

***Duurzame energie
in Nederland
2004***



Voorwoord

Voor u ligt het jaarrapport over de duurzame energie in Nederland in 2004, opgesteld in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Het rapport geeft een overzicht van de fysieke aspecten van de duurzame energie. We danken 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 en ten tweede organisaties die ons geholpen met gebruiken van hun gegevens en hun kennis van het veld: CertiQ, SenterNovem, TNO, de Stichting Warmtepompen, Holland Solar, KEMA en de Vereniging Afvalbedrijven.

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
2004–2005	= 2004 tot en met 2005
2004/2005	= het gemiddelde over de jaren 2004 tot en met 2005
2004/'05	= oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2004 en eindigend in 2005
1994/'95–2004/'05	= boekjaar enzovoort, 1994/'95 tot en met 2004/'05
W	: Watt (1 J/s)
kW	: kiloWatt (1000 J/s)
Wh	: Wattuur (3600 J)
J	: Joule
ton	: 1000 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	: 10^6 Watt elektrisch vermogen
MW _{th}	: 10^6 Watt thermisch vermogen

In geval van afronding kan het voorkomen dat de totalen niet geheel overeenstemmen met de som der opgetelde getallen
Verbeterde cijfers in de staten en tabellen zijn niet als zodanig gekenmerkt.

Colofon

Uitgever

Centraal Bureau voor de Statistiek
Prinses Beatrixlaan 428
2273 XZ Voorburg

Druk

Centraal Bureau voor de Statistiek
Facilitair Bedrijf

Omslagontwerp

WAT ontwerpers, Utrecht

Inlichtingen

Tel.: 0900 0227 (€ 0,50 per minuut)
Fax: (045) 570 62 68
E-mail: infoservice@cbs.nl

Bestellingen

E-mail: verkoop@cbs.nl

Internet

www.cbs.nl

© Centraal Bureau voor de Statistiek
Voorburg/Heerlen, 2005.
Bronvermelding is verplicht.
Vereenvoudiging voor eigen gebruik
of intern gebruik is toegestaan.

Prijs incl. administratie- en
verzendkosten.
Prijs: € 9,50
ISBN: 90-357-3066-6
ISSN: 1871-7853



Centraal Bureau voor de Statistiek

Inhoud

Voorwoord	3
Verklaring der tekens	4
Samenvatting	7
Summary	8
1. Inleiding	9
2. Referentierendementen en CO ₂ emissiefactoren	12
3. Algemeen overzicht binnenlandse bronnen	13
4. Duurzame elektriciteit	14
5. Duurzame warmte	15
6. Internationale statistieken over duurzame energie	18
7. Duurzame energie in de Nederlandse Energiehuishouding	21
8. Waterkracht	23
9. Windenergie	24
10. Fotovoltaïsche zonne-energie	26
11. Zon-thermische energie	28
12. Warmtepompen	30
13. Warmte/koudeopslag	32
14. Afvalverbrandingsinstallaties	34
15. Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales	36
16. Houtkachels voor warmte bij bedrijven	37
17. Huishoudelijke houtkachels	38
18. Overige biomassaverbranding	39
19. Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	40
20. Stortgas	41
21. Overig biogas	42
22. Referenties	43

Samenvatting

De binnenlandse productie van duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie is in 2004 gestegen naar 1,8 procent van het totale binnenlandse energieverbruik. In 2003 was het nog 1,5 procent. Deze stijging werd voor een groot deel veroorzaakt door een verdubbeling van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales. Ook de duurzame energie uit windmolens steeg sterk (met 40 procent). De reden daarvoor was het grote aantal bijgeplaatste grote windmolens en een toename van de hoeveelheid wind.

De binnenlandse netto elektriciteitsproductie uit duurzame energie steeg naar 4,3 procent van het netto binnenlands elektriciteitsverbruik. In grote lijnen speelden hier dezelfde ontwikkelingen als bij de binnenlandse productie van duurzame energie in termen van vermeden primaire energie. De import van groene-stroomcertificaten bleef ongeveer gelijk op 9 procent van het netto binnenlands elektriciteitsverbruik. De consumptie van groene stroom in termen van gebruikte groencertificaten steeg in 2004 tot 14 procent van het netto elektriciteitsverbruik in Nederland.

Tabel 1
Kerncijfers duurzame energie

	Eenheid	2003	2004
Duurzame energie binnenlandse bronnen	Vermeden primaire energie als % van binnenlands energieverbruik	1,5	1,8
Duurzame netto elektriciteitsproductie binnenlandse bronnen	% van netto binnenlands elektriciteitsverbruik	3,3	4,3
Import van groene-stroomcertificaten		8,8	9,1
Consumptie van groene stroom in termen van verbruikte groene-stroomcertificaten		11,2	14,2

Summary

The domestic production of renewable energy expressed in avoided primary energy increased in 2004 and was 1.8 percent of the total domestic energy use in 2004. In 2003 this percentage was 1.5. This increase was largely caused by the doubling of co-firing of biomass in large scale electricity production plants. Also wind energy increased substantially (40 percent). The reason was the large number of newly installed large windmills and the increase in the amount of wind.

The domestic net production of renewable electricity increased to 4.3 percent of the net domestic use of electricity. Here, to a large extent the same developments were relevant as for the renewable energy in terms of avoided primary energy. The import of green electricity certificates remained constant at about 9 percent of the net domestic use of electricity. The consumption of renewable electricity in terms of redeemed renewable electricity certificates increased and was 14 percent of the total net domestic electricity consumption in the Netherlands.

Table 1
Key numbers renewable energy

	Unit	2003	2004
Renewable energy from domestic sources	Avoided primary energy equivalents as percentage of total domestic energy consumption	1.5	1.8
Net domestic renewable electricity production	% of total net domestic electricity consumption	3.3	4.3
Import of green electricity certificates		8.8	9.1
Consumption of green electricity certificates		11.2	14.2

1. Inleiding

Duurzame energie is al jaren een speerpunt in het Nederlandse energiebeleid. Vanuit dit speerpunt is de traditie gegroeid dat er een jaarlijkse rapportage verschijnt over de duurzame energie in Nederland. Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen van de duurzame energie in Nederland in het jaar 2004. Tevens worden de gebruikte methoden en bronnen toegelicht.

1.1 Protocol 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 heeft het CBS niet alleen gemaakt, maar zijn beschreven in het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004). Dit protocol is het resultaat van discussies tussen deskundigen en betrokken partijen over hoe duurzame energie berekend wordt in Nederland. In voorliggend rapport wordt overigens ook onderliggend cijfermateriaal gepresenteerd, zodat duurzame energie ook volgens alternatieve methoden berekend kan worden.

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) door de verschillende duurzame energiebronnen. De tweede stap is het berekenen van de vermeden inzet van primaire energie (zoals aardgas en kolen). Deze vermeden inzet van primaire energie is de primaire energie die nodig zou zijn om met conventionele (referentie-) technieken dezelfde hoeveelheid energie te produceren als met de duurzame technieken. Het Protocol Duurzame Energie 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 energiebronnen (zoals bijvoorbeeld de elektriciteitsproductie per geïnstalleerd vermogen zon-pv).

In deze rapportage wordt op vijf plaatsen afgeweken van het Protocol Duurzame Energie. In de eerste plaats wordt voor de CO₂-emissiefactoren niet uitgegaan van de vaste factoren per brandstofgroep uit tabel 4.1 van het Protocol, maar van de factoren van de onderliggende brandstoffen (zie toelichting hoofdstuk 2). Ten tweede zijn de omkeerbare warmtepompen met een vermogen van minder dan 10 kW uitgesloten van de duurzame energie (zie hoofdstuk 12). Ten derde is voor de vaststelling van de biogene fractie van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties uitgegaan van de waarden van vorig jaar in plaats van gebruik te maken van de uitkomsten uit sorteeropproeven (zie hoofdstuk 14). Ten vierde is aangenomen dat de netverliezen voor 1990 tot met 2004 gelijk zijn aan 3,9 procent (zie hoofdstuk 2). Ten vijfde is bij de huishoudelijke houtkachels voor het houtverbruik per kachel uitgegaan van de gegevens die TNO hanteert voor de emissiejaarrapportage (zie hoofdstuk 17).

Volgens het Protocol Duurzame Energie 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 netto productie zonder dat het iedere keer expliciet vermeld wordt.

1.2 Meetmoment van capaciteit

Bij diverse bronnen wordt de capaciteit van de duurzame bron gegeven. Dat is vaak het elektrisch en/of thermisch vermogen en soms ook de oppervlakte. De peildatum van dit vermogen is 31 december van het verslagjaar. De energieproductie daarentegen heeft betrekking op het gehele verslagjaar. Gevolg van dit verschil is dat het vergelijken van de productie met de capaciteit met enige voorzichtigheid moet gebeuren. Vooral bij een sterke groei van de capaciteit in een bepaald jaar is de capaciteit aan het einde van het jaar niet representatief voor het hele jaar.

1.3 Gebruikte bronnen

De cijfers zijn gebaseerd op een uiteenlopende reeks aan bronnen. Een belangrijke bron zijn 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 centrales 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 fotovoltaïsche zonne-energie, thermische zonne-energie, 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 Vereniging Afvalbedrijven (VA). De Stichting Warmtepompen heeft de afzetgegevens van haar leden geleverd. De gegevens over de huishoudelijke houtkachels zijn afkomstig van TNO.

Voor het aantal huishoudens met groene stroom is gebruik gemaakt van het Permanent Onderzoek Leefsituatie (POLS) van het CBS. Dit is een steekproefonderzoek onder personen.

Als check en om de nauwkeurigheid te beoordelen is gebruik gemaakt van gegevens van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) over de afvalverbrandingsinstallaties, de milieujaarverslagen voor de elektriciteitscentrales en de afvalverbrandingsinstallaties, EIA (Energieinvesteringsaftrek) gegevens van SenterNovem voor houtkachels voor warmte bij bedrijven en 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 8–21.

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 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 Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), KEMA en een aantal andere partijen. Vanaf het verslagjaar 2003 is het CBS in opdracht van 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. Vanuit 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 groene-stroomcertificaten 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.

1.5 Herziening van tijdreeksen

In juni 2005 zijn de tijdreeksen van duurzame energie herzien. De redenen voor deze herziening waren ten eerste de update van het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) en ten tweede verbeterd inzicht in het statistisch grondmateriaal. In een artikel beschikbaar op de website van het CBS wordt de herziening toegelicht (Se-

gers, 2005). Een gevolg van deze herziening is dat de gegevens voor de oude jaren in dit rapport kunnen afwijken van de gegevens uit het vorige rapport (CBS, 2004).

1.6 CBS internet publicaties over duurzame energie en release policy

Naast dit jaarlijkse rapport publiceert het CBS regelmatig op haar website over duurzame energie. Ten eerste zijn er momenteel vijf StatLine-publicaties: 1. Duurzame energie; jaarcijfers, 2. Duurzame energie; kwartaalcijfers, 3. Windenergie per maand, 4. Windenergie per provincie en 5. Fotovoltaïsche zonne-energie; markt. StatLine is de elektronische databank van het CBS waarin nagenoeg alle gepubliceerde cijfers te vinden zijn, inclusief een korte methodologische toelichting.

De jaarcijfers van duurzame energie worden drie keer per jaar ververst. Ten eerste verschijnen er in februari of maart voorlopige cijfers over het vorige jaar. Het aantal uitsplitsingen van de duurzame energie is dan nog beperkt, omdat van veel bronnen dan nog geen (voldoende) betrouwbare informatie beschikbaar is. De tweede publicatie van de jaarcijfers ligt in mei/juni, als de nader voorlopige jaarcijfers verschijnen. Voor alle bronnen is dan een voorlopig cijfer beschikbaar. In oktober/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, omdat deze een relatie hebben met CO₂-cijfers uit de emissieregistratie, welke pas veel later definitief wordt.

Over de totale duurzame elektriciteitsproductie, de duurzame elektriciteitsproductie uit windenergie, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en waterkracht en de bijgeplaatste afgedekte zon-thermische systemen publiceert het CBS voorlopige kwartaalcijfers binnen drie maanden na afloop van het kwartaal. Over windenergie worden op maandbasis voorlopige cijfers gepubliceerd in de StatLine-publicatie windenergie per maand.

Naast de StatLine publicaties schrijft het CBS ook artikelen over duurzame energie in het eigen Webmagazine. Deze artikelen richten zich op een breed publiek. Ze kunnen gekoppeld zijn aan het verschijnen van nieuwe cijfers, maar ook aan een analyse van reeds gepubliceerde cijfers. In 2005 zijn er drie webartikelen verschenen over duurzame energie. Het eerste artikel (Segers en Nguyen, 2005a) beschrijft de voorlopige cijfers over 2004. Het tweede artikel (Sleijpen, 2005) beschrijft het aantal huishoudens met groene stroom en het derde artikel (Segers en Nguyen 2005b) beschrijft de duurzame elektriciteit in het eerste halfjaar van 2005.

