



**Hernieuwbare
energie
in Nederland
2018**

Hernieuwbare energie in Nederland

2018

Verklaring van tekens

.	Gegevens ontbreken
*	Voorlopig cijfer
**	Nader voorlopig cijfer
x	Geheim
-	Nihil
-	(Indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met
0 (0,0)	Het getal is kleiner dan de helft van de gekozen eenheid
Niets (blank)	Een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
2018-2019	2018 tot en met 2019
2018/2019	Het gemiddelde over de jaren 2018 tot en met 2019
2018/'19	Oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2018 en eindigend in 2019
2016/'17-2018/'19	Oogstjaar, boekjaar, enz., 2016/'17 tot en met 2018/'19

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

Colofon

Uitgever

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

Prepress: Textcetera, Den Haag en CCN Creatie, Den Haag
Ontwerp: Edenspiekermann

Inlichtingen

Tel. 088 570 70 70
Via contactformulier: www.cbs.nl/infoservice

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire, 2019.
Verveelvoudigen is toegestaan, mits CBS als bron wordt vermeld.

Voorwoord

In het jaarrapport *Hernieuwbare Energie in Nederland 2018* presenteert het CBS de ontwikkelingen op het gebied van hernieuwbare energie voor warmte, elektriciteit en vervoer. Deze publicatie geeft structuur aan de grote hoeveelheid cijfers over hernieuwbare energie waarmee het een waardevolle informatiebron is voor bijvoorbeeld onderzoekers, beleidsmakers, marktpartijen en studenten.

De belangrijkste conclusie uit het rapport is dat het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik is gestegen van 6,6 procent in 2017 naar 7,4 procent in 2018. Op Europees niveau is afgesproken dat in Nederland het aandeel hernieuwbare energie 14 procent moet zijn in 2020.

Het verbruik van hernieuwbare energie in Nederland lag in 2018 12 procent hoger dan in 2017. Verreweg de grootste bron van hernieuwbare energie is biomassa; het energieverbruik uit deze bron is met 12 procent toegenomen. Uit zon en wind werd respectievelijk 40 procent en 4 procent meer energie verbruikt. Uit de bronnen bodem en buitenlucht nam het verbruik ten opzichte van 2017 toe met gemiddeld 19 procent.

Hernieuwbare energie wordt aangewend voor warmte, elektriciteit en vervoer. In 2018 was 45 procent van het verbruik van hernieuwbare energie bestemd voor warmte, 42 procent voor elektriciteit en 13 procent voor vervoer. Ten opzichte van 2017 is het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte en voor elektriciteit met respectievelijk 5 procent en 9 procent toegenomen. Het verbruik van vloeibare biobrandstoffen voor vervoer is met 67 procent gestegen.

Mijn dank gaat uit naar de bedrijven die de vragenlijsten hebben ingevuld en daar waar nodig een aanvullende toelichting hebben verstrekt. Bij de totstandkoming van deze publicatie is samengewerkt met meerdere bedrijven en instituten die hun gegevens en hun kennis van het werkveld ter beschikking hebben gesteld: CertiQ, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl), de Nederlandse Emissieautoriteit, Rijkswaterstaat/Leefomgeving, Vertogas, Netbeheer Nederland, Energie Data Services Nederland (EDSN), TNO, de Dutch Heat Pump Association (DHPA), Bosch & van Rijn (Windstats), de Nederlandse Vereniging van Biomassa Ketel Leveranciers (NBKL), Holland Solar, Probos, de provincies, Arcadis en de Unie van Waterschappen. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft het onderzoek naar de cijfers over werkgelegenheid gefinancierd.

Directeur-Generaal van de Statistiek

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

Den Haag/Heerlen/Bonaire, september 2019

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7

1. Inleiding 8

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

2. Algemene overzichten 16

2.1	Hernieuwbare energie totaal	17
2.2	Hernieuwbare elektriciteit	19
2.3	Hernieuwbare warmte	22
2.4	Hernieuwbare energie voor vervoer	24
2.5	Internationale vergelijking	28
2.6	Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie	30
2.7	Werkgelegenheid	34
2.8	Subsidies	35

3. Waterkracht 40

4. Windenergie 43

5. Zonne-energie 50

5.1	Zonnestroom	51
5.2	Zonnewarmte	54

6. Aardwarmte en bodemenergie 58

6.1	Aardwarmte	59
6.2	Bodemenergie	60

7. Buitenluchtwarmte 66

8. Biomassa	71
8.1 Inleiding	72
8.2 Afvalverbrandingsinstallaties	78
8.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales	81
8.4 Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven	82
8.5 Stoken van biomassa voor warmte bij bedrijven	84
8.6 Stoken van biomassa door huishoudens	87
8.7 Stortgas	89
8.8 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	91
8.9 Biogas, co-vergisting van mest	92
8.10 Overig biogas	96
8.11 Vloeibare biotransportbrandstoffen	97
Literatuur	104
Medewerkers	108

Samenvatting

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik in 2018 was 7,4 procent. In 2017 was dit 6,6 procent. In Europees verband is afgesproken dat Nederland in 2020 uitkomt op 14 procent hernieuwbare energie. De meeste hernieuwbare energie, namelijk 61 procent, komt uit biomassa en 23 procent uit windenergie. De bijdrage van zonne-energie is gegroeid naar 8 procent. De overige bronnen als waterkracht, bodemenergie en warmte uit de buitenlucht droegen gezamenlijk 8 procent bij.

In 2018 is ruim 18 miljard kilowattuur elektriciteit geproduceerd uit windenergie, waterkracht, zonne-energie en biomassa. Dat is 15 procent van het totale elektriciteitsverbruik; in 2017 was dit aandeel 14 procent. De productie van windmolens (gecorrigeerd voor de hoeveelheid wind) nam in 2018 met 4 procent toe en dat is vrijwel gelijk aan de groei van de capaciteit van het windmolenpark in Nederland. De productie van elektriciteit uit biomassa nam met 2 procent toe. Flinkere productiestijgingen bij elektriciteitscentrales en afvalverwerkingsinstallaties werden voor een belangrijk deel teniet gedaan door productiedalingen bij wkk-installaties van bedrijven. De productie van zonnestroom nam met 45 procent toe door een zeer forse groei van de capaciteit. De bijdrage van zonnestroom aan het totale elektriciteitsverbruik groeit en was 3 procent in 2018.

Het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte steeg in 2018 met 5 procent ten opzichte van 2017. Het aandeel hernieuwbare energie in de warmtevoorziening groeide naar 6,3 procent. De stijging in het verbruik van hernieuwbare warmte kwam vooral door een toename van de productie van warmte bij bedrijven met warmteketels en warmtekrachtinstallaties op biomassa die hiervoor de elektriciteitsproductie lieten afnemen. Daarnaast werd door het benutten van buitenluchtwarmte met warmtepompen meer warmte geproduceerd. Een belangrijke afname van de warmteproductie vond plaats bij de afvalverwerkingsinstallaties; deze installaties produceerden in 2018 meer elektriciteit ten koste van warmte.

Hernieuwbare energie was in het vervoer goed voor bijna 10 procent van het totale energieverbruik voor vervoer; ten opzichte van 2017 is het verbruik 65 procent gestegen. Deze opmerkelijke stijging is mede het gevolg van een aanscherping van de wetgeving rond de verplichte bijmenging van biobrandstoffen. Hernieuwbare energie voor vervoer bestaat vooral uit biotransportbrandstoffen. Ongeveer 70 procent van de gebruikte biobrandstoffen waren milieutechnisch goede biobrandstoffen die, volgens Europese afspraken, dubbel tellen bij de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer.

1.

Inleiding

Hernieuwbare energie is al jaren een speerpunt in het Nederlandse energiebeleid. Uit dit speerpunt is een jaarlijkse rapportage voortgekomen over hernieuwbare energie in Nederland. Dit rapport beschrijft de ontwikkelingen van de hernieuwbare energie in 2018. Tevens worden de gebruikte methoden en bronnen toegelicht.

1.1 Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie

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

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

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

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

De primaire-energiemethode wordt traditioneel gebruikt in internationale energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap (IEA) en Eurostat. Bij de primaire-energiemethode is de eerst meetbare en bruikbare vorm van de energiedrager voor het produceren van energie het uitgangspunt.

In paragraaf 2.6 staat meer informatie over de verschillende methoden.

1.2 Gebruikte databronnen

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

Een tweede belangrijke bron zijn de reguliere energie-enquêtes van het CBS. Voor de biotransportbrandstoffen, en voor afvalverbrandingsinstallaties zijn deze enquêtes een belangrijke databron, hoewel in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van administratieve gegevens van de Nederlandse Emissieautoriteit en Rijkswaterstaat Leefomgeving. De enquête bij de afvalverbrandingsinstallaties is zelfs met ingang van het verslagjaar 2017 geheel gestopt na afspraken met Rijkswaterstaat en de Vereniging Afvalbedrijven over levering van administratieve data aan het CBS. Voor informatie over biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties is gebruik gemaakt van de CBS-enquête Zuivering van Afvalwater, welke gecombineerd is met de uitvraag voor de meerjarenaafspraken energie (MJA). Voor zonnewarmte, warmtepompen en houtketels voor warmte bij bedrijven zijn specifieke enquêtes uitgestuurd naar de leveranciers van dergelijke systemen. De enquête voor zonnestroom is na het verslagjaar 2017 niet meer uitgestuurd. Voor de verzameling van data wordt sinds 2018 gebruik gemaakt van diverse registraties; in paragraaf 5.1 wordt hierover meer informatie verstrekt. Warmte/koudeopslag is in kaart gebracht op basis van gegevens over vergunningen van de provincies in het kader van de Grondwaterwet. Voor groen gas (opgevaardeerd biogas dat is ingevoerd in het aardgasnet) is gebruik gemaakt van gegevens van Vertogas. De rol van Vertogas is vergelijkbaar met die van CertiQ.

Het cijfer voor het biogene aandeel van het verbrande afval in afvalverbrandingsinstallaties is afkomstig van Rijkswaterstaat Leefomgeving. De stortgasgegevens komen uit de stortgasenquête van de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) van Rijkswaterstaat Leefomgeving en de Vereniging Afvalbedrijven (VA). Aanvullend op de specifieke enquête van het CBS heeft de Dutch Heat Pump Association (DHPA) van haar leden de afzetgegevens over warmtepompen geleverd. De gegevens over de huishoudelijke houtkachels zijn afkomstig van TNO.

Als controle en om de nauwkeurigheid te beoordelen is gebruik gemaakt van overheidsmilieujaarverslagen en van gegevens van de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA) van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) voor biomassa-installaties. Het gebruik van de bronnen wordt nader toegelicht in de hoofdstukken 3 tot en met 8.

1.3 CBS-publicaties over hernieuwbare energie en release policy

StatLine

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

1. Hernieuwbare energie; verbruik (ook in het Engels)
2. Hernieuwbare elektriciteit (ook in het Engels)
3. Vloeibare biotransportbrandstoffen (ook in het Engels)
4. Biomassa; verbruik per techniek
5. Aardwarmte en bodemenergie (ook in het Engels)
6. Warmtepompen
7. Windenergie op land per provincie
8. Windenergie op land naar ashoogte
9. Zonnewarmte
10. Zonnestroom; vermogen bedrijven en woningen, regio
11. Zonnestroom; vermogen zonnepanelen woningen, wijken en buurten, 2016
12. Zonnestroom; vermogen zonnepanelen woningen, wijken en buurten, 2017

De jaarcijfers van hernieuwbare energie worden in principe drie keer per jaar geüpdatet. In februari verschijnen voorlopige cijfers over hernieuwbare elektriciteit, in mei voorlopige cijfers over hernieuwbare energie totaal, beide over het voorafgaande jaar. Het aantal uitsplitsingen van de hernieuwbare energie is dan nog beperkt, omdat dan nog niet van alle bronnen voldoende betrouwbare informatie beschikbaar is. De tweede publicatie van de jaarcijfers is in juni, als de nader voorlopige jaarcijfers verschijnen. Voor elke bron-techniekcombinatie is dan een voorlopig cijfer beschikbaar.

In december kunnen de meeste cijfers als definitief worden gepubliceerd, uitgezonderd die cijfers die afhankelijk zijn van het totale energieverbruik wat pas een jaar later definitief wordt. Voor deze uitzondering gaat het om de cijfers die hernieuwbare energie uitdrukken als het aandeel van een totaal. De cijfers die in december gepubliceerd worden, worden ook gebruikt voor de officiële internationale rapportages aan Eurostat en het Internationaal Energieagentschap (IEA).

In een nieuwe tabel over het vermogen van zonnestroominstallaties bij bedrijven en woningen naar regio (10.) zullen in april 2020 definitieve cijfers over het opgestelde vermogen eind 2018 en voorlopige cijfers over het opgestelde vermogen in 2019 beschikbaar komen met de gemeentelijke indeling 2019. Ook cijfers van eerdere jaren worden dan gepresenteerd volgens de gemeentelijke indeling 2019.

Over het vermogen van zonnestroominstallaties van woningen per wijken en buurt (11. en 12.) verschijnen in april 2020 cijfers over het verslagjaar 2018.

Naast de specifieke StatLinetabellen over hernieuwbare energie is er in StatLinetabellen over de Energiebalans, elektriciteit en olie ook informatie te vinden over hernieuwbare energie. In de nieuwe tabel Elektriciteitsbalans; aanbod en verbruik wordt maandelijks onder andere de elektriciteitsproductie uit waterkracht, wind en zon gepubliceerd. Deze tabel is daarmee tevens de opvolger voor de tabel Windenergie per maand die in 2019 gestopt is.

Jaarrapport

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

Compendium voor de Leefomgeving

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

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

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

Maatwerktabellen

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

- Balans vaste biomassa voor energie, 2013–2017
- Energietransitie Provincie Limburg, 2010–2017
- Herkomst en samenstelling input co-vergisting
- Hernieuwbare energie per provincie in 2014–2017
- Zonnestroom naar type aansluiting en sector, 2013–2017
- Houtketels voor warmte bij bedrijven eind 2017
- Elektriciteitsproductie mestvergisters 2017
- Elektriciteitsproductie windturbines 2017
- Rendementen en CO₂-emissie elektriciteitsproductie 2017

- Warmtepompen met gebruik van bodemwarmte, 2013–2018**
- Warmtepompen met gebruik buitenluchtwarmte, 2013–2018**

Vindplaats op de CBS-website

De informatie over hernieuwbare energie kunt u het snelst als volgt vinden. Ga naar de homepage van het CBS (www.cbs.nl). Bovenaan de homepage vindt u een overzicht van onderwerpen. Eén van de onderwerpen is 'Economie'. Als u daarop klikt, kunt u kiezen voor de themapagina 'Industrie en energie'. Op de pagina heeft u toegang tot 'Nieuws', 'Cijfers', 'Cijfers in beeld', 'Verdieping' en 'Publicaties'. Bij Cijfers staat een voorselectie van tabellen over het thema. Wilt u andere tabellen, scroll dan naar beneden. Daar kunt u klikken op 'Meer cijfers over Industrie en Energie'. In het volgende scherm treft u de mogelijkheid aan te kiezen voor toegang tot alle Statlinetabellen, waaronder die over hernieuwbare energie. Bij Meer cijfers over industrie en energie vindt u ook de doorklikmogelijkheid naar de maatwerktabellen. Onder Verdieping zijn alle recente artikelen te vinden, maar ook toegang tot het Archief via 'lees meer over'. Bij Publicaties treft u onder andere dit rapport aan.

U kunt ook onderaan op de homepage kiezen voor 'Cijfers/Statline'. Als u dat doet, kunt u kiezen tussen zoeken op trefwoord of selecteren via de themaboom. Indien u kiest voor selecteren via de themaboom, moet u vervolgens klikken op 'Energie', dan op 'Hernieuwbare energie'.

1.4 Attenderingservice

Wilt u actief op de hoogte gehouden worden van nieuwe CBS-publicaties over hernieuwbare energie, stuur dan een e-mail naar HernieuwbareEnergie@cbs.nl en geef aan dat u wilt worden opgenomen in de mailinglist voor hernieuwbare energiestatistieken. U ontvangt dan een paar keer per jaar een mail.

1.5 Internationale cijfers over hernieuwbare energie op internet

Het adres van de website van Eurostat is <https://ec.europa.eu/eurostat/>. Op de homepage kunt u kiezen bij "Statistics by theme" voor het thema "Environment and Energy" en dan 'Energy'. Vervolgens krijgt u links naar de complete database, voorgedefinieerde, samenvattende tabellen en meer. De complete database is het equivalent van StatLine van het CBS. 'Publications' geeft toegang tot de pdf-versie van diverse publicaties. Toegankelijke uitleg is te vinden onder 'Statistics Explained'.

Gedetailleerde Informatie over het aandeel hernieuwbare energie in overeenstemming met de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie is te vinden via <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>.

Het adres van de website van het IEA is www.iea.org. De standaardpublicatie van het IEA over hernieuwbare energie heet *Renewables Information* en is niet vrij beschikbaar, maar te koop als hard copy of als pdf-bestand. Naast het maken van statistiek heeft het IEA ook een

paraplufunctie voor diverse techniekgeoriënteerde samenwerkingsverbanden. Deze worden *Technology agreements* of *Implementing agreements* genoemd. Met betrekking tot hernieuwbare energie bestaat er een aantal van dit soort samenwerkingsverbanden, met vaak eigen websites: www.ieabioenergy.com over biomassa, www.iea-pvps.org over zonnestroom en www.iea-shc.org over zonnewarmte. Op deze websites zijn diverse publicaties te vinden welke soms ook unieke statistische informatie bevatten.

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

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

1.6 Regionale cijfers over hernieuwbare energie

Het is niet mogelijk om alle cijfers regionaal uit te splitsen. Voor grootschalige technieken zoals afvalverbrandingsinstallaties en het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales heeft dat te maken met de betrouwbaarheid. Uitsplitsing van deze cijfers naar provincie zou ertoe leiden dat cijfers van een individuele installatie herleidbaar zijn.

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

Voor een aantal technieken zijn wel regionale cijfers beschikbaar. Het gaat om windenergie (hoofdstuk 4), sinds 2018 om zonnestroom (hoofdstuk 5.1), bodemenergie met onttrekking van grondwater (hoofdstuk 6.2) en houtketels voor warmte bij bedrijven (hoofdstuk 8). Op de website van de Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat (2016) zijn meer regionale cijfers over hernieuwbare energie beschikbaar. Voor een aantal technieken zijn de CBS-cijfers met verdeelsleutels verder uitgesplitst. Voor andere technieken wordt dat gedeelte van de populatie uitgesplitst waarvoor gegevens beschikbaar zijn.

1.7 Leeswijzer

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

2.

Algemene overzichten

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

2.1 Hernieuwbare energie totaal

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

2.1.1 Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018**	2018**
Eindverbruik van hernieuwbare energie	PJ									% van totaal hernieuwbaar
<i>Bron-techniekcombinatie</i>										
Waterkracht ¹⁾	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
Windenergie ¹⁾	0,2	1,1	2,7	7,3	16,2	24,9	30,1	34,7	36,1	23,0
wind op land	0,2	1,1	2,7	7,3	13,5	21,2	21,7	22,6	23,7	15,1
wind op zee					2,8	3,7	8,4	12,2	12,4	7,9
Zonne-energie, totaal	0,1	0,2	0,5	0,8	1,2	5,2	6,8	9,1	12,7	8,1
zonnestroom	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	4,0	5,6	7,9	11,5	7,3
zonnewarmte	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7
Aardwarmte en bodemenergie	.	0,0	0,2	0,6	2,5	6,1	6,7	7,1	8,1	5,2
Buitenluchtenergie	.	0,0	0,0	0,1	0,5	2,0	2,6	3,4	4,5	2,8
Biomassa totaal	21,5	24,2	31,4	48,4	71,6	80,7	77,9	85,0	95,3	60,7
afvalverbrandingsinstallaties	4,1	4,3	9,1	9,8	14,1	20,7	20,0	19,9	16,9	10,8
bij- en meestoken biomassa in centrales		0,0	0,8	13,1	12,9	1,8	1,6	2,3	3,1	2,0
biomassaketels bedrijven, elektriciteit	0,4	0,4	1,0	1,4	4,4	6,3	6,7	9,5	10,0	6,3
biomassaketels bedrijven, alleen warmte	1,7	1,9	2,2	4,1	5,5	9,0	9,5	9,7	11,3	7,2
biomassa bij huishoudens	13,2	13,8	14,5	16,1	17,1	18,6	19,0	19,5	19,9	12,7
stortgas	0,2	1,3	1,1	0,9	0,7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,4	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,1	2,0	2,1	1,3
biogas uit co-vergisting van mest ²⁾				0,0	3,4	4,3	4,2	4,1	4,5	2,9
overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	2,1	4,2	4,0	4,1	4,5	2,8
vloeibare biotransportbrandstoffen	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	13,3	10,4	13,5	22,8	14,5
<i>Energievorm</i>										
Elektriciteit	2,9	5,1	10,3	26,8	42,2	47,4	54,1	60,0	65,3	41,6
Warmte	19,2	20,8	24,8	30,7	40,7	59,4	60,6	66,9	70,6	44,9
Vervoer	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	12,4	9,7	12,7	21,2	13,5
Totaal eindverbruik hernieuwbare energie	22,1	25,9	35,1	57,6	92,4	119,2	124,5	139,6	157,0	100,0
Berekening aandeel hernieuwbare energie										
Totaal bruto energetisch eindverbruik ³⁾	1 819	2 035	2 140	2 296	2 350	2 043	2 084	2 116	**	2 119
Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik	1,22	1,27	1,64	2,51	3,93	5,83	5,97	6,60**	7,41	

Bron: CBS.

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

²⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

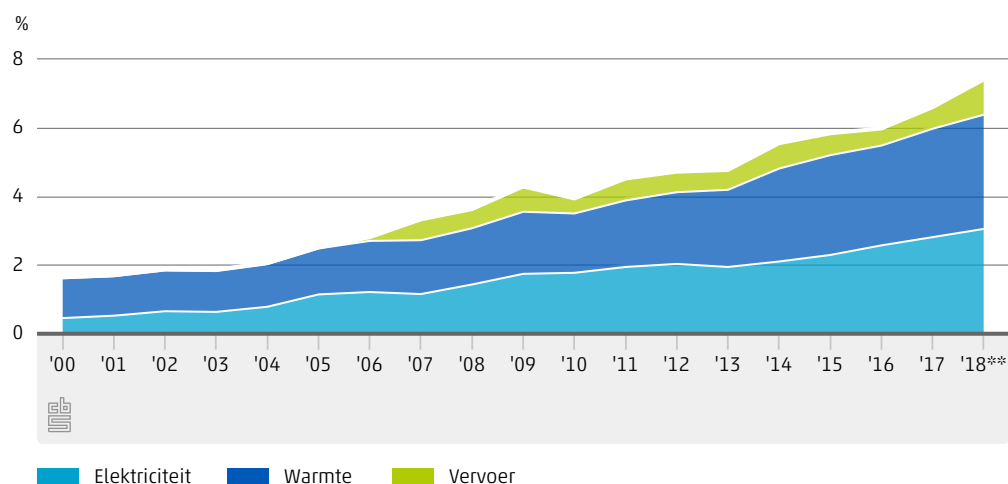
³⁾ Berekend volgens definities uit de EU-Richtlijn hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

In 2018 was het aandeel hernieuwbare energie 7,4 procent van het eindverbruik van energie. Dat is ongeveer 12 procent hoger dan het aandeel in 2017 (6,6%). Het verbruik van hernieuwbare energie was in 2018 met ruim 157 petajoule 12 procent hoger dan in 2017. Het verbruik van energie uit biomassa, goed voor 61 procent van het totaal aan hernieuwbare energie, nam met 12 procent toe. Er waren daarnaast flinke stijgingen van energie uit zon (+40%), aardwarmte en bodemenergie (+14%) en buitenlucht (+31%). De groei van windenergie bleef in 2018 beperkt tot 4 procent.

De bijdrage van zonne-energie aan het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen is gegroeid 8 procent. De ontwikkeling van de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen was ook in 2018 met een groei van 45 procent opnieuw fors en net als in vorige jaren geheel te danken aan de groei van het opgestelde vermogen van de zonnepanelen. In tegenstelling tot de elektriciteitsproductie is de warmteproductie met zonnecollectoren ongeveer gelijk gebleven. Het opgestelde vermogen voor windenergie groeide in 2018 met ongeveer 5 procent naar met 4,4 gigawatt. De elektriciteitsproductie uit wind nam dan ook ongeveer even veel toe.

2.1.2 Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik van energie



Het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen gebeurt in de vorm van elektriciteit (42%), warmte (45%) en biobrandstoffen voor vervoer (13%). In recente jaren tot 2015 zat de groei vooral bij hernieuwbare warmte, maar sinds 2015 liet juist ook het verbruik van hernieuwbare elektriciteit een grote toename zien. De groei van het totale vermogen van windmolens en zonnepanelen heeft hier belangrijk aan bijgedragen. In 2018 laat het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer een groeispiong zien. Hier ligt een aanscherping van de wetgeving aan ten grondslag (zie ook 8.11).

Oorspronkelijk werd alleen hernieuwbare elektriciteit fors ondersteund via de *Milieukwaliteit elektriciteitsproductie* (MEP-regeling) uit 2003 (zie ook 2.8). In 2007 kwam daar de stimulering van biobrandstoffen voor vervoer bij via de zogenaamde bijmengplicht (zie 8.11). In de SDE-regeling uit 2008 konden projecten voor de productie van hernieuwbare warmte ook subsidie krijgen, eerst nog alleen in combinatie met elektriciteitsproductie, maar later ook voor projecten met alleen warmte. Achterliggende reden voor deze veranderingen

zijn de Europese doelstellingen voor hernieuwbare energie. Tot en met realisatiejaar 2010 waren er alleen Europese doelstellingen voor hernieuwbare elektriciteit en biobrandstoffen voor vervoer. Vanaf 2010 gaat het vooral om de doelstelling voor het totaal aan hernieuwbare energie. Daarbij is voor een rekenmethode gekozen die hernieuwbare warmte relatief zwaar meetelt (zie ook 2.6), waardoor het stimuleren van hernieuwbare warmte een kosteneffectieve manier is om de doelstelling te halen.

