



**Hernieuwbare
energie
in Nederland
2019**

**Hernieuwbare
energie
in Nederland
2019**

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
2019-2020	2019 tot en met 2020
2019/2020	Het gemiddelde over de jaren 2019 tot en met 2020
2019/'20	Oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2019 en eindigend in 2020
2017/'18-2019/'20	Oogstjaar, boekjaar, enz., 2017/'18 tot en met 2019/'20

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
Copyright foto's: Hollandse Hoogte

Inlichtingen

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

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire, 2020.
Verveelvoudigen is toegestaan, mits CBS als bron wordt vermeld.

Voorwoord

In het jaarrapport *Hernieuwbare Energie in Nederland 2019* 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 7,4 procent in 2018 naar 8,7 procent in 2019. 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 2019 16 procent hoger dan in 2018. Verreweg de grootste bron van hernieuwbare energie is biomassa; het energieverbruik uit deze bron is met 15 procent toegenomen. Uit zon en wind werd respectievelijk 37 procent en 7 procent meer energie verbruikt. Uit de bronnen bodem en buitenlucht nam het verbruik ten opzichte van 2018 toe met gemiddeld 28 procent.

Hernieuwbare energie wordt aangewend voor warmte, elektriciteit en vervoer. In 2019 was 42 procent van het verbruik van hernieuwbare energie bestemd voor warmte, 43 procent voor elektriciteit en 15 procent voor vervoer. Ten opzichte van 2018 is het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte en voor elektriciteit met respectievelijk 12 procent en 18 procent toegenomen. Het verbruik van vloeibare en gasvormige biobrandstoffen voor vervoer is met 16 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 Vereniging Warmtepompen, 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
Angelique Berg

Den Haag/Heerlen/Bonaire, september 2020

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7

1 Inleiding 8

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

2 Algemene overzichten 15

2.1	Hernieuwbare energie totaal	15
2.2	Hernieuwbare elektriciteit	18
2.3	Hernieuwbare warmte	21
2.4	Hernieuwbare energie voor vervoer	23
2.5	Internationale vergelijking	28
2.6	Vergelijking methoden voor berekening totaal aandeel hernieuwbare energie	29
2.7	Werkgelegenheid	33
2.8	Subsidies	34

3 Waterkracht 39

4 Windenergie 41

5 Zonne-energie 47

5.1	Zonnestroom	47
5.2	Zonnewarmte	50

6 Aardwarmte en bodemenergie 54

6.1	Aardwarmte	54
6.2	Bodemenergie	56

7 Buitenluchtwarmte 61

8 Biomassa 65

- 8.1 Inleiding **65**
- 8.2 Afvalverbrandingsinstallaties **71**
- 8.3 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales **74**
- 8.4 Stoken van biomassa voor elektriciteit bij bedrijven **75**
- 8.5 Stoken van biomassa voor warmte bij bedrijven **76**
- 8.6 Stoken van biomassa door huishoudens **80**
- 8.7 Stortgas **82**
- 8.8 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties **84**
- 8.9 Biogas, co-vergisting van mest **85**
- 8.10 Overig biogas **87**
- 8.11 Vloeibare biotransportbrandstoffen **89**

Literatuur **96**

Medewerkers **100**

Samenvatting

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik in 2019 was 8,7 procent. In 2018 was dit 7,4 procent. In Europees verband is afgesproken dat Nederland in 2020 uitkomt op 14 procent hernieuwbare energie. De meeste hernieuwbare energie, namelijk 59 procent, komt uit biomassa en 21 procent uit windenergie. De bijdrage van zonne-energie is gegroeid naar 11 procent. De overige bronnen als waterkracht, bodemenergie en warmte uit de buitenlucht droegen gezamenlijk 9 procent bij.

In 2019 is bijna 22 miljard kilowattuur elektriciteit geproduceerd uit windenergie, waterkracht, zonne-energie en biomassa. Dat is 18 procent van het totale elektriciteitsverbruik; in 2018 was dit aandeel 15 procent. De productie van windmolens (gecorrigeerd voor de hoeveelheid wind) nam in 2019 met 7 procent toe; de groei van de capaciteit van het windmolenpark in Nederland was 2 procent. De productie van elektriciteit uit biomassa nam met 24 procent toe. De grootste productiestijgingen (relatief en absoluut) werden behaald bij de elektriciteitscentrales uit de meestook van biomassa en met zonnepanelen.

Het verbruik van hernieuwbare energie voor warmte steeg in 2019 met 12 procent ten opzichte van 2018. Het aandeel hernieuwbare energie in de warmtevoorziening groeide naar 6,9 procent. De stijging in het verbruik van hernieuwbare warmte kwam vooral door een toename van de productie van warmte met aardwarmte-installaties, door het gebruik van warmtepompen met benutting van buitenluchtwarmte en met warmtekrachtinstallaties op biomassa. Opvallend is ook de forse toename van de warmteproductie uit de meestook van biomassa bij de elektriciteitscentrales.

Hernieuwbare energie was in het vervoer goed voor 12 procent van het totale energieverbruik voor vervoer; ten opzichte van 2018 is het verbruik 25 procent gestegen. Deze opmerkelijke stijging is mede het gevolg van een verhoging van het wettelijk verplichte aandeel hernieuwbare energie voor vervoer dat geldt voor leveranciers van benzine en diesel. Hernieuwbare energie voor vervoer bestaat vooral uit biotransportbrandstoffen. Ongeveer 75 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. In Europees verband is afgesproken dat het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer in 2020 minimaal 10 procent moet zijn. Dit doel heeft Nederland in 2019 dus al gehaald.

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 2019. 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 meerjarenafspraken 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 Vereniging Warmtepompen (voorheen DHPA Dutch Heat Pump Association) 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 de volgende StatLinetabellen over hernieuwbare energie beschikbaar:

- Hernieuwbare energie; verbruik (ook in het Engels)
- Hernieuwbare elektriciteit (ook in het Engels)
- Biotransportbrandstoffen (ook in het Engels)
- Biomassa; verbruik per techniek
- Aardwarmte en bodemenergie (ook in het Engels)
- Warmtepompen
- Windenergie op land per provincie
- Windenergie op land naar ashoogte
- Zonnewarmte
- Zonnestroom; vermogen bedrijven en woningen, regio
- Zonnestroom; vermogen zonnepanelen woningen, wijken en buurten, 2016, 2017, 2018 (per jaar aparte tabel)

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 de tabel over het vermogen van zonnestroominstallaties bij bedrijven en woningen naar regio zullen in april/mei 2021 definitieve cijfers over het opgestelde vermogen eind 2019 en voorlopige cijfers over het opgestelde vermogen in 2020 beschikbaar komen met de gemeentelijke indeling 2020. Ook cijfers van eerdere jaren worden dan gepresenteerd volgens de gemeentelijke indeling 2020.

Over het vermogen van zonnestroominstallaties van woningen per wijk en buurt verschijnen in april/mei 2021 cijfers over het verslagjaar 2019.

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](#) 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.

Aanvullend statistisch onderzoek

Met aanvullend statistisch onderzoek worden maatwerktabellen op verzoek van gebruikers gemaakt en deze bevatten cijfers die niet op StatLine te vinden zijn, maar wel op een andere wijze op de CBS-website worden gepubliceerd. Zie hiervoor op internet de volgende [pagina](#).

Vindplaats op de CBS-website

De informatie over hernieuwbare energie kunt u het snelst als volgt vinden. Ga naar de homepage van het [CBS](#). 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 bij 'Aanvullend statistisch onderzoek'. Onder Verdieping zijn alle recente artikelen te vinden, maar via een gekozen artikel 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 [hier](#) te vinden

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

De officiële publicaties over hernieuwbare energie van Eurostat verschijnen relatief laat na afloop van het verslagjaar en bevatten weinig contextuele informatie. Om toch snel een overzicht te krijgen van de ontwikkelingen en achtergronden daarbij heeft de Europese Commissie opdracht gegeven om per hernieuwbare energietechniek snelle publicaties te maken met een toelichtende tekst over de ontwikkelingen in de belangrijkste landen. Deze publicaties zijn te vinden via de website <http://www.eurobserv-er.org>. Deze publicaties zijn relatief snel na afloop van het verslagjaar beschikbaar. Soms wordt volstaan met schattingen,

wat ten koste kan gaan van de kwaliteit van de cijfers. Daarentegen zijn de publicaties van Observ'ER meestal wel geschikt voor een snelle indicatie van de ontwikkelingen in de belangrijkste landen.

Tot slot zijn er Europese brancheverenigingen actief op het gebied van statistische informatie. Zo publiceert [WindEurope](#) (voorheen European Wind Energy Association) 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](#), [thermische zonne-energiesystemen](#) en [warmtepompen](#) 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.

In het klimaatakkoord is een belangrijke rol toebedeeld aan zogenaamde RES (Regionale energiestrategie) regio's voor het stimuleren van de energietransitie en in het bijzonder voor de ontwikkeling van zonnestroom en wind op land. Naar aanleiding daarvan heeft het CBS een maatwerktabel gemaakt met productie en vermogen van zonnestroom en wind op land per RES regio (CBS 2020a).

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).

Ontwikkelingen

2.1.1 Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019**	2019**
Eindverbruik van hernieuwbare energie										% van totaal hernieuw- baar
<i>Bron-techniekcombinatie</i>										
Waterkracht ¹⁾	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
Windenergie ¹⁾	0,2	1,1	2,7	7,3	16,2	24,9	34,7	36,1	38,8	21,4
wind op land	0,2	1,1	2,7	7,3	13,5	21,2	22,6	23,7	26,7	14,7
wind op zee					2,8	3,7	12,2	12,4	12,0	6,6
Zonne-energie, totaal	0,1	0,2	0,5	0,8	1,2	5,1	9,1	14,5	19,8	10,9
zonnestroom	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	4,0	7,9	13,3	18,6	10,3
zonnewarmte	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	0,6
Aardwarmte en bodemenergie	.	0,0	0,2	0,6	2,5	6,1	7,1	8,1	10,3	5,7
Buitenluchtenergie	.	0,0	0,0	0,1	0,5	2,0	3,5	4,7	6,1	3,4
Biomassa totaal	21,2	23,7	31,0	47,9	71,6	78,8	82,0	92,4	106,3	58,5
afvalverbrandingsinstallaties	4,1	4,3	9,1	9,8	14,1	20,7	19,9	16,6	15,7	8,6
bij- en meestoken biomassa in centrales		0,0	0,8	13,1	12,9	1,8	2,3	2,9	8,3	4,6
biomassaketels bedrijven, elektriciteit	0,4	0,4	1,0	1,4	4,4	6,3	9,5	10,6	12,7	7,0
biomassaketels bedrijven, alleen warmte	1,7	1,9	2,2	4,1	5,5	9,0	9,8	11,7	12,4	6,9
biomassa bij huishoudens	12,9	13,3	14,0	15,7	17,1	16,7	16,4	16,4	16,3	9,0
stortgas	0,2	1,3	1,1	0,9	0,7	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1,4	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	1,2
biogas uit co-vergisting van mest ²⁾				0,0	3,4	4,3	4,1	4,5	5,0	2,8
overig biogas	0,5	0,8	1,0	1,1	2,1	4,2	4,1	4,5	4,9	2,7
vloeibare biotransportbrandstoffen	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	13,3	13,5	22,9	28,4	15,7

2.1.1 Bruto eindverbruik van hernieuwbare energie (vervolg)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019**	2019**
<i>Energievorm</i>										
Elektriciteit	2,9	5,1	10,3	26,8	42,2	47,4	60,0	66,6	78,7	43,4
Warmte	18,9	20,3	24,4	30,2	40,6	57,5	64,1	68,2	76,1	41,9
Vervoer	0,0	0,0	0,0	0,1	9,6	12,4	12,7	21,2	26,7	14,7
Totaal eindverbruik hernieuwbare energie	21,8	25,5	34,7	57,1	92,4	117,3	136,8	156,1	181,5	100,0
Berekening aandeel hernieuwbare energie										
Totaal bruto energetisch eindverbruik ³⁾	1 819	2 035	2 140	2 301	2 359	2 070	2 117	2 114	** 2 094	
	%									
Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik (%)	1,20	1,25	1,62	2,48	3,92	5,67	6,46	7,38**	8,67	

Bron: CBS

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

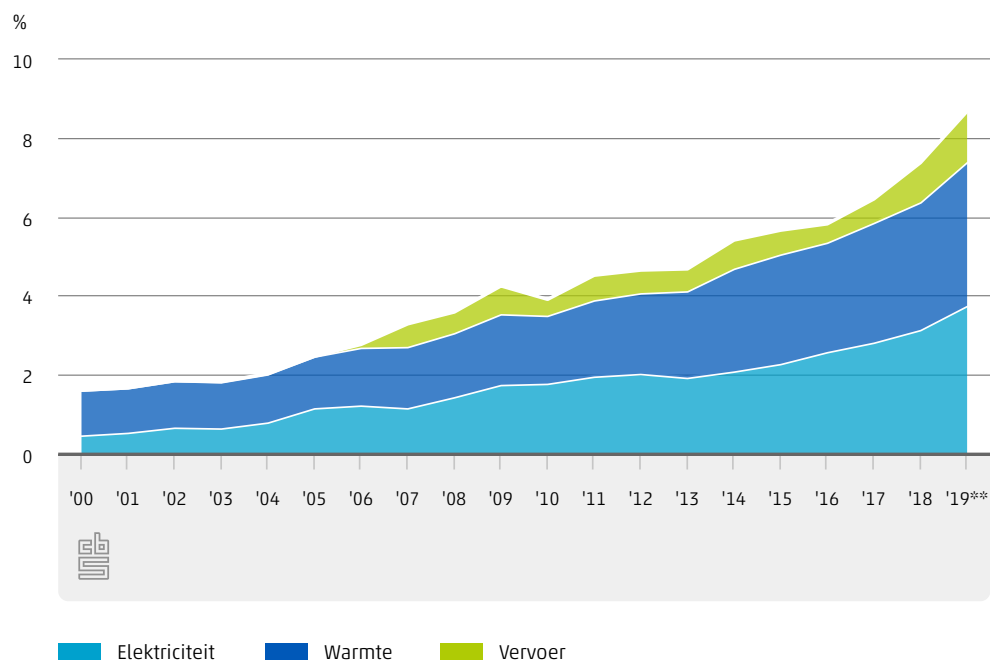
²⁾ Tot en met 2004 onderdeel van overig biogas.