Voor een meer specialistisch publiek publiceert het CBS "artikelen" op de website. Deze artikelen geven een verdieping op bepaalde aspecten van de statistiek. In 2005 zijn er drie van dergelijke artikelen verschenen. Ten eerste een artikel over de uitsplitsing naar sector van warmtepompen in de utiliteitsbouw (Segers, 2005b), ten tweede een artikel over de herziening van de duurzame energie (Segers, 2005a) en ten derde een artikel over de houtkachels voor warmte > 18 kW (Segers, 2005c).

1.7 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de referentierendementen voor elektriciteitsproductie en de CO₂-emissiefactoren. Hoofdstuk 3 geeft een algemeen overzicht van de ontwikkeling van de duurzame energie in Nederland. Centraal staat daarbij de duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie. In dit hoofdstuk worden de verschillende bronnen van duurzame energie met elkaar vergeleken. Hoofdstuk 4 richt zich volledig op de elektriciteit. Zowel de binnenlandse productie,

als de import en het groene-stroomcertificatensysteem worden besproken. In hoofdstuk 5 komt de duurzame warmte aan bod. De Nederlandse duurzame energie volgens internationale statistieken wordt besproken in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 is beschreven hoe de duurzame energie is opgenomen in de Nederlandse energiehuishouding (NEH). Daarna komt een reeks hoofdstukken (8–21) waarin steeds een duurzame energiebron wordt besproken. Zowel de belangrijkste ontwikkelingen als de methode per bron worden dan beschreven.

2. Referentierendementen en CO₂ emissiefactoren

De duurzame elektriciteitsproductie wordt omgerekend in vermeden primaire energie. Dat is de hoeveelheid primaire energie die nodig geweest zou zijn om een zelfde hoeveelheid elektriciteit op conventionele wijze op te wekken. Deze conventionele wijze wordt de referentie genoemd. Voor de meeste bronnen van duurzame elektriciteit is het gehele conventionele elektriciteitsproductiepark de referentie. Het referentierendement geeft weer hoeveel primaire energie er in de referentiesituatie nodig is om een eenheid elektriciteit te maken.

In de herziene versie van het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) is expliciet gekozen om gebruik te maken van een jaarafhankelijk referentierendement. Tabel 2.1 geeft de gehanteerde referentierendementen. Het verschil tussen de rendementen af-productie en bij-gebruiker wordt veroorzaakt door de netverliezen. De netverliezen zijn gesteld op 3,9 procent voor alle jaren. Dit wijkt iets af van het Protocol Duurzame Energie, maar is consistent met de elektriciteitsbalans van het CBS.

In het Protocol worden vaste emissiefactoren gegeven per brandstofgroep (tabel 4.1 uit het Protocol). De daadwerkelijke gewogen emissiefactoren voor de inzet van de ver-

schillende soorten steenkool(producten) en olieproducten variëren met de tijd in Nederland (tabel 2.1) en wijken voor steenkool(producten) behoorlijk af van de waarde in tabel 4.1 uit het Protocol (94,7 kg/GJ). In strijd met het Protocol, maar in analogie met de jaarafhankelijke referentierendementen hanteert het CBS daarom de jaarafhankelijke emissiefactoren uit tabel 2.1.

Voor het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales worden de kolen- of gasgestookte centrales als referentie genomen en dus niet het hele elektriciteitsproductiepark. De rendementen voor deze referentie zijn afkomstig uit de CBS-statistiek Productiemiddelen Elektriciteit. Voor de jaren tot met 2003 is deze statistiek nog niet zo nauwkeurig dat voldoende betrouwbare rendementen per jaar kunnen worden gegeneerd. Daarom wordt voor deze jaren uitgegaan van de gemiddelde rendementen voor de jaren 1999–2003 zoals opgegeven in het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004). Deze zijn 38,8 procent voor de kolencentrales en 47,5 procent voor de gasgestookte centrales. Voor 2004 zijn er wel redelijk betrouwbare cijfers beschikbaar en gebruikt, namelijk 38,8 procent voor de kolencentrales en 46,5 procent voor de gasgestookte centrales.

Tabel 2.1
Gehanteerde referentierendementen voor elektriciteitsproductie op exergiebasis¹⁾ en CO₂-emissiefactoren voor het gehele conventionele elektriciteitsproductiepark

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

¹⁾ Zie Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) voor een toelichting.

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

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

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

3. Algemeen overzicht binnenlandse bronnen

De Europese Unie heeft zichzelf als doel gesteld om 12 procent van het bruto binnenlands energieverbruik uit hernieuwbare bronnen te voorzien in 2010 (Europese Commissie, 1997). Nederland heeft in de Derde Energienota als doel gesteld dat 10 procent van de energieconsumptie afkomstig moet zijn van duurzame energie in 2020 (Ministerie van Economische Zaken, 1995). In het energierapport (Ministerie van Economische Zaken, 2005) is deze doelstelling bevestigd. In dit rapport wordt tevens aangegeven dat voor 2010 5 procent duurzame energie wordt nagestreefd.

De productie van duurzame energie uit binnenlandse bronnen is het afgelopen jaar gestegen naar 1,8 procent van het binnenlandse energieverbruik (tabel 3.1). Deze stijging heeft vooral te maken met de toename van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en de toename van de windenergie.

De belangrijkste bronnen van duurzame energie zijn windenergie, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en afvalverbrandingsinstallaties. Deze drie bronnen zijn samen verantwoordelijk voor ongeveer tweederde van de binnenlandse productie van duurzame energie. Biogas, houtkachels bij huishoudens en overige biomassaverbranding zijn de middelgrote bronnen, samen goed voor ongeveer een kwart van de binnenlandse productie van duurzame energie. De bijdrage van de overige bronnen is

nog klein, ondanks een duidelijk opgaande lijn van de duurzame energiebronnen uit de gebouwde omgeving (zonne-energie, warmtepompen en warmte/koudeopslag).

Het is ook mogelijk om de duurzame energieproductie in te delen naar vorm van energie. In tabel 3.1 worden vier vormen van duurzame energie onderscheiden: elektriciteitsproductie, elektriciteitsbesparing (het koude-deel van warmte/koudeopslag), warmteproductie en verbruik als gas (stortgas dat wordt omgezet in aardgas en finaal verbruik van biogas). In 1990 was warmteproductie nog de meeste dominante vorm. Echter, de groei van de duurzame elektriciteitsproductie is veel sterker geweest dan de duurzame warmteproductie. Daarom 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, in 2004 is het percentage CO₂ veel 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 3.1
Duurzame energie uit binnenlandse bronnen in vermeden primaire energie en vermeden CO₂¹⁾

	1990	1995	2000	2003	2004	2004
	<i>PJ</i>					<i>aandeel binnen duurzame energie (%)</i>
<i>Bron</i>						
Waterkracht	0,8	0,8	1,2	0,6	0,8	1,3
Windenergie	0,5	2,8	6,9	11,1	15,6	25,6
Zon-fotovoltaïsch	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,5
Zon-thermisch	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	1,1
Warmtepompen	-	0,1	0,4	0,7	0,9	1,5
Warmte-koudeopslag	0,0	0,0	0,3	0,7	0,8	1,3
Afvalverbrandingsinstallaties	6,1	6,1	11,4	11,5	11,2	18,4
Bij- en meestoken biomassa in centrales	-	0,0	1,9	7,1	14,1	23,1
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1,7	2,0	2,0	1,8	1,7	2,9
Houtkachels bij huishoudens	6,2	5,3	5,7	5,5	5,5	9,0
Overige biomassaverbranding	0,6	0,7	2,4	3,1	4,1	6,7
Stortgas	0,3	2,1	2,0	1,9	1,7	2,7
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,9	2,2	2,3	2,3	2,3	3,9
Overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	1,2	2,0
<i>Energievorm</i>						
Electriciteitsproductie	6,4	10,8	22,2	31,3	42,2	69,2
Electriciteitsbesparing	0,0	0,0	0,3	0,6	0,7	1,1
Warmteproductie	10,8	10,5	13,5	14,9	16,3	26,8
Gasproductie	1,4	1,9	1,9	1,5	1,7	2,8
Totaal duurzame energie	18,6	23,1	37,9	48,4	60,9	100,0
Totaal energieverbruik in Nederland ³⁾	2 702	2 964	3 065	3 248	3 314	
Aandeel duurzame energie in de energievoorziening (%)	0,7	0,8	1,2	1,5	1,8	
Vermeden CO ₂ duurzame energie (kton) ¹⁾	1 148	1 470	2 504	3 428	4 389*	
Totale CO ₂ emissie in Nederland (Mton) ²⁾	158	169	169	177	179*	
Vermeden CO ₂ duurzame energie (% totale CO ₂ emissie) ¹⁾²⁾	0,7	0,9	1,5	1,9	2,5*	

¹⁾ Berekend volgens het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004).

²⁾ Berekend volgens de definities van het Kyoto Protocol.

³⁾ Verbruikssaldo van het totaal van alle energiedragers uit de Nederlandse Energiehuishouding (NEH).

4. Duurzame elektriciteit

Naast een algemene beleidsdoelstelling voor duurzame energie zijn er ook specifieke beleidsdoelstellingen voor duurzame elektriciteit (EU, 2001). De indicatieve Europese doelstelling voor de EU-15 is 22,1 procent voor het aandeel van de elektriciteit uit hernieuwbare bronnen van het totale bruto elektriciteitsverbruik in 2010. De EU-doelstelling voor Nederland is dat 9 procent van het bruto elektriciteitsverbruik afkomstig moet zijn van hernieuwbare energiebronnen in datzelfde jaar. Bij deze doelstelling is het enige tijd onduidelijk geweest in hoeverre de import van duurzame stroom mag meetellen. De huidige stand van zaken is dat de import alleen mag meetellen indien het exporterende land daarmee expliciet instemt (Protocol Duurzame Energie, 2004 en Europese Commissie, 2004). Op dit moment zijn dergelijke afspraken door Nederland nog niet gemaakt.

Dit hoofdstuk beschrijft de binnenlandse productie, de import, de ontwikkelingen van de groencertificaten en het aantal huishoudens met groene stroom.

4.1 Binnenlandse productie

In 2004 was de binnenlandse netto duurzame elektriciteitsproductie 4,3 procent van het netto elektriciteitsverbruik (tabel 4.1). Dat is fors meer dan de 3,3 procent in 2003. De groei wordt veroorzaakt door een toename van het meestoken van biomassa bij elektriciteitscentrales (hoofdstuk 15) en een toename van de windenergie (hoofdstuk 9).

4.2 Import van groene stroom

Met ingang van deze rapportage wordt een nieuwe definitie gebruikt voor de import. In de vorige rapportages over duurzame energie is de import van stroom gedefinieerd als de geïmporteerde stroom waarvoor later een groencertificaat is gekregen (Ruijgrok, 2003 en CBS, 2004). Het telmoment is daarbij het moment van fysiek importeren. Omdat elektriciteit niet opgeslagen wordt, is dit tevens gelijk aan het moment van produceren. De import volgens deze definitie is de fysieke import.

Tussen het moment van fysiek importeren en het toekennen van een groencertificaat dat in Nederland geldig is zit enige tijd, meestal ongeveer een paar maanden. Het is ook mogelijk om de import van groene stroom te tellen op het moment dat het certificaat geldig wordt in Nederland. Dat is de import die afgeleid kan worden uit de openbare cijfers van CertiQ (www.certiq.nl).

In 2004 is de wetgeving over het Europese systeem van certificaten van groene stroom (Garanties van Oorsprong) door CertiQ geïmplementeerd. Met het invoeren van het systeem van Garanties van Oorsprong is het niet meer noodzakelijk het importeren van certificaten te koppelen aan de fysieke import van stroom. Daardoor is de oude definitie van fysieke import niet meer bruikbaar en is er in het nieuwe Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) voor gekozen om over te stappen op de certificaten-import.

De import van groene-stroomcertificaten is in 2004 ongeveer gelijk gebleven ten opzichte van 2003, ondanks de gedaalde vrijstelling van energiebelasting voor groene stroom. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat veel leveringsbedrijven een grote groep pas geworven afnemers hebben die ze niet willen teleurstellen. De relatief geringe prijs voor groene stroom certificaten op de Europese markt (0,1 eurocent/kWh, Junginger en Faaij, 2005) zorgt ervoor dat de leveranciers voor een beperkt bedrag groene stroom uit het buitenland kunnen inkopen. Daarbij speelt mee dat de binnenlandse productiecapaciteit van duurzame elektriciteit in 2004 beperkt was.

De dip in de geïmporteerde groene stroom uit waterkracht in 2003 is te verklaren uit de droge zomer in 2003 in Europa.

