

A large, light grey logo consisting of the letters 'N' and 'I' in a serif font, positioned behind the main title text.

Nationale Energieverkenning 2014

Nationale Energieverkenning

© Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)
Petten 2014

Eindverantwoordelijkheid

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)

Projectcoördinatie

Michiel Hekkenberg (ECN) en Martijn Verdonk (PBL)

Contact en website

energieverkenning@ecn.nl
www.ecn.nl/energieverkenning

Auteurs, projectteam en inhoudelijke bijdragen

ECN: Michiel Hekkenberg, Bert Daniëls, Ton van Dril, Joost Gerdes, Coen Hanschke, Marit van Hout, Bronia Jablonska, Jeroen de Joode, Paul Koutstaal, Carolien Kraan, Sander Lensink, Marijke Menkveld, Jamilja van der Meulen, Arjan Plomp, Koen Schoots, Jeffrey Sipma, Johan Slobbe, Koen Smekens, Joost van Stralen, Casper Tigchelaar, Omar Usmani, Cees Volkers

PBL: Martijn Verdonk, Philip de Blois, Corjan Brink, Eric Drissen, Hans Elzenga, Gerben Geilenkirchen, Anco Hoen, Robert Koelemeijer, Raymond de Niet, Jos Notenboom, Kees Peek (RIVM), Steven van Polen, Jan Ros, Marian van Schijndel

CBS: Maarten van Rossum, Sjoerd Schenau, Reinoud Segers, Stephan Verschuren, Joram Vuik, Daan Zult

RVO.nl: Verschillende experts van RVO.nl

Stuurgroep

Jaco Stremler (EZ), Diederik de Jong (I&M), Jos van Dalen (BZK), Hans Koning (FIN), Foppe de Haan (SER), Remko Ybema (ECN), Pieter Boot (PBL), Gerard Eding (CBS) en Bert Stuij (RVO.nl)

Opmaak en figuren

Sixtyseven
Remy Jon-Ming Information design

U kunt deze publicatie downloaden. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: M. Hekkenberg en M. Verdonk (2014), Nationale Energieverkenning 2014. ECN-O--14-036. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Deze publicatie is vervaardigd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en de Borgingscommissie Energieakkoord en tot stand gekomen met inhoudelijke bijdragen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl).

ECN

Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) is een internationale toespeler op het gebied van energie-innovatie. Het ECN doet onderzoek op het gebied van zonne-energie, windenergie, biomassa, afval, energiebesparing, milieu en duurzame energiesystemen. ECN beleidsstudies heeft een taakfunctie bij de Nederlandse overheid voor energieverkenningen, beleidsevaluaties en strategische adviezen. ECN en PBL zijn samen verantwoordelijk voor de toekomstverkenningen, de evaluatieve uitspraken en de redactie en editing van het rapport.

PBL

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en altijd wetenschappelijk gefundeerd. ECN en PBL zijn samen verantwoordelijk voor de toekomstverkenningen, de evaluatieve uitspraken en de redactie en editing van het rapport.

CBS

Het Centraal Bureau voor de Statistiek is het nationale statistische bureau verantwoordelijk voor de verzameling van en verwerking van gegevens ten behoeve van nationaal en internationaal maatschappelijk relevante en samenhangende statistieken. Het CBS draagt met haar werk bij aan het maatschappelijk debat. Het CBS is, tenzij anders vermeld, in deze publicatie verantwoordelijk voor de cijfers over de realisaties en mede verantwoordelijk voor de feitelijke toelichting daarop.

RVO.nl

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland ondersteunt ondernemend Nederland met subsidies, zakenpartners, kennis en regelgeving; bij duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. RVO.nl is in deze publicatie verantwoordelijk voor een aantal gegevens over het nu en het verleden uit de uitvoering van verschillende beleidsinstrumenten.



Voorwoord

Energiebeleid staat hoog op de politieke agenda. Onzekerheid over olie en gas uit Rusland en het Midden-Oosten, oliewinning in het noordpoolgebied, aardbevingen door gaswinning in Groningen, het nationale Energieakkoord voor duurzame groei en discussie over schaliegas vragen om een politieke reactie. Het maken van keuzes in energiebeleid is echter niet eenvoudig, omdat er een complex spectrum van belangen op het spel staat. Afwegingen worden belemmerd door onvolledige, onevenwichtige of zelfs onjuiste informatie. Feitelijke en actuele informatie is een cruciale voorwaarde, maar dat alleen is nog niet voldoende. Om informatie te kunnen duiden is een compleet samenhangend beeld van de Nederlandse energiehuishouding nodig. Dat is niet alleen van belang voor beleidsmakers, maar ook voor alle andere partijen in de samenleving die bij die ontwikkelingen een rol spelen, of de gevolgen ervan voelen. De Nationale Energieverkenning heeft de ambitie om dit samenhangende complete beeld te bieden. De politieke antwoorden zult u echter niet vinden in dit boekwerk, dat is aan de beleidsmakers.

Deze Nationale Energieverkenning is tot stand gekomen op initiatief van het Ministerie van Economische Zaken. De beleidsopgaven van het Ministerie vragen om een jaarlijks compleet en feitelijk overzicht van ontwikkelingen in de Nederlandse energiehuishouding. Maar de ambitie van compleetheid en de breedte van de opgave in het nationale Energieakkoord vereisen deelname van meer partijen. Ook de Ministeries van Infrastructuur en Milieu en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, alsmede de Borgingscommissie van het Energieakkoord, hebben daarom als opdrachtgevers opgetreden.

De opdracht is uitgevoerd door ECN Beleidsstudies, het Planbureau voor de Leefomgeving, het Centraal Bureau voor de Statistiek en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. De verzamelde kennis van deze instellingen maakt het duiden van ontwikkelingen uit het verleden en in de toekomst mogelijk. Bovendien geeft de gezamenlijke kennis een goed beeld van de concrete werking van beleid in de praktijk. Op die manier kan de grote samenhang optimaal worden geschetst. Met deze samenwerking is tevens een stap gezet om de informatiestromen rond de Nederlandse energiehuishouding verder op elkaar af te stemmen.

Het consortium is trots dat ze dit product heeft kunnen maken. Toch is ook bescheidenheid gepast: deze eerste Nationale Energieverkenning maakt vast nog niet alle verwachtingen waar. Deze eerste Nationale Energieverkenning kunt u zien als onderdeel van een groeimodel, dat in volgende jaren verder ontwikkeld zal worden. Om te komen tot het product waar u als gebruiker steeds op terugrijpt willen we daarom graag uw commentaar en wensen horen. In de volgende Nationale Energieverkenning in 2015 hopen we hier aan tegemoet te komen.

Namens de samenwerkende instellingen:

Paul Korting (CEO ECN)
Maarten Hajer (directeur Planbureau voor de Leefomgeving)

S

Samenvatting

Nationale Energieverkenning

De Nationale Energieverkenning (NEV) schetst de stand van zaken van de Nederlandse energiehuishouding. De NEV beschrijft daartoe de waargenomen ontwikkeling vanaf 2000 tot heden, en geeft de verwachting voor de verdere ontwikkeling tot 2030. Onderwerpen die aan bod komen betreffen zowel fysieke indicatoren, zoals energievraag, energieaanbod en de emissie van broeikasgassen, als economische factoren, zoals toegevoegde waarde en werkgelegenheid die samenhangen met energie. Hiermee beoogt de NEV een feitenbasis te verschaffen voor het maatschappelijk debat over energie in Nederland.

De NEV geeft de meest plausibele verwachting bij twee ‘beleidsvarianten’. Het toekomstbeeld in de NEV beoogt een weergave te zijn van de meest plausibele ontwikkeling, gebaseerd op inzichten rond prijzen, markten, technologie en beleid volgens de stand per mei 2014. De NEV maakt projecties voor twee verschillende beleidsvarianten, waarin zowel overheidsbeleid als maatregelen en activiteiten van andere maatschappelijke actoren zijn opgenomen. De variant ‘vastgesteld beleid’ gaat uit van concrete, officieel gepubliceerde of zoveel mogelijk bindende maatregelen. De variant ‘voorgenomen beleid’ gaat daarnaast uit van openbare voornemens voor maatregelen die begin mei 2014 concreet genoeg waren om in de berekeningen te verwerken. Veel afspraken uit het Energieakkoord zijn opgenomen binnen de variant voorgenomen beleid.

De toekomst is inherent onzeker. Het interpreteren van projecties is niet goed mogelijk zonder rekening te houden met onzekerheden. Allerlei zaken, zoals prijzen, economische groei, specifieke ontwikkelingen binnen sectoren, of ontwikkelingen in het buitenland kunnen anders lopen dan in de projecties is aangenomen. Waar relevant en mogelijk zijn onzekerheden daarom vertaald naar bandbreedtes in de projecties, die het bereik aangeven waarbuiten een toekomstwaarde zich waarschijnlijk niet bevindt.

Algemeen beeld

De Nederlandse energiehuishouding is gevoelig voor ontwikkelingen in het buitenland. Energieprijzen worden grotendeels bepaald op internationale markten en deze hebben invloed op de binnenlandse energievraag en de binnenlandse energievoorziening. Via deze route hebben recentelijk bijvoorbeeld de ramp met de kerncentrale in Fukushima, de snelle ontwikkeling van schaliegas in de Verenigde Staten en de onrust in het Midden-Oosten invloed gehad op wat er in de Nederlandse energiehuishouding gebeurt. Daarnaast is de open Nederlandse economie afhankelijk van de buitenlandse vraag, en is technologieontwikkeling een mondiale aangelegenheid.

Energie en broeikasgassen ontkoppelen van economische groei. Structurele veranderingen in de samenleving, toepassing van steeds energiezuinigere technologieën en andere energiebesparingsmaatregelen en de opkomst van hernieuwbare energie hebben in het afgelopen decennium gezorgd voor een ontkoppeling van economische groei,

energieverbruik en de emissie van broeikasgassen in Nederland. De verwachting is dat deze ontkoppeling in de periode tot 2030 door zal zetten. Ondanks de aangenomen groei van de economie met 30 procent

tussen 2013 en 2030 blijft het energieverbruik in deze periode naar verwachting vrijwel constant, en zal de emissie van broeikasgassen in deze periode afnemen met 17 [8-23] procent (zie onderstaande kerntabel).

Kerntabel Nationale Energieverkenning

| | 2000 | 2010 | 2012 | 2020 ²⁾ | | 2030 ²⁾ | |
|--|------|------|------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| | | | | V ³⁾ | VV ³⁾ | V ³⁾ | VV ³⁾ |
| bbp (index) | 100* | 113 | 113 | 124 | | 147 | |
| Olieprijs ¹⁾ (US dollar per vat) | 37 | 86 | 113 | 127 | | 143 | |
| Gasprijs ¹⁾ (eurocent per m ³) | 15 | 18 | 23 | 30 | | 32 | |
| Kolenprijs ¹⁾ (euro per ton) | 50 | 88 | 96 | 89 | | 94 | |
| CO ₂ -prijs ¹⁾ (euro per ton) | nvt | 16 | 7 | 9 | 12 | 15 | 21 |
| Finaal energieverbruik ⁶⁾ (petajoule) | 2245 | 2215 | 2185 | 2163 | 2132 | 2193 | 2161 |
| Energiebesparingstempo ⁴⁾ (procent per jaar in voorgaand decennium) | nvt | 1,1 | | 1,0 | 1,2 | 0,7 | 0,7 |
| Aandeel hernieuwbare energie in eindverbruik (procent) | 1,4 | 3,7 | 4,5 | 10,6 (2023: 13,1) | 12,4 (2023: 15,1) | 20 | 20 |
| Broeikasgasemissies (megaton CO ₂ -eq) | 213 | 209 | 192 | 183 | 176 | 161 | 158 |
| waarvan niet-ETS | nvt | 125 | 115 | 97 | 96 | 90 | 89 |
| Energiegerelateerde werkgelegenheid ⁵⁾ (x1000 voltijdbanen) | 81* | 84 | 89 | 106 | | | |
| Toegevoegde waarde als aandeel van bbp ⁵⁾ (procent) | 4,1* | 4,7 | 5,3 | 5,2 | | | |

1) Constante prijzen 2013. 2) Getoonde cijfers kennen forse onzekerheidsbandbreedtes. Deze worden besproken in de betreffende hoofdstukken. 3) V = bij vastgesteld beleid; VV = bij vastgesteld en voorgenomen beleid. 4) Energiebesparingstempo volgens het Protocol Monitoring Energiebesparing, in primaire termen. 5) Waargenomen activiteiten, exclusief activiteiten uit investeringen voor conventionele energieopwekking. 6) Temperatuur gecorrigeerd. * 2001 ipv 2000

Energieverbruik

Het totale energieverbruik van eindverbruikers in Nederland vertoont sinds 2004 een licht dalende trend. Gecorrigeerd voor temperatuurinvloeden was het totale energieverbruik van eindverbruikers in Nederland in het jaar 2013 bijna 3 procent lager dan in het jaar 2000 en ruim 5 procent lager dan in het jaar 2004.

Bij uitvoering van de vastgestelde beleids(maatregelen) neemt het verbruik in de periode 2013 – 2020 waarschijnlijk nog licht verder af, met ongeveer 1 procent. Rekening houdend met onzekerheden zal de verandering van het energieverbruik in 2020 uitkomen binnen een bandbreedte van -6 tot +4 procent ten opzichte van 2013. Vooral in de gebouwde omgeving en het verkeer en vervoer worden trendbreuken verwacht, van stijgend energieverbruik in het verleden naar dalend verbruik het komende decennium. Dit komt door een combinatie van factoren, waaronder een tragere economische groei, langzamere bevolkingsgroei, technologische vooruitgang en meer aandacht voor energie-efficiëntie.

Uitvoering van zowel de vastgestelde als de voorgenomen (beleids)maatregelen leidt tot een verwachte daling van het energieverbruik met ongeveer 2,5 procent tussen 2013 en 2020, binnen een bandbreedte van -8,5 tot +3 procent. Het energieverbruik ligt in deze variant lager vanwege de uitvoering van extra besparingsmaatregelen. Na 2020 neemt het energieverbruik mogelijk weer iets toe, onder andere door groei van de industriële productie.

Energiebesparing

Het gemiddelde jaarlijkse besparingstempo in Nederland was in de periode 2000 – 2010 ongeveer 1,1 procent. Voor de periode 2010 tot 2020 wordt bij uitvoering van de vastgestelde (beleids)maatregelen een jaarlijks besparingstempo van 1,0 procent verwacht. Rekening houdend met onzekerheden zal dit tempo waarschijnlijk binnen de bandbreedte van 0,7 tot 1,2 procent liggen. Het gebruik van steeds zuinigere apparaten en voertuigen en beter geïsoleerde gebouwen zijn hiervoor de belangrijkste verklaring.

Bij uitvoering van zowel de vastgestelde als de voorgenomen (beleids)maatregelen wordt een grotere energiebesparing verwacht, van gemiddeld 1,2 procent per jaar. De onzekerheidsbandbreedte bedraagt dan **1,0 tot 1,4 procent**. De extra besparing wordt voor een belangrijk deel verklaard door uitvoering van maatregelen uit het Energieakkoord. Naar verwachting loopt het besparingstempo na 2020 terug, doordat gangbare maatregelen een grote penetratie hebben bereikt en steeds minder aanvullend effect sorteren.

Nog niet alle energiebesparingsdoelen liggen binnen bereik. De Nederlandse doelstelling volgens de Europese richtlijn energie-efficiëntie wordt bij vastgesteld beleid waarschijnlijk niet gehaald. Wanneer ook rekening wordt gehouden met het voorgenomen beleid, dan ligt het doel naar verwachting binnen bereik. Het doel uit het Energieakkoord van 100 petajoule extra besparing in 2020 wordt met de nu bekende maatregelen in beide beleidsvarianten niet gehaald.

Primaire energievoorziening

Aardgas verliest zijn positie als meest gebruikte energiedrager in Nederland. Het aardgasgebruik in Nederland laat al jaren een dalende trend zien. Een verdere afname van de gasvraag bij eindverbruikers samen met de daling van de gasinzet in gasgestookte elektriciteitscentrales en wkk-installaties leidt ertoe dat deze dalende trend zich tot 2030 voortzet. Het gebruik van steenkool neemt op korte termijn fors toe, om vervolgens tot 2030 terug te lopen. Het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen neemt fors toe. Doordat het gebruik van olie als grondstof in de industrie de komende jaren toeneemt, blijft ondanks dalende vraag naar olieproducten in het verkeer en vervoer de totale vraag naar olie relatief constant. Vanaf het midden van het huidige decennium zal aardolie hierdoor de positie van aardgas als meest gebruikte energiedrager in de energiehuishouding overnemen.

Nederland maakt tussen 2025 en 2030 de omslag van netto-exporteur naar netto-importeur van aardgas. De Nederlandse gasproductie daalt de komende 10 jaar slechts beperkt, maar zal daarna sterk afnemen door uitputting van de voorraden. Ondanks de verwachte dalende gasvraag zal Nederland hierdoor aan het eind van het volgende decennium netto-importeur van aardgas worden.

Elektriciteitsvoorziening en elektriciteitsmarkt

Fossiele brandstoffen hebben een dominante rol in de productie van elektriciteit. In de periode 2000 tot 2010 werd de meeste

elektriciteit met aardgas geproduceerd. Afgelopen jaren, en met name in 2014, neemt dit echter sterk af en neemt de inzet van kolen juist toe.

Dit komt door ongunstige marktomstandigheden voor aardgasgestookte elektriciteitscentrales en warmtekrachtinstallaties. Hier speelt een combinatie van factoren een rol: een relatief lage prijs voor kolen ten opzichte van aardgas, een lage prijs van CO₂-emissierechten, een hoge productiecapaciteit in Nederland en lage elektriciteitsprijzen in Duitsland. De verwachte sluiting van vijf oude kolencentrales in 2016-2017 brengt geen wezenlijke verandering in de marktsituatie, doordat nieuwe kolencentrales in bedrijf zullen komen en de capaciteit van elektriciteitsverbindingen met het buitenland wordt uitgebreid. Voortgaande groei van hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland zal na 2020 ook de marktsituatie voor elektriciteitsproductie uit kolencentrales ongunstiger maken.

De lage groothandelsprijzen van elektriciteit in Nederland blijven de eerstkomende jaren gehandhaafd. De omstandigheden op de elektriciteitsmarkt hebben geleid tot een laag niveau van groothandelsprijzen. Op de langere termijn zullen de prijzen van gas en kolen naar verwachting stijgen. Tezamen met een afname van de overcapaciteit zal hierdoor richting 2020 de elektriciteitsprijs stijgen.

De toename van hernieuwbare elektriciteitsproductie heeft vooral na 2020 een dempend effect op de groothandelsprijs. Wind- en zonnestroom verdringen in de loop van de tijd steeds meer de productie uit gas- en kolencentrales met hogere marginale

productiekosten. Dit leidt na 2020 tot een ongeveer gelijk blijvende groothandelsprijs, ondanks stijgende kolen-, gas- en CO₂-prijzen.

Hernieuwbare energie

Het aandeel hernieuwbare energie zal in het komende decennium fors groeien. In het afgelopen decennium is het aandeel hernieuwbare energie in het eindverbruik gestegen van 1,4 procent in het jaar 2000 tot 4,5 procent in 2013. De eerstkomende jaren wordt nog gematigde groei verwacht, maar onder invloed van onder andere exploitatiesubsidies uit SDE en SDE+, regulering van hernieuwbare energie in vervoer, energieprestatienormen voor gebouwen en fiscale maatregelen, zal dit aandeel vanaf 2017 fors groeien. Deze verwachte groeiversnelling wordt mede verklaard doordat enkele vertraagde grote projecten in 2017 naar verwachting gereed komen.

De groei van hernieuwbare energie kent forse onzekerheden. Die hangen samen met de onzekere ontwikkeling van investeringsbereidheid, kosten, draagvlak en beschikbaarheid van kapitaal. Daarnaast spelen er technologie-specifieke onzekerheden. Zo wordt geconstateerd dat het beleid voor wind op zee volop in beweging is om uitvoering te geven aan de afspraken in het Energieakkoord. Bij vaststaand beleid wordt in 2020 een aandeel van 10,6 procent verwacht. Rekening houdend met deze onzekerheden, zal het aandeel waarschijnlijk liggen binnen een bandbreedte van 9,1 tot 11,1 procent. Wanneer ook het voorgenomen beleid wordt uitgevoerd, ligt het aandeel in 2020 naar verwachting hoger, namelijk op 12,4 procent, binnen een bandbreedte

van 10,5 tot 13,0 procent. Het in Europees verband overeengekomen Nederlandse doel voor hernieuwbare energie (14 procent in 2020) valt buiten de genoemde bandbreedtes.

Groei vindt naar verwachting plaats bij vrijwel alle technologieën, maar de belangrijkste bijdragen komen uit windenergie, zonnestroom en verschillende toepassingen van biomassa. De extra groei bij voorgenomen beleid wordt vooral veroorzaakt door de verwachte meestook van biomassa in kolencentrales en een versnelde groei van wind op zee.

Na 2020 groeit het aandeel hernieuwbare energie door tot ongeveer 20 procent in 2030. Bij vastgesteld beleid wordt een aandeel van 13,1 procent in 2023 verwacht, binnen een bandbreedte van 11,5 en 13,7 procent. Wanneer ook het voorgenomen beleid wordt uitgevoerd, ligt het verwachte aandeel in 2023 op 15,1 procent. Rekening houdend met de onzekerheden zal het aandeel bij voorgenomen beleid in 2023 waarschijnlijk tussen 13,1 en 15,9 procent liggen. De doelstelling uit het Energieakkoord (16 procent in 2023) kan daarmee alleen worden gehaald als alle onzekerheden gunstig uitpakken.

In 2030 zal, onder aanname van voortgaande stimulering van hernieuwbare energie via de eerdergenoemde regelingen, naar verwachting ongeveer 20 procent van het finale energieverbruik van hernieuwbare bronnen afkomstig zijn. Bijna 50 procent van de binnenlands opgewekte elektriciteit zal dan hernieuwbare energie zijn.

Energierekening

Energiebesparing en zonnestroom leiden tot een gemiddeld lagere energierekening voor huishoudens, ondanks de prijsstijging van aardgas en elektriciteit. De gemiddelde energierekening van huishoudens is in het afgelopen decennium flink gestegen. Na een piek in de periode 2006-2009 ligt de gemiddelde rekening sinds 2010 op een relatief stabiel niveau. Door toenemende energiebesparing en eigen opwekking van zonnestroom neemt de gemiddelde levering van gas en elektriciteit aan huishoudens in de periode tot 2020 af. Hoeveel kosten een huishouden hiermee vermijdt hangt uiteraard af van het verbruiksgedrag en de mate waarin van de maatregelen gebruik gemaakt wordt. Gemiddeld is de kostendaling naar verwachting groter dan de stijging van de leveringstarieven en de opslag voor duurzame energie in deze periode, als wordt uitgegaan van de huidige tarieven in de energiebelasting. De gemiddelde rekening is hierdoor in 2020 ongeveer 3,5 procent (60 euro per jaar) lager dan in 2014.

Broeikasgassen

De emissie van broeikasgassen in Nederland vertoont een dalende trend. De totale emissie van broeikasgassen in Nederland is tussen 2000 en 2013 met 9 procent gedaald tot 192 megaton CO₂-equivalenten. Een groot deel van deze daling komt voor rekening van de overige broeikasgassen, die niet gerelateerd zijn aan de energiehuishouding. De totale emissie zal in de periode tot 2030 flink verder dalen, tot 161 megaton bij vaststaand beleid, binnen een onzekerheidsbandbreedte

van 147 tot 175 megaton. Wanneer ook het voorgenomen beleid wordt uitgevoerd, daalt de emissie tot 158 megaton, binnen een bandbreedte van 147 tot 170 megaton. De daling in deze periode komt grotendeels voor rekening van de teruglopende emissie van CO₂ en is sterk energie-gerelateerd. Bij de ongeveer gelijkblijvende energievraag ontstaat deze daling met name door het steeds hogere aandeel hernieuwbare energie.

Nederland zal naar verwachting ruimschoots voldoen aan zijn Europese doel voor de emissie van broeikasgassen in 2020.

Nederland heeft alleen een in Europees verband afgesproken nationale doelstelling voor de emissie van broeikasgassen die niet gereguleerd worden door het systeem van Europese emissiehandel (ETS). Dit doel heeft betrekking op de cumulatieve (niet-ETS) emissie in de periode 2013-2020 en is gesteld op 897 megaton CO₂-equivalenten. De emissie uit bronnen die niet onder het ETS vallen daalt bij vaststaand beleid in de periode 2013-2020 van 105 naar 97 [88-106] megaton CO₂-eq. Bij voorgenomen beleid is de daling iets sterker, naar 96 [87-105] megaton in 2020. De cumulatieve emissie komt bij vastgesteld beleid op ongeveer 811 megaton. Bij voorgenomen beleid bedraagt de cumulatieve emissie in deze periode 808 megaton. Daarmee zal Nederland dus naar verwachting ruimschoots voldoen aan het gestelde doel.

Innovatie

De publieke bestedingen aan energie innovaties in Nederland dalen sinds 2010. Het verloop van de private bestedingen in deze

sector is over die periode onbekend. Een gunstig innovatieklimaat is van belang om op een kostenefficiënte wijze de omschakeling naar een koolstofarm energiesysteem te realiseren. Dit zou tevens kansen kunnen creëren voor het Nederlandse bedrijfsleven. De ontwikkeling van het aantal patenten voor duurzame energie is redelijk vergelijkbaar met het Europese gemiddelde. Nederland loopt wel achter ten opzichte van het wereldgemiddelde. Ten opzichte van het buitenland valt in Nederland het relatief hoge aandeel van patenten voor biomassa op. De aandacht voor innovaties in de energiehuishouding neemt in Nederland toe. Zo is voor de systeeminnovatie wind op zee duidelijk sprake van steeds hechtere samenwerking tussen partijen. Innovatie speelt een belangrijke rol bij de kostenreductie van wind op zee waar Nederland met het Energieakkoord zwaar op inzet. Ook de stimulering van (semi-) elektrische personenauto's in de afgelopen jaren is een krachtige prikkel om innovaties in het personenvervoer te stimuleren.

