroom	Bio-geen huis-houdelijk afval	Vaste bio-massa	Biogas	Vloei-bare bio-massa	Totaal	Totaal bruto-elektrici-teitsver-bruik ²⁾	Aandeel duurzaam
		<i>GWh</i>										<i>TWh</i>	%
België ⁴⁾⁵⁾	2006	359 ^e	–	–	366	2	319	1 406	274 ^e	226	2 952	94,5	3,1
	2007*	372	–	–	520	3	334	1 474	287	237	3 227	94,7	3,4
	2010 ³⁾												6,0
Bulgarije ⁶⁾	2006	4 238	–	–	20	–	–	–	–	–	4 258	37,7	11,3
	2010 ³⁾												11,0
Cyprus ⁶⁾	2006	–	–	–	0	1	0	–	–	–	1	4,7	0,0
	2010 ³⁾												6,0
Denemarken ⁴⁾⁵⁾	2006	23	–	–	6 108	2	1 497	1 715	280	–	9 625	38,8	24,8
	2007*	28	–	–	7 171	2	1 497	1 500	280	–	10 478	38,2	27,4
	2010 ³⁾												29,0
Duitsland ⁴⁾⁵⁾	2006	19 931	–	–	30 710	2 220	3 639	6 518	6 155	1 314	70 487	612,4	11,5
	2007*	20 292	–	–	39 500	3 500	4 177	9 888	9 450	2 600	89 407	612,9	14,6
	2010 ³⁾												12,5
Estland ⁶⁾	2006	13	–	–	76	–	–	39	–	–	128	9,0	1,4
	2010 ³⁾												5,1
Finland ⁴⁾⁵⁾	2006	11 494	–	–	156	3	205	10 539	27	–	22 424	93,7	23,9
	2007*	14 177	–	–	191	3	210	10 304	31	–	24 916	93,7	26,6
	2010 ³⁾												31,5
Frankrijk ⁴⁾⁵⁾	2006	55 831	–	519	2 150	22	1 530	1 433	503	–	61 988	505,8	12,3
	2007*	58 187	–	519	4 050	20	1 680	1 430	541	–	66 427	507,5	13,1
	2010 ³⁾												21,0
Griekenland ⁴⁾⁵⁾	2006	5 865	–	–	1 699	1	–	–	114 ^e	–	7 679	64,4	11,9
	2007*	2 950	–	–	1 847	1	–	–	126	–	4 924	68,5	7,2
	2010 ³⁾												20,1
Hongarije ⁵⁾	2006	186	–	–	43	–	94	1 133	37	–	1 493	43,1	3,5
	2010 ³⁾												3,6
Ierland ⁴⁾⁵⁾	2006	724	–	–	1 622	–	–	8	120	–	2 474	29,4	8,4
	2007*	667	–	–	1 875	–	–	8	114	–	2 664	28,7	9,3
	2010 ³⁾												13,2
Italië ⁴⁾⁵⁾	2006	36 994	5 527	–	2 971	35	1 458 ^e	2 313	1 336	–	50 634	353,3	14,3
	2007*	33 469	5 570	–	4 144	40	1 581	2 405	1 448	–	48 657	354,8	13,7
	2010 ³⁾												25,0
Letland ⁶⁾	2006	2 698	–	–	46	–	–	7	35	–	2 786	7,4	37,6
	2010 ³⁾												49,3
Litouwen ⁶⁾	2006	396	–	–	14	–	–	19	5	–	434	11,7	3,7
	2010 ³⁾												7,0
Luxemburg ⁴⁾⁵⁾	2006	111	–	–	58	21	21	–	33	–	244	7,0	3,5
	2007*	116	–	–	64	21	24	–	37	–	262	7,1	3,7
	2010 ³⁾												5,7
Malta ⁶⁾	2006	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	2,3	0,0
	2010 ³⁾												5,0
Nederland ⁴⁾⁵⁾	2006	106	–	–	2 733	35	1 333	1 840	362	1 660	8 069	119,7	6,7
	2007*	109	–	–	3 437	36	1 310	1 978	497	122	7 489	120,9	6,2
	2010 ³⁾												9,0
Oostenrijk ⁴⁾⁵⁾	2006	34 878	2	–	1 722	15	231	2 553	69	60	39 530	67,6	58,5
	2007*	33 926	2	–	2 019	15	254	2 888	492	71	39 667	67,8	58,5
	2010 ³⁾												78,1
Polen ⁵⁾	2006	2 042	–	–	256	–	–	1 851	160	–	4 309	149,7	2,9
	2010 ³⁾												7,5
Portugal ⁴⁾⁵⁾	2006	11 002	85	–	2 925	5	293	1 380	32	–	15 722	54,0	29,1
	2007*	10 093	178	–	4 040	24	276	1 445	58	–	16 114	54,4	29,6
	2010 ³⁾												39,0
Roemenië ⁶⁾	2006	18 356	–	–	–	–	–	4	0	–	18 360	58,4	31,4
	2010 ³⁾												33,0
Slovenië ⁶⁾	2006	3 591	–	–	–	0	–	76	35	–	3 702	15,2	24,4
	2010 ³⁾												33,6
Slowakije ⁵⁾	2006	4 399	–	–	6	–	23 ^e	367	8	–	4 803	28,9	16,6
	2010 ³⁾												33,0
Spanje ⁴⁾⁵⁾	2006	25 562	–	–	23 040	125	407 ^e	1 569	666	–	51 369	295,7	17,4
	2007*	27 427	–	–	26 969	486	774	1 631	1 245	–	58 532	297,7	19,7
	2010 ³⁾												29,4
Tjechië ⁵⁾	2006	2 550	–	–	49	1	12	731	177	–	3 520	71,1	5,0
	2010 ³⁾												8,0
Verenigd Koninkrijk ⁴⁾⁵⁾	2006	4 605	–	–	4 225	7	1 083	3 324	4 888	–	18 132	404,0	4,5
	2007*	5 101	–	–	6 160	7	1 083	3 324	5 299	–	20 974	398,7	5,3
	2010 ³⁾												10,0
Zweden ⁴⁾⁵⁾	2006	61 722	–	–	987	–	568	7 503	46	242	71 068	149,1	47,7
	2007*	66 043	–	–	1 430	–	472	7 574	57	297	75 873	150,6	50,4
	2010 ³⁾												60,0
EU15	2006	269 207	5 614	519	81 472	2 493	12 584	42 101	14 905	3 502	432 397	2 889,5	15,0
	2007*	272 957	5 750	519	103 417	4 158	13 672	45 849	19 962	3 327	469 611	2 896,1	16,2
	2010 ³⁾												22,0
EU27	2006	307 676	5 614	519	81 982	2 495	12 713	46 328	15 362	3 502	476 191	3 328,7	14,3
	2010 ³⁾												21,0

^e Geschat (estimated).¹⁾ Exclusief elektriciteit uit opgepompt water (pumped storage).²⁾ Verminderd met elektriciteit uit opgepompt water.³⁾ Doelstelling in het kader van de EU-richtlijn over hernieuwbare elektriciteit (2001/77/EG).⁴⁾ Onderdeel van EU15.⁵⁾ Bron: IEA (2008a).⁶⁾ Bron: website Eurostat, oktober 2008.

– Substitutiemethode en primaire energiemethode

De Nederlandse methode voor het berekenen van de duurzame energie wordt de substitutiemethode genoemd. Hierbij wordt gekeken naar wat het primaire energieverbruik zou zijn in een referentiesituatie, als er geen gebruik gemaakt zou zijn van duurzame energie. Het IEA en Eurostat gebruiken deze methode niet.

In plaats daarvan gaan het IEA en Eurostat uit van de eerst meetbare nuttige vorm van energie, die ze tellen als primaire productie (IEA/Eurostat, 2004). Dit wordt ook wel de primaire energiemethode of inputmethode genoemd. Bij windenergie, waterkracht en zonnestroom gaat het daarbij om de elektriciteitsproductie. Bij biomassaverbranding gaat het om de energie-inhoud van de biomassa en bij biogas gaat het om de energie-inhoud van het nuttig gebruikte biogas (dus exclusief de fakkels). Voor thermische zonne-energie, ten slotte, gaat het om de beschikbare warmte voor het warmteoverdragende medium minus de optische en collectorverliezen. In het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) zijn kentallen gegeven om de thermische zonne-energie volgens deze definitie te berekenen.

Koude is vooralsnog geen energiedrager. Koudeopslag is daarom een vorm van energiebesparing en komt dus alleen indirect terecht in de internationale energiestatistieken (als een verminderd elektriciteitsverbruik, net als in de Nederlandse energiebalans). Warmteopslag valt mogelijk onder geothermische energie. De officiële documentatie (IEA/Eurostat, 2004 en toelichting bij de vragenlijst) geeft hierover geen uitsluitel. In overleg met Eurostat is vooralsnog besloten om de warmteopslag niet mee te nemen, omdat de warmte niet uit de aarde maar uit de atmosfeer afkomstig is.

Warmte uit warmtepompen komt bij het IEA en Eurostat alleen in de statistiek voor als het verkochte warmte betreft. Deze warmte valt bij IEA en Eurostat niet onder duurzame energie. In Nederland is het grootste deel van de warmtepompen in eigendom van de gebruikers van de warmte. Er zijn geen gegevens bekend bij het CBS over de verkochte warmte uit warmtepompen. Daarom doet het CBS geen opgave van warmte uit warmtepompen bij IEA en Eurostat. In het voorstel voor een Europese richtlijn voor duurzame energie worden alle warmtepompen meegenomen, ongeacht of de warmte verkocht of niet (Europese Commissie, 2008). Wel zoekt men naar een praktische manier om warmtepompen met een laag rendement uit te sluiten.

Een groot verschil tussen Eurostat en het IEA, is dat Eurostat het niet-biogene deel van afval dat wordt verbrand in afvalverbrandingsinstallaties ook meeneemt, terwijl het IEA dat niet meeneemt. De reden dat Eurostat het niet biogene deel ook meeneemt is dat veel landen de opgave van de hoeveelheid verbrand afval in afvalverbrandingsinstalla-

Tabel 2.4.4
Vergelijking tussen verschillende methodes voor de berekening van duurzame energie, 2007

	Nationaal substitutie	IEA primaire energie	Eurostat primaire energie	Eurostat finale energie
<i>TJ</i>				
Waterkracht	877	385	385	385
Windenergie	28 193	12 377	12 377	12 377
Zonnestroom	304	128	128	128
Zonnewarmte	819	843	843	843
Warmtepompen	3 446			
Warmte/koudeopslag	703			
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	12 979	27 845	27 845	9 025
Afvalverbrandingsinstallaties, niet-biogeen afval			30 165	9 777
Meestoken biomassa in centrales	15 702	15 702	15 702	7 359
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	2 382	2 552	2 552	2 552
Houtkachels huishoudens	5 464	9 316	9 316	9 316
Overige biomassaverbranding	5 632	7 070	7 070	4 751
Stortgas	1 406	1 909	1 909	827
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 132	1 998	1 998	1 748
Biogas op landbouwbedrijven	1 441	1 872	1 872	673
Overig biogas	1 412	1 475	1 475	1 247
Biobrandstoffen voor het wegverkeer	13 031	13 031	13 031	13 031
Totaal duurzaam	95 924	96 502	126 667	74 038
Totaal energieverbruik	3 343	3 483	3 483	2 152
Aandeel duurzaam	2,9	2,8	3,6	3,4

Bron: CBS.

ties niet uitsplitsen in een biogeen en een niet-biogeen deel. Het IEA maakt in dergelijke gevallen zelf een aanname voor de uitsplitsing, terwijl Eurostat dat niet doet. Eurostat dringt er bij lidstaten op aan om deze uitsplitsing wel te gaan maken (Eurostat, 2008a).

In tabel 2.4.4 zijn per energiebron de vermeden primaire energie (nationaal) en het aanbod (= verbruik) van primaire energie (internationaal) weergegeven. Wat opvalt, is dat bij windenergie, waterkracht en zonnestroom de duurzame energie volgens de in Nederland gehanteerde substitutiemethode veel hoger is. Bij de afvalverbrandingsinstallaties en huishoudelijke houtkachels is juist de duurzame energie volgens de primaire energiemethode veel hoger. Deze verschillen zijn goed te verklaren uit de verschillen in definitie.

Bij bijvoorbeeld windenergie wordt volgens de substitutiemethode een fictieve input berekend, uitgaande van een elektriciteitscentrale die twee tot drie eenheden primaire energie nodig heeft om een eenheid elektrische energie te maken. Echter, bij de primaire energiemethode wordt direct de gemeten elektriciteitsproductie gebruikt. Bij afvalverbrandingsinstallaties en huishoudelijke houtkachels meet Nederland aan de outputkant, terwijl internationaal alleen wordt gekeken naar de inputkant. Door het lage rendement van deze bronnen ontstaan er grote verschillen tussen de nationale en internationale cijfers. Het overall-effect van de verschillen in definitie is voor 2007 klein. In vroegere jaren was er wel een fors verschil, doordat de biomassa-bronnen met een laag rendement ongeveer constant bleven en windenergie fors groeide. Bij de presentatie van de gegevens wordt zowel nationaal als internationaal gedeeld door het totale energieverbruik. De definitieverschillen voor dit begrip zijn gering.

Het voordeel van de substitutiemethode is dat het een redelijke benadering is voor de vermeden inzet van fossiele brandstoffen en de daaraan gekoppelde vermeden CO₂-emissies. Dit zijn twee belangrijke redenen waarom duurzame energie gestimuleerd wordt. Er zijn echter ook nadelen aan de substitutiemethode (IEA/Eurostat, 2004). Ten eerste heeft volgens dit rapport de substitutiemethode een beperkte betekenis indien de duurzame elektriciteitsproductie de dominante vorm van elektriciteitsproductie is (in landen met veel waterkracht). Ten tweede zijn de referentierendementen lastig objectief vast te stellen. Ten derde leidt de substitutiemethode tot kunstmatige transformatieverliezen indien de toegerekende inzet van primaire energie ook wordt opgenomen in de energiebalans. Het eerste bezwaar geldt niet in de Nederlandse situatie en ook het laatste bezwaar niet, omdat de duurzame energieberekening los staat van de energiebalans (Nederlandse Energiehuishouding (NEH)). Aan het tweede bezwaar is tegemoet gekomen door betrokken partijen via het Protocol Monitoring Duurzame Energie een keuze te laten maken.

Hoewel de wens tot internationale vergelijkbaarheid wel groter wordt, wegen voor de Nederlandse situatie de voordelen van de substitutiemethode duidelijk op tegen de nadelen. Internationaal ligt het anders: enerzijds omdat er landen zijn waarin waterkracht een belangrijke bron is van elektriciteitsproductie en anderzijds omdat het lastiger is om met groep landen een referentie af te spreken. Dat verklaart waarom IEA en Eurostat niet kiezen voor de substitutiemethode.

– Finaal energieverbruikmethode

In de conceptverordening voor de duurzame energie richtlijn (Europese Commissie, 2008) heeft de Commissie voor een derde methode gekozen: de zogenaamde finale energiemethode. Bij deze methode wordt het finale energetische energieverbruik als uitgangspunt (de noemer) genomen en wordt gekeken welk deel daarvan van duurzame bronnen afkomstig is. Voor elektriciteit en verkochte warmte wordt daarbij gekeken naar de duurzame productie, eventueel nog gecorrigeerd voor handel tussen lidstaten. Voor warmte gaat het daarbij voornamelijk om het finaal energetisch verbruik van biomassa en voor transport gaat het om het verbruik van biobrandstoffen.

In tabel 2.4.4 is de finale energiemethode uitgewerkt voor Nederland in 2007. Wat meteen opvalt, is dat de noemer aanmerkelijk kleiner is dan bij de andere methoden. Dit komt, doordat de omzettingsverliezen nu zijn weggelaten zowel in de teller als in de noemer. Een principiële verschil is verder dat het niet-energetisch gebruik van energie, voor grondstoffen zoals plastics, nu is weggelaten. Daar staat tegenover dat de duurzame elektriciteit uit biomassa in de teller veel minder zwaar meetelt.

Tabel 2.4.5
Percentage duurzame energie in 2006 berekend volgens verschillende methodes

	Finale energie	Primaire energie	Substitutie
België	2,6	2,9	2,4
Bulgarije	9,1	4,9	5,8
Cyprus	2,7	1,9	1,9
Denemarken	17,1	15,6	18,3
Duitsland	7,7	6,1	7,0
Estland	16,6	9,8	8,4
Finland	28,9	23,2	27,3
Frankrijk	10,4	6,6	8,7
Griekenland	7,2	5,2	6,8
Hongarije	5,1	4,6	3,7
Ierland	3,0	2,7	4,6
Italië	5,8	7,3	7,9
Letland	31,4	31,4	33,3
Litouwen	14,6	9,4	8,4
Luxemburg	1,0	1,7	1,6
Malta	0,0	0,0	0,0
Nederland	2,7	3,6	3,2
Oostenrijk	25,0	22,1	31,1
Polen	7,5	5,1	4,7
Portugal	21,3	17,2	21,9
Roemenië	17,1	11,3	14,2
Slovenië	15,5	11,1	16,3
Slowakije	6,9	4,6	7,1
Spanje	8,7	6,9	10,3
Tsjechië	6,5	4,2	4,2
Verenigd Koninkrijk	1,5	1,9	2,0
Zweden	41,3	30,1	40,3
Europese Unie	9,2	7,2	9,0

Bron: Berekend volgens Segers (2008) op basis van Eurostat database in oktober 2008, dus inclusief niet-biogeen afval.

Voordeel van de finale energiemethode is dat alle vormen van elektriciteitsopwekking op dezelfde wijze worden vergeleken. Nadeel is echter dat 1 Joule elektriciteit even zwaar meetelt als 1 Joule finaal verbruik voor warmte of transport. Een voorbeeld maakt dit duidelijk. Neem 1 Joule biomassa. Als deze wordt ingezet voor elektriciteitsproductie leidt dit tot ongeveer 0,4 Joule duurzame energie. Wordt deze zelfde Joule biomassa direct ingezet voor verwarming dan leidt dit tot 1 Joule duurzame energie. Dit is een verschil van een factor 2,5, terwijl in beide gevallen de hoeveelheid vervangen fossiele brandstof ongeveer hetzelfde is. Bij de finale energiemethode wordt duurzame elektriciteit dus ondergewaardeerd en duurzame warmte en transport overgewaardeerd. Gevolg daarvan zou kunnen zijn dat landen vooral gaan investeren in warmte en transport, terwijl het veel efficiënter zou kunnen zijn in termen van vermeden gebruik van fossiele brandstoffen, om te investeren in duurzame elektriciteit.

Het weglaten van het niet-energetisch verbruik (een kleine 10 procent van het totale finale verbruik in de EU (Eurostat, 2007)) heeft als gevolg dat het percentage duurzame energie omhoog gaat, omdat het duurzaam niet-energetisch verbruik per definitie gelijk is aan nul. Een alternatief voor het weglaten zou zijn om bepaalde vormen niet-energetisch verbruik van biomassa te definiëren. Voordeel daarvan zou zijn dat het vervangen van fossiele grondstoffen door duurzame, op dezelfde manier gestimuleerd zou worden als het vervangen van fossiele energie door duurzame energie. Een vergelijkbare redenering gaat op voor het gebruik van brandstoffen voor internationaal zeetransport. Dit telt in de internationale energiestatistieken als een soort export en telt niet mee bij het verbruik.

In Segers (2008h) is de discussie over de methode verder uitgewerkt. In dat artikel is tevens een eenvoudige substitutiemethode gedefinieerd die toepasbaar is op de Eurostat data. Dit artikel is gebruikt om voor 2006 het percentage duurzame energie te berekenen voor alle EU landen voor drie verschillende methoden (tabel 2.4.5).