4.3 Groene-stroomcertificatensysteem

Via CertiQ kunnen binnenlandse en buitenlandse producenten van duurzame elektriciteit groene-stroomcertificaten krijgen voor hun duurzame stroom (zie ook hoofdstuk 1). Dit groene-stroomcertificaat is enerzijds nodig om gebruik te kunnen maken van de subsidies en fiscale regelingen voor groene stroom en anderzijds dient het om de

Tabel 4.1
Binnenlandse duurzame elektriciteitsproductie

	Duurzame elektriciteitsproductie ¹⁾					Netto binnenlands elektriciteitsverbruik ²⁾	Aandeel duurzame elektriciteitsproductie in netto binnenlands elektriciteitsverbruik
	Wind	Water	Zon-pv	Biomassa	Totaal		
	GWh						%
1990	56	85	0	579	720	78 582	0,9
1995	317	88	1	809	1 215	88 947	1,4
2000	829	142	8	1 695	2 674	104 943	2,5
2001	825	117	13	2 037	2 992	107 144	2,8
2002	946	110	17	2 556	3 629	108 452	3,3
2003	1 318	72	31	2 225	3 645	109 965	3,3
2004	1 867	95	33	2 968	4 963	114 667	4,3

¹⁾ De elektriciteitsbesparing door warmte-koudeopslag is niet meegenomen.

²⁾ Inclusief de netverliezen, exclusief het verbruik voor elektriciteitsopwekking.

Tabel 4.2
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

eindafnemers te garanderen dat de afgenomen groene stroom ook daadwerkelijke groen is.

De consumptie (*redeem*) van groene stroom in termen van gebruikte certificaten is in 2004 verder gegroeid (tabel 4.3). Dit is in lijn met de sterke groei van het aantal consumenten met groene stroom (zie hieronder). Het moment van gebruiken van het certificaat is niet precies gelijk aan het moment van leveren van de stroom aan de eindgebruikers. Daardoor zal de 16 000 GWh aan gebruikte groene-stroomcertificaten in 2004 niet exact corresponderen met de afname van groene stroom in 2004 door de eindgebruikers. De 16 000 GWh gebruikte groene-stroomcertificaten in 2004 vertegenwoordigen 14 procent van het totale netto elektriciteitsverbruik in Nederland.

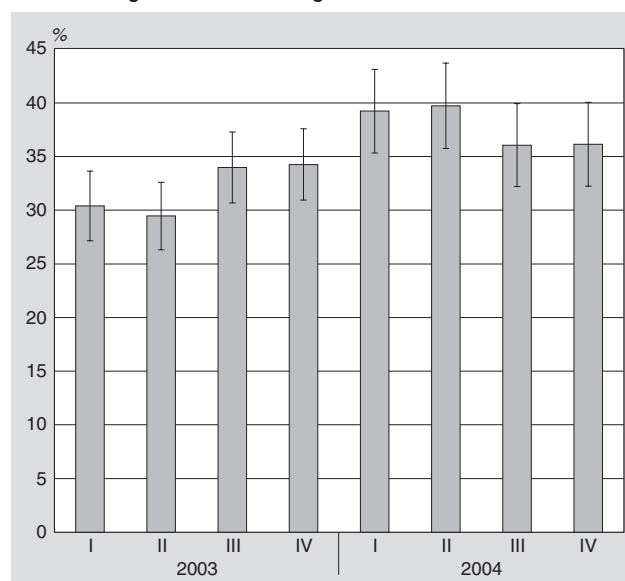
De hoeveelheid uitgegeven groene-stroomcertificaten voor de binnenlandse productie (tabel 4.3) is aanmerkelijk lager dan de totale binnenlandse productie aan duurzame elektriciteit (tabel 4.1). Dit komt vooral omdat de meeste afvalverbrandingsinstallaties niet voldoen aan de voorwaarden (rendementseis) om in aanmerking te komen voor financiële voordelen van de overheid op basis van groene-stroomcertificaten (in het kader van de wet milieukwaliteit elektriciteitsproductie (MEP)). Als gevolg daarvan vragen de meeste afvalverbrandingsinstallaties geen groene-stroomcertificaten aan. Daarnaast ontstaan er ook verschillen tussen het groene-stroomcertificatensysteem en de duurzame elektriciteitsproductie vanwege het tijdsverschil tussen de daadwerkelijke productie en de uitgifte van het certificaat.

4.4 Huishoudens met groene stroom

Het aantal huishoudens dat gebruik maakt van groene stroom is gestegen van 32 procent in 2003 naar 38 procent

in 2004. Deze stijging vond vooral plaats in de eerste helft van 2004 (figuur 4.1). In de tweede helft van 2004 lijkt het aantal huishoudens met groene stroom niet meer te stijgen. De onderzekerheidsmarges (95 procent betrouwbaarheidsinterval) in de cijfers zijn te groot om te spreken van een daling in de tweede helft van 2004.

4.1 Percentage huishoudens met groene stroom



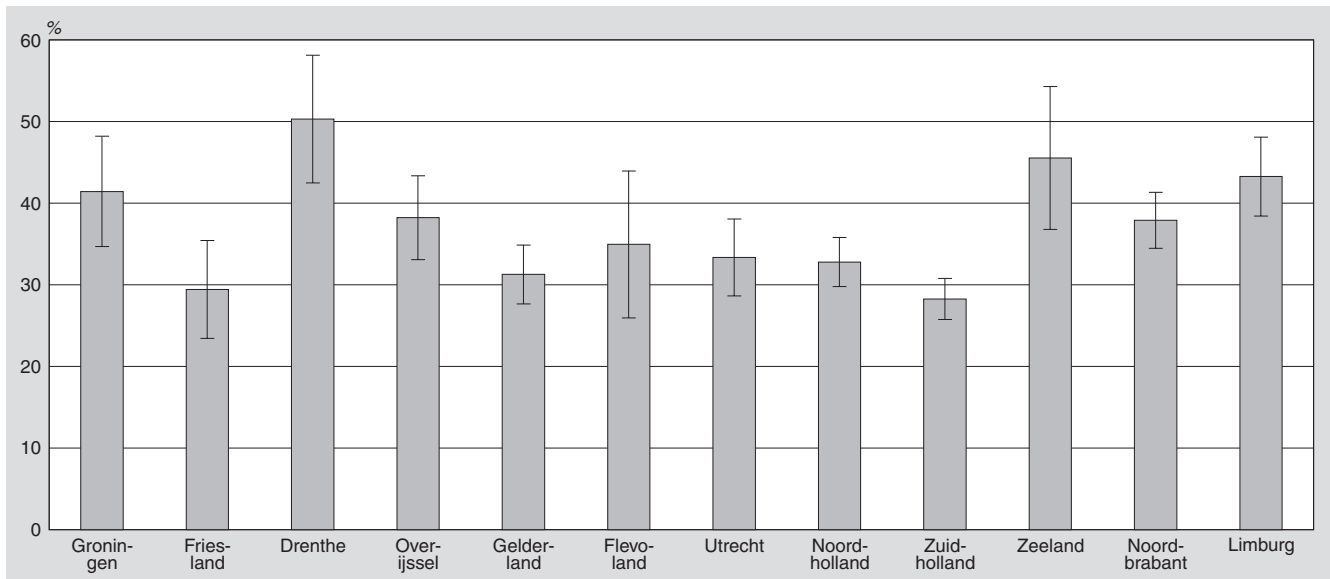
De cijfers over het aantal huishoudens met groene stroom zijn afkomstig uit het permanent onderzoek leefsituatie (POLS) van het CBS. POLS kent een modulaire opbouw. Eén van de modules is de module Recht en Milieu (REM). Hierin worden ondermeer vragen gesteld over milieu-aspecten zoals gebruik van groene stroom, enkele vormen van woningisolatie en kennis over de stijging van de ener-

Tabel 4.3
Overzicht van de groene-stroomcertificaten van CertiQ, exclusief certificaten voor warmtekrachtkoppeling

	2002	2003	2004
	GWh		
Uitgegeven certificaten			
Binnenlandse productie	2 357	2 648	4 077
Import	8 149	9 713	10 462
Totaal	10 506	12 362	14 539
Gebruikte certificaten	3 662	12 315	16 227
Verlopen certificaten	6	1 831	297
Teruggetrokken certificaten	20	42	119
Niet verhandelbare certificaten	–	–	65
Export	–	–	3
Voorraad begin van het jaar	636	7 456	5 628
Voorraad mutatie	6 819	–1 828	–2 173
Voorraad einde van het jaar	7 456	5 628	3 455

Bron: www.certiq.nl.

4.2 Percentage huishoudens met groene stroom naar provincie, 2003/2004



gierekening van het afgelopen jaar. Het aantal respondenten op de vraag over het gebruik van groene stroom was 5 500 in 2003 en 4000 in 2004.

Uit uitsplitsingen van de resultaten uit het POLS-onderzoek blijkt onder andere dat op het platteland het gebruik van groene stroom groter is dan in de stad en dat bij de lagere inkomensgroepen het gebruik van groene stroom relatief

laag is (Sleijpen, 2005). Verder blijkt dat in Drenthe, Zeeland en Limburg het gebruik van groene stroom bij huishoudens boven het gemiddelde ligt en in Friesland en Zuid-Holland onder het gemiddelde (figuur 4.2). Gezien de beperkte omvang van de steekproef per provincie is het niet goed mogelijk om enigszins betrouwbare jaarlijkse gegevens per provincie te presenteren.

5. Duurzame warmte

Bij verschillende bronnen van duurzame energie wordt ook de warmteproductie gerapporteerd. Deze warmteproducties zijn 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 de vermeden primaire energie als uitgangspunt genomen.

De grootste bijdrage aan de duurzame warmte wordt gevormd door de houtkachels bij huishoudens (een derde) en door de afvalverbrandingsinstallaties (bijna een kwart). De duurzame warmte groeit de laatste jaren vooral door de toename bij de overige biomassaverbranding. Hierin speelt het gebruik van biomassa in de cementoven een belangrijke rol.

Tabel 5.1
Duurzame warmte in vermeden primaire energie

	1990	1995	2000	2003	2004	Aandeel 2004
	TJ					%
Zon-thermisch	73	167	421	626	698	4
Warmtepompen	.	73	380	702	944	6
Warmte- koudeopslag ¹⁾	3	11	37	115	132	1
Afvalverbrandingsinstallaties ¹⁾	2 007	1 502	3 407	3 642	3 731	23
Bij- en meestoken biomassa in centrales ¹⁾	0	1	17	90	361	2
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1 657	1 971	1 965	1 802	1 748	11
Houtkachels bij huishoudens	6 231	5 335	5 701	5 464	5 464	33
Overige biomassaverbranding ¹⁾	259	374	570	1 315	2 204	13
Stortgas ¹⁾	22	168	49	61	73	0
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties ¹⁾	486	805	786	924	845	5
Overig biogas ¹⁾	17	77	172	172	136	1
Totaal	10 754	10 484	13 505	14 914	16 337	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.

6. Internationale statistieken over duurzame energie

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

Een andere oorzaak van verschillen tussen nationale en internationale cijfers kan zijn 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 cijfers in IEA (2005) gebaseerd op de nader voorlopige cijfers die het CBS in juni 2005 nationaal heeft gepubliceerd. Deze nader voorlopige cijfers wijken wat af van de definitieve cijfers in dit rapport (eind 2005). Deze definitieve cijfers heeft het CBS in oktober doorgegeven aan het IEA en zullen door het IEA pas in 2006 met het verschijnen van de nieuwe jaarpublikatie worden gepubliceerd. De gegevens die nu op de website staan van Eurostat lopen tot het en met verslagjaar 2003. Publicatie van de gegevens over 2004 (geleverd in oktober 2005) staat gepland in mei 2006. Eurostat overweegt om voor die landen waarvoor de gegevens eerder gereed zijn de gegevens eerder te publiceren.

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 deze vragenlijsten in voor Nederland.

In dit hoofdstuk worden verschillen in definities en wijze van presenteren verder toegelicht. Sectie 6.1 behandelt duurzame energie totaal en sectie 6.2 behandelt duurzame elektriciteit.

6.1 Duurzame energie totaal

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

In plaats van de substitutiemethode gaan het IEA en Eurostat uit van de eerste meetbare nuttige vorm van energie, welke ze tellen als primaire productie (IEA/Eurostat, 2004). Bij windenergie, waterkracht en fotovoltaïsche zonne-energie gaat het daarbij om de elektriciteitsproductie. Bij biomassaverbranding gaat het daarbij om de energie-inhoud van de biomassa en bij biogas gaat het daarbij om de energie-inhoud van het nuttig gebruikte biogas (dus exclusief de fakkels). Voor thermische zonne-energie gaat het om de beschikbare warmte voor het warmteoverdragende medium minus de optische en collector verliezen. In het Protocol Duurzame Energie zijn kentallen gegeven om

de thermische zonne-energie volgens deze definitie te berekenen. Koudeopslag is een vorm van energiebesparing en komt dus alleen indirect terecht in de internationale energiestatistieken (als een verminderd elektriciteitsverbruik, net als in de NEH). Warmteopslag valt mogelijk onder geothermische energie. Op dit moment geeft het CBS dit nog niet op. Komend jaar zal navraag worden gedaan of dit terecht is. Warmtepompen vallen internationaal niet onder duurzame energie.