Bij MEP en later SDE gaat het om relatief grote projecten waarvoor subsidie aangevraagd kan worden. Om ook de kleine projecten voor de productie van hernieuwbare warmte te stimuleren is in 2016 Investeringssubsidie duurzame energie (ISDE) van start gegaan (zie ook 2.8).

Methode

De methode voor het bepalen van het eindverbruik van hernieuwbare energie wordt per energiebron beschreven in de hoofdstukken 3 tot en met 8. Voor het totale bruto energetisch eindverbruik tot en met 2017 is gebruik gemaakt van de *SHARES*-applicatie (Eurostat, 2018). Deze applicatie berekent het bruto eindverbruik van energie op basis van de jaarvragenlijsten over energie die alle lidstaten jaarlijks invullen en opsturen naar Eurostat en IEA. Het nader voorlopige cijfer van de noemer voor 2018 is berekend uit het 2017-cijfer uit *SHARES* en de mutatie 2018-2017 van het energetisch eindverbruik uit de voorlopige nationale energiebalans 2018 van het CBS.

2.2 Hernieuwbare elektriciteit

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

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

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

2.2.1 Bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018**
mln kWh									
Wind									
Genormaliseerd ¹⁾	56	314	744	2 033	4 503	6 917	8 364	9 642	10 030
waarvan									
op land	56	314	744	2 033	3 737	5 882	6 041	6 267	6 578
op zee					765	1 035	2 323	3 375	3 452
Niet genormaliseerd	56	317	829	2 067	3 993	7 550	8 170	10 569	10 549
waarvan									
op land	56	317	829	2 067	3 315	6 420	5 901	6 869	6 918
op zee					679	1 130	2 269	3 700	3 630
Waterkracht									
Genormaliseerd ¹⁾	85	98	100	100	101	99	98	94	94
Niet genormaliseerd	85	88	142	88	105	93	100	61	72
Zonnestroom	0	2	8	35	56	1 109	1 602	2 204	3 201
Biomassa									
Totaal, inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	668	1 009	2 019	5 279	7 058	5 031	5 018	4 729	4 817
Totaal, exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	665	998	1 999	5 262	7 043	4 930	4 905	4 599	4 678
Afvalverbrandingsinstallaties	539	703	1 272	1 266	1 763	1 997	2 005	1 904	2 214
Meestoken in elektriciteitscentrales	0	4	208	3 449	3 237	498	442	530	734
Biomassaketels bedrijven, elektriciteit	34	36	234	253	1 015	1 399	1 465	1 242	845
Stortgas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	19	153	177	148	109	50	40	36	36
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	17	142	158	131	93	43	34	30	30
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	71	106	111	123	164	206	208	196	196
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	71	106	111	123	164	206	208	196	193
Biogas, co-vergisting van mest ²⁾									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas				9	575	553	524	509	516
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas				9	575	553	524	509	490
Overig biogas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	327	334	312	276
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	233	227	189	173
Totaal hernieuwbaar									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	809	1 423	2 871	7 448	11 718	13 156	15 082	16 670	18 142
Niet genormaliseerd	807	1 404	2 979	7 452	11 196	13 682	14 777	17 433	18 500
Totaal bruto elektriciteitsverbruik	81 098	92 556	108 556	118 222	122 056	119 139	120 139	120 750	** 121 500
Aandeel hernieuwbaar in bruto elektriciteitsverbruik (%)									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	1,0	1,5	2,6	6,3	9,6	11,0	12,6	13,8**	14,9
Niet genormaliseerd	1,0	1,5	2,7	6,3	9,2	11,5	12,3	14,4**	15,2

Bron: CBS.

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

²⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

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

Ontwikkelingen

In 2018 was de bruto genormaliseerde binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit 14,9 procent van het elektriciteitsverbruik. Dat is ruim een procentpunt meer dan 2017. De omzetting van biomassa in elektriciteit nam iets toe. De productie van hernieuwbare elektriciteit vindt vooral plaats met windmolens; ze zijn goed voor 55 procent

van de totale productie. De genormaliseerde productie van de windmolens was in 2018 10 000 mln kWh. Dit komt overeen met 8 procent van het Nederlandse stroomverbruik; even veel als in 2017. De bijdrage van binnenlandse zonnestroom aan de Nederlandse stroomvoorziening is in 2018 opnieuw fors gegroeid maar bleef nog beperkt tot bijna 3 procent. Met de zonnepanelen werd 3 200 mln kWh opgewekt en dat was 45 procent meer dan in 2017.

Certificaten van Garanties van Oorsprong voor groene stroom

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

2.2.2 Overzicht van de Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ, exclusief certificaten voor warmtekrachtkoppeling (mln kWh)

	2005 ²⁾	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	mln kWh													
Aanmaak uit binnenlandse productie	6 733	8 198	6 704	9 000	10 187	10 701	11 127	12 831	12 058	11 447	13 052	14 391	15 779	16 374
Import	9 799	9 110	12 271	18 924	16 938	15 987	25 534	32 774	39 835	32 496	34 286	37 525	40 112	46 149
Afgeboekt voor levering	14 791	14 567	16 620	21 530	25 372	27 450	33 478	34 953	39 956	37 887	42 702	48 031	49 363	53 494
Verlopen certificaten	228	1 227	832	426	844	653	408	666	1 411	1 015	1 255	524	669	413
Teruggetrokken certificaten ¹⁾														
Niet-verhandelbare certificaten ³⁾	339	305	251	328	522	573	589	745	863	828	810	1 127	1 255	1 364
Export	26	186	233	1 476	309	417	3 293	3 817	6 184	7 000	3 491	3 088	4 002	7 619
Voorraad begin van het jaar	3 455	4 580	5 603	6 643	10 807	10 886	8 480	7 373	12 797	16 277	13 490	12 571	11 717	12 319
Voorraad mutatie	1 125	1 023	1 039	4 165	78	-2 406	-1 107	5 424	3 480	-2 787	-919	-854	602	-367
Voorraad einde van het jaar	4 580	5 603	6 643	10 807	10 886	8 480	7 373	12 797	16 277	13 490	12 571	11 717	12 319	11 952

Bron: CertiQ.

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

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

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

De vraag naar groene stroom was in 2018 53 miljard kilowattuur (CertiQ, 2019). Dat zijn de Garanties van Oorsprong die zijn afgeboekt voor levering van groene stroom. De afboeking is 4,1 miljard kWh meer dan in 2017. De vraag naar groene stroom komt in 2018 overeen met ongeveer 44 procent van het totale bruto elektriciteitsverbruik. Ter vergelijking: in 2015 was 36 procent groen.

De binnenlandse productie (niet genormaliseerd) van hernieuwbare elektriciteit was met 18 miljard kWh ook in 2018 aanzienlijk kleiner dan de vraag naar groene stroom. Daarom is er een forse import van GvO's, die al jaren 2,5 tot soms ruim 3 keer hoger is dan de aangemaakte GvO's uit de binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit.

De meeste geïmporteerde GvO's in 2018 komen uit Italië (30 procent), Noorwegen en Spanje, beide landen 15 procent (CertiQ, 2019). De import van GvO's staat los van de fysieke import van stroom. Dat verklaart waarom we ook GvO's uit IJsland (CertiQ, 2019) konden importeren, een land waarmee ons elektriciteitsnet niet verbonden is.

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

De aanmaak van certificaten voor GvO's voor binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit is niet precies gelijk aan de daadwerkelijke fysieke productie (zie tabel 2.2.1). Het verschil was de laatste jaren maximaal 5 procent, maar wordt groter: in 2017 bijna 10 procent en in 2018 ruim 11 procent. Er zijn twee belangrijke redenen voor dit verschil. Ten eerste zit er doorgaans één en soms een paar maanden tussen de fysieke productie en de uitgifte van de GvO's. Ten tweede zijn er installaties die wel hernieuwbare elektriciteit maken, maar die geen GvO's aanvragen. Dit speelt vooral bij zonnestroom.

2.3 Hernieuwbare warmte

In tegenstelling tot hernieuwbare elektriciteit en hernieuwbare energie voor vervoer zijn er voor hernieuwbare warmte nooit concrete beleidsdoelstellingen op nationaal of Europees niveau geweest. Voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 zijn landen wel verplicht om te rapporteren over het geplande en gerealiseerde aandeel eindverbruik van energie voor verwarming uit hernieuwbare bronnen. In het bij de EU ingediende actieplan voor hernieuwbare energie geeft Nederland aan dat de regering vooralsnog uitgaat van 9 procent hernieuwbare warmte in 2020 (Rijksoverheid, 2010). In de nieuwe EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie (Europees Parlement en de Raad, 2018), welke zich richt op de periode 2021 tot en met 2030, is wel een (indicatieve) doelstelling opgenomen voor het aandeel hernieuwbare energie voor warmte. Dit zou met 1,1 procentpunt per jaar moeten stijgen of 1,3 procentpunt als een land restwarmte mee zou willen tellen.

Ontwikkelingen

Het aandeel hernieuwbare warmte groeit geleidelijk en kwam in 2018 overeen met ruim 6 procent van het totale eindverbruik van energie voor warmte. In tegenstelling tot hernieuwbare elektriciteit werd de ontwikkeling van hernieuwbare warmte in het verleden veel minder gestimuleerd door subsidies. De door een wisselend subsidiebeleid veroorzaakte pieken en dalen van het groeitempo, zoals bij hernieuwbare elektriciteit, zijn bij hernieuwbare warmte daardoor niet aanwezig.

Inmiddels is er wel wat veranderd. In de nieuwe subsidieregeling SDE was er al een bonus voor warmte bij projecten met gelijktijdige productie van elektriciteit en warmte. Vanaf 2012 is er in de SDE+ ook subsidie voor installaties die alleen warmte uit hernieuwbare bronnen produceren en vanaf 2016 is er ISDE voor diverse kleinschalige technieken voor hernieuwbare warmte. Wat meespeelt bij deze verandering is dat hernieuwbare warmte een relatief goedkope bijdrage levert aan het aandeel hernieuwbare energie voor de *EU-Richtlijn*

Hernieuwbare Energie (Lensink et al., 2012) en dat hernieuwbare warmte relatief zwaar meetelt in de rekenmethode voor deze richtlijn (paragraaf 2.6). Doel van de SDE+ is het zo kosteneffectief mogelijk bereiken van de Europese doelstelling van 14 procent hernieuwbare energie in 2020 (Energierapport 2011, Ministerie EL&I, 2011a).

2.3.1 Eindverbruik voor verwarming uit hernieuwbare energiebronnen

	1990	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018**
TJ								
Zonnewarmte	100	454	719	994	1 137	1 147	1 144	1 147
Aardwarmte				318	2 448	2 844	3 047	3 731
Bodemenergie	.	156	628	2 183	3 634	3 855	4 079	4 375
Buitenluchtwarmte	.	23	81	536	2 019	2 635	3 405	4 470
Biomassa, waarvan	19 125	24 153	29 264	36 648	50 179	50 134	55 251	56 856
afvalverbrandingsinstallaties	2 203	4 548	5 241	7 708	13 523	12 785	13 088	8 936
meestoken in elektriciteitscentrales	0	15	693	1 267	35	57	426	451
biomassaketels voor warmte bedrijven	1 725	2 212	4 106	5 477	9 034	9 508	9 728	11 272
houtkachels huishoudens	12 949	14 187	15 857	16 859	18 368	18 766	19 195	19 679
houtschool	270	270	270	270	270	270	270	270
decentrale wkk met vaste en vl. biomassa	233	188	468	784	1 254	1 476	4 990	6 918
stortgas ²⁾	157	475	351	267	202	159	208	211
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 142	1 361	1 306	1 258	1 205	1 311	1 285	1 345
biogas, co-vergisting van mest ¹⁾			18	1 333	2 300	2 306	2 252	2 584
overig biogas ²⁾	446	897	954	1 424	3 065	2 778	2 788	3 257
vloeibare biotransportbrandstoffen					923	718	1 022	1 933
Totaal hernieuwbaar	19 226	24 785	30 691	40 679	59 417	60 615	66 926	70 579
Totaal eindverbruik voor verwarming	1 083 632	1 212 131	1 265 269	1 300 649	1 078 147	1 111 378	1 131 042 **	1 117 025
Aandeel hernieuwbare warmte (%)	1,8	2,0	2,4	3,1	5,5	5,5	5,9**	6,3

Bron: CBS.

¹⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

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

In 2018 was het aandeel hernieuwbare warmte in het totale eindverbruik van energie voor warmte met 6,3 procent iets hoger dan in 2017 (5,9%). Het aandeel steeg omdat de groei van hernieuwbare warmte (+5%) ontstond bij een vrijwel gelijk gebleven totaal verbruik van energie voor warmte. De toename van het verbruik van hernieuwbare warmte was een gevolg van onder andere de flink toegenomen levering van warmte via het gebruik van buitenluchtwarmte (+31%) en met biomassaketels voor warmtekrachtkoppeling bij bedrijven (+39%) en met biomassaketels voor warmte bij bedrijven (+16%). Tegenover de stijgingen stond een forse daling van de warmteproductie bij de afvalverbrandingsinstallaties (-32%). Deze installaties leverden in 2018 meer elektriciteit in plaats van warmte.

De belangrijkste bron voor hernieuwbare warmte zijn de houtkachels van huishoudens. Impliciete steun van de overheid voor het houtverbruik door huishoudens is de energiebelasting op aardgas en het ontbreken van een energiebelasting op hout. Voor veel huishoudens is geld overigens niet de belangrijkste drijfveer om hout te stoken: sfeer is ook een belangrijke factor. De cijfers hierover bevatten overigens wel de nodige onzekerheid. Kort voor of na het verschijnen van dit rapport komt het CBS met een rapport over de uitkomsten over houtverbruik huishoudens uit de zesjaarlijkse Energiemodule van het WoON-onderzoek. De resultaten uit dat onderzoek zijn nog niet in dit rapport verwerkt.

2.4 Hernieuwbare energie voor vervoer

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

Ontwikkelingen

In 2018 was het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer 9,5 procent en is daarmee 3,6 procentpunt meer dan in 2017. Daarmee voldoet Nederland dus al bijna aan de verplichting van de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie om in 2020 het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer 10 procent te laten zijn. De biotransportbrandstoffen zijn de belangrijkste component van hernieuwbare energie voor vervoer en verbruik daarvan is aanzienlijk gestegen in 2018, vooral door aanscherping van de nationale wettelijke regels voor het leveren van hernieuwbare energie voor vervoer. Zie verder ook de methode hieronder en paragraaf 8.11.

Bij de berekening van het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer tellen biobrandstoffen uit afval dubbel. Het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen is, sinds de introductie van de dubbeltellingsregeling in 2009, tot en met 2012 steeds gestegen, daarna stabiel en de laatste jaren vooral afhankelijk van de verhouding tussen het verbruik van biobenzine en biodiesel. De laatste jaren is bijna alle op de markt gebrachte biodiesel dubbel tellend en bij biobenzine blijft het aandeel dubbel tellend beperkt. Kennelijk is het de laatste jaren makkelijker (en goedkoper) om aan dubbeltellende biodiesel te komen dan aan dubbeltellende biobenzine.

Afgelopen periode zijn er berichten naar buiten gekomen over fraude met biodiesel in de periode 2015/2016. Het CBS heeft daar kennis van genomen. Het kan zijn dat de fraude met biodiesel een effect heeft op CBS-cijfers over duurzame biobrandstoffen geleverd op de Nederlandse markt. Het is echter nu nog niet duidelijk of dat het geval is en hoe groot dit effect zou zijn. Zodra het effect op de Nederlandse markt bekend is, zal het CBS dat op een geschikt moment verwerken in de cijfers.

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

	Berekening	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018**
Duurzame vloeibare biobrandstoffen								
Op de markt gebracht (TJ)	A	12 527	12 122	14 091	12 391	9 718	12 461	20 876
waarvan dubbeltellend (TJ)	B	7 368	7 474	8 900	6 033	4 965	7 062	14 506
Op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	C=A+B	19 895	19 596	22 991	18 424	14 683	19 523	35 382
Duurzame gasvormige biobrandstoffen								
Totaal groen gas voor vervoer (administratief plus fysiek) (TJ)	D	347	306	282	179	184	230	306
waarvan dubbeltellend (TJ)	E	346	305	280	176	180	226	301
Op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	F=D+E	693	611	562	355	365	456	607
Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	G	6 275	6 179	5 926	5 553	5 844	5 633	5 821
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	H	19,7	21,7	23,5	25,4	27,5	28,8	29,6
Rekenfactor voor hernieuwbare elektriciteit in spoorvervoer	I	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Verbruik hernieuwbare elektriciteit voor vervoer (TJ)	J=G×H/100×I	3 086	3 352	3 482	3 523	4 012	4 057	4 307
Hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	K	72	123	253	673	1 246	1 347	1 717
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	L	19,7	21,7	23,5	25,4	27,5	28,8	29,6
Rekenfactor voor hernieuwbare elektriciteit in wegvervoer	M	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Verbruik hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer (TJ)	N=K×L/100×M	71	133	297	855	1 711	1 940	2 541
Berekening aandeel hernieuwbaar vervoer uit EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie								
Totaal teller (TJ)	O=C+F+J+N	23 744	23 692	27 332	23 157	20 770	25 976	42 837
Noemer (verbruik benzine, diesel, gas en elektriciteit voor vervoer) (TJ) ²⁾	P	460 089	448 214	420 394	425 859	427 501	439 300	449 438
Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer (%)	Q=O/1000/P*100	5,2	5,3	6,5	5,4	4,9	5,9	9,5
Verplicht aandeel hernieuwbare energie voor vervoer voor leveranciers van benzine en diesel in Nederland volgens nationale wetgeving³⁾								
		4,50	5,00	5,50	6,25	7,00	7,75	8,50

Bron: CBS.

¹⁾ In overeenstemming met de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie gaat het hier om het aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het referentiejaar. Bron voor data Eurostat (2016).

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

³⁾ Berekend op een iets andere wijze, zie tekst.

Ook elektriciteit voor railvervoer levert een substantiële bijdrage, mede doordat gerekend mag worden met het EU-gemiddelde aandeel hernieuwbare elektriciteit (veel hoger dan het Nederlandse) en sinds kort ook met rekenfactor van 2,5 (zie methode hieronder). Elektriciteit voor wegvervoer levert nog steeds een marginale bijdrage, ondanks de relatief sterke groei van het aantal elektrische voertuigen en de rekenfactor van 5 uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie.

Sinds eind 2018 is de wijze waarop biogas voor vervoer meetelt aangepast door Eurostat in samenspraak met DG Energie, als gevolg van een uitspraak van een Europese rechter over de interpretatie van de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Het is sindsdien mogelijk om groen gas dat in het binnenland geleverd is aan het gasnet te alloceren naar vervoer voor zover dat gepaard gaat met een fysieke levering van aardgas en een Garantie van Oorsprong waarmee aangetoond kan worden dat het groene gas voldoet aan de duurzaamheidscriteria uit de EU-Richtlijn. In Nederland registreert de NEa hoeveel groen gas op deze wijze wordt gealloceerd naar vervoer in het kader van de verplichting voor bedrijven om hernieuwbare energie voor vervoer te leveren. Groen gas leverde op deze wijze in 2018 ongeveer 600 TJ hernieuwbare energie voor vervoer, ongeveer anderhalve procent van het totaal.

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

Methode

Voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* tellen alleen biobrandstoffen mee welke voldoen aan duurzaamheidscriteria uit deze Richtlijn. Het gebruik van duurzame biobrandstoffen is bepaald zoals beschreven in 8.11.

In september 2015 is een aanpassing van de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie gepubliceerd (Europees Parlement en de Raad, 2015). Deze aanpassing staat bekend als de ILUC Richtlijn, voortvloeiend uit discussie over de duurzaamheid van het gebruik van biobrandstoffen. In het bijzonder gaat het dan om indirecte effecten op het landgebruik (Indirect Land Use Change, ILUC), waarmee wordt bedoeld dat de teelt van gewassen voor biobrandstoffen ongunstige verschuivingen in het landgebruik kan veroorzaken. Het is heel lastig om dergelijke effecten precies uit te rekenen, maar een meerderheid van de verantwoordelijke politici vond de verschenen studies daarover voldoende overtuigend om het gebruik van biobrandstoffen voor vervoer uit voedselgewassen te beperken tot 7 procent van het totaal verbruik van benzine, diesel en elektriciteit voor vervoer.

Een tweede aanpassing van de Richtlijn is dat er meer aandacht is voor milieutechnische goede biobrandstoffen, die, net als in de oorspronkelijke Richtlijn, dubbel mogen tellen voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer (maar niet voor de doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie in het totaal verbruik). De aanpassing betreft vooral het preciezer weergeven welke biobrandstoffen dubbel mogen tellen en het splitsen van deze groep in twee subgroepen: geavanceerde biobrandstoffen en biobrandstoffen uit dierlijk vet en gebruikt frituurvet. Voor het verbruik van biobrandstoffen uit de eerste subgroep geldt een apart indicatief doel van 0,5 procent van het totaal verbruik van benzine, diesel en elektriciteit voor vervoer in 2020. De bepaling van het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen in Nederland is beschreven in 8.11 en verandert niet wezenlijk door aanpassing van de Richtlijn.

Een derde aanpassing betreft het extra stimuleren van het verbruik van elektriciteit voor vervoer. De bijdrage van hernieuwbare elektriciteit voor rail- en wegvervoer is bepaald op basis van het totale verbruik van elektriciteit voor rail- en wegvervoer vermenigvuldigd met het EU-aandeel hernieuwbare elektriciteit twee jaar voor het verslagjaar. Deze verschuiving van twee jaar is een bestaande afspraak uit de EU-richtlijn. De richtlijn geeft landen de keus om voor de berekening van het verbruik van hernieuwbare elektriciteit voor vervoer te kiezen uit het aandeel hernieuwbare elektriciteit uit het eigen land of het aandeel hernieuwbare elektriciteit uit de EU. Nederland heeft gekozen voor het EU-aandeel. Dat is namelijk aanmerkelijk hoger. In de oorspronkelijke EU-Richtlijn is afgesproken dat het verbruik van hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer met 2,5 wordt vermenigvuldigd. Deze factor is in de nieuwe Richtlijn verhoogd naar 5. In de aangepaste Richtlijn is ook een vermenigvuldigingsfactor voor elektriciteit voor railvervoer geïntroduceerd. Deze is 2,5.

Het aandeel hernieuwbare elektriciteit voor weg- en railvervoer is overgenomen uit de CBS-energiebalans.

Via de wet en regelgeving *Energie voor Vervoer* uit 2018 (voortbouwend op vergelijkbare wetten met verplichtingen) zijn Nederlandse oliebedrijven verplicht om hernieuwbare energie op de markt te brengen. Deze verplichting geldt voor een oplopend percentage van de in Nederland geleverde benzine en diesel. In 2017 was dat percentage 7,75 en dit loopt op naar 16,4 procent in 2020 (Besluit *Energie vervoer* uit 2018).

De berekening voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* (zoals toegepast door NEa) is niet precies hetzelfde als de berekening volgens de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* zoals in tabel 2.4.1., waardoor de resulterende percentages verschillen. De rekenwijze verschilt op de volgende onderdelen:

- Carry-over: Oliebedrijven hebben de voor de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* de mogelijkheid om het ene jaar meer te doen en het andere jaar minder. De EU-Richtlijn kent deze verschuiving niet en gaat uit van de fysieke leveringen in het verslagjaar. Deze flexibiliteit verlaagt de kosten voor de oliebedrijven.
- Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer: Elektriciteit voor railvervoer is geen onderdeel van de wet *Hernieuwbare Energie Vervoer*, maar telt wel mee voor de EU-doelstelling via het EU-gemiddelde aandeel hernieuwbare elektriciteit.
- Biobrandstoffen voor mobiele werktuigen: Mobiele werktuigen in de bouw en landbouw gebruiken net als veel wegvoertuigen diesel. In deze diesel zit ook biodiesel bijgemengd. Voor de *EU-richtlijn Hernieuwbare Energie* valt het gebruik van (bio)diesel voor deze mobiele werktuigen niet onder vervoer en telt deze dus niet mee voor het verplichte aandeel hernieuwbare energie voor vervoer. Voor de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* tellen de biobrandstoffen geleverd aan mobiele werktuigen wel mee bij het voldoen aan de verplichting.
- Voor de Richtlijn Hernieuwbare Energie worden biobrandstoffen geteld op het moment dat ze volgens de energiestatistieken fysiek op de Nederlandse markt komen. Dat is het moment dat er accijns wordt afgedragen. Voor de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* konden sinds 2015 biobrandstoffen geteld worden op het moment dat de biobrandstoffen aan een Nederlandse afnemer waren verkocht. Een eventueel daarop volgende export van de biobrandstoffen was voor de wet niet van belang. Met ingang van 2018 is de wetgeving aangepast, onder andere met als doel om ervoor te zorgen dat biodiesel en benzine die tellen voor de verplichting ook fysiek op de Nederlandse markt komen. De verschillen tussen de fysieke leveringen zoals vastgesteld door het CBS en de leveringen die bij de NEa zijn geclaimd voor het voldoen aan de verplichting zijn in 2018 veel kleiner dan in de jaren 2015 tot en met 2017.
- Met ingang van verslagjaar 2018 is het voor bedrijven mogelijk om biobrandstoffen geleverd aan de nationale en internationale scheepvaart mee te laten tellen voor het voldoen aan hun verplichting. Drie procent van de geclaimde leveringen bij de NEa bestond uit leveringen aan de scheepvaart (NEa, 2019). Leveringen aan de scheepvaart tellen alleen mee voor de EU-verplichting als deze zijn geleverd aan schepen met vertrek en aankomst in Nederland. Veel schepen varen naar het buitenland. CBS heeft nog meer tijd nodig om na te gaan in welke mate de geclaimde leveringen met bestemming scheepvaart betrekking hebben op schepen die in Nederland blijven.
- Berekening noemer: in de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* gaat het om benzine, diesel en elektriciteit voor wegvervoer en spoor. In de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* gaat het ook om alle belast uitgeslagen benzine en diesel. Het uitsluiten van leveringen

aan mobiele machines is door aanpassing van de wet vanaf verslagjaar 2018 niet meer mogelijk.