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

In 2019 was het aandeel hernieuwbare energie 8,7 procent van het eindverbruik van energie. Dat is ongeveer 14 procent hoger dan het aandeel in 2018 (7,4%). Het verbruik van hernieuwbare energie was in 2019 met 182 petajoule 16 procent hoger dan in 2018. Het verbruik van energie uit biomassa, goed voor 59 procent van het totaal aan hernieuwbare energie, nam met 15 procent toe. Er waren daarnaast flinke stijgingen van energie uit zon (+37%), aardwarmte en bodemenergie (+27%) en buitenlucht (+31%). De groei van windenergie bleef in 2019 beperkt tot 7 procent.

De bijdrage van zonne-energie aan het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen is gegroeid naar 11 procent. De ontwikkeling van de elektriciteitsproductie uit zonnepanelen was ook in 2019 met een groei van 40 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 (+2%). Het opgestelde vermogen voor windenergie groeide in 2019 met ongeveer 2 procent naar met 4,5 gigawatt. De elektriciteitsproductie uit wind nam met 7 procent 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 (43%), warmte (42%) en biobrandstoffen voor vervoer (15%). 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. Sinds 2018 laat het verbruik van biobrandstoffen voor vervoer een flinke groei zien. Hier ligt een aanscherping van de wetgeving aan ten grondslag (zie ook 8.11).

Oorspronkelijk werd alleen hernieuwbare elektriciteit fors ondersteund via de *Milieu kwaliteits 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 2018 is gebruik gemaakt van de *SHARES*-applicatie (Eurostat, 2019). 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 2019 is berekend uit het 2018-cijfer uit *SHARES* en de mutatie 2019-2018 van het energetisch eindverbruik uit de voorlopige nationale energiebalans 2019 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	2017	2018	2019**
Wind									
Genormaliseerd ¹⁾	56	314	744	2 033	4 503	6 917	9 642	10 030	10 774
waarvan									
op land	56	314	744	2 033	3 737	5 882	6 267	6 578	7 429
op zee					765	1 035	3 375	3 452	3 345
Niet genormaliseerd	56	317	829	2 067	3 993	7 550	10 569	10 549	11 508
waarvan									
op land	56	317	829	2 067	3 315	6 420	6 869	6 918	7 935
op zee					679	1 130	3 700	3 630	3 573

2.2.1 Bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland (vervolg)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019**
mln kWh									
Waterkracht									
Genormaliseerd ¹⁾	85	98	100	100	101	99	94	94	93
Niet genormaliseerd	85	88	142	88	105	93	61	72	74
Zonnestroom	0	2	8	35	56	1 109	2 208	3 693	5 170
Biomassa									
Totaal, inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	668	1 009	2 019	5 279	7 058	5 028	4 729	4 694	5 823
Totaal, exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	665	998	1 999	5 262	7 043	4 934	4 599	4 555	5 626
Afvalverbrandingsinstallaties	539	703	1 272	1 266	1 763	1 997	1 904	2 172	1 919
Meestoken in elektriciteitscentrales	0	4	208	3 449	3 237	514	530	654	1 872
Biomassaketels bedrijven, elektriciteit	34	36	234	253	1 015	1 388	1 242	842	952
Stortgas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	19	153	177	148	109	50	36	29	29
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	17	142	158	131	93	43	30	23	23
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	71	106	111	123	164	206	196	198	209
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	71	106	111	123	164	206	196	195	204
Biogas, co-vergisting van mest ²⁾									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas				9	575	553	509	520	522
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas				9	575	553	509	493	452
Overig biogas									
inclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	320	312	279	320
exclusief indirecte elektriciteitsproductie uit groen gas	4	7	17	32	196	233	189	175	203
Totaal hernieuwbaar									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	809	1 423	2 871	7 448	11 718	13 152	16 673	18 511	21 860
Niet genormaliseerd	807	1 404	2 979	7 452	11 196	13 685	17 437	18 869	22 378
Totaal bruto elektriciteitsverbruik	81 098	92 556	108 556	118 222	122 056	119 139	120 750	122 444**	122 222
Aandeel hernieuwbaar in bruto elektriciteitsverbruik (%)									
Genormaliseerd ¹⁾³⁾	1,0	1,5	2,6	6,3	9,6	11,0	13,8	15,1**	17,9
Niet genormaliseerd	1,0	1,5	2,7	6,3	9,2	11,5	14,4	15,4**	18,3

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 2019 was de bruto genormaliseerde binnenlandse productie van hernieuwbare elektriciteit 17,9 procent van het elektriciteitsverbruik. Dat is bijna drie procentpunt meer dan 2018. De omzetting van biomassa in elektriciteit nam met een kwart toe. De productie van hernieuwbare elektriciteit vindt vooral plaats met windmolens; ze zijn goed voor

49 procent van de totale productie. De genormaliseerde productie van de windmolens was in 2019 10 800 mln kWh. Dit komt overeen met 9 procent van het Nederlandse stroomverbruik; een procent meer dan in 2018. De bijdrage van binnenlandse zonnestroom aan de Nederlandse stroomvoorziening is in 2019 opnieuw fors gegroeid en kwam uit op 4 procent. Met de zonnepanelen werd 5 200 mln kWh opgewekt en dat was 40 procent meer dan in 2018.

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

	2005 ²⁾	2010	2015	2016	2017	2018	2019
	mln kWh						
Aanmaak uit binnenlandse productie	6 733	10 701	13 052	14 391	15 779	16 302	18 890
Import	9 799	15 987	34 286	37 525	40 112	46 149	47 886
Afgeboekt voor levering	14 791	27 450	42 702	48 031	49 363	53 509	52 961
Verlopen certificaten	228	653	1 255	524	669	381	706
Teruggetrokken certificaten ¹⁾							
Niet-verhandelbare certificaten ³⁾	339	573	810	1 127	1 255	1 364	1 645
Export	26	417	3 491	3 088	4 002	7 619	7 342
Voorraad begin van het jaar	3 455	10 886	13 490	12 571	11 717	12 319	11 897
Voorraad mutatie	1 125	-2 406	-919	-854	602	-422	4 121
Voorraad einde van het jaar	4 580	8 480	12 571	11 717	12 319	11 897	16 018

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 2019 53 miljard kilowattuur (CertiQ, 2019). Dat zijn de Garanties van Oorsprong die zijn afgeboekt voor levering van groene stroom. De afboeking is 0,5 miljard kWh minder dan in 2018 en komt in 2019 overeen met ongeveer 43 procent van het totale bruto elektriciteitsverbruik. Ter vergelijking: in 2015 was 36 procent groen.

De binnenlandse productie (niet genormaliseerd) van hernieuwbare elektriciteit was met 22 miljard kWh ook in 2019 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 2019 komen uit Spanje (29 procent), Italië (24 procent) en Noorwegen (10 procent) (CertiQ, 2020). De import van GvO's staat los de fysieke import van stroom. Dat verklaart waarom we ook GvO's uit IJsland (CertiQ, 2020) 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 enerzijds 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.

Anderzijds zijn er aanbieders van groene stroom die expliciet benadrukken dat de geleverde stroom in Nederland geproduceerd is en mogelijk hiermee stimuleren dat meer groene stroom daadwerkelijk in Nederland wordt geproduceerd. Om deze claim waar te kunnen maken moeten deze aanbieders certificaten kopen gekoppeld aan in Nederland opgewerkte hernieuwbare elektriciteit en omdat deze schaars is, is de prijs van deze certificaten uit Nederland vaak substantieel (PBL, 2020). Dit geldt met name voor wind op land en zonnestroom. De geschatte waarde is dermate hoog dat de overheid besloten heeft de waarde van de GvO voor wind op land en zonnestroom te gaan verdisconteren in de te verstrekken subsidie (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2020), ondanks dat het lastig is deze waarde precies vast te stellen. De vraag naar groene stroom uit wind en zon uit Nederland zou daarmee kunnen leiden tot lagere subsidies voor zonnestroom en wind op land en/of tot meer SDE projecten indien het totale budget de beperkende factor is. 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 tussen productie en aanmaak certificaten was de laatste jaren maximaal 5 procent, maar wordt groter: in 2019 gegroeid naar ruim 18 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, en dit wordt steeds belangrijker, 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 2019 overeen met bijna 7 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 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).

In 2019 was het aandeel hernieuwbare warmte in het totale eindverbruik van energie voor warmte met 6,9 procent iets hoger dan in 2018 (6,1%). Het aandeel steeg omdat de groei van hernieuwbare warmte (+12%) ontstond bij een lichte daling van het 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 uit de diepe bodem (aardwarmte; +49%), via het gebruik van buitenluchtwarmte (+31%) en met biomassaketels voor warmtekrachtkoppeling bij bedrijven (+23%). Hierbij kwam ook de spectaculaire stijging van de warmteproductie uit de meestook van biomassa door de elektriciteitscentrales (+185%).

2.3.1 Eindverbruik voor verwarming uit hernieuwbare energiebronnen

	1990	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019**
TJ								
Zonnewarmte	100	454	719	994	1 137	1 144	1 156	1 207
Aardwarmte				318	2 448	3 047	3 731	5 564
Bodemenergie	0	156	628	2 183	3 634	4 081	4 383	4 714
Buitenluchtwarmte	.	23	81	536	2 019	3 529	4 668	6 095
Biomassa, wv.	18 758	23 723	28 800	36 618	48 036	52 313	54 279	58 568
afvalverbrandingsinstallaties	2 203	4 548	5 241	7 708	13 523	13 088	8 768	8 777
meestoken in elektriciteitscentrales	0	15	693	1 267	35	426	533	1 520
biomassaketels voor warmte bedrijven	1 725	2 212	4 106	5 477	8 692	9 823	11 749	12 448
houtkachels huishoudens	12 581	13 757	15 394	16 829	16 473	16 162	16 176	16 008
houtskool	270	270	270	270	270	270	270	270
decentrale wkk met vaste en vl. biomassa	233	188	468	784	1 464	4 990	7 557	9 307
stortgas ²⁾	157	475	351	267	193	208	165	154
biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	1 142	1 361	1 306	1 258	1 205	1 285	1 353	1 432
biogas, co-vergisting van mest ¹⁾			18	1 333	2 300	2 252	2 544	2 838
overig biogas ²⁾	446	897	954	1 424	2 958	2 788	3 232	3 311
vloeibare biotransportbrandstoffen					923	1 022	1 933	2 504

2.3.1 Eindverbruik voor verwarming uit hernieuwbare energiebronnen (vervolg)

	1990	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019**
	TJ							
Totaal hernieuwbaar	18 858	24 355	30 228	40 649	57 274	64 113	68 218	76 148
Totaal eindverbruik voor verwarming	1 083 632	1 212 131	1 270 307	1 311 298	1 104 284	1 128 806	1 113 103 **	1 099 437
Aandeel hernieuwbare warmte (%)	1,7	2,0	2,4	3,1	5,2	5,7	6,1**	6,9

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).

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 zijn herzien op grond van de resultaten van het onderzoek over houtverbruik huishoudens met de zesjaarlijkse Energiemodule van het WoON-onderzoek.

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

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

	Berekening	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019**
Duurzame vloeibare biobrandstoffen								
Op de markt gebracht (TJ)	A	12 122	14 091	12 391	9 718	12 461	20 935	25 933
waarvan dubbeltellend (TJ)	B	7 474	8 900	6 033	4 965	7 062	14 564	19 387
Op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	C=A+B	19 596	22 991	18 424	14 683	19 523	35 499	45 320
Duurzame gasvormige biobrandstoffen								
Totaal groen gas voor vervoer (administratief plus fysiek) (TJ)	D	306	282	179	184	230	308	790
waarvan dubbeltellend (TJ)	E	305	280	176	180	226	301	774
Op de markt gebracht, inclusief verrekening dubbeltelling (TJ)	F=D+E	611	562	355	365	456	609	1 563

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

	Berekening	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019**
Hernieuwbare elektriciteit voor railvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	G	6 178	5 926	5 553	5 844	5 633	5 821	5 800
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	H	21,7	23,5	25,4	27,5	28,8	29,6	30,8
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)	$J=G \times H / 100 \times I$	3 351	3 481	3 523	4 012	4 057	4 307	4 459
Hernieuwbare elektriciteit voor wegvervoer								
Totaal verbruik elektriciteit voor vervoer (TJ)	K	122	252	673	1 246	1 555	1 816	1 800
Gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in EU (%) ¹⁾	L	21,7	23,5	25,4	27,5	28,8	29,6	30,8
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)	$N=K \times L / 100 \times M$	133	296	855	1 711	2 240	2 688	2 768
Berekening aandeel hernieuwbaar vervoer uit EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie								
Totaal teller (TJ)	$O=C+F+J+N$	23 690	27 330	23 158	20 770	26 276	43 103	54 110
Noemer (verbruik benzine, diesel, gas en elektriciteit voor vervoer) (TJ) ²⁾	P	448 181	420 353	425 819	427 476	439 449	449 459	449 265
Aandeel hernieuwbare energie voor vervoer (%)	$Q=O/P \times 100$	5,3	6,5	5,4	4,9	6,0	9,6	12,0
Verplicht aandeel hernieuwbare energie voor vervoer voor leveranciers van benzine en diesel in Nederland volgens nationale wetgeving³⁾								
		5,00	5,50	6,25	7,00	7,75	8,50	12,50

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.