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 afvalverbrandingsinstallaties niet uitsplitsten 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.

Een tweede verschil is dat IEA als leidende indicator het aanbod van duurzame primaire energie presenteert, terwijl Eurostat daarvoor de primaire productie neemt. Het verschil tussen deze twee definities ligt in het saldo van import en export.

Voor Nederland maakt dat nu nog niets uit, omdat het CBS nog geen import of export van duurzame energie opgeeft. Echter, er is in 2004 wel op grote schaal biomassa geïmporteerd (Junginger en Faaij, 2005). Het CBS streeft ernaar om de internationale handel in biomassa wel te gaan opnemen in de internationale statistieken. Dat is nu nog niet gedaan, omdat nog nader onderzoek nodig is naar werkbare definities, de opbouw van een historische reeks en de betrouwbaarheid van de gegevens. Hetzelfde geldt voor de internationaal gevraagde uitsplitsing tussen vloeibare en vaste biomassa. Op dit moment rapporteert het CBS alle vloeibare biomassa nog onder het kopje vaste biomassa.

In tabel 6.1 zijn per energiebron de vermeden primaire energie (nationaal) en het aanbod of de productie van vermeden primaire energie (internationaal) weergegeven. Wat opvalt is dat bij windenergie, waterkracht en fotovoltaïsche zonne-energie de duurzame energie volgens de nationale definitie veel hoger is en dat bij de afvalverbrandingsinstallaties en huishoudelijke houtkachels de duurzame energie volgens de internationale definitie veel hoger is. Deze verschillen zijn goed te verklaren uit de verschillen in definitie.

Bij bijvoorbeeld windenergie wordt nationaal een fictieve input berekend, terwijl internationaal direct de gemeten elektriciteitsproductie gebruik wordt. Bij afvalverbrandingsinstallaties en huishoudelijke houtkachels wordt nationaal gemeten aan de output kant, terwijl internationaal alleen wordt gekeken naar de input kant. Door het lage rendement van deze bronnen ontstaan er grote verschillen tussen de nationale en internationale cijfers.

Tabel 6.1
Vergelijking tussen nationale en internationale methodes duurzame energie, 2004

	Nationaal	IEA	Eurostat
	Vermeden primaire energie	Aanbod primaire energie	Productie primaire energie
<i>TJ</i>			
Waterkracht	794	342	342
Windenergie	15 594	6 721	6 721
Fotovoltaïsche zonne-energie	288	119	119
Thermische zonne-energie	698	739	739
Warmtepompen	944		
Warmte/koudeopslag	812		
Meestoken centrales	14 075	14 123	14 123
Houtkachels huishoudens	5 464	9 316	9 316
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1 748	1 895	1 895
Overige biomassaverbranding	4 090	4 992	4 992
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	11 209	26 066	26 066
Afvalverbrandingsinstallaties, niet-biogeen afval			29 393
Stortgas	1 674	2 041	2 041
RWZI biogas	2 348	2 033	2 033
Overig biogas	1 207	1 211	1 211
Totaal	60 946	69 598	98 991

Het overall effect van de verschillen in definitie is dat de duurzame energie volgens de internationale definitie hoger is dan volgens de nationale definitie. Dit verschil is in de loop van de jaren wel kleiner geworden, omdat de biomassabronnen met een laag rendement ongeveer constant blijven en windenergie fors groeit.

Bij de presentatie van de gegevens wordt zowel nationaal als internationaal meestal 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. Dit laatste bezwaar geldt overigens niet voor de Nederlandse variant, omdat de duurzame energieberekening los staat van de energiebalans (Nederlandse Energiehuishouding (NEH)).

6.2 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 verschil is vooral dat de afvalverbrandingsinstallaties internationaal gezien een grotere bijdrage leveren aan de duurzame elektriciteit, 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, 2005). Eurostat, echter, gebruikt het elektriciteitsverbruik in de noemer (Eurostat, 2005). 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 uit splitsing zelf te schatten voor de landen waar deze gegevens ontbreken. Eurostat is daar terughoudender in.

In tabel 6.2 is de cijfermatige invulling van de verschillende definities naast elkaar gezet. De grootte van de verschillen lopen op tot boven de procentpunt.

Tabel 6.2
Duurzame elektriciteitsproductie volgens nationale en internationale methodes, 2004

	Nationaal	Eurostat	IEA	EU-Richtlijn Duurzame elektriciteit
	<i>netto GWh</i>	<i>bruto GWh</i>		
<i>Productie van duurzame elektriciteit</i>				
Waterkracht	95	95	95	95
Windenergie	1 867	1 867	1 867	1 867
Fotovoltaïsche zonne-energie	33	33	33	33
Meestoken van biomassa in centrales	1 539	1 609	1 609	1 609
Overige biomassaverbranding	217	228	228	228
Biogeen AVI-afval	931	1 199	1 199	1 199
Niet biogeen AVI-afval		1 352		
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	126	130	130	130
Stortgas	134	138	138	138
Overig biogas	21	22	22	22
Totaal	4 963	6 673	5 321	5 321
<i>Totaal elektriciteitsverbruik</i>	114 667	118 697		118 697
<i>Totale elektriciteitsproductie</i>			102 481	
<i>Percentage duurzame elektriciteit</i>	4,3	5,6	5,2	4,5

7. Duurzame energie in de Nederlandse Energiehuishouding

De Nederlandse Energiehuishouding (NEH) is het integratiekader voor alle fysieke energiestatistieken van het CBS. In de NEH worden per energiedrager sectorale energiebalansen opgesteld. Duurzame energie is ook onderdeel van de NEH, 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 NEH zijn opgenomen.

7.1 Waterkracht, windenergie en fotovoltaïsche zonne-energie

Deze drie bronnen 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 mee speelt is dat de eigendomsverhoudingen van de vele windmolenprojecten complex kunnen zijn.

7.2 Thermische zonne-energie

Thermische zonne-energie komt terug als winning van de groep energiedragers 'warm water en stoom'. Daarbij is de waarde gelijk aan de warmteproductie zoals berekend volgens de definitie van de IEA (hoofdstuk 6.1). Bij de onderverdeling over sectoren is aangenomen dat alle zonneboilers en zwembadsystemen <math><30\text{ m}^2</math> bij huishoudens staan en dat de overige zon-thermische systemen staan opgesteld bij de overige afnemers.

7.3 Warmtepompen

De duurzame energie uit warmtepompen komt terug als winning van warm water en stoom. De waarde is daarbij gelijk aan de bruto warmteproductie van de warmtepompen. Het elektriciteit en gasverbruik van de warmtepompen is onderdeel van het finaal verbruik. De warmtepompen uit de woningbouw vallen onder de NEH sector huishoudens en de warmtepompen uit de utiliteitsbouw vallen onder de overige afnemers.

7.4 Warmte/koudeopslag

De elektriciteitsbesparing uit warmte/koudeopslag komt niet (direct) terug in de NEH, omdat dit een besparing is. Indirect is het wel aanwezig als een verminderd elektriciteitsverbruik. De gasbesparing 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 'warm water en stoom'. Alle warmte/koudeopslag is toebedeeld aan de overige afnemers, omdat deze techniek vooral in de utiliteitsbouw wordt toegepast.

7.5 Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)

In de NEH omvat deze sector alle bedrijven met als hoofdactiviteit afval verbranden. In de duurzame energiestatistiek gaat het alleen om de installaties sec, inclusief rookgasreiniging en de voor- en nascheiding. Andere activiteiten van hetzelfde bedrijf vallen er buiten. Dit verschil verklaart waarom de elektriciteitsproductie en warmteproductie uit de duurzame energiestatistiek (hoofdstuk 14) net wat anders zijn dan de elektriciteitsproductie en warmteproductie in de NEH. De energie-inhoud van het verbrande afval komt terug als de winning van 'warm water en stoom' en de inzet van 'warm water en stoom' voor omzettingen.

7.6 Biomassa

Biomassa valt in de NEH onder 'warm water en stoom'. Er zijn geen posten aanvoer of afleveringen van biomassa, omdat het vaak lastig is om te definiëren wanneer de biomassa als energiedrager gezien kan worden. Als gevolg daarvan wordt winning van biomassa geplaatst bij die bedrijven die biomassa gebruiken. Alle gebruikte biomassa komt dus terug als winning van 'warm water en stoom'.

Er zijn twee soorten verbruik van biomassa (inzet wkk en finaal verbruik). De duurzame elektriciteitsproductie uit biomassaverbranding is onderdeel van de elektriciteitsproductie uit wkk. Bij de onderverdeling naar sectoren voor de houtkachels bij bedrijven voor warmte is een vaste verdeling gebruikt (85 procent overige industrie en 15 procent overige afnemers). Inmiddels is betere informatie beschikbaar (hoofdstuk 16), maar deze is nog niet verwerkt in de NEH, vanwege het beleid om de NEH niet al te vaak te herzien.

7.7 Biogas

Binnen de duurzame energiestatistiek worden drie soorten biogas onderscheiden (stortgas, biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties en overige biogas). In de NEH worden deze samengenomen. De fakkels (hoofdstuk 20) komen terug als winning en finaal verbruik. Het stortgas dat wordt omgezet in aardgas komt terug in de NEH 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. Wat verder van belang is dat bij het stortgas een groot deel van de winning geplaatst is bij overige afnemers (vaak eigenaren stortplaatsen) en de elektri-

citeitsproductie uit stortgas bij de distributiebedrijven (vaak eigenaren gasmotoren). Tussen deze twee sectoren is een levering van stortgas. Rioolwaterzuiveringsinstallaties val-

len onder de overige afnemers en het overig biogas is per bedrijf bij de betreffende sector geplaatst.

8. Waterkracht

8.1 Opgestelde capaciteit en duurzame energiebijdrage

In tabel 8.1 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. Het jaar 2003 was droog, niet alleen in Nederland, maar in het gehele stroomgebied van de Rijn en de Maas. Dat verklaart waarom de duurzame energieproductie uit waterkracht in 2003 uitzonderlijk laag was. In 2004 is de elektriciteitsproductie uit waterkracht weer toegenomen en was de duurzame energie uit waterkracht iets meer dan 1 procent van het totaal van de vermeden primaire energie door duurzame energie.

8.2 Methode, gebruikte bronnen en nauwkeurigheid

Voor 1990 t/m 1997 komen de gegevens uit CBS-enquêtes. Voor 1998 t/m juni 2001 is gebruik gemaakt van gegevens van EnergieNed en vanaf juli 2001 is gebruik gemaakt van gegevens van het groene-stroomcertificatenstelsel 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 haar eigen enquêtes niet meer naar de elektriciteitsproductie uit waterkracht. Alleen bij, incidentele, niet plausibele uitkomsten uit de registratie wordt contact opgenomen met de eigenaren van de waterkrachtcentrales.

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

Tabel 8.1
Waterkracht

	Aantal systemen ≥0,1 MW	Opgesteld elektrisch vermogen	Elektriciteits- productie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		<i>MW</i>	<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	5	37	85	752	55
1995	5	37	88	775	56
2000	6	37	142	1 179	83
2001	6	37	117	991	70
2002	6	37	110	927	65
2003	6	37	72	607	43
2004	6	37	95	794	56*

9. Windenergie

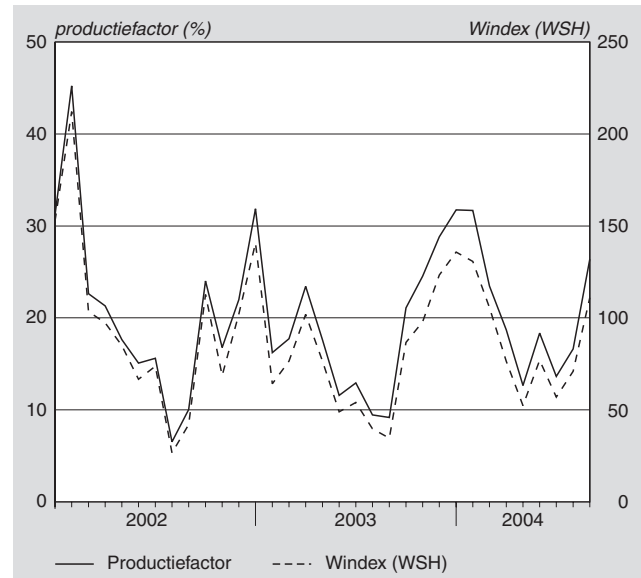
9.1 Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen neemt de laatste jaren met ongeveer 200 MW per jaar toe. Dat verklaart de stijging van de elektriciteitsproductie uit windenergie (tabel 9.1). Het windaanbod was in 2004 beter dan in 2003. Het was echter nog wel beneden het langjarig gemiddelde (WSH, 2005). In termen van vermeden primaire energie draagt windenergie nu voor ruim 25 procent bij aan het totaal van de duurzame energie in Nederland.