Wat opvalt, is dat voor de hele EU het percentage duurzame energie het laagst is voor de primaire energiemethode. Dat komt onder andere door het onderwaardeeren van waterkracht en windenergie bij deze methode. Het verschil tussen substitutiemethode en de finale energiemethode is voor de totale EU vrij klein. Kennelijk heffen de grote methodologische verschillen elkaar grotendeels op. Voor individuele landen is dat zeker niet het geval. De verschillen kunnen in belangrijke mate verklaard worden door het relatieve belang van duurzame elektriciteit. Landen met veel duurzame elektriciteit in hun totale duurzame energiemix scoren laag in de finale energiemethode.

– LCA-methode

Naast de primaire energiemethode, de substitutiemethode en de finale energiemethode, is er nog een vierde methode om de duurzame energie te berekenen: levenscyclusanalyse (LCA). Deze methode gaat een stap verder dan de substitutiemethode in die zin dat niet alleen bij het eindverbruik van de duurzame energiedragers wordt gekeken wat het verschil is met traditionele energiedragers, maar dat ook het hele productieproces van de duurzame en conventionele energiedragers vergeleken wordt. Vooral bij de biotransportbrandstoffen is het gebruikelijk om een dergelijke analyse te maken (“well to wheel”), omdat bij het productieproces van de huidige generatie biotransportbrandstoffen minimaal de helft van de uitgespaarde CO₂-emissies verloren kan gaan. LCA-studies zijn zeker nuttig. Echter, voor statistische doeleinden is de methode op dit moment nog lastig toepasbaar, omdat de LCA-efficiëntie sterk afhangt van het individuele productieproces. Daarnaast kan het in de LCA-situatie nog lastiger zijn dan bij de substitutiemethode om een objectieve, acceptabele referentie te definiëren (bijvoorbeeld hoe om te gaan met agrarische reststromen die ook als veevoer kunnen dienen).

– Verschillen in release policy

Naast methodologische aspecten is er ook nog een andere oorzaak van verschillen tussen nationale en internationale cijfers. Dat is het tijdsverschil tussen het verstrekken van cijfers door het CBS aan de internationale organisaties en het moment van publiceren door de internationale organisaties. Zo zijn de 2007 cijfers in IEA (2008a) gebaseerd op de zogenaamde mini-questionnaires die het CBS in mei 2007 heeft opgestuurd naar het IEA. De gegevens in deze questionnaires stemmen in grote lijnen overeen met de nader voorlopige cijfers die het CBS in juni 2007 nationaal heeft gepubliceerd. De nader voorlopige cijfers wijken iets af van de definitieve cijfers in dit rapport (december 2008). De gegevens die nu op de website staan van Eurostat lopen tot het en met verslagjaar 2006 en zijn gebaseerd op gegevens van de lidstaten in het najaar van 2007. Publicatie van de gegevens over 2007 (geleverd in het najaar van 2008) staat gepland in mei 2009.

Methode, duurzame elektriciteit

Bij duurzame elektriciteit wordt zowel in het binnenland als internationaal steeds uitgegaan van de binnenlandse productie. Import van duurzame elektriciteit komt in de internationale statistieken helemaal niet voor.

Een eerste verschil is dat internationaal steeds de bruto-elektriciteitsproductie het uitgangspunt is, terwijl dat nationaal de netto-elektriciteitsproductie is. Het gevolg van dit

Tabel 2.4.6
Duurzame elektriciteitsproductie in Nederland volgens nationale en internationale methodes, 2007

	Nationaal	Eurostat	IEA	EU-Richtlijn Duurzame elektriciteit
	<i>netto GWh</i>	<i>bruto GWh</i>		
<i>Productie van duurzame elektriciteit</i>				
Waterkracht	107	107	107	107
Windenergie	3 438	3 438	3 438	3 438
Zonne-energie	36	36	36	36
Meestoken van biomassa in centrales	1 711	1 816	1 816	1 816
Overige biomassaverbranding	254	279	279	279
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	1 116	1 421	1 421	1 421
Afvalverbrandingsinstallaties, niet-biogeen afval		1 539		
Biogas	488	511	511	511
Totaal	7 149	9 146	7 607	7 607
Totaal elektriciteitsverbruik	118 463	122 774		122 774
Totale elektriciteitsproductie			105 164	
Duurzame elektriciteitsproductie als percentage van het totale elektriciteitsverbruik	6,0	7,4		6,2
Duurzame elektriciteitsproductie als percentage van de totale elektriciteitsproductie			7,2	

Bron: CBS.

verschil is vooral dat de afvalverbrandingsinstallaties internationaal gezien een grotere bijdrage leveren aan de duurzame elektriciteit (tabel 2.4.5), omdat het relatief grote eigen elektriciteitsverbruik van deze installaties niet wordt verdisconteerd.

Verder zijn er internationaal gezien drie verschillende definities in omloop. Het IEA hanteert als leidende indicator de duurzame elektriciteitsproductie als percentage van de totale elektriciteitsproductie (IEA, 2008a). Eurostat, echter, gebruikt het elektriciteitsverbruik in de noemer (Eurostat, 2008b). Dit is in overeenstemming met wat nationaal gebruikelijk is en met de definitie in de EU-richtlijn over hernieuwbare elektriciteit (2001/77/EG). Het verschil tussen de definitie in de richtlijn en de definitie van Eurostat is dat Eurostat ook de elektriciteitsproductie uit het niet-biogene deel van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties meetelt bij de duurzame elektriciteit. De reden daarvoor is dat voor slechts een beperkt aantal lidstaten gegevens beschikbaar zijn over de uitsplitsing tussen het biogene en niet-biogene deel van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties. Het IEA heeft dit opgelost door deze uitsplitsing zelf te schatten voor de landen waar deze gegevens ontbreken. Eurostat is daar terughoudender in.

Internationale cijfers over duurzame energie op internet

Het adres van de website van Eurostat is epp.eurostat.ec.eu.int. Via het tabblad *data* op het midden van de site en het thema energie is het Europese equivalent van StatLine te benaderen. De cijfers over duurzame energie zijn te vinden onder *quantities* en vervolgens *supply, transformation and consumption*. Via het tabblad *tables* op de homepage zijn standaardtabellen te vinden, waaronder ook tabellen over duurzame energie. Daarnaast heeft Eurostat een jaarlijkse pdf-publicatie met informatie over duurzame energie (Energy Yearly Statistics). Deze pdf-publicatie is te vinden onder het tabblad *publications* op de homepage.

Het adres van de website van het IEA is www.iea.org. De standaardpublicatie van het IEA over duurzame energie heet *Renewables Information* en is niet vrij beschikbaar, maar te koop als hardcopy of als pdf. Naast statistiek heeft het IEA ook een paraplufunctie voor diversie techniekgeoriënteerde samenwerkingsverbanden. Deze worden *technology agreements of implementing agreements* genoemd. Voor duurzame energie zijn er diverse van deze samenwerkingsverbanden, met vaak eigen publicaties met onder andere statistische informatie. Informatie over deze samenwerkingsverbanden is te vinden vanaf de homepage van het IEA en dan het tabblad (linksboven) *energy technology agreements* en vervolgens *renewable energy*. SenterNovem coördineert de Nederlandse deelname in deze samenwerkingsverbanden en informeert daarover via www.senternovem.nl/kei.

De officiële publicaties over duurzame energie van Eurostat verschijnen relatief laat na afloop van het verslagjaar. Om toch snel een overzicht te krijgen van de ontwikkelingen heeft de Europese Commissie opdracht gegeven om per duurzame energiesector snelle publicaties te maken (Observ'ER). Deze publicaties zijn het makkelijkst te vinden via de website van de het Directoraat Energie en Transport van de Europese Commissie (ec.europa.eu/energy/index_nl.html) via de link *Nieuwe en duurzame energiebronnen* en vervolgens *publications* (in kolom links) en *Barometers EurObserv'ER*. Deze publicaties zijn relatief snel na afloop van het verslagjaar beschikbaar. Soms wordt dan volstaan met schattingen, wat ten koste kan gaan van de kwaliteit van de cijfers. Voor een snel beeld van de ontwikkelingen in de belangrijkste landen zijn de publicaties van Observ'ER meestal wel geschikt.

Tot slot zijn er Europese Brancheverenigingen actief op het gebied van statistische informatie. Zo publiceert de European Wind Energy Association (www.ewea.org) doorgaans rond 1 februari cijfers over de afzet van windmolens (in MW) per land in het voorafgaande jaar. Deze cijfers zijn over het algemeen betrouwbaar. Ook de brancheorganisatie voor producenten van bio-ethanol (www.ebio.org), biodiesel (www.ebb-eu.org), thermische zonne-energiesystemen (www.estif.org) en warmtepompen (ehpa.fiz-karlsruhe.de) presenteren cijfers per land.

2.5 Duurzame energie in de Energiebalans

De Energiebalans, ook wel Nederlandse Energiehuishouding (NEH) genoemd, is het integratiekader voor alle fysieke energiestatistieken van het CBS. In de Energiebalans

worden per energiedrager sectorale energiebalansen opgesteld. Duurzame energie is ook onderdeel van de Energiebalans, niet in termen van vermeden primaire energie, maar wel in termen van de onderliggende energieproductie. Per duurzame energiebron of groep van duurzame energiebronnen wordt hieronder beschreven hoe deze in de Energiebalans zijn opgenomen.

Waterkracht, windenergie en zonnestroom

Waterkracht, windenergie en zonnestroom komen terug als winning van elektriciteit. Daarbij is de winning gelijk aan de elektriciteitsproductie uit de duurzame energie. De onderverdeling naar sectoren voor de windenergie is voor de distributiebedrijven gebaseerd op directe waarneming. Het restant van de windenergie is voor 25 procent geplaatst bij de overige afnemers en voor 75 procent bij de decentrale elektriciteits- en warmteproductiebedrijven. Deze verdeelsleutel is enige jaren geleden vastgesteld en daarna constant in de tijd. Het CBS heeft nog geen tijd gehad om deze verdeelsleutel te actualiseren. Wat daarbij meespeelt, is dat de eigendomsverhoudingen van de windmolenprojecten complex kunnen zijn.

Zonnewarmte

Zonnewarmte komt terug als winning van de groep energiedragers “warmte, vaste en vloeibare biomassa en afval”. Daarbij is de waarde gelijk aan de warmteproductie zoals berekend volgens de definitie van de IEA (paragraaf 2.4). Bij de onderverdeling over sectoren is aangenomen dat alle zonneboilers en zwembadsystemen < 30 m² bij huishoudens staan en dat de overige zonthermische systemen staan opgesteld bij de overige afnemers.

Warmtepompen

De duurzame energie uit warmtepompen komt terug als winning van “warmte, vaste en vloeibare biomassa en afval”. De waarde is daarbij gelijk aan de bruto-warmteproductie van de warmtepompen. Het elektriciteits- en gasverbruik van de warmtepompen is onderdeel van het finaal verbruik. De warmtepompen uit de woningbouw vallen onder de sector huishoudens en de warmtepompen uit de utiliteitsbouw vallen onder de overige afnemers. De tijdreeks voor de warmtepompen is onlangs fors herzien (zie paragraaf 2.6). De Energiebalans zelf is niet herzien. Om een breuk in de Energiebalans te vermijden is daarom voor de warmtepompen het oude, lagere, niveau aangehouden. De totale winning van warmte door warmtepompen in de NEH is 7,6 PJ voor 2007.

Warmte/koudeopslag

De elektriciteitsbesparing uit warmte/koudeopslag komt niet (direct) terug in de Energiebalans, omdat dit een besparing is. Indirect is het wel aanwezig als een verminderd elektriciteitsverbruik. Het gebruik van warmte uit warmte/koudeopslag komt wel terug, omdat deze refereert aan het gebruik van warmte uit de bodem. Via een rendement van 90 procent is deze gasbesparing teruggerekend naar een winning van “warmte, vaste en vloeibare biomassa en afval”. Alle warmte/koudeopslag is toebedeeld aan de overige afnemers, omdat deze techniek vooral in de utiliteitsbouw wordt toegepast.

Door de herziening van de tijdreeks van warmte/koudeopslag is het niveau van deze activiteit in de NEH hoger dan het zou moeten zijn op basis van bovenstaande beschrijving. Om de reeks in de NEH vergelijkbaar te houden is voor warmte/koudeopslag het oude niveau aangehouden. De winning van warmte door warmte/koudeopslag in de NEH was 0,9 PJ in 2007.

Afvalverbrandingsinstallaties

In de Energiebalans omvat deze sector alle bedrijven met als hoofdactiviteit afvalverbranden. In de duurzame energiestatistiek gaat het alleen om de installaties, inclusief rookgasreiniging en de voor- en nascheiding (Protocol). Andere activiteiten van hetzelfde

bedrijf vallen er buiten. Dit verschil verklaart waarom de elektriciteits- en warmteproductie uit de duurzame-energiestatistiek (paragraaf 7.1) iets afwijken van dan de elektriciteits- en warmteproductie in de Energiebalans. De energie-inhoud van het verbrande afval komt terug als de winning van "warmte, vaste en vloeibare biomassa en afval", welke wordt ingezet voor omzettingen.

Vaste en vloeibare biomassa

Biomassa valt in de Energiebalans onder "warmte, vaste en vloeibare biomassa en afval". Er zijn geen posten invoer of uitvoer van biomassa. Alle gebruikte biomassa komt dus terug als winning. Bij de eerste volgende herziening van de Energiebalans zal ernaar gestreefd worden om de import en export van biomassa wel op te nemen.

Biogas

Binnen de duurzame energiestatistiek worden vier soorten biogas onderscheiden: stortgas, biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties, biogas op landbouwbedrijven en overige biogas. In de Energiebalans worden deze samengenomen. De fakkels (paragraaf 7.6 en 7.7) komen terug als winning en finaal verbruik. Het stortgas dat wordt omgezet in aardgas, komt terug in de Energiebalans als afgeleverd biogas en niet als een overige omzetting. De reden daarvoor is dat het na conversie tot aardgas niet meer herkenbaar zou zijn als biogeen, wat van belang is voor CO₂-emissieberekeningen. Verder is van belang dat bij het stortgas een groot deel van de winning geplaatst is bij overige afnemers (vaak eigenaren stortplaatsen) en de elektriciteitsproductie uit stortgas bij de distributiebedrijven (vaak eigenaren gasmotoren). Tussen deze twee sectoren vindt er een levering plaats van stortgas. Rioolwaterzuiveringsinstallaties vallen onder de overige afnemers, het overig biogas is per bedrijf bij de betreffende sector geplaatst.

3. Waterkracht

Ontwikkelingen

In tabel 3.1 staat een overzicht van de opgestelde vermogens aan waterkracht en de bijbehorende elektriciteitsproductie. 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. De jaarlijkse variatie in productie wordt daarom sterk bepaald door de variatie in watertoevoer in de grote rivieren. De elektriciteitsproductie van 2007 is van hetzelfde niveau als 2006. Van de totale vermeden primaire energie door duurzame energie komt ongeveer 1 procent voor rekening van waterkracht.

Methode

Voor 1990 tot en met 1997 komen de gegevens uit CBS-enquêtes. Voor 1998 tot en met juni 2001 is gebruik gemaakt van gegevens van EnergieNed en vanaf juli 2001 is gebruik gemaakt van gegevens van het groenestroomcertificatensysteem van CertiQ. In 2002 is als controle gebruik gemaakt van opgaven van de bedrijven in CBS energie-enquêtes. Het verschil tussen de jaarlijkse elektriciteitsproductie uit de CBS-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 zijn eigen 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 hooguit één keer per jaar voor.

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 0,2 MW. Dat is 0,5 procent van het totaal. De onnauwkeurigheid in de duurzame energie uit waterkracht wordt geschat op ongeveer 2 procent.

Tabel 3.1
Waterkracht

	Aantal systemen $\geq 0,1$ MW	Opgesteld elektrisch vermogen	Electriciteitsproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		MW	GWh	TJ	kton
1990	5	37	85	752	55
1995	5	37	88	773	56
2000	6	37	142	1 179	83
2001	6	37	117	991	70
2002	6	37	110	927	66
2003	6	37	72	607	43
2004	6	37	95	794	56
2005	6	37	88	733	52
2006	6	37	106	871	61
2007	6	37	107	877	61*

Bron: CBS.

4. Windenergie

Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen voor windenergie op land neemt de laatste jaren met ongeveer 200 MW per jaar toe. Dat verklaart de stijging van de elektriciteitsproductie uit deze bron (tabel 4.1). In 2006 werd het eerste windpark op zee in gebruik genomen met een vermogen van 108 MW. Mede daardoor bedroeg de totale groei van het vermogen in 2006 bijna 350 MW. Het windaanbod was in 2007 ruim 5 procent hoger dan in 2006 (WSH, 2008). Dit hogere aanbod versterkte de stijging van de elektriciteitsproductie uit windenergie. In termen van vermeden verbruik van fossiele primaire energie draagt windenergie nu voor 30 procent bij aan het totaal van de duurzame energie in Nederland.

De financiële ondersteuning van de overheid is onmisbaar voor het rendabel exploiteren van een windmolen. In augustus 2006 heeft de Minister van Economische Zaken de belangrijkste subsidieregeling gesloten, vanwege de grote populariteit en daaruit voortvloeiende financiële verplichtingen voor de overheid. Bestaande projecten en projecten die al waren ingediend hebben hier geen last van. Windmolenprojecten hebben een lange doorlooptijd. Als gevolg daarvan is in de cijfers over 2007 nog geen of nauwelijks effect te zien van het stopzetten van de subsidies.

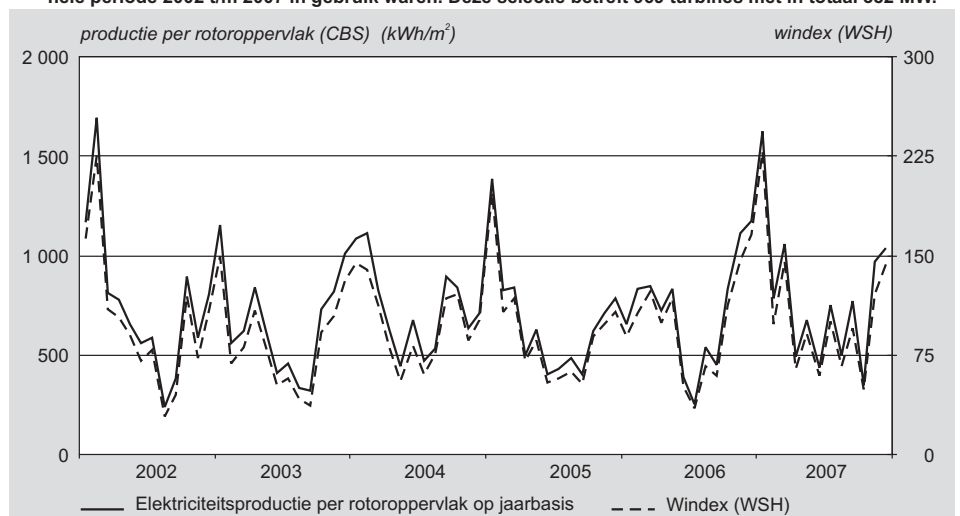
Tabel 4.1
Duurzame energie uit wind

	Bijgeplaatst aantal windmolens	Bijgeplaatst vermogen	Bijgeplaatst rotoroppervlak	Aantal wind- molens ¹⁾	Vermogen ¹⁾	Rotor- oppervlak	Elektrici- teits- productie	Vermeden verbruik fos- siele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		MW	1 000 m ²		MW	1 000 m ²	GWh	TJ	kton
1990	70	15	31	323	50	103	56	495	36
1995	336	109	268	1 008	250	568	317	2 783	202
2000	47	38	89	1 291	447	1 062	829	6 861	485
2001	60	40	121	1 342	485	1 179	825	6 975	496
2002	152	200	459	1 450	670	1 608	946	7 976	568
2003	200	243	567	1 595	906	2 155	1 318	11 112	796
2004	168	204	461	1 651	1 073	2 533	1 867	15 594	1 101
2005	127	168	378	1 709	1 224	2 871	2 067	17 222	1 218
2006	155	346	716	1 826	1 558	3 559	2 733	22 463	1 561
2007	123	211	494	1 889	1 748	4 002	3 438	28 193	1 968*

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

Bron: CBS.