2.5 Internationale vergelijking

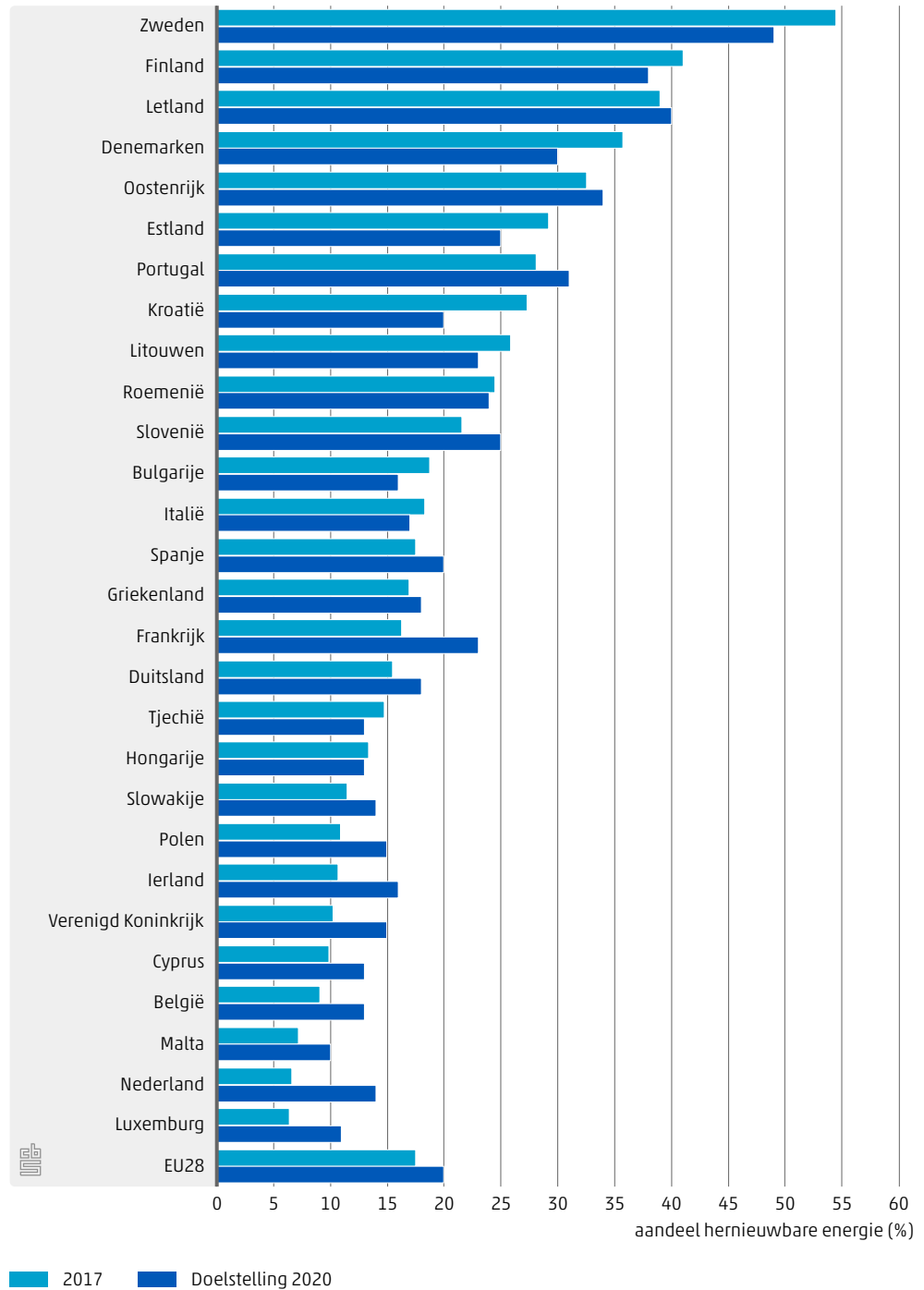
Nederland heeft weinig hernieuwbare energie ten opzichte van veel andere Europese landen. In de ranglijst voor het aandeel hernieuwbare energie staat ons land op de tweede plaats van onderen. In 2017 komt in Nederland 6,6 procent van alle energie uit hernieuwbare bronnen, bij koploper Zweden is dit ruim 54 procent.

Er zijn drie belangrijke redenen waarom Nederland zo laag staat op de Europese ranglijst. Ten eerste hebben we nauwelijks waterkracht door de geringe hoogteverschillen in onze rivieren. Ten tweede wordt er weinig hout verbruikt door huishoudens. In Nederland hebben bijna alle huishoudens een aardgas aansluiting en soms stadsverwarming. In veel andere landen ontbreken deze aansluitingen op het platteland. Hout concurreert in Nederland dus altijd met het makkelijke en goedkope gas of met stadsverwarming. In het buitenland zijn er veel gebieden waar hout alleen concurreert met elektriciteit, kolen of olie. Deze laatste drie energiedragers zijn relatief duur en en/of bewerkelijk. In die gebieden is hout daarom relatief snel aantrekkelijk.

Er is een derde reden waarom het aandeel hernieuwbare energie in Nederland lager is dan in bijvoorbeeld Denemarken, Duitsland of Spanje. In deze landen heeft de overheid 'nieuwe' vormen van hernieuwbare energie zoals windenergie of zonnestroom meer gesteund dan in ons land. Dit is een politieke keuze. Direct of indirect kost het stimuleren van deze vormen van hernieuwbare energie geld en in Nederland heeft de politiek dat er niet altijd voor over gehad. Sinds 2014 is hierin wel verandering gekomen met het 'op stoom komen' van de SDE +-subsidierегeling en de forse verhogingen van de subsidiebudgetten (zie verder paragraaf 2.8 Subsidies). De ruimere subsidiemogelijkheden zijn niet direct zichtbaar in de realisatiecijfers vanaf 2014, omdat vooral voor de grote projecten er veel tijd zit tussen plannen, discussie over de ruimtelijke inpassing, aanvraag en realisatie. De laatste jaren is wel een grote groei zichtbaar voor zonnestroom, gestimuleerd door de subsidies.

Onder andere vanwege de verschillen in natuurlijke omstandigheden heeft niet elk land dezelfde doelstelling van het aandeel hernieuwbare energie in 2020. Gemiddeld genomen streeft de EU naar 20 procent in 2020. Afgesproken is dat sommige landen meer doen dan gemiddeld en andere landen zoals Nederland minder. Het, bindende, doel voor Nederland is 14 procent. In 2017 zaten we daar dus nog ruim 7 procentpunt van af. Geen enkel ander land was zo ver van de doelstelling verwijderd.

2.5.1. Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik



Bron: CBS voor Nederland, Eurostat (2018) voor andere landen

2.6 Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie

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

Bruto-eindverbruikmethode

In de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 hebben Europese regeringen en het Europees Parlement gezamenlijk afgesproken om 20 procent van het energetisch eindverbruik van energie in 2020 uit hernieuwbare bronnen te laten komen. Bij de berekeningen van het aandeel hernieuwbare energie wordt gebruik gemaakt van concepten uit de energiebalans. In de richtlijn is het eindverbruik opgebouwd uit drie componenten: elektriciteit, warmte en vervoer.

Voor elektriciteit is het eindverbruik van hernieuwbare energie gelijk gesteld aan de bruto binnenlandse productie. Dit is de productie zonder aftrek van het eigen elektriciteitsverbruik van de elektriciteit producerende installatie.

Voor warmte is het eindverbruik van hernieuwbare energie gelijk aan het finaal verbruik van hernieuwbare energie (bijvoorbeeld de inzet van hout in kachels) plus de verkochte warmte uit hernieuwbare bronnen (bijvoorbeeld de geleverde warmte aan stadsverwarming).

Voor vervoer gaat het om de biobrandstoffen die geleverd zijn op de nationale markt, al dan niet gemengd in gewone benzine en diesel. Leveringen aan vliegtuigen tellen wel mee, leveringen aan internationale scheepvaart niet.

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

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

Tot slot vindt er een correctie plaats voor landen met een groot aandeel energieverbruik voor vliegverkeer. Voor Nederland resulteert deze correctie voor 2017 in een verlaging van het totale eindverbruik van energie met bijna 2 procent.

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

Substitutiemethode

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

2.6.1 Referentierendementen en CO₂ emissiefactor voor elektriciteitsproductie

	CO ₂ -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie	
	Rendement %	kg/GJ primaire energie
1990	37,4	71,5
1995	37,4	71,1
2000	39,7	71,3
2005	39,9	68,9
2010	42,3	67,4
2011	43,4	67,4
2012	41,9	71,1
2013	42,4	73,6
2014	41,5	73,5
2015	41,4	77,9
2016	42,8	74,6
2017	44,6	73,1
2018**	44,6	73,1

Bron: CBS.

Uitgangspunten bij de substitutiemethode zijn de productie van hernieuwbare elektriciteit, de productie van hernieuwbare nuttige warmte en het verbruik van biobrandstoffen. Daarna wordt bepaald hoeveel fossiele energie nodig geweest zou zijn om dezelfde hoeveelheid elektriciteit, warmte of transportbrandstoffen te maken. Daarbij wordt gebruik gemaakt van referentietechnologieën die zijn gedefinieerd in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Voor de nader voorlopige cijfers voor 2018 is voor het referentierendement voor elektriciteit uitgegaan van de voorlopige 2017 cijfers (CBS, 2019).

Vooraf voor windenergie is er soms discussie of de gekozen referentie de juiste is. Windenergie is niet constant en niet volledig voorspelbaar. Fluctuaties worden opgevangen door conventionele centrales. Deze moeten daardoor vaker op- en afgeregeld worden, wat ten koste gaat van het rendement. Dit effect is niet zo groot en valt binnen de marge van andere onzekerheden die samenhangen met de gekozen referentie, zoals het niet meenemen van de broeikasgasemissies gerelateerd aan de bouw van windmolens en conventionele energiecentrales, het niet meenemen van de broeikasgasemissies bij de winning en transport van kolen en gas en de effecten van windenergie op beslissingen over

de bouw van nieuwe centrales en het uit-gebruik-nemen van oude centrales (Kamerbrief, EZ 2012).

Primaire-energiemethode

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

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

Vergelijking tussen methoden

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

Het resulterende percentage voor het aandeel hernieuwbare energie in 2018 is voor de bruto eindverbruik methode duidelijk hoger. Ook de bijdrage van de verschillende componenten verschilt veel. Zo telt in de substitutiemethode hernieuwbare elektriciteit veel zwaarder mee. Dat komt omdat in de twee andere methoden alleen de geproduceerde elektriciteit telt, terwijl het in de substitutiemethode gaat om de fossiele energie die een gemiddelde centrale nodig zou hebben om dezelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren. Dat is twee á tweeënhalve maal zoveel. Daar staat tegenover dat in de substitutiemethode het houtverbruik bij huishoudens veel minder zwaar meetelt, omdat het gemiddeld lage rendement van de houtkachels wordt verdisconteerd. Bij de primaire-energiemethode is afvalverbranding de belangrijkste bron. Dat komt omdat hier de energie-inhoud van het verbrande afval telt en niet de geproduceerde elektriciteit en warmte. Van belang is verder dat de noemer bij de bruto-eindverbruikmethode aanzienlijk kleiner is. Dat komt vooral omdat hierin de omzettingsverliezen bij elektriciteitsproductie en het niet-energetisch verbruik van energie niet zijn meegenomen.

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

2.6.2 Vergelijking tussen verschillende methodes voor de berekening van aandeel hernieuwbare energie in Nederland, 2018**

	Bruto eindverbruik (volgens EU-richtlijn hernieuwbare energie)	Vermeden verbruik fossiele primaire energie (substitutiemethode)	Verbruik primaire energie
Verbruik hernieuwbare energie (TJ)			
<i>Naar Bron/techniek</i>			
Waterkracht	340	761	260
Windenergie	36 106	84 033	37 975
Zonnestroom	11 524	25 839	11 524
Zonnewarmte	1 147	1 198	1 147
Aardwarmte	3 731	3 727	3 731
Bodemwamte	4 375	3 009	4 375
Bodemkoude		1 142	
Buitenluchtwarmte	4 470	1 423	4 470
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	16 907	22 331	40 356
Meestoken in centrales	3 094	6 858	6 858
Verbruik van vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven voor elektriciteit	9 959	10 904	17 496
Biomassaketels voor warmte bij bedrijven	11 272	10 681	11 482
Houtkachels huishoudens	19 679	13 341	19 679
Houtskool verbruik	270		270
Stortgas	354	494	706
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 056	1 890	2 401
Biogas, co-vergisting van mest	4 493	5 092	5 279
Overig biogas	4 456	4 690	5 584
Vloeibare biotransportbrandstoffen	22 809	22 809	25 003
<i>Naar energievorm</i>			
Elektriciteit	65 311	143 860	
Warmte	70 579	55 203	
Vervoer	21 152	21 159	
Totaal hernieuwbaar	157 042	220 222	198 596
Berekening aandeel hernieuwbaar in energieverbruik			
Totaal primair energieverbruik (PJ)		3 175	3 100
Totaal energetisch eindverbruik van energie (PJ)	2 119		
Aandeel hernieuwbaar (%)	7,41	6,94	6,41

Bron: CBS.

2.7 Werkgelegenheid

Een belangrijke reden voor het stimuleren van hernieuwbare energie is het vermijden van het verbruik van fossiele energie en de daaraan gekoppelde broeikasgasemissies. Het stimuleren van de economie wordt echter regelmatig genoemd als nevendoeel. Ook in Nederland is dit nevendoeel belangrijker geworden. Dat heeft als gevolg dat de overheid Green Deals sluit met het bedrijfsleven, in topsectorenbeleid economische en energiedoelen worden gecombineerd en in het Energieakkoord een apart doel is opgenomen over werkgelegenheid. De laatste jaren heeft deze discussie een nieuwe wending gekregen. Door de economisch is er krapte op de arbeidsmarkt ontstaan, ook in sectoren die relevant zijn voor de verduurzaming van de energievoorziening (Panteia, 2018).

Ontwikkelingen

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

2.7.1 Werkgelegenheid in de hernieuwbare energiesector (exclusief bioraffinage)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	voltijdsequivalenten							
Wind	3 700	4 000	4 400	4 400	5 100	5 900	4 800	5 100
Zon	2 900	3 400	4 900	6 300	6 000	7 300	8 200	9 600
Water, bodem en buitenlucht	1 900	2 000	2 000	1 900	1 800	1 800	1 900	1 900
Biogas	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
Overige biomassa	3 500	3 900	2 900	2 700	2 600	2 600	2 700	2 400
Totaal	13 200	14 500	15 400	16 500	16 700	18 800	18 800	20 200

Bron: CBS.

De totale werkgelegenheid voor de productie en exploitatie van hernieuwbare energiesystemen (dus exclusief energiebesparing) bedraagt in 2017 ongeveer 20 duizend voltijdbanen. De belangrijkste technieken voor wat betreft de werkgelegenheid zijn windenergie en zonne-energie. Bij windenergie gaat het voor een groot deel om werk in de offshore sector. Nederlandse bedrijven dragen niet alleen bij aan parken in Nederland, maar ook aan parken in andere landen. Bij zonne-energie gaat het vooral om installatiewerk voor panelen in Nederland.

De totale werkgelegenheid in Nederland in 2017 was 7,3 miljoen voltijdsequivalenten (inclusief zelfstandigen). De hernieuwbare energiesector leverde hieraan dus een bijdrage van een kwart procent.

Methode

Bovenstaande cijfers zijn gebaseerd op cijfers zoals het CBS deze maakt voor de Nationale Energieverkenning (NEV), welke opgevolgd zal worden door de Klimaat en Energieverkenning (KEV). In de NEV en de KEV staan ook andere economische indicatoren dan werkgelegenheid, bijvoorbeeld toegevoegde waarde. In 2018 is de Nationale Energieverkenning niet verschenen, maar voor dit onderdeel vervangen worden door een CBS-publicatie met daarin vergelijkbare informatie over economische indicatoren tot en met het verslagjaar 2017 (CBS, 2018).

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

2.8 Subsidies

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

MEP en SDE

De oudste ingrijpende overheidsmaatregel is de MEP-subsidie (*Milieu kwaliteit elektriciteitsproductie*). Voor de MEP konden van halverwege 2003 tot half augustus 2006 aanvragen worden ingediend. Na start van een project is er tien jaar recht op subsidie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit. Het bedrag verschilt per technologie.

In augustus 2006 is de MEP gesloten voor nieuwe projecten, omdat de kosten uit de hand dreigden te lopen en omdat het beoogde doel (9 procent hernieuwbare elektriciteit in 2010) binnen bereik kwam (Ministerie van Economische Zaken, 2006). Die doelstelling is inderdaad gehaald.

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

- De SDE richt zich niet alleen op hernieuwbare elektriciteit, maar ook op groen gas en hernieuwbare warmte.
- De subsidie is afhankelijk van de marktprijs van gewone stroom of aardgas: hoe hoger de prijs voor gewone stroom of aardgas, hoe kleiner het prijsverschil tussen conventionele en hernieuwbare energie en hoe lager de subsidie.

- Elk jaar wordt een subsidieplafond vastgesteld. Het is dus geen open-einde-regeling.
- De regeling wordt elk jaar aangepast. Daarmee speelt de overheid in op nieuwe markt- en beleidsontwikkelingen. Voor ondernemers kunnen deze aanpassingen wel lastig zijn, omdat het plannen van een project vaak meerdere jaren duurt.

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

- In de SDE was er voor iedere techniek een apart tarief (subsidie per eenheid geproduceerde energie) en maximumbedrag beschikbaar. In de SDE+ zijn er geen vaste tarieven meer per techniek en ook geen apart subsidiebudget per techniek. De regeling is zo ingericht dat er competitie ontstaat tussen de technieken, waarbij de technieken en de projecten die de minste subsidie nodig hebben eerder aan bod komen. Achterliggend doel is het halen van de Europese doelstelling met zo min mogelijk subsidie.
- In de SDE was er alleen een stimulans voor hernieuwbare-warmteproductie, indien deze werd gecombineerd met elektriciteitsproductie. In de SDE+ is vanaf 2012 ook plek voor projecten die alleen hernieuwbare warmte produceren.

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

2.8.1 SDE-budgetplafond¹⁾

	Miljard euro
2011	1,5
2012	1,7
2013	3,0
2014	3,5
2015	3,5
2016	9,0
2017	12,0
2018	12,0

Bron: RVO.

¹⁾ Genoemde bedragen per jaar zijn de som van subsidiebetalingen over de gehele subsidieperiode van de projecten. Uitbetalingen van subsidie vinden plaats op basis van daadwerkelijke energieproductie.

Zoals hierboven vermeld wordt jaarlijks vastgesteld hoeveel budget beschikbaar komt voor de SDE-regeling. De hoogte van dit budget, het budgetplafond, was voor het SDE-jaar 2018 met 12 miljard euro even hoog als in 2017, maar veel hoger dan in de jaren vóór 2016 waarin een maximum van 3,5 miljard euro werd bereikt. De hier genoemde bedragen zijn exclusief die voor 'wind op zee'; deze techniek heeft een eigen aanvraagprocedure.

In 2018 is ruim 1 miljard euro MEP en SDE subsidie uitgekeerd, vooral voor biomassa- en windprojecten. De uitkering in 2018 is 8 procent hoger dan in 2017. Het aflopen van de MEP-projecten is goed zichtbaar in de cijfers. In 2018 is het aandeel van MEP-uitkeringen in het totaal gedaald naar 2 procent.

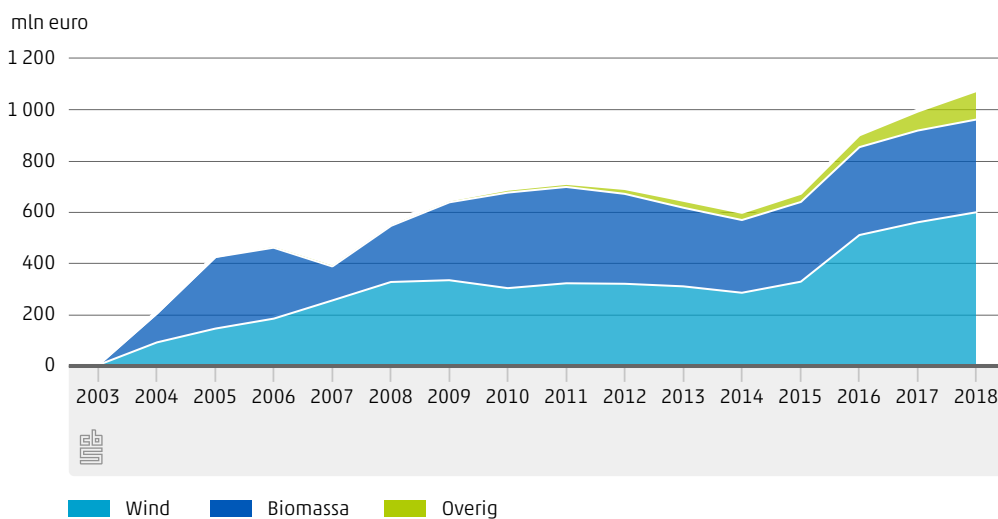
2.8.2 MEP en SDE(+) subsidie

	Productie van installaties met subsidie		Productie waarover subsidie is ontvangen		Totale bruto productie 1)		Subsidie op transactiebasis		Subsidie op kasbasis	
	2017	2018 ²⁾	2017	2018**	2017	2018**	2017	2018 ²⁾	2017	2018
	mln kWh				mln euro					
Waterkracht	1	1	1	1	61	72	0	0	0	0
Windenergie	7 119	6 878	5 881	5 729	10 569	10 549	628	551	564	603
Zonnestroom	504	1 031	464	924	2 204	3 201	51	78	50	83
	TJ									
Biomassa elektriciteit en warmte	20 891	21 360	20 420	20 998	.	.	307	258	316	319
Aardwarmte	3 047	3 660	2 993	3 423	3 047	3 731	22	27	24	28
Zonnewarmte	6	4	6	3	1 144	1 147	0	0	0	0
	mln m³									
Gas										
Biomassa	101	102	99	101	98	107	40	41	41	44
Totaal										
MEP							146	7	150	25
SDE							901	948	846	1 051
Totaal							1 047	955	996	1 077

¹⁾ In deze tabel is gekozen voor de productie zonder normalisatie, omdat de subsidie ook wordt uitgekeerd op basis van de productie zonder normalisatie.

²⁾ Het gaat om productiegegevens zoals deze bekend waren bij RVO op peildatum 1 maart 2018. Voor sommige installaties komen de data later beschikbaar. Ontbrekende gegevens zijn niet bijgeschat. Vooral bij warmte leidt dit tot een onderschatting van de gesubsidieerde productie en subsidie op transactiebasis.

2.8.3 Uitbetaalde MEP en SDE(+) subsidies



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

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

De gegevens uit tabel 2.8.2 zijn afgeleid uit een bestand met subsidiegegevens per project dat het CBS heeft ontvangen van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). De bedragen op kasbasis komen overeen met gegevens uit de figuur *Uitgaven* van RVO (2019b).

ISDE

De Investeringsubsidie duurzame energie (ISDE) is aangekondigd in de Warmtevisie in april 2015 (Rijksoverheid, 2015). Deze meerjarige regeling is geopend op 1 januari 2016 en loopt tot en met 31 december 2020. Met de ISDE wil de overheid stimuleren dat Nederlandse huizen en bedrijven minder door gas en meer door duurzame warmte worden verwarmd. Particulieren en zakelijke gebruikers kunnen daarom via de ISDE een tegemoetkoming krijgen bij de aanschaf van zonneboilers, warmtepompen, biomassaketels en pelletkachels. Het budget voor de regeling bedroeg in 2018 100 miljoen euro en was later verruimd tot 108 miljoen waarmee er ruimte is gecreëerd voor alle aanvragen. In 2019 is het budget weer 100 miljoen.

2.8.4 Aanvragen ISDE particulieren en zakelijke markt, per jaar van aanvraag

	Aangevraagd bedrag			Aantal apparaten			Vermogen			Collectoroppervlak		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
	mln euro						MW			x 1 000 m ²		
Techniek												
Biomassaketel	12,9	17,1	22,1	2 859	2 274	2 667	123	172	210			
Pelletkachel	5,1	7,1	7,1	9 387	12 920	12 895	75	103	100			
Warmtepomp	26,4	46,6	72,9	11 775	20 373	34 380	79	121	181			
Zonneboiler	3,0	8,0	6,9	2 860	4 403	4 422				16,5	25,8	25,3
Totaal	47,4	78,8	109,0	26 881	39 970	54 364						

Bron: data RVO en bewerking daarop door CBS.

In 2016, 2017 en 2018 is voor respectievelijk 27, 40 en 54 duizend apparaten een aanvragen gedaan voor subsidie op grond van de ISDE-regeling. Warmtepompen zijn het populairst in termen van aantallen, vermogen en aangevraagde subsidie.

Vorig jaar heeft CBS niet alleen cijfers gepresenteerd over aangevraagde subsidies, maar ook over de geplaatste systemen in 2016 en 2017 met ISDE subsidie. Dit jaar hebben we deze analyse herhaald voor 2016, 2017 en 2018 op basis van een nieuw databestand van RVO. Het bleek dat er voor 2017 nu duidelijk meer geplaatste systemen waren dan vorig jaar. Kennelijk komen veel geplaatste systemen met enige vertraging in de bestanden van RVO. CBS doet momenteel verder onderzoek hiernaar en hoopt voor het eind van het jaar met een

maatwerktabel te kunnen komen met een update van gegevens over geplaatste systemen met ISDE.

Overige regelingen

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

3.

Waterkracht

Wereldwijd is waterkracht de belangrijkste bron van hernieuwbare elektriciteit. Nederland heeft echter weinig waterkracht vanwege de geringe hoogteverschillen in de lopen van de rivieren. De totale productie wordt gedomineerd door drie centrales in de grote rivieren die goed zijn voor meer dan 90 procent van het vermogen. Sinds 1990 zijn er geen grote waterkrachtcentrales bijgekomen. Van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie komt in 2018 0,2 procent voor rekening van waterkracht.