Groei en werkgelegenheid

Energiegerelateerde activiteiten leveren een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie. Zowel de exploitatie van energie, als investeringen die daaruit voortvloeien zorgen voor toegevoegde waarde en werkgelegenheid. Het aandeel van de waargenomen activiteiten aan het bruto binnenlands product bedroeg in 2012 5,4 procent. Het aandeel in de werkgelegenheid van deze waargenomen activiteiten is met 1,3 procent in 2013 veel kleiner. Met name de winningsbedrijven zorgen voor relatief hoge toegevoegde waarde per werknemer. De economische betekenis van de conventionele

energiesectoren in Nederland is hierdoor zeer groot. Deze sectoren zitten echter in woelig vaarwater. De olie- en gassector krijgt te maken met stagnatie of krimp. De elektriciteitsproducenten kampen met verliezen op gasgestookte centrales en warmtekrachtkoppeling.

Een belangrijk deel van de activiteiten wordt op dit moment niet direct waargenomen ten behoeve van de economische statistiek. Modelbenadering laat zien dat de totale energiegerelateerde werkgelegenheid ruim tweemaal zo groot is als direct wordt waargenomen (200.000 banen in 2013). **Ongeveer de helft van de banen hangt samen met 'duurzame energie-activiteiten'** (hernieuwbare energie en energiebesparing). De verwachting is dat vooral deze duurzame energie-activiteiten in omvang zullen groeien, waardoor het totaal aantal banen in 2020 rond 230.000 zal liggen. De groei vindt in belangrijke mate plaats in de bouwsector. In deze cijfers is geen rekening gehouden met verdringing bij andere activiteiten.

De werkgelegenheid van energie-exploitatie-activiteiten is tussen 2005 en 2013 met 14 procent gestegen. Vooral de exploitatie van aardgas- en elektriciteitsnetwerken en de productie van hernieuwbare energie leverden een belangrijke bijdrage aan deze groei. Naar verwachting zal de werkgelegenheid uit energie-exploitatie tot 2020 ongeveer gelijk blijven. Er vindt een lichte verschuiving plaats van conventionele naar hernieuwbare energie. Na 2020 zet de groei bij hernieuwbare energieproductie door, maar die kan de teruggang in werkgelegenheid door dalende aardgaswinning en andere exploitatie van fossiele energie niet volledig compenseren. Hierdoor neemt de werkgelegenheid uit exploitatie-activiteiten op termijn af.

De waargenomen activiteiten die voortvloeien uit investeringen op het gebied van hernieuwbare energie en energiebesparing groeiden in de periode 2005-2013 hard, namelijk met bijna 60 procent. Met name activiteiten gerelateerd aan zonne-energie (o.a. installatie zonnepanelen) en wind (zowel in offshore activiteiten als in activiteiten op land) zijn de afgelopen jaren sterk gegroeid. De werkgelegenheid gerelateerd aan elektrisch transport is nog klein, maar de afgelopen vier jaar wel flink toegenomen. Investeringen in conventionele energie-activiteiten, zoals de bouw van nieuwe kolencentrales, hebben de afgelopen jaren extra werkgelegenheid opgeleverd. Deze zal de komende jaren weer iets teruglopen door een dalend investeringsniveau. **De investeringen in energiebesparing in de gebouwde omgeving en hernieuwbare energieopwekking zullen leiden tot verdere groei van de bruto werkgelegenheid tot 2020.**



Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Voorwoord | 4 |
| Samenvatting | 6 |
| 1 Inleiding Nationale Energieverkenning | 18 |
| 1.1 Aanleiding en vraagstelling | 19 |
| 1.2 Rollen van de consortium partners | 21 |
| 1.3 Algemene aanpak | 21 |
| 1.3.1 Methoden en algemene uitgangspunten | 21 |
| 1.3.2 Beleidsvarianten en beleidsmatige uitgangspunten | 24 |
| 1.4 Centrale definities en begrippen | 26 |
| 1.5 Leeswijzer | 27 |
| 2 Omgevingsfactoren | 28 |
| 2.1 Beleidsontwikkelingen energie en klimaat | 30 |
| 2.1.1 Zwaartepunt Nederland: uitvoering Energieakkoord | 30 |
| 2.1.2 Zwaartepunt Europa: verder kijken dan uitvoering 2020-raamwerk voor energie- en klimaatbeleid | 31 |
| 2.1.3 Zwaartepunten in omliggende landen | 35 |

| | | | | | |
|-------|---|----|-------|--|-----|
| 2.2 | Economische ontwikkeling van Nederland | 41 | 4 | Sectorale ontwikkelingen | 76 |
| 2.2.1 | Demografische ontwikkelingen | 41 | | | |
| 2.2.2 | Macro-economische ontwikkelingen | 42 | 4.1 | Gebouwde omgeving | 78 |
| 2.2.3 | Sectorale ontwikkelingen | 43 | 4.1.1 | Huishoudens | 79 |
| | | | 4.1.2 | Diensten | 86 |
| 2.3 | Ontwikkelingen op de internationale energiemarkten | 45 | 4.1.3 | Energie en emissie in de gehele sector gebouwde omgeving | 90 |
| 2.3.1 | Ontwikkeling oliemarkten | 45 | 4.2 | Verkeer en vervoer | 92 |
| 2.3.2 | Ontwikkeling aardgasmarkt | 46 | 4.3 | Landbouw | 97 |
| 2.3.3 | Ontwikkeling kolenmarkten | 47 | 4.4 | Industrie | 101 |
| 2.3.4 | Ontwikkeling bio-energiemarkten | 48 | 4.5 | Energievoorziening | 105 |
| 2.3.5 | Ontwikkeling Europese elektriciteitsmarkt | 49 | 4.5.1 | Elektriciteitsvoorziening | 105 |
| | | | 4.5.2 | Warmtevoorziening | 112 |
| 3 | Nationale ontwikkelingen: energie en broeikasgassen | 52 | 4.5.3 | Aardgasvoorziening | 114 |
| | | | 4.5.4 | Olie en motorbrandstoffen | 115 |
| | | | 4.5.5 | Energie infrastructuur | 116 |
| 3.1 | Energievraag door eindverbruikers | 54 | 4.6 | Overige broeikasgassen | 116 |
| 3.1.1 | Ontwikkeling van de finale energievraag | 55 | 4.6.1 | Overige broeikasgassen uit de landbouw | 117 |
| 3.2 | Energieaanbod | 57 | 4.6.2 | Overige broeikasgassen uit de overige sectoren | 118 |
| 3.2.1 | Ontwikkeling Nederlandse energiemix | 57 | | | |
| 3.2.2 | Ontwikkeling hernieuwbare energie | 58 | | | |
| 3.3 | Energiebesparing en energie-intensiteit | 64 | | | |
| 3.3.1 | Energie- intensiteit | 65 | | | |
| 3.3.2 | Energiebesparing | 66 | | | |
| 3.4 | Emissie van broeikasgassen | 70 | | | |

| | | | | | |
|----------|--|------------|------------|---|------------|
| 5 | Innovatie in het energiesysteem | 120 | 6.5 | De betekenis van energie voor export en import | 155 |
| 5.1 | Van ontdekking tot marktpenetratie | 122 | 6.6 | De energiesector economisch in beeld | 157 |
| 5.2 | Innovatieklimaat in Nederland | 124 | | | |
| 5.2.1 | Beschikbaar budget | 124 | | Referenties | 162 |
| 5.2.2 | Beginfase van toepassing | 126 | | | |
| 5.2.3 | Betrokkenheid en samenwerking | 127 | | | |
| 5.2.4 | Onderzoeksresultaten vertaald in patenten | 127 | | Bijlage A Maatregelen meegenomen in de NEV | 170 |
| 5.3 | Specifieke systeeminnovaties | 129 | | | |
| 5.3.1 | Elektrische personenauto's | 129 | | | |
| 5.3.2 | Windenergie op zee | 132 | | | |
| 6 | Groei en werkgelegenheid | 136 | | | |
| 6.1 | Afbakening van energiegerelateerde economische activiteiten | 139 | | | |
| 6.2 | Exploitatieactiviteiten: Productie, handel en transport van energie | 143 | | | |
| 6.3 | Investerings in de energie-exploitatie | 147 | | | |
| 6.4 | Economische activiteiten voortvloeiend uit investeringen in de energie-exploitatie | 151 | | | |

1

Inleiding Nationale Energieverkenning

Ter inleiding op de Nationale Energieverkenning (NEV) wordt in dit hoofdstuk de aanleiding, het doel en de ambitie van de verkenning toegelicht. Benadrukt wordt dat deze eerste NEV past in een groeimodel met als doel om de komende jaren de gegevens en onderliggende methoden steeds beter op elkaar te laten aansluiten. De inleiding gaat tevens in op de methodes en definities die aan de NEV ten grondslag liggen.

1.1 Aanleiding en vraagstelling

De Nederlandse energiehuishouding is in beweging

Verskillende gebeurtenissen en ontwikkelingen hebben in de afgelopen jaren grote invloed gehad op zowel de vraag naar energie als de energievoorziening zelf. De economische recessie leidde eind 2008 tot een ongekend snelle daling van de industriële productie, waardoor de vraag naar energie eveneens snel daalde. Ook is gebleken dat Nederland niet immuun is voor ontwikkelingen in het buitenland. Vanwege de hoge aandelen zon- en windenergie en kolencentrales in de Duitse elektriciteitsvoorziening importeert Nederland stroom tegen tarieven waartegen Nederlandse gascentrales niet meer winstgevend kunnen produceren. De snelle ontwikkeling van schaliegas in de Verenigde Staten heeft daarnaast tot lagere kolenprijzen geleid waardoor veel Europese

kolencentrales, niet belemmerd door de lage CO₂-prijzen, meer zijn gaan produceren. In Nederland zelf zijn we ons, mede door de aardbevingen in Groningen, veel bewuster geworden van de eindigheid van onze eigen gaswinning. Aan de horizon doemt het moment op dat we van netto exporteur een netto importeur van gas worden. Deze ontwikkelingen vragen om een maatschappelijke reactie.

Transitie naar een duurzaam, klimaatvriendelijk energiesysteem

De Nederlandse overheid voert samen met belanghebbenden en andere Europese lidstaten beleid om de energiehuishouding in enkele decennia te transformeren naar een koolstofarme energiehuishouding. Dit zou tevens economische kansen moeten creëren voor nieuwe, duurzame groei. De Europese klimaat- en energiedoelen voor 2020 zijn daarvoor een eerste stap. Het gevoerde beleid is een complex

raamwerk van normen, subsidies, convenanten en andere vormen van regelgeving, gericht op vrijwel alle onderdelen van de economie, die zowel veranderingen op de korte termijn (tot 2020) moeten bewerkstelligen als de innovatieve oplossing voor verdere decarbonisatie van het energiesysteem (tot 2050) moeten leveren. De effecten van dit beleid beginnen steeds meer zichtbaar te worden. Zo neemt de aandacht voor energiebesparing steeds meer toe en verovert hernieuwbare energie een steeds grotere plek in de energievoorziening. Momenteel is de energiehuishouding in Nederland echter nog grotendeels gebaseerd op fossiele energie en kent deze een relatief hoge emissie van broeikasgassen. Dat impliceert dat er nog grote veranderingen nodig zijn, die consequenties zullen hebben voor de hele samenleving.

Nationale Energieverkenning biedt brede kennisbasis voor maatschappelijk debat

Om het maatschappelijke en politieke debat over onze toekomstige energiehuishouding te kunnen voeren is heldere en feitelijke informatie over de stand van zaken en de verwachte ontwikkelingen essentieel. Het is de ambitie van de Nationale Energieverkenning (NEV) om in deze informatiebehoefte te voorzien. De NEV biedt inzicht in zowel de fysieke kant van de energiehuishouding, met details en samenhang van verschillende onderdelen, als economische aspecten, zoals investeringen, kosten en werkgelegenheid. Door de realisaties uit het verleden te verbinden met verwachte ontwikkelingen in de toekomst (ramingen), brengt de NEV trends en afhankelijkheden in beeld.

Consortium biedt een onafhankelijke duiding van trends

De ministeries van Economische Zaken, van Infrastructuur & Milieu

en van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (Wonen) en de Borgingscommissie van het Energieakkoord hebben het consortium gevraagd om jaarlijks een Nationale Energieverkenning uit te voeren. Het consortium bestaat uit het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl). Gezamenlijk heeft dit consortium de beschikking over de gegevens en de expertise om de trends in de energiehuishouding te presenteren, op een onafhankelijke wijze te duiden en in de juiste context te plaatsen. Door het *jaarlijks* uitbrengen van deze Nationale Energieverkenning kan het maatschappelijke debat rekenen op een consistente en actuele informatiebasis.

Eerste NEV past binnen een groeimodel

U heeft de eerste Nationale Energieverkenning in handen. Deze past in een groeimodel waarbij gebruikte methoden en dataverzameling de komende jaren steeds verder op elkaar worden afgestemd om zo de onderlinge consistentie en waar mogelijk de beleidsrelevantie van de NEV verder te vergroten. Jaarlijks zullen er in de NEV thema's en onderwerpen worden uitgewerkt die aansluiten bij de actualiteit.

Informatiebron voor rapportageverplichtingen

De Nationale Energieverkenning heeft tevens een rol in de diverse rapportageverplichtingen die Nederland kent rond de energiehuishouding en het energiebeleid. De NEV biedt onder andere op nationaal niveau een basis voor rapportages aan de Tweede Kamer en de rapportagecyclus van de Borgingscommissie van het Energieakkoord. Op Europees niveau biedt de NEV de informatie voor verschillende

rapportages aan de Europese Commissie. Op mondiaal niveau kan de NEV behulpzaam zijn voor rapportages aan onder andere de Verenigde Naties en het Internationale Energie Agentschap. Cijfers in de NEV zullen overigens niet altijd precies overeen komen met de cijfers in internationale rapportages over energie en CO₂. Internationale rapportages gebruiken soms afwijkende definities en vragen in het algemeen statistieken die definitief zijn vastgesteld. In de NEV wordt ook gebruik gemaakt van (nader) voorlopige statistieken om zo actueel mogelijk te zijn.

1.2 Rollen van de consortium partners

De Nationale Energieverkenning is door samenwerking tussen ECN, PBL, CBS en RVO.nl tot stand gekomen. Alhoewel de Nationale Energie Verkenning namens dit consortium is opgesteld, heeft ieder instituut daarin een eigen rol en verantwoordelijkheid. ECN was verantwoordelijk voor de algemene coördinatie, met het PBL als mede-coördinator. ECN en PBL zijn daarnaast verantwoordelijk voor de cijfers en teksten over de projecties rond de energiehuishouding en de energiegerelateerde CO₂-emissies. De teksten over realisaties zijn een gezamenlijke verantwoordelijkheid van alle consortiumpartners. ECN heeft een aparte verantwoordelijkheid voor de projecties met betrekking tot de werkgelegenheidseffecten. Het PBL is samen met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verantwoordelijk voor de cijfers over de niet-CO₂ broeikasgasemissies. Het CBS is verantwoordelijk voor de historische cijfers over de realisaties van het energieverbruik, het energie-aanbod en de economische indicatoren. RVO.nl, tenslotte,

heeft actuele energiegerelateerde bedrijfseconomische gegevens en informatie over beleid in wording ingebracht.

1.3 Algemene aanpak

1.3.1 Methoden en algemene uitgangspunten

Vernieuwend product met beproefde basis

De Nationale Energieverkenning 2014 is een vernieuwend product, maar met een beproefde basis. De NEV vindt zijn belangrijkste basis in de methodieken van de referentieramingen van ECN en PBL (ECN & PBL 2010, PBL & ECN 2012), de energiebalansstatistieken en de economische radar duurzame energie van het CBS (CBS, 2013). Ten behoeve van de NEV zijn deze methoden waar nodig aangepast en uitgebreid met aanvullend deelonderzoek. De NEV bouwt daarmee voort op bestaande en bewezen onderzoeksmethoden die worden toegepast door ECN, PBL, CBS en RVO.nl. In vergelijking met de referentieramingen plaatst de NEV 2014 de verwachte trendontwikkelingen meer in een historisch perspectief en geeft meer aandacht aan ontwikkelingen op de korte termijn. Daarnaast neemt de NEV niet alleen de fysieke ontwikkelingen maar ook de economische aspecten en de innovatieprocessen mee, waardoor een meer integrale beschouwing van het energiesysteem ontstaat.

Activiteiten bepalen het energieverbruik en de emissies

De NEV 2014 gebruikt bottom-up analyses om een energiebalans

van de Nederlandse energiehuishouding te construeren, zowel voor het verleden als de toekomst. Ontwikkelingen in de verschillende maatschappelijke en economische sectoren die tot een energievraag leiden of waardoor energie geproduceerd wordt zijn geanalyseerd. Op basis daarvan zijn alle energiestromen in kaart gebracht. Daarbij wordt zoveel mogelijk gewerkt vanuit de kwantitatieve ontwikkeling van de activiteiten zelf, zoals de productie van goederen, het gebruik van apparaten, het verwarmen van gebouwen en het aantal gereden kilometers. Voor de historie wordt daarvoor de feitelijke informatie verzameld door het CBS uit vragenlijsten voor bedrijven en registraties van netbedrijven en overheden. Voor de toekomstprojecties worden de verwachte veranderingen van deze activiteiten berekend op basis van aannames over ontwikkelingen in de economie, demografie en energiemarkten. De projecties houden daarbij zoveel mogelijk rekening met aangekondigde projecten en voornemens van overheden en andere maatschappelijke actoren. De verwachte activiteitsniveaus worden vervolgens omgerekend naar het daarbij horende energieverbruik en de daarvoor benodigde energieproductie. Daarbij spelen de verwachte technologische ontwikkelingen een belangrijke rol, zoals een verbetering van de energie-efficiëntie en veranderingen in de brandstofmix voor elektriciteitsproductie. Het energieverbruik wordt tenslotte omgerekend naar CO₂-emissies. De overige broeikasgasemissies worden uit de activiteitsniveaus van daarvoor relevante activiteiten bepaald.

De NEV 2014 maakt gebruik van een combinatie van modellen voor de verschillende onderdelen van de energiehuishouding, die onderling gegevens uitwisselen. Gezamenlijk leiden deze tot een volledige en consistente energiebalans voor Nederland. Een beknopte toelichting op

de gebruikte modellen en de daarbij gehanteerde uitgangspunten (ECN 2013) is beschikbaar op de NEV-website.

De methoden die zijn gehanteerd bij het bepalen van de economische indicatoren (toegevoegde waarde, investeringen en werkgelegenheid) zijn voor wat betreft de waarnemingen beschreven in CBS (2014a, 2014b). Voor de projecties is een methode gehanteerd waarbij de economische ontwikkeling van de exploitatiesectoren is afgeleid uit de volume- en prijsontwikkelingen van de belangrijkste energieproducten van deze sectoren. Daarbij is ook rekening gehouden met de inkoopkosten van energie. Voor de reële lonen, arbeidsproductiviteit en ontwikkeling van vaste kosten zijn voor de sectoren representatieve trends aangehouden. De toekomstige investeringen in energieproductiecapaciteit zijn gebaseerd op in de verkenning opgenomen ontwikkelingen.

Genoemde beschrijvingen, verschillende achtergronddocumenten en een rubriek frequently asked questions zijn ontsloten via de NEV-website.

Referentiescenario NEV 2014

De toekomst is inherent onzeker. Ontwikkelingen in economie, demografie, brandstofprijzen, technologie en menselijk gedrag zijn slechts beperkt te voorspellen. Omdat deze factoren een grote invloed uitoefenen op de energiehuishouding kennen de NEV-toekomstprojecties onvermijdelijk een grote onzekerheid. Het doel van de NEV is echter niet om alle mogelijke ontwikkelingen en onzekerheden in kaart te brengen, maar om op basis van de meest

actuele inzichten over genoemde factoren een beeld te geven van de meest plausibele toekomstsituatie. De NEV 2014 geeft daarom één inschatting van de toekomst voor deze veelal exogene ontwikkelingen. Er ontstaat daarmee een scenario dat het voorwaardelijke uitgangspunt vormt voor de projecties: als de ontwikkelingen zo gaan als wordt aangenomen, dan zijn de consequenties voor de energiehuishouding zoals beschreven. Dat neemt overigens niet weg dat er (grote) onzekerheden zijn rond (exogene) factoren zoals de olieprijs. Daarom wordt gewerkt met onzekerheidsbandbreedtes (zie hieronder).

Twee beleidsvarianten voor energie- en klimaatbeleid

De ontwikkeling van de energiehuishouding wordt verder beïnvloed door beleid van overheden en maatregelen van andere maatschappelijke actoren, zoals bedrijven. Energie- en klimaatbeleid is niet statisch, maar wordt regelmatig bijgesteld om de ontwikkeling van de energiehuishouding in de gewenste richting bij te sturen. Het referentiescenario van de NEV 2014 gebruikt twee beleidsvarianten, die slechts verschillen in welke beleidsinstrumenten en afspraken worden meegenomen.

De beleidsvariant 'vastgesteld beleid' geeft de verwachte ontwikkeling van de energiehuishouding bij uitvoering van het beleid dat via wetten en bindende afspraken is geïnstrumenteerd. De variant 'voorgenomen beleid' neemt ook voorgenomen beleidsmaatregelen mee, die nog niet formeel zijn vastgelegd maar al wel openbaar en voldoende concreet zijn. Het verschil tussen beide varianten geeft daarmee een beeld van het effect van de beleidsvoornemens. Paragraaf 1.4.2 geeft meer detail over de precieze invulling van de beleidsvarianten, en over hoe de afspraken uit het Energieakkoord hierin zijn verwerkt.

Onzekerheidsbandbreedtes en middenwaardes

Om een beeld te geven van de onzekerheden in de resultaten worden in de NEV 2014 op verschillende plaatsen bandbreedtes gehanteerd. Ook de effecten van beleidsmaatregelen kunnen onzeker zijn, omdat de beïnvloeding van (markt)gedrag meestal moeilijk voorspelbaar is. De NEV varianten gaan uit van de meest plausibele inschatting van het beleidseffect, op basis van berekeningen en expertinschattingen. De bandbreedtes houden rekening met de onzekerheid in dit beleidseffect. De onzekerheidsbandbreedtes geven een 90 procent-betrouwbaarheidsinterval. Dat betekent dat uitkomsten buiten de bandbreedte zeer onwaarschijnlijk, maar wel voorstelbaar zijn. Het effect van onzekere ontwikkelingen is niet integraal doorgerekend. Zeker bij tegelijk optreden van belangrijke afwijkingen kunnen effecten elkaar versterken. De onzekerheidsanalyse houdt daarmee geen rekening. Ook met extreme externe gebeurtenissen, zoals oorlogen of grote rampen, wordt in de bandbreedte geen rekening gehouden.

Correctie voor weersinvloeden

Een speciale variabele is die van weersinvloeden. Koude of warme winters of zomers hebben een significante invloed op het energieverbruik en zon- en windrijkeheid heeft invloed op de productie hernieuwbare energie. De NEV 2014 maakt gebruik van temperatuurgecorrigeerde waarden van het gerealiseerde energieverbruik, zodat de trends in de energiehuishouding beter zichtbaar worden. De gepresenteerde waarden wijken daardoor veelal af van de gerapporteerde statistiek. Uitzonderingen hierop vormen de historische waarden voor broeikasgasemissies, waarvoor waarden worden gepresenteerd die niet gecorrigeerd zijn voor variaties in het weer.

Alle projecties gaan uit van de verwachte gemiddelde temperatuur in elk jaar, rekening houdend met de stijgende trend in de temperatuur. Onzekerheid met betrekking tot afwijkingen van de gemiddelde jaartemperaturen zijn niet meegenomen in de bandbreedtes.

NEV sluit zoveel mogelijk aan bij definities van energiebeleid

De NEV sluit zo veel mogelijk aan bij de definities van energieverbruik, energiebesparing en emissie van broeikasgassen zoals die gebruikt worden in het energiebeleid. Doordat verschillende energiebeleidsdoelen niet altijd dezelfde afbakening hebben, kunnen de relevante ontwikkelingen op basis van verschillende definities beschreven worden. Daarbij valt een gedeelte van het energieverbruik momenteel buiten elk van de beleidsdoelen voor energie, terwijl de NEV de gehele energiehouding beschrijft.

In de NEV is daarom uitgegaan van de specifieke beleidsdefinities daar waar energiebesparing of emissies worden vergeleken met de betreffende beleidsdoelen. In overige gevallen wordt zoveel mogelijk uitgegaan van algemeen toepasbare definities. Waar van deze definities wordt afgeweken, is dit specifiek vermeld.

NEV 2014 gebruikt meest recente statistiek

Bij het bepalen van toekomstige ontwikkelingen in de energiesector en emissies zijn de gebruikte modellen zoveel mogelijk afgestemd op de meest recente statistieken. In veel gevallen is gebruik gemaakt van voorlopige cijfers voor 2013, anders is teruggevallen op 2012. In uitzonderingsgevallen zijn gegevens van eerdere jaren gebruikt. De economische cijfers voor de realisaties zijn gebaseerd op de gereviseerde cijfers van

de Nationale rekeningen (CBS 2014c) en de herziene cijfers van de Economische Radar duurzame energiesector (CBS 2014b).

NEV 2014 gebruikt prijspeil 2013

Alle bedragen in de NEV 2014 worden weergegeven volgens het gemiddelde prijspeil in 2013, tenzij anders vermeld. Historische bedragen zijn voor inflatie gecorrigeerd via de Europees geharmoniseerde inflatiecorrectiemethode (HICP). Waar relevant is in de berekeningen voor het toekomstige inflatieniveau in 2014 en 2015 1,5 procent aangenomen, en in alle latere jaren 2 procent¹. De wisselkoers van de euro met U.S. dollars betreft de gemiddelde wisselkoers in 2012, conform de Macro Economische Verkenning 2014 (uit september 2013) van het CPB 1,28 dollar per euro.

1.3.2 Beleidsvarianten en beleidsmatige uitgangspunten

Varianten met toekomstig energie- en klimaatbeleid

Zoals beschreven presenteert de NEV twee beleidsvarianten: 'vastgesteld beleid' en 'voorgenomen beleid'. In deze beleidsvarianten zijn de beleidsmatige uitgangspunten van het Nederlandse en Europese beleid, inclusief de afspraken uit het Energieakkoord, opgenomen. De variant 'vastgesteld beleid' omvat de maatregelen die door de Rijksoverheid of de Europese Unie zijn gepubliceerd en maatregelen die door marktpartijen, 'maatschappelijke organisaties en andere

¹ In hoofdstuk 6 is het inflatieniveau in 2015 op 2 procent verondersteld.

overheden bindend zijn vastgelegd per eind april 2014. Enkele afspraken uit het Energieakkoord die reeds concreet en bindend zijn vastgelegd zijn ook in deze variant opgenomen. De variant 'voorgenomen beleid' neemt naast de vastgestelde maatregelen ook beleidsvoornemens mee. Voorgenomen maatregelen zijn meegenomen voor zover dat in mei 2014 openbaar was, officieel medegedeeld, en concreet genoeg uitgewerkt. Een groot deel van de afspraken uit het Energieakkoord valt hieronder (zie ook hieronder). Tabel 1.1 geeft enkele belangrijke maatregelen en verschillen tussen de varianten. Een volledig overzicht van maatregelen die in de NEV 2014 zijn meegenomen, is weergegeven in bijlage A.