In 2019 was het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer 12,0 procent en is daarmee 2,5 procentpunt hoger dan in 2018. Daarmee voldoet Nederland dus al ruim 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 het verbruik daarvan is in 2019 als in 2018 aanzienlijk gestegen, 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. Nieuw in 2019 is wel de opkomst van benzinevervanger bionafta uit dubbeltellende grondstoffen (NEa, 2020).

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.

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 2019 ongeveer 1 600 TJ hernieuwbare energie voor vervoer, ongeveer drie 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*.

Sinds de aanpassing van de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie in 2015 worden er binnen de dubbeltellende biobrandstoffen twee categorieën onderscheiden: gewone dubbeltellende biobrandstoffen (uit gebruikt frituurvet en dierlijke vetten) en zogenaamde geavanceerde biobrandstoffen (uit een hele lijst milieuvriendelijke grondstoffen). Voor de geavanceerde biobrandstoffen geldt een aparte indicatieve subdoelstelling op Europees niveau (0,5% in 2020). Nederland heeft de keus gemaakt om in nationale wetgeving in 2020 bedrijven te verplichten 1 procentpunt van de verplichting met geavanceerde biobrandstoffen in te vullen. Hiervoor kunnen ook het administratief vergroende leveringen van aardgas aan vervoer meetellen, mits het administratief gekoppelde biogas uit de juiste grondstoffen is gemaakt. Volgens NEa (2020) kwamen de leveringen van geavanceerde biobrandstoffen in 2019 al overeen met 1,9 procent van de totale leveringen aan 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 dubbel tellende 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 2019 was dat percentage 12,5 en dit loopt op naar 16,4 procent in 2020 (Besluit *Energie vervoer* uit 2018).

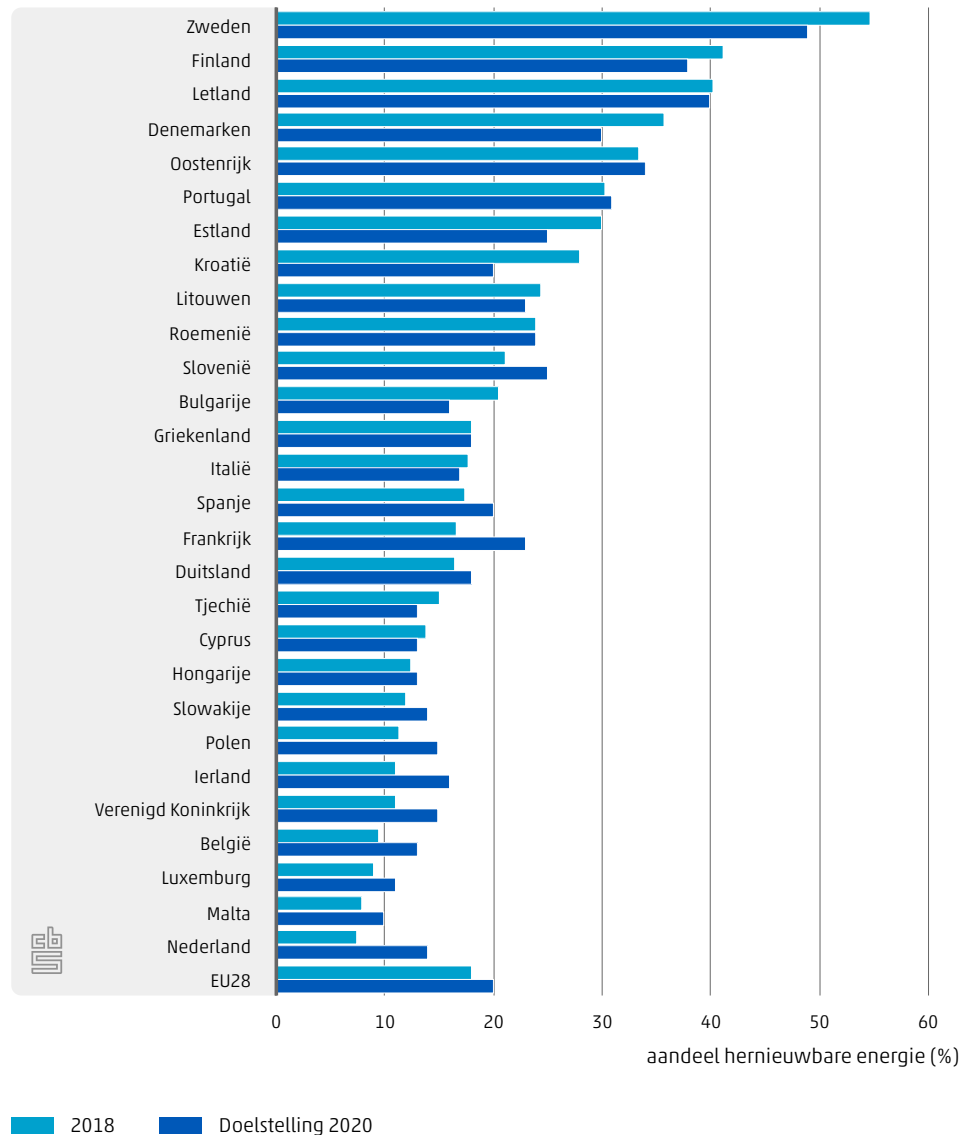
De berekening voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer uit de wet- en regelgeving *Energie voor Vervoer* (zoals toegepast door NEa) is niet precies hetzelfde als de berekening volgens de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* zoals in tabel 2.4.1, waardoor de resulterende percentages verschillen. 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 geclaimed voor het voldoen aan de verplichting zijn sinds 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. In 2019 bestond 8 procent van de geclaimde leveringen bij de NEa uit leveringen aan de scheepvaart (NEa, 2020). 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 en de meeste biobrandstoffen geleverd aan schepen tellen daarom ook niet mee voor het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer voor de EU Richtlijn Hernieuwbare Energie en ook niet voor het totaal aandeel hernieuwbare energie.
- 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 laatste plaats. In 2018 komt in Nederland 7,4 procent van alle energie uit hernieuwbare bronnen, bij koploper Zweden is dit 55 procent.

2.5.1. Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik



Bron: CBS voor Nederland, Eurostat (2019) voor andere landen

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 +-subsidieregeling en de forse verhogingen van de subsidiebudgetten (zie verder paragraaf 2.8 Subsidies). De ruimere subsidiemogelijkheden waren 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 2018 zaten we daar dus nog bijna 7 procentpunt van af. Geen enkel ander land was zo ver van de doelstelling verwijderd.

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 2018 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

	Rendement	CO ₂ -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie
	%	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

2.6.1 Referentierendementen en CO₂ emissiefactor voor elektriciteitsproductie (vervolg)

	Rendement	CO ₂ -emissiefactor voor inzet elektriciteitsproductie
	%	kg/GJ primaire energie
2015	41,4	77,9
2016	42,8	74,6
2017	44,6	73,1
2018	45,4	70,7
2019**	45,4	70,7

Bron: CBS

Uitgangspunten bij de substitutiemethode zijn de productie van hernieuwbare elektriciteit, de productie van hernieuwbare nuttige warmte en het verbruik van biobrandstoffen. Daarna wordt bepaald hoeveel fossiele energie nodig geweest zou zijn om dezelfde hoeveelheid elektriciteit, warmte of transportbrandstoffen te maken. Daarbij wordt gebruik gemaakt van referentietechnologieën die zijn gedefinieerd in het *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*. Voor de nader voorlopige cijfers voor 2019 is voor het referentierendement voor elektriciteit uitgegaan van de voorlopige 2018 cijfers (CBS, 2020b).

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.

2.6.2 Vergelijking tussen verschillende methodes voor de berekening van aandeel hernieuwbare energie in Nederland, 2019**

	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	335	737	267
Windenergie	38 785	86 793	41 429
Zonnestroom	18 613	40 999	18 613
Zonnewarmte	1176	1 231	1176
Aardwarmte	5 564	5 569	5 564
Bodemwarmte	4 714	3 294	4 714
Bodemkoude		1 102	
Buitenluchtwarmte	6 095	2 076	6 095
Afvalverbrandingsinstallaties, biogeen afval	15 687	19 266	36 648
Meestoken in centrales	8 261	16 225	16 225
Verbruik van vaste en vloeibare biomassa bij bedrijven voor elektriciteit	12 733	13 490	22 254
Biomassaketels voor warmte bij bedrijven	12 448	11 748	12 831
Houtkachels huishoudens en houtskool verbruik	16 278	11 168	16 278
Stortgas	280	376	531
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 207	2 115	2 636
Biogas, co-vergisting van mest	4 998	6 028	5 879
Overig biogas	4 926	5 229	6 074
Vloeibare biotransportbrandstoffen	28 437	28 437	28 437
<i>Naar energievorm</i>			
Elektriciteit	78 697	168 445	
Warmte	76 117	60 680	
Vervoer	26 723	26 758	
Totaal hernieuwbaar	181 537	255 883	225 651
Berekening aandeel hernieuwbaar in energieverbruik			
Totaal primair energieverbruik (PJ)		3 170	3 059
Totaal energetisch eindverbruik van energie (PJ)	2 094		
Aandeel hernieuwbaar (%)	8,67	8,07	7,38

Bron: CBS

Het resulterende percentage voor het aandeel hernieuwbare energie in 2019 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 tweeënhalf 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).

2.7 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 nevensdoel. Ook in Nederland is dit nevensdoel 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	2018
	voltijdsequivalenten								
Wind	3 600	3 900	4 200	4 200	4 900	5 800	4 900	5 100	5 400
Zon	2 800	3 300	4 700	6 200	5 800	7 200	8 100	9 500	16 800
Water, bodem en buitenlucht	2 000	2 100	2 000	2 000	1 900	1 900	2 100	2 200	2 400
Biogas	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
Overige biomassa	3 100	3 500	2 500	2 400	2 200	2 200	2 100	2 000	2 100
Totaal	12 700	14 000	14 600	16 000	16 000	18 300	18 400	20 000	27 900

Bron: CBS

De totale werkgelegenheid voor de productie en exploitatie van hernieuwbare energiesystemen (dus exclusief energiebesparing) bedraagt in 2018 ongeveer 28 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 en in deze branche neemt de werkgelegenheid het meest toe. De totale werkgelegenheid in Nederland in 2018 was 7,6 miljoen voltijdsequivalenten (inclusief zelfstandigen). De hernieuwbare energiesector leverde hieraan dus een bijdrage van 0,4 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 (*Milieukwaliteit elektriciteitsproductie*). Voor de MEP konden van halverwege 2003 tot half augustus 2006 aanvragen worden ingediend. Na start van een project is er tien jaar recht op subsidie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit. Het bedrag verschilt per technologie.

In augustus 2006 is de MEP gesloten voor nieuwe projecten, omdat de kosten uit de hand dreigden te lopen en omdat het beoogde doel (9 procent hernieuwbare elektriciteit in 2010) binnen bereik kwam (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
2019	10,0

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 2019 met 10 miljard euro lager dan in 2018 en 2017, maar nog 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 2019 is 1,2 miljard euro MEP en SDE subsidie uitgekeerd (kasbasis), vooral voor biomassa- en windprojecten. De groei van de uitkeringen is te vinden in de betalingen voor zonnestroomprojecten. De uitkering in 2019 is 9 procent hoger dan in 2018. Het aflopen van de MEP-projecten is goed zichtbaar in de cijfers. In 2019 afgenomen tot 2 miljoen euro.