Ontwikkelingen

De elektriciteitsproductie was in 2018 ongeveer 20 procent hoger dan in 2017. De jaarlijkse variatie in productie wordt sterk bepaald door de variatie in de watertoevoer in de grote rivieren. Om die variaties niet direct in de ontwikkeling door te laten werken, wordt er in de *Europese richtlijn hernieuwbare energie* en ook in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie* gerekend met genormaliseerde cijfers. De genormaliseerde elektriciteitsproductie uit waterkracht is nagenoeg constant.

3.0.1 Waterkracht

	Elektriciteitsproductie				Effect		
	Aantal systemen $\geq 0,1$ MW	Opgesteld elektrisch vermogen	niet genormaliseerd	genormaliseerd	Bruto eindverbruik	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
			MW	mln kWh		TJ	
2000	6	37	142	100	362	911	65
2005	6	37	88	100	361	904	62
2010	7	37	105	101	364	861	58
2015	7	37	93	99	355	858	67
2016	7	37	100	98	351	821	61
2017	7	37	61	94	339	761	56
2018**	7	37	72	94	340	761	56

Bron: CBS.

Methode

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

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

standaard aantal jaren in de normalisatieprocedure aangepast aan de beschikbaarheid van gegevens. Het bruto eindverbruik is gelijk aan de genormaliseerde elektriciteitsproductie.

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

4.

Windenergie

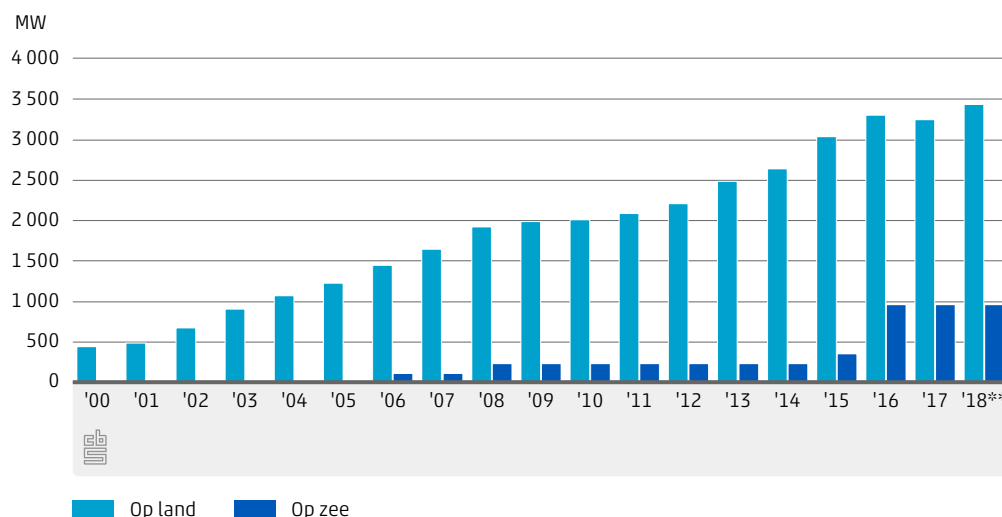
Windenergie is een zeer zichtbare vorm van hernieuwbare energie. Windmolens staan vooral in de kustprovincies, omdat het daar het meeste waait. Ook op zee staan molens. De bijdrage van windenergie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland was 23 procent in 2018.

Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen voor windenergie is in 2018 licht gegroeid en stond einde jaar op 4 400 megawatt, waarvan ongeveer 960 megawatt op zee. In 2018 werden op zee geen nieuwe windparken in gebruik genomen. Op land werd voor ruim 200 megawatt aan vermogen bijgeplaatst en voor ongeveer 20 megawatt afgebroken. Per saldo nam het vermogen op land toe met ongeveer 190 megawatt.

De elektriciteitsproductie (genormaliseerd) is in 2018 met 4 procent gestegen naar 10 miljard kWh. Wind op zee was ook in 2018 goed voor ruim een derde van de totale elektriciteitsproductie uit wind. Die productie werd behaald met iets meer dan een vijfde van de in totaal opgestelde Nederlandse capaciteit voor windenergie.

4.0.1 Opgesteld vermogen windenergie



Financiële ondersteuning van de overheid heeft een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van windenergie. In augustus 2006 sloot de minister van Economische Zaken de destijds belangrijkste subsidieregeling, de Regeling Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP), vanwege de grote populariteit en daaruit voortvloeiende financiële verplichtingen. De ondersteuning voor toen bestaande en ingediende projecten bleef bestaan en in 2017 hebben de laatste projecten het einde van de looptijd van die ondersteuning bereikt (RVO, 2017e). Als opvolger van de MEP werd in april 2008 een nieuwe subsidieregeling voor nieuwe windmolens gestart: de Regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE, vanaf 2011 SDE+).

4.0.2 Hernieuwbare energie uit wind

	Aantal windmolens			Vermogen			Elektriciteitsproductie		Effect	
	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld ¹⁾	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld ¹⁾	niet genormaliseerd	genormaliseerd ²⁾	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	MW			mIn kWh			TJ	kton		
Totaal										
2000	47	9	1 291	38	2	447	829	744	6 745	481
2005	125	69	1 710	166	17	1 224	2 067	2 034	18 348	1 264
2010	28	27	1 973	30	15	2 237	3 993	4 503	38 320	2 583
2015	191	144	2 171	583	58	3 391	7 550	6 917	60 218	4 691
2016	248	88	2 331	923	57	4 257	8 170	8 364	73 216	5 462
2017	64	125	2 270	84	139	4 202	10 569	9 642	82 374	6 022
2018**	66	18	2 318	207	16	4 393	10 549	10 030	84 033	6 143
Op land										
2016	98	88	2 042	323	57	3 300	5 901	6 041	53 907	4 021
2017	64	125	1 981	84	139	3 245	6 869	6 267	54 196	3 962
2018**	66	18	2 029	207	16	3 436	6 918	6 578	55 356	4 047
Op zee										
2016	150	0	289	600	0	957	2 269	2 323	19 309	1 440
2017	0	0	289	0	0	957	3 700	3 375	28 178	2 060
2018**	0	0	289	0	0	957	3 630	3 452	28 677	2 096

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

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

De windmolens op zee produceren meer elektriciteit per eenheid vermogen dan de windmolens op land. Daar staat tegenover dat windmolens op zee duurder zijn. De hogere opbrengst per eenheid vermogen van wind op zee woog lange tijd niet op tegen de hogere kosten per eenheid vermogen en per eenheid geproduceerde elektriciteit was wind op zee dan ook duidelijk duurder dan wind op land (Lensink et al., 2012).

Echter, dit beeld is de laatste paar jaar drastisch veranderd. Medio 2016 werd een bod van 7,27 cent per kilowattuur (Dong Energy; Ørsted) en eind 2016 een nog lager bod van 5,45 cent (het consortium Shell, Van Oord, Eneco en Mitsubishi/DGE) op een tender voor windparken geaccepteerd (Rijksoverheid, 2016). De uit te keren subsidie is genoemd bod minus de jaarlijks achteraf vastgestelde gemiddelde marktprijs voor elektriciteit. Beide worden overtroffen door Nuon/Vattenfall die in maart 2018 een tender won voor de vergunning om zonder subsidie een windpark te bouwen op kavels I en II van de locatie Hollandse Kust (Rijksoverheid, 2018a). Dit is weer door Vattenfall (nieuwe bedrijfsnaam voor Nuon) herhaald in juli 2019 dat in het zelfde windenergiegebied de tender wint voor kavels III en IV. (Rijksoverheid, 2019a). Wel is het zo dat voor de nieuwe windparken op zee de landelijke netbeheerder de kosten draagt voor de aansluiting van de windparken op het landelijk stroomnet.

4.0.3 Hernieuwbare energie uit wind en elektriciteitsproductie per capaciteit

	Elektriciteitsproductie	Productiefactor ¹⁾	Vollasturen ²⁾	Elektriciteitsproductie per rotoroppervlak ³⁾
	mln kWh	%	uren	kWh per m ²
Totaal				
2010	3 993	21	1 797	797
2011	5 100	26	2 244	998
2012	4 982	24	2 114	946
2013	5 627	24	2 132	940
2014	5 797	24	2 102	918
2015	7 551	27	2 381	1 031
2016	8 170	23	2 045	827
2017	10 571	29	2 515	1 006
2018**	10 549	28	2 459	974
Op land				
2010	3 315	19	1 661	740
2011	4 298	24	2 099	939
2012	4 193	22	1 968	885
2013	4 856	23	2 013	891
2014	5 049	23	1 996	873
2015	6 421	26	2 247	987
2016	5 925	21	1 852	798
2017	6 872	24	2 116	909
2018**	6 918	24	2 075	877
Op zee				
2010	679	34	2 980	1 280
2011	802	40	3 515	1 512
2012	789	39	3 462	1 488
2013	771	39	3 382	1 454
2014	748	37	3 282	1 411
2015	1 130	41	3 592	1 387
2016	2 269	32	2 812	928
2017	3 700	44	3 866	1 257
2018**	3 630	43	3 793	1 233

Bron: CBS.

- 1) De productiefactor is gedefinieerd als de daadwerkelijke productie gedeeld door de maximale productie berekend op basis van het vermogen aan het einde van elke maand. Deze factor wordt ook wel capaciteitsfactor genoemd.
- 2) Het aantal vollasturen is het aantal uur dat de windmolens op de maximale capaciteit zouden moeten draaien om de gerealiseerde productie te halen. Het aantal vollasturen is recht evenredig met de productiefactor.
- 3) Berekend als het gemiddelde van de maandelijkse elektriciteitsproductie per rotoroppervlak aan het einde van de maand. Daarbij is gewogen met het aantal dagen per maand en de rotoroppervlak aan het einde van de maand.

4.0.4 Windenergie op land naar ashoogte

	Aantal turbines ¹⁾	Vermogen ¹⁾	Rotoroppervlak ¹⁾	Elektriciteits- productie	Productiefactor ²⁾	Productie per rotoroppervlak ²⁾
		MW	1 000 m ²	mln kWh	%	kWh per m ²
2016						
tot en met 30 m	90	15	36	19	13	489
31-50 m	575	320	791	546	19	682
51-70 m	617	794	1 793	1 280	18	715
71-95 m	384	898	2 193	1 811	23	846
meer dan 95 m	376	1 273	2 850	2 270	22	853
Totaal	2 042	3 300	7 663	5 925	21	798
2017						
tot en met 30 m	86	10	26	16	17	582
31-50 m	560	320	791	587	21	752
51-70 m	596	765	1 721	1 312	19	745
71-95 m	354	838	2 077	1 926	25	906
meer dan 95 m	385	1 311	2 990	3 032	27	1 056
Totaal	1 981	3 245	7 605	6 872	24	909
2018**						
tot en met 30 m	85	10	26	15	17	562
31-50 m	553	318	784	544	20	693
51-70 m	594	772	1 716	1 260	19	733
71-95 m	374	908	2 277	1 866	25	871
meer dan 95 m	423	1 429	3 395	3 233	27	1 005
Totaal	2 029	3 436	8 199	6 918	24	877

Bron: CBS.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

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

Op grotere hoogte van het maaiveld staat meer wind dan op het maaiveldniveau. Daardoor produceren hoge molens per eenheid vermogen (in de tabel opgenomen als productiefactor) over het algemeen meer windenergie.

Door de jaren heen worden steeds meer grote en hoge molens bijgeplaatst en kleine molens afgebroken. Maar ook in de andere categorieën windmolens met een ashoogte van 31 tot en met 95 meter lijkt bijna geen groei meer plaats te vinden. Sinds 2015 neemt het totale opgestelde vermogen van de grootste molens met een ashoogte groter dan 95 meter wel gestaag toe.

4.0.5 Windenergie naar provincie

	2017			2018**			2020		
	aantal turbines ¹⁾	vermogen ¹⁾	elektriciteits-productie	productie-factor	aantal turbines ¹⁾	vermogen ¹⁾	elektriciteits-productie	productie-factor	afgesproken vermogen
		MW	Mln kWh	%		MW	Mln kWh	%	MW
Groningen	218	445	988	25	218	447	975	25	855,5
Friesland	307	198	442	26	302	196	408	24	530,5
Drenthe	9	22	.	.	9	22	.	.	285,5
Overijssel	17	43	80	21	17	43	71	19	85,5
Flevoland	641	1 182	2 504	24	640	1 198	2 483	24	1 390,5
Gelderland	39	82	151	21	39	82	153	21	230,5
Utrecht	21	46	76	23	21	46	101	25	65,5
Noord-Holland	275	310	671	23	274	310	577	21	685,5
Zuid-Holland	141	313	672	23	158	375	671	23	735,5
Zeeland	204	400	813	25	242	514	1 020	25	570,5
Noord-Brabant	103	192	409	24	103	192	395	24	470,5
Limburg	6	13	.	.	6	13	.	.	95,5
Totaal op land	1 981	3 245	6 872	24	2 029	3 436	6 918	24	6 000

Bron: CBS, Monitor Wind op land RVO.

¹⁾ Aan einde verslagjaar.

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

Begin 2013 zijn afspraken gemaakt tussen Rijk en IPO/provincies over de bijdragen per provincie aan de totale opgestelde capaciteit van windmolens op land; afgesproken is dat in 2020 in totaal 6000 megawatt staat opgesteld. In de *Monitor Wind op land* publiceert RVO (2019c) in provinciale overzichten wat de stand is en wat de plannen zijn om de bijdrage te halen.

Methode

Het vermogen is bepaald aan de hand van een CBS-database met alle windmolenprojecten. De basis voor deze database is de windmonitor die de KEMA tot en met 2002 heeft bijgehouden. Elk jaar vernieuwt het CBS deze database op basis van gegevens uit de administraties van CertiQ en van RVO. De vermogens per aansluitpunt zijn gecontroleerd op plausibiliteit door te vergelijken met de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ. Het moment van het in en uit gebruik nemen van een molen is bepaald aan de hand van de elektriciteitsproductiegegevens van CertiQ, in combinatie met openbare gegevens op internet en Windstats.

Tussen de uitkomsten van het CBS over het opgestelde windenergievermogen en die van andere bronnen, zoals de Monitor Wind op land en Windstats.nl, treden soms verschillen op. Doorgaans worden deze veroorzaakt door verschillen in het moment van in of uit gebruik nemen van windmolens of (delen van) windmolenparken.

De elektriciteitsproductie is berekend aan de hand van de administratie achter de certificaten voor de Garanties van Oorsprong van CertiQ. Daarnaast is er een bijschatting gemaakt voor windparken waarvan de productie niet bij CertiQ bekend is. Deze schatting is gemaakt op basis van het vermogen en de gemiddelde productiefactor en bedroeg ongeveer 2 GWh in 2018. Voor de jaren 1998–2001 is voor de elektriciteitsproductie gebruik gemaakt van gegevens van het groenlabelsysteem van EnergieNed, voor 1996 en 1997 van de windmonitor van de KEMA en voor de jaren tot en met 1995 van CBS-gegevens.

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

De onzekerheid in de CBS-cijfers over de elektriciteitsproductie uit windenergie in 2018 wordt geschat op 2 procent.

5.

Zonne-energie

Zonne-energie valt uiteen in twee groepen:

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

De bijdrage van zonne-energie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland groeit en komt in 2018 uit op ruim 8 procent.

5.0.1 Zonne-energie

	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ		kton
2000	482	515	30
2005	847	1 045	63
2010	1 196	1 491	90
2015	5 127	10 819	818
2016	6 913	14 665	1 072
2017	9 080	18 984	1 368
2018**	12 672	27 038	1 957

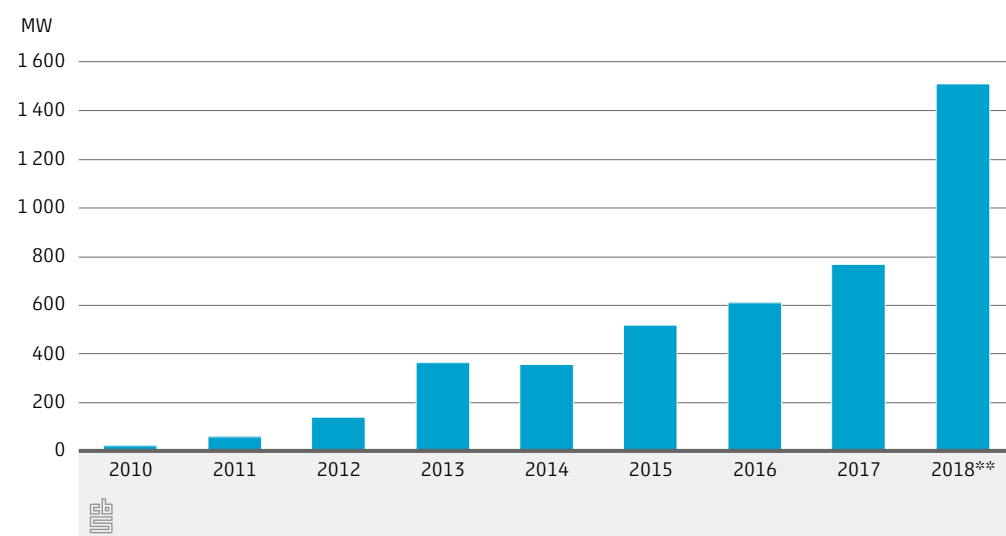
Bron: CBS.

5.1 Zonnestroom

Ontwikkelingen

Het opgesteld vermogen voor en de productie van zonnestroom zijn in 2018 sterk toegenomen. In 2018 werd ruim 1 500 megawatt bijgeplaatst en dat is bijna twee keer zo veel als in 2017. Het totale opgestelde vermogen eind 2018 komt daarmee op 4,4 gigawatt. De bijdrage van zonnestroom aan het eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland is ruim 7 procent.

5.1.1 Bijgeplaatst vermogen zonnestroom.



In 2018 is het bijplaatsen van panelen voor zonnestroom ten opzichte van 2017 sterk toegenomen. Veel meer staat nog te gebeuren als projecten waarvoor SDE+ is toegekend ook daadwerkelijk tot het plaatsen van zonnepanelen leidt. Volgens RVO gegevens (SDE Projecten in beheer augustus 2019) over beschikte aanvragen voor SDE voor zonnestroomprojecten zou nog 8,2 gigawatt vermogen gerealiseerd kunnen worden in de komende jaren. Dit betreft dan ongeveer 13 500 projecten uit SDE-rondes tot en met 2018 (RVO, 2019a).

Tegenover de populariteit van SDE+ staat het wegvallen van de aanvragen van subsidie via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). In 2014 werd nog voor ruim 200 miljoen euro investeringen aftrek aangevraagd, maar dat is gedaald naar circa 50 miljoen euro in 2016 en in 2017 en circa 70 miljoen in 2018. De belangrijkste reden voor deze daling is dat combinatie van EIA en SDE+ niet meer mogelijk is. Het financiële voordeel uit de SDE+ is groter dan uit de EIA; bedrijven zullen dus eerder voor de SDE+ kiezen.

Voor de kleinverbruikers (particulieren en bedrijven met een laag elektriciteitsverbruik) blijft de salderingsregeling in combinatie met de hoge energiebelasting op elektriciteit een belangrijke stimulans om zonnepanelen aan te schaffen. Door de mogelijkheid van salderen hoeft geen btw en energiebelasting over de zelf geproduceerde stroom te worden betaald. Daar komt nog bij dat particulieren de btw op aangeschafte panelen terug kunnen vragen. Of de aanschaf voor particulieren daadwerkelijk voordelig is, hangt af van meerdere factoren, zoals de beschikbaarheid van een dak in de zon, de toekomstige ontwikkeling van de prijs van elektriciteit en het functioneren van de panelen op de lange termijn.

In een brief aan de Tweede Kamer heeft de minister van Economische Zaken en Klimaat in juni 2018 aangekondigd om de salderingsregeling in 2020 te vervangen door een terugleversubsidie (Rijksoverheid, 2018b). De invoering hiervan bleek niet op korte termijn realiseerbaar en werd daarom uitgesteld tot, uiteindelijk, 1 januari 2023. Daarna wordt de regeling stapsgewijs afgebouwd, om in 2031 geheel te verdwijnen (Rijksoverheid, 2019b).

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

5.1.2 Zonnestroom

	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld vermogen	Elektriciteits- productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	MW		mIn kWh	TJ		kton
2000	4	13	8	28	70	5
2005	2	51	35	128	320	22
2010	21	90	56	201	476	32
2015	519	1 526	1 109	3 991	9 639	751
2016	609	2 135	1 602	5 767	13 473	1 005
2017	768	2 903	2 204	7 936	17 793	1 301
2018**	1 510	4 414	3 201	11 524	25 839	1 889

Bron: CBS.

Methode

Tot vorig jaar bepaalde het CBS het opgestelde vermogen voor zonnestroom op basis van een enquête onder leveranciers van (importerende) zonnestroomsystemen. Vorig jaar is het CBS overgestapt op een nieuwe methode op basis van een combinatie van informatie uit registraties, met name het Productie-installatieregister (PIR) van de netbeheerders en de administratieve data van CertiQ. De registerinformatie wordt op de niveau van de adressen en aansluitingen geïntegreerd met de statistieken welke het CBS al langer maakt op basis van de klantenbestanden van de netbedrijven. Voordeel daarvan is dat plausibiliteitscontroles mogelijk zijn en dat het mogelijk is om op dezelfde wijze als in de andere statistieken uitsplitsingen te maken naar regio en naar sector. De registerinformatie is beschikbaar vanaf verslagjaar 2012. Voor de jaren daarvoor is de zonnestroomstatistiek nog steeds gebaseerd op de informatie uit de enquêtes onder leveranciers.

De nieuwe methode kent onzekerheden, omdat met name voor de kleinverbruikers het register niet compleet is en omdat ook onduidelijk is in welke mate het register niet compleet is. Ook komt registerinformatie soms vertraagd beschikbaar. Echter, ook de oude methode kende onzekerheden, omdat het lastiger is om de lijst met importerende leveranciers compleet te houden en om dubbeltellingen te vermijden. Per saldo denkt het CBS dat de nieuwe methode minstens even nauwkeurig als de oude methode (Kremer en Segers, 2018).

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

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

De zonnestroomproductie is ongeveer recht evenredig met de zonnestraling. De 875 kWh per kW is gebaseerd op de hoeveelheid straling in een gemiddeld jaar. Echter, de daadwerkelijke straling kan verschillen van jaar tot jaar. Voorheen, toen zonnestroom nog vrij klein was, was dit verschil niet zo belangrijk. Echter met de toename van de productie van zonnestroom wordt het steeds belangrijker om de invloed van de daadwerkelijke straling mee te nemen. Dit speelt in versterkte mate voor de maandstatistieken over elektriciteit in Nederland waar zeker in de lente- en zomermaanden de rol van zonnestroom steeds groter wordt. Daarom gaat het CBS bij het bijstellen van de 2018 cijfers over zonnestroom dit najaar rekening houden met de daadwerkelijke straling in 2018. Mogelijk gaat het CBS dan ook gebruik maken van de informatie over stroomproductie van veelal grote zonnestroomsystemen zoals die via CertiQ beschikbaar komt.

Zowel in de schatting van de geplaatste panelen als in de jaarlijkse productie per geïnstalleerd vermogen zit een onzekerheid. De totale onnauwkeurigheid in de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen schat het CBS op 20 procent.

5.2 Zonnewarmte

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

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

Ontwikkelingen

Zonnewarmtesystemen worden al heel lang toegepast in Nederland. Een grote doorbraak is echter tot op heden uitgebleven. Reden daarvoor is dat er in het verleden geen langdurige aantrekkelijke subsidieregeling is geweest, zoals voor hernieuwbare elektriciteit. Ook zijn de prijsdalingen van deze systemen lang niet zo sterk als bij zonnestroom. In 2018 werd 36 duizend vierkante meter aan zonnecollectoren bijgeplaatst maar ook 34 duizend vierkante meter uit gebruik genomen (einde geschatte levensduur). Per saldo nam het totale oppervlak van de opgestelde zonnecollectoren daardoor met 2 duizend vierkante meter toe tot 652 duizend vierkante meter. Ter vergelijking: in 2000 bedroeg het oppervlak 276 duizend vierkante meter.

Opvallend is dat er steeds minder zonnecollectoren worden geplaatst in nieuwbouwwoningen. Mogelijk dat in nieuwe woningen een tapwatervoorziening met warmtepompen momenteel aantrekkelijker is.

Sinds begin 2016 is er een nieuwe subsidieregeling voor zonnewarmtesystemen: de ISDE (zie ook paragraaf 2.8). In 2017 en 2018 werd er voor ongeveer 25 duizend vierkante meter ISDE subsidie aangevraagd (welke niet allemaal zullen leiden tot een geplaatst systeem). De ISDE kan voor nieuwbouwwoningen alleen aangevraagd worden indien de woningen zuiniger zijn dan bestaande bouwnorm. Analyse van het ISDE bestand laat zien dat de meeste zonneboilers (ongeveer 80 procent) worden geplaatst in bestaande woningen. Dit beeld past in de uitkomsten uit de CBS-enquête onder leveranciers zoals weergegeven in tabel 5.2.2.

5.2.1 Zonnewarmte

	Collectoroppervlak			Productie ¹⁾	Verbruik	Effect	
	bijgeplaatst	uit gebruik genomen	opgesteld ¹⁾		bruto eindverbruik	vermeden inzet van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	1 000 m ²			TJ			kton
Totaal							
2000	36	8	276	454	454	445	25
2005	26	0	422	719	719	725	41
2010	47	9	576	994	994	1 016	57
2015	24	21	647	1 137	1 137	1 179	67
2016	28	23	652	1 147	1 147	1 192	67
2017	31	33	650	1 144	1 144	1 191	67
2018**	36	34	652	1 147	1 147	1 198	68
Zonneboilers (afgedekt ≤ 6 m²)							
2016	19	15	438	826	826	890	50
2017	18	21	434	820	820	883	50
2018**	19	20	433	817	817	880	50
Afgedekt > 6 m²							
2016	7	2	114	194	194	209	12
2017	10	4	121	204	204	220	12
2018**	15	4	132	220	220	237	13
Onafgedekt							
2016	3	7	101	127	127	93	5
2017	3	8	95	120	120	88	5
2018**	3	10	88	110	110	81	5

Bron: CBS.