Tabel 1.1 Belangrijke verschillen tussen NEV beleidsvarianten

| NEV variant | Enkele belangrijke maatregelen |
|---|---|
| Vastgesteld beleid | <ul style="list-style-type: none"> - Europese emissiehandel (ETS) - Europese energie- en CO₂-normen voor voertuigen en apparaten - subsidies hernieuwbare energie (o.a. SDE+) - sluiting vijf kolencentrales |
| Vastgesteld en voorgenomen beleid | Belangrijke verschillen met variant vastgesteld beleid: <ul style="list-style-type: none"> - verlaging emissieplafond ETS - aanscherping energienormen gebouwen - meeste afspraken uit het Energieakkoord |
| Vastgesteld beleid (strikt) en voorgenomen beleid | Belangrijke verschillen met variant vastgesteld en voorgenomen beleid: <ul style="list-style-type: none"> - geen nieuwe openstellingen van subsidies voor hernieuwbare energie vanaf 2023 - geen verplicht aandeel hernieuwbare energie vervoer na 2020 |

Tenzij beleidsinstrumenten specifiek als eenmalige of kortlopende instrumenten zijn vormgegeven is het algemene uitgangspunt dat beleidsinstrumenten in de toekomst in principe met gelijkblijvende intensiteit doorlopen, ook waar dit formeel niet is vastgelegd. Voor enkele instrumenten met betrekking tot hernieuwbare energie bestaat daarover echter significante onzekerheid. De Europese richtlijnen voor brandstofkwaliteit en hernieuwbare energie lopen expliciet tot en met 2020, waardoor de verplichting voor een aandeel hernieuwbare energie voor vervoer na 2020 op basis van EU-wetgeving niet langer gestimuleerd wordt. Ook is bij het ontbreken van een bindend nationaal doel voor hernieuwbare energie na 2023 onzeker of na dat jaar nieuwe SDE+-beschikkingen zullen worden uitgegeven, gegeven de discussie over Europese klimaat- en energie-doelen en een Europese harmonisatie van de stimulering van hernieuwbare energie. De NEV 2014 presenteert daarom specifiek met betrekking tot hernieuwbare energie een extra beleidsvariant, waarin een striktere interpretatie van deze instrumenten is toegepast. Deze variant is verder gelijk aan de variant voorgenomen beleid.

Afspraken Energieakkoord nog beperkt uitgewerkt

In 2013 is onder auspiciën van de SER het Energieakkoord getekend (SER 2013). Hierin heeft een groot aantal verschillende maatschappelijke organisaties, inclusief ministeries, een groot aantal afspraken vastgelegd. Het akkoord betreft zowel procesmatige afspraken en doelen, als uit te voeren maatregelen, zoals het instellen van een fonds om energiebesparing in gebouwen te financieren. Voor zover de afspraken voldoen aan de criteria die gelden voor vastgesteld en voorgenomen beleid zijn deze opgenomen in de beleidsvarianten voor vaststaand of voorgenomen beleid. Voor de invulling van de beleidsvarianten is zo goed als mogelijk

aangesloten bij het proces dat via de Borgingscommissie van het Energieakkoord loopt ten behoeve van de jaarlijkse voortgangsrapportage Energieakkoord (SER 2014).

De meeste afspraken en maatregelen van het Energieakkoord waren ten tijde van dit schrijven echter nog onvoldoende concreet uitgewerkt. Om toch rekening te kunnen houden met het Energieakkoord is er, voor zover dat nodig was, uitgegaan van de veronderstelde invulling zoals die is gehanteerd in de beoordeling van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013). Vanwege de onzekerheid over de invulling van die afspraken is het effect ervan dus ook nog niet goed te bepalen. Deze onzekerheid is daarom opgenomen in de onzekerheidsbandbreedtes.

1.4 Centrale definities en begrippen

Energieverbruik: Centraal in de NEV staat het energieverbruik bij eindverbruikers, het finaal energieverbruik. Voor het sectorale energieverbruik bestaat dit uit de som van het verbruik van energiedragers voor energiedoelinden die binnen de sector worden gebruikt. In geval van inzet voor eigen opwekking van warmte en/of elektriciteit wordt niet de input, maar de output in de vorm van de geproduceerde warmte en elektriciteit meegeteld. Het maakt voor die definitie dus niet uit of de warmte en elektriciteit door de gebruiker zelf wordt opgewekt of van externe leveranciers wordt betrokken. Voor het nationale totaal eindverbruik wordt aangesloten bij de Europese definitie van het bruto eindverbruik. Dat bestaat uit de optelsom van het sectorale finale energieverbruik, met daarbovenop het gebruik voor vliegverkeer en netverliezen. Het

bruto eindverbruik dient als noemer voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie. Naast het finaal verbruik behandelt de NEV ook het primaire energieverbruik. Hierin zijn ook de omzettingsverliezen meegenomen, met name bij de elektriciteitsopwekking. De energiedragers die niet voor energiedoelinden worden verbruikt, met name als grondstof in de chemie en kunstmestindustrie, vallen grotendeels buiten de scope van het energiebeleid. Dat geldt ook voor de bunkers van de internationale zee- en luchtvaart. Toch zijn deze posten omvangrijk en relevant voor de CO₂-emissie en de energievoorzieningszekerheid.

In sommige gevallen wordt ook het verbruikssaldo van energie als maat voor energieverbruik gebruikt. Dit saldo betreft de som van alle energiedragers die in een sector worden verbruikt, minus de levering van energiedragers vanuit die sector naar andere sectoren.

Kortweg is **energiebesparing** hetzelfde doen met minder energieverbruik. De meest breed gedragen definitie in het nationale energiebeleid is vastgelegd in het protocol monitoring energiebesparing (PME) (Boonekamp et al. 2001). Dit wordt ook als algemene maat voor besparing in de NEV gebruikt. Veranderingen in energieverbruik worden op basis van dit protocol toegeschreven aan volumeveranderingen (meer of minder van een bepaalde activiteit), structuurveranderingen ('iets anders doen' in plaats van 'hetzelfde') en energiebesparing. Het besparingsniveau wordt berekend in termen van het primair energieverbruik; besparingen in het eindverbruik worden weergegeven in de hoeveelheid primaire energie die daarmee wordt vermeden. Daarmee vallen ook de ontwikkelingen in efficiëntie van de energieopwekking binnen de definitie.

De methode voor het bepalen van energiebesparing die gebruikt wordt in de Europese richtlijn energie-efficiëntie (EED) is een zeer complex. Lidstaten kunnen van een aantal posten zelf bepalen of deze wel of niet meetellen. De richtlijn bevat een cumulatief doel voor de totale bespaarde energie in de periode 2014-2020, en een doel voor het gemiddelde jaarlijkse besparingstempo. Het gaat in die richtlijn alleen om de energiebesparing die een lidstaat behaalt via nationale maatregelen; besparing die het gevolg is van Europese regelgeving telt niet mee.

In het Energieakkoord zijn twee doelen ten aanzien van energiebesparing opgenomen, die een verschillende afbakening hebben. Het '100 petajoule doel' heeft betrekking op extra besparing in 2020 op finaal energieverbruik ten opzichte van de besparing die zonder het Energieakkoord al verwacht werd. Het doel 'energiebesparingstempo 1,5 procent' heeft betrekking op het totale nationale energiebesparingstempo bij eindverbruikers; de definitie verschilt daarmee van het besparingstempo in de EED. Energiebesparing door efficiëntere energie-omzetting valt buiten beide definities.

Broeikasgasemissie: Voor broeikasgassen wordt in de NEV uitgegaan van definities volgens de richtlijnen van het Intergouvernementele Panel over Klimaatverandering (IPCC) uit 1996. Dit betekent onder meer dat de emissie door internationale lucht- en zeevaart niet wordt toegerekend aan de nationale emissie. Voor de emissie in 2013 gaan de (voorlopige) officiële statistieken uit van de IPCC-richtlijnen uit 2006. Omdat de NEV 2014 daar nog geen rekening mee kon houden, zijn de vermelde emissiecijfers over 2013 een inschatting uitgaande van de richtlijnen uit 1996.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de factoren die bepalend zijn voor de ontwikkeling van de Nederlandse energiehuishouding, zoals de ontwikkeling van de economie, energieprijzen en het energie- en klimaatbeleid. Hoofdstuk 3 gaat in op de ontwikkeling van de energievraag en de energievoorziening op nationaal niveau. Belangrijke beleidsindicatoren zoals energiebesparing, hernieuwbare energie en de emissie van broeikasgassen komen daarin aan bod. In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op de nationale ontwikkelingen, door de ontwikkeling per sector te beschrijven. Achtereenvolgens worden daarbij de gebouwde omgeving, verkeer en vervoer, landbouw, industrie en de verschillende onderdelen van de energievoorziening onder de loep genomen. Ook de ontwikkeling van de overige broeikasgassen wordt in dit hoofdstuk behandeld. Hoofdstuk 5 belicht het innovatieproces en de omgeving waarbinnen dat plaatsvindt. Het hoofdstuk focust op de rol van innovatie binnen de transitie naar een koolstofarme energiehuishouding op de lange termijn. Er wordt ingezoomd op de innovatietrajecten van twee voor de energietransitie belangrijke technologieën: elektrische personenauto's en wind op zee. Hoofdstuk 6, tenslotte, beschrijft de ontwikkelingen van werkgelegenheid, toegevoegde waarde, investeringen en internationale handel die samenhangen met energiegerelateerde activiteiten. De cijfermatige resultaten zijn te raadplegen in de tabellenbijlage die als losse bijlage is gepubliceerd op de websites van de consortiumpartners. Daarnaast zijn resultaten van deze NEV te raadplegen op de MONIT-website (<http://monitweb.energie.nl>). Daar kunt u zelf grafieken en tabellen maken van onder meer het Nederlandse energieverbruik en emissies, vanaf 1990 tot nu, naar behoefte uitgebreid met toekomstige jaren.

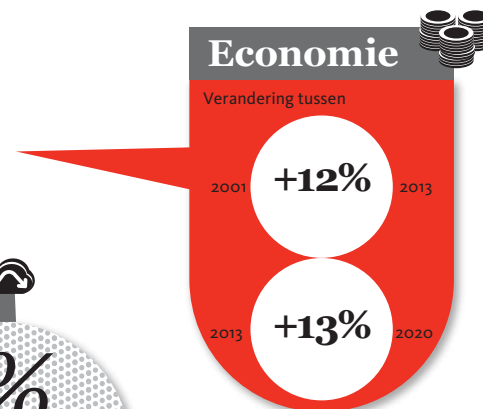
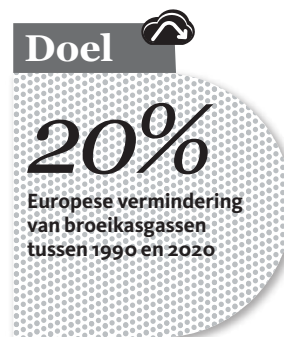
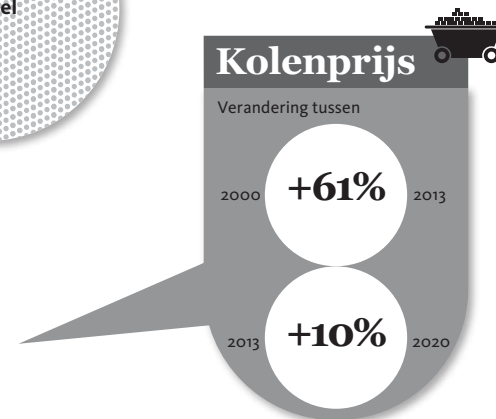
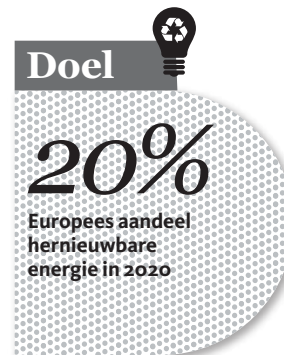
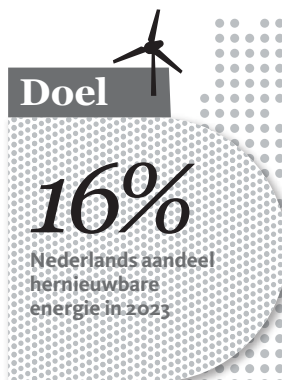
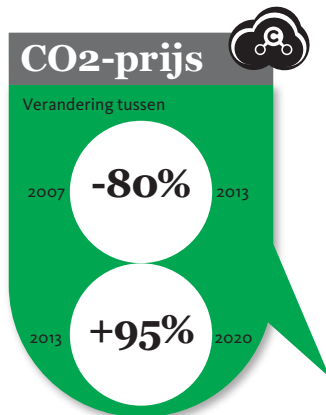
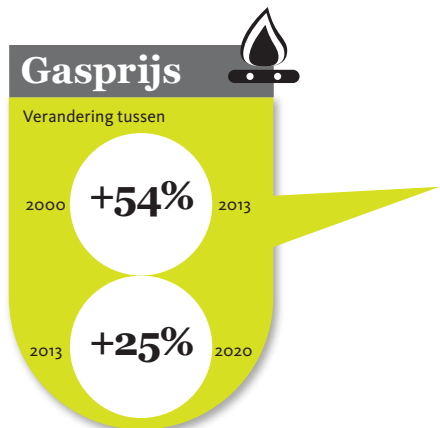
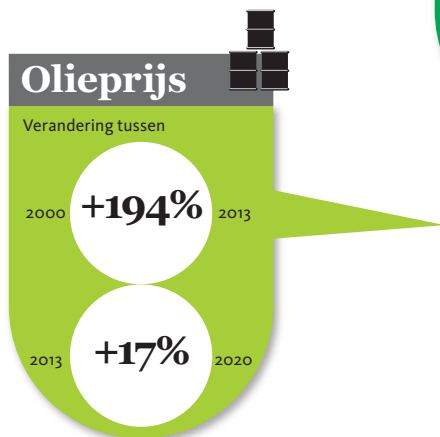
2 Omgevings- factoren

In dit hoofdstuk staan de factoren centraal die bepalend zijn voor de ontwikkeling van de Nederlandse energiehuishouding.

Belangrijke bevindingen in dit hoofdstuk zijn:

- De economie blijft groeien, maar met een lager tempo dan voor de recessie van 2008.
- Prijzen van fossiele brandstoffen stijgen in de toekomst verder. De prijs van CO₂-emissierechten is in de afgelopen jaren flink gedaald, maar zal naar verwachting weer geleidelijk stijgen.
- Nederland en andere Europese landen hebben energie- en klimaatdoelen gesteld om hun energiehuishouding te verduurzamen.

Belangrijke omgevingsfactoren voor de Nederlandse energiehuishouding



In dit hoofdstuk staan de factoren centraal die bepalend zijn voor de ontwikkeling van de Nederlandse energiehuishouding. Met uitzondering van het energie- en klimaatbeleid dat in Nederland wordt gevoerd, zijn dit factoren waar Nederland geen of slechts beperkte invloed op kan uitoefenen.

Allereerst wordt het energie- en klimaatbeleid dat in Nederland, Europa en omringende landen wordt gevoerd beschreven en in context geplaatst. Vervolgens zal worden ingegaan op andere externe factoren, zoals de ontwikkeling van de economie en brandstofprijzen.

2.1 Beleidsontwikkelingen energie en klimaat

Het huidige Nederlandse energiebeleid richt zich op vier samenhangende thema's: beschikbaarheid van voldoende energie, betaalbare energie voor bedrijven en huishoudens, schone energie, en het optimaal benutten van economische kansen die samenhangen met de energieverzorging. Bij de realisatie van het energiebeleid spelen Europese afspraken een belangrijke rol, maar ook bredere internationale afspraken zoals in het geval van de emissie van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen. Het stelsel van Europese en deels daarvan afgeleide nationale doelen is richtinggevend voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid.

2.1.1 Zwaartepunt Nederland: uitvoering Energieakkoord

Om de doelen van het Nederlandse energiebeleid (zie Tabel 2.1) te halen, staat uitvoering van het 'Energieakkoord voor Duurzame Groei' centraal (SER 2013). In het akkoord zijn concrete maatregelen afgesproken voor de periode tot 2020/2023. Het Internationaal Energieagentschap verbindt het succes van het Nederlandse energie- en klimaatbeleid aan de realisatie van het akkoord en adviseert Nederland om daarnaast een kostenefficiënt lange termijn kader voor na 2020 te ontwikkelen (IEA 2014).

Het Energieakkoord heeft brede maatschappelijke en politieke steun en draagt bij aan grotere continuïteit in het Nederlandse energie- en klimaatbeleid. Partijen die het Energieakkoord hebben ondertekend stellen (SER 2014a) dat er na een periode van wisselend beleid met het akkoord nu een langetermijnperspectief is gekomen met afspraken voor de korte en middellange termijn om zo vertrouwen

te creëren en investeringszekerheid bij burgers en bedrijven te reduceren. Met het Energieakkoord is er een uitvoeringsplan voor het realiseren van de voor 2020 geldende Europese doelstellingen voor hernieuwbare energie en energiebesparing (ECN & PBL 2013). Veel afspraken zijn of worden momenteel uitgewerkt; de effecten daarvan moeten nog zichtbaar worden (SER 2014a). De voorzitter van de Borgingscommissie stelt in zijn brief (SER 2014b) dat de weg naar een duurzame energievoorziening lang is en vele hordes kent, waarbij hij wijst op de aandachtspunten die er per implementatiedomein in de voortgangsrapportage 2014 zijn genoemd. Deze aandachtspunten vormen risico's die in de projecties van deze NEV tot uitdrukking komen. In 2016 vindt een voortgangsevaluatie van het akkoord plaats op grond waarvan over het vervolg wordt besloten.

Voor Nederland belangrijke beleidsinstrumenten vloeien deels voort uit Europese afspraken, zoals het Europese emissiehandels-systeem (ETS), de energieprestatienormen en -labels voor gebouwen en apparaten, het verplichte aandeel hernieuwbare energie voor verkeer en vervoer, reductieverplichting broeikasgasemissie in de brandstofketen en de CO₂-prestatienormen voor voertuigen. Daarnaast kent Nederland eigen instrumenten in de vorm van een uitgebreid stelsel van fiscale regelingen, wettelijke normen, convenanten en subsidies.

Om de klimaatdoelen te halen wordt, naast beleid dat gericht is op het verminderen van de CO₂-emissies, ook beleid gevoerd op het verminderen van de emissie van overige broeikasgassen. Het gaat hier onder meer om afvalbeleid, zoals het beheer van stortplaatsen en het behandelen van afvalwater, en het

verminderen van het gebruik van gefluoreerde gassen met een sterk opwarmingspotentieel.

2.1.2 Zwaartepunt Europa: verder kijken dan uitvoering 2020-raamwerk voor energie- en klimaatbeleid

Het Europese beleidskader bepaalt in belangrijke mate de context voor het Nederlandse energie- en klimaatbeleid. Het EU-beleid voor 2020 is uitgewerkt in concrete doelen en instrumenten en speelt in de uitvoering van het Nederlandse beleid een grote rol. Op dit moment wordt gesproken over de concretisering van het beleidskader voor 2030. Dit is een onderwerp met hoge prioriteit waarin ook de recente politieke spanningen met Rusland een belangrijke rol spelen.

Energie- en klimaatbeleid voor 2020

Het Europese raamwerk voor energie- en klimaatbeleid gericht op 2020 kent doelen voor broeikasgasemissies, hernieuwbare energie en energie-efficiëntie. De doelen zijn in verschillende mate juridisch bindend voor lidstaten, en zijn gegoten in richtlijnen en verordeningen. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de doelen voor Nederland en een aantal omringende landen. De meeste omringende landen kennen, in aanvulling op de Europese afspraken, soms vergaande nationale energie- en klimaatdoelen voor 2020 en verder.

Een belangrijk Europees instrument voor realisatie van de 2020-doelen is het Europese emissiehandelsysteem (ETS). Daarnaast

zijn er wettelijke instrumenten voor broeikasgasemissies die niet onder het ETS vallen, hernieuwbare energie, CO₂ intensiteit van brandstoffen, energie-efficiëntie (gebouwen, producten), en de emissie van voertuigen. Ook kent de EU instrumenten voor ondersteuning van projecten voor de afvang en opslag van CO₂ (CCS).

Het post-2020 beleidskader

Europees energie- en klimaatbeleid voor na 2020 is nog niet vastgesteld en wordt momenteel intensief besproken op basis van voorstellen van de Europese Commissie. Deze heeft in januari 2014 een beleidskader voor klimaat en energie in de periode 2020-2030 voorgesteld (EC 2014a). Hiermee wordt voorzien in een behoefte van lidstaten en investeerders om meer duidelijkheid te geven over de richting van het beleid na 2020. Het voorstel voor het 2030-kader is sindsdien aangevuld met een voorstel voor een strategie om de Europese energiezekerheid te verbeteren (EC 2014b) en een analyse van de bijdrage van energie-efficiëntie aan zowel de realisatie van klimaatdoelen als het verbeteren van de energievoorzieningszekerheid. De Commissie stelt een 30 procent energie-efficiëntie doel voor 2030 voor (EC 2014c).

Centraal in de voorstellen voor het 2030-beleidskader staan een bindend broeikasgasreductiedoel van 40 procent in 2030 t.o.v. 1990 (te realiseren met maatregelen binnen de EU) en een bindend doel voor hernieuwbare energie van ten minste 27 procent van het finaal energieverbruik voor de EU als geheel. De Nederlandse regering heeft zich voor deze doelen uitgesproken. Tevens doet de Commissie voorstellen voor aanpassingen aan het ETS (zie

beleidsdossier emissiehandel). De emissies van de niet-ETS sectoren van alle lidstaten gezamenlijk zullen met 30 procent moeten worden gereduceerd t.o.v. 2005 om het 40 procent-doel te kunnen realiseren. Deze inspanning zal op basis van nader vast te stellen principes over de lidstaten worden verdeeld.

Onderdeel van het 2030-pakket is het voorstel voor een nieuw bestuursmodel. Nationale plannen voor 'concurrerende, veilige en duurzame energie' staan hierin centraal. Lidstaten moeten deze plannen zelf opstellen op basis van een leidraad van de Commissie. Deze uniforme aanpak moet bijdragen aan grotere investeringszekerheid, transparantie en coherentie. Coördinatie en toezicht wordt door de EU versterkt. Deze plannen betreffen de gehele energiehuishouding en gaan daarom verder dan de huidige nationale actieplannen voor hernieuwbare energie (NREAP) en energiebesparing (NEEAP) waarin lidstaten dienen aan te geven hoe zij de afgesproken doelen voor 2020 willen gaan realiseren.

Tabel 2.1 Overzicht van de belangrijkste kwantitatieve doelen voor het energie- en klimaatbeleid in Nederland en omliggende landen.

Er is onderscheid gemaakt tussen Europese afspraken en nationale doelen. De Nederlandse nationale energiedoelen zijn vastgelegd in het Energieakkoord (SER 2013).

| | Nederland | België | Denemarken | Duitsland | Frankrijk | Verenigd Koninkrijk | |
|--------------------------------------|---|--------|---|---|--|---------------------|--|
| 2020 | Europese doelen | | | | | | |
| | Broeikasgasreductiedoel niet-ETS sectoren t.o.v. 2005 | | | | | | |
| | 16% | 15% | 20% | 14% | 14% | 16% | |
| | Aandeel hernieuwbare energie in finaal energieverbruik | | | | | | |
| | 14% | 13% | 30% | 18% | 23% | 15% | |
| | Nationale doelen | | | | | | |
| | Energiebesparingstempo 1,5%/jaar (2013-2020) | | | 34% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 | 40% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 | | |
| | 100 petajoule additionele besparing finaal energieverbruik | | | 12% reductie van het primaire energieverbruik t.o.v. 2006 | 20% reductie van het primair energieverbruik t.o.v. 2008 | | |
| | 15.000 extra banen (2016-2020) gerelateerd aan de uitvoering van het Energieakkoord | | | 35% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik | 18% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik | | |
| | 16% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik (2023) | | | 50% windenergie in de elektriciteits- consumptie | 35% hernieuwbaar opgewekte elektriciteit (2025: 40-45%) | | |
| 6.000 megawatt wind op land | | | 10% biobrandstoffen in de transportsector | | | | |
| 4.450 megawatt wind op zee (in 2023) | | | | | | | |

| | Nederland | België | Denemarken | Duitsland | Frankrijk | Verenigd Koninkrijk |
|------|--|--------|--|---|---|---|
| | Nationale doelen | | | | | |
| 2030 | 17% broeikasemissie-reductie in transport en mobiliteit t.o.v. 1990 | | geén olie voor warmte-productie en gebruik van steenkolen 100% hernieuwbare elektriciteit- en warmte-productie in 2035 | 55% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 30% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik 50% hernieuwbaar opgewekte elektriciteit (2035 : 55-60%) | 40% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 ¹ 32% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik ¹ 30% reductie gebruik fossiele brandstoffen t.o.v. 2012 ¹ 50% kernenergie in de elektriciteits-productie (2025) ¹ | 50% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 (2027) |
| 2050 | 80-95% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 60% broeikasgasemissie-reductie in transport en mobiliteit t.o.v. 1990 | | 100% hernieuwbare energie in de energie en transport sectoren | 80-95% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 50% besparing primair energieverbruik t.o.v. 2008 60% hernieuwbare energie in finaal energieverbruik 80% hernieuwbaar opgewekte elektriciteit | 75% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 50% besparing primair energieverbruik t.o.v. 2014 ¹ | ten minste 80% broeikasgas-emissiereductie t.o.v. 1990 |

¹ Op grond van de wetsvoorstellen van de Franse regering op 30 juli 2014.

2.1.3 Zwaartepunten in omringende landen

De Nederlandse energievoorziening valt niet los te bezien van de ontwikkeling in omringende landen. Zo zijn elektriciteitsmarkten in Noordwest-Europa relatief sterk met elkaar verbonden via infrastructuur en handel. Ook de handel in gas wordt beïnvloed door ontwikkelingen in omringende landen. Wijzigingen in het beleid in bijvoorbeeld Duitsland kan daarom grote gevolgen hebben voor de Nederlandse energievoorziening. Deze paragraaf behandelt de meest in het oog springende actuele ontwikkelingen.