4.1 Elektriciteitsproductie per rotoroppervlak (CBS) en Windex (WSH). De specifieke productie van het CBS is gebaseerd op een selectie van windenergieprojecten uit de database welke gedurende de hele periode 2002 t/m 2007 in gebruik waren. Deze selectie betreft 969 turbines met in totaal 382 MW.



Bron: CBS en WSH.

Tabel 4.2
Duurzame energie uit wind, elektriciteitsproductie per capaciteit en Windex

	Elektriciteits- productie	Windex (WSH)	Productie- factor ¹⁾	Vollasturen ²⁾	Elektriciteits- productie per rotoroppervlak ³⁾
	<i>GWh</i>		%	<i>uren</i>	<i>kWh per m²</i>
2002	946	101	20	1 775	731
2003	1 318	84	19	1 635	683
2004	1 867	98	22	1 892	796
2005	2 067	92	20	1 789	762
2006	2 733	98	23	1 973	852
2007	3 438	105	24	2 114	926

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

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

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

Bron: CBS en WSH.

De elektriciteitsproductie van de windmolens is in sterke mate afhankelijk van het windaanbod, dat behoorlijk fluctueert (figuur 4.1, tabel 4.2). Gemiddeld gezien is er in de zomer minder wind dan in de winter. Ook op jaarbasis kunnen er behoorlijke verschillen zijn. Wind Service Holland (WSH) publiceert een zogenaamde Windex. Deze is een maat voor het windaanbod. De maandelijkse fluctuaties in de productie zijn sterk gecorreleerd met de Windex, zeker als veranderingen in het windmolenpark worden uitgesloten (figuur 4.1).

De Windex wordt vastgesteld aan de hand van de daadwerkelijke productie van tientallen windmolens verspreid over alle regio's met veel windmolens. Windmolens in parken zijn daarbij niet meegenomen, omdat die elkaar kunnen storen. Daarbij wordt gecorrigeerd voor stilstand door mankementen en/of onderhoud. De specifieke productie in figuur 4.1 is gebaseerd op duizend windmolens die voor een deel in windmolenparken staan. Bij deze berekening is niet gecorrigeerd voor stilstand of onderhoud. Uit de overeenkomst tussen de ontwikkeling van de specifieke productie van de duizend windmolens uit de CBS-database en de ontwikkeling van de Windex van WSH kan worden afgeleid dat storingen en parkeffecten op de tijdschaal van een paar jaar uitmiddelen.

De jaarlijkse veranderingen in de productie per rotoroppervlak en de productie per vermogen (productiefactor) van alle Nederlandse windmolens bij elkaar, liggen gemiddeld boven de jaarlijkse verandering in het windaanbod zoals uitgedrukt door de Windex (figuur 4.2). Deze toename wordt in ieder geval veroorzaakt door het uit gebruik nemen

4.2. Windenergie, jaarlijkse verandering van de productiefactor, productie per rotoroppervlak en Windex (WSH)



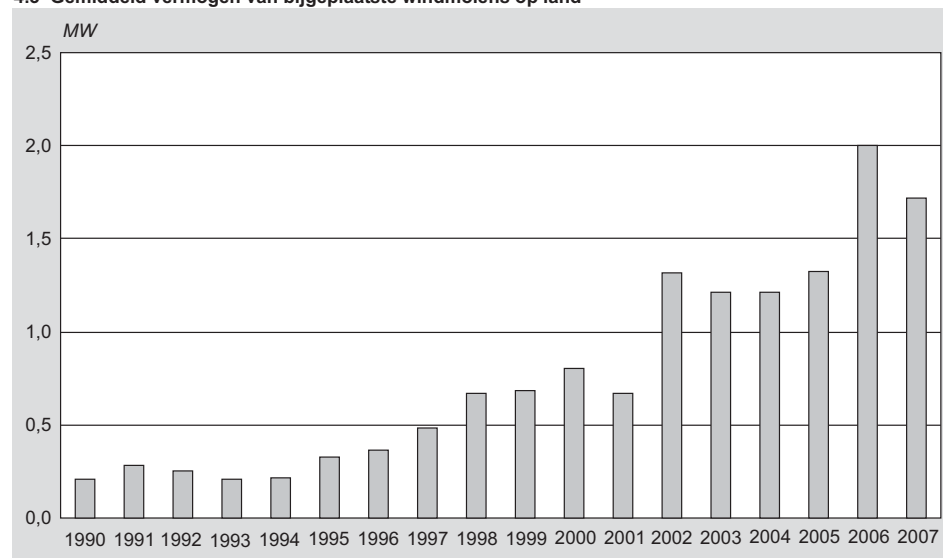
Bron: CBS en WSH.

of renoveren van slecht functionerende parken en door de gemiddeld hogere ashoogten van nieuwe windmolens.

Hoewel Flevoland niet de meest gunstige windcondities heeft (SenterNovem, 2005a) staan er wel de meeste molens. Belangrijke factor is hierbij de mogelijkheid om de molens maatschappelijk te kunnen inpassen.

Windmolens worden in de loop der jaren steeds groter. Dat gaat schoksgewijs, via het opkomen van nieuwe typen windmolens (figuur 4.4). Tot voor kort waren de windmolens van 0,9 of 1 MW de standaard. In 2006 is een nieuwe windmolen al snel 2 MW. Het gemiddelde vermogen van een bijgeplaatste windmolen op land steeg van 1,3 MW in 2005 naar tegen de twee MW in 2006 en 2007.

4.3 Gemiddeld vermogen van bijgeplaatste windmolens op land



Bron: CBS.

Methodie

Het vermogen is bepaald aan de hand van de windmonitor, zoals die door de KEMA tot het einde van 2003 is bijgehouden en de administratie achter de groenestroomcertificaten van CertiQ. De database van de KEMA is daarbij op individueel niveau gekoppeld aan de administratie achter de groenestroomcertificaten van CertiQ. De vermogens per aansluitpunt zijn gecontroleerd op plausibiliteit door te vergelijken met de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ. Het moment van in gebruik nemen en uit gebruik nemen van een molen is bepaald aan de hand van de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ. Bij inconsistentie tussen verschillende bronnen zijn de gegevens van WSH gebruikt als aanvulling.

Het vermogen per provincie is vergeleken met twee andere, grotendeels onafhankelijke, bronnen (tabel 4.3). Het blijkt dat de verschillen niet groter zijn dan 10 MW en meestal hooguit enkele MW. Een uitzondering zijn de hoge cijfers voor Groningen, Noord-Holland en Zeeland in 2007 van LSOW (2008). De belangrijkste oorzaak voor de verschillen is het moment van in en uit gebruik nemen van turbines. In Groningen, Noord-Holland en Zeeland zijn begin 2008 enkele grote parken in gebruik genomen (WSH, 2008). Vermoedelijk heeft LSOW (2008) een gedeelte van deze parken al bij 2007 meegeteld.

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

De elektriciteitsproductie is berekend aan de hand van de administratie achter de groenestroomcertificaten van CertiQ. Daarbij zijn de productiegegevens per maand per aansluitcode beoordeeld op plausibiliteit. Daarnaast is er een bijschatting gemaakt voor

Tabel 4.3
Opgesteld vermogen windenergie per provincie, einde van verslagjaar in MW

	2006			2007			2010 ¹⁾
	CBS	WSH	LSOW	CBS	WSH	LSOW	LSOW
<i>Op land</i>							
Groningen	136	136	136	126	126	162	165
Friesland	126	127	127	139	133	134	200
Flevoland	589	588	587	616	615	616	220
Noord-Holland	223	225	228	249	250	277	205
Zuid-Holland	209	211	210	243	248	245	205
Zeeland	103	101	101	198	195	206	205
Noord-Brabant	39	39	38	39	40	38	115
Overige provincies	25	25	25	31	32	31	185
Totaal op land	1 450	1 452	1 457	1 640	1 639	1 709	1 500
<i>Op zee</i>	108	108		108	108		
Totaal	1 558	1 560		1 748	1 747		

¹⁾ Doelstelling in het kader van Bestuursvereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie (BLOW).

Bron: CBS, WSH (2008) en LSOW (2008).

windparken waarvan de productie niet bij CertiQ bekend is. Deze bijschatting 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 t/m 1995 van CBS gegevens.

WSH publiceert op de eigen website ook cijfers over de elektriciteitsproductie uit windenergie. Deze zijn veel hoger dan de CBS-cijfers. De reden is dat de cijfers van WSH uitgaan van de jaarproductie van het hele park onder gemiddelde windcondities op basis van ontwerpgegevens. Daarbij wordt uitgegaan van de productiecapaciteit van het park op het moment van bezoek aan de site. Door de sterke groei van deze capaciteit is deze altijd aanmerkelijk hoger dan de gemiddelde capaciteit in het laatste door het CBS gepubliceerde jaar. Daarnaast publiceert het CBS de daadwerkelijke productie en WSH de productie onder gemiddelde windcondities. Het windaanbod was de laatste jaren vaak lager dan het gemiddelde. Dat vergroot het verschil tussen de WSH-cijfers en de CBS-cijfers. Tot slot gaat het CBS uit van de daadwerkelijke productie en WSH van ontwerpgegevens zonder storingen zoals deze bijvoorbeeld kunnen optreden in de opstartfase.

De onzekerheid in de CBS-cijfers over het vermogen en de elektriciteitsproductie wordt geschat op maximaal 2 procent.

5. Zonne-energie

Voor zonne-energie is er een tweedeling gemaakt: enerzijds de omzetting van zonnestraling in elektriciteit (zonnestroom of fotovoltaïsche zonne-energie) en anderzijds de omzetting van zonnestraling in warmte (zonnewarmte of thermische zonne-energie). De bijdrage van zonne-energie aan de totale duurzame energie in Nederland is klein. Het gaat om ruim 1 procent.

Tabel 5.0.1
Zonne-energie

	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	76	4
1995	177	10
2000	487	28
2001	601	35
2002	701	42
2003	886	54
2004	985	59
2005	1 047	63
2006	1 085	65
2007	1 123	67*

Bron: CBS.

5.1 Zonnestroom

Ontwikkelingen

Zowel de elektriciteitsproductie van als het geïnstalleerd vermogen voor zonnestroom is afgelopen jaar nauwelijks gestegen. Na de terugval in 2004, als gevolg van het wegval- len van de EPR-subsidieregeling (Energie Premie Regeling), is het bijgeplaatste ver- mogen in Nederland nauwelijks toegenomen in de afgelopen jaren.

Tabel 5.1.1
Zonnestroom

	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld vermogen	Elektriciteits- productie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>MW</i>		<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	.	1	0	3	0
1995	0,4	2	1	10	1
2000	3,6	13	8	66	5
2001	7,8	21	13	115	8
2002	5,8	26	17	149	11
2003	19,9	46	31	270	19
2004	3,6	49	33	287	20
2005	1,7	51	34	295	21
2006	1,5	52	35	298	21
2007	1,4	53	36	304	21*

Bron: Ecofys (1989 t/m 1999), BECO (2000 t/m 2002), Holland Solar (2003) en CBS (vanaf 2004).

De totale bijdrage van zonnestroom aan de duurzame energie in Nederland is ongeveer 0,3 procent.

De zonnestroomsystemen worden ingedeeld in drie categorieën: niet aan het net gekoppelde (zgn. autonome) systemen, netgekoppelde systemen in eigendom van een energiebedrijf en overige netgekoppelde systemen. De niet aan het net gekoppelde systemen worden toegepast voor kleinschalige recreatieve toepassingen in gebieden waar geen aansluiting op het elektriciteitsnet is, zoals tuinhuisjes, jachten, caravans en afgelegen huizen. Ook worden deze systemen professioneel toegepast bijvoorbeeld bij drinkbakken voor vee, zonlichtmasten en boeien.

Tabel 5.1.2
Opgesteld vermogen van zonnestroomsystemen, uitsplitsing naar type systeem

	Autonoom	Netgekoppeld	
		energiebedrijven	overig
	<i>MW</i>		
1990	0,8	0,0	0,0
1995	2,1	0,0	0,3
2000	4,1	0,2	8,5
2001	4,3	2,5	13,7
2002	4,6	2,5	19,2
2003	4,7	2,5	38,8
2004	4,9	3,2	41,3
2005	4,9	3,2	42,6
2006	5,0	3,3	43,6
2007	5,3	3,4	44,4

Bron: Ecofys (1989 t/m 1999), BECO (2000 t/m 2002), Holland Solar (2003) en CBS (vanaf 2004).

Op verzoek van Holland Solar en SenterNovem heeft het CBS niet alleen gegevens verzameld over de bijgeplaatste systemen, maar ook over de import en export van zonnepanelen en de werkgelegenheid, omzet en uitgaven voor Research en Development bij de bedrijven die actief zijn in de handel en productie van zonnestroomsystemen en onderdelen daarvan (tabel 5.1.3). De groei van deze bedrijven wordt veroorzaakt door de gestegen vraag naar zonne-energiesystemen in het buitenland (Observ'ER, 2008b).

Tabel 5.1.3
Bedrijven actief in de handel en productie van zonnepanelen en onderdelen daarvan

	2004	2005	2006	2007
	<i>kW</i>			
Zonnepanelen				
Import	13 160	23 677	25 052	x
Productie	–	x	x	x
Afzet binnenland aan eindgebruikers	3 604	1 663	1 521	1 399
niet-netgekoppeld	434	323	278	558
netgekoppeld bij energiebedrijven	679	–	160	66
netgekoppeld overig	2 491	1 340	1 083	775
Export	9 770	20 942	22 148	34 005
	<i>fte</i>			
Werkgelegenheid	147	141	232	403
research & development	23	17	28	32
productie complete panelen en onderdelen	10	21	92	198
overig	115	103	112	173
	<i>mln euro</i>			
Omzet	90	113	161	252

Bron: CBS.

Per 1 april 2008 is een nieuwe subsidieregeling voor zonnestroomsystemen in Nederland van start gegaan. In deze regeling is er in 2008 ruimte voor ongeveer 10 megawatt aan systemen.

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 en het CBS samen een vragenlijst ontwikkeld die de informatiebehoefte van alle drie de organisaties dekt. Holland Solar heeft het CBS een lijst van leveranciers geleverd en het CBS heeft de enquête uitgestuurd en verwerkt.

Op basis van informatie van Holland Solar en de respons van 2006, is de populatie voor 2007 in drie groepen (strata) verdeeld: 13 grote, 13 middelgrote en 14 kleine bedrijven. Na intensieve rappelacties was de respons bij de grote bedrijven 90 procent, bij de middelgrote bedrijven 85 procent en bij de kleinere bedrijven 90 procent. Niet-responderende bedrijven zijn bijgeschat op basis van gegevens van het jaar ervoor, btw-gegevens van de belastingdienst, of het gemiddelde in het stratum. Deze bijschatting bedraagt enkele procenten van het bijgeplaatste vermogen in 2006. De grootste onnauwkeurigheid zit vermoedelijk in de opgave van de bedrijven. Op nationaal niveau bedraagt de onnauwkeurigheid van het bijgeplaatst vermogen in 2007 ongeveer 5 procent, naar schatting van het CBS.

De elektriciteitsproductie is berekend met behulp van vaste kentallen van de jaarlijkse productie per geïnstalleerd vermogen (Protocol Monitoring Duurzame Energie). Voor niet aan het net gekoppelde systemen geldt een productie van 400 kWh per kW vermogen en voor netgekoppelde systemen geldt een productie van 700 kWh per kW vermogen.

5.2 Zonnewarmte

Ontwikkelingen

In tabel 5.2.1 staat de bijdrage van zonnewarmte aan duurzame energie. Dit betreft zowel de afgedekte als de onafgedekte systemen. In tegenstelling tot de afgelopen jaren is er in 2007 weer een stijging waarneembaar in het bijgeplaatste aantal zonnewarmte-systemen. Het opgestelde oppervlak en het vermeden verbruik van fossiele primaire energie zijn met ongeveer 4 procent toegenomen ten opzichte van het jaar daarvoor. De totale bijdrage van zonnewarmte aan de duurzame energie in Nederland (in termen van vermeden primaire energie) is bijna 1 procent.

Tabel 5.2.1
Zonnewarmte

	Opgesteld collector- oppervlak	Vermeden inzet van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	1 000 m ²	TJ	kton
1990	76	73	4
1995	162	167	9
2000	360	421	24
2001	416	486	27
2002	475	552	31
2003	524	617	35
2004	582	698	39
2005	620	752	42
2006	646	787	44
2007	673	819	46*

Bron: CBS.

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 warmtepro-

ductie per m² ook groter bij de afgedekte systemen. Binnen de afgedekte systemen wordt nog een onderscheid gemaakt in systemen met een collectoroppervlak kleiner dan 6 m² en systemen met een collectoroppervlak groter dan 6 m². De kleine afgedekte systemen zijn beter bekend als zonneboilers. Deze worden veel toegepast in de woningbouw. Daarnaast zijn er ook systemen met een collectoroppervlak groter dan 6 m², deze worden vooral in de utiliteitsbouw toegepast. De onafgedekte systemen worden bij zwembaden toegepast. In tabel 5.2.2 is een overzicht te zien van deze uitsplitsing. Tevens is een kolom met aantal installaties weergegeven voor systemen met een collectoroppervlak kleiner dan 6 m² (zonneboilers).

Net als voor zonnestroom is ook voor zonnewarmte in 2008 een subsidieregeling van start gegaan: de subsidieregeling duurzame warmte voor bestaande woningen. De regeling loopt tot en met 2011 en er is budget voor ongeveer 55 000 zonneboilers (website SenterNovem). Dat is ruim de helft van de ongeveer 100 duizend zonneboilers die er nu staan. De subsidie is afhankelijk van de te verwachten energieproductie en bedraagt naar inschatting van SenterNovem ongeveer 700 euro per boiler. De eerste subsidieronde loopt tot en met augustus 2009 en heeft een budget van 16 miljoen euro voor zonneboilers en warmtepompen anders dan lucht-waterwarmtepompen (Minister van Economische Zaken, 2008b).

Tabel 5.2.2
Bijgeplaatste systemen voor zonnewarmte, uitgesplitst naar type systeem

	Aantal		Oppervlak	
	Afgedekt, collectoroppervlak ≤ 6 m ² (zonneboilers)		Afgedekt, collectoroppervlak > 6 m ²	Onafgedekt
		1 000 m ²		
1990	544	2	1	9
1995	3 375	11	2	13
2000	7 971	25	3	28
2001	8 736	27	3	28
2002	10 035	28	6	29
2003	8 385	23	4	25
2004	7 844	21	5	36
2005	7 294	18	3	29
2006	5 626	13	2	24
2007	6 365	17	2	28

Bron: CBS.

Methodie

De basis voor de statistiek is de database die Ecofys heeft opgesteld voor de jaren tot en met 2002 (Warmerdam, 2003). Het CBS heeft de database geactualiseerd voor de jaren daarna. De gegevens voor de bijgeplaatste afgedekte systemen zijn verkregen via een kwartaalenquête bij de leveranciers van deze systemen. De respons was 95 procent voor verslagjaar 2007. De lijst van leveranciers is opgesteld met hulp van SenterNovem en brancheorganisatie Holland Solar.

De bijgeplaatste onafgedekte systemen zijn geïnventariseerd met behulp van een jaarenquête onder de 6 leveranciers van deze systemen. De lijst van leveranciers is opgesteld aan de hand van gegevens van Projectbureau Duurzame Energie (2004). De respons was 85 procent voor verslagjaar 2007.