¹⁾ Definitie IEA/Eurostat: Beschikbare warmte voor het medium dat zorgt voor warmteoverdracht minus de de optische en collectorverliezen.

5.2.2 Afzet afgedekte zonnewarmte systemen, uitgesplitst naar sector

	2013	2014	2015	2016	2017	2018**
	% van collectoroppervlakte					
Woningen	82	75	86	80	75	57
Nieuwbouw	28	29	18	19	13	3
Bestaande bouw	25	33	36	51	54	39
Onbekend	29	13	33	10	8	15
Utiliteitsgebouwen	14	19	9	15	18	12
Landbouw	3	6	5	5	7	31
Totaal	100	100	100	100	100	100

Bron: CBS.

5.2.3 Afzet afgedekte zonnewarmte systemen, uitgesplitst naar type systeem

	2013	2014	2015	2016	2017	2018**
	% van collectoroppervlakte					
Systemen kleiner dan 6 m²						
Vlakke plaat	97	91	91	79	86	86
Vacuüm buis	3	9	9	21	14	14
Totaal	100	100	100	100	100	100
Systemen groter dan 6 m²						
Vlakke plaat	65	72	56	81	65	82
Vacuüm buis	37	28	44	19	35	18
Totaal	100	100	100	100	100	100
Totaal						
Vlakke plaat	89	86	82	80	78	84
Vacuüm buis	11	14	18	20	22	16
Totaal	100	100	100	100	100	100

Bron: CBS.

Methode

De basis voor de statistiek is de database die Ecofys heeft opgesteld voor de jaren tot en met 2002 (Warmerdam, 2003). Het CBS heeft vervolgens de database geactualiseerd. De gegevens voor de bijgeplaatste afgedekte systemen zijn verkregen via een enquête bij de leveranciers van deze systemen. De respons was bijna 80 procent voor verslagjaar 2018. Non-respons is bijgeschat op basis van gegevens van vorig jaar. De lijst van leveranciers is opgesteld met hulp van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en brancheorganisatie Holland Solar.

In de enquête tot en met het verslagjaar 2017 is bij de leveranciers ook gevraagd naar de aantallen geplaatste complete zonneboilersystemen (combinatie van collectoren en pomp/opslagvat) en de aantallen los geleverde zonnecollectoren. Bij de losse collectoren moet bedacht worden dat deze in een later stadium met een pomp/opslagvat alsnog als compleet systeem geïnstalleerd kunnen worden, maar ook kunnen worden geplaatst in bestaande systemen als uitbreiding of als vervanging. In de statistiek werden de aantallen opgeteld tot 'zonneboilers kleiner of gelijk aan 6 vierkante meter'. Het resultaat leidt mogelijk tot een overschatting van het aantal zonneboilers (omdat een zonneboilersysteem meerdere collectoren kan bevatten) en daarom is na overleg met de branchevereniging (Holland Solar) besloten de enquêtevragen over aantallen te schrappen. In deze publicatie is de tabel overeenkomstig aangepast.

Met ingang van het verslagjaar 2018 is in de enquête naast de vraag over het aantal systemen ook het onderscheid naar de grootte van afgedekte zonnewarmtesystemen (kleiner of gelijk aan 6 vierkante meter of groter dan 6 vierkante meter) komen te vervallen. Echter, in de vragenlijst is de vraag naar de bestemming van de systemen onveranderd gebleven. Vanaf 2018 wordt de aanname gevolgd dat het percentage systemen met de bestemming 'woningen' een goede schatting geeft van de systemen kleiner of gelijk aan 6 vierkante meter.

Onafgedekte systemen leveren een kleine bijdrage en worden vanaf verslagjaar 2012 geschat met een vaste aanname voor nieuw geplaatste systemen per jaar.

Het uit gebruik nemen van systemen is geschat op basis van een gemiddelde levensduur van 20 jaar voor zonneboilers (Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, RVO.nl en CBS, 2015). Voor de eenvoud wordt deze schatting van de gemiddelde levensduur ook toegepast voor de grotere systemen. Voor oudere systemen was soms al individuele informatie over de levensduur aanwezig in de database. Deze informatie is gehandhaafd.

De energieproductie uit zonnewarmte is berekend volgens kengetallen voor de energieproductie per vierkante meter collectoroppervlak uit het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (RVO.nl en CBS, 2015). De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit zonnewarmte wordt nu bepaald door een combinatie van factoren: de productie per eenheid collectoroppervlak, de levensduur van de collectoren en het bijgeplaatste collectoroppervlak. Het CBS schat de onzekerheid in de productie van zonnewarmte op 25 procent.

6.

Aardwarmte en bodemenergie

Aardwarmte en bodemenergie is energie die afkomstig is van onder het aardoppervlak. Aardwarmte is warmte die afkomstig is van het binnenste van de aarde en wordt ook geothermie genoemd. Bodemenergie is warmte of koude uit de buitenlucht die in de bovenste laag van de bodem een half jaar is opgeslagen. In de zomer wordt de koude uit de winter benut en in de winter de warmte uit de zomer. Aardwarmte en bodemenergie groeien de laatste jaren relatief fors en waren in 2018 goed voor ruim 5 procent van het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen.

6.0.1 Aardwarmte en bodemenergie

	Onttrokken warmte	Onttrokken koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ				kton
2000	200	292	156	286	17
2000	200	292	156	286	17
2005	736	780	628	848	46
2010	2 703	1 660	2 501	2 699	142
2015	6 244	1 793	6 082	5 667	266
2016	6 863	1 998	6 699	6 429	324
2017	7 301	2 163	7 126	6 994	360
2018**	8 281	.	8 105	7 878	405

Bron: CBS.

6.1 Aardwarmte

Ontwikkelingen

Sinds eind 2008 wordt in Nederland gebruik gemaakt van aardwarmte. In eerste instantie ging het om één glastuinbouwbedrijf dat op dit moment op twee plaatsen aardwarmte wint. Het succes van dit project heeft de belangstelling aangewakkerd en in 2018 zijn er in totaal achttien projecten in gebruik. Dat de techniek niet zonder risico is, blijkt uit meldingen in de pers over het tijdelijk stilliggen van drie van de achttien projecten. De projecten liggen stil wegens technische problemen met de boorputten, risico op vervuiling van de bodem en seismische risico's.

De kosten van diepe bodemenergie zitten vooral in het boren van de put tot een diepte van één kilometer of meer. Het lastige punt daarbij is dat er geen garantie is op succes bij het boren. Om de ontwikkeling van diepe bodemenergie te stimuleren en de risico's voor de initiatiefnemers te beperken, heeft de overheid een regeling in het leven geroepen die een gedeelte van het risico op het misboren afdekt. De regeling (RNES Aardwarmte) is in 2016 door de minister van Economische Zaken met vijf jaar verlengd.

Vanaf 2012 komen projecten voor diepe bodemenergie ook in aanmerking voor SDE(+)-subsidie. Diepe bodemenergie heeft per joule hernieuwbare energie relatief weinig subsidie nodig en heeft bij de competitieve SDE+ regeling daarom weinig last van concurrentie met andere technieken.

Voor geothermie is volgens een overzicht van RVO tot en met SDE+ 2018 voor 40 aanvragen (inclusief uitbreidingen van bestaande projecten) met een totaal vermogen van 811 megawatt subsidie toegezegd (RVO, 2019a). Hiervan is inmiddels 408 megawatt gerealiseerd (RVO, 2019a). Met de twee SDE+ 2018-rondes werden 5 aanvragen voor nieuwe projecten en uitbreidingen met een totaalvermogen van 146 megawatt toegekend.

In totaal produceerden de aardwarmte-installaties in 2018 3,7 terajoule aan warmte en dat is ruim 20 procent meer dan in 2017.

6.1.1 Aardwarmte

	Aantal installaties	Warmteproductie	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
		TJ		kton
2008	1	96	95	5
2009	1	142	140	8
2010	2	318	316	17
2011	4	316	315	17
2012	6	495	491	27
2013	8	993	986	54
2014	10	1 502	1 488	81
2015	11	2 448	2 425	131
2016	12	2 844	2 827	154
2017	14	3 047	3 044	167
2018**	18	3 731	3 727	204

Bron: CBS en LEI.

Methode

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

6.2 Bodemenergie

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

Water van 10 à 15 graden is niet zonder meer geschikt om een gebouw in de winter op een aangename temperatuur te krijgen. Daarom worden vaak warmtepompen gebruikt om de energie naar een hoger temperatuurniveau te brengen. De werking van een warmtepomp is vergelijkbaar met die van een koelkast, maar dan omgekeerd. Een koelkast maakt het binnenin kouder door warmte vanuit de koelkast naar buiten te pompen. Daardoor wordt het buiten de koelkast dus (iets) warmer. Een warmtepomp maakt het buiten (iets) kouder en binnen warmer. Net als een koelkast gebruikt een warmtepomp ook elektriciteit. Voor warmtepompen die gebruik maken van ondiepe bodemenergie levert één eenheid elektriciteit gemiddeld ongeveer vier eenheden warmte. De opwekking van één eenheid elektriciteit kost doorgaans twee tot tweeënhalve eenheden fossiele energie en een gasketel maakt ongeveer één eenheid warmte uit één eenheid aardgas. Het gebruik van een warmtepomp is per saldo dus energetisch voordeliger dan verwarming met een gewone aardgasketel. Een beperkte hoeveelheid ondiepe bodemwarmte wordt benut zonder warmtepompen. Het gaat dan om voorverwarming van ventilatielucht.

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

6.2.1 Bodemenergie

	Onttrekking van warmte	Onttrekking van koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
Warmte	TJ				kton
Warmte totaal					
2000	200		156	133	6
2005	736		628	443	18
2010	2 385		2 183	1 507	66
2015	3 796		3 634	2 293	66
2016	4 036		3 855	2 547	88
2017	4 255		4 079	2 808	108
2018**	4 550		4 375	3 009	115
Benut met warmtepompen					
2016	3 855		3 855	2 374	78
2017	4 079		4 079	2 639	98
2018**	4 375		4 375	2 840	106
Benut zonder warmtepompen					
2016	180			173	10
2017	176			169	10
2018**	.			.	.

6.2.1 Bodemenergie (vervolg)

	Onttrekking van warmte	Onttrekking van koude	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
Koude					
2000		292		153	11
2005		780		405	28
2010		1 660		876	59
2015		1 793		949	70
2016		1 998		1 054	82
2017		2 163		1 142	85
2018**		.		.	.
Totaal warmte en koude					
2000	200	292	156	286	17
2005	736	780	628	848	46
2010	2 385	1 660	2 183	2 383	125
2015	3 796	1 793	3 634	3 243	135
2016	4 036	1 998	3 855	3 601	170
2017	4 255	2 163	4 079	3 950	193
2018**	4 550	.	4 375	4 151	201

Bron: CBS.

6.2.2 Warmtepompen met gebruik van bodemwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2014	2015	2016	2017	2018**	2014	2015	2016	2017	2018**
MW										
Open systemen (met onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	300	302	337	273	372	64	64	51	53	70
Woningen, totaal	242	155	244	47	201	3	1	2	2	1
alleen ruimteverwarming	190	7	171	19	8	3	0	2	1	0
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	52	148	73	28	193	0	1	1	0	1
Totaal	542	457	581	320	573	67	65	53	55	71
Gesloten systemen (zonder onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	200	136	90	65	65	14	10	4	3	5
Woningen, totaal	1 768	1 493	3 394	4 421	5 877	15	16	29	37	49
alleen ruimteverwarming	1 125	1 112	1 031	1 361	3 806	10	14	16	21	33
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	643	381	2 363	3 060	2 071	4	2	13	16	16
Totaal	1 968	1 629	3 484	4 486	5 942	28	26	33	40	54
Totaal	2 510	2 086	4 065	4 806	6 515	96	91	86	95	125

Bron: CBS.

6.2.3 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag, 2017

	Mln m ³
Groningen	7
Friesland	6
Drenthe	4
Overijssel	14
Gelderland	24
Flevoland	5
Utrecht	29
Noord-Holland	115
Zuid-Holland	82
Zeeland	3
Noord-Brabant	46
Limburg	8
Totaal	342

Bron: CBS.

6.2.4 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag naar sector, 2017

	Mln m ³
Glastuinbouw	61
Industrie	3
Overige landbouw	8
Utiliteitsbouw	235
Woningbouw	36
Totaal	342

Bron: CBS.

Ontwikkelingen

Het gebruik van bodemenergie neemt gestaag toe: sinds 2015 groeide de warmte-onttrekking jaarlijks met ongeveer zes procent. Vooral in nieuwe grote kantoren, is het een veel toegepaste techniek. Het is relatief snel rendabel, omdat in deze gebouwen naast een warmtevraag er vaak ook een behoorlijke koelvraag is en omdat in nieuwe gebouwen het verwarmings- en koelsysteem direct bij aanleg al aangepast kan worden aan het gebruik van bodemenergie. Ook in de glastuinbouw zijn grote systemen voor bodemenergie in gebruik genomen.

Voor de open systemen is in 2017 in totaal 342 miljoen kubieke meter water rondgepompt; voor 2018 zijn nog geen uitkomsten beschikbaar.

Ook in 2018 neemt de bouw van woningen en andere gebouwen toe na een periode van verminderde activiteit; dieptepunt voor woningen lag in 2014, voor andere gebouwen in 2015. Omdat warmtepompen en bodemenergie vaak worden toegepast in nieuwe gebouwen zou de aangetrokken nieuwbouw ook de afzet van warmtepompen kunnen stimuleren. De afzet van warmtepompen nam inderdaad ook opnieuw toe en dat betrof vooral voor het aantal pompen voor gesloten systemen. Een belangrijke invloed op de afzet van warmtepompen zal ook uitgaan van het vervallen van de verplichting voor

netbeheerders om nieuwe woningen aan te sluiten op het gasnet per 1 juli 2018 en de subsidieregeling voor kleine warmtesystemen (ISDE).

Uit een analyse van ontvangen RVO-databestanden met gegevens over aanvragen voor ISDE-subsidie blijkt dat in 2017 en 2018 voor respectievelijk 20 duizend en 34 duizend warmtepompen subsidie is aangevraagd. Het merendeel daarvan, in beide jaren ongeveer drie kwart, betreft warmtepompen met gebruik van buitenlucht. In paragraaf 2.8 wordt nader ingegaan op de resultaten van de ISDE-subsidieregeling.

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

Methode

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

Bij het verzamelen van de verkoopgegevens van warmtepompen is samengewerkt met de branchevereniging. De Dutch Heat Pump Association (DHPA) heeft de verkoopgegevens van de leden geleverd. Het CBS heeft zelf de leveranciers geïnterviewd die geen lid zijn van de branchevereniging. De onttrekking van bodemenergie en het vermeden verbruik van fossiele primaire energie van de warmtepompen op bodemenergie is berekend op basis van kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

In het verleden is voor de warmtepompen door het CBS en de Stichting Warmtepompen (een voorloper van de DHPA) een andere indeling gehanteerd die geen onderscheid maakte naar warmtebron (bodemwarmte of buitenluchtwarmte). Het CBS heeft de oude indeling herleid tot de nieuwe indeling. Daarbij is gebruik gemaakt van enkele aannames en van gegevens uit 2007 en 2008, waarin data zijn verzameld volgens zowel de oude als de nieuwe indeling. De hernieuwbare energie uit koude en de benutting van warmte zonder warmtepompen is afgeleid uit gegevens over het grondwaterdebiet van de provincies en kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

Lastig daarbij is dat uit de informatie van de provincies niet altijd duidelijk is of een project al in gebruik is. Ook is de informatie over de debieten niet compleet. Het CBS maakt schattingen voor ontbrekende informatie, maar daardoor worden de cijfers wel minder nauwkeurig. Vanwege deze grote onzekerheid en de benodigde analysetijd heeft het CBS besloten deze cijfers niet meer met de status voorlopig te publiceren maar alleen nog met de status definitief in december. Als gevolg daarvan zijn in deze publicatie nog geen koudcijfers over 2018 opgenomen.

Koude is gedefinieerd als het grondwaterdebiet voor koeling maal de soortelijke warmte van water maal het temperatuurverschil tussen opgepompt en weer geïnfiltreerd water. Het temperatuurverschil is dus een cruciale parameter. Recentelijk is een nieuwe studie verschenen naar het temperatuurverschil (RVO, 2016) waaruit bleek dat gemiddelde het temperatuurverschil tussen 2009 en 2015 niet veel is veranderd. Er is daarom geen reden is om de kengetallen uit het Protocol te herzien.

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

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

7.

Buitenluchtwarmte

Warmte uit de buitenlucht kan gebruikt worden om gebouwen te verwarmen met een warmtepomp. Het principe is hetzelfde als bij warmtepompen die gebruik maken van bodemenergie. Een belangrijk verschil is dat de gebruikte bodemwarmte gemiddeld een hogere temperatuur heeft dan de buitenlucht. Daardoor is het verschil tussen de temperatuur van de warmtebron en het afgiftesysteem hoger en heeft een warmtepomp op buitenlucht relatief meer elektriciteit (of gas) nodig dan een warmtepomp op bodemwarmte. Daar staat tegenover dat de aanleg van een systeem voor het benutten van de bodemwarmte een stuk duurder is dan een aanzuigpomp voor de buitenlucht. Buitenluchtwarmte is goed voor bijna 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie in 2018.

Ontwikkelingen

Het gebruik van buitenluchtwarmte met warmtepompen groeit gestaag. De laatste jaren is de populariteit van dit type warmtepomp zelfs flink gestegen. In 2018 werden 100 duizend installaties geplaatst met een totaal vermogen van 650 megawatt. Het jaar daarvoor waren dit 80 duizend installaties met 510 megawatt aan vermogen. Net als in vorige jaren zijn in 2018 de meeste bijgeplaatste warmtepompen gekoppeld aan luchtverwarmingssystemen. Veel van deze warmtepompen, in het bijzonder die geïnstalleerd zijn in woningen, hebben een kleine capaciteit en zullen relatief vaak uitsluitend voor koeling gebruikt worden. Daarnaast neemt ook het aantal warmtepompen gekoppeld aan verwarmingssystemen op basis van water sterk toe. Het gaat dan vooral om installaties in woningen.

Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte kunnen relatief goedkoop geïnstalleerd worden in een nieuw gebouw en de toegenomen bouw van woningen en kantoren zal dan ook aan de stijging van de afzet hebben bijgedragen. Daarbij speelt ook dat de steeds strengere energienormen in de nieuwbouw en het vervallen van de aansluitplicht op het gasnet voor nieuwe woningen per 1 juli 2018 een extra aanzet zullen geven om warmtepompen te installeren.

Daarnaast heeft de ISDE-regeling een impuls gegeven voor de afzet van warmtepompen. Uit een analyse van ontvangen RVO-databestanden met gegevens over aanvragen voor ISDE-subsidie blijkt dat in 2017 en 2018 voor respectievelijk 20 duizend en 34 duizend warmtepompen subsidie is aangevraagd. Het merendeel daarvan, in beide jaren ongeveer drie kwart, betreft warmtepompen met gebruik van buitenlucht. In paragraaf 2.8 wordt nader ingegaan op de resultaten van de ISDE-subsidieregeling.

De benutting van de buitenlucht voor verwarming met verwarmingssystemen op basis van lucht gebeurt vooral in kantoorgebouwen. Het gaat dan vaak om omkeerbare warmtepompen. Dat zijn warmtepompen die in de zomer kunnen worden gebruikt als airco om te koelen, en in de winter om te verwarmen. De meerkosten van koelmachines die niet alleen kunnen koelen maar ook kunnen verwarmen zijn beperkt. Daardoor worden de omkeerbare warmtepompen vaak verkocht zonder veel subsidie. Wel is het mogelijk om voor efficiënte omkeerbare warmtepompen een korting te krijgen op de belasting via de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA).

Opvallend is dat de vermeden emissies van CO₂ voor warmtepompen op buitenlucht de laatste jaren negatief zijn, maar dat het vermeden verbruik van fossiele primaire energie positief is. De verklaring hiervoor is dat de besparing van deze warmtepompen afhangt van

het verschil tussen het uitgespaarde aardgasverbruik en de daaraan gerelateerde emissies enerzijds (aardgasketel) en het extra verbruik van elektriciteit en de daaraan gerelateerde primaire energie en emissies anderzijds (warmtepomp). Elektriciteitsopwekking volgens de huidige referenties heeft een hogere CO₂-emissie per eenheid verbruikte energie dan warmteopwekking in een aardgasketel.

Overigens is het belangrijk om te weten dat zowel het vermeden verbruik van primaire energie als de vermeden emissies van CO₂ sterk afhankelijk zijn van de energieprestatiefactor van de warmtepompen. Deze waarde voor deze factor is overgenomen van een richtsnoer van de Europese Commissie (zie RVO.nl en CBS, 2015), maar feitelijk is nog erg weinig bekend over de prestaties van warmtepompen op buitenlucht in de praktijk.

7.0.1 Buitenluchtwarmte

	Onttrekking van warmte uit buitenlucht	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ			kton
Totaal				
2000	23	23	3	0
2005	81	81	13	-1
2010	536	536	133	-1
2015	2 019	2 019	439	-39
2016	2 635	2 635	697	-29
2017	3 405	3 405	1 091	-16
2018**	4 470	4 470	1 423	-22
Utiliteitsgebouwen				
2016	1 742	1 742	458	-20
2017	2 110	2 110	675	-10
2018**	2 585	2 585	824	-13
Woningen				
2016	894	894	239	-10
2017	1 295	1 295	416	-6
2018**	1 886	1 886	598	-9

Bron: CBS.

7.0.2 Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2014	2015	2016	2017	2018**	2014	2015	2016	2017	2018**
	MW									
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van lucht										
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	26 191	27 276	34 362	34 407	40 586	219	214	254	230	270
Woningen	13 338	16 265	24 254	25 761	32 780	68	80	118	130	166
Totaal	39 529	43 541	58 616	60 168	73 366	287	294	373	360	436
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van water										
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	524	622	1 430	2 056	3 647	26	36	47	54	76
Woningen, totaal	3 975	5 013	9 696	17 802	24 306	20	24	54	95	141
ruimteverwarming met en zonder tapwater	3 744	4 925	9 374	16 637	23 446	20	24	53	93	140
alleen tapwaterverwarming	231	88	322	1 165	860	0	0	1	3	1
Totaal	4 499	5 635	11 126	19 858	27 953	46	60	101	150	217
Totaal	44 028	49 176	69 742	80 026	101 319	333	354	474	510	653

Bron: CBS.

Methode

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

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

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

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

Volgens de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie mogen warmtepompen alleen meetellen als ze de energieprestatie (warmteproductie gedeeld door elektriciteitsverbruik) groter is dan een bepaalde norm. Vooral bij (oude) warmtepompen op buitenlucht is het onzeker of ze voldoen aan deze norm. In de Richtsnoer voor de rekenmethodiek voor warmtepompen (Europese Commissie, 2013) is vervolgens bepaald dat lidstaten zelf een expertschatting mogen maken voor het deel van de warmtepompen dat voldoet aan deze norm. Deze expertschatting hebben Segers en Busker (2015) verdisconteerd in de rekenfactor voor de omrekening van het vermogen naar de warmteproductie.

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

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

8.

Biomassa

Biomassa kan vele vormen aannemen, zoals voedsel of papier. In de energiestatistieken wordt biomassa echter alleen meegenomen als het wordt gebruikt als energiedrager. De import van bijvoorbeeld palmolie voor de voedingsindustrie wordt dus niet meegenomen. Biomassa is de belangrijkste bron van hernieuwbare energie en wordt op vele manieren gebruikt. In dit hoofdstuk worden alle technieken systematisch langs gelopen. De bijdrage van biomassa aan het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie was 61 procent in 2018.