België

België kent in aanvulling op de Europese afspraken voor 2020 geen aanvullende nationale doelstellingen voor het energie- en klimaatbeleid (Tabel 2.1). De uitvoering van het beleid is belegd bij de federale en de in hoge mate autonome regionale overheden. Zo richt de federale overheid zich op wind op zee en houden de andere overheden zich bezig met andere vormen van hernieuwbare energie en met energiebesparing. De complexe institutionele structuur bemoeilijkt de uitvoering van het beleid. Verschillende maatschappelijke partijen hebben zodoende de regering in juni 2014 opgeroepen werk te maken van een Energiepact (zie: energiepact.be).

Kernenergie speelt een belangrijke rol in de Belgische elektriciteitsvoorziening (50-60 procent van de elektriciteit wordt geleverd door de centrales Doel en Tihange). De Belgische Kernuitstapwet regelt het gefaseerd sluiten van kerncentrales vanaf 2015 tot uiterlijk in 2025. Bij knelpunten in de voorzieningszekerheid kan dit traject worden aangepast.

Als enig West-Europees land wordt België op korte termijn geconfronteerd met een capaciteitstekort in de elektriciteitsproductie. Deze situatie is ontstaan door het ontbreken van een stabiel investeringsklimaat, ongunstige marktomstandigheden waardoor, net als in andere West-Europese landen, gascentrales niet meer rendabel kunnen draaien, en onvoldoende hoogspanningsverbindingen met de buurlanden (De Meulemeester 2014; SIA 2014).

Traditioneel is de Belgische elektriciteitsvoorziening sterk georiënteerd op Frankrijk dat immers lang een exporteur was van relatief goedkope atoomstroom. Nu Frankrijk in de winter geen overschotten meer kent en de prijs van atoomstroom stijgt (zie hieronder) moet België op zoek naar een andere oplossing. De hoogspanningsverbindingen met Nederland zijn beperkt en met Duitsland afwezig. Hierdoor kan België maar in geringe mate profiteren van de overcapaciteit in deze buurlanden en van de in Duitsland sterk gedaalde groothandelsprijzen voor elektriciteit. Een verbinding met Duitsland is in voorbereiding welke volgens huidige planning in 2019 beschikbaar komt (ELIA 2013).

Om de capaciteitsproblemen in de elektriciteitsvoorziening te ondervangen kent België vanaf 2014 een strategische reserve voor de winter. Indien een tekort in de winter is voorzien kan de Belgische netbeheer na toestemming van de federale minister een centrale contracteren. Deze ontvangt dan een basisvergoeding, een vergoeding voor activering indien nodig, en een prijs voor geleverde stroom (Wathelet 2013).

Denemarken

Denemarken heeft een ambitieus energie- en klimaatbeleid waarin energiebesparing en hernieuwbare energie een grote rol spelen. Het land kent in aanvulling op de Europese afspraken verdergaande nationale doelstellingen (zie Tabel 2.1). Denemarken streeft ernaar om in 2050 onafhankelijk te zijn van fossiele brandstoffen. Sinds de oliecrises in jaren 70 van de vorige eeuw speelt dit in de Deense politiek een grote rol (DEA 2012).

Het Deense energieakkoord 2012-2020 is een politieke overeenkomst tussen vrijwel alle partijen in het Deense parlement. Het akkoord geeft concrete doelen, uitgangspunten en middelen voor de periode tot 2020 binnen de ambities voor 2050. De overeenkomst wordt ook beschouwd als een belangrijke steun in de rug voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van groene technologieën (MCEB 2012).

Denemarken spant zich fors in om zowel de efficiëntie in de energieproductie te verhogen als de energieconsumptie te verlagen. Met de energiebedrijven is een covenant gesloten om jaarlijks energie te besparen. Veel aandacht is er voor energierenovatie van bestaande gebouwen, daarvoor worden onder andere green deals ingezet. Om de penetratie van hernieuwbare energie in de warmtevoorziening van gebouwen te bevorderen is het vanaf 2013 verboden om in nieuwe gebouwen olie- of aardgasverwarmingsinstallaties toe te passen. Een specifieke subsidieregeling moet bedrijven bovendien stimuleren hernieuwbare energie te gebruiken in productieprocessen (MCEB 2013).

In de energieproductie is een belangrijke rol weggelegd voor windenergie. Daarnaast zijn er subsidies en ondersteuningsprogramma's voor biogas en zonne-energie. Subsidies (feed-in premies) voor groene elektriciteitsproductie worden betaald uit een heffing op de elektriciteitsrekening van consumenten. In 2012 was deze heffing gemiddeld ongeveer 2 eurocent/kilowattuur (MCEB 2013).

Duitsland

Het Duits energiebeleid, beter bekend als de *Energiewende*, heeft een koolstofarm energiesysteem in 2050 tot doel, zonder kernenergie, op basis van vooral energiebesparing en hernieuwbare energie. De *Energiewende* kent een complexe voorgeschiedenis waarin niet alleen de anti-kernenergiebeweging een grote rol heeft gespeeld maar waarin ook altijd veel aandacht was voor de belangen van de Duitse industrie. De uitgangspunten van de *Energiewende* zijn neergelegd in het Energieconcept uit 2010 en het besluit uit 2011 om uit de kernenergie te stappen (sluiting laatste centrale voorzien in 2022). Kwantitatieve doelen tot 2050 voor verschillende onderdelen van het energiesysteem geven richting aan het transitieproces. Voor 2020 zijn er nationale doelen die verder gaan dan de Europese afspraken (Tabel 2.1) (Bmegawatti 2014a).

Een belangrijke rol in de *Energiewende* heeft de wet voor het stimuleren van hernieuwbare energie (EEG) uit 2000. Deze regelt voorrang op het net van hernieuwbaar opgewekte stroom en biedt producenten een vaste vergoeding (feed-in tarief) voor 20 jaar. De EEG is sindsdien herhaaldelijk op onderdelen aangepast maar tot voor kort niet fundamenteel veranderd. Hierdoor kent Duitsland, als de voorganger

van de EEG wordt meegerekend, sedert 1990 een redelijk stabiel stimuleringsregime voor hernieuwbare energie. Het gevolg is dat het aandeel hernieuwbare energie in de stroommix snel is toegenomen, en in 2013 ongeveer 24 procent bedraagt (Bmegawatti 2014a).

Duitsland ligt achter op schema bij de realisatie van zijn 2020-doelstellingen, met uitzondering van het doel voor de groei van het aandeel hernieuwbare energie in de stroommix (Expertenkommission 2014). De knelpunten in het Duitse energiebeleid die recent de meeste aandacht krijgen zijn: (1) de oplopende kosten voor de EEG en de verdeling daarvan; (2) de uitbreiding van het hoogspanningsnet dat achter blijft bij de groei van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit; (3) de gevolgen van substantiële aandelen zon- en windenergie op het functioneren van de elektriciteitsmarkt; en (4) de toenemende broeikasgasemissies door de elektriciteitssector (Boot & Notenboom 2014).

De Bondsregering heeft deze knelpunten onderkend en aangekondigd verschillende initiatieven te zullen nemen om tot oplossingen te komen (Bmegawatti 2014b). Als eerste stap is per 1 augustus 2014 een grote hervorming van de EEG in werking getreden die ervoor moet zorgen dat de verdere groei van hernieuwbare energie beheerst, kosten-efficiënt en marktgericht tot stand komt. Drie belangrijke nieuwe elementen in deze EEG 2014 zijn het instellen van uitbouwpaden voor zonne-energie, windenergie op land en bio-energie; het direct op de markt verkopen van hernieuwbare energie als voorkeursprincipe (feed-in-premium in plaats van feed-in-tarief); en het op termijn invoeren van een veilingmechanisme op grond waarvan de hoogte van de vergoeding wordt bepaald (Boot & Notenboom 2014).

Later dit jaar wil de Duitse regering een groenboek uitbrengen over hervormingen van de elektriciteitsmarkt. Het klassieke marktordeningsmodel op basis van handel in hoeveelheden opgewekte elektriciteit (kilowattuur) staat onder druk vanwege het hoge marktaandeel gesubsidieerde hernieuwbare elektriciteit (zon en wind) waarvan de marginale productiekosten vrijwel nihil zijn. Investeringsprikkels in zowel koolstofarme technologieën als conventionele back-up capaciteit vallen hierdoor weg. Ook zijn er onvoldoende marktprikkels voor investeringen in de flexibilisering van het elektriciteitssysteem, welke nodig zijn om variabele wind- en zonnestroom beter te accommoderen. Met een nieuw marktmodel waarover in 2015 besloten wordt maar waarvan de contouren nog niet duidelijk zijn, wil de Bondsregering deze problemen ondervangen.

Frankrijk

De afgelopen jaren is in Frankrijk een brede maatschappelijke discussie gevoerd over de toekomstige energievoorziening. De directe aanleiding was de toezegging van president Hollande in 2012 om het aandeel kernenergie in de elektriciteitsvoorziening in 2025 tot ongeveer 50 procent te reduceren. In juni dit jaar heeft de Franse regering wetsvoorstellen gedaan waarin de lange termijn energiedoelen zijn vastgelegd. Het voorstel gaat vergezeld van een financieringsprogramma (Gouvernement Français 2014).

Geen enkel land in Europa kent een groter aandeel kernenergie in de elektriciteitsvoorziening dan Frankrijk. De 58 kernreactoren produceren meer dan 70 procent van de elektriciteit. Mede vanwege

hogere veiligheidseisen voor kernreactoren zijn de productiekosten van kernstroom tussen 2010 en 2013 met 20 procent gestegen tot bijna 6 eurocent/kilowattuur in 2013. De verwachting is dat dit de komende jaren doorzet (Cour de Comptes 2014).

De Franse elektriciteitsproductie is voldoende om aan de gemiddelde vraag in Frankrijk te voldoen. Er is echter sprake van een toenemende piekvraag welke niet gedekt kan worden door binnenlandse productie. Een belangrijke oorzaak is de grote penetratie van elektrische verwarming waardoor in de winter bij elke graad temperatuurdaling de capaciteitsvraag met 2.300 megawatt toeneemt. Daarnaast hebben elektriciteitsbedrijven problemen om hun vaste kosten terug te verdienen met de opbrengsten uit de elektriciteitsmarkt, wat wordt versterkt door het groeiende aandeel hernieuwbare energie met lage productiekosten. Om voldoende investeringen uit te lokken in productiecapaciteit kent Frankrijk een nationaal en technieknutraal capaciteitsmechanisme (Buchan 2014).

Verenigd Koninkrijk

Decarbonisatie van de energievoorziening is een belangrijke drijfveer achter het Britse energiebeleid. Het land kent wettelijk vastgelegde lange termijn broeikasgasemissiereductiedoelen en een systeem van 'carbon budgets'. Zo'n budget legt de totale hoeveelheid koolstof vast dat in een bepaalde periode mag worden uitgestoten. De eerste vier budgets die lopen tot 2027 zijn vastgelegd in wetgeving en consistent met nationale en Europese doelstellingen (Tabel 2.1). Als wordt voldaan aan het vierde carbon budget (2023-2027) betekent dit rond 2025 een CO₂ emissiereductie van 50 procent ten opzichte van

1990 (CCC 2013). De budgetten worden vastgesteld na advies van het *Committee of Climate Change*. In de adviezen spelen analyses, in welke sectoren van de Britse economie de meest kosten-efficiënte emissiereductie maatregelen kunnen worden getroffen, een belangrijke rol.

Het Verenigd Koninkrijk worstelt met het betaalbaar houden van een betrouwbare energievoorziening. De binnenlandse productie van olie en gas loopt terug en sinds 2005 is het Verenigd Koninkrijk netto importeur. Van de totale Britse opwekkingscapaciteit voor elektriciteit is ongeveer 20 procent sterk verouderd en moet waarschijnlijk in dit decennium worden vervangen. Verschillende technologieën worden van belang geacht voor de productie van koolstofarme elektriciteit: hernieuwbare energie, kernenergie, en afvang en opslag van CO₂ (CCS) (IEA 2012).

Eind 2013 is de nieuwe energiewet in werking gestreden. Een belangrijk onderdeel daarvan is de *Electricity Market Reform* (EMR). Hieronder vallen onder meer een feed-in-tarief systeem op basis van *contracts for difference* voor verschillende vormen van elektriciteitsopwekking zoals wind- en kernenergie, een capaciteitsmarkt, en *emissions performance standards* die de bouw van nieuwe kolencentrales tegengaat. In april 2013 heeft het Verenigd Koninkrijk al een *carbon price floor* geïntroduceerd. Op onderdelen betekent de EMR een fundamentele breuk met marktprincipes, die traditioneel in het Britse energiebeleid een grote rol spelen, een uiting van de zorg dat marktinstrumenten alleen onvoldoende zijn om voorzieningszekerheid en decarbonisatie te garanderen (IEA 2012).

Er is veel kritiek op het Britse energiebeleid, dat onzekerheid creëert en tot gevolg heeft dat investeringen uitblijven (Helm 2013). Kritiek spitst zich toe op de complexiteit van het Britse klimaat- en energiebeleid, de hoge kosten voor consumenten, de gevolgen voor het concurrentievermogen, en de mogelijke strijdigheid met Europese staatssteunregels (Keay 2013). Met name het hoge feed-in tarief dat de Britse regering is overeengekomen voor levering van stroom uit twee nieuw te bouwen kernreactoren springt daarbij in het oog.

Emissiehandel: Centraal instrument in het Europees klimaat- en energiebeleid

Sinds 2005 vallen emissies van broeikasgassen door de energie-intensieve industrie en elektriciteitsproductie in de EU onder het Europese systeem voor emissiehandel (ETS).

ETS leidt tot kosteneffectieve emissiereductie

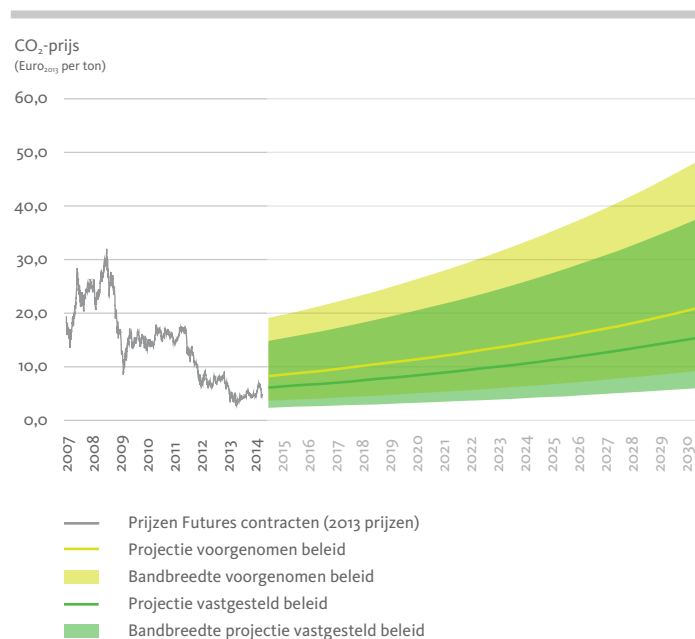
Het ETS is in het leven geroepen om broeikasgasemissies op kosteneffectieve wijze te reduceren. Bedrijven onder het ETS mogen alleen CO₂ uitstoten als ze daarvoor 'emissierechten' hebben. De hoeveelheid emissierechten is beperkt, waardoor ook de omvang van de emissies wordt beperkt. Deze emissierechten zijn verhandelbaar zodat reducties daar kunnen plaatsvinden waar dat het meest voordelig is. Zo ontstaat er een markt voor emissierechten en krijgt CO₂-emissie een prijs. Het handelssysteem stimuleert bedrijven om hun emissies te verminderen zolang de kosten daarvan lager zijn dan de prijs die ze moeten betalen voor het mogen uitstoten van CO₂.

De krapte op de markt neemt toe doordat de totale hoeveelheid rechten die op de markt komt met circa 38 miljoen per jaar afneemt. Sinds 2008 kunnen rechten onbeperkt worden meegenomen naar volgende jaren ('banking').

Huidige CO₂-prijs laag

In de periode 2008-2013 zijn er meer emissierechten op de markt gekomen dan er nodig waren om de emissies in deze periode te vereffenen. Dit kwam vooral door de aanhoudende economische recessie in de EU sinds 2008, waardoor de emissies lager uitvallen dan vooraf voorzien. Bovendien hebben bedrijven veel emissierechten aangekocht uit internationale emissiereductieprojecten (CDM/JI) vanwege de lage prijs ervan. Dit heeft ertoe geleid dat er de afgelopen jaren minder rechten nodig waren dan er op de markt zijn gekomen. Doordat rechten uit eerdere jaren kunnen worden meegenomen naar volgende jaren, heeft zich een groot surplus opgebouwd. Nadat de rechten voor 2013 waren ingeleverd waren er nog ruim 2 miljard niet gebruikte rechten in de markt (dat is meer dan in totaal nodig was voor alle ETS-emissies in dat jaar). Bovendien wordt verwacht dat de vraag naar rechten de komende jaren niet sterk zal aantrekken. Deze ontwikkelingen hebben in afgelopen jaren tot een sterke daling van de CO₂-prijs geleid en voeden de verwachting dat de CO₂-prijs laag zal blijven (Figuur 2.1).

Figuur 2.1 Futureprijzen voor CO₂-emissierechten European Union Allowance (EUA) (bron Point Carbon)



Lage prijs geeft nauwelijks prikkel voor lange termijn energietransitie

In 2013 was de prijs van emissierechten gemiddeld circa 4,50 euro per ton CO₂, terwijl aanvankelijk rekening werd gehouden met prijzen van 30 euro. De huidige lage CO₂-prijs en de verwachting dat die prijs laag zal blijven, geven nauwelijks stimulans voor investeringen in

koolstofarme technologieën. Deze zijn echter noodzakelijk om op langere termijn tot een verdergaande emissiereductie te komen. Het feit dat er nog steeds een CO₂-prijs is, laat echter ook zien dat de markt, ondanks de ruime beschikbaarheid van emissierechten, de onzekerheid over de economische ontwikkeling en de onzekerheid over het beleid, nog steeds bereid is te betalen voor emissierechten. De verwachting is dat de prijs enigszins zal gaan toenemen, doordat in de toekomst wel schaarste ontstaat. In de NEV gaan we zodoende in de variant vastgesteld beleid uit van een prijs van 9 euro per ton CO₂ in 2020 en 15 euro in 2030 (Brink 2014). Bij voorgenoemen beleid wordt rekening gehouden met de recente hervormingsvoorstellen voor het ETS, zoals hieronder beschreven. Daardoor wordt een iets hogere prijs verwacht van respectievelijk, 12 euro per ton CO₂ in 2020 en 21 euro per ton CO₂ in 2030.

Lage prijs emissierechten leidt tot discussie hervorming EU ETS

Door de lage prijs ontstond er eind 2011 steeds meer discussie over het functioneren van het ETS. Begin 2014 is daarom besloten om het aanbod van emissierechten tijdelijk te beperken door de veiling van 900 miljoen rechten een paar jaar uit te stellen (backloading). Omdat de Europese Commissie verwacht dat het overschot 'structureel en langdurig' is, acht ze structurele versterking van het ETS noodzakelijk. In november 2012 heeft de Commissie hiervoor een aantal voorstellen gedaan (PBL, 2013). Als onderdeel van het beleidskader voor klimaat en energie in de periode 2020-2030 doet de Europese Commissie ook twee voorstellen voor aanpassing van het ETS na 2020 (EC 2014a). Allereerst, een aanscherping van de reductiefactor, een lineaire factor waarmee het aanbod van

emissierechten elk jaar wordt verlaagd, van 1,74 procent (circa 38 miljoen rechten) naar 2,2 procent (circa 48 miljoen rechten). Ten tweede, het instellen van een marktstabiliteitsreserve (MSR) waarmee het aanbod van rechten flexibeler wordt en meer in overeenstemming met de vraag kan worden gebracht. Beide voorstellen zullen naar verwachting een prijsverhogend effect hebben (Brink et al 2014).

ETS een pijler van het Energieakkoord

Het Energieakkoord geeft aan dat een goed functionerend systeem voor emissiehandel een cruciale factor is in de lange termijn ontwikkeling richting een duurzame energievoorziening. Het Energieakkoord zet in op een versterking van het ETS, gericht op het bereiken van het lange termijn doel van 80 tot 95 procent reductie van broeikasgassen voor de gehele Europese economie in 2050. Het voorstel van de Europese Commissie om de lineaire reductiefactor te verhogen naar 2,2 procent sluit hier bij aan. Verder wordt in het Energieakkoord aangegeven dat partijen zich zullen inzetten voor borging van de positie van internationaal concurrerende bedrijven. De inzet is het toedelen van 100 procent gratis rechten op basis van sectorspecifieke benchmarks, waarbij het aantal rechten per bedrijf wordt aangepast aan de werkelijke productie. Ook wordt ingezet op compensatie van indirecte (elektriciteits)kosten, uitgaande van best performance. In de voorstellen van de Europese Commissie worden nog geen concrete voorstellen gedaan voor aanpassing van de wijze van allocatie van ETS. Het is nog niet duidelijk of er binnen de EU voldoende draagvlak is voor deze voorstellen.

2.2 Economische ontwikkeling van Nederland

Economische en demografische ontwikkelingen hebben grote invloed op de energiehuishouding. Deze paragraaf bespreekt de belangrijkste ontwikkelingen in Nederland. De economische ontwikkelingen worden daarbij ook op sectoraal niveau besproken. Volumeontwikkelingen van de belangrijkste energieverbruikende activiteiten komen in hoofdstuk 4 aan de orde.

2.2.1 Demografische ontwikkelingen

Bevolkingsgroei zwakt af

De bevolking zal volgens de bevolkingsprognose van het CBS nog tot ver na 2030 in omvang blijven toenemen, maar het tempo zal licht afvlakken (CBS 2012). De jaarlijkse groei ligt in de periode 2013 - 2030 ongeveer op de helft van de groei in 1990 - 2013 (Tabel 2.2). Door de vergrijzing is de potentiële beroepsbevolking de laatste jaren gestabiliseerd. De verhoging van de AOW-leeftijd houdt de potentiële beroepsbevolking langer beschikbaar voor de arbeidsmarkt, waardoor het arbeidspotentieel het komende decennium weer zal toenemen. Deze trend zal blijven bestaan totdat de vastgestelde AOW-leeftijd de 67 bereikt, in 2023. Daarna zal de potentiële beroepsbevolking weer afnemen.

Toename aantal kleine huishoudens

Voor het energieverbruik van consumenten is het aantal huishoudens belangrijker dan de omvang van de bevolking omdat

veel activiteiten binnen huishoudens plaatsvinden. Grotere huishoudens hebben schaalvoordelen in vergelijking met kleinere huishoudens, waardoor ze per persoon minder energie verbruiken. De gemiddelde omvang van een huishouden neemt al decennia lang af en die trend zet zich in de toekomst voort. De groei van het aantal huishoudens is dan ook groter dan de groei van de bevolking. De verwachting is dat het verschil in groei na 2020 iets afneemt.

Tabel 2.2 Demografische ontwikkelingen in 2000-2030 (in miljoenen)

| | 2000 | 2010 | 2013 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Bevolking | 15,9 | 16,6 | 16,8 | 16,9 | 17,1 | 17,4 | 17,6 |
| Potentiële beroepsbevolking ¹ | 9,8 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,3 | 10,4 | 10,3 |
| Particuliere huishoudens | 6,8 | 7,4 | 7,6 | 7,7 | 8,0 | 8,2 | 8,4 |
| wv eenpersoons-huishoudens | 2,3 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 3,4 |
| Gemiddelde huishoudensgrootte | 2,3 | 2,2 | 2,19 | 2,17 | 2,13 | 2,09 | 2,07 |

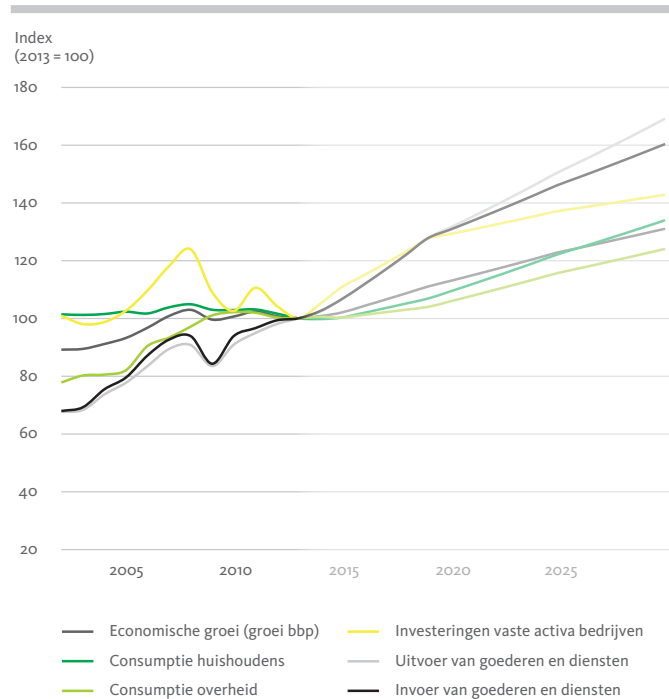
¹ De potentiële beroepsbevolking bestaat uit alle personen tussen 20 jaar en de AOW-leeftijd. Bron CBS (2012, 2013) en CBS Statline.

2.2.2 Macro-economische ontwikkelingen

Economie herstelt, maar groeitempo ligt lager dan voorheen

In de periode 2002-2013 is de Nederlandse economie (uitgedrukt in het bruto binnenlands product) met gemiddeld 1,0 procent per jaar gegroeid. De periode van 2002 tot en met 2008 kende een gemiddelde groei van 2,1 procent per jaar, maar mede door de financiële crisis die medio 2008 ontstond, is de economie in 2013 ten opzichte van 2008 met 2,9 procent gekrompen (Figuur 2.2). Deze economische recessie heeft de afgelopen vijf jaar haar sporen in de economie achtergelaten. Het economische herstel lijkt zich in 2014 in te zetten. De verwachte groei in 2014 en 2015 is echter nog bescheiden en kent onzekerheden (CPB 2014). Na 2015 zal het herstel voortzetten. De gemiddelde economische groei zal tot 2030 naar verwachting echter lager liggen dan het gemiddelde van de periode 2000-2008, en bedraagt naar verwachting gemiddeld 1,5 procent per jaar. Een belangrijke oorzaak voor de lagere groei is de geringe groei van de potentiële beroepsbevolking. De arbeidsproductiviteit, die ook belangrijk is voor de economische groei, neemt volgens internationale studies (bijvoorbeeld Europese Commissie; EC 2012) tot 2020 naar verwachting met gemiddeld 1,4 procent per jaar toe en daarna met 1,5 procent. Deze groei komt ongeveer overeen met de gemiddelde arbeidsproductiviteitsgroei in de drie decennia voor de recessie (1978 - 2007). Met de aangegeven verwachte economische groei zit het bbp naar verwachting in 2016 weer op hetzelfde niveau als voor de economische recessie. Vanwege de bevolkingsgroei zal het welvaartspeil van Nederlanders uitgedrukt in bbp per hoofd van de bevolking pas in 2018 het niveau van voor de recessie bereiken. Het consumptieniveau per huishouden zal pas in 2019 het niveau van voor de recessie bereiken.