2.8.2 MEP en SDE(+) subsidie

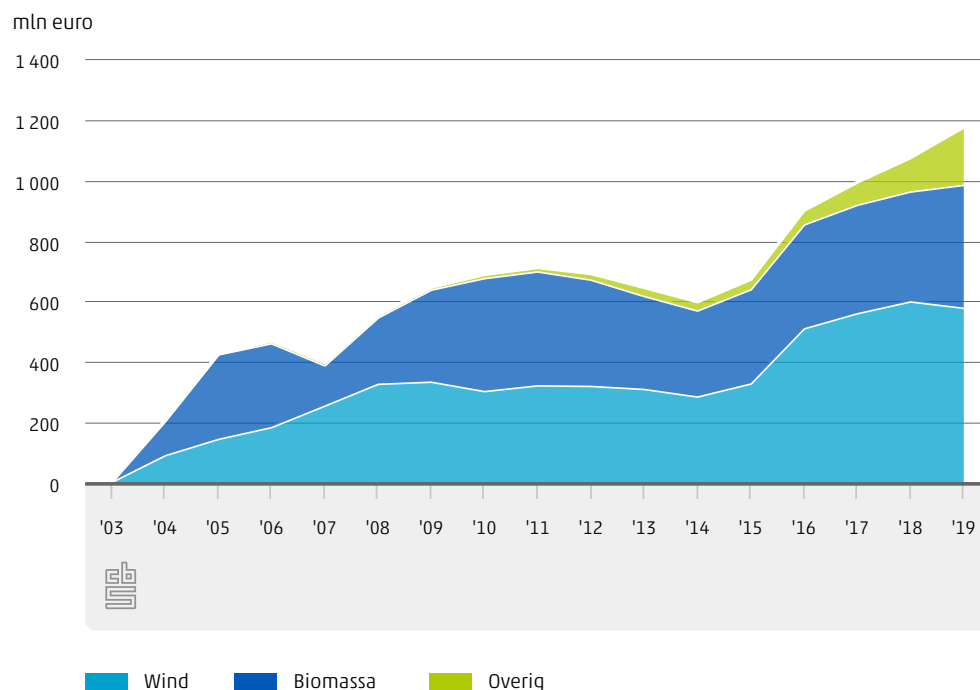
	Productie van installaties met subsidie		Productie waarover subsidie is ontvangen		Totale bruto productie ¹⁾		Subsidie op transactiebasis		Subsidie op kasbasis	
	2018	2019 ²⁾	2018	2019**	2018	2019**	2018	2019 ²⁾	2018	2019
	mln kWh						mln euro			
Waterkracht	1	1	1	1	72	74				
Windenergie	6 943	7 930	5 783	6 493	10 549	11 508	551	637	603	582
Zonnestroom	1 065	2 028	956	1 905	3 693	5 159	81	157	83	141
	TJ									
Biomassa elektriciteit en warmte	24 445	29 478	23 896	28 970	.	.	289	382	319	347
Aardwarmte	3 735	5 564	3 573	4 804	3 731	5 564	28	42	28	48
Zonnewarmte	11	61	10	60	1 156	1 176		1		1
	Gas									
	mln m³									
Biomassa	96	108	95	108	107	143	41	50	44	59
Totaal										
MEP							7	1	25	2
SDE							984	1 269	1 051	1 176
Totaal							991	1 269	1 077	1 178

Bron: CBS op basis gegevens van RVO

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 2019. 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 (2020b).

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 2019 160 miljoen euro en was eind november 2019 overtekend. Aanvragen ontvangen na 29 november zijn afgewezen.

In 2020 is het budget weer 100 miljoen, maar de ISDE-regeling is per 1 januari 2020 veranderd. Via de regeling kan alleen nog voor warmtepompen en zonneboilers subsidie worden aangevraagd voor zover deze geplaatst worden in bouwwerken waarvoor de omgevingsvergunning voor 30 juni 2018 is aangevraagd. Voor particulieren is er een overgangsregeling. Voor biomassaketels en pelletkachels is dus geen subsidie meer, net als voor zonnecollectoren en warmtepompen in bestaande woningen (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2019). De reden voor deze verandering voor de biomassaketels en de pelletkachels zijn de zorgen met betrekking tot emissies naar de lucht van schadelijke stoffen. Bij het uitsluiten van nieuwe woningen is de reden dat subsidie niet meer nodig is, omdat de toepassing van warmtepompen en zonnewarmtesystemen al gestimuleerd wordt door het afschaffen van aansluitplicht op het aardgasnet.

In 2016, 2017 en 2018 is voor respectievelijk 26, 39 en 53 duizend apparaten een aanvragen gedaan voor subsidie op grond van de ISDE-regeling. In 2019 is het aantal aanvragen bijna verdrievoudigd naar 136 duizend apparaten. In alle jaren zijn warmtepompen het populairst in termen van aantallen, vermogen en aangevraagde subsidie; in 2019 ging het om ruim 100 duizend aanvragen. Deze aantallen volgen uit een analyse van een door RVO aan het CBS geleverd bestand met ISDE-aanvragen.

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 2019 0,2 procent voor rekening van waterkracht.

Ontwikkelingen

De elektriciteitsproductie was in 2019 vrijwel even hoog als in 2018. 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

	Aantal systemen ≥0,1 MW	Elektriciteitsproductie				Effect		
		Opgesteld elektrisch vermogen	niet genormaliseerd		genormaliseerd	Bruto eindverbruik	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
			MW	mln kWh				
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	748	53	
2019**	7	37	74	93	335	737	52	

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

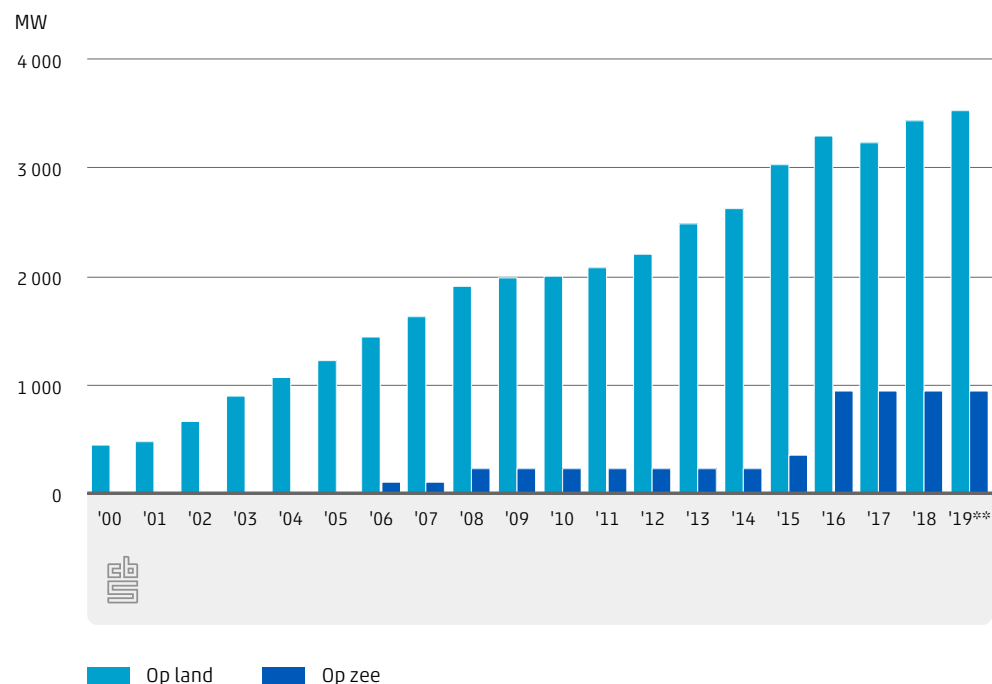
Windenergie is een zeer zichtbare vorm van hernieuwbare energie. Windmolens staan vooral in de kustprovincies, omdat het daar het meeste waait. Ook op zee staan molens. De bijdrage van windenergie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland was 21 procent in 2019.

Ontwikkelingen

Het opgestelde vermogen voor windenergie is in 2019, net als in 2018, licht gegroeid en stond einde jaar op 4 500 megawatt, waarvan ongeveer 960 megawatt op zee. Ook in 2019 werden op zee geen nieuwe windparken in gebruik genomen. Op land werd voor 160 megawatt aan vermogen bijgeplaatst en voor ongeveer 70 megawatt afgebroken. Per saldo nam het vermogen op land toe met ongeveer 90 megawatt.

De elektriciteitsproductie (genormaliseerd) is in 2019 met 7 procent gestegen naar 11 miljard kWh. Wind op zee was ook in 2019 goed voor bijna 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			mln 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	82 553	5 836
2019**	49	46	2 321	159	68	4 484	11 508	10 774	86 793	6 136
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	54 381	3 845
2019**	49	46	2 032	159	68	3 527	7 935	7 429	58 387	4 128
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	28 172	1 992
2019**	0	0	289	0	0	957	3 573	3 345	28 407	2 008

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 naam voor Nuon) herhaald in juli 2019 dat in het zelfde windenergiegebied de tender wint voor kavels III en IV (Rijksoverheid, 2019a). Eind juli 2020 heeft het consortium Crosswind (Shell en Eneco) eveneens een tender gewonnen voor een subsidieeloos windpark in de locatie Hollandse Kust (noord) (Rijksoverheid, 2020). Dit wordt dus het derde subsidieeloze windpark op zee; 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	3 994	21	1 797	798
2011	5 100	26	2 242	1 000
2012	4 982	24	2 115	946
2013	5 627	24	2 136	943
2014	5 797	24	2 103	921
2015	7 550	27	2 382	1 032
2016	8 170	23	2 045	830
2017	10 569	29	2 515	1 006
2018	10 548	28	2 456	973
2019**	11 508	29	2 580	1 013
Op land				
2010	3 315	19	1 661	740
2011	4 298	24	2 099	939
2012	4 193	22	1 968	884
2013	4 856	23	2 013	891
2014	5 049	23	1 996	875
2015	6 420	26	2 247	986
2016	5 901	21	1 845	794
2017	6 869	24	2 116	908
2018	6 918	24	2 075	877
2019**	7 935	26	2 265	943
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
2019**	3 573	43	3 733	1 214

Bron: CBS

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

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

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

4.0.4 Windenergie op land naar ashoogte

	Aantal turbines ¹⁾	Vermogen ¹⁾	Rotoroppervlak ¹⁾	Elektriciteitsproductie	Productiefactor ²⁾	Productie per rotoroppervlak ²⁾
		MW	1000 m ²	mln kWh	%	KWh per m ²
2017						
tot en met 30 m	86	10	26	16	17	585
31-50 m	560	320	791	587	21	752
51-70 m	596	765	1 721	1 312	19	746
71-95 m	354	838	2 077	1 924	25	905
meer dan 95 m	385	1 311	2 990	3 031	27	1 056
Totaal	1 981	3 245	7 605	6 869	24	908
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
2019**						
tot en met 30 m	85	10	26	16	19	625
31-50 m	544	312	768	584	21	762
51-70 m	576	757	1 667	1 321	20	772
71-95 m	372	899	2 266	2 102	26	917
meer dan 95 m	455	1 550	3 788	3 912	30	1 081
Totaal	2 032	3 527	8 515	7 935	26	943

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 dus 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

	2018				2019**				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	447	975	25	219	450	1 054	27	855,5	
Friesland	302	196	408	24	303	197	444	26	530,5	
Drenthe	9	22	.	.	9	22	.	.	285,5	
Overijssel	17	43	71	19	25	61	92	23	85,5	
Flevoland	640	1 198	2 483	24	625	1 175	2 589	25	1 390,5	
Gelderland	39	82	153	21	39	82	163	23	230,5	
Utrecht	16	34	78	26	16	34	83	28	65,5	
Noord-Holland	274	310	577	21	260	313	678	24	685,5	
Zuid-Holland	158	375	671	23	171	437	1 021	28	735,5	
Zeeland	239	505	999	25	245	519	1 270	28	570,5	
Noord-Brabant	111	212	439	24	114	225	472	25	470,5	
Limburg	6	13	.	.	6	13	.	.	95,5	
Totaal op land	2 029	3 436	6 918	24	2 032	3 527	7 935	26	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 (2020c) 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.

Sinds 2016 is met name in de provincie Groningen een groot aantal kleine windmolens geplaatst; in de meeste gevallen bij landbouwbedrijven voor stroomproductie voor eigen gebruik. In 2019 betreft het in totaal circa 200 windmolens met per stuk een vermogen van 50 kilowatt of kleiner en met een gezamenlijk vermogen van drie megawatt; deze molens staan geregistreerd bij CertiQ. Gezien de geringe omvang in totaal en om praktische redenen worden deze molens niet in de statistiek meegenomen.

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 2,5 GWh in 2019. 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 2019 wordt geschat op 2 procent.

5 Zonne-energie

Zonne-energie valt uiteen in twee groepen:

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

De bijdrage van zonne-energie aan het totale eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland groeit en komt in 2019 uit op 11 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	14 451	30 492	2 139
2019**	19 820	42 264	2 971

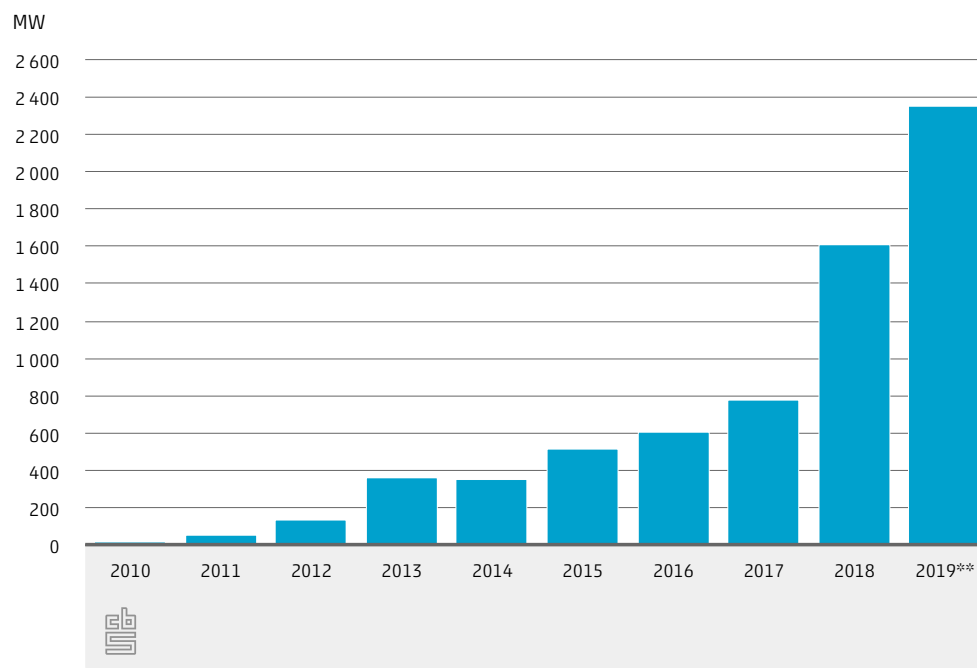
Bron: CBS

5.1 Zonnestroom

Ontwikkelingen

Het opgesteld vermogen voor en de productie van zonnestroom zijn ook in 2019 sterk toegenomen. In 2019 werd 2 350 megawatt bijgeplaatst en het totale opgestelde vermogen komt daarmee op 6 870 megawatt. De bijdrage van zonnestroom aan het eindverbruik van hernieuwbare energie in Nederland is ruim 10 procent.