Flevoland is de provincie met het grootste opgestelde vermogen, ondanks het feit dat de productie per opgesteld vermogen (productiefactor) beneden het landelijk gemiddelde ligt (tabel 9.2). De lagere productiefactor in Flevoland wordt in ieder geval voor een deel veroorzaakt doordat het op de windmolenlocaties in Flevoland minder hard waait dan op de windmolenlocaties in andere provincies (SenterNovem, 2005a en WSH, 2005).

De elektriciteitsproductie van de windmolens is in sterke mate afhankelijk van het windaanbod, dat behoorlijk fluctueert (figuur 9.1). 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

9.1 Productiefactor windmolens en Windex per maand



voor het windaanbod. De maandelijkse fluctuaties in de productiefactor zijn sterk gecorreleerd met de Windex (figuur 9.1). Uit de figuur blijkt echter ook dat de productiefactor wat boven de Windex komt te liggen in 2004. Dat

Tabel 9.1
Duurzame energie uit wind

	Aantal windmolens	Vermogen	Bijgeplaatst aantal windmolens	Bijgeplaatst vermogen	Gemiddeld vermogen per bijgeplaatste windmolen	Elektriciteitsproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>N</i>	<i>MW</i>	<i>N</i>	<i>MW</i>		<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	323	50	70	15	0,21	56	495	36
1995	1 008	250	336	109	0,32	317	2 790	201
2000	1 291	447	47	38	0,81	829	6 861	482
2001	1 342	485	60	40	0,67	825	6 975	493
2002	1 450	670	152	200	1,32	946	7 976	563
2003	1 595	906	200	243	1,21	1 318	11 112	789
2004	1 651	1 073	168	204	1,22	1 867	15 594	1 096*

Tabel 9.2
Windenergie naar provincie

	Vermogen		Bijgeplaatst vermogen		Elektriciteitsproductie		Productiefactor ¹⁾	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
	<i>MW</i>				<i>GWh</i>		<i>%</i>	
Groningen	62	64	1	2	93	116	17,1	20,6
Friesland	93	105	17	17	155	211	21,2	24,0
Flevoland	372	454	106	85	522	749	18,0	20,3
Noord-Holland	151	183	58	37	233	359	20,4	23,7
Zuid-Holland	125	149	47	35	178	259	20,0	24,0
Zeeland	57	79	—	22	91	113	18,1	21,2
Noord-Brabant	37	31	7	7	41	45	12,5	14,5
Overige provincies	8	8	6	0	5	14	16,4	20,8
Totaal	906	1 073	243	204	1 318	1 867	18,7	21,6

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.

Tabel 9.3
Opgesteld vermogen windenergie per provincie, einde van verslagjaar

	2003			2004			2010 ¹⁾
	CBS	WSH	LSOW	CBS	WSH	LSOW	LSOW
<i>MW</i>							
Groningen	62	62	62	64	64	64	165
Friesland	93	90	89	105	105	104	200
Flevoland	372	382	382	454	455	454	220
Noord-Holland	151	148	149	183	184	182	205
Zuid-Holland	125	127	113	149	152	152	205
Zeeland	57	56	60	79	80	79	205
Noord-Brabant	37	37	38	31	31	38	115
Overige provincies	8	8	8	8	7	8	185
Totaal	906	910	900	1 073	1 078	1 080	1 500

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

Bron: CBS, WSH (2005) en LSOW (2005).

betekent dat de productiefactor gecorrigeerd voor het windaanbod iets is toegenomen. Dit zou kunnen komen doordat nieuwe windmolens gemiddelde hoger zijn en gemiddeld op betere locaties staan dan de oude windmolens. Nadere analyse is nodig om hier preciezere uitspraken over te kunnen doen.

9.2 Methode en nauwkeurigheid

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 groene-stroomcertificaten van CertiQ. De database van de KEMA is daarbij op individueel niveau gekoppeld aan de administratie achter de groene-stroomcertificaten van CertiQ. De vermogens per aansluitpunt zijn daarbij 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. In incidentele gevallen is er nagebeld.

Het vermogen per provincie is vergeleken met twee andere grotendeels onafhankelijke bronnen (tabel 9.3). Het blijkt dat de verschillen voor 2004 niet groter zijn dan 10 MW en meestal hooguit enkele MW. Een belangrijke oorzaak voor

de verschillen is het moment van in en uit gebruik nemen van turbines.

De aantallen turbines zijn bepaald aan de hand van individuele gegevens die SenterNovem registreert in het kader van het beoordelen van aanvragen voor Energie-investeringsaftrek (EIA). Daarbij zijn gegevens van WSH gebruikt als aanvulling.

De elektriciteitsproductie is berekend aan de hand van de administratie achter de groene-stroomcertificaten van CertiQ. Daarbij zijn de productiegegevens per maand per aansluitcode beoordeeld op plausibiliteit. In veel gevallen bleken correcties nodig, met name in 2002 en 2003 daar waar de productie van meerdere maanden onder één maand is gerapporteerd. Daarnaast is er een bijschatting gemaakt voor windparken waarvan de productie niet bij CertiQ bekend is. Deze bijschatting is gemaakt op basis van het vermogen en de gemiddelde productiefactor en was ongeveer 10 GWh in 2004 (minder dan 1 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.

De onzekerheid in het vermogen en de elektriciteitsproductie wordt geschat op ongeveer 2 procent.

10. Fotovoltaïsche zonne-energie

10.1 Ontwikkelingen

Het geïnstalleerd fotovoltaïsche (pv) vermogen is afgelopen jaar licht gestegen. In 2003 was het nog bijna verdubbeld (Tabel 10.1). De sterke toename van het vermogen in 2003 is te danken aan de EnergiePremieRegeling (EPR) en vaak nog enkele andere subsidieregelingen, waardoor particulieren voor weinig geld een zonnepaneel konden aanschaffen. De regeling is in oktober 2003 beëindigd, maar vlak daarvoor hebben nog veel mensen een zon-pv paneel besteld. De totale bijdrage van fotovoltaïsche zonne-energie aan de duurzame energie in Nederland is ongeveer 0,5 procent.

De fotovoltaïsche systemen worden ingedeeld in drie categorieën: autonome systemen, netgekoppelde systemen in eigendom van een energiebedrijf en overige netgekoppelde systemen. Autonome systemen zijn systemen die niet aan het netgekoppeld zijn. Ze worden toegepast voor kleinschalige recreatieve toepassingen in gebieden waar geen aansluiting op het elektriciteitsnet is, zoals tuinhuisjes, jachten, caravans en afgelegen huizen. Ook worden autonome systemen professioneel toegepast bijvoorbeeld bij drinkbakken voor vee, zonlichtmasten en boeien.

De sterke toename in 2003 zat volledig bij de decentrale netgekoppelde systemen (tabel 10.2). Deze systemen worden veel op gebouwen geplaatst (bijvoorbeeld op woonhuizen).

Op verzoek van Holland Solar en SenterNovem heeft het CBS niet alleen gegevens verzameld over de bijgeplaatste systemen, maar ook over (i) de import en export van zonnepanelen, (ii) de productie van en handel in inverters (een onderdeel van zonnepaneel), (iii) de werkgelegenheid, omzet en uitgaven voor Research en Development bij de bedrijven actief in de handel en productie van fotovoltaïsche zonne-energie-systemen. Deze gegevens zijn te vinden op StatLine.

10.2 Methode en nauwkeurigheid

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 is de populatie in twee groepen verdeeld: 8 grote bedrijven en 40 kleine bedrijven. Na intensieve rappelacties was de respons bij de grote bedrijven 100 procent. Bij de kleinere bedrijven 80 procent. Niet responderende kleine bedrijven zijn bijgeschat op basis van een gemiddeld klein bedrijf.

Tabel 10.1
Fotovoltaïsche zonne-energie

	Vermogen	Elektriciteitsproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>MW</i>	<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	1	0	3	0
1995	2	1	10	1
2000	13	8	66	5
2001	21	13	115	8
2002	26	17	149	11
2003	46	31	270	19
2004	50	33	288	20*

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

Tabel 10.2
Opgesteld vermogen (MW) van fotovoltaïsche systemen, 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	5,1	3,2	41,3

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

Deze bijschatting bedraagt ongeveer 10 procent van het bijgeplaatste vermogen in 2004. Deze 10 procent is tevens de schatting van de onnauwkeurigheid in het bijgeplaatste vermogen in 2004.

De elektriciteitsproductie is berekend met behulp van vaste kentallen van de jaarlijkse productie per geïnstalleerd vermogen (SenterNovem, 2004). Voor autonome systeem geldt een productie van 400 kWh per kW vermogen en voor netgekoppelde systemen geldt een productie van 700 kWh per kW vermogen.

11. Zon-thermische energie

11.1 Opgestelde capaciteit en duurzame energiebijdrage van de actieve zon-thermische energie-systemen

Tabel 11.1 geeft de totale bijdrage van zon-thermische energiesystemen aan duurzame energie. Dit betreft zowel de afgedekte als de onafgedekte systemen. De groei van de zonthermische systemen is vrij constant. Het opgesteld oppervlak en de vermeden primaire energie is met ruim 10 procent toegenomen ten opzichte van het jaar daarvoor. De totale bijdrage van de zon-thermische energie aan de duurzame energie in Nederland is ruim 1 procent.

Bij de actieve zon-thermische energiesystemen kan een uitsplitsing worden gemaakt naar afgedekte en onafgedekte systemen. Afgedekte systemen zijn gesloten systemen, hierdoor is het verschil in temperatuur tussen het systeem en de omgevingstemperatuur groter dan bij een onafgedekt systeem. Door het grotere temperatuurverschil is warmteproductie per 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 6m², deze worden vooral in de utiliteitsbouw toegepast. De onafgedekte systemen worden bij zwembaden toegepast. In tabel 11.2 is een overzicht te zien van deze uitsplitsing. Tevens is een kolom

met aantal installaties weergegeven voor systemen met een collector oppervlak kleiner dan 6 m² (zonneboilers).

11.2 Methode, gebruikte bronnen en nauwkeurigheid

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 met een kwartaalenquête voor de 22 leveranciers van deze systemen. De respons was 100 procent. 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 8 leveranciers van deze systemen. De lijst van leveranciers is opgesteld aan de hand van gegevens van Projectbureau Duurzame Energie (2004). De respons was 60 procent. Niet responderende bedrijven zijn niet bijgeschat. De aanname daarbij is dat ze relatief weinig systemen geleverd hebben.

Om voor de uit gebruik genomen zonneboilers te corrigeren zijn alle zonneboilers die in 1988 zijn bijgeplaatst niet meer meegenomen in de berekeningen van de bijdrage aan duurzame energie. Dit impliceert een levensduur van 15 jaar. Het is goed mogelijk dat systemen eerder of later uit roulatie worden genomen, ofwel worden vervangen. Dit brengt een onzekerheidsmarge met zich mee.

Tabel 11.1
Zon-thermische energiesystemen

	Opgesteld Collectoropp.	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>x 1 000 m²</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	76	73	4
1995	162	167	9
2000	360	421	23
2001	416	490	27
2002	475	563	31
2003	524	626	35
2004	583	698	39*

Tabel 11.2
Bijgeplaatste zon-thermische energiesystemen uitgesplitst naar type systeem

	Aantal		Oppervlak	
	Afgedekt, collector-oppervlak ≤ 6 m ² (zonneboilers)	Afgedekt, collector-oppervlak > 6 m ²	Onafgedekt	
	<i>1 000 m²</i>			
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

Voor veel wat grotere projecten heeft Ecofys een database met eigenaren opgesteld (Warmerdam, 2003). Het CBS heeft in 2005 130 eigenaren van systemen benaderd met de vraag of hun systeem nog in gebruik was. De informatie uit deze belronde is verwerkt in de database met zonthermische systemen. Bij de overige systemen heeft het CBS aangenomen dat de levensduur 15 jaar is.

De duurzame energie uit zon-thermische systemen is berekend volgens kentallen voor de energieproductie per zonneboiler en de energieproductie per m² collectoroppervlak (voor de niet zonneboilers). Tevens is het extra elektri-

citeitsverbruik van de zonneboilers ten opzichte van standaard (referentie) systemen in rekening gebracht. De kentallen staan in het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004).

De grootste onzekerheid zit in de cijfers van de onafgedekte systemen. De respons op de enquête is een stuk lager en ook de onderbouwing van de kentallen lijkt wat minder hard (Protocol Duurzame Energie, SenterNovem, 2004). De onzekerheid in de duurzame energie uit onafgedekte systemen wordt geschat op 25 procent, de onzekerheid in zonthermisch totaal op 15 procent.

12. Warmtepompen

Een warmtepomp neemt warmte van een lage temperatuur op en geeft deze af op een hogere temperatuur. Daarvoor heeft een warmtepomp energie nodig, maar deze is 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 daarvoor iets afkoelt) en de aandrijfenergie van de warmtepomp. Volgens het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) 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 voor ruimteverwarming in de utiliteitsbouw en de woningbouw.