Figuur 2.2 Ontwikkeling van de macro-economische kernvariabelen in 1990-2030.



Het herstel van de economie komt de komende jaren niet van de consumptie. Het herstel van de particuliere consumptie gaat langzaam en op overheidsbestedingen wordt sinds de financiële crisis bezuinigd. Het is vooral de export die het economische herstel

aanjaagt. De export kromp in 2009 fors, maar herstelde zich meteen al in 2010, heeft geen tweede dip gehad zoals de binnenlandse consumptie en is daarna door blijven groeien. Tot 2020 zal de export naar verwachting nog fors toenemen, daarna zwakt het iets af, maar de groei van de export blijft ook ná 2020 ruim één procentpunt boven de economische groei liggen. Voor de import geldt naar verwachting hetzelfde als voor de export.

2.2.3 Sectorale ontwikkelingen

Vooraf sectorale ontwikkeling bepalend voor energieverbruik

Voor het energieverbruik is de macro-economische groei geen goede indicator omdat het energieverbruik sterk varieert tussen de verschillende economische activiteiten. Grosso modo vragen activiteiten in de dienstensector veel minder energie dan activiteiten in de industrie of de landbouw. Maar ook binnen de sectoren kunnen er grote verschillen bestaan. Zo zijn de basisindustrie binnen de industrie en de glastuinbouw binnen de landbouw relatief energie-intensieve deelsectoren. Het is daarom noodzakelijk om de economische ontwikkelingen op sectorniveau te kennen. In deze paragraaf worden de sectorale ontwikkelingen op hoofdlijnen besproken. In hoofdstuk 4 zal verder worden ingegaan op de ontwikkelingen binnen de energie-intensievere sectoren.

Dienstensector dominant in economie

Van het bruto binnenlands product (bbp) wordt momenteel ruim drie kwart gerealiseerd in de dienstensector. Het aandeel van de

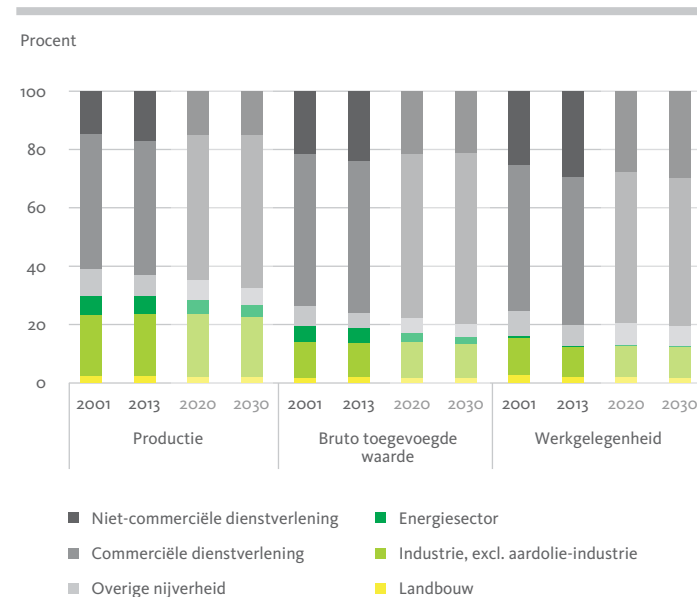
dienstensector is de afgelopen decennia toegenomen en zal ondanks afname van het groeitempo in de toekomst verder toenemen. Vooral de commerciële diensten zijn voor de groei verantwoordelijk. Bezuinigingen in zowel de zorg, het onderwijs als het openbaar bestuur leiden tot een lagere gemiddelde groei. Ondanks de vergrijzing zal de groei in de zorg pas na 2020 boven de gemiddelde groei uitkomen. De groei bij het onderwijs en het openbaar bestuur zal tot en met 2030 onder de gemiddelde economische groei blijven liggen.

De industrie heeft historisch gezien als eerste profijt van het herstel van de economie. Dit heeft tot gevolg dat haar aandeel in de Nederlandse economie tot en met 2020 naar verwachting licht zal toenemen. Verwacht wordt dat daarna het industriële aandeel van het bbp weer licht daalt, waardoor het in 2030 ongeveer hetzelfde zal zijn als in 2013.

Energieverbruik vooral beïnvloed door productie

Voor het energieverbruik is niet zozeer de toegevoegde waarde maar vooral de fysieke productie van belang. Het aandeel van de dienstensector in de productie is veel lager dan het aandeel van de dienstensector in de toegevoegde waarde of werkgelegenheid (Figuur 2.3). Momenteel is het aandeel van de dienstensector in de productie ongeveer 60 procent. Voor de industrie, die relatief veel materialen en halffabrikaten voor de productie gebruikt, is het aandeel in de productie juist beduidend hoger dan het aandeel in de toegevoegde waarde of werkgelegenheid. Het productie-aandeel ligt nu op zo'n 22 procent en zal om bovengenoemde reden tot 2020 licht toenemen en daarna weer dalen.

Figuur 2.3 Aandelen van de verschillende sectoren in de productie, toegevoegde waarde en werkgelegenheid. De energiesector bestaat uit de sectoren delfstofwinning, aardolie-industrie en energiebedrijven. De overige nijverheid bestaat uit de bouwnijverheid en de afval- en waterbedrijven.



Het aandeel van de energiesector in de totale productie is ruim zes procent terwijl het aandeel in de totale bruto toegevoegde waarde ruim vijf procent is. Het aandeel van de energiesector in de totale werkgelegenheid is echter maar zo'n half procent. Dat komt omdat de

toegevoegde waarde van deze sector niet zo zeer door de factor arbeid wordt gerealiseerd, maar vooral in de exploitatiewinsten zit. Hoofdstuk 6 beschrijft in meer detail de economische betekenis van energiegerelateerde activiteiten, waarbij een bredere blik wordt gehanteerd dan de traditionele energiesector.

2.3 Ontwikkelingen op de internationale energiemarkten

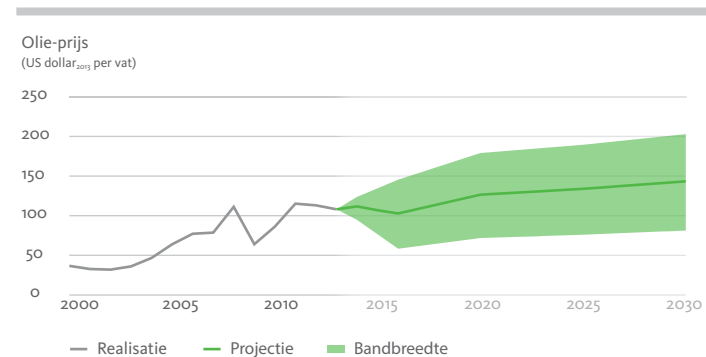
Naast ontwikkelingen in beleid, de economie en de demografie, zijn ontwikkelingen op internationale energiemarkten van groot belang voor de Nederlandse energiehuishouding. Bepalend voor olie-, kolen- en aardgasprijzen zijn vooral de internationale prijzen. Nederland zelf heeft hierop nauwelijks invloed. De prijs van biomassa is belangrijk voor de ontwikkeling van hernieuwbare energie. Tenslotte zijn ontwikkelingen op de Noord-West Europese elektriciteitsmarkt van groot belang; de elektriciteitsvoorziening in Nederland is daarvan een integraal onderdeel.

2.3.1 Ontwikkeling oliemarkten

Grote schommelingen olieprijs in laatste decennia

Aardolie is wereldwijd van groot belang voor de transportsector, maar ook voor de petrochemie en, vooral in niet-geïndustrialiseerde landen, voor de elektriciteitsopwekking.

Figuur 2.4 Realisatie Brent-olieprijs en de veronderstelde toekomstige wereld-olieprijs. Bron CBS (historie), ICE (korte termijn), IEA (2013)



Aardolie wordt wereldwijd verhandeld, waardoor veranderingen in vraag en aanbod wereldwijd gevolgen kunnen hebben. Vanaf 2003 is de prijs van aardolie door een sterk groeiende wereldeconomie en dus grotere vraag fors gestegen (Figuur 2.4).

Tijdens de economische recessie daalde de vraag naar olie en daarmee de olieprijs weer scherp. In de loop van 2009 nam de prijs weer fors toe, maar nu vooral vanwege een sterk stijgende vraag in opkomende economieën zoals China, gebrek aan reservecapaciteit bij de productie en politieke onzekerheden in belangrijke producerende landen (zoals Libië) (CBS et al, 2013). De instabiele situatie in landen als Irak, Libië en Nigeria had in 2013 een drukkend effect op de productie, wat gecompenseerd werd door de toename van onconventionele olie (zoals

olie uit teerzanden, diepzee en schalie) in de Verenigde Staten. Sinds februari 2011 kost een vat aardolie gemiddeld 110 US dollar.

Olieprijs stijgt door groeiende vraag en hogere productiekosten

Op de korte termijn daalt de olieprijs tot iets boven de 100 US dollar per vat conform de prijzen op de termijnmarkt op 30 mei 2014. Het Internationaal Energie Agentschap verwacht dat met het huidige beleid de mondiale vraag naar olie in de periode tot 2035 verder zal toenemen. Hierdoor loopt de prijs in het in de NEV gehanteerde Current Policies Scenario van de World Energy Outlook 2013 (IEA 2013) op naar 127 US dollar per vat in 2020 en 143 US dollar per vat in 2030 (Figuur 2.4). Dit wordt vooral gedreven door de toenemende behoefte aan transport in opkomende economieën (IEA 2013). In de ontwikkelde economieën neemt de vraag naar olie juist langzaam af als gevolg van toenemende efficiency en brandstofsubstitutie. De conventionele velden raken langzaam op, terwijl er vooral onconventionele bronnen bijkomen. De productiekosten van dergelijke bronnen zijn veelal hoger dan van conventionele bronnen. In combinatie met politieke onzekerheden in belangrijke producerende landen en de beperkte mogelijkheden om op korte termijn de vraag naar olie aan te passen levert dit grote onzekerheid over de toekomstige olieprijs.

2.3.2 Ontwikkeling aardgasmarkt

Hoge gasprijs in Azië, lage gasprijs in de VS, Europa in het midden

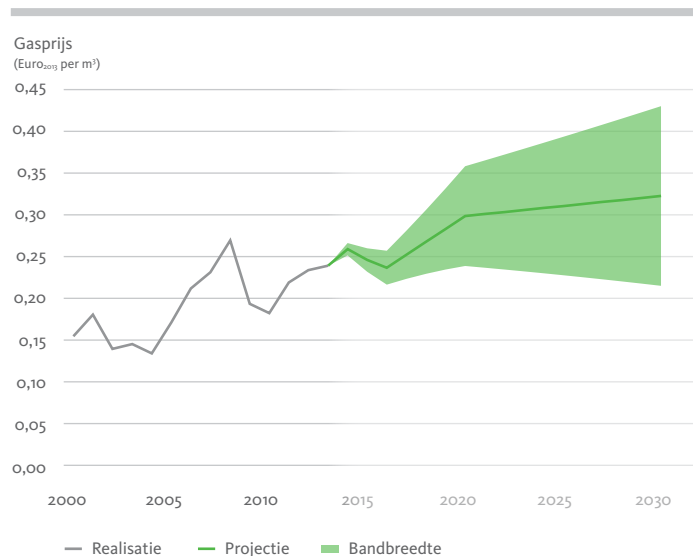
Aardgas is wereldwijd van groot belang voor de elektriciteitsopwekking en de warmtevoorziening en wordt als grondstof gebruikt door

de chemische industrie. Doordat aardgas tot dusver maar beperkt verhandeld kan worden over grote afstanden, bestaat er nog geen mondiale gasmarkt. Er worden globaal drie regionale markten met eigen prijzen onderscheiden: Noord-Amerika, Europa (inclusief Rusland) en Azië. Momenteel zijn de aardgasprijzen in Noord-Amerika het laagst en in Azië het hoogst. Deze verschillen worden veroorzaakt door respectievelijk de schaliegasrevolutie in de VS en de sterker dan verwachte vraag naar gas in met name Japan en China. De Europese gasprijs bevindt zich hier de laatste jaren tussen in, en de verwachting is dat dit zo zal blijven de komende jaren. De nieuwe productiecapaciteit (vooral LNG) die naar verwachting op de markt komt gedurende de komende 5 tot 10 jaar zal een dempend effect hebben op de gasprijsontwikkeling in met name Azië. Omdat via LNG de verschillende markten meer met elkaar verbonden raken, kan dit indirect ook een dempend effect op de Europese gasprijs.

Gestage stijging van de Nederlandse gasprijs

De Nederlandse gasprijs is sinds 2004 fors toegenomen (Figuur 2.5). Vanaf 2008 is de Nederlandse gasprijs een aantal jaren wat gedaald vanwege de lagere vraag naar gas als gevolg van de economische recessie. De gasprijs neemt in de jaren 2014 - 2016 (gebaseerd op noteringen op de termijnmarkt) nog verder af. Deze lagere prijs op de termijnmarkt hangt samen met de relatief warme winters van 2013 en 2014, en de verwachting dat Japan in de toekomst weer van kernenergie gebruik zal gaan maken, waardoor de gasvraag zal afnemen.

Figuur 2.5 Historische en veronderstelde toekomstige gasprijen voor Nederland.



Op langere termijn wordt rekening gehouden met een stijging van de gasprijen. Voor de lange termijn wordt hier aangesloten bij het Europese prijspad zoals beschreven in het *Current Policies Scenario* van de *World Energy Outlook 2013* (IEA 2013). In deze projectie komt tot uitdrukking dat de Europese Unie in toenemende mate afhankelijk wordt van gasimport vanwege een stijgende vraag en snel afnemende eigen productie. Het gevolg is dat het benodigde gas voornamelijk zal moeten worden geïmporteerd, en mogelijk deels

tegen steeds hogere kosten moet worden gewonnen uit velden die minder goed toegankelijk zijn. Het eventueel in productie nemen van schaliegasreserves in verschillende delen van Europa zal naar verwachting nauwelijks tot geen effect hebben op de Europese gasmarkt. Verwacht wordt namelijk dat er sprake zal zijn van een relatief geringe reserve-omvang en relatief hoge productiekosten. De gasprijen die betaald wordt door Nederlandse grootverbruikers ligt doorgaans enkele procenten lager dan de gemiddelde Europese importprijzen omdat de eigenproductie een prijsdrukkend effect heeft. Het verschil tussen de gemiddelde Europese importprijzen en de gasprijen die Nederlandse grootverbruikers betalen, zal met het toenemen van de importafhankelijkheid van Nederland verder afnemen.

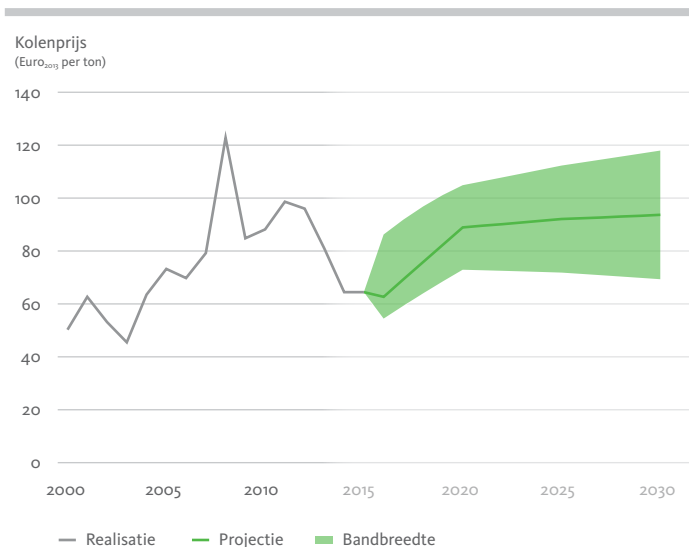
2.3.3 Ontwikkeling kolenmarkten

Net als olie is er voor kolen een echte wereldmarkt. Reden daarvoor is dat transport van kolen op wereldschaal met zeeschepen relatief goedkoop is. Zeker voor Nederland, met goed toegankelijke zeehavens en zonder eigen winning is wereldmarkt bepalend.

Kolenprijzen afgenomen door opkomst schaliegas in VS en nieuwe productie

Er zijn meerdere typen kolen die door de energie dan wel industrie sectoren worden gebruikt. Steen- en bruinkool worden gebruikt in de energiesector voor de productie van elektriciteit en warmte. De gemiddelde kolenprijzen laten een sterk fluctuerend beeld zien.

Figuur 2.6 Historische en veronderstelde toekomstige kolenprijzen.



Ook hier laat de economische recessie haar sporen na: waar er nog sprake was van een hoge prijs in 2008, volgde in 2009 een dal, om na 2009 weer aan te trekken. De opkomst van schaliegas in de VS heeft tot gevolg gehad dat het gebruik van steenkool in de VS fors is afgenomen, en vervolgens kolen werden geëxporteerd. Voor de wereldmarkt van kolen zijn ook de ontwikkelingen in Azië en Australië belangrijk. Nieuwe kolenmijnen in Australië en Indonesië hebben bijgedragen aan het huidige grote aanbod van kolen. Deze toename van het aanbod op de wereldmarkt heeft ertoe geleid

dat de prijs van kolen is gedaald (Figuur 2.6). Ook Nederland heeft geprofiteerd van deze lagere prijs. Sinds 2000 is de import van kolen gegroeid van 23 miljoen ton in 2002 naar 41 miljoen ton in 2013.

Na daling zal kolenprijs weer toenemen

De prijzen op de termijnmarkten laten medio 2014 een verdere daling zien naar een verwacht prijsniveau van rond de € 60 per ton in 2015. Dit is een gevolg van verwachte overcapaciteit in de productie. Voor de langere termijn, vanaf 2020, geeft de World Energy Outlook uit 2013 (IEA 2013) hogere prijzen, in de orde van grootte van €₂₀₁₂ 90 per ton. De NEV gebruikt voor de jaren tot 2016 de prijzen van de termijnmarkt en daarna prijzen die geleidelijk aansluiten bij het niveau van de WEO-schattingen, zoals weergegeven in Figuur 2.6.

2.3.4 Ontwikkeling bio-energiemarkten

Markten biomassa voor energie nog sterk in ontwikkeling

De biomassa die ingezet wordt voor energietoepassingen, ook wel 'bio-energie' genoemd, omvat een breed scala aan typen organisch materiaal, waaronder hout, zaden, en oliën. Deze typen biomassa hebben geheel verschillende eigenschappen, herkomst en zodoende handelsstromen. Markten hiervoor zijn nog sterk in ontwikkeling. De vraag naar of het aanbod van bio-energie kan in relatief korte tijd sterk fluctueren, waardoor de prijs van een bepaald type bio-energie van een bepaalde herkomst enorm kan veranderen. Soms gaat het daarbij om afval- of reststromen die (nog) geen andere toepassing kennen. Door hun onbekendheid kan in eerste instantie de prijs voor

dergelijke stromen zeer laag of zelfs negatief zijn. Men wil immers van het afval af. Wanneer een toepassing voor zulke stromen ontstaat, kan deze situatie in korte tijd omslaan en de prijs sterk toenemen.

Bio-energie concurreert met andere toepassingen

Bepaalde typen biomassa hebben al een plaats op andere markten, zoals plantaardige oliën, landbouwgewassen met suikers en zetmeel of hout, waar ze voor andere doeleinden dan voor energie worden verhandeld. Daar hebben deze grondstoffen een relatief hoge prijs. Het is nog onduidelijk in welke mate dergelijke bio-massastromen voor energie gebruikt zullen gaan worden. Biomassa verbouwen voor energiedoeleinden kan betekenen dat landbouwgrond, oorspronkelijk ingezet of bedoeld voor voedselproductie, nu wordt ingezet voor de productie van bio-energie. Beleidsmakers zijn zich bewust van de soms weinig duurzame effecten van de inzet van specifieke typen biomassa. Om die reden worden ontwikkelingen gericht op deze grondstoffen op dit moment eerder afgeremd dan versneld.

Prijzen bio-energie hoogst volatiel en onzeker

De ontwikkeling van bio-energieprijzen zijn om de eerder genoemde redenen hoogst volatiel en onzeker. In de NEV zijn desalniettemin veronderstellingen gemaakt over de ontwikkeling van biomassa-prijzen voor de periode tot 2030 (zie Tabel 2.3). Deze zijn nog voor een belangrijk deel gebaseerd op prijzen zoals tot nu toe op de markt worden gehanteerd. De prijzen voor de huidige biobrandstoffen liggen zo'n 20 procent hoger dan die van fossiele transportbrandstoffen, maar door de beperkte bijmenging en het grote aandeel van belastingen heeft de bijmenging nauwelijks invloed op de

Tabel 2.3 Veronderstelde bio-energieprijzen in 2020 en 2030

| Type biomassa | Prijs 2020 €(2012)/GJ | Prijs 2030 €(2012)/GJ |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Houtpellets | 7,52 | 7,52 |
| Chips (snoeihout) | 4,13 | 4,13 |
| Granen | 8,37 | 8,37 |
| Mais | 3,45 | 3,07 |
| Bermgras | 0,63 | 0,63 |
| Dierlijk afval | 2,34 | 2,38 |
| Afval industrie agroketen | 2,34 | 2,38 |
| Plantaardige olie (schoon) | 13,50 | 13,50 |
| Droge mest | 1,0 | 1,0 |
| Natte mest (co-substraat) | 4,37 | 4,05 |

brandstofprijzen. Voor huishoudelijk en GFT-afval, black liquor, stortgas en slib van afvalwaterzuiveringsinstallaties wordt geen marktprijs verondersteld. Waarschijnlijk is de komende jaren de productie van biodiesel in Europa hoger dan de vraag. Als gevolg hiervan is een lagere prijs te verwachten.

2.3.5 Ontwikkeling Europese elektriciteitsmarkt

Voor de Nederlandse energiehuishouding zijn de ontwikkelingen rond de integratie van de Europese energiemarkten van groot belang. Vooral in Noordwest-Europa vindt er een verdere integratie van de elektriciteitsmarkt plaats. Deze wordt vooral mogelijk

gemaakt door een toenemend aantal fysieke verbindingen tussen elektriciteitsnetten van de landen en door bijvoorbeeld de markt-koppeling in Centraal- en West-Europa. In de jaren tot 2012 was er dan ook sprake van convergentie in de elektriciteitsprijzen tussen de landen in Noordwest-Europa. Sindsdien echter zijn de prijzen weer uit elkaar gaan lopen, met name tussen Duitsland en Nederland (zie ook TenneT 2014). In Duitsland zijn de prijzen laag door de productie van hernieuwbaar en de lage kolenprijs terwijl in Nederland de prijzen relatief hoog waren. De verbinding tussen de hoogspannings-netwerken van Duitsland en Nederland wordt daardoor bijna volledig benut voor import vanuit Duitsland, maar dit is niet voldoende om de prijzen gelijk te laten worden. Met de uitbreiding van de hoogspanningsverbindingen, verdere ontwikkelingen in de elektriciteitsproductie in Noordwest-Europa en door uitvoering van Europees energiebeleid, is de verwachting dat de prijzen weer meer zullen gaan convergeren. Dit blijft echter onzeker omdat naast de verbindingscapaciteit verschillende factoren zoals de samenstelling van het productiepark en de toename van de vraag ook doorwerken op de elektriciteitsprijs.

Europese energiemarkten dragen bij aan betrouwbare en betaalbare energievoorziening

Geïntegreerde Europese energiemarkten dragen bij aan een betrouwbare en betaalbare energievoorziening. Vergeleken met nationale energiemarkten is op een geïntegreerde Europese markt de voorzieningszekerheid groter doordat capaciteit (zoals bijvoorbeeld opslag voor gas of elektriciteitscentrales) ook beschikbaar is voor andere landen. Bovendien zullen de kosten van energie lager zijn als

er één Europese markt is waarop energieaanbieders uit verschillende landen onderling concurreren.

Derde Energie Pakket van de Europese Unie

Om één Europese energiemarkt tot stand te brengen is in 2011 door de Europese Unie het Derde Pakket voor de Stroom- en Gasmarkt aangenomen. Dit pakket maatregelen bestaat onder andere uit de elektriciteit- en gasrichtlijnen en verordeningen over netwerktoegang. Netwerktoegang is belangrijk om voldoende mededinging te realiseren op energiemarkten. Het gaat daarbij zowel om netwerktoegang binnen landen als om toegang tot verbindingen tussen landen. Daarnaast wordt in het Derde Pakket de ontvlechting van netwerkbedrijven en productiebedrijven geregeld. Daarbij zijn verschillende modellen toegestaan, uiteenlopend van volledig onafhankelijke netwerkbeheerders (waarbij netwerken geen eigendom meer zijn van energieproducenten) tot geïntegreerde bedrijven (waarbij netwerken eigendom zijn van producenten, maar onafhankelijk worden beheerd door een systeembeheerder).

Het Derde Pakket is overgenomen in de nationale wetgeving van de lidstaten. Maar daarmee is de interne markt voor energie nog niet afgerond. Zo worden er momenteel netwerkcodes ontwikkeld voor de toegang tot de gas- en elektriciteitsnetwerken, voor de regels voor de werking van markten en voor het beheer van netwerken. Bij het ontwikkelen van deze netwerkcodes zijn de Europese koepels van toezichthouders (*Agency for the Cooperation of Energy Regulators*) en van netwerkbeheerders (*European Network of Transmission Operators*) betrokken. Uniforme en transparante regels voor netwerktoegang,

marktwerking en systeembeheer bevorderen de competitie tussen marktpartijen.