Aangenomen wordt dat zonneboilers een gemiddelde levensduur hebben van 15 jaar. Dat betekent dat de in 1992 bijgeplaatste aantallen niet meer zijn meegenomen in de berekeningen van de bijdrage aan duurzame energie. Het is goed mogelijk dat systemen eerder of later uit roulatie worden genomen, ofwel worden vervangen. Dit brengt een onzekerheidsmarge met zich mee.

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 15 jaar is.

De duurzame energie uit zonnewarmte is berekend volgens kentallen voor de energieproductie per zonneboiler en de energieproductie per m² collectoroppervlak (voor de niet-zonneboilers). Tevens is het extra elektriciteitsverbruik van de zonneboilers ten opzichte van standaard (referentie) systemen in rekening gebracht. De kentallen staan in het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006).

De grootste onzekerheid zit in de cijfers van de onafgedekte systemen. De onzekerheid in de duurzame energie uit onafgedekte systemen wordt geschat op 25 procent, de onzekerheid in zonthermisch totaal op 15 procent.

6. Omgevingsenergie

Omgevingsenergie is energie welke afkomstig is uit de omgeving en die via een warmtepomp en/of een seizoensopslag in de bodem gebruikt wordt om te verwarmen of koelen.

Ontwikkelingen

Tabel 6.0.1
Omgevingsenergie

	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ	kton
1995	285	13
2000	809	35
2001	925	39
2002	1 119	47
2003	1 380	54
2004	1 826	69
2005	2 328	82
2006	3 192	116
2007	4 149	140*

Bron: CBS.

De duurzame energie uit de omgevingswarmte en -koude groeit relatief hard. Toch is de bijdrage aan de totale duurzame energie nog beperkt tot ruim 4 procent.

Opmerkelijk is dat de groei in deze energiebron niet gepaard gaat met een forse subsidieregeling, zoals de MEP (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie) voor windenergie, het meestoken van biomassa en mestvergisters. De voornaamste financiële ondersteuning van de overheid is de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA), waarmee 44 procent van het investeringsbedrag kan worden afgetrokken van de belasting. Indien de onderneming voldoende winst maakt, betekent dit een ondersteuning van 11 procent van het totale investeringsbedrag. Daarnaast stimuleren de energienormen voor gebouwen het gebruik van omgevingsenergie.

De groei komt voornamelijk van twee technieken waarmee zowel kan worden gekoeld als verwarmd: warmte-/koudeopslag en omkeerbare warmtepompen. Deze twee technieken sluiten kennelijk goed aan bij de groeiende behoefte aan koeling. Een tweede verklarende factor vormt waarschijnlijk de gestegen aardgas- en elektriciteitsprijzen, omdat het gebruik van omgevingsenergie het gebruik van aardgas voor verwarming en elektriciteit voor koeling vermindert. Een derde factor is de toename van de nieuwbouw in de utili-

Tabel 6.0.2
Waarde bouwvergunningen utiliteitsbouw met betrekking tot nieuwbouw

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	<i>mln euro</i>							
Totaal	5 995	6 313	4 831	4 459	5 249	4 857	6 100	6 696
Groningen	168	144	113	128	265	115	319	199
Friesland	216	180	164	171	162	174	185	251
Drenthe	131	144	157	108	155	99	170	135
Overijssel	361	349	250	271	381	404	401	311
Gelderland	200	284	233	89	321	201	173	207
Flevoland	544	640	658	467	489	500	773	923
Utrecht	482	605	309	324	384	370	484	305
Noord-Holland	1 354	1 239	888	724	779	664	1 016	938
Zuid-Holland	1 046	1 157	903	914	1 097	1 061	1 031	1 731
Zeeland	115	111	170	211	112	113	181	120
Noord-Brabant	1 019	1 028	736	743	778	845	1 024	1 109
Limburg	357	434	251	309	326	311	343	464

Bron: CBS.

teitssector (paragraaf 6.0.2). Omgevingsenergie kan vaak relatief goedkoop worden toegepast in nieuwbouwprojecten. Een vierde factor is het volwassen worden van de techniek. Voor warmte/koudeopslag zijn nu voldoende goed functionerende projecten, die investeerders het vertrouwen geven om tot aanschaf over te gaan (Techniplan et al., 2006). Een vijfde factor is de beperkte meerprijs voor het aanschaffen van een airco met warmtepompoptie (omkeerbare warmtepomp) ten opzichte van een airco zonder warmtepompoptie.

Overigens is het wel zo dat de cijfers voor vooral de belangrijkste categorie warmtepompen (omkeerbare) zeer onzeker zijn. Met het absolute niveau van de cijfers moet daarom voorzichtig worden omgegaan. De trend van een snelle groei is echter wel zeker.

Methode

Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) wordt seizoensopslag van warmte/koude meegerekend als duurzame energietechniek, mits er geen gebruik gemaakt wordt van warmte die geproduceerd is met fossiele energiedragers. In veel warmte/koudeopslagprojecten wordt een warmtepomp gebruikt bij het benutten van de warmte. De warmtebenutting bij deze projecten telt binnen de statistiek van de duurzame energie mee bij de warmtepompen en niet bij de warmte/koudeopslag. In de volgende twee paragrafen wordt de methode voor warmtepompen en warmte/koudeopslag verder toegelicht.

6.1 Warmtepompen

Een warmtepomp neemt warmte van een lage temperatuur op en geeft deze af op een hogere temperatuur. Daarvoor heeft een warmtepomp hulpenergie nodig, maar deze is veel minder dan de hoeveelheid afgegeven warmte. Zo kan met een warmtepomp met behulp van de buitenlucht (bv. 10°C) een ruimte verwarmd worden (bv. 20°C). De energie voor de ruimteverwarming komt dan uit de buitenlucht (die daardoor iets afkoelt) en de aandrijfenergie van de warmtepomp. Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) tellen warmtepompen mee bij de duurzame energie als de gebruikte warmte niet afkomstig is van fossiele bronnen. In de praktijk worden de duurzame warmtepompen vooral gebruikt in de utiliteitsbouw, woningbouw en de landbouw.

Met ingang van het nieuwe Protocol wordt een onderscheid gemaakt tussen zes typen warmtepompen:

1. elektrische standaardwarmtepompen
2. elektrische combiwarmtepompen
3. elektrische warmtepompboilers
4. elektrische omkeerbare warmtepompen
5. gasaangedreven warmtepompen
6. warmteterugwinning bij melkkoeling.

Standaardwarmtepompen zijn primair ontworpen voor ruimteverwarming. Combiwarmtepompen zijn ontworpen voor ruimte- en tapwaterverwarming. Warmtepompboilers zijn ontworpen voor verwarming van tapwater en omkeerbare warmtepompen zijn ontworpen voor verwarming en koeling. Elektrische warmtepompen gebruiken elektriciteit als aandrijfenergie; gasaangedreven warmtepompen gebruiken aardgas. Bij warmteterugwinning bij melkkoeling gaat het om warmte uit de melk die wordt gebruikt voor het maken van warm tapwater. Voor elektrische combiwarmtepompen en gasaangedreven warmtepompen is het aantal leveranciers zeer gering. Vanwege de beperkte betrouwbaarheid door de onvolledige respons en de vertrouwelijkheid publiceert het CBS daarom geen jaarlijkse aparte gegevens over deze twee categorieën en zijn ze samengenomen met standaardwarmtepompen.

Internationaal gezien wordt vaak een andere indeling van warmtepompen gehanteerd (Europese Commissie, 2007 en 2008a; CSTB, 2006; Forsen, 2008). De bron van de warmte staat daarbij centraal:

1. Bodemwarmtepompen
2. Waterwarmtepompen
3. Luchtwarmtepompen

Tabel 6.1.1
Warmtepompen

	Bijgeplaatst aantal	Bijgeplaatst thermisch vermogen	Opgesteld aantal	Opgesteld thermisch vermogen	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		<i>MW</i>		<i>MW</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1995	553	10	8 470	128	254	11
2000	2 412	38	16 054	224	589	20
2001	2 321	33	17 923	250	650	20
2002	4 897	42	22 366	284	772	24
2003	5 430	74	27 338	352	970	26
2004	8 182	127	35 060	471	1 365	38
2005	8 112	154	42 330	613	1 830	48
2006	12 300	230	53 784	831	2 566	74
2007	14 465	291	67 403	1 111	3 446	92*

Bron: CBS.

Tabel 6.1.2
Warmtepompen naar sector, type en warmtebron, 2007

	Bijgeplaatst aantal	Bijgeplaatst thermisch vermogen	Opgesteld aantal	Opgesteld thermisch vermogen	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂ *
		<i>MW</i>		<i>MW</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
Naar sector en naar type						
<i>Utiliteit</i> ¹⁾						
Standaard & combi ²⁾	662	28	4 097	156	694	26
Warmtepompboilers	–	–	124	0	1	0
Omkeerbaar	8 994	231	26 865	709	2 098	40
Totaal	9 656	259	31 087	865	2 793	66
<i>Warmteterugwinning bij melkkoeling</i>	467	7	7 000	112	240	12
<i>Woningen</i>						
Standaard & combi ²⁾	2 687	23	10 595	94	286	11
Warmtepompboilers	1 655	2	18 328	27	90	3
Omkeerbaar	–	–	393	13	38	1
Totaal	4 342	25	29 316	133	414	14
Naar warmtebron (schatting)						
Water	2 185	85	9 932	345	1 257	40
Bodem	1 344	11	5 297	47	143	5
Lucht	10 469	187	45 173	607	1 807	36
Melk	467	7	7 000	112	240	12
Totaal	14 465	291	67 403	1 111	3 446	92

1) Inclusief landbouw, exclusief warmteterugwinning bij melkkoeling.

2) Inclusief alle gas aangedreven warmtepompen.

Bron: CBS.

Tabel 6.1.3
Bijgeplaatste warmtepompen

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2003	2004	2005	2006	2007	2003	2004	2005	2006	2007
	<i>MW</i>									
Utiliteit ¹⁾										
Standaard & combi ²⁾	226	644	590	753	662	8	26	35	20	28
Warmtepompboilers	13	10	–	–	–	0	0	–	–	–
Omkeerbaar	800	3 801	3 684	6 422	8 994	40	77	98	177	231
Totaal	1 039	4 455	4 275	7 175	9 656	48	103	133	197	259
Warmteterugwinning bij melkkoeling	503	506	509	512	467	8	8	8	8	7
Woningen										
Standaard & combi ²⁾	753	707	1 481	2 565	2 687	8	8	9	23	23
Warmtepompboilers	2 965	2 412	1 848	2 048	1 655	4	4	3	3	2
Omkeerbaar	170	102	–	–	–	7	4	–	–	–
Totaal	3 888	3 221	3 329	4 613	4 342	19	15	12	26	25
Totaal										
Alle typen	5 430	8 182	8 113	12 300	14 465	74	127	154	230	291

1) Inclusief landbouw, exclusief warmteterugwinning bij melkkoeling.

2) Inclusief alle gas aangedreven warmtepompen.

Bron: CBS.

Bodemwarmtepompen gebruiken warmte uit de bodem zonder het onttrekken van grondwater uit de bodem. De warmte wordt uit de bodem onttrokken via een vloeistof in gesloten slang of buis. Deze vloeistof is vaak water met een middel om het bevroren tegen te gaan, zoals zout. Bodemsystemen worden ook wel "brak", "pekel" of "gesloten" systemen genoemd. Waterwarmtepompen gebruiken water uit de bodem of van oppervlaktewater. Luchtwarmtepompen gebruiken buitenlucht of ventilatielucht.

De energetische prestatie van warmtepompen is beter naarmate het te overbruggen temperatuurverschil kleiner is. Bij watersystemen is dit verschil in de regel het kleinst, omdat watersystemen een sterk bufferende werking hebben. Bodemsystemen hebben een kleinere bufferende werking en bij buitenlucht systemen is deze volledig afwezig, waardoor bij deze systemen het temperatuurverschil in principe het grootst is.

Tot op heden is men nationaal gezien huiverig om de indeling op basis van de warmtebron te hanteren, omdat het voor leveranciers lastig zou zijn om te weten op welke wijze hun warmtepompen zijn geïnstalleerd. Nu warmtepompen op de internationale statistische agenda staan, is het zinnig om na te gaan of genoemd nadeel nog steeds onoverkomelijk is.

Ontwikkelingen

In tabel 6.1.1 is een totaaloverzicht te zien van de warmtepompen voor duurzame energie. Het aantal warmtepompen is in 2007 met bijna 15 duizend toegenomen tot 67 duizend. Het totale vermogen voor warmteproductie dat is bijgeplaatst, is bijna 300 MW. De totale bijdrage van warmtepompen aan duurzaam opgewekte energie is ongeveer 3,5 PJ vermeden primaire energie. Dit is een kleine 4 procent van de totale duurzame energie.

Het grootste deel van de warmtepompen is te vinden in de utiliteitsbouw (tabel 6.1.2). Ook de sterke groei van de laatste jaren concentreert zich in de utiliteitsbouw. Het gaat dan vooral om omkeerbare warmtepompen. Dit betreft voor een groot deel lucht-lucht-warmtepompen die primair zijn gekocht voor het koelen van een gebouw. Een moderne airconditioner die kan koelen en verwarmen kost tegenwoordig weinig meer dan een airconditioner die alleen kan koelen. Dat is een van de verklaringen voor de sterke groei van de omkeerbare warmtepompen. Het is echter de vraag of alle omkeerbare warmtepompen ook daadwerkelijk worden gebruikt voor verwarming. De gebruikte aanname van gemiddeld 3 000 vollastuur voor verwarming uit het Protocol (SenterNovem, 2006) lijkt aan de hoge kant.

Een gedeelte van de warmtepompen wordt gecombineerd toegepast met warmte/koudeopslag. Het betreft dan standaard warmtepompen en omkeerbare water-waterwarmtepompen. Ook de duurzame energie uit warmte/koudeopslag is in 2006 en 2007 fors gegroeid (zie ook sectie 6.2).

Het gebruik van warmtepompen in de melkveehouderij betreft het gebruik van warmte uit de koeling van melk voor de bereiding van tapwater. Dit soort systemen bestaat al vrij lang en er is sprake van een vervangingsmarkt.

Methode

Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) behoren uitsluitend warmtepompen die gebruik maken van omgevingswarmte tot de duurzame warmtepompen. Warmtepompen die gebruik maken van afvalwarmte afkomstig van de industrie of elektriciteitscentrales worden niet meegenomen, omdat in de huidige praktijk deze afvalwarmte altijd opgewekt wordt uit fossiele energiedragers. De energiebesparing door deze warmtepompen telt mee bij de energiebesparing (Boonekamp, et al., 2001). Veel warmtepompen worden gebruikt voor het benutten van de warmte bij warmte/koudeopslagprojecten. De warmtebenutting bij deze projecten telt binnen de statistiek van de duurzame energie mee bij de warmtepompen en niet bij de warmte/koudeopslag.

In de praktijk zijn het vooral warmtepompen in de gebouwde omgeving en de landbouw die gebruik maken van omgevingswarmte. Bij warmtepompen die niet verwarming als

primaire functie hebben maar koeling (omkeerbare warmtepompen) wordt uitsluitend de energiebesparing door de warmteproductie meegenomen.

De basis van de statistiek is de database met warmtepompen die Ecofys heeft opgesteld voor 1994 (de Graaf et al., 1996) en voor de jaren tot en met 2002 (Graus en Joosen, 2003). In deze database staat per leverancier, per jaar en per type warmtepomp het aantal geleverde warmtepompen en het vermogen van de geleverde warmtepompen. Het CBS heeft deze database geactualiseerd voor de jaren daarna en tevens de conversieslag gemaakt van de oude naar de nieuwe type-indeling van de warmtepompen (SenterNovem, 2004). Bij deze conversieslag is aangenomen dat ontvochtigers en dubbelfunctionele warmtepompen onder de omkeerbare warmtepompen vallen en dat 20 procent van de gewone warmtepompen (oude typering) combiwarmtepompen zijn.

Vanaf 2005 is een correctie uitgevoerd voor het uit gebruik nemen van de warmtepompen. De aanname daarbij is dat 20 procent van de warmtepompen uit het basisjaar van de warmtepompenstatistiek (1994) vanaf 2005 uit gebruik wordt genomen. Het idee achter deze aanname is dat warmtepompen die in 1994 aanwezig waren in Nederland, geplaatst zijn in de jaren 1990 tot en met 1994 en dat de gemiddelde levensduur gelijk is aan 15 jaar.

De gegevens over bijgeplaatste warmtepompen zijn afkomstig van de leveranciers van warmtepompen. De Stichting Warmtepompen enquêteert onder haar eigen zestien leden en levert de resultaten aan het CBS. Hetzelfde doet de Vereniging voor leveranciers van airconditioningapparatuur (VERAC, 15 leden). De overige 25 leveranciers zijn door het CBS direct benaderd. De respons was 100 procent.

Voor warmteterugwinning bij melkkoeling is gebruik gemaakt van een inschatting van de belangrijkste leveranciers van melkkoelingsystemen in 2006. In 2006 had naar schatting 30 procent van de melkveebedrijven een warmteterugwinningsinstallatie. Voor de koeien is dit aandeel wat hoger geschat (35 procent), omdat de warmteterugwinningsinstallaties relatief vaak voorkomen op grote bedrijven (de Koning en Knies, 1995). In 2006 waren in totaal 1,4 miljoen melkkoeien, waarvan 500 duizend op een bedrijf met een warmteterugwinningsinstallatie. De duurzame energie is vervolgens berekend volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006). Voor 1995 bedroeg het aantal koeien op een bedrijf met een warmteterugwinningsinstallatie 400 duizend (de Koning en Knies, 1995). Voor tussenliggende jaren is geïnterpoleerd. Het gemiddeld vermogen van een installatie is geschat op 16 kW, gebaseerd op informatie uit het veld. Voor de schatting van het aantal en het vermogen van nieuwe installaties is uitgegaan van een levensduur van 15 jaar. In 2007 is ook via de Landbouwtelling gevraagd naar de aanwezigheid van een warmteterugwinningsinstallatie. Eerste resultaten komen uit op 6 procent van het aantal melkveebedrijven. Dit is duidelijk in tegenspraak met de inschatting van de leveranciers. Voor de duurzame energiestatistiek is de inschatting van de leveranciers als betrouwbaarder beoordeeld. Waarschijnlijk hebben veel melkveehouders de vraag over de warmteterugwinningsinstallatie over het hoofd gezien. Voor 2007 is aangenomen dat het aandeel koeien op bedrijven met een warmteterugwinningsinstallatie is gestegen van 35 naar 36 procent. Het aantal melkkoeien (Landbouwtelling) was ongeveer gelijk gebleven op 1,4 miljoen.

Internationaal gezien staat de warmtepompstatistiek nog in de kinderschoenen. Echter, gestimuleerd door de conceptrichtlijn over duurzame energie (Europese Commissie, 2008a) wordt er momenteel gediscussieerd over hoe de warmtepompen in de statistiek moeten worden opgenomen. Bij deze discussies valt op dat de Nederlandse indeling in andere landen niet wordt gebruikt. Vaak wordt als eerste een onderscheid gemaakt op basis van de warmtebron. Om de Nederlandse cijfers te kunnen vergelijken met cijfers in andere landen is de Nederlandse indeling via een aantal aannames omgezet in de Europese indeling (tabel 6.1.2). Daarbij is gebruik gemaakt van gegevens op de vragenlijst over de warmtebron voor omkeerbare warmtepompen (vanaf 2005) en ook is gekeken naar de statistiek van de warmte/koude opslag. Door de schattingen zijn de gegevens over de uitsplitsing naar warmtebron veel onzekerder dan de gegevens volgens de standaardindeling.