5.1.1 Bijgeplaatst vermogen zonnestroom.



In 2019 is het bijplaatsen van panelen voor zonnestroom ten opzichte van 2018 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 juli 2020) over beschikte aanvragen voor SDE voor zonnestroomprojecten zou nog 9,4 gigawatt vermogen gerealiseerd kunnen worden in de komende jaren. Dit betreft dan ongeveer 10 500 projecten uit SDE-rondes tot en met 2019 (RVO, 2020a).

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 90 miljoen euro in 2019. Van dit aangevraagde bedrag was in mei 2020 circa 66 miljoen euro beschikbaar. De belangrijkste reden voor de gedaalde aanvragen 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. De daadwerkelijk terugverdientijd van zonnepanelen 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).

5.1.2 Zonnestroom

	Bijgeplaatst vermogen	Opgesteld vermogen	Elektriciteits- productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	MW		mln kWh	TJ		kton
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	776	2 911	2 208	7 947	17 819	1 303
2018	1 611	4 522	3 693	13 295	29 284	2 070
2019**	2 352	6 874	5 170	18 613	40 999	2 899

Bron: CBS

Methode

Tot 2018 bepaalde het CBS het opgestelde vermogen voor zonnestroom op basis van een enquête onder leveranciers van (importerende) zonnestroomsystemen. Vorig 2018 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 wel 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 zijn inmiddels de cijfers over zonnestroom over 2018 herberekend waarbij rekening is gehouden met de daadwerkelijke straling in 2018. Deze rekenmethode wordt sindsdien gebruikt en mogelijk gaat het CBS ook de informatie over stroomproductie van veelal grote zonnestroomsystemen zoals die via CertiQ beschikbaar komt in de berekening opnemen.

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 15 tot 20 procent.

5.2 Zonnewarmte

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

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

Ontwikkelingen

Zonnewarmtesystemen worden al heel lang toegepast in Nederland. Een grote doorbraak is echter tot op heden 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. Toch was 2019 een goed jaar, want er werd 70 duizend vierkante meter aan zonnecollectoren bijgeplaatst; opnieuw een flinke groei vergeleken met recente jaren. Daartegenover staat dat 36 duizend vierkante meter uit gebruik is genomen (einde geschatte levensduur). Per saldo nam het

totale oppervlak van de opgestelde zonnecollectoren daardoor met 34 duizend vierkante meter toe tot 691 duizend vierkante meter. Ter vergelijking: in 2000 bedroeg het oppervlak 276 duizend vierkante meter.

Opvallend is dat de groei vooral wordt veroorzaakt door de plaatsing van grotere systemen met zonnecollectoren. Het overgrote deel van deze grotere systemen wordt met ondersteuning van SDE+ in gebruik genomen en vinden hun weg naar landbouwbedrijven en utiliteitsgebouwen. Op woningen is ongeveer evenveel geplaatst, met name zonneboilers, als in 2018.

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. In 2019 is dit flink gestegen; in dit jaar is voor 34 duizend vierkante meter oppervlakte zonneboiler aangevraagd. Opgemerkt moet worden dat niet alle aanvragen daadwerkelijk zullen leiden tot een geplaatst systeem. Analyse van de ISDE data laat zien dat er 2017, 2018 en 2019 steeds ongeveer ruim 20 duizend vierkante meter aan zonnewarmtesystemen met ISDE is geplaatst.

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	41	34	657	1 156	1 156	1 208	68
2019**	70	36	691	1 207	1 207	1 265	72
Zonneboilers (afgedekt ≤ 6 m²)							
2016	19	15	438	826	826	890	50
2017	18	21	434	820	820	883	50
2018	23	20	438	826	826	890	50
2019**	25	26	437	824	824	888	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
2019**	43	2	172	280	280	301	17
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
2019**	3	8	82	104	104	76	4

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	2019**
Sector	% van collectoroppervlakte						
Woningen	82	75	86	80	75	56	36
Nieuwbouw	28	29	18	19	13	3	5
Bestaande bouw	25	33	36	51	54	41	28
Onbekend	29	13	33	10	8	12	3
Utiliteitsgebouwen	14	19	9	15	18	12	21
Landbouw	3	6	5	5	7	32	43
Totaal	100	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	2019**
Type systeem	% van collectoroppervlakte						
Systemen kleiner dan 6 m²							
Vlakke plaat	97	91	91	79	86	73	72
Vacuüm buis	3	9	9	21	14	27	28
Totaal	100	100	100	100	100	100	100
Systemen groter dan 6 m²							
Vlakke plaat	63	72	56	81	65	76	57
Vacuüm buis	37	28	44	19	35	24	43
Totaal	100	100	100	100	100	100	100
Totaal							
Vlakke plaat	89	86	82	80	78	75	63
Vacuüm buis	11	14	18	20	22	25	37
Totaal	100	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 85procent voor verslagjaar 2019. 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 zonnearmtesystemen (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 (zonneboilers).

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 zonnearmte 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 zonnearmte 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 zonnearmte 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 2019 goed voor bijna 6 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
					kton
TJ					
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	6 879	1 998	6 699	6 429	324
2017	7 303	2 163	7 127	7 000	360
2018	8 288	2 090	8 114	7 907	414
2019**	10 452	.	10 278	9 965	524

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 2019 zijn er in totaal 21 projecten in gebruik waarvan er drie tijdelijk stilliggen. 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+ 2019 voor 52 aanvragen (inclusief uitbreidingen van bestaande projecten) met een totaal vermogen van 1 142 megawatt subsidie toegezegd (RVO, 2020a). Hiervan is inmiddels 466 megawatt gerealiseerd (RVO, 2020a). Met de twee SDE+ 2019-rondes werden 13 aanvragen voor nieuwe projecten en uitbreidingen met een totaalvermogen van 346 megawatt toegekend.

In totaal produceerden de aardwarmte-installaties in 2019 5,6 petajoule aan warmte en dat is 49 procent meer dan in 2018. De stijging komt vooral voort uit de productie van nieuwe projecten; opgestart in 2018 of 2019. De oudere projecten lieten in 2019 een wisselend beeld zien. Tegenover productiestijgingen stonden -dalingen en in totaal bleef de warmteproductie hier ongeveer gelijk aan die in 2018.

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	3 734	206
2019**	21	5 564	5 569	307

Bron: CBS en LEI

Methodie

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
TJ					kton
Warmte					
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	4 257		4 081	2 814	108
2018	4 557		4 383	3 072	128
2019**	4 888		4 714	3 294	137
Benut met warmtepompen					
2016	3 855		3 855	2 374	78
2017	4 081		4 081	2 645	98
2018	4 383		4 383	2 905	118
2019**	4 714		4 714	3 127	127
Benut zonder warmtepompen					
2016	180			173	10
2017	176			169	10
2018	174			167	9
2019**	.			.	.
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		2 090		1 102	81
2019**		.		.	.
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	4 257	2 163	4 081	3 956	193
2018	4 557	2 090	4 383	4 173	208
2019**	4 888	.	4 714	4 396	217

Bron: CBS

6.2.2 Warmtepompen met gebruik van bodemwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2015	2016	2017	2018	2019**	2015	2016	2017	2018	2019**
	MW									
Open systemen (met onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	302	337	273	343	218	64	51	53	69	8
Woningen, totaal	155	244	47	201	1 281	1	2	2	1	16
alleen ruimteverwarming	7	171	19	8	131	0	2	1	0	8
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	148	73	28	193	1 150	1	1	0	1	8
Totaal	457	581	320	544	1 499	65	53	55	70	24
Gesloten systemen (zonder onttrekking van grondwater)										
Utiliteitsgebouwen en op landbouwbedrijven	136	90	89	83	47	10	4	3	6	1
Woningen, totaal	1493	3 394	4 421	5 877	10 238	16	29	37	49	72
alleen ruimteverwarming	1 112	1 031	1 361	3 806	6 869	14	16	21	33	51
ruimteverwarming en tapwaterverwarming	381	2 363	3 060	2 071	3 369	2	13	16	16	21
Totaal	1 629	3 484	4 510	5 960	10 285	26	33	40	55	74
Totaal	2 086	4 065	4 830	6 504	11 784	91	86	95	125	97

Bron: CBS

6.2.3 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag, 2018

	Mln m ³
Groningen	7
Friesland	11
Drenthe	3
Overijssel	15
Gelderland	25
Flevoland	6
Utrecht	29
Noord-Holland	76
Zuid-Holland	79
Zeeland	2
Noord-Brabant	30
Limburg	7
Totaal	292

Bron: CBS

6.2.4 Onttrokken grondwater in open systemen voor warmte/koudeopslag naar sector, 2018

	Mln m ³
Glastuinbouw	22
Industrie	3
Overige landbouw	4
Utiliteitsbouw	225
Woningbouw	37
Totaal	292

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 er 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 2018 in totaal 292 miljoen kubieke meter water rondgepompt; voor 2019 zijn nog geen uitkomsten beschikbaar.

Ook in 2019 neemt de bouw van woningen (+7%) en andere gebouwen (+10%) toe na een periode van verminderde activiteit; dieptepunt voor woningen lag in 2014, voor andere gebouwen in 2015 (CBS Statline, 2020). 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 voor ongeveer 30 megawatt aan warmtepompen met bodemenergie is geplaatst, in 2018 ongeveer 40 megawatt en 2019 ongeveer 50 megawatt. Voor het grootste deel ging het om warmtepompen bij nieuwe gebouwen of woningen. In 2019 werd ongeveer 60 procent van het vermogen bij woningen geplaatst en de andere helft bij bedrijven.

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 Vereniging Warmtepompen (voorheen DHPA Dutch Heat Pump Association) heeft de verkoopgegevens van de leden geleverd. Het CBS heeft zelf de leveranciers geënquêteerd 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 koudecijfers over 2019 opgenomen.

Koude is gedefinieerd als het grondwaterdebiet voor koeling maal de soortelijke warmte van water maal het temperatuurverschil tussen opgepompt en weer geïnfilterd 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 ruim 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie in 2019.

Ontwikkelingen

Het gebruik van buitenluchtwarmte met warmtepompen groeit gestaag. De laatste jaren is de populariteit van dit type warmtepomp zelfs flink gestegen. In 2019 werden 154 duizend installaties geplaatst met een totaal vermogen van 970 megawatt. Het jaar daarvoor waren dit 106 duizend installaties met 700 megawatt aan vermogen. Net als in vorige jaren zijn in 2019 de meeste bijgeplaatste warmtepompen gekoppeld aan luchtverwarmingssystemen. Veel van deze warmtepompen, in het bijzonder die geïnstalleerd zijn in woningen (77 duizend stuks), 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 ook 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 voor 70 megawatt aan warmtepompen met buitenlucht met ISDE is geplaatst, in 2018 was dit 110 megawatt en 2019 115 megawatt. Het ging dan in alle gevallen om warmtepompen met water als afgiftesysteem, want voor warmtepompen met lucht als afgiftesysteem geldt geen subsidie. In tegenstelling tot bij warmtepompen op bodemwarmte (zie paragraaf 6.2) worden ISDE warmtepompen op buitenluchtwarmte voor het grootste deel in bestaande gebouwen geplaatst. Ongeveer twee derde van de ISDE warmtepompen met buitenluchtwarmte werd bij woningen geplaatst in 2019.

De benutting van de buitenlucht voor verwarming met verwarmingssystemen op basis van lucht gebeurt van oudsher 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).

De laatste twee jaar zijn er veel lucht-lucht systemen bij woningen geplaatst. Over de wijze van functioneren van deze systemen is weinig bekend, maar het zou kunnen dat deze apparaten primair voor koeling zijn aangeschaft en heel weinig voor verwarming worden gebruikt.

Opvallend is dat de vermeden emissies van CO₂ voor warmtepompen op buitenlucht tot en met 2017 vaak 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 heeft volgens de huidige referenties een hogere CO₂-emissie per eenheid verbruikte energie dan warmteopwekking in een aardgasketel. De laatste tijd neemt de bijdrage van steenkool aan de elektriciteitsproductie in Nederland af, daardoor wordt de referentie elektriciteitsproductie minder CO₂-intensief en neemt de berekende CO₂ besparing van de warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte weer toe tot ongeveer 0 kton.