Op weg naar een interne Europese elektriciteitsmarkt

Begin 2014 is er een belangrijke stap gezet naar een interne elektriciteitsmarkt door de marktkoppeling tussen 14 lidstaten en Noorwegen in Centraal en West-Europa, waaronder Nederland. Binnen dit gebied wordt alle vraag en aanbod van elektriciteit op de zogenaamde day-ahead markt, de markt die 24 uur voor levering sluit, gecombineerd, waardoor er één geïntegreerde markt is gecreëerd voor elektriciteit in deze landen.

Interconnecties worden uitgebreid

Naast de regelgeving uit het Derde Pakket en de marktontwikkeling draagt ook de uitbouw van de fysieke verbindingen tussen landen (interconnecties) bij aan de interne elektriciteitsmarkt. Het *Ten Year Network Development Plan* van ENTSO-E geeft een overzicht van de plannen voor interconnecties en van de voortgang van de projecten. Er worden hierin tot 2030 twee belangrijke nieuwe interconnecties in het elektriciteitsnetwerk voorzien. Ten eerste wordt de verbinding Doetichem – Wesel aangelegd. Hierdoor neemt de capaciteit met Duitsland met 60 procent toe. De verwachting is dat deze in 2016 operationeel is. Daarnaast is momenteel de aanleg van een verbinding tussen Nederland en Denemarken in voorbereiding; de COBRA kabel. Aangenomen is dat deze verbinding in 2023 operationeel is.

De praktijk leert dat er, onder andere vanwege de lange duur van vergunningverlening, bij de realisatie van interconnecties vaak vertragingen optreden.

Beleid lidstaten kan interne Europese markt verstoren

De wetgeving uit het Derde Pakket en uitbreiding van de infrastructuur dragen bij aan één geïntegreerde Europese energiemarkt. Maar er zijn ook bedreigingen voor de interne markt, met name door beleidsontwikkelingen binnen lidstaten. Verschillende steunregimes voor hernieuwbare energie in lidstaten leiden tot verschillende omstandigheden voor investeringen, bovendien beïnvloeden ze de marktwerking en prijsvorming op de energiemarkt. Een andere bedreiging is de introductie van capaciteitsmechanismen in landen als Frankrijk, Groot-Brittannië en België en de discussie hierover in bijvoorbeeld Duitsland (zie paragraaf 2.1.3). Bij dergelijke mechanismen worden producenten betaald voor het op afroep beschikbaar hebben van productiecapaciteit. Afhankelijk van de mate waarin producenten in andere landen toegang hebben tot dergelijke capaciteitsmechanismen, kunnen deze ook tot een verstoring van de interne markt leiden. Daarom heeft de Europese Commissie eind 2013 een communicatie uitgebracht over de vormgeving van steun regimes voor hernieuwbare energie en voor capaciteitsmechanismen (EC 2013).

Nationale ontwikkelingen: energie en broeikasgassen

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen van de Nederlandse energievraag, de energievoorziening en de emissie van broeikasgassen besproken.

Belangrijke bevindingen in dit hoofdstuk zijn:

- Het totale energieverbruik van eindverbruikers in Nederland vertoont sinds 2004 een licht dalende trend en zal naar verwachting verder dalen.
- Het aandeel hernieuwbare energie in het eindverbruik zal in het komende decennium fors gaan groeien maar kent forse onzekerheden.
- De emissie van broeikasgassen vertoont een dalende trend. Sinds 2004 daalt ook de emissie van CO₂. Naar verwachting zet die trend zich in de toekomst door.

Ontwikkeling energiehuishouding op nationale schaal



Energieverbruik

Door eindverbruikers, in petajoule



*

XX

met vastgesteld en

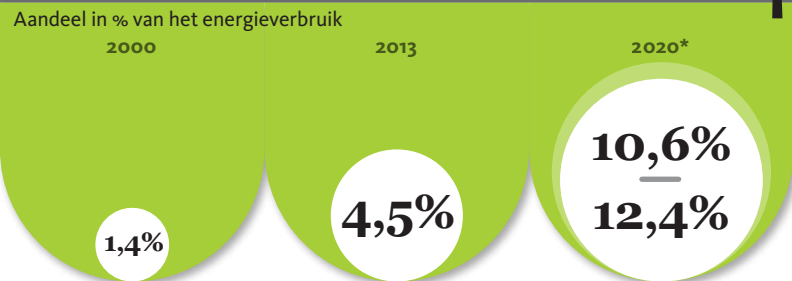
XX

voorgenomen beleid



Hernieuwbare energie

Aandeel in % van het energieverbruik



Emissie broeikasgassen

Miljoenen tonnen CO₂-equivalenten



Dit hoofdstuk beschouwt de ontwikkeling van de energiehuishouding op nationale schaal. Dit is de resultante van veranderingen die zich binnen allerlei sectoren van de Nederlandse economie voordoen. Centraal in het energiesysteem staat de ontwikkeling in de energievraag en hoe die door aanbod wordt gedekt.

De economische recessie in de afgelopen jaren heeft invloed op de vraag, maar ook op verbeteringen in de energie-efficiëntie, beide zaken komen in dit hoofdstuk aan bod. De opkomst van hernieuwbare energie is een belangrijke ontwikkeling aan de aanbodzijde en wordt in dit hoofdstuk belicht. Eveneens komt de emissie van broeikasgassen aan bod; deze is grotendeels gerelateerd aan de energiehuishouding. Voor de volledigheid komen daarbij ook de niet-CO₂ broeikasgassen aan bod, die veel minder aan het energieverbruik gekoppeld zijn.

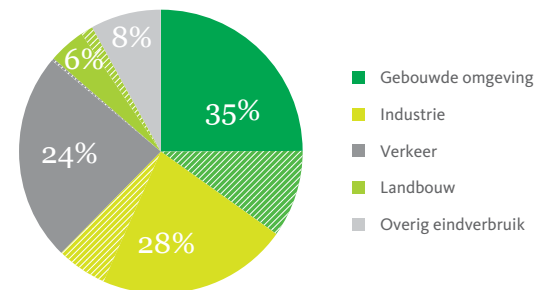
3.1 Energievraag door eindverbruikers

Deze paragraaf beschrijft de vraag naar energie door eindverbruikers. Dat zijn de sectoren waarvoor energieverbruik ondersteunend is voor hun hoofdactiviteiten: gebouwde omgeving, industrie, landbouw en verkeer en vervoer. In 2012 had de gebouwde omgeving het grootste aandeel in het eindverbruik, gevolgd door industrie en verkeer (Figuur 3.1). Zo'n 17 procent van het bruto eindverbruik in 2012 betrof

elektriciteitsverbruik in de gebruikssectoren. De energie voor de eindverbruikers wordt grotendeels geleverd door energiebedrijven, maar ook deels door eindverbruikers zelf gewonnen (bijvoorbeeld hernieuwbare energie) of omgezet (bijvoorbeeld warmte en elektriciteit uit gas). Een belangrijk beleidsonderwerp voor de energievraag is energiebesparing.

Figuur 3.1 Bijdrage van sectoren aan bruto eindverbruik in 2012.

Gearceerde delen betreffen het elektriciteitsverbruik binnen de sectoren.



3.1.1 Ontwikkeling van de finale energievraag

Bruto eindverbruik na crisis op lager niveau

Gedreven door economische groei vertoonde het energieverbruik in Nederland tot 2005 een gestage groei. In volgende jaren was een afvlakking zichtbaar, die onder invloed van de de economische recessie aan het einde van het decennium in een daling van het gebruik omhoog. Een mix van factoren ligt aan deze trend ten grondslag, waardoor niet één dominante verklaring voor de trend kan worden aangewezen. Sommige factoren werken op allerlei vlakken door, zoals de afnemende bevolkingsgroei; andere zijn specifiek voor een bepaalde sector. In hoofdstuk 4 wordt per sector in meer detail op de verschillende ontwikkelingen ingegaan. In het algemeen speelt naast de economische en demografische trends, het energiebeleid een steeds grotere rol. Zo zijn effecten van energienormen bij een steeds groter deel van de in gebruik zijnde woningen, auto's en installaties zichtbaar. De afname van het finale energieverbruik van 2000 tot 2012 is vooral veroorzaakt door een daling van het verbruik in de industrie en de landbouw. In de gebouwde omgeving en bij verkeer en vervoer nam het verbruik nog toe, alhoewel daar in de latere jaren een kentering optrad. Crisisjaar 2009 uitgezonderd, lag het verbruik in 2012 door deze ontwikkelingen op het laagste niveau sinds de eeuwwisseling (Figuur 3.2).

Figuur 3.2 Ontwikkeling bruto eindverbruik 2000-2030



Daling vooral door afnemend verbruik van warmte

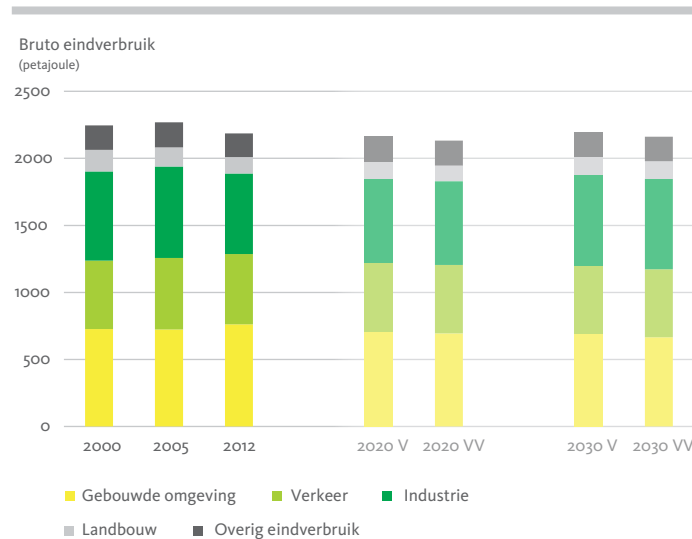
De daling van het bruto eindverbruik wordt vooral door lager verbruik van warmte veroorzaakt. Het verbruik van zowel elektriciteit en transportbrandstoffen nam in deze periode juist licht toe.

Daling eindverbruik zet mogelijk tot 2020 door

Bij vastgesteld beleid daalt het verbruik tot 2020 waarschijnlijk zeer licht (met één procent), alhoewel de daling niet robuust is wanneer rekening wordt gehouden met onzekerheden [-6 tot +4 procent].

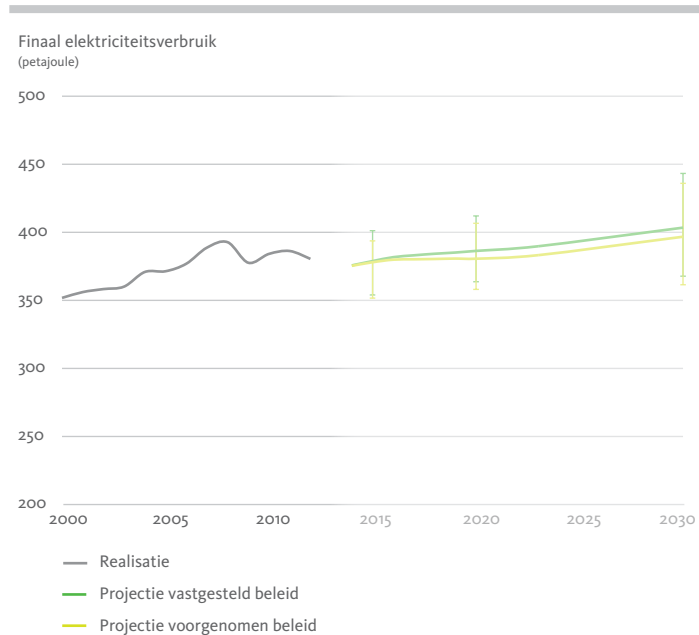
Figuur 3.3 Finaal elektriciteitsverbruik bij eindverbruikers

(V = vastgesteld beleid, VV = voorgenomen beleid)



Bij voorgenomen beleid is er sprake van een sterkere daling van 2,5 procent, binnen een bandbreedte van -8,5 tot + 3 procent. In de periode 2012-2020 laten de gebouwde omgeving en het verkeer en vervoer een daling in het energieverbruik zien, terwijl het verbruik in de industrie stijgt (Figuur 3.3). Het verbruik in de landbouw blijft nagenoeg gelijk. De sterkere daling bij voorgenomen beleid wordt vooral veroorzaakt door een sterkere daling van het verbruik in de gebouwde omgeving.

Figuur 3.4 Bijdrage van sectoren in het bruto eindverbruik



Ook het verbruik in industrie en landbouw liggen door de maatregelen in het voorgenomen beleid iets lager dan bij vastgesteld beleid. Het is vooral het warmteverbruik dat naar verwachting bij zowel vaststaande als voorgenomen beleid zal dalen, alhoewel ook het verbruik van transportbrandstoffen afneemt. Het totale elektriciteitsverbruik in de eindverbruikssectoren zal in deze periode bij

vaststaand beleid nog toenemen, naar 386 petajoule [364 – 412 petajoule] in 2020 (Figuur 3.4). Voorgenomen beleid zal bijdragen aan een stabilisatie van het elektriciteitsverbruik tot 2020, op ongeveer 381 petajoule [358 – 407 petajoule].

Na 2020 neemt het eindverbruik naar verwachting licht toe

Na 2020 neemt het bruto eindverbruik naar verwachting licht toe. Deze groei wordt met name gedreven door verwachte economische ontwikkeling en bevolkingsgroei, en uitputting van gangbare besparingsmaatregelen. Dit vertaalt zich vooral in meer energieverbruik in de landbouw en de industrie. De daling in de gebouwde omgeving van het energieverbruik van vóór 2020 zet zich ook na 2020 door, al is de daling kleiner dan in de periode vóór 2020. Het totaalverbruik in de verkeer- en vervoerssector blijft in deze periode nagenoeg gelijk.

3.2 Energieaanbod

3.2.1 Ontwikkeling Nederlandse energiemix

Aardgas verliest dominantie

Aardgas is sinds jaar en dag de belangrijkste energiedrager in de Nederlandse energiehuishouding. De dominante positie van aardgas staat evenwel sinds het begin van dit decennium onder druk (Figuur 3.5). Een mix van marktfactoren en de steeds sterkere doorwerking van het energie- en klimaatbeleid, leidt ertoe dat aardgas zijn nummer één positie waarschijnlijk voor het einde van het decennium zal verliezen aan olie.

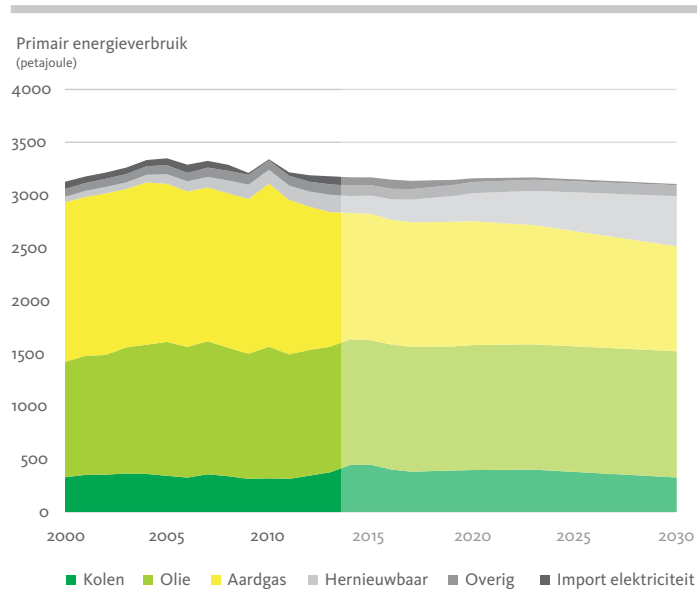
Aardgasverbruik neemt af

De aardgasinzet in de Nederlandse elektriciteitsproductie is tussen 2010 en 2014 in hoog tempo verschoven naar kolen en meer import. Deze verschuiving werd ingeleid door het inzakken van de kolenprijs, waardoor de aardgas-kolenprijsverhouding in het voordeel van elektriciteitsproductie door kolencentrales uitsloeg. Uitbreiding van de interconnectiecapaciteit met onze buurlanden, een toename van hernieuwbare elektriciteit- en warmteproductie, en verminderde warmtevraag in eindsectoren door energiebesparing zullen voor een gestage verdere daling van het aardgasgebruik zorgen tussen 2020 en 2030.

Verbruik van olie blijft stabiel

Stijging van het gebruik van olie als grondstof voor onder andere plastics in de chemie compenseert de dalende vraag naar olieproducten in de verkeerssector door toenemende voertuigefficiëntie. Het oliegebruik blijft hierdoor na de terugval in verband met de crisis relatief stabiel. Bij de geschetste ontwikkeling van aardgasverbruik, zal olie in de loop van het decennium de nummer één positie van aardgas als belangrijkste energiedrager in de Nederlandse energiehuishouding overnemen. Wanneer alleen de energetische toepassing van energiedragers wordt bekeken, dus zonder het gebruik als grondstof, blijft aardgas wel de belangrijkste energiedrager.

Figuur 3.5 Primair energieverbruik naar energiebron, temperatuur gecorrigeerd



3.2.2 Ontwikkeling hernieuwbare energie

Aandeel hernieuwbare energie is toegenomen

In de periode 2000-2009 is het aandeel hernieuwbare energie gestegen van 1,4 tot 4,1 procent (Figuur 3.6). Deze groei werd voor een groot deel veroorzaakt door de subsidieregeling Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie (MEP). De overgang van MEP naar de opvolger

Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE) zorgde voor discontinuïteit. Daarnaast waren de criteria om een SDE-beschikking te kunnen ontvangen licht, waardoor een significant aantal geïmplementeerde projecten in de SDE en de eerste SDE+-tenders niet of nog niet tot realisatie zijn gekomen. Bovendien is een aantal projecten waarvan de MEP subsidieperiode is afgelopen inmiddels gestopt met produceren. Mede hierdoor stagneerde de groei van het aandeel hernieuwbare energie sinds 2010 tot heden; het aandeel bedroeg in 2013 4,5 procent.

Eerste jaren nog gematigde groei verwacht

Ondanks een forse toename van het subsidiebudget en de bijbehorende groei van projecten met toegekende subsidie, wordt op basis van bottom-up projectinformatie voor de eerstkomende jaren nog een gematigde stijging verwacht, van rond 5 procent in 2014 tot iets meer dan 6 procent in 2016. Het beeld voor de komende jaren wordt vooral bepaald door het opstarttempo van een paar grote projecten. Er bestaat op korte termijn nog relatief grote onzekerheid rond de doorlooptijd en uiteindelijke realisatie.

Later dit decennium flinke versnelling hernieuwbare energie

De verwachting is evenwel dat het aandeel hernieuwbare energie vanaf 2017 fors gaat groeien. De SDE+-regeling kent sinds enkele jaren een aanscherping van de beoordelingen van de aanvragen en een scherpere toetsing op de voortgang van de projectontwikkeling. Dit zal de uitval van projecten in de toekomst kleiner maken dan in het verleden en hierdoor kan onbestede budgetruimte sneller vrijvallen voor nieuwe toekenningen. In 2017 zal een aantal vertraagde projecten in productie gaan, waardoor in dat jaar een versnelde groei verwacht wordt.

Tekstbox 3-1

Grote onzekerheid rond het verwachte aandeel hernieuwbare energie

Meerdere factoren beïnvloeden de grootte van het aandeel hernieuwbare energie. Het gaat onder andere om technologieontwikkeling, kosten, investeringsbereidheid, draagvlak, beschikbaarheid van kapitaal en beleidsmaatregelen. De projecties in de NEV gaan uit van het meest recente inzicht rond de ontwikkeling van deze factoren en schetsen op basis daarvan de meest plausibele toekomstontwikkeling. De ontwikkeling van de genoemde factoren is onzeker en dat werkt door in grote onzekerheid rond de projecties. De huidige inschatting van deze factoren valt gunstig uit voor de geprojecteerde groei van hernieuwbare energie. De onzekerheid is wel scheef verdeeld. Er zijn enkele factoren die het aandeel hoger kunnen doen uitpakken, maar de neerwaartse risico's zijn beduidend groter. Zo zijn op dit moment in het algemeen de kapitaalvoorziening en het draagvlak voldoende om sterke groei van hernieuwbare energie mogelijk te maken. Voor specifieke technologieën bestaan voor deze factoren soms wel belemmeringen, zoals de financiering bij biomassavergisting en draagvlak bij wind op land.

Voldoende kapitaal en adequaat draagvlak zijn randvoorwaarden waaraan blijvend voldaan moet worden om tot sterke groei te kunnen komen. Als de algemene situatie rond kapitaalvoorziening of draagvlak verslechtert, kan dit de groei van hernieuwbare energie hinderen. Echter, als er meer kapitaal beschikbaar komt, betekent dat

niet dat ook meer hernieuwbare-energieprojecten gestart worden. Hierdoor ontstaat een reële kans dat het aandeel hernieuwbare energie veel lager uitvalt dan geraamd, terwijl 'meevallers' voor deze factoren het aandeel niet veel hoger doen uitvallen.

Naast deze algemene onzekerheden zijn er ook onzekerheden bij de ingroei van specifieke technologieën. Afwijkingen van het verwachte groeitempo kunnen tot flinke verschuiving van het verwachte resultaat leiden. In hoofdstuk 4 worden de technologie specifieke onzekerheden in meer detail toegelicht. Bij wind op zee en wind op land gelden ook onzekerheden die samenhangen met de invulling van het voor deze technologieën relevante beleid. Omdat deze beleidsonzekerheden voor de interpretatie van de projecties belangrijk zijn, worden ze hieronder toegelicht.

Beleidsontwikkeling wind op zee nog volop in beweging

Voor wind op zee is het beleid momenteel volop in beweging. Het groeipad (inclusief doorlooptijd) en de voorwaarde van kostendaling zoals afgesproken in het Energieakkoord zijn zeer ambitieus, zoals ook hoofdstuk 5 laat zien. De doorrekening van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013) heeft gesteld dat deze ambitie onder bepaalde voorwaarden gehaald kan worden. Kritische voorwaarden zijn onder andere het vormgeven van tendervoorwaarden zodat deze optimaal aansluiten bij de afgesproken kostenreductie, een optimale procedure voor aanwijzing van tenderlocaties, het realiseren van de kostenreductie en verkorting van de planprocedure. Bij het opstellen van de uitgangspunten voor deze NEV was de beleidsvorming om uitwerking te geven aan de afspraken in het Energieakkoord nog in volle gang.

De afspraken uit het Energieakkoord zijn daarom volgens de in mei 2014 geldende inzichten geïnterpreteerd en in de beleidsvariant met voorgenomen beleid opgenomen.

Onderscheid tussen vastgesteld en voorgenomen beleid

De ontwikkeling van wind op zee kent hierdoor grote verschillen tussen vaststaand en voorgenomen beleid. Bij vastgesteld beleid geldt het huidige SDE+-regime: windenergie, inclusief wind op zee, is onderdeel van de gefaseerde openstelling. Hoewel het maximum basisbedrag van 15 cent per kilowattuur voor wind op zee de komende jaren knellend is, zal op langere termijn hier wel aan voldaan kunnen worden door kostendalingen. Zonder de aanvullende voorgenomen maatregelen om de doorlooptijd van de projecten (tijd tussen planontwikkeling en realisatie) te verkorten, zal het extra vermogen voor wind op zee bij vastgesteld beleid pas na 2023 online komen. In 2023 zal dan 1,5 gigawatt aan wind op zee opgesteld staan, tot 2030 zal dat bij vaststaand beleid zijn gegroeid tot bijna 5 gigawatt.

Bij voorgenomen beleid worden aparte tenders voor wind op zee uitgeschreven. Dit impliceert een separate budgetallocatie. Windprojecten op zee kunnen SDE+-subsidie ontvangen, mits voldaan wordt aan het criterium van 40 procent kostendaling uit het Energieakkoord.

Kritische voorwaarden voor tenderrealisatie voorgenomen beleid nog niet volledig ingevuld

De tendervoorwaarden waarin het kostenreductiecriteria is uitgewerkt zijn nog niet volledig uitgewerkt. In algemene zin is een

40 procent kostendaling binnen het gestelde tijdsplan erg ambitieus (zie ook hoofdstuk 5). Verwacht wordt dat de generieke kostendaling iets onder het niveau van 40 procent blijft, maar dat windparken op specifieke locaties wel aan de tendervoorwaarden kunnen voldoen. In afwezigheid van een uitgewerkte procedure voor aanwijzing van tenderlocaties, is de verwachting dat sommige tenders geen of geen volledige invulling zullen krijgen. Onzekerheid over kostendaling maakt het aandeel van de tenders dat succesvol wordt ingevuld onzeker. Er vindt door tenderpaden in combinatie met aanwijzing van TenneT als netbeheerder op zee naar verwachting wel een versnelling van de uitrol van wind op zee plaats. Onzekerheid over het verkorten van doorlooptijd van projecten zorgt voor onzekerheid in het verwachte jaar waarin de gecommiteerde parken tot productie komen.

Gegeven de combinatie van onzekerheden, wordt bij voorgenomen beleid verwacht dat in 2023 3,2 gigawatt wind op zee gerealiseerd zal zijn. In het minst gunstige geval zal het opgesteld vermogen wind op zee in 2023 blijven steken op 2 gigawatt. Het aandeel hernieuwbare energie zou daarmee 0,8 procentpunt lager uitpakken. In het gunstigste geval wordt wel aan alle voorwaarden voldaan, en kunnen alle afgesproken tenders doorgang vinden. Daarmee zou het opgesteld vermogen in 2023 4,4 gigawatt bedragen, en het aandeel hernieuwbare energie 0,8 procentpunt hoger uitpakken. Voor het jaar 2020 geldt een vergelijkbare onzekerheid. Daarbij speelt dat de doorlooptijd die nodig is om een nieuw park in 2020 operationeel te hebben, tot nu toe in de Nederlandse praktijk nog niet is gerealiseerd. Afhankelijk van de ontwikkeling kan het aandeel

hernieuwbaar in 2020 0,4 procentpunt hoger of 0,5 procentpunt lager uitvallen (ten opzichte van de middenwaarde).