De grootste onzekerheid in de cijfers over de duurzame energie uit warmtepompen wordt gevormd door het daadwerkelijke gebruik van omkeerbare warmtepompen voor verwarming. Deze omkeerbare warmtepompen worden namelijk vooral aangeschaft vanwege

de mogelijkheid om te koelen (airconditioning). Omkeerbare warmtepompen met een vermogen van < 10 kW worden niet meegenomen, omdat deze in de praktijk bijna alleen voor koeling worden gebruikt (Protocol Monitoring Duurzame Energie, 2006). In het Protocol wordt uitgegaan van 3 000 vollastuur voor omkeerbare warmtepompen gebaseerd op een schatting van Traversi (2004). Door verschillende actoren in het veld wordt deze schatting als onwaarschijnlijk hoog gekwalificeerd. Ook de gehanteerde COP (Coefficient of Performance) voor omkeerbare warmtepompen (3) is slechts een schatting en heeft veel invloed op de uitkomsten.

Samengevat, het is niet uit te sluiten dat de helft van de omkeerbare warmtepompen in de statistiek niet voor verwarming wordt gebruikt. Dit zou een overschatting betekenen. Alles bij elkaar genomen wordt de onzekerheid in de duurzame energie uit warmtepompen geschat op 40 procent.

6.2 Warmte/koudeopslag

Met warmte/koudeopslagsystemen wordt warmte en koude in de bodem opgeslagen, om twee seizoenen later weer gebruikt te worden. Het koude grondwater wordt in de zomer gebruikt om te koelen. Daarbij warmt het grondwater op. Deze warmte wordt in de winter gebruikt om te verwarmen, waarbij het grondwater weer afkoelt. Met warmte/koudeopslagsystemen wordt dus op twee manieren de inzet van fossiele brandstoffen vermeden, enerzijds voor verwarming en anderzijds voor koeling. Warmte/koudeopslag wordt momenteel vooral toegepast in nieuwbouw van grootschalige utiliteitsgebouwen, zoals ook bij het nieuwe CBS-gebouw in Leidschenveen.

Warmte/koudeopslagsystemen zijn onder te verdelen in twee categorieën: open systemen en gesloten systemen. Bij open systemen wordt er grondwater opgepompt, vindt boven de grond de warmte-uitwisseling plaats en wordt daarna het water weer geïnfiltreerd in de bodem. Bij gesloten systemen wordt een warmtedragende vloeistof via een gesloten systeem (bijvoorbeeld een buis) de grond ingebracht, waarna in de bodem de warmteoverdracht plaats vindt. De capaciteit van de open systemen is groter, omdat door het onttrekken van water en de resulterende grondwaterstroming een groter gedeelte van de bodem gebruikt wordt. Bij gesloten systemen wordt alleen het gedeelte in de directe omgeving van de buis gebruikt. Gesloten systemen worden daarom vooral toegepast in de woningbouw, open systemen in de utiliteitsbouw. Voor gesloten systemen is geen vergunning nodig, voor open systemen wel.

Ontwikkelingen

Tabel 6.2.1
Warmte/koudeopslag, vermogen en vermeden verbruik van fossiele primaire energie en vermeden emissie van CO₂

	Bijgeplaatst thermisch vermogen	Opgesteld thermisch vermogen	Vermeden verbruik fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>MW</i>		<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	0	1	3	0
1995	18	31	31	2
2000	53	219	220	15
2001	64	282	275	19
2002	114	396	347	24
2003	81	476	409	28
2004	68	541	461	31
2005	52	593	498	34
2006	151	743	625	43
2007	97	804	703	48*

Bron: CBS.

In tabel 6.2.1 staat een overzicht van de ontwikkeling van warmte/koudeopslag vanaf 1990. Na een langzame groei vanaf 1990, nam vanaf 1995 de groei van de warmte/koudeprojecten snel toe. Vanaf 2003 vlakt deze groei wat af en in 2006 neemt deze weer sterk toe. Een gedeelte van deze fluctuaties heeft te maken met de conjunctuurafhan-

kelijke nieuwbouw van utiliteitsgebouwen. Dit kan echter zeker niet volledig de sterke groei in 2006 en 2007 verklaren. De voornaamste reden is wellicht dat de leveranciers van warmte/koudeopslagsystemen er steeds vaker de kopers weten te overtuigen dat warmte/koudeopslag een efficiënte en voldoende bedrijfszekere manier van koelen en verwarmen is. Wat ook speelt is dat in 2006 de warmte/koudeopslag in de glastuinbouw van de grond begint te komen met 20 procent van het nieuwe vermogen in 2006 en 2007. Aan de afname van het bijgeplaatste vermogen in 2007 moet niet al te veel betekenis worden toegekend, omdat er ruis in de cijfers zit door de onduidelijkheid over het precieze moment van starten van nieuwe projecten.

Tabel 6.2.2
Warmte/koudeopslag per provincie in 2007

	Aantal projecten	Opgesteld ther-	Vermeden verbruik	Vermeden emissie
		misch vermogen	fossiele primaire energie	CO ₂ *
		<i>MW</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
Projecten met vergunning				
Groningen	13	10	11	1
Friesland	17	7	6	0
Drenthe	12	3	3	0
Overijssel	26	21	27	2
Gelderland	88	89	76	5
Flevoland	13	13	8	1
Utrecht	35	41	33	2
Noord-Holland	106	142	121	8
Zuid-Holland	129	165	151	10
Zeeland	7	13	8	1
Noord-Brabant	101	134	106	7
Limburg	28	10	15	1
Totaal	575	648	564	38
Projecten zonder vergunning	.	156	139	10
Alle projecten	.	804	703	48

Bron: CBS.

De meeste warmte/koudeopslag is te vinden in de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Noord-Brabant (tabel 6.2.2). Deze verdeling van de warmte/koudeopslag over de provincies reflecteert in grote lijnen de verdeling van de nieuwbouw in de utiliteit (tabel 6.0.2).

De gesloten systemen zijn de laatste jaren hard gegroeid (tabel 6.2.3). Door het succes van de gesloten systemen neemt aantal nieuwe kleine open systemen af. In termen van vermeden inzet van fossiele energie voor warmte/koudeopslag is de geschatte bijdrage van de gesloten systemen overigens nog beperkt tot 20 TJ. Omdat is aangenomen dat gesloten systemen altijd samen gaan met warmtepompen gaat het hier alleen om de energiebesparing door het gebruik van opgeslagen koude. De energiebesparing door het gebruik van opgeslagen warmte telt mee bij warmtepompen.

Het grootste deel van de duurzame energie uit warmte/koudeopslag systemen komt nog steeds uit de utiliteitsbouw (tabel 6.2.4), met 70% procent van het totaal. Andere sectoren zijn de landbouw (glastuinbouw, mestkoeling en koeling en verwarming bij de teelt van champignons) en de woningbouw.

Methode

Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) wordt seizoensopslag van warmte/koude meegerekend als duurzame energietechniek, mits geen gebruik gemaakt wordt van afvalwarmte die geproduceerd is met fossiele energiedragers. In veel warmte/koudeopslagprojecten wordt een warmtepomp gebruikt bij het benutten van de warmte. De warmtebenutting bij deze projecten telt binnen de statistiek van de duurzame energie mee bij de warmtepompen en niet bij de warmte/koudeopslag.

Tabel 6.2.3
Warmte/koudeopslag gesloten systemen

	Nieuwe putten			Putten in bedrijf aan einde jaar		
	Aantal	Totale lengte	Thermisch vermogen	Aantal	Totale lengte	Thermisch vermogen
		1 000 m	MW		1 000 m	MW
1996	24	2	0	24	2	0
1997	40	3	0	64	5	0
1998	56	4	0	120	9	0
1999	339	28	1	459	37	1
2000	963	79	2	1 422	116	3
2001	1 274	108	3	2 696	224	6
2002	910	57	1	3 606	280	7
2003	1 514	97	2	5 120	377	9
2004	2 467	137	3	7 586	514	13
2005	4 738	285	7	12 324	799	20
2006	5 755	326	8	18 079	1 126	28
2007	4 603	325	8	22 682	1 451	36

Bron: CBS.

Tabel 6.2.4
Warmte/koudeopslag naar sector in vermeden verbruik fossiele primaire energie, 2007

	Aandeel
	%
Utiliteitsbouw	69
Glastuinbouw	9
Overige landbouw	11
Woningbouw	9
Industrie	2

Bron: CBS.

De belangrijkste bron voor de statistiek van de warmte/koudeopslag vormen de provincies, omdat de meeste warmte/koudeopslagprojecten verplicht zijn een vergunning aan te vragen bij de provincie. Net als vorig jaar is aan alle provincies gevraagd om een complete lijst met warmte/koudeopslagprojecten te leveren. Alle provincies hebben deze ook geleverd. Van deze projecten is in elk geval het maximale jaardebiet bekend, omdat dit een standaard onderdeel van de vergunning is. Een standaardvoorwaarde in de vergunning is het leveren van het jaarlijkse gerealiseerde debiet. Deze gegevens zijn voor 2005 tot en met 2007 ook opgevraagd bij de provincies en waren voor 2007 bij 372 projecten tijdig beschikbaar. Gemiddeld wordt ongeveer de helft van het vergunde debiet gebruikt. Bij kleinere projecten wordt een groter deel benut dan bij grote projecten. De ontbrekende jaarlijkse debieten zijn geschat op basis van het maximale vergunde debiet en het aandeel benutting daarvan in bovengenoemde 372 projecten. Daarbij is rekening gehouden met de grootte van het project.

Voor veel projecten is het moment van in gebruik nemen onzeker. Vaak is ontbreken van gegevens over het jaarlijkse debiet een indicatie dat een project nog niet is gestart. Maar het zou ook kunnen dat de beheerder van het project de gegevens nog niet heeft aangeleverd aan de provincies. Het afgelopen jaar heeft het CBS meer doorgevraagd bij de provincies om een verklaring te krijgen voor het ontbreken van gegevens over het jaarlijkse debiet. Als gevolg daarvan is duidelijk geworden dat voor een aantal nieuwe projecten ten onrechte is aangenomen dat ze in 2006 zijn gestart. Daardoor zijn de cijfers over 2006 vermoedelijk iets te hoog en de cijfers over het bijgeplaatst vermogen in 2007 wat te laag. Bij een volgende herziening van de duurzame energiestatistiek zullen de verbeterde inzichten ook voor de oude jaren verwerkt worden.

Over een bepaald type project is discussie gaande of deze vergunningsplichtig is (monobronsystemen met warmtewisselaar in de bodem). In de praktijk gaat het om relatief kleine projecten waarvoor geen vergunning wordt aangevraagd. Deze projecten zijn meegenomen in de waarneming op basis van informatie van de leverancier van deze systemen.

De kleine open projecten en de gesloten projecten zijn niet vergunningsplichtig. Provincies hebben meestal geen informatie over deze projecten. Daarom zijn vorig jaar de bronnenboorders benaderd om een schatting te verkrijgen voor deze projecten (CBS, 2007b). Voor het verslagjaar 2007 is deze inventarisatie herhaald voor de 8 belangrijkste bronnenboorders. De bijdrage van de overige bronnenboorders is geschat.

Een belangrijke stap in de statistiek van warmte/koudeopslagprojecten is het bepalen of er warmtepompen aanwezig zijn. Voor de vier provincies met de meeste projecten (Noord-Holland, Zuid-Holland, Noord-Brabant en Gelderland) is daarvoor gebruik gemaakt van projectbeschrijvingen die bij provincies bekend zijn voor de jaren tot en met 2006. Daarmee is voor bijna de helft van de projecten bekend of er een warmtepomp is. Voor de overige projecten is de aanwezigheid van een warmtepomp geschat op basis van de informatie van de projecten waarbij de aanwezigheid wel bekend is. Daarbij is rekening gehouden met factoren die de meeste invloed hebben op de aanwezigheid van een warmtepomp (sector en projectgrootte). In de utiliteitsbouw is in ongeveer 50 procent van de gevallen in een warmtepomp aanwezig, bij de woningbouw in 75 procent van de gevallen. Voor de gesloten systemen is aangenomen dat er altijd een warmtepomp aanwezig is.

De derde stap is de berekening van de vermeden inzet van fossiele primaire energie en vermeden emissie van CO₂ volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006). Voor warmte/koudeopslag is de berekening daarbij gebaseerd op Koenders en Zwart (2006).

Van sommige projecten is alleen het vermogen bekend en geen (schatting van het) debiet. Het gaat om projecten met warmte-uitwisseling in de bodem. Voor deze projecten is gebruik gemaakt van kentallen leunend op het vermogen. Deze kentallen zijn voor projecten met een warmtepomp: 0,5 GJ vermeden inzet van fossiele primaire energie per kW en 34 kg vermeden emissie CO₂ per kW en voor projecten zonder warmtepomp: 1,2 GJ vermeden inzet van fossiele primaire energie per kW en 80 kg vermeden emissie CO₂ per kW. Deze kentallen zijn afgeleid uit de kentallen uit het Protocol en de aanname van 170 m³ verplaatst water per kW vermogen. De aanname is afgeleid uit 10 projecten, waarvoor zowel het vermogen als maximaal debiet bekend is. De aanname is daarbij verder dat dit maximaal debiet volledig benut wordt, zoals gemiddeld gebeurt bij kleinere vergunde open systemen.

Om een indruk te krijgen van de capaciteit van de bijgeplaatste systemen is voor alle projecten een vermogen geschat. Dit is gebaseerd op een kengetal van 1/325 kW per m³ vergund debiet, wat is gebaseerd op gegevens van projecten met startdatum tot en met 2002 verzameld door Ecofys.

De belangrijkste bijdrage aan de duurzame energie door warmte/koudeopslag wordt geleverd door vergunde systemen. Voor deze systemen is voor de vermeden inzet van fossiele primaire energie en vermeden emissie van CO₂ een redelijk betrouwbare methode beschikbaar (Koenders en Zwart, 2006), gebaseerd op gerealiseerde energiestromen in ruim 60 projecten. De meest onzekere factor daarin is wellicht de energieprestatie van de referentie voor koeling. In de bijschattingen voor de overige projecten zit een forse onzekerheid. De bijdrage aan het totaal is echter relatief gering. De onzekerheid in de duurzame energie uit warmte/koudeopslag wordt geschat op ongeveer 25 procent.

7. Biomassa

Biomassa is de belangrijkste bron van duurzame energie en wordt op vele manieren gebruikt. De drie belangrijkste grootschalige toepassingen zijn: afvalverbrandingsinstallaties (paragraaf 7.1), het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales (7.2) en het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer (7.10). Daarnaast zijn er houtkachels voor warmte bij bedrijven (7.3) en bij huishoudens (7.4). Naast direct verbranden kan de biomassa ook eerst worden omgezet in biogas door micro-organismen. Op stortplaatsen (7.7) gebeurt dat zonder verdere bemoeienis van de mens. Verder zijn ook natte organische afvalstromen vaak geschikt om te worden omgezet in biogas via vergisting. Dat gebeurt in veel rioolwaterzuiveringsinstallaties (7.6) en ook in afvalwaterzuiveringsinstallaties in de industrie (7.9). Relatief nieuw in 2006 is de opkomst van biogasinstallaties op landbouwbedrijven (7.8), waar onder andere mest wordt vergist. Tot slot is er nog de categorie overige biomassaverbranding. Deze omvat een scala aan zeer verschillende projecten (7.5).

Ontwikkelingen

In 2004 en 2005 groeide de duurzame energie uit biomassa sterk. In 2006 en 2007 nam het groeitempo af. De fluctuaties in de duurzame energie uit biomassa hebben voor een belangrijk deel te maken met het meestoken van biomassa. De investeringskosten voor deze techniek zijn relatief gering. De meerkosten ten opzichte van conventionele opwekkingwijzen hebben voornamelijk te maken met de meerkosten van de gebruikte brandstof. Afhankelijk van onder andere de subsidiëtarieven en de prijzen van biomassa en fossiele brandstoffen kunnen eigenaren van de centrales op relatief korte termijn besluiten om veel meer of veel minder biomassa te gebruiken als vervanging van kolen of aardgas. Dat is een belangrijke reden voor de grillige tijdreeks van het meestoken van biomassa.

De enorme daling van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales werd gecompenseerd door een bijna even grote toename van het gebruik van biomassa voor het wegverkeer. Deze toename is veroorzaakt door het in werking treden van het Besluit Biobrandstoffen in 2007 (Staatsblad, 2006). Dit besluit verplicht leveranciers van benzine en diesel een bepaald percentage van de door hun geleverde motorbrandstoffen aan de pomp uit biobrandstoffen te laten bestaan.

Tabel 7.0.1
Biomassa

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>Gebruik (TJ)</i>										
Afvalverbrandingsinstallaties	13 205	15 450	25 512	24 637	25 510	25 059	26 066	26 659	26 616	27 845
Bij- en meestoken biomassa in centrales	–	33	1 755	5 408	9 866	7 127	14 123	30 522	29 445	15 702
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1 682	2 103	2 150	2 102	2 054	2 010	1 966	2 068	2 306	2 552
Houtkachels huishoudens	11 476	9 742	9 766	9 593	9 466	9 316	9 316	9 316	9 316	9 316
Overige biomassaverbranding	440	577	3 695	3 944	3 825	4 059	4 992	5 628	6 623	7 070
Biogas uit stortplaatsen	392	2 238	2 313	2 303	2 494	2 257	2 041	1 909	1 926	1 909
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 779	1 834	1 925	2 068	2 073	2 006	2 033	1 946	2 010	1 998
Biogas op landbouwbedrijven ¹⁾								82	591	1 872
Biogas, overig	468	826	974	989	994	1 129	1 211	1 158	1 382	1 475
Biobrandstoffen voor wegverkeer						134	134	101	1 979	13 031
Totaal	29 442	32 802	48 089	51 044	56 283	53 097	61 882	79 389	82 193	82 769
<i>Vermeden verbruik van fossiele primaire energie (TJ)</i>										
Afvalverbrandingsinstallaties	6 093	6 117	11 417	10 864	11 340	11 484	11 209	11 874	12 400	12 979
Bij- en meestoken biomassa in centrales	–	33	1 755	5 408	9 866	7 127	14 123	30 522	29 445	15 702
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1 308	1 636	1 806	1 808	1 809	1 811	1 813	1 914	2 145	2 382
Houtkachels huishoudens	6 231	5 334	5 701	5 603	5 541	5 464	5 464	5 464	5 464	5 464
Overige biomassaverbranding	440	577	2 317	2 598	2 859	3 098	3 899	4 397	5 319	5 632
Biogas uit stortplaatsen	336	2 050	1 934	1 925	2 038	1 803	1 628	1 580	1 500	1 406
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 866	2 197	2 299	2 438	2 435	2 345	2 348	2 127	2 068	2 132
Biogas op landbouwbedrijven ¹⁾								78	456	1 441
Biogas, overig	497	834	1 013	1 027	1 041	1 144	1 207	1 151	1 364	1 412
Biobrandstoffen voor wegverkeer						134	134	101	1 979	13 031
Totaal	16 770	18 778	28 242	31 670	36 929	34 411	41 827	59 208	62 140	61 581

¹⁾ Tot en met 2004 opgenomen bij overig biogas.

Bron: CBS.

Bij de andere grote toepassing van biomassa, afvalverbrandingsinstallaties, is het beeld veel stabiel. Dat komt, doordat hier de investeringskosten het belangrijkste zijn. Als de installatie er eenmaal staat, is het voor de eigenaar van belang om hem zoveel mogelijk te gebruiken. Verder is het overheidsbeleid erop gericht, om zo weinig mogelijk afval te storten. In combinatie met de krappe totale verbrandingscapaciteit voor huishoudelijk afval betekent dit dat de installaties bijna volledig worden benut. De toename tussen 1995 en 2000 is veroorzaakt door het in gebruik nemen van nieuwe installaties.

Het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is in de regel lager dan het gebruik van biomassa (tabel 7.0.1). Dat komt doordat het 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 de biomassa ten opzichte van de productie van referentiebrandstoffen (Protocol Monitoring Duurzame Energie). Zeker bij de transportbrandstoffen kan dat veel uitmaken.