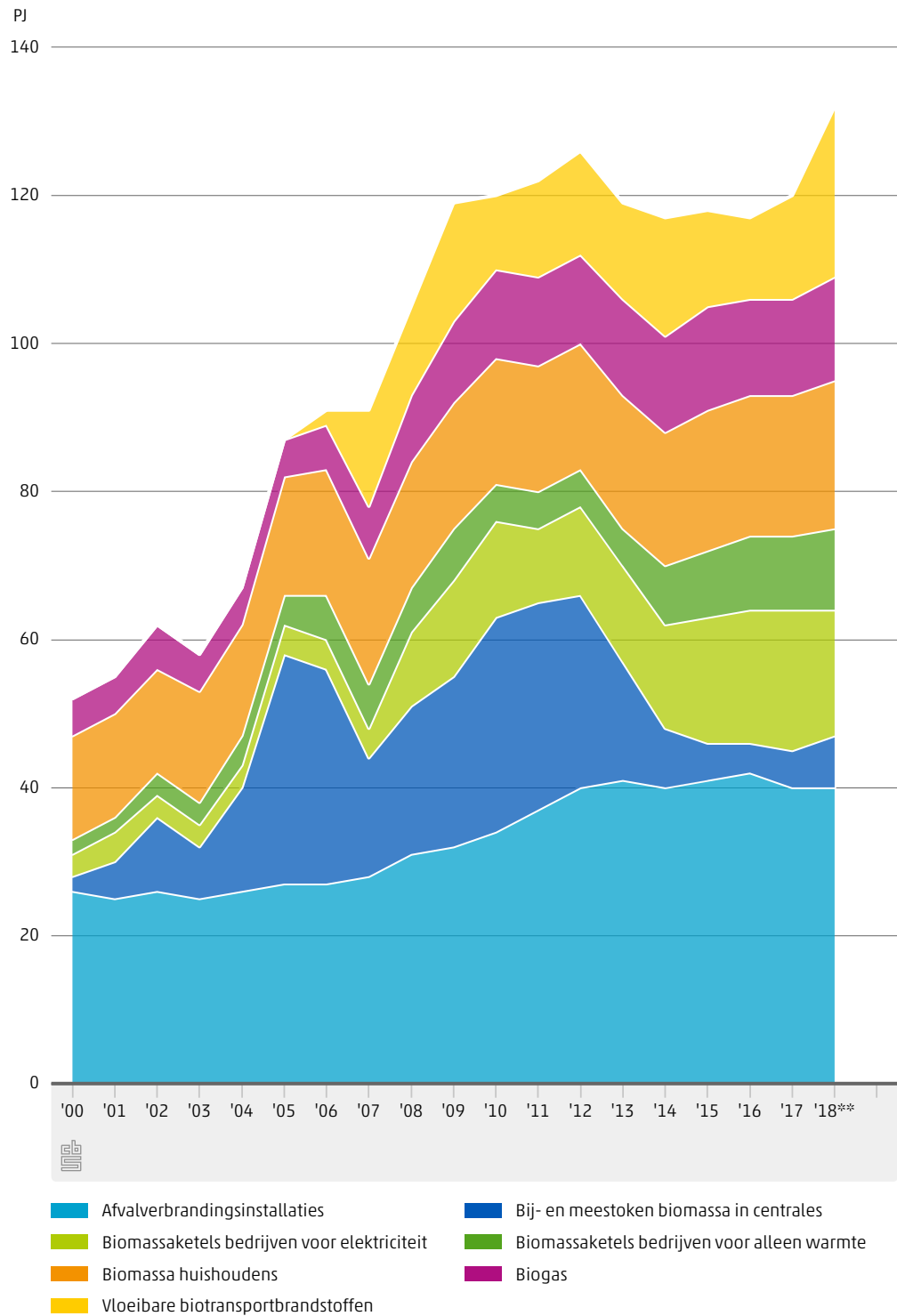
8.1 Inleiding

De belangrijkste toepassingen, goed voor drie kwart van het biomassaverbruik, zijn: afvalverbrandingsinstallaties (paragraaf 8.2), het gebruik van biomassa door huishoudens (8.6), het gebruik van vloeibare biotransportbrandstoffen (8.11) en het verbruik van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven (8.4). Het resterende kwart betreft niet alleen het meestoken van biomassa in centrales (8.3) en het verbruik van biomassa voor warmte bij bedrijven (8.5). Ook kan, naast direct verbranden, de biomassa eerst worden omgezet in biogas, wat op stortplaatsen (8.7) gebeurt. Ook natte organische afvalstromen zijn vaak geschikt om te worden omgezet in biogas via vergisting. Dat gebeurt in veel rioolwaterzuiveringsinstallaties (8.8), in afvalwaterzuiveringsinstallaties in de industrie (8.10) en veel biogas wordt gemaakt uit vergisting van mest samen met ander organisch materiaal (co-vergisting van mest) (8.9).

Ontwikkelingen

Het primair verbruik van biomassa is vooral vanaf 2003 hard gegroeid en bereikte een piek in 2012. Het ging in eerste instantie vooral om een toename van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales, gestimuleerd door de MEP-subsidies (zie ook 2.8). Later nam ook het gebruik van biomassa voor het wegverkeer toe door de introductie van de verplichting voor leveranciers van benzine en diesel tot het verbruik daarvan, veelal ingevuld door biobrandstoffen bij te mengen in gewone benzine en diesel. Ook het verbruik van biomassa voor elektriciteitsproductie nam toe. Het gaat hierbij vooral om enkele installaties die afvalhout verbranden en elektriciteit maken. Het verbruik van biomassa door afvalverbrandingsinstallaties en als biogas groeit meer geleidelijk.

8.1.1 Biomassa; verbruik en energieproductie uit biomassa per techniek



8.1.2 Biomassa

	Primair verbruik			Bruto energetisch eindverbruik			Vermeden verbruik van fossiele primaire energie		
	2016	2017	2018**	2016	2017	2018**	2016	2017	2018**
TJ									
Afvalverbrandingsinstallaties	42 282	40 415	40 356	20 004	19 941	16 907	25 680	24 813	22 331
Bij- en meestoken biomassa in centrales	4 083	4 883	6 858	1 648	2 335	3 094	4 083	4 883	6 858
Biomassaketels bedrijven voor elektriciteit	18 075	18 934	17 496	6 749	9 461	9 959	11 738	11 577	10 904
Biomassaketels bedrijven voor alleen warmte	9 699	9 902	11 482	9 508	9 728	11 272	9 070	9 200	10 681
Biomassa huishoudens	19 036	19 465	19 949	19 036	19 465	19 949	12 480	12 894	13 341
Biogas uit stortplaatsen	677	706	706	304	350	354	475	494	494
Biogas rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 425	2 410	2 436	2 059	1 991	2 056	2 015	1 769	1 890
Biogas, co-vergisting van mest	4 966	4 821	5 279	4 194	4 084	4 493	5 642	5 338	5 092
Biogas, overig	5 286	5 495	5 361	3 980	4 130	4 456	4 526	4 526	4 690
Vloeibare biotransportbrandstoffen	10 747	13 891	22 934	10 435	13 483	22 809	10 435	13 483	22 809
Totaal	117 276	120 923	132 857	77 917	84 967	95 349	86 146	88 976	99 089

Bron: CBS.

Na de piek in 2012 daalde het verbruik van biomassa door het teruglopen van het meestoken van biomassa als gevolg van het aflopen van de subsidie. Echter, in 2018 is het totale verbruik van biomassa met 10 procent gestegen ten opzichte van 2017 en was zelfs weer hoger dan in 2012. Het verbruik van biomassa als vloeibare biotransportbrandstof nam sterk toe en ook de meestook van biomassa in centrales groeide wat. Bij het decentrale verbruik in biomassaketels nam het verbruik in ketels voor de productie van elektriciteit af maar in ketels voor de productie van warmte nam deze toe. De overige technieken laten in absolute zin kleine veranderingen zien in het verbruik.

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

Het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is in de regel lager dan het verbruik van biomassa (8.1.2). Dat betekent dat 1 joule biomassa minder dan 1 joule fossiele energie uitspaart. Dit komt doordat het energetisch rendement van de installaties die biomassa verbruiken relatief laag is ten opzichte van de fossiele referentie. Het sterkst speelt dit bij afvalverbrandingsinstallaties en bij houtkachels in huishoudens. Voor de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie is geen complete levenscyclusanalyse (LCA) uitgevoerd (RVO.nl en CBS, 2015), omdat dat ingewikkeld is en omdat er veel gegevens voor nodig zijn. Zeker bij de vloeibare biotransportbrandstoffen zou een complete LCA wel wat nauwkeuriger zijn, omdat het maken van biotransportbrandstoffen uit ruwe plantaardige grondstoffen meer energie kost dan het maken van benzine en diesel uit ruwe aardolie (Edwards et. al, 2007).

Groen gas

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

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

	Productie				totaal	totaal	Aandeel				Bruto energetisch eindverbruik	
	uit stortgas	uit RWZI-gas	uit mest- vergisting	uit overig biogas			in totaal aardgas- verbruik	als elektriciteit	als warmte	voor vervoer	totaal	
	mln m ³				TJ ¹⁾	% TJ ¹⁾						
2000	17				17	549	0,04	69	364	0	433	
2005	14				14	446	0,03	62	283	0	345	
2010	11				11	345	0,02	57	212	0	269	
2015	6	.	.	74	80	2 523	0,21	364	1 665	2	2 031	
2016	5	.	.	78	83	2 620	0,21	407	1 693	2	2 102	
2017**	5	.	.	93	98	3 100	0,24	468	1 763	230	2 461	
2018**	5	2	20	80	107	3 400	0,27	501	2 007	276	2 785	

Bron: CBS.

¹⁾ Onderwaarde

Op stortplaatsen wordt al jaren groen gas gemaakt. De biogasproductie op stortplaatsen loopt echter terug, omdat er nog maar weinig afval voor lange tijd wordt gestort. Het meeste biogas voor groen gas is afkomstig van andere bronnen zoals vergisters van afvalverwerkingsbedrijven, industrie en landbouw. De afgelopen jaren zijn er telkens nieuwe projecten bijgekomen met groen gas uit overig biogas en sinds 2011 stijgt de groengasproductie gestaag. In 2018 groeit de productie met 9 procent naar 107 miljoen kubieke meter. Dit komt overeen met ongeveer drie promille van het totale aardgasverbruik in Nederland.

De groei in de productie van groen gas heeft vooral te maken met de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE), die, in tegenstelling tot de voorgaande MEP, ook open staat voor groengasprojecten. In augustus 2019 waren nog 40 projecten met een beschikking te realiseren met een gezamenlijk vermogen van 236 megawatt (RVO, 2019a).

Het bruto energetisch eindverbruik van groen gas wordt berekend door uit de Europese energiestatistieken voor Nederland af te leiden welk deel van het primair aardgasverbruik leidt tot bruto energetisch eindverbruik (Eurostat, 2011). Sinds eind 2018 is voor deze verdeling daarnaast mogelijk om onder bepaalde voorwaarden groen gas administratief

over te boeken naar de sector vervoer (zie ook paragraaf 2.4). De gebruikte methode is geïmplementeerd in de tool SHARES van Eurostat en zit er op dit moment als volgt uit:

1. Bepaal hoeveel groen gas dat is ingevoerd in het nationale net wordt overgeboekt naar vervoer. In 2018 was dit 9 procent van alle groen gas.
2. Verdeel de rest van het groen gas over vijf bestemmingen, evenredig met de bestemmingen van aardgas:
 - energetisch eindverbruik voor warmte (gemiddeld 63 procent de laatste 10 jaar). Dit is verbruik in warmteketels plus de warmte uit aardgasinzet in warmtekrachtinstallatie
 - energetisch eindverbruik voor elektriciteit (gemiddeld 15 procent in de laatste 10 jaar). Dit is de productie van elektriciteit uit aardgas
 - energetisch eindverbruik voor vervoer (minder dan 0,1 procent). Dit is de levering van aardgas voor vervoer
 - niet-energetisch eindverbruik (gemiddeld 6 procent de laatste 10 jaar), vooral voor de productie van kunstmest
 - transformatieverliezen, vooral voor de productie van elektriciteit al dan niet in combinatie met warmte (gemiddeld 16 procent de laatste 10 jaar).

De eerste drie bestemmingen vallen onder het bruto energetisch eindverbruik voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 (Europees Parlement en Raad, 2009). Gemiddeld telde de afgelopen vijf jaar 82 procent van het groen gasproductie als bruto energetisch eindverbruik.

In eerste instantie is het misschien wat tegen intuïtief dat niet alle groen gas meetelt bij het verbruik van hernieuwbare energie. Echter, ook het aardgasverbruik telt ook niet volledig mee bij het bepalen van de noemer voor het berekenen van het aandeel hernieuwbare energie.

Duurzaamheid biomassa

Biomassa telt als bron voor hernieuwbare energie omdat de CO₂-emissie die vrijkomt bij het verbruik van biomassa gecompenseerd wordt door CO₂-vastlegging bij de groei van planten die weer zorgt voor nieuwe biomassa (kortcyclische CO₂). Toch zijn er ook zorgen over de duurzaamheid van het gebruik van biomassa. Het gaat dan vaak over de bescherming van tropische bossen, de CO₂-effectiviteit over de hele keten, de lange tijd die er nodig is om nieuwe bomen te laten groeien en effecten op voedselprijzen. In de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie uit 2009 zijn duurzaamheidscriteria opgenomen voor vloeibare biomassa en biogas voor vervoer. Dat heeft tot gevolg dat vanaf 2011 vloeibare biomassa die niet voldoet aan de criteria, niet meetelt voor de realisatie van de doelstelling en ook geen steun mag ontvangen van nationale regeringen via een subsidie, een korting op de accijns of een verplichting. Voor andere vormen van biomassa gelden nog geen duurzaamheidscriteria. In de nieuwe EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie, welke zich richt op de periode 2021 tot en met 2030, is afgesproken om voor installaties op vaste en gasvormig biomassa boven een bepaalde capaciteitsgrens wel duurzaamheidscriteria te gaan hanteren. Op nationaal niveau is besloten om de subsidie voor het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales alleen mee te tellen voor duurzaam gecertificeerde biomassa, al is er wel kritiek op bestaande criteria en certificeringssystemen.

Vanaf 2012 heeft de Nederlandse Emissieautoriteit gecontroleerd of biobrandstoffen voor vervoer die opgevoerd zijn voor de nationale bijmengplicht voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* (NEa, 2015). Het CBS heeft

gegevens per bedrijf ontvangen van de NEa en vergeleken met eigen gegevens over biobrandstoffen. Daaruit is naar voren gekomen dat nagenoeg alle Nederlandse biobrandstoffen die geleverd zijn voor vervoer in Nederland voldoen aan de duurzaamheidscriteria.

In juni 2019 is de vierde editie van een rapportage gepubliceerd door het Platform Bio-Energie (PBE) in samenwerking met RVO over het verbruik van hout in energie-installaties voor elektriciteit en warmte. Deze rapportage en voorgaande zijn in opvolging gemaakt van de Green Deal *Duurzaamheid Vaste Biomassa* die in 2015 afliep.

De bedrijven waar de installaties (vanaf 1 megawatt) in gebruik zijn, hebben net als tijdens de Green Deal op vrijwillige basis aan het onderzoek meegewerkt (respons: 84 procent).

De deelnemende partijen beogen met de jaarlijkse rapportage bij te dragen aan de gewenste openheid over de omvang, aard, herkomst en duurzaamheidsaspecten van de gebruikte biomassa. Zij hopen daarnaast dat de rapportage het draagvlak voor deze belangrijke vorm van hernieuwbare energie bevordert.

Deze rapportage heeft betrekking op vaste – houtachtige – biomassa die in 2018 direct of indirect is ingezet om elektriciteit en/of warmte op te wekken.

Een interessante uitkomst in de rapportage is dat verreweg de meeste houtige grondstoffen (77% van in totaal bijna 1,7 miljoen ton) afkomstig zijn uit eigen land en de rest voor het grootste deel uit de ons omringende landen. Het gaat om resthout dat vrijkomt bij onderhoud van bos, landschap en gemeentelijk groen, bij timmerfabrieken, uit bouw- en sloopwerkzaamheden en dergelijke. Niet opgenomen in deze rapportage zijn: gasvormige of vloeibare biobrandstoffen, fossiele brandstoffen of andere vaste biomassa (PBE/RVO, 2019).

Aanbod van vaste biomassa

Het binnenlands verbruik van vaste biomassa, in hoofdzaak houtachtige producten uit reststromen, kan geheel voorzien worden vanuit binnenlandse productie. Per saldo is Nederland sinds 2014 zelfs exporteur. In 2013 was dat nog niet het geval toen houtpellets op grote schaal werden geïmporteerd. Met de sterke vermindering van het bij- en meestoken van houtpellets viel de noodzaak voor deze importen vrijwel geheel weg.

In 2017 nam het binnenlands verbruik van vaste biomassa toe met 5 procent naar bijna 53 petajoule. Het gestegen verbruik van afvalhout droeg het meest bij aan deze toename.

In de volgende paragrafen van deze publicatie wordt nader ingegaan op het verbruik van andere niet-houtachtige biomassa zoals huishoudelijk afval en biogas.

8.1.4 Balans vaste biomassa voor energie

	2013	2014	2015	2016	2017
TJ					
Binnenlandse productie					
Totaal	50 311	53 945	56 797	56 710	60 029
Houtpellets	3 836	4 830	4 655	4 471	4 253
Afvalhout	13 203	14 811	15 060	16 462	16 060
Hout chips en schoon resthout	5 577	6 142	7 383	7 297	7 394
Vers hout blokken	14 700	15 092	15 307	15 639	15 996
Restproducten uit primaire landbouw	3 204	3 045	3 103	3 315	2 841
Restproducten uit agro-industrie	3 399	3 202	4 181	3 337	3 196
Overige niet-houtige biomassa	6 390	6 822	7 109	6 190	10 289
Import					
Totaal	12 976	5 759	3 750	4 190	3 112
Houtpellets	10 706	3 131	0	0	0
Afvalhout	2 200	2 458	3 420	3 770	1 913
Overig	70	169	330	420	1 199
Export					
Totaal	10 674	11 672	11 194	10 277	10 226
Houtpellets	2 397	3 464	3 212	2 772	2 722
Afvalhout	5 865	5 865	5 459	5 564	5 564
Overig (niet houtachtig)	2 412	2 343	2 523	1 941	1 941
Binnenlands verbruik					
Totaal	52 613	48 032	49 353	50 623	52 915
Houtpellets	12 145	4 498	1 443	1 699	1 531
Afvalhout	9 538	11 405	13 021	14 668	12 409
vv. voor opwekking elektriciteit	6 598	8 386	9 959	11 540	9 209
vv. bij huishoudens	2 940	3 018	3 061	3 128	3 199
Hout chips en schoon resthout	5 647	6 310	7 713	7 567	7 912
Vers hout blokken (huishoudens)	14 700	15 092	15 307	15 639	15 996
Restproducten uit primaire landbouw	3 204	3 045	3 103	3 315	2 841
Restproducten uit agro-industrie	3 399	3 202	4 181	3 337	3 196
Overige niet-houtige biomassa	3 979	4 479	4 586	4 249	8 349

Bron: CBS.

8.2 Afvalverbrandingsinstallaties

Afval dat verbrand wordt door afvalverbrandingsinstallaties is op energiebasis voor ongeveer de helft van biogene oorsprong. Daarom telt ongeveer de helft van de energieproductie door afvalverbrandingsinstallaties als hernieuwbare energie. In Nederland zijn er twaalf afvalverbrandingsinstallaties. Deze grote installaties waren in 2018 goed voor 11 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) toont vanaf 2009 tot en met 2017 een duidelijke stijging. Tot en met 2011 had de stijging vooral te maken met het in gebruik nemen van nieuwe installaties, daarna kwam de stijging door nieuwe leidingen voor leveringen van stoom aan nabijgelegen industrie en warm water vooral voor bestaande stadsverwarmingsnetten. Bij veel installaties werd de warmte nog

lang niet volledig benut, waardoor de extra warmteleveringen slechts in beperkte mate ten koste gingen van de elektriciteitsproductie. In 2018 is vergeleken met 2017 met het verbranden van afval vrijwel evenveel energie geproduceerd (76 terajoule). Dit wel met het verschil dat in tegenstelling tot 2017 in 2018 de productie meer op elektriciteit en minder op warmte gericht was. Deze verschuiving is voor een belangrijk deel te danken aan de situatie bij de afvalverbrander in Moerdijk welke stopte met de levering van stoom aan de naast gelegen elektriciteitscentrale en in plaats daarvan zelf een grote stoomturbine heeft gekocht voor het maken van veel meer elektriciteit. Bij enkele andere afvalverbrandingsinstallaties werd de levering van warmte aan de stadsverwarming overgenomen door warmtekrachtinstallaties op afvalhout (zie ook 8.4).

Vanaf 1990 tot en met 2002 is het biogene aandeel van het verbrande afval langzaam gedaald. Dat had te maken met het opkomen van het apart inzamelen van groente-, fruit- en tuinafval. In 2003 kwam aan deze daling een eind en tot en met 2012 steeg de biogene fractie weer om sindsdien min of meer constant te blijven (rond 55%). Een betere scheiding van het plastic afval speelde daarbij een rol (Agentschap NL, 2013).

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

8.2.1 Afvalverbrandingsinstallaties: vermogen, verbrand afval, energiebalans

	Verbrand afval		Elektriciteit				Warmte		Fossiele brandstoffen	
	massa	energie	vermogen	bruto productie	verbruik	netto productie	productie	verbruik		
	kton	TJ	MW	mln kWh			TJ			
2000	4 896	49 767	394	2 520	565	1 956	7 129	796		
2005	5 454	56 722	429	2 738	609	2 129	9 014	938		
2010	6 586	64 543	586	3 376	701	2 675	11 194	950		
2015	7 564	74 127	649	3 676	823	2 853	23 157	935		
2016	7 830	78 300	649	3 790	849	2 941	22 387	956		
2017	7 626	76 255	649	3 592	813	2 788	23 522	609		
2018**	7 614	76 144	649	4 177	817	3 371	15 113	353		

Bron: CBS.

8.2.2 Afvalverbrandingsinstallaties: hernieuwbare fractie en hernieuwbare energie

	Afval	Elektriciteit			Warmte	Bruto energetisch eindverbruik			Effect	
	hernieuwbare fractie	inzet biogeen afval	bruto hernieuwbare productie	netto hernieuwbare productie	hernieuwbare productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	%	TJ	mln kWh	TJ	TJ					kton
2000	51	25 512	1 272	987	3 597	4 578	4 548	9 126	12 420	835
2005	47	26 659	1 266	984	4 168	4 557	5 241	9 798	12 793	834
2010	53	34 208	1 763	1 397	5 847	6 348	7 708	14 056	17 436	1 115
2015	55	40 770	1 997	1 550	12 578	7 188	13 523	20 711	26 462	1 783
2016	54	42 282	2 005	1 586	11 879	7 218	12 785	20 004	25 680	1 692
2017	53	40 415	1 904	1 478	12 337	6 853	13 088	19 941	24 813	1 601
2018**	53	40 356	2 214	1 786	7 869	7 970	8 936	16 907	22 331	1 502

Bron: CBS

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

Methode

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

Het elektrisch vermogen is afkomstig uit de CBS-statistiek Productiemiddelen Elektriciteit. De tijdreeks van het verbrande afval afkomstig van Rijkswaterstaat Leefomgeving.

Voor de calorische waarde en de biogene fractie is ook gebruik gemaakt van gegevens die Rijkswaterstaat Leefomgeving jaarlijks maakt voor de IPCC monitoring. Voor 2018 waren er nog geen nieuwe cijfers en zijn de cijfers voor 2017 aangehouden.

De elektriciteits- en warmteproductie van de AVI's is tot en met het verslagjaar 2016 bepaald op basis van energie-enquêtes van het CBS. Met ingang van het verslagjaar 2017 maakt het CBS hiervoor gebruik van de rapportages die de AVI's leveren aan Rijkswaterstaat Leefomgeving voor de WAR en de vaststelling van de zogenoemde R1-status ('nuttige toepassing'). De eventuele ontbrekende gegevens zijn bijgeschat op basis van milieujaarverslagen. De R1-status maakt het AVI's vergunningstechnisch makkelijker om afval uit andere landen te importeren.

Met het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (2015) is bepaald dat warmte benut voor rookgasreiniging meetelt in het bruto eindverbruik, net als elektriciteit. Hoewel het gaat om 'onverkochte warmte' is hier sprake van nuttig gebruik van energie in het proces en daarom telt het mee in de totale prestatie van het bedrijf. De hoeveelheden warmte voor rookgasreiniging zijn ook afkomstig uit de R1-rapportage. Als hernieuwbaar bruto eindverbruik telt de verbrandingswaarde van het biogene deel van de voor dit doel ingezette hoeveelheid afval. Cijfers over de warmte voor rookgasreiniging zijn alleen beschikbaar voor 2014 en daarna. Cijfers over oudere jaren zijn geschat op basis van de leeftijd van de afvalverbrandingsinstallaties en kennis bij Rijkswaterstaat Leefomgeving over belangrijke aanpassingen aan de installaties in het verleden.

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

8.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

Bij het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales gaat het om centrales die kolen gebruiken als hoofdbrandstof. Een gedeelte van deze kolen kan vervangen worden door verschillende soorten biomassa. In 2018 was het meestoken van biomassa verantwoordelijk voor ongeveer 2 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De ontwikkeling van het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales verliep in de periode 2003-2012 met horten en stoten. Aanvankelijk zorgden technische aanpassingen van de centrales voor groei maar halverwege de periode zorgde de afbouw van subsidie voor nieuwe installaties weer voor stagnatie. Ná 2007 ontstond weer groei door het uitbreiden van de capaciteit voor meestoken bij centrales die in 2007 ook al biomassa meestookten. Toen kostte biomassa ook meer dan kolen, maar blijktbaar wogen de extra opbrengsten uit subsidie en CO₂-rechten op tegen deze extra kosten. De daling sinds 2012 houdt verband met het aflopen van de MEP-subsidie (Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie), die een subsidieduur kende van maximaal 10 jaar. Pas in 2016 en 2017 zijn in het kader van SDE+ weer nieuwe subsidieaanvragen voor het meestoken van biomassa in grote installaties geaccepteerd (RVO, 2019a).

In 2018 werd bijna 7 petajoule aan biomassa meegestookt in de elektriciteitscentrales. Dat was weliswaar 40 procent meer dan in 2017 maar komt overeen met ongeveer een vijfde van de biomassa die in 2005 werd ingezet.

8.3.1 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

	Biomassa	Elektriciteit		Warmte	Bruto energetisch eindverbruik		Effect		
	inzet	bruto-productie	netto-productie	productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ	mln kWh	TJ						kton
2000	1 755	208	198	15	748	15	763	1 755	166
2005	30 522	3 449	3 310	693	12 416	693	13 109	30 522	2 394
2010	28 545	3 237	3 043	1 267	11 653	1 267	12 920	28 545	2 703
2015	4 833	498	470	35	1 792	35	1 827	4 833	458
2016	4 083	442	419	57	1 591	57	1 648	4 083	387
2017	4 883	530	503	426	1 909	426	2 335	4 883	462
2018**	6 858	734	681	451	2 643	451	3 094	6 858	649

Bron: CBS.

Methode

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

Voor de inzet van biomassa is gebruik gemaakt van de opgaven van bedrijven uit de CBS-enquêtes. De gegevens uit de administratie van CertiQ en de CBS-enquêtes zijn op individueel niveau met elkaar geconfronteerd. Als controle is daarnaast ook gebruik gemaakt van de milieujaarverslagen. Bij verschillen groter dan 200 TJ inzet biomassa was altijd duidelijk wat de oorzaak was, of is deze achterhaald door het doen van navraag bij de centrales. Afgezien van de onzekerheid in de brandstofsubstitutie wordt de onnauwkeurigheid in de hernieuwbare energie uit het meestoken van biomassa in centrales geschat op 5 procent.