Wind op land kent meerdere belangrijke risico's

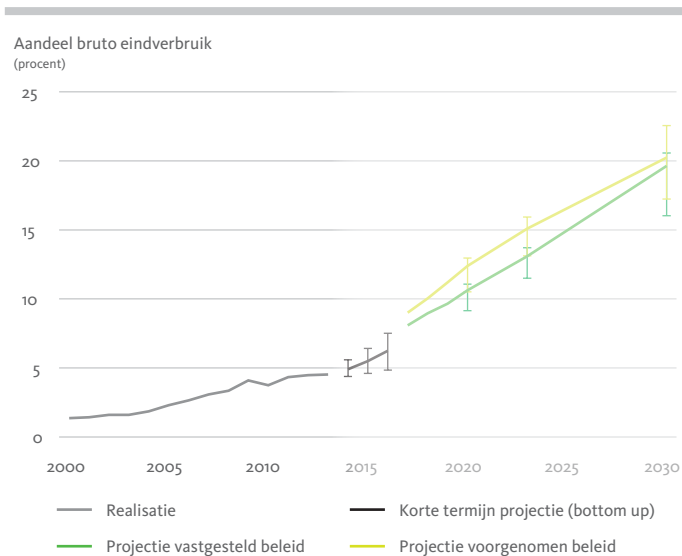
Bij wind op land is de belangrijkste onzekerheid de snelheid waarmee de grote projecten, typisch de rijkscoördinatieregelingprojecten, gerealiseerd worden. Dat hangt onder meer af van de snelheid waarmee bestuurlijke besluiten, zoals vergunningverlening en acties gericht op het creëren van draagvlak, genomen worden. Daarnaast hangt het realisatietempo af van de snelheid waarmee investeringsbeslissingen genomen kunnen worden en kapitaal wordt aangetrokken voor meerdere grote projecten tegelijkertijd. Ook is onzeker of de sector in staat is op te schalen naar hogere installatietempo's in Nederland, bij gelijktijdige sterke groei in omliggende landen. Provincies hebben ruimte gereserveerd voor 6 gigawatt wind op land. Bij een slagingspercentage lager dan 100 procent, zullen alternatieven gevonden moeten worden, wat zal leiden tot vertraging. Bij zowel vastgesteld als voorgenomen beleid is de verwachting dat in 2020 ongeveer 5 gigawatt wind op land gerealiseerd zal zijn. Wanneer bovenstaande onzekerheden zich gunstiger ontwikkelen dan momenteel ingeschat, kan het opgestelde vermogen in 2020 oplopen tot 6 gigawatt. Tegenvallers kunnen evenwel betekenen dat het opgesteld vermogen op 4 gigawatt blijft steken. Deze onzekerheid zorgt voor een half procentpunt hoger of lager aandeel hernieuwbaar ten opzichte van de middenwaarde.

Aandeel hernieuwbare energie groeit na 2020 verder

Voor de interpretatie van de projecties voor hernieuwbare energie is het belangrijk de onzekerheden die hierbij spelen op de juiste wijze te duiden (tekstbox 3-1). Naast daar beschreven onzekerheden bestaan ook specifieke onzekerheden bij andere technologieën dan windenergie; deze worden toegelicht in hoofdstuk 4. Rekening houdend met alle onzekerheden ligt de meest plausibele schatting voor het aandeel hernieuwbare energie in 2020 bij vaststaand beleid op 10,6 [9,1 - 11,1] procent (Figuur 3.6). Bij het voorgenomen beleid vindt een versnelling plaats, waardoor in 2020 het aandeel naar verwachting uitkomt op 12,4 [10,5 - 13,0] procent. Het in Europa en Energieakkoord afgesproken aandeel van 14 procent in 2020 valt buiten deze range. In de doorrekening van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013) is aangegeven dat het realiseren van dit doel onder andere vereist dat zowel de subdoelen voor wind op land en wind op zee worden gerealiseerd, als voor de overige technologieën de bovenkant van de bandbreedte wordt gerealiseerd. Deze combinatie van voorwaarden wordt bij de huidige inzichten waarschijnlijk niet voldaan.

Het aandeel hernieuwbare energie groeit zowel bij vastgesteld als bij voorgenomen beleid na 2020 flink door. In 2023 wordt bij vaststaand beleid 13,1 [11,5 - 13,7] procent van de energievraag door duurzame bronnen gedekt, bij voorgenomen beleid 15,1 [13,1 - 15,9] procent. Daarmee wordt naar verwachting de doelstelling uit het Energieakkoord (16 procent) niet geheel gehaald. Bij gunstige omstandigheden kan het aandeel uitkomen op 16 procent, maar als het tegenzit op 13 procent.

Figuur 3.6 Ontwikkeling aandeel hernieuwbare energie



Tekstbox 3-II beschrijft dat deze projectie voor hernieuwbare energie methodologisch verschilt van de beoordeling van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013). Zowel bij vaststaand als voorgenomen beleid groeit het aandeel hernieuwbare energie in de periode tot 2030 verder, tot rond de 20 procent. Het voorgenomen beleid leidt dus vooral tot een versnelling van de groei en niet tot grotere realisatie op lange termijn. De aanname van gelijke lange termijn

kasuitgaveplafonds voor de SDE+ in beide varianten ligt aan deze lange termijn trend ten grondslag.

De drijvende beleidsinstrumenten voor de groei zijn de exploitatiesubsidies van SDE en SDE+. Ook de stijgende verplichting voor hernieuwbare energie voor vervoer, het meetellen van achterde-meter opgewekte hernieuwbare energie in de energieprestatienormen voor de gebouwde omgeving en fiscale maatregelen, waaronder de salderingsregeling, voor decentrale energie dragen in belangrijke mate bij aan de groei.

Tekstbox 3-II

Projectie hernieuwbare energie niet vergelijkbaar met de beoordeling van het Energieakkoord uit 2013

In 2013 zijn door ECN en PBL de afspraken en doelen uit het Energieakkoord beoordeeld (ECN & PBL 2013). De methode die bij die beoordeling is gebruikt verschilt op het onderdeel hernieuwbare energie in belangrijke mate van de NEV: de onderliggende onderzoeksvraag was fundamenteel anders. De beoordeling stelde als vraag: “Kunnen de afspraken uit het Energieakkoord gehaald worden?” Om die vraag te beantwoorden is bepaald of er onder gunstige omstandigheden voldoende potentieel zou zijn om de afspraken rond hernieuwbare energie na te komen. De NEV beantwoordt de vraag: “Wat is de meest plausibele ontwikkeling van hernieuwbare energie?” Om deze vraag te beantwoorden is een aanpak gebruikt die uitgaat van de verwachte

ontwikkelingen. Hierbij zijn naast de bereikbare potentiën ook andere factoren, zoals het ondersteunend beleid en de marktsituatie van technologieën bekeken. Deze aanpak veronderstelt niet bij aannamen dat aan de gestelde voorwaarden zouden worden voldaan. De resultaten uit de beoordeling van vorig jaar en deze NEV kunnen dus niet zonder meer met elkaar vergeleken worden.

De resultaten uit de NEV zijn wel te vergelijken met het referentiep pad dat is gebruikt bij de beoordeling van het Energieakkoord. Dit referentiep ad komt grotendeels overeen met de referentieraming uit 2012 dat op enkele punten was geactualiseerd (PBL & ECN 2013). In dat referentiep ad, met alleen vastgestelde maatregelen, kwam het aandeel hernieuwbare energie op circa 8 procent in 2020. Met maatregelen die tot het voorjaar 2012 waren voorgenomen, werd een aandeel van bijna 11 procent verwacht. Door wijzigingen in beleid en nieuwe inzichten in de ontwikkeling van onder andere de economie en prijzen voor energie en CO₂ komt het aandeel hernieuwbare energie in deze NEV hoger uit dan in de vorige raming. Voor een nadere toelichting van deze verschillen, zie de rubriek frequently asked questions op de NEV website.

Beleidsonzekerheid rond stimulering hernieuwbare energie na 2020

Voor de periode na 2020 bestaan rond de stimulering van hernieuwbare energie op enkele punten belangrijke beleidsonzekerheden die in deze verkenning zijn uitgewerkt in een specifieke beleidsvariant, 'Variant voorgenomen beleid exclusief SDE+'. Het bijmengen van biobrandstoffen wordt in Europees verband via de richtlijn brandstofkwaliteit en de richtlijn hernieuwbare energie gestimuleerd. Deze stimulering door deze richtlijnen loopt echter formeel slechts tot 2020. Wanneer aan de

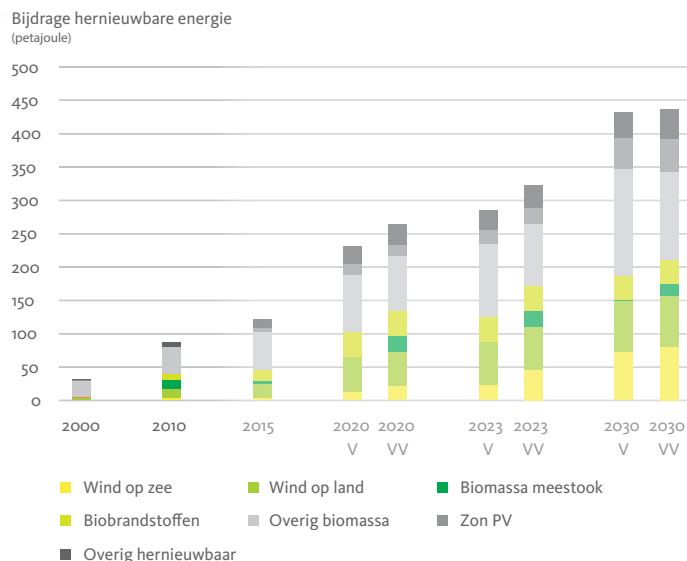
stimulering van biobrandstofbijmenging geen vervolg wordt gegeven, zal bijmenging naar verwachting vanaf 2021 niet langer plaatsvinden. Dit kan dan een terugval van zo'n 1,7 procentpunt in het aandeel hernieuwbaar betekenen. Dit is daarmee een risico voor het nationale doel in 2023. Daarnaast bestaat er met het ontbreken van een nationaal doel na 2023, en de discussie over Europese harmonisatie van de stimulering van hernieuwbare energie, onzekerheid over de continuering van de SDE+-regeling na 2023. Mocht na 2023 de SDE+-regeling gesloten worden voor nieuwe projecten, dan zal het aandeel hernieuwbare energie na 2023 mogelijk toch langzaam blijven groeien, doordat een aantal projecten, zoals voor wind op land en geothermie, rendabel worden zonder subsidie. Het aandeel hernieuwbare energie ligt bij deze aannamen rond 15 procent in 2030.

Groei van hernieuwbare energie verspreid over meerdere categorieën

De groei van hernieuwbare energie tot 2020 bestaat uit groei van zowel hernieuwbare warmte als hernieuwbare elektriciteit. De groei van hernieuwbare elektriciteit komt vooral door groei van windenergie, zowel op land als op zee, en sterke groei van zon-PV (Figuur 3.7). De productie van elektriciteit uit biomassa blijft rond het niveau van de afgelopen jaren liggen. Variaties in hernieuwbare elektriciteit uit biomassa worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de inzet van biomassa in kolencentrales, die bij vastgesteld beleid niet wordt gestimuleerd, en bij voorgenomen beleid tot een maximum van 25 petajoule in de SDE+ wordt opgenomen. De groei van hernieuwbare warmteproductie vindt zowel plaats door toepassing van verschillende vormen biomassatoepassingen als door de inzet van warmte uit bodem- en buitenlucht. Paragraaf 4.5.2 en 4.5.3 gaan in meer detail in op de toename van specifieke technologieën.

Figuur 3.7 Bijdrage van verschillende technologieën hernieuwbare energie

(V = vastgesteld beleid, VV = voorgenomen beleid)



Budget SDE+ vormt geen direct knelpunt

Het budget in de SDE+, dat in deze verkenning is gelimiteerd tot het budget dat voor de SDE+ in het vooruitzicht is gesteld², leidt niet

² Zie regeerakkoord Rutte II. Zie tevens wijziging n.a.v. Energieakkoord op: www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/regelingen/2013/09/06/overzicht-budgettaire-gevolgen-energieakkoord.html

tot beperkingen in de uitrol van hernieuwbare energie. Dat diverse vormen van hernieuwbare energie, zoals wind op zee, waarschijnlijk achterblijven bij de beleidsmatig gewenste groei, vindt zijn oorzaak niet primair in de financiële middelen die publiek beschikbaar worden gesteld. Wel zijn de kasuitgaven voor SDE+ gevoelig voor de ontwikkelingen in de energieprijzen. Hoewel uit deze verkenning volgt dat het budget van de SDE+ geen direct knelpunt is, blijft het zaak om de consequenties van de energieprijzontwikkelingen voor de SDE+-uitgaven te monitoren, teneinde tijdig te kunnen reageren op veranderde prijzen.

3.3 Energiebesparing en energie-intensiteit

In voorgaande paragraaf is de ontwikkeling van de energievraag besproken. Hieruit is af te leiden dat het energieverbruik de komende jaren, ondanks een groeiende economie, licht zal afnemen. Toch kan hier niet één-op-één van worden afgeleid dat de Nederlandse economie efficiënter wordt. Hiervoor moet ook rekening gehouden worden met de verandering van de omvang van activiteiten in Nederland. In deze paragraaf kijken we naar indicatoren voor efficiëntie. Allereerst wordt de ontwikkeling van de energie-intensiteit besproken, vervolgens die van energiebesparing volgens verschillende definities (zie paragraaf 1.4 voor toelichting van definities).

3.3.1 Energie-intensiteit

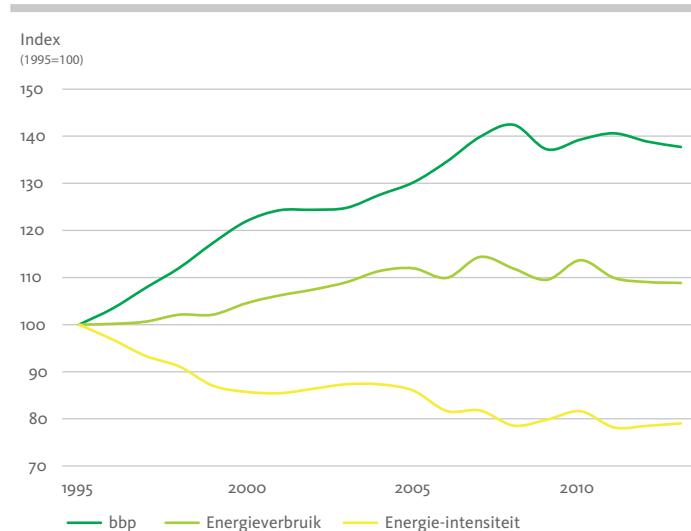
Energie-intensiteit daalt verder na periode van stagnatie

De meest globale indicator voor de energie-efficiëntie is energie-intensiteit. Hierin wordt de totale omvang van de economie, uitgedrukt in het bruto binnenlands product (bbp) vergeleken met het totale energieverbruik. Figuur 3.8 laat zien dat de Nederlandse economie sinds 1995 bijna 40 procent gegroeid is. Het energieverbruik is veel minder gegroeid, met 'slechts' 10 procent. Dit betekent dat de energie-intensiteit van Nederland is afgenomen.

De energie-intensiteit van de Nederlandse economie vertoonde in de jaren voor 2000 een duidelijk dalende trend, waarna de intensiteit tot 2006 constant bleef om daarna weer licht te dalen. Vanaf 2009, na het begin van de financiële crisis, zijn zowel het bbp als het energieverbruik rond een constante waarde blijven schommelen en daarmee ook de energie-intensiteit.

Uit deze historische cijfers kunnen we aflezen dat economische groei en energieverbruik niet één-op-één aan elkaar verbonden zijn. In feite is economische groei ontkoppeld van energieverbruik. Ook voor de toekomst wordt deze ontkoppeling verwacht. Dit heeft twee verschillende oorzaken. Allereerst zijn er structureffecten in de ontwikkeling van de economie: de groei in de energie-intensieve sectoren is kleiner dan in de minder intensieve sectoren. Daarnaast zijn er besparingseffecten: zo is het energieverbruik in de dienstensector sterk gekoppeld aan gebouwen en elektrische apparaten, die door strikte regelgeving veel efficiënter worden.

Figuur 3.8 Ontwikkeling energie-intensiteit 1995-2013

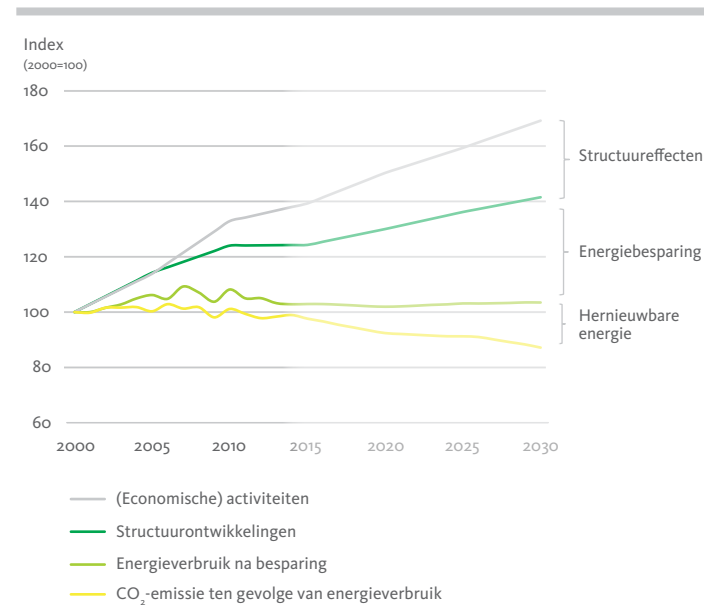


Ontkoppeling economie van energieverbruik en CO₂-emissie

Figuur 3.9 laat zien dat de CO₂-emissie en het energieverbruik ontkoppelen van de volumegroei in de economie. De figuur toont de verwachte ontwikkeling van volume-effecten, structureffecten en energiebesparing bij voorgenomen beleid. Het volume-effect is weergegeven in de groene lijn. Voor de industrie, diensten en land- en tuinbouw geeft die lijn de economische groei van de sector weer (de groei van de toegevoegde waarde), voor huishoudens de groei van het aantal woningen en voor transport de groei van het aantal voertuigkilometers.

Dit volume-effect beschrijft de theoretische ontwikkeling van het energieverbruik bij een constant veronderstelde structuur en energie-efficiëntie in een groeiende economie. Dit zou in de periode 2000-2030 een toename in het energieverbruik van bijna 70 procent betekenen. Door structureffecten neemt het energieverbruik minder hard toe. Het gasverbruik per woning voor koken en warm tapwater daalt bijvoorbeeld door leefstijlveranderingen. In de dienstensector is de economische groei groter dan de groei van de bouwvoorraad vanwege een toename in de arbeidsproductiviteit. In de industrie is de economische groei groter dan de groei van de fysieke productie. Als we rekening houden met structuurveranderingen in de samenleving dan is de verwachting dat het energieverbruik niet met 70 procent, maar met 'slechts' 40 procent groeit. Deze structureffecten zijn dus een belangrijke oorzaak van de ontkoppeling van economische groei en energieverbruik. Het effect van energiebesparing is nog groter. De combinatie van structuurverandering en besparing zorgt ervoor dat het energieverbruik nauwelijks stijgt ten opzichte van 2000, ondanks de sterke groei van activiteiten. Structureffecten en besparing zorgen dus voor een stabilisatie van het energieverbruik. Voor de ontwikkeling van de CO₂-emissie moet ook worden nagegaan uit welke bron het resterend energieverbruik afkomstig is. In figuur 3.9 zien we dat door de overschakeling van fossiele naar hernieuwbare energie het resterend energieverbruik gepaard gaat met minder CO₂-emissie. Ook eventuele veranderingen in de gemiddelde emissiefactor van fossiel energieverbruik, door bijvoorbeeld de omschakeling van kolen naar gas, zijn in deze stap opgenomen. Het is dus een combinatie van structuurverandering, energiebesparing en de opkomst van hernieuwbare energie die zorgt voor een reductie van de CO₂-emissie.

Figuur 3.9 De invloed van structureffecten, energiebesparing en hernieuwbare energie op het energieverbruik en CO₂-emissie



3.3.2 Energiebesparing

Deze paragraaf en de twee uitgelichte beleidsdossiers beschrijven de energiebesparing in Nederland volgens verschillende definities. De lopende tekst beschrijft de besparing volgens het Protocol Monitoring Energiebesparing (PME) (Boonekamp et al. 2001).

De definitie van energiebesparing in dit protocol verschilt van de definitie die gehanteerd wordt in de Europese richtlijn energie-efficiëntie en ook van die voor de afspraken in het Energieakkoord, die beschreven worden in de beleidsdossiers. Besparingstempo's in de verschillende secties van de NEV zijn daarmee niet vergelijkbaar. Voor een uitgebreidere uitleg bij de definities wordt verwezen naar paragraaf 1.4.

Energiebesparingstempo stagneert en neemt na 2020 af

Het energiebesparingstempo in Nederland lag tussen 2005 en 2010 rond de 1,1 procent per jaar (Gerdes & Boonekamp 2012). Een deel van deze besparing was het gevolg van beleid, een ander deel was ook zonder beleidsstimulering gerealiseerd, bijvoorbeeld doordat oude apparaten door energiezuinigere exemplaren worden vervangen zijn.

Het besparingstempo zal bij vaststaand beleid in de periode 2010 tot 2020 uitkomen rond de 1,0 procent [0,7 – 1,2 procent] per jaar. Bij voorgenomen beleid ligt dit tempo iets hoger, op 1,2 procent [1,0 – 1,4 procent] per jaar. In vergelijking met de periode voor 2010 zijn veranderingen zichtbaar in de factoren die leiden tot besparing. Het uit gebruik nemen van wkk (zie paragraaf 4.3 en 4.4) heeft een grote negatieve invloed op het besparingstempo, terwijl in het verleden wkk juist een positieve invloed had. Daar tegenover staat dat de besparing in de transport sector verkeer en vervoer juist groter zal zijn, onder andere door Europese emissie-eisen en nationale stimulering van zuinige auto's. Ook voorgenomen beleid in de dienstensector leidt tot een toename van de energiebesparing in die sector in de periode tot 2020.

In het algemeen zijn steeds nieuwe maatregelen nodig om het besparingstempo op peil te houden. Met name in de huishoudens, maar ook in andere sectoren, raakt het potentieel van gangbare besparende maatregelen uitgeput. Maatregelen zoals de plaatsing van HR-ketels en dubbel glas zorgden in het verleden voor veel energiebesparing, maar zijn nu in veel woningen al toegepast. Voor verdere verlaging van het fossiele energieverbruik wordt de aandacht steeds meer verlegd naar toepassing van hernieuwbare energie zoals zon-PV en warmtepompen. Hoewel dit wel tot lager elektriciteit- of gasverbruik op de energierekening leidt, wordt het feitelijke energieverbruik hierdoor niet lager en telt het dus niet mee als besparing volgens het PME. Door de uitputting van de gangbare energiebesparende maatregelen en door beperkt besparingsbeleid gericht op de periode na 2020, neemt de besparing af naar 0,7 procent in de periode 2020 tot 2030.

Beleidsdossier-I: Energiebesparing volgens Richtlijn Energie-Efficiëntie

Besparingsdoel uit de EU richtlijn energie-efficiëntie binnen bereik met voorgenomen beleid

De Europese richtlijn energie-efficiëntie (EED) heeft als doel om in Europa een energiebesparing van 20 procent in 2020 te bereiken. Voor elke lidstaat is deze doelstelling vertaald naar een nationale doelstelling. De doelstelling voor Nederland komt neer op een cumulatieve energiebesparing op eindverbruik van 480 petajoule in de periode 2014-2020. Omdat besparingsmaatregelen vaak langdurig effect hebben, telt besparing die aan het begin van de

Tabel 3.1 Cumulatieve besparing volgens EED in de beleidsvarianten (petajoule)

| | Vastgesteld beleid | Voorgenomen beleid |
|---------------------------|--------------------|--------------------|
| Industrie | [28-155] | [41-169] |
| Land- en tuinbouw | [4 - 8] | [24 - 31] |
| Huishoudens | [177-236] | [197 - 263] |
| Diensten | [64-87] | [78 - 139] |
| Transport | [23-46] | [23 - 46] |
| Totaal³ | [346-490] | [432 - 591] |

periode wordt gerealiseerd sterker mee dan besparing aan het eind van de periode. Besparing gerealiseerd in 2014 telt ook in 2015, 2016, etc., dus in totaal zeven keer mee, terwijl besparing gerealiseerd in 2020 maar één keer meetelt.

Alleen besparing die op nationaal beleid kan worden teruggevoerd, bovenop wat door Europese regelgeving wordt afgedwongen, telt mee voor de realisatie van doelstelling uit de EU richtlijn energie-efficiëntie. Door interactie tussen beleidseffecten onderling en met andere effecten, zoals bijvoorbeeld prijseffecten, is vaak moeilijk te herleiden welk besparingseffect precies op welke beleidsmaatregel

³ Het totaal cijfer is bandbreedte waarin een combinatie van de verschillende onzekerheden in de sectoren is verwerkt. Omdat het onwaarschijnlijk is dat voor alle sectoren tegelijkertijd de onder- dan wel de bovenbandbreedte wordt gerealiseerd is modelmatig een gecombineerde bandbreedte bepaald. Dit maakt dat de afzonderlijke bandbreedtes niet optellen tot de totale bandbreedte.

kan worden teruggevoerd. Onzekerheden stapelen zich bovendien op door het cumulatieve karakter van het doel. De inschatting van de verwachte besparing volgens de EED kent hierdoor een grote onzekerheid.

Tabel 3.1 toont de cumulatieve besparing per sector in de periode 2014-2020 bij vastgesteld en voorgenomen beleid. De doelstelling van 480 petajoule besparing wordt bij vastgesteld beleid waarschijnlijk niet gehaald, bij voorgenomen beleid ligt de doelstelling binnen bereik.

Beleidsdossier-II: Energiebesparing volgens het Energieakkoord voor Duurzame Groei

In het Energieakkoord voor Duurzame Groei hebben de partijen een doelstelling van 100 petajoule extra besparing afgesproken. Het gaat hierbij om besparing die (rechts)treeks samenhangt met maatregelen die voortkomen uit afspraken uit het Energieakkoord. Besparingen door ander (ouder) beleid en autonome besparingen tellen dus niet mee.

Na het afsluiten van het Energieakkoord zijn er vele maatregelen opgepakt. Bij het vaststellen van uitgangspunten voor deze NEV waren nog niet alle maatregelen concreet uitgewerkt. Er bestaat daardoor onzekerheid over de mate waarin de maatregelen worden geconcretiseerd, naast 'gebruikelijke' onzekerheid over het effect van maatregelen. De bijdrage van de sector verkeer en vervoer aan het energiebesparingsdoel volgens het Energieakkoord kon in deze NEV niet worden bepaald omdat daar een uitgebreidere analyse voor nodig was. Tabel 3.2 geeft de inschatting van het verwachte besparingseffect voor de verschillende afspraken uit het Energieakkoord, gegeven deze onzekerheden.