Duurzaamheid biomassa

De laatste jaren is er een toenemende maatschappelijke discussie over de duurzaamheid van het gebruik van biomassa. Het gaat dan vaak over de bescherming van tropische bossen, de CO₂-effectiviteit over de hele keten en effecten op voedselprijzen. Binnen de duurzame energiestatistiek worden vooralsnog alle vormen van biomassa meegenomen (Protocol Monitoring Duurzame Energie). De reden daarvoor is dat algemeen geaccepteerde operationele criteria ontbreken om de duurzaamheid van biomassa te beoordelen.

Import

De meeste biomassa komt uit het binnenland. Het zijn dan bijna altijd reststromen. Voor de biobrandstoffen voor het wegverkeer, het meestoken van biomassa, en voor overige biomassaverbranding komt de grondstof echter voor een aanzienlijk deel uit het buitenland. Het gaat hierbij onder andere om palmolie, pellets (geperste brokjes hout) en agrarische reststromen (Junginger et al., 2006; Sikkema et al., 2007). De totale import van biomassa voor meestoken en overige biomassaverbranding wordt geschat op 13 PJ in 2007 (Sikkema, persoonlijke mededeling). Dat is net als in 2006 jaar bijna 60 procent van het totaal voor de gebruikte biomassa voor deze toepassingen.

De binnenlandse productie van biodiesel dekte nog geen derde van het totale verbruik. Het restant, ruim 6 PJ is dus afkomstig uit saldo tussen import en export (zie ook 7.10). Bij biobenzine is niet mogelijk om aan te geven welk deel van het verbruik uit het buitenland afkomstig is, omdat de binnenlandse productie vertrouwelijk is.

Er is ook export van biomassa. In 2004 was dat naar schatting 13 PJ (Junginger et al., 2006). Een voorbeeld daarvan is de export van afvalhout. Op dit moment zijn er echter geen recente cijfers beschikbaar.

Definitie biomassa als energiedrager

Biomassa kan in theorie vele vormen aannemen: bijvoorbeeld voedsel en kranten. In de energiestatistiek wordt biomassa echter alleen meegenomen als het wordt gebruikt als energiedrager. De import van bijvoorbeeld palmolie voor de voedingsindustrie wordt dus niet meegenomen.

7.1 Afvalverbrandingsinstallaties

Ontwikkelingen

De productie van duurzame energie uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) is in 2007 opnieuw iets gestegen (tabellen 7.1.1 en 7.2.2) ten opzichte van vorig jaar. De oorzaak

van de stijging in het laatste jaar heeft te maken met het in gebruik nemen van een grote nieuwe installatie bij de AVI in Amsterdam in de loop van 2007.

Over het algemeen worden de jaarlijkse fluctuaties in de energieproductie van de AVI's voor een groot deel bepaald door het al dan niet uitvoeren van groot onderhoud en het al dan niet optreden van storingen. De duurzame energie uit de AVI's draagt voor 14 procent bij aan de totale duurzame energie in Nederland.

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 GFT. Vanaf 2003 is aan deze daling een eind te komen.

Het verschil tussen de bruto- en de netto-elektriciteitsproductie is bij de AVI's relatief groot. Dit komt vooral doordat de AVI's veel elektriciteit gebruiken voor rookgasreiniging. De nieuwere AVI's gebruiken vaak relatief weinig elektriciteit, maar wel een substantiële hoeveelheid aardgas voor rookgasreiniging. Het gebruik van deze fossiele brandstoffen wordt ook verdisconteerd in de berekening van de vermeden primaire energie (Protocol Monitoring Duurzame Energie, SenterNovem, 2006).

Methode

Voor de bepaling van duurzame energie zijn afvalverbrandingsinstallaties gedefinieerd als installaties die geschikt zijn voor gemengde afvalstromen. Installaties die ontwikkeld zijn voor specifieke afvalstromen, zoals tot en met 2004 de AVR-chemie en de nieuwe thermische conversie-installatie in Duiven voor papierslib, worden niet meegenomen bij

Tabel 7.1.1
Afvalverbrandingsinstallaties: vermogen, verbrand afval, energiebalans

	Elektrisch vermogen	Verbrand afval		Verbruik elektriciteit	Bruto-productie elektriciteit	Netto-productie elektriciteit	Aanvoer warmte	Afleveringen warmte	Netto-productie warmte	Verbruik fossiele brandstoffen
	<i>MW</i>	<i>kton</i>	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>			<i>TJ</i>			
1990	196	2 780	22 840	134	933	799	.	.	3 124	–
1995	277	2 913	28 654	325	1 308	983	1 442	3 969	2 528	93
2000	394	4 896	49 767	565	2 520	1 956	2 831	9 026	6 195	796
2001	394	4 776	49 096	545	2 461	1 916	2 834	8 510	5 677	854
2002	394	5 010	51 573	561	2 467	1 905	2 492	9 154	6 662	540
2003	400	5 030	53 318	566	2 606	2 040	2 949	10 140	7 191	758
2004	400	5 232	55 459	570	2 550	1 980	2 503	9 930	7 427	941
2005	429	5 454	56 722	609	2 738	2 129	1 908	9 521	7 614	938
2006	429	5 545	55 450	632	2 777	2 144	1 903	10 090	8 187	886
2007	506	5 801	58 010	636	2 960	2 324	1 728	9 874	8 146	1 068

Bron: CBS.

Tabel 7.1.2
Afvalverbrandingsinstallaties: hernieuwbare fractie en duurzame energie

	Hernieuwbare fractie	Inzet biogeen afval	Bruto duurzame elektriciteitsproductie	Netto duurzame elektriciteitsproductie	Duurzame warmteproductie	Vermeden verbruik fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>%</i>	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>		<i>TJ</i>		<i>kton</i>
1990	58	13 205	539	462	1 806	6 093	412
1995	54	15 450	705	530	1 363	6 117	420
2000	51	25 512	1 292	1 003	3 176	11 417	764
2001	50	24 637	1 235	962	2 849	10 864	733
2002	49	25 510	1 220	942	3 295	11 340	759
2003	47	25 059	1 225	959	3 380	11 484	772
2004	47	26 066	1 199	931	3 491	11 209	744
2005	47	26 659	1 287	1 001	3 579	11 874	790
2006	48	26 616	1 333	1 029	3 930	12 400	812
2007	48	27 845	1 421	1 116	3 910	12 979	856*

Bron: CBS.

de afvalverbrandingsinstallaties. De nieuwe thermische conversie-installatie in Duiven telt wel mee voor de duurzame 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 SenterNovem die deze opstelt in het kader van de werkgroep afvalregistratie (WAR, een samenwerkingsverband van SenterNovem en de Vereniging Afvalbedrijven) met behulp van een enquête onder de AVI's. Voor de energie-inhoud is daarbij gebruik gemaakt van de nieuwe methode voor de berekening van de hernieuwbare fractie (Protocol Monitoring Duurzame Energie, SenterNovem, 2006). Ten opzichte van de oude methode (Protocol Monitoring Duurzame Energie, SenterNovem, 2004) resulteert de nieuwe methode in een lagere energie-inhoud die nu dicht in de buurt komt van het gemiddelde zoals opgegeven door de AVI's in de WAR. Het verschil is voor 2006 kleiner dan 5 procent (Gerlagh, 2007).

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. Deze energiegegevens zijn vergeleken met gegevens van de WAR en met milieujaarverslagen. Indien na vergelijking niet duidelijk was welke bron het meest betrouwbaar was, is navraag gedaan bij de AVI's zelf. Verschillen kleiner of gelijk aan 10 GWh zijn niet nagetrokken.

Alles bij elkaar genomen ligt de grootste onzekerheid in de duurzame energie uit AVI's bij de bepaling van de biogene fractie. Deze onzekerheid wordt geschat op 10 procent.

7.2 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

Bij het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales gaat het om bestaande centrales met als hoofdbrandstof kolen of aardgas. Een gedeelte van deze hoofdbrandstof kan vervangen worden door verschillende soorten biomassa. Bij kolencentrales gaat het veelal om agrarische reststromen of houtpellets en bij gasgestookte centrales gaat het vaak om plantaardige olie.

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 (tabel 7.2.1). Het meestoken is nu verantwoordelijk voor een zesde van de duurzame energie en een kleine kwart van de productie van duurzame elektriciteit.

De groei van het meestoken was veroorzaakt door het gereedkomen van enkele technische aanpassingen in 2004 en 2005 waardoor het mogelijk werd om grotere hoeveelheden biomassa mee te stoken. Verder waren de subsidiatarieven 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 is dat de Minister van Economische Zaken in mei 2005 de subsidieregeling voor nieuwe meestookprojecten heeft gesloten. Daarnaast zijn per 1 juli 2006 de subsidiatarieven 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.

In tegenstelling tot bijvoorbeeld bij windmolens of afvalverbrandingsinstallaties, zijn de variabele kosten van het meestoken relatief groot ten opzichte van de vaste kosten. De variabele kosten (prijs van biomassa) en opbrengsten (subsidie, uitgespaarde fossiele brandstoffen, CO₂-emissierechten) kunnen sterk variëren. Als gevolg daarvan fluctueert het meestoken dus ook sterk. Daar komt nog bij dat het meestoken gebeurt in een beperkt aantal centrales. Bijzondere omstandigheden bij één van deze centrales, zoals groot onderhoud, werken dan al snel door in de cijfers.

Tabel 7.2.1
Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

	Inzet biomassa	Bruto- elektriciteits- productie	Netto- elektriciteits- productie	Warmte- productie	Vermeden verbruik fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>		<i>TJ</i>		<i>kton</i>
1990	–	–	–	–	–	–
1995	33	4	4	1	33	3
2000	1 755	208	198	15	1 755	166
2001	5 408	591	563	58	5 408	512
2002	9 866	1 134	1 082	222	9 866	906
2003	7 127	795	757	81	7 127	675
2004	14 123	1 609	1 539	325	14 123	1 202
2005	30 522	3 449	3 310	693	30 522	2 394
2006	29 445	3 244	3 103	552	29 445	2 228
2007	15 702	1 816	1 711	821	15 702	1 462*

Bron: CBS.

Methode

De gegevens over de duurzame elektriciteitsproductie zijn in principe afkomstig uit de administratie achter de groene-stroomcertificaten van CertiQ. Daarbij is de duurzame elektriciteitsproductie berekend door de totale elektriciteitsproductie van een installatie te vermenigvuldigen met het aandeel duurzaam van de ingezette brandstoffen (op energetische basis). De impliciete aanname daarbij is dat 1 joule biomassa 1 joule fossiele brandstoffen vervangt. Waarschijnlijk is deze brandstofsubstitutie geen 100 procent, maar enkele procenten lager. Voor de berekening van de subsidiëtarieven voor het meestoken (MEP-regeling, Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie) wordt uitgegaan van 90 procent voor de gasgestookte centrales en 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 de bedrijven uit de CBS-enquêtes. Uit de CBS-enquêtes zijn ook de rendementen van de centrales af te leiden. Daarmee kunnen de gegevens uit de administratie van CertiQ en de CBS-enquêtes op individueel niveau met elkaar geconfronteerd worden. Als controle is daarnaast ook gebruik gemaakt van de milieujaarverslagen. Bij verschillen tussen de bronnen 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. De warmteproductie is berekend op basis van milieujaarverslagen. Afgezien van de onzekerheid in de brandstofsubstitutie, wordt de onnauwkeurigheid in de duurzame energie uit het meestoken van biomassa in centrales geschat op 3 procent.

7.3 Houtkachels voor warmte bij bedrijven

Ontwikkelingen

De bijdrage aan de productie van de duurzame energie van houtkachels voor warmte bij bedrijven is de laatste drie jaar gestegen (tabel 7.3.1). Deze groei is te danken aan nieuwe, wat kleinere, kachels bij landbouwbedrijven (tabellen 7.3.2 en 7.3.3), veelal geleverd door leveranciers die nog niet zo lang actief zijn op de Nederlandse markt. Veel houtkachels staan nog wel bij de houtindustrie en de meubelindustrie. Deze industrieën verstoken vooral eigen afvalhout. Binnen deze sectoren is er sprake van een vervangingsmarkt.

Het aantal leveranciers dat kachels levert groeit. In 2004 waren er 6 leveranciers actief, in 2005 16, in 2006 20 en in 2007 28.

Tabel 7.3.1
Houtkachels voor warmte bij bedrijven

	Bijgeplaatst aantal	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld aantal ¹⁾	Opgesteld vermogen ¹⁾	Inzet van hout	Warmte- productie	Vermeden verbruik fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		MW		MW	TJ			kton
1990	.	.	.	218	1 682	1 177	1 308	73
1991	.	.	.	218	1 682	1 177	1 308	73
1995	.	.	.	273	2 103	1 472	1 636	93
1997	.	.	.	300	2 314	1 620	1 800	102
2000	.	.	.	301	2 150	1 625	1 806	103
2001	.	.	.	301	2 102	1 627	1 808	103
2002	.	.	.	302	2 054	1 628	1 809	103
2003	.	.	.	302	2 010	1 630	1 811	103
2004	31	11	552	302	1 966	1 632	1 813	103
2005	209	21	740	319	2 068	1 723	1 914	109
2006	516	57	1 225	357	2 306	1 930	2 145	122
2007	417	46	1 635	397	2 552	2 144	2 382	135

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

Bron: CBS.

Tabel 7.3.2
Opgesteld thermisch vermogen (MW) van houtkachels voor warmte bij bedrijven uitgesplitst naar sector

	Houtindustrie	Meubelindustrie	Bouw	Handel	Landbouw	Overig	Totaal
2004	153	73	10	56	8	1	302
2005	159	70	11	55	24	1	319
2006	158	65	8	49	76	1	357
2007	159	63	9	48	110	8	397

Bron: CBS.

Tabel 7.3.3
Opgesteld aantal en vermogen houtkachels voor warmte bij bedrijven uitgesplitst naar vermogensklasse

	Aantal			Vermogen		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
	MW					
≤ 0,1 MW	431	841	1 186	25	49	69
> 0,1 t/m 0,5 MW	146	221	271	50	65	74
> 0,5 t/m 1,0 MW	63	65	81	45	48	58
> 1 MW	100	98	97	199	196	196
Totaal	740	1 225	1 635	319	357	397

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 houtkachels >18 kW met peiljaren 1991 (Sulilatu, 1992), 1997 (Sulilatu, 1998) en 2004 t/m 2007 (CBS). Voor ontbrekende jaren is geïnterpoleerd.

De warmteproductie is berekend uit het vermogen op basis van 1 500 vollasturen (Protocol Monitoring Duurzame Energie). Voor de inzet van biomassa is uitgegaan van de warmteproductie en de rendementen zoals beschreven in het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2006).

De leveranciers van kachels > 18 kW leveren ook kachels aan huishoudens. Naar schatting gaat het om ongeveer 10 MW in de jaren negentig, oplopend naar 45 MW in 2007. Uitgaande van 1 500 vollastuur resulteert dat dan in ongeveer 300 TJ vermeden verbruik van fossiele primaire energie in 2007. Deze grote kachels bij huishoudens zijn nog niet meegenomen in de statistiek. Dat zal gaan gebeuren na het verwerken van de resultaten uit het WoON-onderzoek (paragraaf 7.4).

De uitsplitsing naar sector is gebaseerd op opgaven van de leveranciers van kachels. Van 15 procent van de kachels (in termen van vermogen) was in 2007 niet bekend in welke sector ze staan. Voor deze 15 procent is aangenomen dat de verdeling over de sectoren hetzelfde is als voor de overige kachels.

7.4 Huishoudelijke houtkachels

Ontwikkelingen

De bijdrage van de huishoudelijke houtkachels aan de duurzame energie is het laatste jaar stabiel gehouden, omdat er geen recente gegevens beschikbaar waren (tabel 7.4.1). De huishoudelijke houtkachels dragen ongeveer 6 procent bij aan de totale duurzame energie in Nederland.

Binnen de groep huishoudelijke houtkachels kunnen drie soorten worden onderscheiden: open haarden, inzethaarden en vrijstaande kachels. De laatste twee groepen worden veel vaker gebruikt en hebben een hoger rendement (tabel 7.4.2). Het aantal open haarden is dalend. Het aantal overige typen is ongeveer stabiel.

Tabel 7.4.1
Huishoudelijke houtkachels

	Aantal	Opgesteld vermogen	Inzet biomassa	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	1 000	MW	TJ			kton
1990	988	4 403	11 476	5 919	6 231	354
1995	846	3 915	9 742	5 068	5 334	303
2000	838	4 203	9 766	5 416	5 701	324
2001	822	4 124	9 593	5 323	5 603	318
2002	807	4 047	9 466	5 264	5 541	315
2003	791	3 972	9 316	5 191	5 464	310
2004	791	3 972	9 316	5 191	5 464	310
2005	791	3 972	9 316	5 191	5 464	310
2006	791	3 972	9 316	5 191	5 464	310
2007	791	3 972	9 316	5 191	5 464	310

Bron: CBS en TNO.

Tabel 7.4.2
Uitsplitsing huishoudelijk houtkachels

	Aantal	Vermogen	Houtverbruik	Warmteproductie
	1 000	MW	TJ	
<i>Open haarden</i>				
1990	456	685	2 854	285
1995	365	547	2 260	226
2000	302	453	1 743	174
2007	285	428	1 645	164
<i>Inzethaarden</i>				
1990	320	2 243	4 009	2 405
1995	318	2 226	3 942	2 365
2000	324	2 268	3 740	2 244
2007	297	2 077	3 428	2 057
<i>Vrijstaande kachels</i>				
1990	211	1 475	4 613	3 229
1995	163	1 142	3 539	2 477
2000	212	1 482	4 283	2 998
2007	210	1 467	4 242	2 970

Bron: TNO en CBS.

Methode

De gegevens voor de aantallen huishoudelijke houtkachels zijn afkomstig van TNO die deze primair verzamelt voor de emissiejaarrapportage (TNO (2004) en Hulskotte et al., (1999)). TNO baseert zich daarbij op een enquête van de branchevereniging van kachelleveranciers (VHR) onder huishoudens. Vanaf 2002 is deze enquête gestaakt. Voor 2002 en 2003 is daarom gebruik gemaakt van afzetgegevens van de branchevereniging van kachelleveranciers en een aanname voor de levensduur. Afgelopen vier jaar heeft de branchevereniging geen cijfers kunnen leveren en daarom zijn de cijfers over houtkachels constant gehouden.

SenterNovem (2005b) komt, uitgaande van dezelfde aantallen per type kachel, uit op 5,0 PJ vermeden primaire energie. Dat is 10 procent minder dan in tabel 7.4.1. Het verschil wordt een belangrijke mate veroorzaakt door een verschil in de aanname voor het houtverbruik per kachel.

In de winter van 2006/2007 zijn een aantal vragen over houtkachels opgenomen in het WoON-onderzoek van het ministerie van VROM. Analyse van de resultaten is nog niet afgerond, maar een eerste analyse laat zien dat de onzekerheden in het houtverbruik aanmerkelijk groter zijn dan de 25 procent die voorheen werd geschat (CBS, 2007b).

7.5 Overige biomassaverbranding

Overige biomassaverbranding omvat alle biomassaverbranding die niet onder de hiervoor genoemde vormen van biomassaverbranding valt. Het gaat hierbij om het verbranden van papierslib, het verbranden van diverse biogene brandstoffen in een cementoven, het verbranden van dierlijk vet buiten de centrales en elektriciteitsproductie uit biomassaverbranding buiten de centrales.

Ontwikkelingen

Overige biomassaverbranding vertoont een duidelijk opgaande trend (tabel 7.5.1). De reden daarvoor is dat deze activiteit op steeds meer plaatsen wordt uitgevoerd en dat enkele bestaande projecten worden uitgebreid. Overige biomassaverbranding draagt voor ongeveer 6 procent bij aan de binnenlandse productie van duurzame energie.