8.4 Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven

Het gaat hier om installaties die vaste of vloeibare biomassa verbranden voor de productie van elektriciteit, al dan niet in combinatie met warmteproductie, uitgezonderd het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales. De belangrijkste groep zijn de vier installaties voor het verbranden van afvalhout in Hengelo, Alkmaar, Rotterdam en Delfzijl. Daarnaast gaat het om het verbranden van diverse afvalstromen zoals kippenmest of paperslib in installaties die speciaal ontworpen zijn voor deze soort biomassa en meerdere

kleinschalige installaties die vooral schoon resthout verbranden. Voor deze kleine installaties is vaak warmte het hoofdproduct en elektriciteit het bijproduct.

De ongeveer twintig installaties waren in 2018 goed voor 6 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De jaarlijkse productie van de diverse individuele installaties kan sterk fluctueren door het al dan niet optreden van storingen en de noodzaak tot onderhoud. MEP-subsidie is de belangrijkste subsidieregeling geweest voor het bouwen van installaties in deze categorie. De SDE-subsidieregeling heeft nog niet geleid tot veel grote nieuwe installaties. Wel is er met steun van de SDE een aantal kleinere installaties bijgekomen die vooral warmte leveren. Nieuw is ook dat bestaande installaties met steun van de SDE worden aangepast en (veel) warmte gaan leveren. Belangrijk in 2017 was de aansluiting van de afvalhoutverbrander in Delfzijl op het lokale stoomnet. Sinds 2018 leveren de drie andere grote installaties voor het verbranden van afvalhout (in Alkmaar, Hengelo en Rotterdam) warmte aan stadsverwarming, voor een groot gedeelte in plaats van leveringen van warmte door afvalverbrandingsinstallaties.

8.4.1 Stoken van vaste en vloeibare biomassa voor decentrale elektriciteitsproductie

	Locaties ¹⁾	Biomassa	Elektriciteit		Warmte		Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
			aantal einde jaar	verbruik	bruto- productie	netto- productie	totale productie	ww. verkochte warmte	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie
		TJ	mln kWh	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	kton
2000	4	3 333	234	216	188	188	843	188	1 031	2 161	151	
2005	5	3 524	253	235	468	468	910	468	1 378	2 626	175	
2010	18	12 725	1 015	894	784	784	3 653	784	4 436	8 445	559	
2015	19	16 988	1 399	1 209	894	572	5 037	1 254	6 291	11 508	875	
2016	19	18 075	1 465	1 281	1 205	864	5 273	1 476	6 749	11 738	858	
2017	19	18 934	1 242	1 050	3 298	2 792	4 471	4 990	9 461	11 577	795	
2018**	21	17 496	845	691	5 305	4 792	3 041	6 918	9 959	10 904	709	

Bron: CBS.

¹⁾ Een bedrijf kan gevestigd zijn op meer dan één locatie. Per locatie kan meer dan één installatie aanwezig zijn.

Methode

Voor de elektriciteitsproductie is CertiQ de belangrijkste bron, met informatie uit de winning- en omzettingenquêtes van het CBS als aanvulling. De laatste tijd komt ook voor meer installaties de warmteproductie via CertiQ beschikbaar. Als verdere aanvulling en controle is gebruik gemaakt van milieujaarverslagen en informatie van RVO over de Energie-investeringsaftrekregeling (EIA). De onzekerheid in de hernieuwbare energie uit de decentrale biomassaverbranding voor elektriciteit wordt geschat op ongeveer 10 procent.

8.5 Stoken van biomassa voor warmte bij bedrijven

Biomassa kan in vaste en vloeibare vorm (afvalhout, slachtafval, papierslib) verstoekt worden in ketels en kachels voor warmteproductie. Zo heeft de houtverwerkende industrie al jaren houtketels waarin de bedrijven hun eigen afvalhout stoken. Sinds 2006 hebben ook steeds meer bedrijven uit de intensieve veehouderij houtketels voor het verwarmen van stallen. In de meeste gevallen wordt de warmte door de producent zelf verbruikt, maar de laatste jaren worden biomassa warmteketels ook voor stadsverwarming gebruikt. Er is ook een aantal biomassaketels voor stadsverwarming die naast warmte ook wat elektriciteit leveren. Deze installaties tellen mee bij "Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven" (paragraaf 8.4).

Het stoken van biomassa voor warmte draagt voor ruim 7 procent bij aan het totale verbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

In 2018 groeide de inzet van biomassa en daarmee de warmteproductie met 16 procent; in 2017 was dat nog maar ongeveer 2 procent. De groei in 2018 kwam voort uit zowel de toegenomen inzet van hout (+17%) als de toegenomen inzet van andere biomassa dan hout zoals slachtafval en papierslib (+15%).

8.5.1 Stoken van vaste en vloeibare biomassa voor warmte bij bedrijven

	Installaties/ ketels	Inzet van biomassa		Warmte-productie		Effect			
		aantal einde jaar	totaal	voor verkochte warmte	voor zelf verbruikte warmte	totaal	ww. verkochte warmte	Bruto eind- verbruik	vermeden verbruik fossiele pri- maire energie
		TJ							kton
Totaal									
2000	.	2 212	0	2 212	1 724	0	2 212	1 916	109
2005	.	4 106	0	4 106	3 448	0	4 106	3 831	218
2010	.	5 477	0	5 477	4 568	0	5 477	5 076	287
2015	2 977	9 164	868	8 296	7 771	738	9 034	8 634	488
2016	3 347	9 699	1 342	8 357	8 163	1 151	9 508	9 070	512
2017	3 790	9 902	1 196	8 706	8 280	1 022	9 728	9 200	521
2018**	4 249	11 482	1 469	10 013	9 613	1 259	11 272	10 681	605
Hout									
2016	3 334	6 169	.	.	5 244	.	5 999	5 827	329
2017	3 779	6 486	.	.	5 513	.	6 322	6 125	347
2018**	4 238	7 571	.	.	6 436	.	7 383	7 151	405
Overige vaste en vloeibare biomassa									
2016	13	3 529	.	.	2 919	.	3 509	3 243	183
2017	11	3 416	.	.	2 767	.	3 406	3 074	174
2018**	11	3 910	.	.	3 177	.	3 889	3 530	200

Bron: CBS.

De toegenomen inzet van hout (verbranden in houtketels) laat zich voor een belangrijk deel verklaren door de eveneens toegenomen capaciteit (+13%).

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

	Houtindustrie	Meubel-industrie	Bouw	Handel	Landbouw	Energie-bedrijven	Overig	Totaal
2006	147	65	10	46	63	0	3	333
2007	151	66	11	46	96	0	9	379
2008	151	64	11	44	115	0	14	400
2009	151	64	11	44	128	0	21	419
2010	142	61	12	36	137	0	27	414
2011	140	58	12	37	147	0	31	425
2012	132	56	14	40	157	4	37	440
2013	125	51	13	33	181	12	41	457
2014	131	44	13	26	187	58	49	509
2015	125	37	16	24	202	62	64	531
2016	111	34	17	26	225	62	76	552
2017	108	25	19	24	267	62	80	585
2018**	101	20	17	21	334	90	79	663

Bron: CBS.

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

	Aantal				Totaal	Vermogen				Totaal
	≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW		≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW	
	MW									
2006	833	216	59	92	1200	48	64	43	178	333
2007	1182	259	69	95	1605	69	74	49	186	379
2008	1404	304	74	92	1874	80	86	53	181	400
2009	1536	341	76	92	2045	87	93	55	185	419
2010	1700	356	74	87	2217	95	94	53	171	414
2011	1869	383	73	85	2410	104	101	52	169	425
2012	1998	432	74	82	2586	111	113	53	163	440
2013	2111	501	80	77	2769	117	127	57	156	457
2014	2184	525	83	76	2868	121	132	60	196	509
2015	2230	568	94	74	2966	124	143	69	195	531
2016	2547	614	102	71	3334	137	153	75	187	552
2017	2893	717	103	66	3779	150	170	76	189	585
2018**	3193	880	99	66	4238	162	202	73	226	663

Bron: CBS.

8.5.4 Houtketels en -kachels voor warmte bij bedrijven naar provincie, 2018**

	Aantal	Vermogen
		MW
Groningen	189	18
Friesland	355	49
Drenthe	223	21
Overijssel	650	87
Flevoland	70	33
Gelderland	1 260	141
Utrecht	158	13
Noord-Holland	108	81
Zuid-Holland	239	59
Zeeland	68	13
Noord-Brabant	708	101
Limburg	211	48
Totaal	4 238	663

Bron: CBS.

Sinds enkele jaren komen de grotere ketels (vanaf 500 kW) voor SDE-subsidie in aanmerking. Dat heeft geleid tot een toename van de grotere ketels (groter dan 1 MW). Sinds 2016 kunnen particulieren en bedrijven voor klein zakelijk gebruik met subsidie uit de ISDE-regeling een biomassaketel (of pelletkachel) met een vermogen tot en met 500 kW aanschaffen. Vooral biomassaketels blijken in trek bij de zakelijke markt met de rond de 150 megawatt aan aanvragen in 2017 en 2018 blijkens een analyse van het CBS op de RVO data. Het is nog niet helemaal duidelijk welk deel daarvan wanneer is of wordt geïnstalleerd (zie ook paragraaf 2.8). De populariteit van de houtketels met ISDE subsidie komt terug in de groei van het opgesteld vermogen van houtketels kleiner dan 500 kW (tabel 8.5.3).

De meeste houtketels staan in Gelderland, Noord-Brabant en Overijssel. Dit zijn grote provincies met intensieve veehouderij en hout- en meubelindustrie, de sectoren waar de meeste houtketels staan. Noord-Holland staat ook hoog in de lijst wegens de grote installatie van de stadverwarming in Purmerend.

Methode

De informatie over de warmteproductie en het brandstofverbruik van de ketels en kachels op brandstoffen anders dan hout komt uit overheidsregistraties zoals een subsidieregeling of milieujaarverslag dan wel uit directe waarneming (bij de grotere installaties) door het CBS.

De gegevens over de aantallen en het vermogen van houtkachels voor warmte bij bedrijven zijn gebaseerd op inventarisaties onder de leveranciers van houtketels en houtkachels groter dan 18 kW met peiljaren 1991 (Sulilatu, 1992), 1997 (Sulilatu, 1998) en vanaf 2004 door het CBS. Voor ontbrekende jaren is geïnterpoleerd. Voor deze inventarisatie stuurt het CBS elk jaar een vragenlijst naar de leveranciers.

De warmteproductie van ketels tot 500 kW is berekend uit het vermogen op basis van 3 000 vollasturen bij landbouwbedrijven en 1 500 vollasturen bij bedrijven in de overige sectoren (*Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie 2015*). Voor de inzet van biomassa is uitgegaan van de warmteproductie en de rendementen zoals beschreven in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Voor de nieuwe ketels van 500 kW en groter wordt sinds de

start van de SDE+-regeling de warmteproductie overgenomen uit de registratie van de SDE-regeling.

De uitsplitsing naar sector is gebaseerd op opgaven van de leveranciers van ketels en kachels. Ook de uitsplitsing naar provincie is gebaseerd op opgaven per installatie van de leveranciers van de ketels en kachels voor installaties groter dan 100 kW. Voor ketels en kachels kleiner dan 100 kW heeft het CBS geen gegevens per installatie. De meeste kleinere ketels en kachels staan echter bij landbouwbedrijven. Het CBS heeft daarom de meest recente gegevens uit de Landbouwtelling over het aantal bedrijven met een houtketel of -kachels gebruikt om de kleinere ketels en kachels over de provincies te verdelen.

Door de non-respons op de CBS-vragenlijst, de onzekerheid over het aantal vollasturen van de houtketels en de timing van het uit gebruik nemen, bevatten de cijfers over de houtketels bij bedrijven een behoorlijke onzekerheid. Deze onzekerheid neemt echter iets af door de groei van het aandeel warmteproductie die volgt uit de data die overgenomen wordt uit de SDE-registratie. Al met al schat het CBS schat de onzekerheid op 30 procent.

8.6 Stoken van biomassa door huishoudens

Ongeveer een miljoen huishoudens hebben een houtgestookte installatie. Meestal worden deze installaties niet als hoofdverwarming gebruikt, maar bij elkaar wordt er toch een aanzienlijke hoeveelheid hout verstoekt. Voor het eindverbruik van hernieuwbare energie telt de hoeveelheid verstoekt hout en dit kwam in 2018 overeen met 13 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland.

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

Ontwikkelingen

8.6.1 Biomassa bij huishoudens

	Aantal in gebruik		Warmte-productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂	
	Inzet biomassa						
	1 000	kton TJ				kton	
Totaal							
2000	971	1 052	14 457	6 559	14 457	6 905	392
2005	959	1 175	16 127	8 446	16 127	8 890	505
2010	960	1 249	17 129	9 852	17 129	10 370	587
2015	1 020	1 360	18 638	11 483	18 638	12 087	687
2016	1 034	1 389	19 036	11 856	19 036	12 480	705
2017	1 051	1 420	19 465	12 249	19 465	12 894	730
2018**	1 069	1 456	19 949	12 674	19 949	13 341	755

8.6.1 Biomassa bij huishoudens (vervolg)

	Aantal in gebruik	Inzet biomassa	Warmte-productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂	
Openhaarden							
2016	370	185	2 516	252	2 516	265	15
2017	370	185	2 516	252	2 516	265	15
2018**	370	185	2 516	252	2 516	265	15
Inzethaarden							
2016	135	214	2 909	1 668	2 909	1 755	99
2017	128	203	2 768	1 603	2 768	1 687	95
2018**	122	194	2 638	1 543	2 638	1 625	92
Vrijstaande kachels							
2016	530	981	13 341	9 937	13 341	10 460	591
2017	552	1 023	13 911	10 395	13 911	10 942	619
2018**	577	1 068	14 525	10 879	14 525	11 452	648
Houtskool (elk jaar)							
2000–2018**		9	270	.	270	.	.

Bron: CBS en TNO.

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

Methode

De gegevens voor de aantallen in gebruik zijnde huishoudelijke houtkachels, het houtverbruik en het rendement zijn afkomstig van TNO. TNO stelt deze gegevens samen voor de nationale emissiejaarrapportage. TNO baseert zich op steekproefonderzoeken naar het houtverbruik onder huishoudens waarvan de laatste beschreven is door Segers (2013). Ontbrekende gegevens worden aangevuld met een parkmodel van de houtkachels, verkoopcijfers en expertschattingen van rendementen en levensduur van kachels (Jansen, 2016).

De verschillen met een schatting van het houtverbruik via de aanbodzijde zijn groot (Segers, 2013). Zowel de bepaling van het houtverbruik via de aanbodzijde (schatting van de opbrengst van brandhout uit bos, landschap, stedelijk groen en afval) als via de vraagzijde (enquête onder huishoudens) kent veel onzekerheden. Het CBS schat de onzekerheid in het houtverbruik op 35 procent (Segers, 2013).

De hierboven beschreven methode houdt geen rekening met de opkomst van vrijstaande houtkachels die met houtpellets gestookt worden. In het parkmodel van TNO worden alleen kachels meegenomen die gestookt worden met stukhout. Het model schat de aantallen kachels ongeacht het bestaan van pelletkachels en houdt daarmee ook geen rekening met een eventuele substitutie door pelletkachels. Uit informatie afgeleid uit data van RVO blijkt dat in het kader van ISDE in 2017 en 2018 ruim 10 duizend pelletkachels door particulieren

zijn aangeschaft. Het is aannemelijk dat de ISDE-pelletkachels de aanschaf van de traditionele houtkachel hebben vervangen; de mate waarin dat is gebeurd is echter onbekend. De vertekening in de uitkomsten die hierdoor kan zijn ontstaan, laat zich moeilijk berekenen omdat te veel informatie ontbreekt. Het CBS neemt aan dat gezien de aantallen de vertekening per saldo te verwaarlozen is, zeker ook in het licht van de grote onzekerheid in het houtverbruik door huishoudens.

In 2018 heeft er een nieuwe WoON-onderzoek plaats gevonden waarin via een steekproef aan huishoudens is gevraagd of ze een houtgestookte installatie hebben en hoe vaak ze deze gebruiken. Resultaten uit dit onderzoek zullen door CBS en TNO verwerkt worden in de cijfers over het houtverbruik van huishoudens, maar waren niet tijdig genoeg om mee te nemen in de nader voorlopige cijfers over hernieuwbare energie juni welke het uitgangspunt zijn voor deze publicatie.

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

8.7 Stortgas

Stortgas is biogas uit stortplaatsen. Het meeste afgevangen stortgas wordt omgezet in elektriciteit. Op een viertal stortplaatsen wordt stortgas omgezet in een gas met eigenschappen die sterk lijken op die van aardgas. Dit groen gas wordt vervolgens in het aardgasnet geïnjecteerd. Daarnaast wordt er nog een beetje stortgas direct voor warmtetoepassingen gebruikt. In 2018 leverde het stortgas ongeveer 0,2 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie uit stortgas is over haar hoogtepunt heen. De afname wordt veroorzaakt doordat steeds minder afval gestort wordt en het afval dat reeds gestort is steeds minder gas produceert (Rijkswaterstaat, 2015). De laatste tien jaar wordt er jaarlijks steeds tussen 5 en 10 procent minder stortgas geproduceerd. In deze trend zou een verandering kunnen komen omdat de hoeveelheden gestort afval sinds 2014 licht toenemen (Rijkswaterstaat, 2018). Echter, het is daarmee niet zeker dat hieruit ook meer biogas gewonnen gaat worden. In 2017 is de winning van stortgas licht toegenomen. Voor 2018 zijn nog geen uitkomsten beschikbaar en zijn de winningscijfers van 2017 overgenomen.

8.7.1 Stortgas

	Biogas				Elektri- citeit	Warmte	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	winning	inzet voor elektrici- teits- productie	omzetting in aardgas = productie aardgas	finaal verbruik	bruto- productie	productie uit warmte- kracht- koppeling	elektri- citeit ²⁾	warmte ²⁾	vervoer ²⁾	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ				mln kWh	TJ						kton
2000	2 313	1 697	549	67	158	44	638	475	.	1 113	2 000	135
2005	1 909	1 463	446	0	131	68	534	351	.	884	1 623	107
2010	1 538	1 193	345	0	93	55	391	267	.	659	1 142	74
2015	815	550	186	79	43	0	181	202	.	383	610	43
2016	677	466	146	65	34	0	145	159	.	304	475	33
2017	706	430	157	118	30	0	131	208	12	350	494	33
2018**	706	430	157	118	30	0	130	211	13	354	494	33

Bron: CBS.

¹⁾ Inclusief beperkte hoeveelheid extern geleverd ruw stortgas

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

Methode

Tot en met 1996 komen de gegevens uit de energie-enquêtes van het CBS. Vanaf het jaar 1997 zijn de gegevens afkomstig uit de stortgasenquête in het kader van de Werkgroep Afvalregistratie (Rijkswaterstaat, 2015). Tot en met het verslagjaar 2004 werd deze enquête uitgevoerd door de Vereniging Afvalbedrijven, vanaf 2005 door Rijkswaterstaat Leefomgeving (voorheen Agentschap NL). In deze enquête worden energiegegevens van alle stortplaatsen gevraagd.

Voor de nader voorlopige cijfers van 2018 waren de gegevens uit de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) nog niet beschikbaar. Daarom is voor de elektriciteitsproductie en voor de aardgasproductie 2018 gebruik gemaakt van data uit 2017. In eerdere jaren werd informatie van CertiQ en Vertogas gebruikt voor een wat nauwkeuriger voorlopig cijfer, maar gezien het minder wordende belang van energie uit stortgas is dat nu niet meer gedaan.

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

8.8 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) komt vrij door het vergisten van het uit het zuiveringsproces geproduceerde zuiveringslib. Slibgisting wordt vooral bij de grotere RWZI's toegepast. Er zijn ongeveer 350 RWZI's in Nederland en bij circa 80 RWZI's wordt biogas gewonnen en nuttig gebruikt. Biogas uit RWZI's draagt in 2018 ruim 1 procent bij aan het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De productie van hernieuwbare energie met behulp van biogas uit RWZI's was ongeveer stabiel tot en met 2010 maar nam daarna langzaam maar gestaag toe tot 2015. In 2016 neemt de winning van biogas weer meer toe en is in 2017 en 2018 op dit niveau (2,4 terajoule) blijven staan.

8.8.1 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

	Biogas			Elektrici- teit	Warmte uit warmte- krachtin- stallaties	Bruto energetisch eindverbruik			Effect			
	winning	inzet voor warmte- krachtin- stallaties	omzetting in aardgas = productie aardgas			bruto- productie	bruto- productie	elektrici- teit ¹⁾	warmte ¹⁾	vervoer ¹⁾	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie
	TJ			mIn kWh			TJ			kton		
2000	1 925	1 345	.	579	111	553	398	1 361	.	1 760	1 467	97
2005	1 946	1 575	.	370	123	649	444	1 306	.	1 750	1 461	96
2010	2 101	1 926	.	175	164	758	590	1 258	.	1 848	1 508	100
2015	2 316	2 177	.	140	206	713	743	1 205	.	1 948	1 940	146
2016	2 410	2 257	.	167	208	832	749	1 311	.	2 059	2 015	144
2017	2 410	2 135	.	220	196	742	706	1 285	.	1 991	1 769	125
2018**	2 436	2 051	75	275	193	731	705	1 345	6	2 056	1 890	131

Bron: CBS.

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

Methode

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

Vanaf verslagjaar 2004 is voor het eerst gevraagd om de warmte uit te splitsen naar gebruiksdoel. Het blijkt dat een groot deel van de warmte wordt gebruikt om het productieproces van het biogas op temperatuur te houden. Deze warmte telt niet mee bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie, maar wel bij de

berekening van het bruto eindverbruik. Vóór 2004 is niet bekend welk deel van de geproduceerde warmte uit de warmtekrachtinstallaties is gebruikt voor de gisting. Aangenomen is dat de verdeling over gisting en andere processen voor 2004 gelijk is aan de verdeling daarna.

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

Bij enkele RWZI's wordt het biogas omgezet in aardgas. Vanwege de geringe hoeveelheid, mogelijke vertrouwelijkheid van de gegevens en eenvoud werd deze aardgasproductie tot en met 2017 geteld als finaal verbruik van biogas.

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

8.9 Biogas, co-vergisting van mest

Co-vergisting van mest omvat de productie van biogas uit het vergisten van mest, samen met andere plantaardige materialen. Gemakshalve wordt co-vergisting van mest ook aangeduid als mestvergisting. Monovergisting van mest komt ook in kleine hoeveelheden ook voor en telt het CBS mee bij de co-vergisting. Co-vergisting van mest leverde in 2018 ongeveer 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De groei van de productie van hernieuwbare energie uit co-vergisting van mest vlagt af vanaf 2009. Vanaf 2011 daalt de productie van biogas uit de co-vergisting van mest. Na een lichte stijging van de productie van biogas in 2015 volgden weer lichte dalingen in 2016 en 2017. In 2018 stijgt de productie van biogas met 9 procent en is daarmee weer teug op het niveau van 2015. De stijging in het laatste jaar is deels wat kunstmatig, omdat nu voor het eerst groen gas uit co-vergisting van mest is meegenomen. In eerdere jaren was er ook productie van groen gas uit co-vergisting van mest, maar werd dat om redenen van vertrouwelijkheid geteld bij overig biogas (paragraaf 8.10).

De afname van de groei vanaf 2009 had in eerste instantie te maken met het ontbreken van een subsidieregeling voor nieuwe installaties na het stopzetten van de MEP-subsidieregeling in augustus 2006. De Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie (SDE) die de MEP opvolgde in 2008 heeft nog niet geleid tot veel nieuwe productie. Mogelijk speelt hierbij mee dat co-vergisting van mest het moeilijk heeft door de hoge prijzen van de co-substraten

en de lage prijzen voor elektriciteit (Peene et al., 2011 en Van den Boom en Van der Elst, 2013). Een ontwikkeling die zich doorgezet heeft, is de toename van de warmteproductie. Dit gaat vooral om extra warmtebenutting – bijvoorbeeld voor het drogen van het vergistingsresidu – op bestaande installaties waarvoor vanaf 2012 SDE-subsidie verkregen kan worden.

8.9.1 Co-vergisting van mest

	Biogas			Elektriciteit			Warmte uit warmtekrachtinstallaties	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	Aantal locaties	winning	inzet voor warmtekrachtinstallaties	omzetting in aardgas = productie aardgas	vermogen ¹⁾	bruto-productie		bruto-productie	elektriciteit ²⁾	warmte ²⁾	vervoer ²⁾	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie
	TJ			MW	mln kWh	TJ							kton
2005	17	85	85	5	9	8	32	18	50	80	5		
2010	92	5 445	5 445	98	575	671	2 069	1 333	3 402	4 990	331		
2015	97	5 241	5 241	.	133	553	1 557	1 992	2 300	.	4 291	5 910	428
2016	95	4 966	4 966	.	119	524	1 636	1 887	2 306	.	4 194	5 642	392
2017	93	4 821	4 821	.	120	509	1 606	1 832	2 252	.	4 084	5 338	364
2018**	91	5 279	4 641	638	118	490	1 599	1 858	2 584	52	4 493	5 092	348

Bron: CBS.

¹⁾ Aan het einde van het verslagjaar.

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

Huidige mestvergisters draaien (nog) niet op de volledige capaciteit. Het gemiddeld aantal vollasturen is in 2018 licht gedaald en kwam uit op 4,1 duizend. Dat is de helft van het theoretisch maximum en veel lager dan de 8 duizend uur die ECN en KEMA gebruiken voor het doorrekenen van de maximum redelijke subsidiëtarieven (Lensink, 2013). Het lage aantal vollasturen heeft te maken met de hoge prijzen voor hoogcalorische co-substraten (Peene et al., 2011 en Van den Boom en Van der Elst, 2013), waardoor deze minder gebruikt zijn. Laagcalorische stromen leveren minder biogas op per ton. Daar komt bij dat de veranderingen in het menu van de co-vergisters leidt tot toename van de risico's op verstoring van het biologisch proces.