12.1 Opgestelde capaciteit en duurzame energiebijdrage

In tabel 12.1 is een totaal overzicht te zien van de warmtepompen voor duurzame energie. Het aantal warmtepompen is met ruim 5 000 toegenomen tot ruim 25 000. Het totale vermogen dat is bijgeplaatst is 70 MWth. De totale bijdrage van warmtepompen aan duurzaam opgewekte energie is een kleine 1 PJ vermeden primaire energie. Dit is ongeveer anderhalf procent van de totale duurzame energie.

Met ingang van het nieuwe Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) wordt er een onderscheid gemaakt

in vijf typen warmtepompen: (i) elektrische standaard warmtepompen, (ii) elektrische combiwarmtepompen, (iii) elektrische warmtepompboilers, (iv) elektrische omkeerbare warmtepompen, en (v) gas aangedreven warmtepompen. Standaard warmtepompen zijn primair ontworpen voor ruimteverwarming, combiwarmtepompen zijn ontworpen voor ruimteverwarming en verwarming van tapwater, warmtepompboilers zijn ontworpen voor verwarming van tapwater en omkeerbare warmtepompen zijn ontworpen voor verwarming en koeling. Elektrische warmtepompen gebruiken elektriciteit als aandrijfenergie en gas aangedreven warmtepompen gebruiken aardgas.

Voor elektrische combiwarmtepompen en gas aangedreven warmtepompen is het aantal leveranciers zeer gering. Vanwege de betrouwbaarheid en de vertrouwelijkheid publiceert het CBS daarom geen jaarlijkse aparte gegevens over deze twee categorieën en zijn ze samen genomen met standaardwarmtepompen. Voor de gas aangedreven warmtepompen is het wel mogelijk om aan te geven dat er in 2004 ongeveer 300 waren met een totaal vermogen van 13 MW, en in 1994 waren het er ongeveer 15 met een vermogen van 10 MW. Vermoedelijk is dit een onderschatting, omdat de respons op de enquête onder de leveranciers in de loop der jaren niet volledig was, en er niet is bijgeschat.

Qua groei van vermogen is het grootste deel van de warmtepompen te vinden in de utiliteit (tabel 12.2) Het gaat dan vooral om omkeerbare warmtepompen.

Tabel 12.1
Warmtepompen

	Aantallen	Thermisch vermogen	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		MWth	TJ	kton
1995	1 970	24	73	2
2000	9 327	116	380	10
2001	11 151	141	439	10
2002	15 368	170	539	13
2003	20 051	225	702	15
2004	25 431	295	944	22*

Tabel 12.2
Warmtepompen naar sector en type

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
	MW									
<i>Utiliteit</i>										
Standaard & combi ¹⁾	191	343	302	181	499	6	6	10	6	18
Warmtepompboilers	0	0	2	13	10	0	0	0	0	0
Omkeerbaar	986	340	317	602	1 654	20	15	8	30	36
Totaal	1 177	683	621	795	2 163	26	22	18	36	55
<i>Woningen</i>										
Standaard & combi ¹⁾	454	179	517	753	703	4	2	5	8	8
Warmtepompboilers	273	949	3 001	2 965	2 412	0	1	4	4	4
Omkeerbaar	14	13	78	170	102	0	0	1	7	4
Totaal	741	1 141	3 596	3 888	3 217	5	3	11	19	15
<i>Totaal</i>										
Alle typen	1 918	1 824	4 217	4 683	5 380	30	25	29	55	70

¹⁾ Inclusief alle gas aangedreven warmtepompen.

12.2 Methode, gebruikte bronnen en nauwkeurigheid

Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) 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).

In de praktijk zijn het vooral warmtepompen in de gebouwde omgeving die gebruik maken van omgevingswarmte. Daarom richt de waarneming van de warmtepompen zich voornamelijk op de gebouwde omgeving. Bij het CBS zijn enkele mogelijk duurzame toepassingen van warmtepompen in de glastuinbouw bekend. Op dit moment zijn dit er echter zo weinig dat ze verwaarloosd kunnen worden. Bij warmtepompen die verwarming niet 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 het jaar 1994 (de Graaf et al., 1996) en voor de jaren tot en met 2002 (Graus en Joosen, 2003). 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) combi-warmtepompen zijn. Op basis van de waarneming in 2004 lijkt deze schatting te hoog.

De gegevens over bijgeplaatste warmtepompen zijn afkomstig van de leveranciers van warmtepompen. De Stichting Warmtepompen enquêteert onder haar eigen 16 leden en levert de resultaten aan het CBS. Het aantal door het CBS benaderde leveranciers was 55. 47 van deze leveranciers hebben uiteindelijk gereageerd. De non-respons is bijgeschat op basis van de gegevens van vorig jaar. Van leveranciers die de laatste twee jaar niet hebben gereageerd is aangenomen dat ze niets hebben geleverd. De totale bijgeschatting was 16 procent van het totaal bijgeplaatste vermogen.

De grootste onzekerheid in 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 (air-conditioning). In overleg met SenterNovem en de Stichting Warmtepompen is besloten om omkeerbare warmtepompen met een vermogen van <10 kW niet meer mee te nemen, omdat deze in de praktijk bijna alleen voor koeling worden gebruikt. Bij de grotere omkeerbare warmtepompen is in de vragenlijst opgenomen dat ze alleen moeten worden opgegeven indien het verwachte aantal vollast-

uren groter is dan 2000. Deze beperkingen in het meetelen van omkeerbare warmtepompen zijn niet opgenomen in het Protocol.

Uit contacten met enkele leveranciers is het CBS gebleken dat deze vaak niet goed het daadwerkelijke gebruik van omkeerbare warmtepompen voor verwarming kunnen inschatten. Echter, ze vermoeden dat dit in veel gevallen minder is dan 2000 uur. Ze hebben echter vermoedelijk meestal wel alle omkeerbare warmtepompen opgegeven. Het zou dus goed kunnen dat de bijdrage van de omkeerbare warmtepompen aan de duurzame energie nog steeds te hoog wordt geschat.

Aan de andere kant is de methode voor het bijhouden van de non-respons aan de voorzichtige kant. Tevens zijn enkele grote leveranciers uit de waarneming van 2004 gefilterd, omdat deze leveranciers in 2003 en daarvoor ook niet in de waarneming zaten. Op het moment dat de tijdreeks voor duurzame energie herzien wordt, zal de bijdrage van deze leveranciers met terugwerkende kracht worden meegenomen.

De warmtepompen bij warmte/koudeopslagprojecten (hoofdstuk 13) worden binnen de duurzame energiestatistiek geteld bij de warmtepompen (Protocol Duurzame Energie). Echter, in de waarneming van de warmte/koudeopslag wordt wel informatie verzameld over de warmtepompen (zie hoofdstuk 13). Deze informatie is gebruikt als check bij de informatie over de warmtepompen. Daarbij is de volgende redenering gevolgd (gebruik makend van informatie uit hoofdstuk 13):

Het (koude)vermogen van de nieuwe warmte/koudeopslagprojecten is gemiddeld 70 MW per jaar gedurende de laatste 4 jaar. Bij 64 procent van deze projecten is een warmtepomp aanwezig en het corresponderende maximale vergunde debiet kan geschat worden met $1/325 \text{ kW per m}^3$ vergund jaarlijks debiet. Het totale vergunde jaarlijkse debiet van de nieuwe projecten met een warmtepomp is dan 15 mln m^3 . Voor 21 projecten kon via informatie uit de EnergielInvesteringsAftrek-Regeling (EIA) van SenterNovem een relatie gelegd worden tussen het vermogen van de warmtepomp en het vergunde maximale debiet ($0,0020 \pm 0,0008 \text{ kW per m}^3$ vergund grondwater). Deze relatie gebruikend komt het geschatte vermogen van warmtepompen bij warmte/koudeopslagprojecten op 30 MW per jaar. Gegeven de onzekerheden is deze informatie niet strijdig met de huidige waarnemingsresultaten voor warmte/koudeopslag.

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. Aan de andere kant is er voor de non-respons aan de voorzichtige kant bijgeschat, wat mogelijk een onderschatting betekent. Deze mogelijke onderschatting is waarschijnlijk echter hooguit 25 procent. Verder zijn ook de kentallen voor de omkeerbare warmtepompen niet hard, maar gebaseerd op een expertschatting (Traversi, 2004). Alles bij elkaar genomen wordt de onzekerheid in de duurzame energie uit warmtepompen geschat op 40 procent.

13. Warmte/koudeopslag

Met warmte/koudeopslagsystemen wordt warmte in bodem opgeslagen om later weer gebruikt te worden voor verwarming. Meestal wordt warmte in de zomer opgeslagen en in de winter gebruikt. In de zomer gebeurt het omgekeerde. Koud water uit bodem wordt opgepompt en gebruikt om te koelen. 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. Meer achtergrondinformatie over de techniek is te vinden in Graus en van der Meer (2003).

13.1 Opgestelde capaciteit en duurzame energiebijdrage

In tabel 12.1 staat een overzicht van de ontwikkeling van warmte/koude opslag vanaf 1990. Na een langzame groei vanaf 1990 nam vanaf 1995 de groei van de warmte/koude projecten snel toe. In 2003 en 2004 vlakt deze groei wat af. Dit heeft mogelijk te maken het lagere nieuwbouwwolume van utiliteitsgebouwen.

De energiebesparing door het koudedeel van warmte/koudeopslag wordt uitgedrukt als elektriciteitsbesparing. De energiebesparing door het warmtedeel van warmte/koudeopslag wordt uitgedrukt als gasbesparing. De vermeden primaire energie in tabel 13.1 is de som van de bijdrage van het koudedeel en het warmtedeel. De totale bijdrage van warmte/koudeopslag aan de duurzame energie in Nederland was in 2004 ongeveer 1,3 procent.

13.2 Methode, gebruikte bronnen en nauwkeurigheid

Volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2004) 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.

De basis van de statistiek is een database van warmte/koudeopslagprojecten die DWA (van de Vegt, 1998) en Ecofys (Graus en van der Meer, 2003) in het verleden hebben opgesteld. In deze database zijn de naam en plaats van de projecten opgenomen, evenals gegevens over het type project (warmteopslag en/of koudeopslag, wel/geen warmtepomp), het vergunde jaarlijkse debiet en ontwerpgegevens over de energiebesparing. Deze gegevens zijn overigens niet compleet. Het CBS heeft deze database geactualiseerd volgens die hieronder beschreven werkwijze.

De eerste stap daarbij is het actualiseren van de lijst met projecten. De belangrijkste bron daarvoor zijn de provincies, omdat de meeste warmte/koudeopslagprojecten verplicht zijn een vergunning aan te vragen bij de provincie. In voorgaande jaren werd steeds aan de provincies een lijst met nieuwe projecten gevraagd. Echter, uit een bestand met subsidieaanvragen voor de Energieinvesteringsaftrek (EIA) van SenterNovem was vorig jaar al gebleken dat nogal wat projecten niet in de database aanwezig waren (CBS, 2004). Telefonische navraag leerde dat er diverse oorzaken waren: (i) onbekendheid met de vergunningsplicht, (ii) gedoogvergunning, (iii) discussie over de vergunningsplicht bij een bepaald type projecten (de zogenaamde monobronnen met warmteuitwisseling in de bodem) en (iv) volgens de projecteigenaren was wel een vergunning aangevraagd. Daarom is dit jaar aan alle provincies gevraagd om een complete lijst met warmte/koudeopslagprojecten te leveren. Als gevolg van de nieuwe informatie van de provincies is het totaal aantal projecten naar boven bijgesteld (Segers, 2005).

Zoals uit de vorige alinea blijkt is er over een bepaald type project discussie gaande of deze vergunningsplichtig is. 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.

Een laatste groep projecten in de database zijn projecten die niet bij de provincie bekend zijn en die ook geen mono-

Tabel 13.1
Warmte/koudeopslag energiebesparing

	Aantal projecten	Opgesteld vermogen	Energie-besparing		Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
			Elektriciteits-besparing	Gasbesparing		
		<i>MWth</i>	<i>GWh</i>	<i>TJ</i>		<i>kton</i>
1990	5	2	0	3	6	0
1995	34	25	3	11	36	2
2000	214	186	30	37	296	20
2001	271	251	42	62	429	29
2002	353	359	60	90	617	42
2003	438	427	71	115	741	51
2004	485	469	78	132	812	55*

bronsystemen zijn. Deze projecten zijn vermoedelijk in de database gekomen op basis van informatie van adviesbureau's en bronnenboorders verzameld door Ecofys. Mogelijk zijn er ook nog enkele dubbelgetelde of gestaakte projecten bij. Hierdoor is het aantal projecten mogelijk wat te hoog. Aan de andere kant zijn er wellicht ook nog projecten die nog ontbreken.