De projecten met elektriciteitsproductie worden veelal ondersteund via de MEP-subsidie. In 2007 zijn er zeven nieuwe projecten bij gekomen met een vermogen van ruim 60 MW. Het gaat om installaties die nagenoeg volledig draaien op biomassa. In de elektriciteitsproductie van 2007 is deze extra 60 MW nog nauwelijks terug te zien, omdat het merendeel van het nieuwe vermogen pas aan het einde van 2007 is gereed gekomen.

Tabel 7.5.1
Overige Biomassaverbranding

	Totale inzet biomassa	Bruto-elektriciteitsproductie	Netto-elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ	GWh		TJ		kton
1990	440	34	33	233	440	25
1995	577	37	35	337	577	33
2000	3 695	227	216	513	2 317	163
2001	3 944	232	221	674	2 598	183
2002	3 825	227	216	943	2 859	208
2003	4 059	215	205	1 184	3 098	233
2004	4 992	228	217	1 984	3 899	289
2005	5 628	247	235	2 248	4 397	320
2006	6 623	256	235	3 078	5 319	376
2007	7 070	279	254	3 262	5 632	391*

Bron: CBS.

Tabel 7.5.2
Overige Biomassaverbranding, met en zonder elektriciteitsopwekking

	Aantal installaties	Totale inzet biomassa	Bruto-elektriciteitsproductie	Netto-elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		<i>TJ</i>	<i>GWh</i>		<i>TJ</i>		<i>kton</i>
<i>Met elektriciteitsopwekking</i>							
2004	5	3 094	228	217	336	2 069	138
2005	5	3 524	247	235	468	2 418	159
2006	6	3 677	256	235	576	2 540	163
2007	13	3 973	279	254	626	2 703	176*
<i>Zonder elektriciteitsopwekking</i>							
2004	7	1 899			1 648	1 831	151
2005	7	2 104			1 781	1 979	161
2006	8	2 946			2 502	2 780	212
2007	7	3 097			2 636	2 929	216*

Bron: CBS.

Er zijn ook projecten die zich alleen richten op verwarmen. Dit soort projecten is tussen 2004 en 2006 sterk gegroeid. Oorzaken voor deze groei zijn vermoedelijk de beschikbaarheid en geschiktheid van relatief goedkope biogene reststromen, hogere aardgasprijzen en wellicht bedrijven die zich aangesproken voelen door de overheid en de maatschappij om hun energievoorziening te vergroenen.

Methode

Wat betreft de elektriciteitsproductie is de administratie achter de groencertificaten de belangrijkste bron, met als aanvulling informatie uit de winning- en omzettingenquêtes van het CBS. Deze enquêtes zijn voor de inzet van biomassa en de warmteproductie uit warmtekrachtkoppeling (wkk) de belangrijkste bron. Als aanvulling en controle is gebruik gemaakt van milieujaarverslagen en informatie van SenterNovem vanuit de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA).

Indien de biomassa is verbrand ten behoeve van alleen warmteproductie, is aangenomen dat het rendement gelijk is aan 90 procent, het referentierendement voor grootschalige warmteproductie, tenzij informatie beschikbaar is dat het duidelijk anders is. Het gevolg van deze aanname is dat het vermeden gebruik van fossiele primaire energie dan gelijk is aan de inzet van biomassa.

Voor de grotere installaties is minimaal één betrouwbare bron aanwezig. De onzekerheid in de duurzame energie uit overige biomassaverbranding wordt daarom geschat op ongeveer 10 procent.

7.6 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

Ontwikkelingen

De productie van duurzame energie met behulp van biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) is de laatste jaren min of meer stabiel (tabel 7.6.1). Een trend van de laatste jaren is dat er meer biogas wordt omgezet in elektriciteit en minder wordt gebruikt via directe verbranding voor andere processen. De totale bijdrage van het biogas uit de RWZI's aan de duurzame energie in Nederland is ongeveer 2 procent. Ongeveer 10 procent van het gewonnen biogas bij RWZI's wordt afgefakkeld (zie ook paragraaf 7.7).

Methode

De gegevens voor zijn afkomstig uit de CBS-enquête Zuivering van Afvalwater. De respons op deze enquête is 100 procent.

Tabel 7.6.1
Biogas uit rioolwaterzuivering: winning, energieproductie en duurzame energie

	Winning van biogas	Fakkels	Netto-elektriciteitsproductie uit biogas	Warmteproductie uit biogas	Nuttig finaal verbruik als gas	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>		<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>mln m³ a.e.</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	1 779	.	64	437	25	1 866	115
1995	1 984	151	97	725	16	2 197	138
2000	2 068	143	108	708	18	2 299	143
2001	2 212	144	115	808	17	2 438	152
2002	2 272	199	119	895	13	2 435	152
2003	2 188	182	111	832	14	2 345	147
2004	2 253	220	126	760	13	2 348	148
2005	2 124	178	119	649	12	2 127	134
2006	2 216	206	128	620	9	2 068	131
2007	2 218	220	139	683	6	2 132	137*

Bron: CBS.

De grootste onzekerheid zit in de warmte. Deze warmte wordt vaak niet gemeten maar geschat. Het is dan ook twijfelachtig of de daling van de warmteproductie in de laatste paar jaar ook een daadwerkelijke daling is.

Vanaf verslagjaar 2004 is voor het eerst gevraagd om de warmte uit te splitsen naar gebruiksdoel. Het blijkt dat ongeveer 50 procent van de warmte wordt gebruikt om de gisting op temperatuur te houden. Vooralsnog wordt deze warmte meegeteld bij de duurzame warmte, hoewel dat niet mag volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie. De reden daarvoor is dat voor het overig biogas (zie 7.9) ook een gedeelte van de warmte wordt gebruikt voor het op temperatuur houden van de vergister. Hier is echter onbekend om welk deel van de warmte het gaat. Voor de eerstvolgende herziening van de statistiek duurzame energie zal een methode ontwikkeld worden om deze warmte te schatten, evenals andere vormen van energieverbruik voor de winning van alle soorten biogas. Vanaf dan zal het energieverbruik van de winning van het biogas volledig in mindering worden gebracht op de duurzame energieproductie uit biogas.

De onnauwkeurigheid van de duurzame energie uit biogas van RWZI's wordt geschat op 10 procent, los van het al dan niet meetellen van de warmte voor vergisting.

7.7 Stortgas

Stortgas is biogas uit stortplaatsen. Het meeste afgevangen stortgas wordt omgezet in elektriciteit. Op een paar stortplaatsen wordt aardgas gemaakt en daarnaast wordt er nog een beetje stortgas direct voor warmtetoepassingen gebruikt. 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, omdat daardoor een groot gedeelte van de methaan wordt omgezet in CO₂, wat per molecuul een veel kleinere bijdrage levert aan het broeikaseffect.

Ontwikkelingen

De productie van duurzame energie uit stortgas is over haar hoogtepunt heen (tabel 7.7.1). De afname wordt veroorzaakt doordat er steeds minder afval is gestort sinds het begin van de jaren negentig (Werkgroep Afvalregistratie, 2007) en doordat de organische fractie in het afval afneemt (paragraaf 7.1). De bijdrage aan de duurzame energie in Nederland van het stortgas is ongeveer 1,5 procent.

Methode

Tot en met het jaar 1996 zijn de gegevens afkomstig uit de energie-enquêtes van het CBS. Vanaf het jaar 1997 zijn de gegevens afkomstig van de stortgasenquête in het

Tabel 7.7.1
Stortgas energieproductie en duurzame energie

	Winning stortgas	Gefakkeld stortgas	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Gas	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>		<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>mln m³ a.e.</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	724	332	16	20	5	336	21
1995	2 786	549	138	151	21	2 050	135
2000	3 098	786	153	44	19	1 934	127
2001	3 138	835	160	41	17	1 925	128
2002	3 252	758	176	86	14	2 038	137
2003	3 291	1 034	166	55	11	1 803	123
2004	2 811	770	134	66	14	1 628	108
2005	2 503	594	127	68	14	1 580	104
2006	2 486	560	123	41	14	1 500	98
2007	2 475	566	111	72	13	1 406	92*

Bron: CBS.

Tabel 7.8.1
Biogas op op landbouwbedrijven

	Aantal bedrijven	Elektrisch vermogen	Winning biogas	Bruto-elektriciteitsproductie	Netto-elektriciteitsproductie	Vollasturen ¹⁾	Warmteproductie	Verbruik als gas	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		<i>MW</i>	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>			<i>TJ</i>	<i>mln m³ a.e.</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
2005	17	5	82	9	9	.	5	–	78	5
2006	37	18	591	59	55	5 600	4	–	456	32
2007	53	43	1 872	187	173	5 700	20	–	1 441	100*

¹⁾ 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.

Bron: CBS.

kader van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) (2007). Tot en met het verslagjaar 2004 werd deze enquête uitgevoerd door de Vereniging Afvalbedrijven, vanaf 2005 door SenterNovem. In deze enquête worden energiegegevens van alle stortplaatsen gevraagd.

De respons was 100 procent in 2007. Echter, niet alle vragen werden beantwoord. Van 5 procent van de stortplaatsen ontbraken gegevens over de elektriciteitsproductie. De ontbrekende gegevens zijn bijgeschat op basis van de wel bekende gegevens.

De onzekerheid in het vermeden gebruik van fossiele primaire energie schat het CBS op 10 procent.

7.8 Biogas op landbouwbedrijven

Ontwikkelingen

De duurzame energie uit biogasinstallaties op landbouwbedrijven komt nu echt van de grond. De elektriciteitsproductie groeide van 55 naar 173 GWh goed voor anderhalve PJ aan vermeden inzet van fossiele primaire energie. De biogasinstallaties bij boeren produceren daarmee nu meer elektriciteit dan de zonnepanelen en waterkrachtinstallaties bij elkaar en zijn goed voor ongeveer anderhalve procent van alle duurzame energie.

De biogasinstallaties op landbouwbedrijven, ook wel mest- of boerderijvergisters genoemd, gebruiken veelal mest in combinatie met ander plantaardig materiaal. Het vergisten van mest alleen is technisch-economisch minder aantrekkelijk. Tot voor een paar jaar was het door de milieuwetgeving heel lastig om andere materialen (co-substraten) mee te vergisten. Een paar jaar geleden is dit veranderd en heeft de overheid een zoge-

naamde “positieve lijst” geïntroduceerd. Op deze lijst staat een groot aantal stoffen die mogen worden meevergist met de mest. Het introduceren van de positieve lijst betekende het wegnemen van de laatste belemmering voor ondernemers om mestvergisters te kopen.

Een andere belangrijke randvoorwaarde voor de mestvergisters is de subsidie op de geproduceerde elektriciteit. Door de grote populariteit van deze subsidieregeling, bij onder meer de boeren met plannen voor een mestvergister, is de hele regeling voor nieuwe installaties in augustus 2006 stopgezet door de Minister van Economische Zaken. Veel boeren met vergevorderde plannen grepen net mis. Om deze boeren tegemoet te komen is er voor hen een speciale subsidieregeling ontworpen: de zogenaamde “vergistersregeling”. Deze regeling kent dezelfde subsidie toe als de MEP, maar heeft een plafond van 270 miljoen euro voor de hele, tienjarige, subsidieperiode. Aan dit bedrag is in mei 2007 nog een bedrag van 56 miljoen bijgevoegd, waardoor alle aanvragen gehonoreerd kunnen worden (Ministerie van Economische Zaken, 2007).

De toename van het afgelopen jaar werd voornamelijk veroorzaakt door de nieuwe projecten met MEP-subsidie. Echter, de vergistersregeling leverde ook reeds een bijdrage met 6 projecten met een elektriciteitsproductie van 9 GWh in 2007.

Eind 2007 waren er 53 landbouwbedrijven met een elektriciteit producerende mestvergister. In totaal is 0,7 miljard kilo biomassa vergist. Uitgedrukt in natte biomassa was ruim de helft daarvan mest en de rest co-substraten. De totale mestproductie in Nederland was 70 miljard kilo. Slechts 0,6 procent daarvan gaat dus de vergisters in. Het aandeel maïs binnen de co-substraten is in 2007 aanmerkelijk afgenomen, ten koste van overige producten. Het gaat hierbij veelal om afgekeurde producten en resten uit de levensmiddelen- of veevoederbranche. Deze switch is waarschijnlijk het gevolg van de sterk gestegen prijzen van maïs.

Het valt op dat de schaalgrootte van de mestvergisting toeneemt. Was het elektrische vermogen per bedrijf eind 2005 nog 0,3 MW, eind 2007 was dat toegenomen tot 0,8 MW. Niet alleen zijn de nieuwe installaties steeds groter, ook een tiental bestaande installaties is uitgebreid.

De warmtebenutting (buiten de vergister om) bij de boerderijvergisters is nog beperkt tot ongeveer 1 procent van alle gewonnen biogas. Deze 1 procent wordt gerealiseerd door ongeveer een derde van de boerderijvergisters. Meestal gaat het om de verwarming van stallen.

Tabel 7.8.2
Samenstelling grondstoffen voor biogasinstallaties op landbouwbedrijven

	Aandeel		Gewicht	
	2006	2007	2006	2007
	%		mld kilo	
Mest				
Rundveemest	51	32		
Varkensmest	48	52		
Pluimveemest	1	0		
Mest niet nader bekend	–	15		
Totaal	100	100	0,2	0,4
Cosubstraten				
Maïs	67	39		
Kuilgras	6	7		
Gras	3	–		
Bietenpuntjes	9	4		
Perspulp	2	0		
Aardappelproducten	7	3		
Graanresten	2	3		
Overige producten	4	44		
Totaal	100	100	0,1	0,3

Bron: CBS.

Methode

De bruto-elektriciteitsproductie van de mestvergisters is bepaald aan de hand van gegevens uit de administratie van de groenestroomcertificaten van CertiQ. Uit de gegevens van CertiQ is ook bekend wat de bedrijven met een vergister aan het net leveren, maar het is niet bekend of het verschil tussen netlevering en brutoproductie alleen wordt gebruikt voor de vergister dan wel ook voor de rest van het landbouwbedrijf. Het aandeel eigen verbruik van de vergisters is daarom geschat op 5 procent voor vergisters kleiner dan 0,6 MW en op 9 procent voor de grotere (Zwart et al., 2006 en Berglund en Börjesson, 2006). De gegevens over het vermogen en het aantal landbouwbedrijven met een biogasinstallatie komen uit de administratie van CertiQ. De productie van biogas is geschat op basis van de elektriciteitsproductie en een standaard bruto elektrisch rendement van 36 procent. Gegevens over de vergistersregeling komen van SenterNovem.

De gegevens over de warmte en het substraatverbruik zijn afkomstig van een aanvullende enquête onder 37 landbouwbedrijven met een mestvergister van het CBS in het kader van de meststatistiek. De bedrijven met de kleinste mestvergisters zijn niet geënuquêteerd. De respons op deze enquête was een kleine 70 procent. Ontbrekende gegevens zijn geschat op basis van de elektriciteitsproductie zoals afgeleid uit de bestanden van CertiQ.

De groene-stroomcertificaten van CertiQ zijn een noodzakelijke voorwaarde voor de subsidie, die weer een noodzakelijke voorwaarde is voor het rendabel exploiteren van een biogasinstallatie op een landbouwbedrijf. 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 groter, maximaal 10 procent. Dit heeft te maken met de hierboven geschetste schattingsmethode voor het eigen elektriciteitsverbruik van de vergisters. De onzekerheid in de gegevens met betrekking tot de gebruikte grondstoffen is groter, gezien het kleine totaal aantal bedrijven en de non-respons.

7.9 Overig biogas

Overig biogas omvat vooral biogas dat gewonnen en gebruikt wordt in de voedingsmiddelenindustrie. Daar wordt via anaërobe afvalwaterzuivering biogas gewonnen dat wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit en/of voor proceswarmte. Daarnaast zijn er enkele projecten met gft-vergisting en in de papierindustrie.

Tabel 7.9.1
Duurzame energie uit overig biogas

	Winning biogas	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Verbruik als gas	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ	GWh	TJ	mln m ³ a.e.	TJ	kton
1990	468	4	15	14	497	29
1995	826	7	69	22	834	48
2000	974	16	155	22	1 013	59
2001	989	16	152	23	1 027	60
2002	994	21	180	21	1 041	62
2003	1 129	27	155	23	1 144	68
2004	1 211	21	123	28	1 207	71
2005	1 158	31	119	24	1 151	69
2006	1 382	42	197	25	1 364	82
2007	1 475	65	171	21	1 412	87*

Bron: CBS.

Ontwikkelingen

De productie van duurzame energie uit overig biogas neemt de laatste jaren toe (tabel 7.9.1). Deze toename betreft vooral nieuwe projecten waarbij elektriciteit wordt gemaakt uit biogas. Deze zijn relatief aantrekkelijk vanwege de ondersteuning via de MEP-regeling (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie). De bijdrage van het overig biogas aan de duurzame energie in Nederland is ongeveer 1,5 procent.

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. Voor de winning van biogas in de industrie was deze bijschatting ongeveer 15 procent van het totaal in 2004.

Voor biogas uit gft-vergisting is de waarneming gebaseerd op een mix van gegevens uit reguliere CBS-enquêtes voor de winning, omzetting en het gebruik van energie, gegevens van CertiQ, gegevens van SenterNovem en gegevens uit telefonische navraag.

Door de deelname van de MJA2-bedrijven (Meerjarenafspraken-2) aan de elektronische verslaglegging in het kader van de milieujaarverslagen zoals georganiseerd door FO-Industrie, 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 CBS-waarneming. Deze bedrijven met weinig biogas worden ook nog eens voor een deel afgedekt door een bijschatting. De onzekerheid door het mogelijk missen van bedrijven met biogas wordt daarom geschat op ongeveer 50 TJ.

Het zwakste punt in de waarneming is daarmee vermoedelijk 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 duurzame energie uit overig biogas op 10 procent.

7.10 Biobrandstoffen voor het wegverkeer

Het afgelopen jaar is er veel maatschappelijke en politieke discussie geweest over de wenselijkheid van biobrandstoffen voor het wegverkeer. Als voordelen van biobrandstoffen worden genoemd: de reductie van broeikasemissies en de verminderde afhankelijkheid van de steeds schaarser wordende fossiele olie, die vaak afkomstig is uit landen waarmee het Westen op gespannen voet staat. Als nadeel van biobrandstoffen wordt vaak genoemd dat reductie van broeikasemissies maar zeer beperkt is, of soms zelfs negatief, als alle, vaak indirecte, effecten worden meegenomen. Ook kunnen biobrandstoffen concurreren met voedsel, waardoor dit duurder wordt. Tot slot kunnen natuurgebieden bedreigd worden door een toename van de teelt van biobrandstoffen. Als resultaat van deze discussie heeft de Nederlandse overheid het verplichte percentage biobrandstoffen verlaagd van 4,5 naar 3,75 procent voor 2009 en van 5,75 naar 4,0 procent voor 2010 (Ministerie van VROM 2008b).

In de huidige situatie gaat het vooral om biodiesel en biobenzine welke is bijgemengd in kleine hoeveelheden bij gewone benzine en diesel. Aan de pomp is het dus niet als zodanig herkenbaar. Een klein deel van de biobrandstoffen wordt verkocht als pure plantaardige olie (PPO).

Ontwikkelingen

Het afgelopen jaar is het verbruik van biobrandstoffen in het wegverkeer enorm gegroeid. In totaal werd er 463 miljoen liter verkocht, wat overeenkomt met 13 PJ. Dat is 2,8 procent van alle diesel en benzine die wordt verkocht aan de Nederlandse pomp. Biobrandstoffen voor het wegverkeer waren in 2007 verantwoordelijk voor ongeveer 14 procent van alle duurzame energie in Nederland.