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

7.0.1 Buitenluchtwarmte

	Onttrekking van warmte uit buitenlucht	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	TJ			kton
Totaal				
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	3 529	3 529	1 129	-17
2018	4 668	4 668	1 598	1
2019**	6 095	6 095	2 076	0
Utiliteitsgebouwen				
2016	1 742	1 742	458	-20
2017	2 183	2 183	697	-10
2018	2 695	2 695	925	1
2019**	3 190	3 190	1 090	0
Woningen				
2016	894	894	239	-10
2017	1 346	1 346	431	-6
2018	1 972	1 972	673	0
2019**	2 906	2 906	987	0

Bron: CBS

7.0.2 Warmtepompen met gebruik van buitenluchtwarmte

	Bijgeplaatst aantal installaties					Bijgeplaatst thermisch vermogen				
	2015	2016	2017	2018	2019**	2015	2016	2017	2018	2019**
	MW									
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van lucht										
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	27 276	34 362	39 034	41 986	35 375	214	254	294	297	213
Woningen	16 265	24 254	31 838	34 947	33 076	80	118	155	175	191
Totaal	43 541	58 616	70 872	76 933	68 451	294	373	449	471	404
Afgifte aan verwarmingssysteem op basis van water										
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven	622	1 430	2 186	3 692	1 204	36	47	57	79	48
Woningen, totaal	5 013	9 696	19 407	25 642	31 260	24	54	106	150	195
ruimteverwarming met en zonder tapwater	4 925	9 374	18 241	24 782	28 748	24	53	103	148	192
alleen tapwaterverwarming	88	322	1 166	860	2 512	0	1	3	1	3
Totaal	5 635	11 126	21 593	29 334	32 464	60	101	162	228	243
Totaal	49 176	69 742	92 465	106 267	100 915	354	474	612	700	647

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 Vereniging Warmtepompen (voorheen DHPA Dutch Heat Pump Association en daarvoor 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 en nieuwere systemen is weinig bekend. Daarnaast zijn er geen goede representatieve data over de energieprestatie van de warmtepompen in de praktijk, waardoor het onduidelijk is welk deel van de aerothermische warmtepompen voldoet aan de ondergrens voor de energieprestatie uit de EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie. Daarom blijft het eindverbruik van de aerothermische warmtepompen onzeker.

Het CBS schat de onnauwkeurigheid voor de hernieuwbare energie uit buitenluchtwarmte op 40 procent.

8 Biomassa

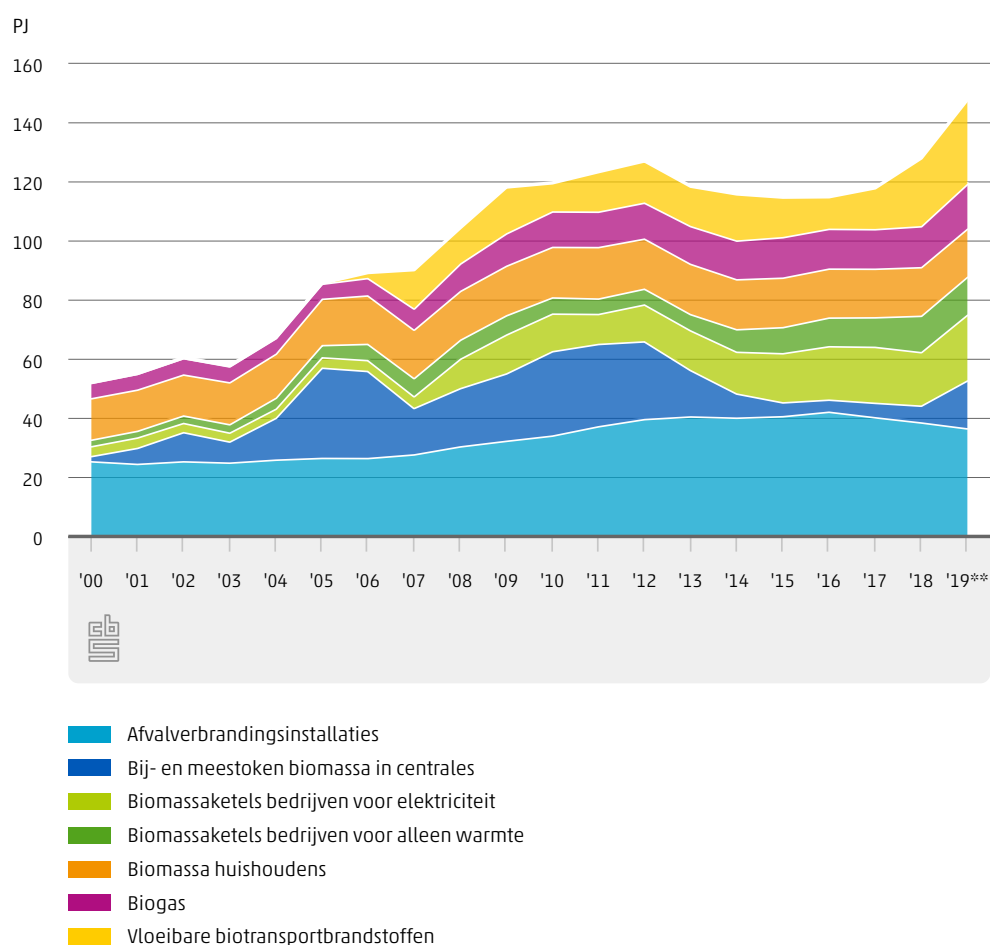
Biomassa kan vele vormen aannemen, zoals voedsel of papier. In de energiestatistieken wordt biomassa echter alleen meegenomen als het wordt gebruikt als energiedrager. De import van bijvoorbeeld palmolie voor de voedingsindustrie wordt dus niet meegenomen. Biomassa is de belangrijkste bron van hernieuwbare 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 59 procent in 2019.

8.1 Inleiding

De belangrijkste toepassingen, goed voor 70 procent 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). De resterende 30 procent 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

8.1.1 Biomassaverbruik



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.

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 en 2019 is het totale verbruik van biomassa met respectievelijk 9 procent en 15 procent ten opzichte van het voorgaande jaar flink gestegen. In 2019 is het verbruik van biomassa als vloeibare biotransportbrandstof opnieuw toegenomen en de meestook van biomassa in centrales groeide zelfs spectaculair. Bij het decentrale verbruik in biomassaketels nam het verbruik in ketels voor de productie van elektriciteit eveneens flink toe. De overige technieken laten een kleinere groei zien in het verbruik (0 tot 10 procent) met als uitzondering de afvalverbrandingsinstallaties. Hier daalde het biomassaverbruik met 5 procent.

8.1.2 Biomassa

	Primair verbruik			Bruto energetisch eindverbruik			Vermeden verbruik van fossiele primaire energie		
	2017	2018	2019**	2017	2018	2019**	2017	2018	2019**
TJ									
Afvalverbrandingsinstallaties	40 415	38 657	36 648	19 941	16 588	15 687	24 813	21 660	19 266
Bij- en meestoken biomassa in centrales	4 883	5 674	16 225	2 335	2 886	8 261	4 883	5 674	16 225
Biomassaketels bedrijven voor elektriciteit	18 934	18 105	22 254	9 461	10 589	12 733	11 577	10 930	13 490
Biomassaketels bedrijven voor alleen warmte	9 996	12 303	12 831	9 823	11 749	12 448	9 233	10 471	11 748
Biomassa huishoudens	16 432	16 446	16 278	16 432	16 446	16 278	10 932	11 115	11 168
Biogas uit stortplaatsen	706	532	532	350	279	280	494	376	376
Biogas rioolwaterzuiveringsinstallaties	2 410	2 436	2 636	1 991	2 073	2 207	1 769	1 963	2 115
Biogas, co-vergisting van mest	4 821	5 313	5 879	4 084	4 474	4 998	5 338	5 604	6 028
Biogas, overig	5 495	5 374	5 763	4 130	4 469	4 926	4 526	4 710	5 229
Vloeibare biotransportbrandstoffen	13 891	22 993	28 437	13 483	22 868	28 437	13 483	22 868	28 437
Totaal	117 984	127 833	147 483	82 030	92 421	106 255	87 048	95 371	114 082

Bron: CBS

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					Aandeel		Bruto energetisch eindverbruik			
	uit stortgas	uit RWZI-gas	uit mestvergisting	uit overig biogas	totaal	totaal	in totaal aardgas-verbruik	als elektriciteit	als warmte	voor vervoer	totaal
	mln m ³				TJ ¹⁾	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	4	2	20	80	107	3 375	0,27	500	1 874	308	2 681
2019**	4	4	51	84	142	4 497	0,34	712	2 107	790	3 609

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. In de jaren na 2011 zijn er telkens nieuwe projecten bijgekomen met groen gas productie uit overig biogas. Maar in 2018 en vooral 2019 is de productie van groen gas uit mestvergisting toegenomen. In 2019 groeit de productie met 33 procent naar 142 miljoen kubieke meter. Dit komt overeen met ruim 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 juli 2020 waren nog 46 projecten met een beschikking te realiseren met een gezamenlijk vermogen van 274 megawatt (RVO, 2020a).

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 2019 was dit 18 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. Dit is verbruik in warmteketels plus de warmte uit aardgasinzet in warmtekrachtinstallatie
 - energetisch eindverbruik voor elektriciteit. Dit is de productie van elektriciteit uit aardgas
 - energetisch eindverbruik voor vervoer. Dit is de levering van aardgas voor vervoer
 - niet-energetisch eindverbruik, vooral voor de productie van kunstmest
 - transformatieverliezen, vooral voor de productie van elektriciteit al dan niet in combinatie met warmte.

De eerste drie bestemmingen vallen onder het bruto energetisch eindverbruik voor de *EU-Richtlijn Hernieuwbare Energie* uit 2009 (Europees Parlement en Raad, 2009). In 2019 telde 80 procent van het groen gasproductie als bruto energetisch eindverbruik, waarvan 47 voor warmte, 16 voor elektriciteit en 18 voor vervoer)

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). Tijdens het samenstellen van deze editie van Hernieuwbare energie in Nederland is de rapportage van PBE over verslagjaar 2019 niet beschikbaar gekomen.

Nieuw was dit jaar een aparte rapportage over de aard, herkomst en certificering van biomassa die is meegestookt in kolencentrales (CE, 2020). In tegenstelling tot de eerdere rapportage van PBE en RVO zitten hier andere installaties die houtige biomassa gebruiken dus niet in. Uit de rapportage van CE volgt dat de kolencentrales in 2019 vooral houtpellets meestoken, waarvan ongeveer 80 procent uit Europa kwam en ongeveer 20 procent uit Noord-Amerika. Een klein (maar niet gekwantificeerd) deel kwam uit Nederland.

Aanbod van vaste biomassa

Het binnenlands verbruik van vaste biomassa, in hoofdzaak houtachtige producten uit reststromen, kon de periode 2014 tot en met 2018 geheel voorzien worden vanuit binnenlandse productie. Per saldo was Nederland in deze periode exporteur van vaste biomassa voor energie. 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. Voor 2019 zijn nog niet voldoende data beschikbaar om tabel van een update te voorzien, maar de toename van het meestoken lijkt ertoe geleid te hebben dat we voor houtpellets weer een netto-importeur zijn geworden (CE, 2020).

In 2018 bleef het binnenlands verbruik van vaste biomassa met 50 petajoule vrijwel gelijk aan het verbruik in 2017.

8.1.4 Balans vaste biomassa voor energie

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	TJ					
Binnenlandse productie						
Totaal	49 412	52 462	54 043	54 243	57 091	56 027
Houtpellets	3 836	4 830	4 655	4 471	4 253	4 276
Afvalhout	13 054	14 564	14 488	16 051	15 573	15 894
Hout chips en schoon resthout	5 577	6 142	7 243	7 297	7 436	10 921
Vers hout blokken	13 952	13 856	13 728	13 583	13 468	13 480
Restproducten uit primaire landbouw	3 204	3 045	2 982	3 315	2 848	2 138
Restproducten uit agro-industrie	3 399	3 202	4 018	3 337	3 204	698
Overige niet-houtige biomassa	6 390	6 822	6 930	6 190	10 310	8 620
Import						
Totaal	12 976	5 759	3 750	4 190	3 112	4 772
Houtpellets	10 706	3 131	0	0	0	2 853
Afvalhout	2 200	2 458	3 420	3 770	1 913	779
Overig	70	169	330	420	1 199	1 140

8.1.4 Balans vaste biomassa voor energie (vervolg)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	TJ					
Export						
Totaal	10 674	11 672	11 194	10 277	10 226	10 738
Houtpellets	2 397	3 464	3 212	2 772	2 722	3 233
Afvalhout	5 865	5 865	5 459	5 564	5 564	5 564
Overig (niet houtachtig)	2 412	2 343	2 523	1 941	1 941	1 941
Binnenlands verbruik						
Totaal	51 714	46 549	46 599	48 156	49 977	50 061
Houtpellets	12 145	4 498	1 443	1 699	1 531	3 896
Afvalhout	9 388	11 157	12 449	14 257	11 921	11 108
vv. voor opwekking elektriciteit	6 598	8 386	9 704	11 540	9 227	8 413
vv. bij huishoudens	2 790	2 771	2 746	2 717	2 694	2 696
Hout chips en schoon resthout	5 647	6 310	7 574	7 567	7 953	11 208
Vers hout blokken (huishoudens)	13 952	13 856	13 728	13 583	13 468	13 480
Restproducten uit primaire landbouw	3 204	3 045	2 982	3 315	2 848	2 138
Restproducten uit agro-industrie	3 399	3 202	4 018	3 337	3 204	1 551
Overige niet-houtige biomassa	3 979	4 479	4 406	4 399	9 051	6 679

Bron: CBS

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

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 2019 goed voor 9 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 2019 is vergeleken met 2018 met het verbranden van afval 5 procent minder energie geproduceerd (70 petajoule). De daling komt voort uit de tijdelijke en gedeeltelijke stillegging van de verbrandingsinstallaties in Amsterdam.