Sinds 2011 neemt de hoeveelheid natte biomassa die vergist wordt toe. In 2017 is de hoeveelheid toegenomen tot ongeveer 2,7 miljard kg (een lichte daling ten opzichte van 2016) en bestond voor twee derde uit mest. De totale mestproductie in Nederland was bijna 78 miljard kg. Ongeveer 2 procent daarvan ging dus in 2017 de vergisters in. De calorische waarde van de verschillende soorten voedingsstoffen voor de co-vergisters van mest verschilt aanzienlijk. De calorische waarde van mest is relatief laag. Op energiebasis is het aandeel van de mest dus veel lager (ongeveer een kwart) dan op massabasis (ruim 60 procent).

Maïs was een belangrijk co-product dat tot en met 2011 volop werd mee vergist. Na 2011 werd maïs daarvoor te duur en werden meer andere producten aan de mest toegevoegd. Het gaat dan om resten uit de voedingsmiddelenindustrie, de handel in levensmiddelen, diervoederindustrie of de primaire landbouw.

8.9.2 Herkomst en samenstelling input co-vergisting van mest

	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017
Nat gewicht	mld kilo								
Primaire landbouw									
mest	0,91	0,80	1,38	1,35	1,50	1,51	1,73	1,84	1,86
maïs	0,21	0,26	0,36	0,18	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
overige producten	0,03	0,03	0,04	0,06	0,10	0,15	0,10	0,05	0,09
totaal	1,14	1,08	1,78	1,59	1,64	1,70	1,86	1,92	1,98
Agro-industrie	0,10	0,14	0,54	0,40	0,36	0,37	0,39	0,47	0,27
Overig	0,17	0,29	0,23	0,29	0,36	0,29	0,32	0,40	0,40
Totaal	1,42	1,52	2,55	2,27	2,36	2,36	2,57	2,79	2,65
Energie	TJ op bovenwaarde								
Primaire landbouw									
mest	1 235	1 037	1 896	1 685	2 112	2 243	2 511	2 635	2 640
maïs	1 262	1 570	2 259	1 053	210	228	155	150	141
overige producten	151	151	208	245	330	545	363	195	320
totaal	2 647	2 758	4 363	2 983	2 652	3 016	3 028	2 980	3 101
Agro-industrie	1 251	1 479	4 353	2 950	2 991	2 490	2 945	5 201	2 955
Overig	2 276	3 925	2 557	3 151	2 949	2 693	2 139	2 438	2 216
Totaal	6 174	8 162	11 273	9 084	8 592	8 199	8 113	10 619	8 272

Bron: CBS, CertiQ (2017) en OWS (2010).

Het vergisten van mest zonder co-producten heet mono-vergisten en komt in Nederland weinig voor. De installaties zijn door de hoge kosten en het lage rendement moeilijk rendabel te houden. Op initiatief van het zuivelbedrijf FrieslandCampina en gesteund door het ministerie van Economische Zaken is in juli 2017 een tender opengesteld waarop bedrijven kunnen inschrijven om financiële steun voor de productie van biogas en/of elektriciteit te verkrijgen. Ook bestaande installaties kunnen meedingen in de tender. (RVO.nl, 2017) Uit de SDE- data van RVO blijkt dat in augustus 2019 in totaal 116 inschrijvingen zijn geaccepteerd waarvan 8 zijn gerealiseerd (RVO, 2019a).

Methode

De bruto elektriciteitsproductie van de mestvergisters is bepaald aan de hand van gegevens uit de administratie van de certificaten voor Garanties van Oorsprong voor groene stroom van CertiQ. De productie van biogas is geschat op basis van de elektriciteitsproductie en een standaard bruto elektrisch rendement van 38 procent. Het eigen verbruik van elektriciteit is bepaald met behulp van de biogasproductie en kengetallen uit het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*.

De warmteproductie bestaat uit drie componenten:

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

Het eigen verbruik van warmte is bepaald op basis van een kengetal uit het *Protocol*: 0,04 joule warmte voor de productie van 1 joule biogas. Het verbruik van warmte voor de gisting telt niet mee bij de berekening van het vermeden verbruik van fossiele primaire energie, maar wel voor het bruto eindverbruik. De niet gesubsidieerde warmteproductie is afkomstig van een aanvullende enquête van het CBS onder de landbouwbedrijven in het kader van de meststatistiek tot en met 2011, voor 2013 en 2014. Voor 2012, 2015 en 2016 is aangenomen dat de niet-gesubsidieerde warmteproductie gelijk is aan het voorafgaande jaar en beperkt is tot enkele procenten van het totaal. Na het verslagjaar 2016 is deze warmteproductie om praktische redenen en de geringe omvang niet meer meegenomen in de uitkomsten.

De gesubsidieerde warmteproductie is afgeleid uit gegevens van CertiQ.

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

De gegevens over het substraatverbruik in natte massa zijn, met enkele onderbrekingen, tot en met 2016 afkomstig van een aanvullende enquête van het CBS onder landbouwbedrijven in het kader van de meststatistiek. Ontbrekende gegevens door non-response zijn geschat op basis van de elektriciteitsproductie zoals afgeleid uit de bestanden van CertiQ. Daarnaast is in 2016 en 2017 bij de berekening van de hoeveelheid vergiste mest gebruik gemaakt van de integrale waarneming via vervoersbewijzen van mest aangevoerd naar vergisters. Het substraatverbruik is omgerekend naar energie met behulp van calorische waarden en vochtgehalten per soort substraat uit de literatuur (Koppejan et al., 2009 en AID, 2003).

Voor 2017 heeft het CBS voor het verbruik van de bij de mest toegevoegde producten (co-producten) gebruik gemaakt van het Meetrapport Regeling Garanties van Oorsprong voor biogas. Landbouwbedrijven sturen dit rapport jaarlijks toe aan CertiQ ter certificering van het geproduceerde biogas. CertiQ stuurt de rapporten met daarin een overzicht van de hoeveelheden vergiste mest en co-producten door aan het CBS. Van de gegevens in deze rapporten over de hoeveelheden vergiste mest is geen gebruik gemaakt, maar berust de berekening op de integrale waarneming via vervoersbewijzen van mest aangevoerd naar vergisters.

De verwerking van de meetrapporten tot de statistiek over 2017 (Tabel 8.9.2) was zeer arbeidsintensief en daardoor dermate kostbaar dat het CBS besloten heeft het onderzoek niet meer voort te zetten. Het betreft hier met name de verwerking van de gegevens over de co-producten. De gegevens over de hoeveelheden vergiste mest zullen wel beschikbaar blijven. In de rapportage van de werkgroep NEMA (National Emission Model for Agriculture) over 2017 zullen voor het eerst cijfers over de vergisting van mest worden opgenomen (over 2015 zie WUR, 2018).

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

elektriciteitsproductie wordt daarom geschat op maximaal 5 procent. De onzekerheid in de warmteproductie is iets groter, omdat de warmte voor de gisting geschat wordt met een kengetal. Het CBS schat de totale onzekerheid in het bruto eindverbruik van co-vergisting van mest op 5 á 10 procent.

8.10 Overig biogas

Overig biogas omvat vanaf de jaren negentig biogas uit afvalwater dat gewonnen en gebruikt wordt in de voedingsmiddelenindustrie. Daar wordt via anaerobe afvalwaterzuivering biogas gewonnen dat wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit en/of proceswarmte. Later zijn daar andere natte biomassastromen bijgekomen, zoals groente- fruit- en tuinafval of afval uit de voedingsmiddelenindustrie. Het gaat momenteel om projecten op ongeveer 40 locaties die in 2018 goed zijn voor bijna 3 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

8.10.1 Overig biogas

	Biogas			Elektrici- teit		Warmte uit warmte- kracht- instal- laties	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	winning	inzet voor warmte- kracht- installaties	omzetting in aardgas = productie aardgas	finaal verbruik	bruto- productie	bruto- productie	elektrici- teit ¹⁾	warmte ¹⁾	vervoer	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ			mIn kWh TJ						kton		
2000	974	274		700	17	155	61	897		957	928	54
2005	1 155	405		750	32	116	114	954		1 068	1 046	62
2010	2 900	2 243		657	196	523	707	1 424		2 131	2 593	163
2015	5 320	2 501	2 337	482	233	633	1 177	3 065	2	4 244	4 615	309
2016	5 286	2 371	2 475	539	227	488	1 201	2 778	2	3 980	4 526	296
2017	5 495	1 974	2 943	579	189	411	1 123	2 788	218	4 130	4 526	292
2018**	5 361	2 080	2 529	975	173	635	994	3 257	205	4 456	4 690	297

Bron: CBS.

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

De productie van hernieuwbare energie uit overig biogas neemt, met een uitschieter in 2015, gestaag toe; in 2018 neemt het energetisch eindverbruik toe met 8 procent. De toename tot en met 2010 betreft vooral nieuwe projecten waarbij elektriciteit wordt gemaakt uit biogas. Het opstarten was toen relatief aantrekkelijk vanwege de ondersteuning via de MEP-regeling.

Vanaf 2011 wordt steeds meer overig biogas ingezet voor de productie van aardgas, ook wel groen gas genoemd. De productie van groen gas wordt ondersteund door de SDE-subsidieregeling. Eind 2018 werd op ongeveer 20 locaties groen gas gemaakt uit overig biogas. De productie van groen gas uit overig biogas nam in 2018 af met 14 procent en werd

juist meer biogas ingezet voor de productie van warmte. De mogelijkheid om hier via de SDE + subsidie voor te krijgen zou een rol gespeeld kunnen hebben.

Methode

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

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

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

In tabel 8.10 valt op dat er sinds 2017 veel overig biogas telt als eindverbruik voor vervoer. Dit heeft te maken met een aanpassing van de regels voor het alloceren van groen gas door Eurostat. Zie ook paragraaf 8.1. Het CBS is van plan om de nieuwe rekenmethode bij de eerst volgende revisie verder terug te leggen in de tijd.

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

8.11 Vloeibare biotransportbrandstoffen

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

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

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

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

In de *EU-Richtlijn voor Hernieuwbare Energie* uit 2009 is bindend afgesproken dat in 2020 10 procent van alle energie voor vervoer uit hernieuwbare bronnen afkomstig is. Hernieuwbare elektriciteit voor vervoer telt daarbij ook mee (zie paragraaf 2.4). Biobrandstoffen voor vervoer zijn de belangrijkste component voor deze vervoersdoelstelling en de verwachting is dat dit voorlopig zo blijft (Rijksoverheid, 2010). Als gevolg van de discussie over de wenselijkheid van biobrandstoffen zijn in de *EU-Richtlijn hernieuwbare energie* duurzaamheidscriteria opgenomen voor vloeibare biomassa. Deze criteria moeten waarborgen dat bij de productie van de gebruikte vloeibare biomassa mensen, natuur en milieu voldoende worden beschermd. In 2015 is de Richtlijn aangepast en is afgesproken dat het verbruik van biobrandstoffen uit voedselgewassen beperkt wordt tot 7 procent van het totaal verbruik van benzine, diesel en elektriciteit voor vervoer. Zie ook paragraaf 2.4.

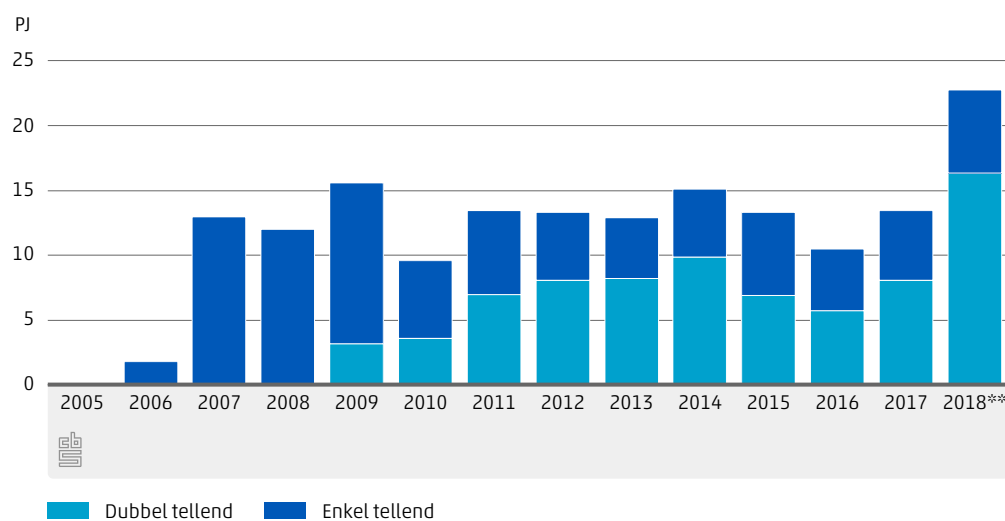
In de afgelopen jaren liep de verplichting voor oliebedrijven tot het leveren van biobrandstoffen langzaam op van 4 procent in 2010 tot en met 8,5 procent in 2018 (*Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer 2015*, *Staatsblad*, 2014), geleidelijk oplopend naar 16,4 procent in 2020 (*Besluit Energie Vervoer* *Staatsblad*, 2018). Bedrijven moeten aantonen dat de door hen geleverde biobrandstoffen voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie*. Dat doen ze door gebruik te maken van certificeringssystemen. De Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) controleert of bedrijven voldoende gecertificeerde biobrandstoffen op de markt hebben gebracht.

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

In 2018 was de bijdrage van biobrandstoffen voor het wegverkeer aan het totaal bruto eindverbruik van hernieuwbare energie 15 procent.

Ontwikkelingen

8.11.1 Verbruik duurzame vloeibare biotransportbrandstoffen



Het fysieke verbruik van duurzame vloeibare biobrandstoffen is in 2018 gestegen van 13 naar 23 PJ. Zowel het verbruik van biobenzine als van biodiesel nam toe, respectievelijk met 32 procent en met 94 procent. Bij biodiesel wordt gebruik gemaakt van dubbeltellende biobrandstoffen, bij biobenzine van enkeltellende.

Het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer loopt niet gelijk op met de verplichting, onder andere omdat de bedrijven de mogelijkheid hebben om het ene jaar extra hernieuwbare energie op de markt te brengen en deze extra inspanning administratief mee te nemen naar een volgend jaar. Daarnaast bood voor de jaren 2015 tot en met 2017 de wet- en regelgeving Energie voor Vervoer de bedrijven de mogelijkheid om biobrandstoffen te tellen voor de verplichting op een moment dat nog niet zeker was dat ze daadwerkelijk fysiek op de Nederlandse markt zouden komen (het telmoment van het CBS). Voor verslagjaar 2018 is wet- en regelgeving aangescherpt en lijken de verschillen tussen de bij NEa getelde biobrandstoffen en de door het CBS getelde biobrandstoffen veel kleiner geworden.

8.11.2 Duurzame¹⁾ vloeibare biotransportbrandstoffen, afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt

	Afleveringen, totaal = Bruto energetisch eindverbruik ²⁾ zonder verrekening dubbeltelling			Afleveringen, dubbeltellend ³⁾ zonder verrekening dubbeltelling	Effect	
	mobiele werktuigen (telt als warmte)	wegverkeer+spoor (telt als vervoer)	totaal	wegverkeer+spoor (telt als vervoer)	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
TJ					kton	
Totaal						
2010	0	9 577	9 577	3 574	9 577	518
2011	0	13 438	13 438	6 958	13 438	786
2012	826	12 527	13 353	7 368	13 353	839
2013	802	12 122	12 924	7 474	12 924	850
2014	1 011	14 091	15 102	8 900	15 102	997
2015	923	12 391	13 314	6 033	13 314	845
2016	718	9 718	10 435	4 965	10 435	693
2017	1 022	12 461	13 483	7 062	13 483	935
2018**	1 933	20 876	22 809	14 506	22 809	1 600
Biobenzine						
2010	0	5 614	5 614	162	5 614	.
2011	0	6 231	6 231	.	6 231	.
2012	0	5 211	5 211	509	5 211	.
2013	0	5 210	5 210	852	5 210	286
2014	0	5 379	5 379	430	5 379	300
2015	0	5 949	5 949	.	5 949	323
2016	0	4 752	4 752	.	4 752	257
2017	0	5 399	5 399	.	5 399	314
2018**	0	7 146	7 146	.	7 146	415
Biodiesel						
2010	0	3 963	3 963	3 412	3 963	.
2011	0	7 207	7 207	.	7 207	.
2012	826	7 316	8 142	6 859	8 142	.
2013	802	6 912	7 714	6 622	7 714	565
2014	1 011	8 712	9 723	8 470	9 723	697
2015	923	6 442	7 365	.	7 365	522
2016	718	4 966	5 683	.	5 683	436
2017	1 022	7 062	8 084	.	8 084	620
2018**	1 933	13 730	15 663	.	15 663	1184

Bron: CBS.

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

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

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

8.11.3 Vloeibare biotransportbrandstoffen¹⁾, balans

	Pure vloeibare biobrandstoffen				Bijgemengde biobrandstoffen				Totaal puur en bij-gemengd	
	productie-capaciteit	productie	saldo import en export	onttrekking uit voorraad	bijmenging bij benzine en diesel	productie uit bijmenging	saldo import en export	onttrekking uit voorraad	afleveringen op binnen-landse gebruikersmarkt	afleveringen op binnen-landse gebruikersmarkt
	mln kg									
Totaal										
2010	.	.	.	72	280	280	36	0	315	315
2011	.	.	.	-48	291	291	135	0	426	426
2012	.	.	.	-65	412	412	19	0	431	431
2013	2 517	1 789	-1 204	-107	478	478	-64	0	414	414
2014	.	.	.	83	516	516	-39	0	478	478
2015	.	.	.	14	481	481	-58	0	423	423
2016	.	.	.	-25	384	384	-43	0	341	341
2017	.	.	.	-110	511	511	-82	0	429	429
2018**	.	.	.	-178	749	749	-58	0	691	691
Biobenzine										
2010	.	.	.	7	171	171	37	0	208	208
2011	.	.	.	0	71	71	160	0	231	231
2012	.	.	.	-10	139	139	54	0	193	193
2013	503	414	-215	4	203	203	-9	0	194	194
2014	.	.	.	13	194	194	5	0	199	199
2015	.	.	.	2	230	230	-10	0	220	220
2016	.	.	.	-19	202	202	-15	0	187	187
2017	.	.	.	-6	221	221	-21	0	200	200
2018**	.	.	.	10	272	272	-7	0	265	265
Biodiesel										
2010	1 306	382	-337	64	109	109	-2	0	107	107
2011	2 030	491	-224	-48	220	220	-25	0	195	195
2012	2 051	1 177	-849	-55	273	273	-35	0	238	238
2013	2 014	1 375	-989	-112	274	274	-54	0	220	220
2014	2 196	1 720	-1 468	70	322	322	-43	0	279	279
2015	2 176	1 629	-1 390	12	251	251	-49	0	202	202
2016	1 927	1 462	-1 273	-7	182	182	-28	0	154	154
2017	2 058	1 929	-1 534	-104	291	291	-61	0	230	230
2018**	2 082	1 839	-1 174	-188	477	477	-51	0	427	427

Bron: CBS.

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

In 2018 was de Nederlandse productie van biodiesel 1,8 miljard kg. Dat is veel meer dan het binnenlands verbruik. Een groot deel van de geproduceerde biodiesel gaat dan ook naar het buitenland.

De productiecapaciteit van de biodieselfabrieken is in 2018, ten opzichte van 2017, vrijwel gelijk gebleven en bleef staan op 2,1 miljard kg. Hiermee komt de bezettingsgraad van de installaties voor biodiesel uit op 88 procent.

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

Methode

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

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

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

In het kader van de bijmengplicht leveren oliebedrijven jaarlijks een rapportage aan de overheid over de hoeveelheid voor de markt geclaimde duurzame biobrandstoffen per locatie, inclusief de aard en oorsprong van de grondstoffen van de geleverde biobrandstoffen. Het CBS heeft per bedrijf de fysieke gegevens uit deze rapportages ontvangen van de NEa.

Voor de CBS-oliestatistiek vullen alle belangrijke spelers op de oliemarkt (raffinaderijen, petrochemische industrie, handelaren en opslagbedrijven) elke maand een formulier in, met per olieproduct een complete balans. Bio-ETBE, bio-MTBE, biobenzine en biodiesel worden apart onderscheiden. De respons op deze enquête was 100 procent voor de bedrijven die relevant zijn voor biobrandstoffen. Er is echter wel een onzekerheid in de resultaten voor de balans van pure biobrandstoffen door het gebrek aan kwaliteit en volledigheid van de respons bij sommige bedrijven en doordat niet alle bedrijven die biobrandstoffen opslaan in de populatie zitten.

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

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

De informatie van de NEa over biobrandstoffen is in principe betrouwbaar en voor het CBS altijd een cruciale bron. Door definitieverschillen tussen de Energiestatistieken en de wet- en regelgeving Energie voor Vervoer moet CBS soms een vertaalslag maken, vaak op basis van extra informatie van de bedrijven. Deze vertaalslag kent echter wel een onzekerheid en daardoor is in de jaren met weinig definitieverschillen de onzekerheid in de CBS-cijfers relatief klein. Met ingang van verslagjaar 2018 is de wet- en regelgeving aangepast het lijkt erop dat het verschil tussen belaste leveringen tussen CBS en NEa verwaarloosbaar klein is

geworden. Nieuw aandachtspunt zijn wel de leveringen van biobrandstoffen aan schepen (zie paragraaf 2.4).

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

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

De onzekerheid in de cijfers over de (fysiek) op de markt gebrachte biobrandstoffen zit vooral in de bestemming van de biobrandstoffen nadat ze door de bedrijven zijn geclaimd voor de Nederlandse markt bij de NEa. Komen deze op de binnenlandse markt, of worden ze uiteindelijk geëxporteerd? Het CBS schat de onzekerheid in de cijfers over de op de Nederlandse markt gebrachte biobrandstoffen op 10 procent voor verslagjaar 2018.

Literatuur

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

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

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

CBS (2018), *De impact van de energietransitie op de werkgelegenheid, 2008-2017*, december 2018.

CBS (2019), [Rendementen en CO₂-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2017](#), februari 2019.

CertiQ (2019), *Statistisch jaaroverzicht 2018*.

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

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

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

Europees Parlement en de Raad (2018), *RICHTLIJN (EU) 2018/2001 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 11 december 2018 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen*.

Europees Parlement en de Raad (2015), *Directive of the European Parliament and of the Council of 9 September 2015, amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources*.

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

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

Eurostat (2018), *SHARES 2017 results*.

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

- Jansen, B.I., (2016), *Vernieuwd Emissiemodel houtkachels*, TNO 2016 R10318.
- Koppejan, J., Elbersen, W., Meeusen, M., Bindraban, P. (2009), *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteits- en warmteproductie in 2020*. Procede Biomass B.V. En Wageningen UR.
- Kremer en Segers (2018), *Zonnestroom naar regio*, CBS Website.
- Lensink, S.M., Wassenaar, J.A., Mozaffarian, M., Luxembourg, S.L., Faasen, C.J. (2012), *Basisbedragen in de SDE+ 2013 Conceptadvies*. ECN en KEMA, ECN-E--12-017.
- Lensink, S.M., (2013), *Eindadvies basisbedragen SDE+ 2014*, ECN en DNV KEMA, ECN-E--13-050.
- Ministerie van Economische Zaken (2006), *Doelstelling 9 procent duurzame elektriciteit in 2010 gehaald*. Persbericht, 18 augustus 2006.
- Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2011a), *Energierapport*, juni 2011.
- Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (2012), *Beantwoording vragen over het netto vermogen van windmolens*, Kamerbrief, november 2012.
- Nederlandse Emissieautoriteit (2015), *Naleving jaarverplichting 2014 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*, NEa, juli 2015.
- Nederlandse Emissieautoriteit (2019), *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2018*, juni 2019.
- Panteia (2018) Stand van zaken en evaluatie HCA Topsector Energie. Ontwikkelingen op de arbeidsmarkt in de (duurzame) energiesector.
- Peene, P., Velghe F., Wierinck, I. (2011), *Evaluatie van de vergisters in Nederland*. Organic Waste Systems NV (OWS) in opdracht van Agentschap NL, september 2011, Gent, België.
- Platform Bio-Energie en Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019), *Rapportage over houtige biomassa voor energieopwekking 2018*, Juni 2019.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en CBS (2015), *Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2015*. 2DENB1013. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, April 2015, Utrecht.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2015a), *Rapportage hernieuwbare energie 2014, Jaarbericht SDE+, SDE, OV-MEP & MEP*, juni 2015.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2016), *Rapportage bodemenergiesystemen in Nederland*
Analyse van 125 projecten Pub. Nr. RVO-082-1601/RP-DUZA.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2017), *SDE+ tender Monomestvergisting gepubliceerd*.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2017e), [Download Uitgaven MEP SDE\(+\) per regeling](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2018e), [Producties en uitgaven MEP SDE per regeling, 2018](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019a), [Projecten in beheer SDE\(+\)](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019b), [Uitgaven](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019c), *Monitor wind op land 2018*, april 2019.

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

Rijksoverheid (2015), [Kamerbrief Warmtevisie](#), april 2015.

Rijksoverheid (2016), [Nederlands consortium bouwt tweede windpark Borssele nog goedkoper](#), december 2016

Rijksoverheid (2018a), [Nuon krijgt vergunning voor windpark zonder subsidie](#), maart 2018.

Rijksoverheid (2018b). [Stimuleringsbeleid lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie](#), juni 2018.

Rijksoverheid (2019a). [Vattenfall bouw tweede windpark op zee](#). Rijksoverheid, juli 2019.

Rijksoverheid (2019b). [Kamerbrief over omvorming salderen](#). Rijksoverheid, april 2019.

Rijkswaterstaat (2015), *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2014*, ISBN 978-94-91750-10-6.

Rijkswaterstaat (2018), [Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2017](#), november 2018.

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

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

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

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

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

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

Staatsblad (2006), *Besluit Biobrandstoffen*, nummer 542.

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

Staatsblad (2018), *Besluit Energie Vervoer*, nummer 134.

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

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

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

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

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

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

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

WUR (2018), *Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015*, WOt-technical report 98.

Medewerkers

Auteurs

André Meurink
Glenn Muller
Reinoud Segers

Redacteur

Otto Swertz