Tabel 7.10.1
Biobrandstoffen voor het wegverkeer, afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt.

	Afleveringen biobrandstoffen			Afleveringen alle brandstoffen	Gerealiseerd aandeel biobrandstoffen	Verplicht minimum aandeel biobrandstoffen	Vermeden gebruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>mln liter</i>	<i>kton</i>	<i>TJ</i>	<i>PJ</i>	<i>% op energiebasis</i>		<i>TJ</i>	<i>kton</i>
<i>Biobenzine</i>								
2003	–	–	–	184	–	–	–	–
2004	–	–	–	183	–	–	–	–
2005	–	–	–	180	–	–	–	–
2006	38	28	1 010	184	0,55	–	1 010	73
2007	176	132	3 687	184	2,00	2,00	3 687	265*
2008						2,50		
2009						.		
2010						.		
<i>Biodiesel</i>								
2003	4	4	134	254	0,05	–	134	10
2004	4	4	134	263	0,05	–	134	10
2005	3	3	101	267	0,04	–	101	7
2006	29	25	968	279	0,35	–	968	72
2007	286	253	9 344	285	3,28	2,00	9 344	694*
2008						2,50		
2009						.		
2010						.		
<i>Totaal</i>								
2003	4	4	134	438	0,03	–	134	10
2004	4	4	134	446	0,03	–	134	10
2005	3	3	101	447	0,02	–	101	7
2006	67	54	1 979	463	0,43	–	1 979	145
2007	463	384	13 031	469	2,78	2,00	13 031	960*
2008						3,25		
2009						3,75		
2010						4,00		

Bron: CBS.

De totale verkoop van benzine en diesel steeg ongeveer met 6 PJ. Dat betekent dat de afzet van fossiele benzine en diesel in 2007 is gedaald en daarmee ook de CO₂-emissies van het wegverkeer zoals berekend volgens het Kyoto-Protocol. Of de daadwerkelijke broeikasemissies welke op “well to wheel” basis toegerekend kunnen worden aan het wegverkeer ook gedaald zijn, is lastiger te zeggen. Over het algemeen zijn de vermeden emissies van broeikasgassen door het gebruik van biobrandstoffen lager dan de CO₂-emissies van de vervangen fossiele brandstoffen, omdat bij de productie van de biobrandstoffen direct of indirect ook nog aanzienlijke hoeveelheden broeikasgassen kunnen vrijkomen (Edwards, et al., 2007).

De toename van het gebruik van biobrandstoffen in 2007 werd veroorzaakt door de nieuwe wetgeving van de overheid: het Besluit Biobrandstoffen (Staatsblad, 2006). In dit besluit verplicht de Nederlandse overheid de leveranciers van biobrandstoffen om een bepaald percentage van de door hen verkochte benzine en diesel uit biobrandstoffen te laten bestaan. In 2007 was dit percentage 2 procent, voor zowel benzine als diesel. In 2006 was er geen verplichting, maar een gedeeltelijke accijnsvrijstelling voor biobrandstoffen. Deze vrijstelling was alleen geldig in 2006 en is met ingang van 2007 weer vervallen. Vóór 2006 hebben enkele kleinere projecten een accijnsvrijstelling gekregen voor het leveren van pure plantaardige olie (PPO) als motorbrandstof. Deze PPO is alleen te gebruiken in aangepaste motoren. In de tijdreeks voor de biobrandstoffen is dus het overheidsbeleid zeer herkenbaar.

In 2007 hebben de leveranciers van biobrandstoffen meer biobrandstoffen bijgemengd dan verplicht, ondanks het feit dat biobrandstoffen nog steeds duurder zijn dan gewone benzine en diesel. Een mogelijke reden daarvoor is dat de leveranciers van motorbrandstoffen de extra inspanning over 2007 fysiek of administratief op voorraad houden. Waarschijnlijk hebben de leveranciers van motorbrandstoffen de inschatting gemaakt dat het inkopen van biobrandstoffen in plaats van gewone brandstoffen in 2007 minder extra kosten met zich mee zou brengen dan in 2008.

Tabel 7.10.2
Biobrandstoffen voor het wegverkeer 2007, balans (kton)

	Biodiesel	Biobenzine	Totaal
<i>Pure biobrandstoffen</i>			
Productie	85	x	x
Saldo import en export	249	x	x
Onttrekking uit voorraad	-60	-25	-84
Bijmenging bij benzine en diesel	271	132	403
Afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt	3	-	3
<i>Bijgemengde biobrandstoffen</i>			
Productie uit bijmenging	271	132	403
Import	-	-	-
Export	22	-	22
Onttrekking uit voorraad	-	-	-
Afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt	250	132	382
<i>Totaal</i>			
Afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt.	253	132	384

Bron: CBS.

De Nederlandse productie van biodiesel was volgens de Europese branchevereniging voor producenten gelijk aan 85 kton (EBB, 2008). Het totale verbruik was 250 kton. De meeste biodiesel komt dus uit het buitenland, wat overeenkomt met de toegenomen inkomende zeetransporten naar Rotterdam (Rotterdams Havenbedrijf, 2008).

Voor biobenzine is de situatie gecompliceerder, omdat de biobenzine bijgemengd wordt als bio-ETBE (Ethyl Tertiair Butyl Ether) en als bio-ethanol. Bio-ETBE is een samenstelling van bio-ethanol (47 procent op massabasis) en een fossiele component. Het maken van bio-ETBE uit bio-ethanol en de fossiele component vindt vaak niet plaats in dezelfde fabriek (of hetzelfde land) als het maken van bio-ethanol. De bio-ethanol productie in Nederland was volgens de Europese branchevereniging van producenten gelijk aan 14 miljoen liter (EBio, 2008). Het totale verbruik van biobenzine was 176 miljoen liter. De binnenlandse productie van bio-ethanol dekt dus maar een klein gedeelte van de het directe en indirecte gebruik. In 2007 waren er enkele Nederlandse bedrijven die bio-ETBE produceerden. De capaciteit van deze fabrieken loopt in de honderdduizenden tonnen (website SenterNovem, 2008). De gegevens over de daadwerkelijke productie zijn vertrouwelijk.

Methode

De gegevens voor de jaren 2003 tot en met 2005 zijn afkomstig uit de rapportages van de Nederlandse overheid in het kader van de Europese richtlijn biobrandstoffen voor het wegverkeer Europees Parlement en de Raad, 2003). De cijfers over 2006 zijn afgeleid uit gegevens van de belastingdienst en aangevuld met informatie uit primaire waarneming van het CBS in het kader van de oliestatistiek. Voor 2007 komen de gegevens uit de oliestatistiek van het CBS. Voor deze statistiek 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-ethanol en biodiesel worden apart onderscheiden. De respons op deze enquête was in 2007 100 procent voor de bedrijven die relevant zijn voor de biobrandstoffen.

Voor de energie-inhoud is voor het jaar 2007 gebruik gemaakt van de standaard waarden zoals voorgesteld door de Europese Commissie (Europese Commissie, 2008). Voor biobenzine betekent dit een daling van 36 naar 28 MJ/kg. Het verschil kan verklaard worden doordat voor 2006 is aangenomen dat de energie-inhoud van het biogene deel van bio-ETBE gelijk was aan de energie-inhoud van bio-ETBE als geheel, terwijl de Europese Commissie de relatieve lage energie-inhoud van het biogene deel in rekening brengt. Daardoor is volgens de Commissie het biogene deel van bio-ETBE gelijk aan 37% op energiebasis, aanmerkelijk minder dan de 47% op massabasis. Bij de eerstvolgende herziening van de duurzame energiestatistiek, zal ook voor 2006 gerekend gaan worden met 28 MJ/kg voor biobenzine.

Het ministerie van VROM heeft over 2007 ook cijfers over het gebruik van biobrandstoffen gerapporteerd: namelijk 2,0 procent voor zowel benzine als diesel (Ministerie van

VROM, 2008a). De reden voor het verschil met het CBS cijfer (2,8 procent) is dat VROM gebruik heeft van de rapportages van de bedrijven aan het ministerie in het kader van het Besluit Biobrandstoffen. In deze rapportages hoeven de bedrijven niet aan te geven hoeveel ze fysiek hebben afgeleverd, maar alleen hoeveel ze administratief hebben afgeleverd. Tussen de fysieke aflevering en de administratieve zit een verschil: enerzijds doordat bedrijven de verplichting onderling kunnen verhandelen (vaak via zogenaamde biotickets), anderzijds doordat bedrijven fysieke en administratieve voorraden kunnen aanleggen van bijgemengde of geleverde biobrandstoffen.

De CBS-oliestatistiek richt zich alleen op fysieke stromen. Echter, voorraden van bijgemengde biobrandstoffen worden door slechts 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 gelijk zijn aan nihil (Tabel 7.10.2) en dat de bijgemengde biobrandstoffen direct worden geleverd op de binnenlandse gebruikersmarkt of geëxporteerd. Ook dit onderscheid tussen de binnenlandse markt en export is lastig te bepalen voor de oliebedrijven. Omdat dit wel van belang is, wordt als compromis deze uitsplitsing alleen op jaarbasis gevraagd.

Het CBS heeft de biobrandstoffenrapportages van de oliebedrijven aan VROM bekeken. Sommige bedrijven hebben aan VROM ook actief informatie verstrekt over fysieke stromen, hoewel dat niet verplicht was. Daar waar dat mogelijk was is deze fysieke informatie vergeleken met informatie uit de CBS oliestatistiek. Dat heeft geleid tot navraag bij sommige bedrijven. Daarnaast zijn de cijfers uit de CBS-oliestatistiek ook gecontroleerd door het vergelijken van de onderlinge leveringen en door vergelijking met cijfers van de statistiek van de internationale handel, voor zover mogelijk. Voor de uiteindelijke vaststelling van de cijfers is alle informatie gebruikt. Op basis van de vergelijkingen tussen de diverse bronnen schat het CBS de onzekerheid in de cijfers voor de biobrandstoffen op ongeveer 10 procent.

8. Referenties

- Berglund, M. en Börjesson, P. (2006) Assessment of energy performance in the life cycle of biogas production. *Biomass and Energy*, volume 30. p. 254-266.
- BMU (Duits Ministerie van Milieu, Natuurbescherming en Nucleaire veiligheid) (2008) *Renewable Energy Sources in Figures*.
- Boonekamp, P.G.M., Mannaerts, H., Vreuls, H.H.J., Wesselink, B. (2005) *Protocol Monitoring Energiebesparing*. ECN, CPB, Novem en RIVM, ECN rapport nr ECN-C-01-129, Petten.
- CBS (2007a) *Biobrandstoffen voor het wegverkeer, afleveringen binnenlandse gebruikersmarkt in 2006, 1e t/m 3e kwartaal en 4e kwartaal, maatwerk tabel, december 2007*.
- CBS (2007b) *Duurzame energie in Nederland 2006*. CBS.
- CBS (2008a) *Benutting van elektrisch vermogen van biogasinstallaties op landbouwbedrijven in 2006*, Artikel op website, januari 2008.
- CBS (2008b) *Warmte/koudeopslag. Open systemen zonder vergunning van de provincie, maatwerktabel, september 2008*.
- CBS (2008c) *Warmte/koudeopslag, in bedrijf zijnde projecten met een vergunning van de provincie, maatwerktabel, september 2008*.
- CDA, PvdA, Christenunie (2007) *Coalitieakkoord tussen de Tweede Kamerfracties van CDA, PvdA en ChristenUnie, 7 februari 2007*.
- CertiQ (2008) *Jaarverslag 2007*, CertiQ BV, Arnhem.
- CSTB (2006) *Proposal for a definition and calculation methods for renewable heat. ThERRA project. Intelligent Energy Europe grant EIE/05/129/SI2.420023*.
- Edwards, R., Larivé, J.-F., Mahieu, V., Rouveiolles, P. (2007) *Well to wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*, CONCAWE, EUCAR and Joint Research Centre, March 2007.
- Energieprijzen.nl (2006). *Aantal groene energie consumenten binnen twee jaar met 20% gedaald*. www.energieprijzen.nl.
- EnerQ (2008) *Jaarverslag 2007*, EnerQ BV, Arnhem.
- EBB, European Biodiesel Board (2008) *2007–2008 Production statistics show restrained growth in the EU due to market conditions and competition from US B99 imports*, press release, June 2008.
- EBIO, European Bioethanol Fuel Association (2008) *2007: Increased production and high imports*, Press release, April 2008.
- 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 (2008) *Verordening van het Europees Parlement en de raad betreffende energiestatistieken*.

Europese Commissie (1997) Mededeling van de commissie. Energie voor de toekomst: duurzame energiebronnen. Witboek voor een communautaire strategie en een actieplan. COM 1997 599 definitief.

Europese Commissie (2004) Mededeling van de commissie aan de Raad en het Europees Parlement. Het aandeel van hernieuwbare energie in de EU. COM 2004 366 definitief.

Europese Commissie (2005a) Biomass Action Plan, Impact Assessment, Commission Staff Working Document, SEC (2005) 1573, Brussels.

Europese Commissie (2005b) Biomass Action Plan, Communication from the Commission, COM (2005) 628 final, Brussels.

Europese Commissie (2007) Beschikking van de Commissie tot vaststelling van de milieucriteria voor de toekenning van de Europese milieukeur aan elektrische, gas of gasabsorptiewarmtepompen (2007/742/EG).

European Commission (2008) Proposal for a directive of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources. COM (2008) 19 final.

Eurostat (2007) Energy Balance, Data 2004–2005.

Eurostat (2008a) Minutes of the meeting of the Working Group “Renewable Energy Statistics”, November 2007.

Eurostat (2008b) Share of electricity from renewable energy to gross electricity consumption. Long term indicator environment and energy. (internet: epp.eurostat.ec.eu.int).

Forsen, M. et al. (2008) European Heat Pump Statistics, Outlook 2008, European Heat Pump Association 2008. <http://ehpa.fiz-karlsruhe.de>.

Gerlagh, T. (2007) Uitwerking met het nieuwe protocol duurzame energie voor afval. Memo, SenterNovem (2007).

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

IEA (2008a) Renewables Information 2008 with 2007 data, IEA Parijs.

IEA (2008b) Electricity Information 2008 with 2007 data, IEA, Parijs.

De Graaf, L.E., de Jager, D., Stap, C.A.M., van Brummelen, M. en Blok, K. (1996) Nulpunts-vaststelling warmtepompen per 1-1-1995. Ecofys i.o.v. Novem, Novem 2DEN-03.18, Utrecht.

Graus, W. en Joosen S. (2003) Inventarisatie warmtepompen 1994–2002. Ecofys i.o.v. Novem, Utrecht.

Hulskotte, J.H.J., Sulilatu, W.F. en Willemsen, A.J. (1999) Monitoringssystematiek openhaarden en houtkachels, TNO-MEP-R 99/170, Apeldoorn.

Junginger, M., de Wit, M. en Faaij, A. (2006) IEA Bioenergy task 40 – Country report for the Netherlands, Update 2006 Utrecht University, Utrecht.

Koenders, M.J.B. en Zwart, B.J. (2006) Besparingskennalen koude/warmteopslag Herziening factsheet koude-/warmteopslag 2006, IF Technology in opdracht van SenterNovem.

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

Landelijke Stuurgroep Ontwikkeling Windenergie (LSOW) (2007). Jaarverslag BLOW (2006) Gebundelde jaarverslagen van het rijk, de provincies en de VNG, Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (1995) Derde Energienota. Tweede Kamer, vergaderjaar 1995–1996, 24525, nrs 1-2, SDU, Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (2005) Nu voor Later. Energierapport 2005, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

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

Ministerie van Economische Zaken (2007). Brief van de minister aan de tweede kamer, 29 mei 2007. nummer ET/ED / 7062090.

Ministerie van Economische Zaken (2008a) Energierapport 2008, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Ministerie van Economische Zaken (2008b) Regeling van 2 september 2008, nr. WJZ / 8123674, houdende regels inzake de verstrekking van subsidies ten behoeve van verduurzaming van de energiehuishouding (Tijdelijke energieregeling markt en innovatie).

Ministerie van VROM (2008a) Rapportage over 2007 ingevolge artikel 4, eerste lid, van richtlijn 2003/30/EG ter bevordering van het gebruik van biobrandstoffen of andere hernieuwbare brandstoffen in het vervoer.

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

Observ'ER (2008a) Wind Energy Barometer, EurObserv'ER 183, www.energies-renouvelables.org, Parijs.

Observ'ER (2007b) Photovoltaic Energy Barometer, EurObserv'ER 178, www.energies-renouvelables.org, Parijs.

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), CBS en Wageningen Universiteit Researchcentrum (2007). Milieu- en natuurcompendium, www.milieuennatuurcompendium.nl.

Projectbureau Duurzame Energie (2004) www.pde.nl. Website bestaat niet meer.

Rotterdams Havenbedrijf (2008) Verdubbeling Rotterdamse overslag biobrandstoffen, persbericht, 29 februari 2008.

Segers, R. (2008a) Aandeel duurzame energie Nederland een van de laagste in Europa, CBS-webmagazine, januari 2008.

Segers, R. (2008b) Productie duurzame elektriciteit gedaald in 2007, CBS-webmagazine, februari 2008.

Segers, R. (2008c) Verbruik duurzame energie blijft gelijk. CBS-webmagazine, april 2008.

Segers, R. (2008d) Duurzame energie in Europa groeit langzaam, Energy Magazine, nummer, januari 2008.

Segers, R. (2008e) Verkoop biobrandstoffen sterk toegenomen, CBS-webmagazine, juni 2008.

Segers, R. (2008f) Halvering meestoken biomassa remt groei duurzame energie, Energiegids, nummer 1, juni 2008.

Segers, R. (2008g) ThERRA Benchmark: Test of a Method for Calculating Renewable Heat, Gemaakt in opdracht van SenterNovem voor het ThERRA project (Thermal Energy from Renewables – References and Assessment), wat gefinancierd is door de EU via Intelligent Energy Europe, Contract No: EIE/05/129/SI2.420023. CBS, juli 2008.

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

- SenterNovem (2004) Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2004. 2DEN-04.35. SenterNovem, Utrecht.
- SenterNovem (2005a) Windkaart van Nederland op 100 m hoogte. Uitgevoerd door KEMA. Publicatienummer 2 DEN-05.04, SenterNovem, Utrecht.
- SenterNovem (2005b) Status warmteproductie middels biomassaverbrandingsinstallaties 2005. Uitgevoerd door TNO. SenterNovem, Utrecht.
- SenterNovem (2006) Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2006. 2DEN-06.11. SenterNovem, Utrecht.
- Sikkema, R en Junginger, M. (in prep) Country report for the Netherlands, update 2007, IEA Bioenergy Task 40. Copernicus Institute, University of Utrecht.
- 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.
- 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.
- Techniplan Adviseurs, IF-Technology, New-Energy-Works (2006). Studie marktrijpheid warmtepompsystemen in opdracht van SenterNovem (projectnummer 20221-04-60-59-001).
- 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.
- TNO (2004) Monitoring houtkachels en openhaarden in het kader van de emissiejaarrapportage.
- Traversi, A. (2004). Beoordeling systematiek "Protocol Monitoring Duurzame Energie (warmtepompen). Advies van TNO aan SenterNovem.
- 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.
- Warmerdam, J.M.(2003) Bijdrage Thermische zonne-energie 2002. Ecofys i.o.v de NOVEM, Utrecht.
- Werkgroep Afvalregistratie (2007). Afvalverwerking in Nederland: gegevens 2006. Vereniging Afvalbedrijven en SenterNovem, SenterNovem, Utrecht.
- Wilmer, M. (2008) Zonnestroom niet erg in trek in Nederland, CBS-webmagazine, mei 2008.
- WSH (2008) Wind Service Holland <http://home.planet.nl/~windsh>.
- Zwart, K., Oudendag, D., Ehlert, P. en Kuikman, P.(2006) Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest. Alterra in opdracht van SenterNovem.