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 tot 2016 min of meer constant te blijven (rond 55%). Een betere scheiding

van het plastic afval speelde daarbij een rol (Agentschap NL, 2013). In 2016 zette weer een daling in van de biogene aandeel naar 52 procent in 2018; dit percentage is overgenomen voor de berekeningen over 2019.

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		bruto productie	verbruik	Warmte		Fossiele brandstoffen	
	massa	energie	vermogen				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	744	
2018	7 434	74 340	800		4 177	807	3 371	14 847	870	
2019**	7 048	70 476	800		3 691	820	2 871	14 374	681	

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						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	52	38 657	2 172	1 753	7 720	7 820	8 768	16 588	21 660	1 422
2019**	52	36 648	1 919	1 493	7 475	6 910	8 777	15 687	19 266	1 257

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 2019 waren er nog geen nieuwe cijfers en zijn de cijfers voor 2018 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 hoofdbbrandstof. Een gedeelte van deze kolen kan vervangen worden door verschillende soorten biomassa. In 2019 was het meestoken van biomassa verantwoordelijk voor ongeveer 5 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 blijkbaar 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, 2020a).

In 2019 werd ruim 16 petajoule aan biomassa meegestookt in de elektriciteitscentrales. Dat was weliswaar 10 petajoule meer (bijna een verdrievoudiging) dan in 2018, maar komt overeen met ongeveer de helft van de biomassa die in 2005 werd ingezet.

8.3.1 Meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales

	Biomassa		Elektriciteit		Warmte	Bruto energetisch eindverbruik		Effect	
	inzet	brutoproductie	nettoproductie	productie	elektriciteit	warmte	totaal	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ	mln kWh	TJ	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	5 674	654	608	533	2 353	533	2 886	5 674	537
2019**	16 225	1 872	1 735	1 520	6 741	1 520	8 261	16 225	1 536

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, meestal in combinatie met warmteproductie, uitgezonderd het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales. De belangrijkste groep zijn de vier installaties voor het verbranden van afvalhout in Hengelo, Alkmaar, Rotterdam en Delfzijl. Daarnaast gaat het om het verbranden van diverse afvalstromen zoals kippenmest of papierslib in installaties die speciaal ontworpen zijn voor deze soort biomassa en meerdere kleinschalige installaties die vooral schoon resthout verbranden. Voor deze kleine installaties is vaak warmte het hoofdproduct en elektriciteit het bijproduct.

De ongeveer twintig installaties waren in 2019 goed voor 7 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	mIn kWh	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	18 105	842	687	5 818	4 934	3 033	7 557	10 589	10 930	695	
2019**	21	22 254	952	797	7 275	6 453	3 426	9 307	12 733	13 490	853	

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 in 2019 voor ruim 7 procent bij aan het totale verbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

In 2019 groeide de inzet van biomassa met 4 procent en de warmteproductie met 12 procent; in 2018 was dat respectievelijk 23 procent en 13 procent. De toegenomen inzet van hout (verbranden in houtketels) laat zich voor een belangrijk deel verklaren door de eveneens toegenomen capaciteit (+23%).

Steeds meer warmte wordt geproduceerd, vooral door energiebedrijven, voor gebruik door derden. Bijvoorbeeld voor stadverwarming. De inzet van biomassa voor die 'verkochte warmte' steeg in 2019 met bijna 80 procent naar 2,6 petajoule.

8.5.1 Stoken van vaste en vloeibare biomassa voor warmte bij bedrijven

	Installaties/ ketels	Inzet van biomassa		Warmte-productie		Bruto eind- verbruik	Effect		
		aantal einde jaar	totaal	voor verkochte warmte	voor zelf verbruikte warmte		totaal	ww. verkochte warmte	vermeden verbruik fossiele primaire 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	3 871	9 997	1 196	8 800	8 310	1 023	9 823	9 233	523
2018	4 472	12 303	1 476	10 827	9 424	1 265	11 749	10 471	593
2019**	4 816	12 831	2 619	10 212	10 574	2 236	12 448	11 748	665
Hout									
2016	3 334	6 169	.	.	5 244	.	5 999	5 827	329
2017	3 860	6 521	.	.	5 543	.	6 358	6 159	349
2018	4 461	7 674	.	.	6 523	.	7 486	7 247	410
2019**	4 805	9 422	.	.	8 008	.	9 061	8 898	504
Overige vaste en vloeibare biomassa									
2016	13	3 529	.	.	2 919	.	3 509	3 243	183
2017	11	3 476	.	.	2 767	.	3 465	3 074	174
2018	11	4 629	.	.	2 901	.	4 263	3 223	182
2019**	11	3 409	.	.	2 565	.	3 387	2 850	161

Bron: CBS

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

	Houtindustrie	Meubelindustrie	Bouw	Handel	Landbouw	Energiebedrijven	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	93	25	20	24	280	62	82	586
2018	87	21	20	22	354	90	87	682
2019**	76	19	21	24	412	199	87	838

Bron: CBS

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

	Aantal					Vermogen				
	≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW	totaal	≤ 0,1 MW	> 0,1 t/m 0,5 MW	> 0,5 t/m 1,0 MW	> 1 MW	totaal
	MW									
2006	833	216	59	92	1 200	48	64	43	178	333
2007	1 182	259	69	95	1 605	69	74	49	186	379
2008	1 404	304	74	92	1 874	80	86	53	181	400
2009	1 536	341	76	92	2 045	87	93	55	185	419
2010	1 700	356	74	87	2 217	95	94	53	171	414
2011	1 869	383	73	85	2 410	104	101	52	169	425
2012	1 998	432	74	82	2 586	111	113	53	163	440
2013	2 111	501	80	77	2 769	117	127	57	156	457
2014	2 184	525	83	76	2 868	121	132	60	196	509
2015	2 230	568	94	74	2 966	124	143	69	195	531
2016	2 547	614	102	71	3 334	137	153	75	187	552
2017	2 919	774	102	65	3 860	154	183	75	174	586
2018	3 335	963	98	65	4 461	178	221	72	211	682
2019**	3 587	1 041	102	75	4 805	187	237	76	338	838

Bron: CBS

8.5.4 Houtketels voor warmte bij bedrijven naar provincie, 2019**

	Aantal	Vermogen
		MW
Groningen	187	17
Friesland	548	60
Drenthe	240	23
Overijssel	676	103
Flevoland	67	32
Gelderland	1 007	150
Utrecht	103	56
Noord-Holland	225	108
Zuid-Holland	332	86
Zeeland	57	24
Noord-Brabant	936	108
Limburg	427	72
Totaal	4 805	838

Bron: CBS

Sinds 2012 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. Met name de zakelijke markt is geïnteresseerd in biomassaketels. De aanvragen nemen jaarlijks toe; het totale vermogen van de aangevraagde ketels stijgt van 165 megawatt in 2017 naar 255 megawatt in 2019. De daadwerkelijke installatie van de biomassaketels komt met enige vertraging op de aanvraag, maar kan ook geheel uitblijven. Medio 2020 blijkt uit RVO data dat 141 megawatt aan vermogen is gerealiseerd en dat is vrijwel evenveel als in 2018. 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 ISDE-regeling geldt niet meer voor aanvragen in 2020; voor zakelijk gebruik (bedrijven) is de regeling per 1 januari 2020 geheel gestopt maar voor particulieren geldt een overgangsregeling.

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 tot en met 2018 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. Met ingang van 2019 is deze methode vervangen door de provincieverdeling te baseren op de gemeenten van vestiging van de bedrijven die via de ISDE 2016–2018 een aanvraag voor een biomassaketel hebben gedaan. Daarnaast is ook de vragenlijst die aan de leveranciers is verstuurd zodanig aangepast dat het verstrekken van informatie over sector en locatie (provincie) is vereenvoudigd.

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 2019 overeen met 9 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	Inzet biomassa		Warmte-productie	Bruto eindverbruik	Vermeden verbruik van fossiele primaire energie	Vermeden emissie CO ₂
	1 000	kton	TJ				
Totaal							
2000	942	1 021	14 027	6 364	14 027	6 699	380
2005	948	1 141	15 664	8 082	15 664	8 507	483
2010	981	1 246	17 099	9 822	17 099	10 339	585
2015	996	1 217	16 743	10 305	16 743	10 847	613
2016	993	1 203	16 569	10 330	16 569	10 874	614
2017	991	1 189	16 432	10 386	16 432	10 932	619
2018	988	1 184	16 446	10 560	16 446	11 115	629
2019**	985	1 165	16 278	10 609	16 278	11 168	632
Openhaarden							
2016	320	165	2 247	225	2 247	237	13
2017	310	160	2 174	217	2 174	229	13
2018	299	155	2 103	210	2 103	221	13
2019**	289	148	2 008	201	2 008	211	12
Inzethaarden							
2016	184	199	2 701	1 669	2 701	1 757	99
2017	184	188	2 562	1 632	2 562	1 717	97
2018	184	178	2 421	1 588	2 421	1 672	95
2019**	185	167	2 266	1 533	2 266	1 613	91
Houtkachels							
2016	471	812	11 040	8 172	11 040	8 603	486
2017	466	800	10 875	8 068	10 875	8 493	481
2018	461	8.6.1	10 713	7 963	10 713	8 382	474
2019**	455	766	10 421	7 760	10 421	8 168	462
Pelletkachels							
2016	18	18	310	264	310	278	16
2017	31	32	551	468	551	493	28
2018	44	54	939	798	939	840	48
2019**	57	76	1 313	1 116	1 313	1 175	67
Houtskool (elk jaar)							
2000-2019**		9	270	.	270	.	.

Bron: CBS en TNO

Binnen de huishoudelijke houtkachels worden vier soorten onderscheiden: open haarden, inzethaarden, vrijstaande kachels en pelletkachels. De laatste twee groepen worden veel vaker gebruikt en hebben een hoger rendement dan open haarden. Het aantal openhaarden daalt en het aantal inzethaarden blijft min of meer stabiel. Mogelijk door de concurrentie van de toegenomen verkopen van pelletkachels (met ISDE-subsidie) daalt het aantal houtkachels. Het totale verbruik van hout door huishoudens is de laatste jaren ongeveer constant en was in 2019 goed voor 9 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie.

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 Middelkoop en Segers (2019). 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 30 procent (Middelkoop en Segers, 2019).

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 vijf 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 2019 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 2018 is de winning van stortgas afgenomen naar ruim

500 terajoule. Voor 2019 zijn nog geen uitkomsten beschikbaar en zijn de winningscijfers van 2018 overgenomen.

8.7.1 Stortgas

	Biogas				Elektri- citeit	Warmte	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	winning	inzet voor elektriciteits- productie	omzetting in aardgas = productie aardgas ¹⁾	finale verbruik	bruto- productie	productie uit warmte- kracht- koppeling	elektriciteit 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	533	351	.	884	1 623	107
2010	1 538	1 193	345	0	93	55	392	267	.	659	1 142	74
2015	815	550	186	79	43	0	180	193	13	386	610	43
2016	677	466	146	65	34	0	144	153	10	307	475	33
2017	706	430	157	118	30	0	131	208	12	350	494	33
2018	532	312	127	93	23	0	103	165	12	279	376	24
2019**	532	312	127	93	23	0	104	154	22	280	376	24

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 2019 waren de gegevens uit de Werkgroep Afvalregistratie (WAR) nog niet beschikbaar. Daarom is voor de elektriciteitsproductie en voor de aardgasproductie 2019 gebruik gemaakt van data uit 2018. 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 330 RWZI's in Nederland en bij circa 70 RWZI's wordt biogas gewonnen en nuttig gebruikt. Biogas uit RWZI's draagt in 2019 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 petajoule) blijven staan. In 2019 groeit de winning van biogas opnieuw en komt uit op 2,6 petajoule.

8.8.1 Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties

	Biogas		Elektriciteit		Warmte uit warmtekrachtinstallaties		Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	winning	inzet voor warmtekrachtinstallaties	omzetting in aardgas = productie aardgas	finale verbruik	bruto-productie	bruto-productie	elektriciteit ¹⁾	warmte ¹⁾	vervoer ¹⁾	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ		mln kWh		TJ				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	2 077	75	275	195	741	714	1 353	7	2 073	1 963	132
2019**	2 636	2 133	126	377	204	689	753	1 432	22	2 207	2 115	142

Bron: CBS

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 Meerjarenaafspraken 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 een zestal RWZI's wordt het biogas omgezet in aardgas. Vanwege de geringe hoeveelheid, mogelijke betrouwbaarheid 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 voor en telt het CBS mee bij de co-vergisting. Co-vergisting van mest leverde in 2019 ongeveer 3 procent van het eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

De groei van de productie van hernieuwbare energie uit co-vergisting van mest vakt af vanaf 2009. Vanaf 2011 daalt de productie van biogas uit de co-vergisting van mest. 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 terug op het niveau van 2015. De stijging in 2018 is deels wat kunstmatig, omdat 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 betrouwbaarheid geteld bij overig biogas (paragraaf 8.10). In 2019 neemt de winning van biogas ten opzichte van 2018 verder toe; met 11 procent naar 5,9 petajoule. Opmerkelijk daarbij is dat de productie van groen gas uit dit biogas ruim verdubbelt naar 1,6 petajoule.