Een tweede stap in de duurzame energiestatistiek van warmte/koudeopslagprojecten is het vaststellen welk type opslag er plaats vindt en of er warmtepompen aanwezig zijn. Bij projecten waarbij het type opslag bekend is komt in 1 procent van de gevallen geen koudeopslag voor en in 15 procent geen warmteopslag. Bij een kleine 40 procent van de projecten ontbreekt informatie over het type opslag. Voor deze projecten is aangenomen dat in alle gevallen koudeopslag aanwezig is en in 85 procent van de gevallen warmteopslag. In 80 procent van de gevallen ontbreekt de informatie over het wel of niet aanwezig zijn van een warmtepomp. Uit CBS-onderzoek bij 40 projecten in de provincie Noord-Holland is gebleken dat ongeveer 75 procent van de projecten met warmteopslag een warmtepomp gebruikt om de warmte te benutten. Deze 75 procent is ge-extrapoléerd naar de overige provincies.

De derde stap is de berekening van de elektriciteitsbesparing door koudeopslag en de warmteproductie door de warmteopslag. Van een groot aantal projecten heeft Ecofys de ontwerpbesparingen verzameld. Deze zijn opgesteld door verschillende ingenieursbureau's. Voor deze projecten is de ontwerpbesparing als uitgangspunt genomen, met daar bovenop een benuttingsfactor van 90 procent.

Op basis van de informatie over projecten met bekende fysische parameters heeft Ecofys de volgende kentallen berekend:

- vermogen/ maximaal debiet: 1/325 kW per m³ vergund maximaal debiet
- elektriciteitsbesparing/vermogen: 183 kWh per kW vermogen

- elektriciteitsbesparing/koudevraag: 0,23 kWh per kWh koudevraag
- gasbesparing/vermogen: 44 m³ aardgas equivalenten per kW vermogen
- benuttingsfactor: 0,9

Combinatie van deze kentallen leidt tot twee nieuwe kentallen:

- elektriciteitsbesparing maximaal debiet: 0,51 kWh per m³ vergund maximaal debiet
- gasbesparing per m³ vergund maximaal debiet: 0,12 m³ aardgas per m³ vergund maximaal debiet

Op basis van bovenstaande kentallen is voor projecten waarvoor alleen het maximaal debiet of alleen het vermogen bekend is de elektriciteitsbesparing en aardgasbesparing uitgerekend.

Samengevat zijn er drie bronnen van onzekerheid: de volledigheid van de projecten, het al dan niet aanwezig zijn van een warmtepomp en de gehanteerde kentallen voor de energiebesparing. De onzekerheid in de volledigheid van de projecten is naar schatting maximaal 10 procent van het (equivalente) vergunde grondwaterdebiet. Bij de onzekerheid betreffende warmtepompen gaat het mogelijk om een kwart van de gasbesparing (132 TJ). Bij de kentallen voor de energiebesparing zijn er vier mogelijke problemen. Ten eerste is niet duidelijk volgens welke methode de ontwerpbesparingen zijn berekend. Ten tweede is niet duidelijk in hoeverre de ontwerpbesparingen ook daadwerkelijk gerealiseerd worden. Ten derde is niet duidelijk in hoeverre de projecten waarvan een ontwerpbesparing bekend is representatief zijn. Ten vierde is het onzeker in hoeverre de gasbesparing in de database betrekking heeft op het hele project (inclusief het koude-deel) of alleen op het warmte-deel. De onzekerheid in de kentallen wordt geschat op 20 procent. De totale onzekerheid in de duurzame energie uit warmte/koudeopslag wordt geschat op 25 procent.

14. Afvalverbrandingsinstallaties

14.1 Ontwikkelingen

De duurzame energieproductie uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) is de laatste jaren min of meer stabiel (Tabel 14.1), omdat het opgestelde vermogen constant is en bijna volledig wordt gebruikt. De hernieuwbare fractie in het afval daalt langzaam. De laatste jaren heeft dat vooral te maken met een toename van het aandeel plastic in het afval. Tegenover de dalende trend van de hernieuwbare fractie staat een licht stijgende trend van de warmteproductie. De jaarlijkse fluctuaties in de energieproductie van de AVI's worden 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 ongeveer een kleine 20 procent bij aan de totale duurzame energie in Nederland.

Het verschil tussen de bruto elektriciteitsproductie en de netto elektriciteitsproductie is bij de AVI's relatief groot. Dit komt vooral omdat 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 Duurzame Energie, SenterNovem, 2004).

14.2 Methode en nauwkeurigheid

Voor de duurzame energie zijn afvalverbrandingsinstallaties gedefinieerd als installaties die geschikt zijn voor ge-

mengde afvalstromen. Installaties die ontwikkeld zijn voor specifieke afvalstromen, zoals bij AVR-chemie en de nieuwe thermische conversie installatie in Duiven voor papierslib worden niet meegenomen bij de afvalverbrandingsinstallaties. De nieuwe thermische conversie installatie in Duiven telt wel mee voor de duurzame energie, maar dan bij overige biomassaverbranding.

De ontwikkeling van het opgesteld vermogen is bepaald op basis van informatie van de Vereniging Afvalbedrijven (VA) en het SenterNovem (waarin het Afvaloverlegorgaan per 1 januari 2005 is opgegaan). De tijdreeks van het verbrande afval is afkomstig van het SenterNovem.

De elektriciteit- en warmteproductie van de AVI's is bepaald op basis van de CBS energie-enquêtes. De respons op deze enquêtes is ruim 90 procent. Ontbrekende gegevens zijn bijgeschat op basis van milieujaarverslagen. Deze energiegegevens zijn vergeleken met gegevens van Werkgroep Afvalregistratie (WAR) (2005) en daar waar er grote verschillen waren ook 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.

De berekeningen voor de hernieuwbare fractie van AVI's zijn niet volledig uitgevoerd conform het Protocol Monitoring Duurzame Energie (2004). De reden daarvoor is dat de energie-inhoud van het afval volgens deze methode sinds 2002 een sterk stijgende lijn vertoont (door de toename van het aandeel plastic) die niet wordt teruggevonden

Tabel 14.1
Afvalverbrandingsinstallaties: vermogen, verbrand afval, energiebalans

	Opgesteld elektrisch vermogen	Opgesteld thermisch vermogen	Verbrand afval		Verbruik elektriciteit	Bruto productie elektriciteit	Netto productie elektriciteit	Aanvoer warmte	Afleveringen warmte	Netto productie warmte	Verbruik fossiele brandstoffen
	MWe	MWth	kton	TJ	GWh			TJ			
1990	196	84	2 780	22 840	.	.	799	.	.	3 124	-
1995	277	135	2 913	28 654	325	1 308	983	1 442	3 969	2 528	93
2000	414	409	4 896	49 767	565	2 520	1 956	2 831	9 026	6 195	796
2001	414	489	4 776	49 096	545	2 461	1 917	2 834	8 510	5 677	854
2002	414	489	5 010	51 573	561	2 467	1 905	2 492	9 154	6 662	540
2003	414	489	5 030	53 318	566	2 606	2 040	2 949	10 140	7 191	758
2004	414	489	5 232	55 459	570	2 550	1 980	2 503	9 930	7 427	941

Tabel 14.2
Afvalverbrandingsinstallaties: hernieuwbare fractie en duurzame energie

	Hernieuwbare fractie	Inzet biogeen afval	Duurzame elektriciteitsproductie	Duurzame warmteproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	%	TJ	GWh	TJ		kton
1990	57,8	13 205	462	1 806	6 093	409
1995	53,9	15 450	530	1 363	6 128	418
2000	51,3	25 512	1 003	3 176	11 417	758
2001	50,2	24 637	962	2 849	10 864	728
2002	49,5	25 510	942	3 295	11 340	751
2003	47,0	25 059	959	3 380	11 484	765
2004	47,0	26 066	931	3 491	11 209	739*

in de rapportages van de AVI's voor de WAR. Het is niet uit te sluiten dat de methode tot een overschatting leidt van de energie-inhoud en een onderschatting van de biogene fractie. Vooralsnog wordt er in overleg met SenterNovem (Gerlagh, 2005) voor 2004 vanuit gegaan dat de energie-inhoud en de biogene fractie gelijk blijft. Er loopt een

onderzoek van SenterNovem om de betrouwbaarheid van de methode te onderzoeken en mogelijk te verbeteren.

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

15. Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

15.1 Ontwikkelingen

Na de dip in het meestoken in 2003 is in 2004 de elektriciteitsproductie uit het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales weer fors gestegen (tabel 15.1).

De dip in 2003 had meerdere oorzaken. Ten eerste was in de eerste helft van 2003 de financiële ondersteuning van de overheid relatief mager. De ondersteuning via de REB was al verminderd sinds 1 januari 2003, maar de plaatsvervangende MEP regeling werd pas van kracht op 1 juli 2003. Daarnaast speelden ook technische problemen en problemen met milieuvergunningen.

In 2004 werden de technische problemen opgelost en kwamen tevens technische aanpassingen bij centrales gereed die het mogelijk maken om meer biomassa mee te stoken. Een advies over de MEP tarieven (de Vries et al., 2005) wijst erop dat de MEP tarieven waarschijnlijk ruim voldoende

de waren om de meerkosten van het meestoken te dekken. De duurzame energie uit biomassaverbranding voor elektriciteitsopwekking droeg in 2004 voor 23 procent bij aan de duurzame energie in Nederland.

15.2 Methode

De duurzame elektriciteitsproductie is afkomstig uit het groencertificatensysteem van CertiQ. Als controle is daarbij gebruik gemaakt van inzet van biomassa uit CBS-enquêtes en de milieujaarverslagen. Bij verschillen tussen de bronnen groter dan 100 TJ inzet biomassa was altijd duidelijk wat de oorzaak was of is deze achterhaald door het doen van navraag bij de centrales. De warmteproductie voor 2004 is berekend op basis van milieujaarverslagen. De onnauwkeurigheid in de duurzame energie uit het meestoken van biomassa in centrales wordt geschat op 3 procent.

Tabel 15.1
Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

	Inzet biomassa	Electriciteitsproductie	Warmteproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>	<i>TJ</i>	<i>TJ</i>	<i>kton</i>
1990	–	–	–	–	–
1995	33	4	1	34	3
2000	1 755	198	15	1 855	198
2001	5 408	563	58	5 288	568
2002	9 866	1 082	222	10 148	1 050
2003	7 127	757	81	7 107	763
2004	14 123	1 539	325	14 075	1 372*

16. Houtkachels voor warmte bij bedrijven

16.1 Ontwikkelingen

De bijdrage aan de productie van de duurzame energie van houtkachels voor warmte bij bedrijven is de laatste jaren ongeveer constant. (tabel 16.1). In de cijfers zit een iets dalende trend, maar daarmee moet voorzichtig worden omgegaan, omdat de cijfers onzeker zijn (Segers, 2005). Het vermogen van de nieuw bijgeplaatste kachels is jaarlijks ongeveer gelijk aan een kleine 15 MW (Segers, 2005). Bij een levensduur van 15 jaar impliceert dit dat de markt voor houtkachels voor warmte bij bedrijven een vervangingsmarkt is. Het grootste deel van het vermogen is aanwezig bij de houtindustrie (34 procent) en de meubelindustrie (20 procent) (Segers, 2005).

16.2 Methode

De gegevens voor houtkachels voor warmte bij bedrijven zijn gebaseerd op inventarisaties onder de leveranciers van houtkachels met peiljaren 1991 (Sulilatu, 1992), 1997

(Sulilatu, 1998) en 2004 (Segers, 2005). Daar tussenin is geïnterpoleerd.

De warmteproductie uit de houtkachels is berekend op basis van gemiddeld 1900 vollasturen (opgave van de leveranciers). SenterNovem (2005) merkt hierbij op dat een deel van de houtkachels voor warmte bij bedrijven primair worden gebruikt om het afvalhout te verwerken. Het is daarbij verplicht om de warmte nuttig te gebruiken, maar is de vraag in hoeverre dat in de praktijk ook volledig gebeurt. Mogelijk is de 1900 vollasturen dus iets te hoog.

Voor de inzet van biomassa is uitgegaan van de rendementen zoals beschreven in het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004). Segers (2005) beschrijft een onderzoek naar de methode in samenwerking met TNO. Een gevolg van dat onderzoek is dat bij de eerstvolgende herziening de houtkachels voor warmte bij bedrijven zullen worden omgedoopt in houtkachels voor warmte >18 kW en dat deze categorie 24 MW naar boven zal worden bijgesteld.

Tabel 16.1
Houtkachels voor warmte bij bedrijven

	Vermogen	Inzet van hout	Warmteproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>MWth</i>	<i>TJ</i>			<i>kton</i>
1990	218	2 130	1 491	1 657	93
1991	218	2 130	1 491	1 657	93
1995	259	2 534	1 774	1 971	111
1997	280	2 736	1 915	2 128	119
2000	259	2 339	1 769	1 965	110
2001	251	2 222	1 720	1 911	107
2002	244	2 107	1 671	1 857	104
2003	237	2 000	1 622	1 802	101
2004	230	1 895	1 573	1 748	98

17. Huishoudelijke houtkachels

17.1 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 17.1). De huishoudelijke houtkachels dragen een kleine 10 procent bij aan de totale duurzame energie in Nederland.