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	vermeden emissie CO ₂
	TJ			MW	mln kWh	TJ				kton			
2005	17	85	85	.	8	9	8	32	18	.	50	80	5
2010	91	5 445	5 445	.	98	575	671	2 069	1 333	.	3 402	4 990	331
2015	97	5 241	5 241	.	135	553	1 557	1 992	2 300	.	4 291	5 910	428
2016	100	4 966	4 966	.	122	524	1 636	1 887	2 306	.	4 194	5 642	392
2017	94	4 821	4 821	.	114	509	1 606	1 832	2 252	.	4 084	5 338	364
2018	89	5 313	4 675	638	102	493	1 566	1 871	2 544	58	4 474	5 604	371
2019**	89	5 879	4 280	1 599	98	452	1 550	1 880	2 838	281	4 998	6 028	397

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).

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 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 2019 goed zijn voor bijna 3 procent van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie.

Ontwikkelingen

8.10.1 Overig biogas

	Biogas				Elektri- citeit	Warmte uit warmte- kracht- installaties	Bruto energetisch eindverbruik			Effect		
	winning	inzet voor warmte- kracht- installaties	omzetting in aardgas = productie aardgas	finaal verbruik	bruto- productie	bruto- productie	elektri- citeit ¹⁾	warmte ¹⁾	vervoer	totaal	vermeden verbruik van fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂
	TJ				mln 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	1 153	2 958	166	4 277	4 615	309
2016	5 286	2 371	2 475	539	227	488	1 174	2 667	174	4 016	4 526	296
2017	5 495	1 974	2 943	579	189	411	1 123	2 788	218	4 130	4 526	292
2018	5 374	2 082	2 535	957	175	662	1 005	3 232	231	4 469	4 710	295
2019**	5 763	2 327	2 646	1 101	203	753	1 151	3 311	465	4 926	5 229	332

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 2019 neemt het energetisch eindverbruik toe met 10 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 2019 werd op ongeveer 20 locaties groen gas gemaakt uit overig biogas. De productie van groen gas uit overig biogas nam in 2019 toe met slechts 4 procent. Groen gas blijft hiermee wel de belangrijkste bestemming van het biogas maar, net als in 2018, werd relatief meer biogas ingezet voor de productie van warmte en elektriciteit in de warmtekrachtinstallaties. 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.

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.

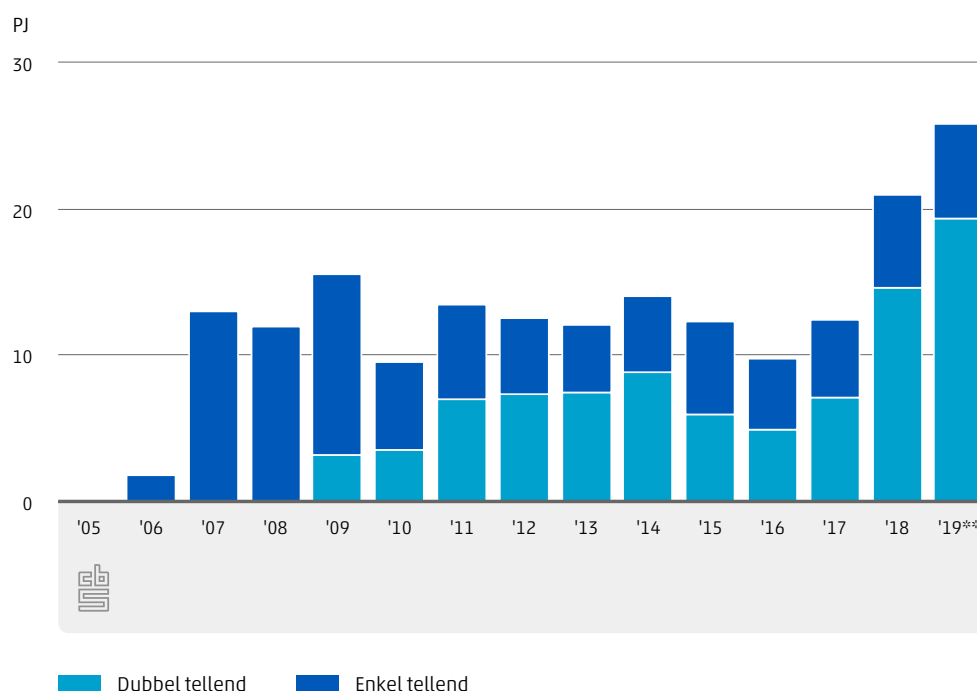
In de afgelopen jaren liep de verplichting voor oliebedrijven tot het leveren van biobrandstoffen langzaam op van 4 procent in 2010 tot en met 8,5 procent in 2018 (*Besluit Hernieuwbare Energie Vervoer 2015*, Staatsblad, 2014), geleidelijk oplopend naar 16,4 procent in 2020 (*Besluit Energie Vervoer* 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 extra 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 2019 was de bijdrage van biobrandstoffen voor het wegverkeer aan het totaal bruto eindverbruik van hernieuwbare energie 16 procent.

Ontwikkelingen

8.11.1 Verbruik duurzame vloeibare biotransportbrandstoffen



Het fysieke verbruik van duurzame vloeibare biobrandstoffen is in 2019 gestegen van 23 naar 28 petajoule. Zowel het verbruik van biobenzine als van biodiesel nam toe, respectievelijk met 16 procent en met 28 procent. Bij biodiesel wordt grotendeels gebruik gemaakt van dubbeltellende biobrandstoffen, bij biobenzine voor het grootste deel van enkeltellende, al was in 2019 een opvallende toename te zien van de hoeveelheid dubbeltellende biobenzine.

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). Met ingang van het verslagjaar 2018 is wet- en regelgeving aangescherpt en zijn de verschillen tussen de bij NEa getelde biobrandstoffen en de door het CBS getelde biobrandstoffen veel kleiner geworden.

Vanaf verslagjaar 2018 is het voor oliebedrijven mogelijk om biobrandstoffen geleverd aan schepen mee te tellen voor de verplichting om hernieuwbare energie voor vervoer te leveren. Als gevolg daarvan worden sinds 2018 ook biobrandstoffen geleverd aan schepen. De meeste van deze schepen varen naar het buitenland en als gevolg daarvan tellen deze leveringen als bunkers, een soort export, en niet bij het verbruik. In 2019 werd in de gebunkerde scheepsbrandstoffen ongeveer 2 PJ biodiesel bijgemengd. In totaal werd er in 2019 ongeveer 450 PJ aan scheepsbrandstoffen geleverd voor bunkers.

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)	weg- en railverkeer +binnenvaart (telt als vervoer)	totaal	weg- en railverkeer +binnenvaart (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	20 935	22 868	14 564	22 868	1 604	
2019**	2 504	25 933	28 437	19 387	28 437	2 083	

8.11.2 Duurzame¹⁾ vloeibare biotransportbrandstoffen, afleveringen op binnenlandse gebruikersmarkt (vervolg)

	Afleveringen, totaal = Bruto energetisch eindverbruik ²⁾ zonder verrekening dubbelstelling			Afleveringen, dubbelstellend ³⁾ zonder verrekening dubbelstelling		Effect	
	mobiele werktuigen (telt als warmte)	weg- en railverkeer +binnenvaart (telt als vervoer)	totaal	weg- en railverkeer +binnenvaart (telt als vervoer)	vermeden verbruik fossiele primaire energie	vermeden emissie CO ₂	kton
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	97	5 949	323	
2016	0	4 752	4 752	57	4 752	257	
2017	0	5 399	5 399	0	5 399	314	
2018	0	7 146	7 146	813	7 146	415	
2019**	0	8 321	8 321	3165	8 321	530	
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	7 634	8 142	.	
2013	802	6 912	7 714	7 390	7 714	565	
2014	1 011	8 712	9 723	9 452	9 723	697	
2015	923	6 442	7 365	6 788	7 365	522	
2016	718	4 966	5 683	5 617	5 683	436	
2017	1 022	7 062	8 084	8 084	8 084	620	
2018	1 933	13 788	15 722	15 680	15 722	1 189	
2019**	2 504	17 612	20 116	18 528	20 116	1 553	

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 dubbelstelling.
- ³⁾ Dubbelstellend 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

	Aanbod						Verbruik		
	Productie- capaciteit	totaal	netto invoer			voorraad- mutatie puur en bijgemengd	bunkers ²⁾ puur en bijgemengd	totaal	Bijmenging
			productie	puur en bijgemengd	puur				
Totaal									
2010	.	9 577	.	.	940	2 585	.	9 577	8 637
2015	.	13 439	.	.	-2 074	498	.	13 439	15 513
2016	.	10 747	.	.	-1 492	-684	.	10 747	12 239
2017	.	13 891	.	.	-2 944	-4 039	.	13 891	16 835
2018	.	22 993	.	.	-2 336	-6 697	698	22 993	26 027
2019*	.	28 437	.	.	-4 705	146	1 982	28 437	35 124

8.11.3 Vloeibare biotransportbrandstoffen¹⁾, balans (vervolg)

	Aanbod						Verbruik			Bijmenging
	Productie- capaciteit	totaal	productie	netto invoer		voorraad- mutatie puur en bijgemengd	bunkers ²⁾ puur en bijgemengd	totaal		
				puur en bijgemengd	puur				bijgemengd	
TJ										
Biobenzine										
2010	.	5 614	.	.	.	1 010	199	5 614	4 604	.
2015	.	5 950	.	.	.	-280	57	5 950	6 230	.
2016	.	5 049	.	.	.	-444	-438	5 049	5 493	.
2017	.	5 399	.	.	.	-683	-190	5 399	6 082	.
2018	.	7 146	.	.	.	-456	254	7 146	7 603	.
2019*	.	8 321	.	.	.	-1 416	4	8 321	9 737	.
Biodiesel										
2010	48 322	13 891	14 134	-12 557	-12 487	-70	2 386	.	3 963	4 033
2015	80 512	7 488	60 273	-53 226	-51 431	-1 795	442	.	7 488	9 283
2016	71 299	5 698	54 094	-48 150	-47 102	-1 047	-246	.	5 698	6 745
2017	76 146	8 493	71 373	-59 031	-56 770	-2 261	-3 849	.	8 493	10 754
2018	77 034	15 846	68 043	-44 547	-42 667	-1 880	-6 952	698	15 846	18 424
2019*	81 349	20 116	72 832	-50 876	-47 586	-3 289	142	1 982	20 116	25 387

Bron: CBS

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

²⁾ Dit zijn leveringen aan schepen die naar het buitenland varen en telt mee als een soort export en niet bij het verbruik.

In 2019 was de Nederlandse productie van biodiesel bijna 73 petajoule. Dat is veel meer dan het binnenlands verbruik (20 petajoule). Een groot deel van de geproduceerde biodiesel gaat dan ook naar het buitenland.

De productiecapaciteit van de biodieselfabrieken is in 2019, ten opzichte van 2018, toegenomen en kwam uit op 81 petajoule (+4 petajoule ten opzichte van 2018). Hiermee komt de bezettingsgraad van de installaties voor biodiesel uit op 90 procent.

In Nederland wordt ook biobenzine geproduceerd. Het gaat om bio-ethanol, bio-methanol en bionafta. 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 met het gevolg dat het verschil tussen belaste leveringen tussen CBS en NEa een stuk kleiner 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 ongeveer 5 procent voor verslagjaar 2019.

Literatuur

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

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 (2020a) [Hernieuwbaar op land naar RES-regio, 2018 en 2019](#), juni 2020.

CBS (2020b), [Rendementen en CO2-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland](#), update 2018, februari 2020.

CBS Statline (2020), [Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, regio](#), augustus 2020.

CE (2020) *Convenant duurzaamheid biomassa Jaarrapportage 2019 en mid-term evaluatie*, juni 2020.

CertiQ (2020), *Statistisch jaaroverzicht 2019*.

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.

Europese Commissie (2013), *Besluit van de Commissie tot vaststelling van de richtsnoeren inzake de berekening van de Hernieuwbare energie uit warmtepompen...*, C(2013) 1082.

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

Eurostat (2019), *SHARES 2018 results*.

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

Jansen, B.I., (2016), *Vernieuwd Emissiemodel houtkachels*, TNO 2016 R10318.

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.

Middelkoop en Segers (2019), [Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2018](#), Website CBS, oktober 2019.

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.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019) [Kamerbrief Kabinetsreactie beleidsevaluatie Investeringssubsidie Duurzame Energie \(ISDE\)](#), november 2019.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2020) [Voortgang SDE++ en eerste openstelling SDE++ 2020](#).

Nederlandse Emissieautoriteit (2015), *Naleving jaarverplichting 2014 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*, NEa, juli 2015.

Nederlandse Emissieautoriteit (2020), *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2019*, juni 2020.

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.

PBL (2020) [EINDADVIES BASISBEDRAGEN SDE++ 2020](#)

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 (2020a), [Projecten in beheer SDE\(+\)](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2020b), [Uitgaven](#).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2020c), *Monitor wind op land 2019*, mei 2020.

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.

Rijksoverheid (2020). [Shell en Eneco bouwen derde windpark op zee zonder subsidie](#). Rijksoverheid, juli 2020.

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. 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

Maria José Linders

André Meurink

Glenn Muller

Reinoud Segers