Binnen de groep huishoudelijke houtkachels kunnen drie soorten worden onderscheiden: openhaarden, inzethaarden en vrijstaande kachels. De laatste twee groepen worden veel vaker gebruikt en hebben een hoger rendement (tabel 17.2). Het aantal openhaarden is dalend. Het aantal overige typen is ongeveer stabiel.

17.2 Methode

De gegevens voor de aantallen huishoudelijke houtkachels zijn afkomstig van TNO die deze primair verzameld voor de emissiejaarrapportage. TNO baseert zich daarbij op afzetgegevens van de branchevereniging van kachelleveranciers en een aanname voor de levensduur. Afgelopen jaar heeft de branchevereniging geen cijfers kunnen leveren en daarom zijn er geen nieuw cijfers.

Het gehanteerde houtverbruik per type kachel wijkt iets af van de gegevens uit Tabel 6.2 uit het Protocol Duurzame Energie (SenterNovem, 2004), maar is consistent met de gegevens uit de emissiejaarrapportage. Er zijn twee redenen om te kiezen voor de gegevens uit de emissiejaarrapportage. Ten eerste zijn ze recenter dan de input voor het Protocol (Koppejan en Meulman, 2001) en ten tweede is het wenselijk dat de gegevens voor de emissieregistratie consistent zijn met de (duurzame) energiestatistieken. Voor de rendementen is wel gebruik gemaakt van het Protocol.

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 17.1. Het verschil wordt een belangrijke mate veroorzaakt door een verschil in de aanname voor het houtverbruik per kachel.

Het CBS heeft weinig inzicht in de betrouwbaarheid van de cijfers voor de huishoudelijke houtkachels. Voorlopig wordt de onnauwkeurigheid geschat op 25 procent.

Tabel 17.1
Huishoudelijke houtkachels

	Aantal	Opgesteld vermogen	Inzet biomassa	Warmteproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>x 1 000</i>	<i>MWth</i>	<i>TJ</i>			<i>kton</i>
1990	988	4 403	11 476	5 919	6 231	350
1995	846	3 915	9 742	5 068	5 335	299
2000	838	4 203	9 766	5 416	5 701	320
2001	822	4 124	9 593	5 323	5 603	314
2002	807	4 047	9 466	5 264	5 541	311
2003	791	3 972	9 316	5 191	5 464	307
2004	791	3 972	9 316	5 191	5 464	307

Tabel 17.2
Uitsplitsing huishoudelijk houtkachels

	Aantal	Vermogen	Houtverbruik	Warmteproductie
	<i>x 1 000</i>	<i>MW</i>	<i>TJ</i>	
Open haarden				
1990	456	685	2 854	285
1995	365	547	2 260	226
2000	302	453	1 743	174
2004	285	428	1 645	164
Inzethaarden				
1990	320	2 243	4 009	2 405
1995	318	2 226	3 942	2 365
2000	324	2 268	3 740	2 244
2004	297	2 077	3 428	2 057
Vrijstaande kachels				
1990	211	1 475	4 613	3 229
1995	163	1 142	3 539	2 477
2000	212	1 482	4 283	2 998
2004	210	1 467	4 242	2 970

18. Overige biomassaverbranding

Overige biomassaverbranding omvat alle biomassaverbranding die niet onder de hiervoor genoemde vormen van biomassaverbranding vallen. 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.

18.1 Ontwikkelingen

Overige biomassaverbranding vertoont een duidelijk opgaande trend (Tabel 18.1). De reden daarvoor is dat deze activiteiten op steeds meer plaatsen worden uitgevoerd en dat enkele bestaande activiteiten worden uitgebreid. Overige biomassaverbranding draagt voor ongeveer 7 procent bij aan de binnenlandse productie van duurzame energie.

18.2 Methode en nauwkeurigheid

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

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 de vermeden primaire energie dan gelijk is aan de inzet van biomassa.

Voor de grotere installaties is minimaal 1 betrouwbare bron aanwezig. De onzekerheid in de duurzame energie uit overige biomassaverbranding wordt daarom geschat op ongeveer 10 procent.

Tabel 18.1
Overige Biomassaverbranding

	Inzet biomassa	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Vermeden primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	<i>TJ</i>	<i>GWh</i>	<i>TJ</i>		<i>kton</i>
1990	440	33	233	561	36
1995	577	35	337	694	44
2000	3 695	216	513	2 431	163
2001	3 944	221	674	2 695	180
2002	3 825	216	943	2 940	192
2003	4 059	205	1 184	3 114	202
2004	4 992	217	1 984	4 090	256*

19. Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

19.1 Ontwikkelingen

De duurzame energieproductie met behulp biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) is de laatste jaar min of meer stabiel (tabel 19.1). De totale bijdrage van het biogas uit de RWZI's aan de duurzame energie in Nederland is een kleine 4 procent. Een kleine 10 procent van het gewonnen biogas bij RWZI's wordt afgefakkeld (zie ook hoofdstuk 20).

19.1 Methode

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

De grootste onzekerheid zit in de warmte. Deze warmte wordt vaak niet gemeten maar geschat.

Over 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. De methodologie van de duurzame energiestatistiek gaat uit van de netto energieproductie. Eigenlijk zou deze warmte dus niet mogen meetellen. Tot dusver wordt alle benutte warmte volledig meegeteld voor de duurzame energie. Het lijkt redelijk om deze keuze te heroverwegen bij de eerstvolgende herziening van de statistiek van de duurzame energie.

De onnauwkeurigheid van de duurzame energie uit biogas van RWZI's wordt geschat op 10 procent. Hierin is de methodologische kwestie van de warmte voor vergisting nog niet meegenomen.

Tabel 19.1
Biogas uit rioolwaterzuivering: winning, energieproductie en duurzame energie

	Winning van biogas	Fakkels	Elektriciteits- productie uit biogas	Warmteproductie uit biogas	Nuttig finaal verbruik als gas	Vermeden 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	114
1995	1 984	151	97	725	16	2 199	138
2000	2 068	143	108	708	18	2 299	142
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	146
2004	2 253	220	126	760	13	2 348	147*

20. Stortgas

Stortgas is biogas uit stortplaatsen. Het affakkelen van stortgas gebeurt, als de specifieke 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 broeikas-effect.

20.1 Ontwikkelingen

De duurzame energieproductie uit stortgas lijkt over zijn hoogtepunt heen (tabel 20.1). De afname wordt veroorzaakt doordat er steeds minder afval is gestort sinds het begin van de jaren negentig (Werkgroep Afvalregistratie, 2005) en doordat de organische fractie in het afval afneemt (hoofdstuk 14). De bijdrage aan de duurzame energie in Nederland van het stortgas is ongeveer 3 procent.

20.2 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 van de Vereniging Afvalbedrijven (VA) in het kader van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) (2005). In deze enquête worden gegevens van alle stortplaatsen gevraagd. De respons was ongeveer 95 procent in 2003. Het afgelopen jaar was de respons wat lager (86 procent), omdat de VA besloten heeft haar activiteiten op het gebied van de monitoring te verminderen. Echter, in termen van gewonnen stortgas was de respons nog wel boven de 95 procent. Gegevens van ontbrekende stortplaatsen zijn geschat door het overnemen van de gegevens van het jaar ervoor. De gegevens in tabel 20.1 zijn voor de elektriciteitsproductie ruim 10 procent hoger dan de gegevens uit Werkgroep Afvalregistratie (2005). Dit is het gevolg van een controle van het CBS op de microgegevens. De onzekerheid in de totale vermeden primaire energie schat het CBS op 10 procent.

Tabel 20.1
Stortgas energieproductie en duurzame energie

	Winning stortgas	Gefakkeld stortgas	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Gas	Vermeden 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	341	22
1995	2 786	549	138	151	21	2 102	138
2000	3 098	786	153	44	19	1 986	130
2001	3 138	835	160	41	17	1 981	132
2002	3 252	758	176	86	14	2 096	140
2003	3 291	1 034	166	55	11	1 861	126
2004	2 811	770	134	66	14	1 674	110*

21. Overig biogas

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

21.1 Ontwikkelingen

De productie van duurzame energie uit overig biogas is ongeveer stabiel (tabel 21.1). De bijdrage van het overig biogas aan de duurzame energie in Nederland is ongeveer 2 procent.

In 2004 zijn de mogelijkheden om mest te vergisten verruimd doordat het zogenaamde co-vergisten van een aantal stoffen nu is toegestaan. Deze ontwikkeling heeft ertoe geleid dat er nu veel belangstelling is voor mestvergisting en dat er meerdere projecten ontwikkeld worden. In 2004 zijn reeds een aantal mestvergistingsprojecten van start gegaan. De duurzame energie uit mestvergisting was echter nog minder dan 50 TJ vermeden primaire energie.

21.2 Methode en nauwkeurigheid

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 bijchatting ongeveer 15 procent van het totaal in 2004.

Voor biogas uit mest en 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.

Het zwakste punt in de waarneming is vermoedelijk de mate van volledigheid van de bedrijven die winning en gebruik van biogas rapporteren. Voorlopig schat het CBS de onzekerheid in de duurzame energie uit overig biogas op 15 procent.

Tabel 21.1
Duurzame energie uit overig biogas

	Winning biogas	Elektriciteitsproductie	Warmteproductie	Verbruik als gas	Vermeden 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	468	4	15	14	497	28
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	61
2003	1 129	27	155	23	1 144	68
2004	1 211	21	123	28	1 207	70*

22. Referenties

- 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 (2004) Duurzame energie in Nederland 2003. CBS.
- EU (2001) Richtlijn 2001/77/EG van het Europees Parlement en de Raad van 27 september 2001 betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne markt. Publicatie van de Europese Gemeenschappen, L 283/33, 27 oktober 2001.
- 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.
- Eurostat (2005) Share of electricity from renewable energy to gross electricity consumption. Long term indicator environment and energy. (internet: epp.eurostat.ec.eu.int).
- 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.
- IEA/Eurostat (2004) Energy Statistics Manual, IEA, Parijs.
- IEA (2005) Renewables Information 2005, IEA Parijs.
- Gerlagh, T. (2005) Aanpassingen Monitoringsprotocol duurzame energie. Memo van Timo Gerlagh (SenterNovem) aan Reinoud Segers (CBS), 5 augustus 2005, SenterNovem, Utrecht.
- 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 Van der Meer (2003), A. Notitie Monitoring warmte/koude opslag 2002, Ecofys i.o.v. Novem, Utrecht, augustus 2003.
- Junginger, M. en Faaij, A. (2005) IEA Bioenergy task 40 – Country report for the Netherlands, report NWS-E-2005-48, Utrecht University, Utrecht.
- Koppejan en Meulman (2001) De bijdrage van de duurzame energieopwekking in Nederland door het gebruik van houtkachels, TNO-MEP in opdracht van NOVEM, Apeldoorn, maart 2001.
- Landelijke Stuurgroep Ontwikkeling Windenergie (LSOW) (2005) Jaarverslag BLOW (2004) Gebundelde jaarverslagen van het rijk, de provincies en de VNG, Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken (1995) Derde Energiememoranda. 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.
- Graus, W. en Joosen S. (2003) Inventarisatie warmtepompen 1994–2002. Ecofys i.o.v. Novem, Utrecht.
- Projectbureau Duurzame Energie (2004) www.pde.nl
- Ruijgrok, W. (2003) Verantwoording monitoring duurzame elektriciteit. KEMA in opdracht van NOVEM.
- Segers, R. en Nguyen, D. (2005a) Productie duurzame energie stijgt. Webmagazine 21-2-2005, CBS.
- Segers, R. en Nguyen, D. (2005b) Productie duurzame elektriciteit stijgt fors. Webmagazine 19-9-2005, CBS.
- Segers, R. (2005a) Herziening duurzame energie 1990–2004. CBS.
- Segers, R. (2005b) Uitsplitsing warmtepompen utiliteitsbouw. CBS.
- Segers, R. (2005c) Houtkachels voor warmte (> 18 kW), classificatie, betrouwbaarheid en uitsplitsingen. CBS.
- SenterNovem (2004) Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2002. 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.
- Sleijpen, G. (2005) Gebruik van groene stroom neemt toe. Webmagazine 2-5-2005, CBS.
- 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.

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.

Van de Vegt, J. (1998) Monitoring energie-opslagprojecten. Stand van zaken gerealiseerde koudeopslagprojecten. DWA, Bodegraven.

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

Werkgroep Afvalregistratie (2005) Afvalverwerking in Nederland: gegevens 2004. Vereniging Afvalbedrijven en SenterNovem, SenterNovem, Utrecht.

WSH (2005) Wind Service Holland <http://home.planet.nl/~windsh>.