De effectschatting van de afspraken is voor het grootste gedeelte ongewijzigd sinds de inschatting bij de beoordeling van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013). Een belangrijk deel van de onzekerheid blijft bestaan bij het effect van de versterkte handhaving van energiebesparingseisen uit de wet Milieubeheer. De versterkte handhaving kan zowel in de industrie als in de gebouwde omgeving een belangrijke bijdrage aan het effect leveren.

Tabel 3.2 Energiebesparing in 2020 als gevolg van de instrumenten overeengekomen in het Energieakkoord (*petajoule finale energie*)

| Sector, Instrumenten | Energiebesparing (petajoule) in 2020 |
|---|--------------------------------------|
| Industrie totaal | [7 - 14] |
| Individuele afspraken bedrijven die deelnemen aan het convenant Meerjarenafpraak energie-efficiency ETS bedrijven | [0,5 - 0,5] |
| Handhaving convenant Meerjarenafpraak energie-efficiency 3 | [0,3 0,3] |
| Handhaving wet Milieubeheer bij gebouwgebonden verbruik en processen overige industrie | [1 - 8] |
| Op peil houden energie-investeringsaftrek (EIA) voor energiebesparing | [5 - 5] |
| Land- en tuinbouw totaal | [3 - 9] |
| Privaat systeem glastuinbouw | [1 - 3] |
| 11 petajoule ambitie EA (50% besparing, 50% geothermie) | [2 - 6] |
| Gebouwde omgeving totaal | [10 - 39] |
| Koopsector | [2 - 4] |
| (Sociale) huursector ⁴ | [3 - 122] |
| Handhaving wet Milieubeheer bij maatschappelijk en overig vastgoed | [6 - 23] |
| Totaal | [19 - 61] |

⁴ Waarvan 1,5 petajoule hernieuwbaar achter de meter.

Met de publicatie van de maatregellijsten door het Ministerie van I&M is een belangrijke vervolgstap gezet, waarmee de handhaving vereenvoudigd wordt. De maatregellijsten bevatten voldoende maatregelen om het eerder ingeschatte maximumeffect te bereiken. Een deel van het potentieel in de gebouwde omgeving overlapt echter met de Europese ecodesignnormen. Het maximumeffect is daarop aangepast. De onzekerheid over hoe snel het beoogde effect kan worden bereikt blijft nog bestaan. Dat hangt samen met twee dingen: de voortvarendheid en het tempo waarmee toezichthouders de handhaving gaan uitvoeren en de snelheid waarmee maatregelen in gebouwen worden geïnstalleerd. Soms kan dat per direct, soms zal dat pas op een natuurlijk vervangingsmoment zijn.

Voor land- en tuinbouw is sinds ondertekening een verdere uitwerking gemaakt van de afspraak een extra besparing te realiseren. Afgesproken is dat er 11 petajoule extra reductie van fossiel energieverbruik plaatsvindt. In de projectie is aangenomen dat dit voor 50 procent met extra besparingsmaatregelen en 50 procent met het gebruik van geothermie wordt ingevuld. De besparing is meegeteld voor het besparingsdoel van het energieakkoord. Het effect van deze afspraak zal evenwel mogelijk deels interfereren met het effect van het sectorsysteem (zie paragraaf 4.3), waardoor het gecombineerde effect van beide maatregelen wat lager uitpakt. Rekening houdend met alle onzekerheid kunnen de activiteiten uit het energieakkoord in 2020 19 tot 61 petajoule aan besparing opleveren. Dit is niet genoeg om de doelstelling van 100 petajoule te realiseren.

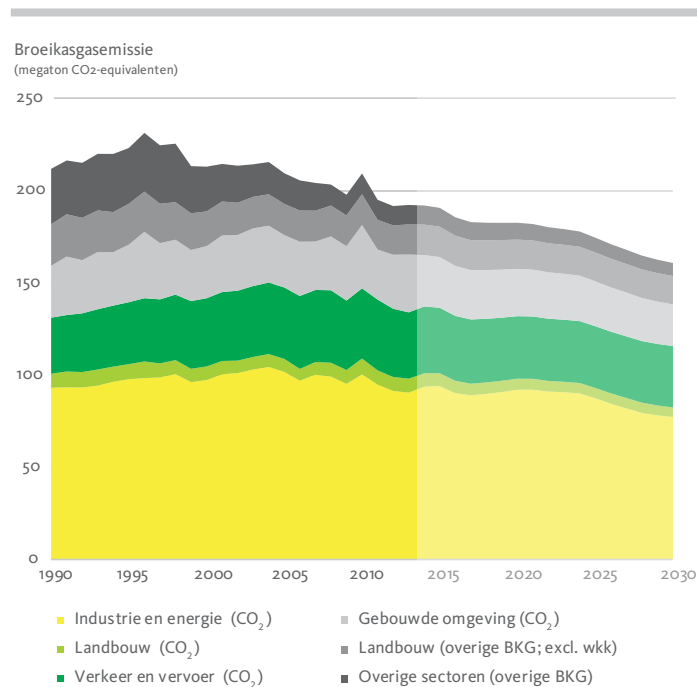
3.4 Emissie van broeikasgassen

De emissie van broeikasgassen wordt gemonitord volgens het protocol vastgesteld in het kader van het klimaatverdrag van de Verenigde Naties. Deze paragraaf geeft op basis hiervan de emissies voor Nederland. Een groot deel van de Nederlandse broeikasgas-emissies wordt op Europese schaal gereguleerd, via het emissie-handelssysteem (ETS). Het andere deel wordt op nationale schaal gereguleerd op grond van Europese afspraken. Voor het terugdringen van emissies in deze laatste categorie, worden op nationaal niveau doelen gesteld.

Emissie van broeikasgassen in Nederland gedaald ondanks toename primaire energieverbruik

Alhoewel het primaire energieverbruik tussen 1990 en 2013 met 20 procent is toegenomen, is de emissie van broeikasgassen met 9 procent gedaald tot 192 megaton CO₂-equivalenten (zie Figuur 3.10). Dit valt voornamelijk te verklaren doordat de emissie van niet-CO₂ broeikasgassen (methaan, lachgas en gefluoreerde gassen) na 1995 sterk is gedaald als gevolg van reductie maatregelen. Deze zogenaamde 'overige broeikasgassen' zijn veelal niet gerelateerd aan het energieverbruik. De emissie van CO₂ nam tot 2004 juist toe als gevolg van de groei van het energieverbruik. Na een piek van 181 megaton CO₂ in 2004 zijn de CO₂-emissies daarna gedaald tot 165 megaton in 2013, door een lager verbruik van fossiele brandstoffen, een toename van hernieuwbare energie en milde winters. De emissie van CO₂ lag daarmee in 2013 zo'n 4 procent lager dan in het 1990.

Figuur 3.10 Emissie van broeikasgassen 1990-2030 (in megaton CO₂-equivalenten)



Nederland voldoet aan de Kyoto-verplichting 2008-2012

De totale emissie van broeikasgassen kwam in de periode 2008-2012, volgens de nog voorlopige cijfers van het CBS, uit op 999 megaton CO₂-equivalenten. De Nederlandse overheid heeft meer dan voldoende

emissierechten beschikbaar om deze emissie te vereffenen. Daarmee komt Nederland zijn verplichting uit het Kyoto Protocol na (PBL, 2013).

Nationale broeikasgasemissies nemen verder af tot 2020

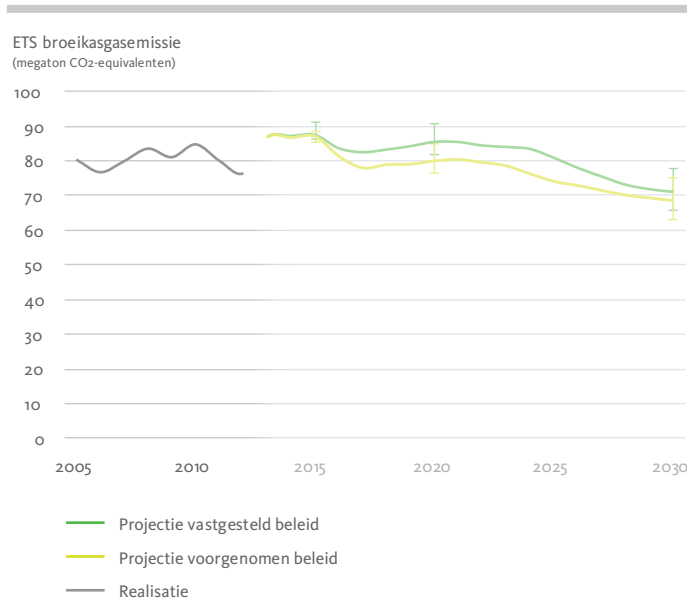
De emissie van broeikasgassen neemt naar verwachting in de periode 2013 tot 2020 af met 5 procent tot 183 megaton CO₂-equivalenten. Dit komt voornamelijk door dalende CO₂-emissies in de gebouwde omgeving, verkeer en vervoer en de glastuinbouw. Energiebesparing in gebouwen en steeds energiezuinigere auto's, en toenemend gebruik van hernieuwbare warmte liggen hieraan ten grondslag. Ook de emissie van overige broeikasgassen neemt verder af, zij het in een lager tempo dan in het verleden. De CO₂-emissies door de energie- en industriële sector nemen bij vastgesteld beleid tot 2020 nog verder toe. Dit is een gevolg van economische groei en toenemende elektriciteitsproductie door kolencentrales (zie paragraaf 4.5.1). Wanneer rekening wordt gehouden met voorgenomen maatregelen dan dalen de emissies met 8 procent tot 176 megaton CO₂-equivalenten. De groei van de CO₂-emissies ligt bij deze beleidsvariant lager, door een snellere toename van het aandeel hernieuwbare energie en extra energiebesparing bij gebouwen.

Toename hernieuwbare energie zorgt voor snelle daling emissie broeikasgassen na 2020

In de periode 2020-2030 zal de emissie van broeikasgassen bij vastgesteld beleid verder dalen tot 161 megaton CO₂-eq in 2030. Dit wordt vooral veroorzaakt door de verdere groei van het aandeel hernieuwbare energie. Ook een verder dalend energieverbruik door gebouwen en voertuigen draagt er aan bij. Het voorgenomen beleid leidt tot een extra daling van ongeveer Drie megaton CO₂-equivalenten

in 2030, via een iets hoger aandeel hernieuwbare energie en een iets geringer energieverbruik in de gebouwde omgeving.

Figuur 3.11 Broeikasgasemissies van bedrijven die onder ETS vallen
(exclusief internationale luchtvaart). De realisatie is afkomstig van cijfers van de Nederlandse Emissieautoriteit.



Het verschil met vastgesteld beleid wordt tussen 2020 en 2030 kleiner, doordat het verschil in het aandeel hernieuwbare energie tussen beide varianten steeds kleiner wordt (zie paragraaf 3.2).

Bedrijven die deelnemen aan ETS hebben emissierechten overgehouden

Bedrijven die vallen onder de regelgeving voor het Europese emissiehandelssysteem (ETS), moeten voor hun emissie van broeikasgassen emissierechten overdragen. Deze rechten zijn deels gratis aan de bedrijven toebedeeld, deels worden deze door de lidstaten geveild. De rechten kunnen met alle deelnemers binnen Europa verhandeld worden, waardoor op nationaal niveau geen plafond bestaat voor de emissies. De totale Europese uitgifte van rechten is wel begrensd.

In de periode 2005-2012 schommelden de emissies van Nederlandse ETS deelnemers rond de 80 megaton CO₂-equivalenten (Figuur 3.11). Vanaf 2008 werden meer installaties onder de ETS-afspraken gebracht waardoor de emissies onder het ETS aanvankelijk toenamen.

De economische recessie had tot gevolg dat de emissies na 2008 snel afnamen. Omdat de hoeveelheid beschikbare rechten in ETS van tevoren vaststaat, hadden bedrijven in de periode 2008-2012 uiteindelijk 15 miljoen méér gratis emissierechten ontvangen dan zij nodig hadden om hun emissies te vereffenen (PBL 2013). Daarnaast hebben bedrijven nog 29 miljoen rechten uit buitenlandse projecten ingeleverd om hun emissies te vereffenen (NEa 2013). Daarmee hadden ETS-bedrijven de beschikking over ten minste 44 miljoen emissierechten méér dan zij gezamenlijk nodig hadden. Bedrijven die

emissierechten hebben overgehouden, kunnen deze weer gebruiken in de ETS handelsperiode tussen 2013 en 2020 en mogelijk ook daarna.

Zonder voorgenomen beleid geen afname van ETS-emissies tot 2020

De Nederlandse ETS-emissies liggen in 2013 ruim 10 megaton CO₂-equivalenten hoger dan in 2012. Vanaf 2013 is een nieuwe handelsfase van het ETS ingetreden, waarbij het ETS (opnieuw) is uitgebreid. Hierdoor vallen de meeste procesemissies uit de industrie onder ETS en wordt een ruimere definitie van verbrandingsprocessen gehanteerd. Geschat wordt dat deze uitbreiding ongeveer 8 megaton van het verschil verklaart. In de eerstkomende jaren dalen de ETS-emissies bij zowel vastgesteld als voorgenomen beleid, met name doordat import een deel van de binnenlandse elektriciteitsproductie vervangt. Daarna zullen door aantrekkende binnenlandse fossiele elektriciteitsproductie de emissies weer toenemen, tot 85 megaton CO₂-equivalenten in 2020 bij vastgesteld beleid. Bij voorgenomen beleid zal de daling dieper zijn en de toename erna minder snel verlopen, tot 80 megaton in 2020, door een lagere productie uit kolencentrales. Na 2020 nemen de ETS-emissies tot 2030 af tot respectievelijk 71 en 69 megaton CO₂-equivalenten. Die afname wordt gedreven door een geleidelijk oplopende CO₂-prijs en verdere toename van het aandeel hernieuwbare energie. Dat tempo ligt met voorgenomen beleid iets hoger dan met enkel vastgesteld beleid.

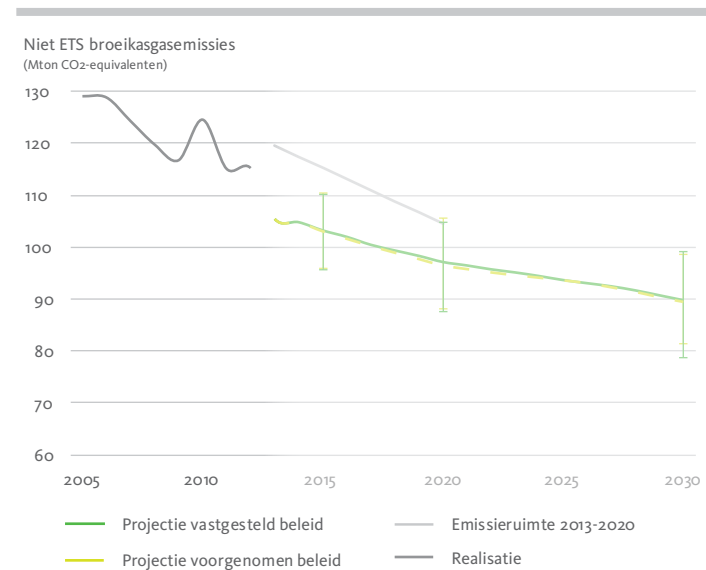
Vereffening van emissies met emissierechten

Nederland heeft zich in Europa gecommitteerd aan een reductie van de broeikasgassen die niet onder het ETS vallen (ofwel de niet-ETS

emissies) van 16 procent in 2020 ten opzichte van 2005. Het gaat dan om de emissies uit de gebouwde omgeving, verkeer en vervoer, het grootste gedeelte van de landbouwemissies en kleine industriebedrijven. Dit reductiedoel resulteert in een emissieplafond voor Nederland van 120 megaton CO₂-equivalenten in 2013, dat jaarlijks daalt tot 104 megaton CO₂-equivalenten in 2020. (Figuur 3.12)

Figuur 3.12 Broeikasgasemissies en emissieruimte die niet onder ETS vallen.

De realisatie is afkomstig van cijfers van RIVM emissieregistratie.



De totale emissieruimte in deze periode bedraagt 897 megaton CO₂-equivalenten. Over ieder jaar dient Nederland de emissies met rechten te vereffenen. Eventuele tekorten kunnen in beperkte mate worden 'geleend', gekocht van andere Europese lidstaten of uit buitenlandse reductieprojecten uit het *Clean Development Mechanism* (CDM). Overschotten kunnen worden bewaard voor latere jaren of worden verhandeld. Uit de Kyoto verplichting voor de periode 2008-2012 heeft Nederland naar inschatting circa 4 miljoen buitenlandse emissierechten beschikbaar om aan het niet-ETS doel te voldoen. De totale emissieruimte voor Nederland bedraagt dan 900 megaton CO₂-equivalenten.

Broeikasgasemissies die niet onder het ETS vallen dalen

De niet-ETS broeikasgasemissies zijn tussen 2005 en 2013 afgenomen van 129 tot 105 megaton CO₂-equivalenten (Figuur 3.12). De emissies zijn ook hier vooral gedaald vanwege de economische crisis in combinatie met het feit dat meer bedrijven onder de ETS zijn gaan vallen vanaf 2008. Geschat wordt dat door de uitbreiding van ETS in 2013 ongeveer 8 megaton CO₂-eq zijn verhuisd van de niet-ETS naar de ETS-emissies. Daarnaast hebben koude of warme winters bijgedragen aan de jaarlijkse fluctuaties van de emissies in het verleden.

Tussen 2013 en 2020 dalen de emissies bij vastgesteld beleid met 8 procent tot 97 megaton CO₂-equivalenten [88-106]. Deze daling wordt veroorzaakt door lagere emissies als gevolg van een zuiniger wagenpark, energiebesparing in gebouwde omgeving en meer gebruik van hernieuwbare energie in de glastuinbouw. De

cumulatieve emissie in de periode 2013-2020 komt met vastgestelde maatregelen naar verwachting uit op 811 megaton CO₂-equivalenten, ruim onder de emissieruimte van 900 megaton CO₂. Daarmee zou Nederland ongeveer 90 miljoen emissierechten overhouden. Bij voorgenomen beleid is de verwachte cumulatieve emissie over de periode 2013-2020 808 megaton CO₂-equivalenten en komt het overschot aan emissierechten uit op 92 miljoen.

Meeste niet-ETS doelen voor 2020 binnen bereik

Naast het nakomen van de Europese afspraken, heeft de Rijksoverheid ook sectorale doelen gesteld voor emissies die niet onder het ETS vallen (Ministerie van I&M 2011). Uitgaande van de midden schatting, liggen de meeste sectorale doelen binnen bereik, behalve voor de gebouwde omgeving (zie Tabel 3.4). In de gebouwde omgeving neemt de gasvraag met name in de dienstensector minder snel af dan beoogd. Dit komt onder meer doordat de bouwvoorraad verder toeneemt terwijl de bezettingsgraad afneemt en het tempo van na-isoleren tegenvalt (zie verder paragraaf 4.1.3).

Tabel 3.3 Sectorale niet-ETS emissieplafonds voor 2020

(in megaton CO₂-equivalenten)

| Sector | Emissies | Verwachte emissies | | Emissie-plafond |
|---|------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| | | 2013* | 2020 (vastgesteld beleid) | |
| CO ₂ Industrie en energie | 5 | 8 [7-8] | 8 [7-8] | 11 |
| CO ₂ Verkeer en vervoer | 36 | 34 [30-37] | 34 [30-37] | 36 |
| CO ₂ Gebouwde omgeving | 31 | 25 [23-28] | 25 [22-27] | 23 |
| CO ₂ land- en tuinbouw | 7 | 5 [4-6] | 5 [4-7] | 6 |
| Niet-CO ₂ (landbouw) | 16 | 16 [9-23] | 16 [9-23] | 16 |
| Niet-CO ₂ (overige sectoren) | 10 | 9 [8-10] | 9 [8-10] | 9 |
| Totaal Nederland | 105 | 97 [88-106] | 96 [87-105] | 105 |

* Schatting door RIVM emissieregistratie

Mogelijke doelstelling broeikasgassen voor 2030

Naar verwachting worden in de loop van 2014 ook nieuwe Europese doelstellingen voor 2030 vastgesteld. De Europese Commissie heeft lidstaten voorgesteld een 40 procent reductie van broeikasgassen ten opzichte van 2005 in 2030 te realiseren. Emissies uit installaties die onder het ETS vallen zouden dan in 2030 43 procent onder het niveau van 2005 moeten liggen en sectoren buiten het ETS zouden

dan een reductiedoelstelling van 30 procent ten opzichte van 2005 krijgen. Dit niet-ETS doel dient dan nog verdeeld te worden over lidstaten. Daarover moet nog een Europees besluit komen. In een recente studie van ECN en PBL worden de reductieopties en de kosten van mogelijke doelen voor Nederland geanalyseerd (ECN & PBL 2014).

4 Sectorale ontwikkelingen

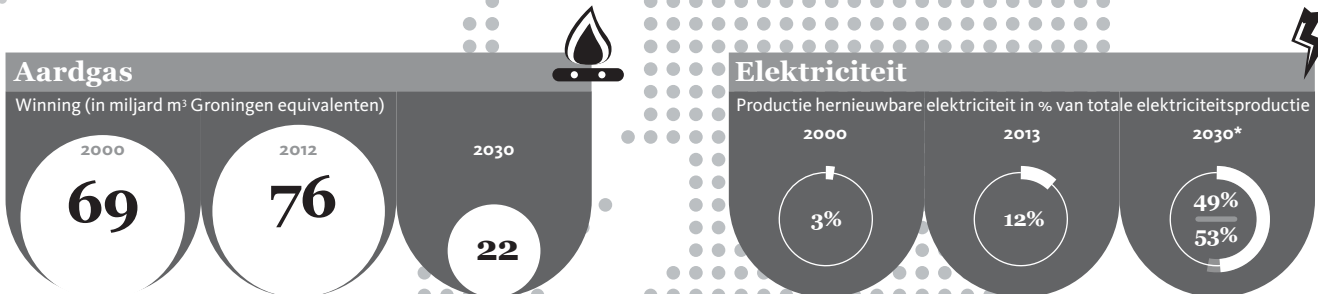
In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op voor de energiehuishouding relevante ontwikkelingen binnen een aantal sectoren van de Nederlandse economie.

Belangrijke bevindingen in dit hoofdstuk zijn:

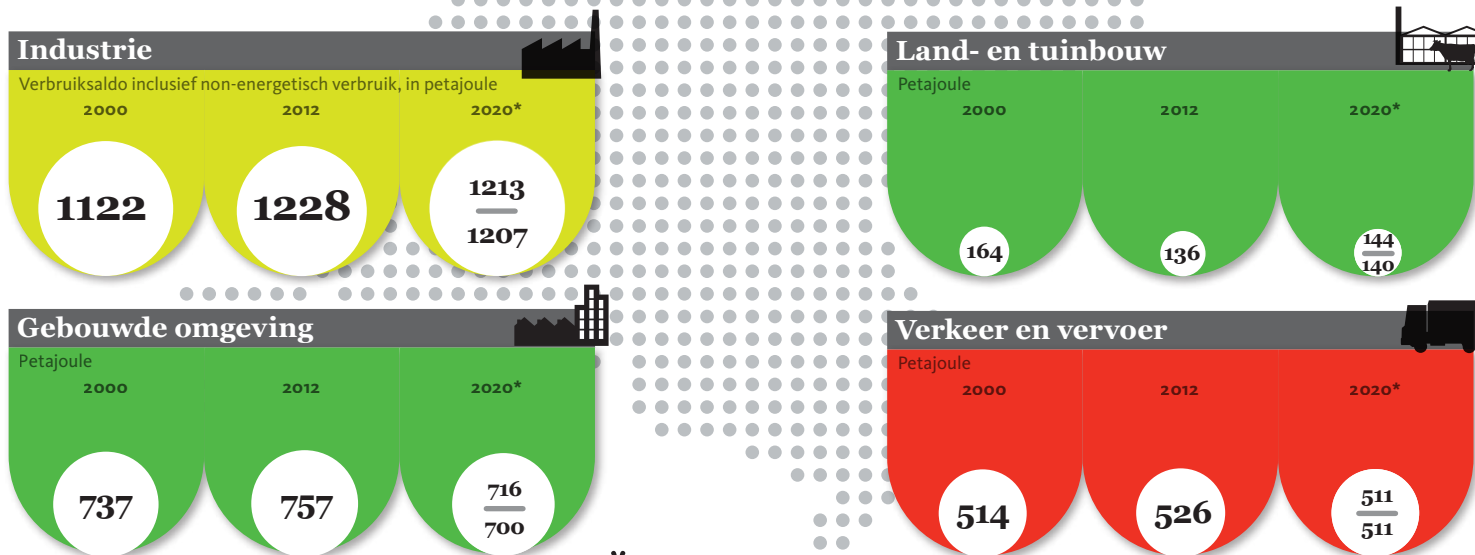
- Gas verliest naar verwachting langzaam zijn dominante positie door afnemende winning en moeilijke marktomstandigheden.
- Hernieuwbare energie wordt steeds belangrijker voor de elektriciteitsproductie.
- Trendbreuk energieverbruik door gebouwen en verkeer & vervoer: van stijgend energieverbruik in het verleden naar dalend verbruik het komende decennium.

Ontwikkelingen
energiehuishouding binnen
een aantal sectoren

Aanbod



Verbruik



*

XX

met vastgesteld beleid en

XX

voorgenomen beleid

In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op voor de energiehuishouding relevante ontwikkelingen binnen een aantal sectoren van de Nederlandse economie. Enerzijds gaat het om de sectoren die de vraag naar energie veroorzaken: de gebouwde omgeving, het verkeer en vervoer, de landbouw en de industrie. Anderzijds gaat het om de sector energievoorziening, die het aanbod verzorgt.

Een strikt onderscheid tussen vraag-en aanbodsectoren is niet altijd goed mogelijk, omdat ook binnen de vraagsectoren soms energie wordt opgewekt of omgezet en deze (deels) weer wordt doorgeleverd aan andere sectoren. Voorbeelden daarvan zijn het gebruik van warmtekrachtkoppeling en productie van hernieuwbare energie. De beschikbare informatie verschilt sterk tussen de sectoren waardoor niet elke sector in dit hoofdstuk in dezelfde mate van detail behandeld wordt. De sectorale ontwikkelingen zijn veelal beschreven vanuit het perspectief van het gevoerde beleid en convenanten.

4.1 Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving beslaat zowel huishoudens als de dienstensector. De ontwikkeling van de energievraag en de emissie van broeikasgassen worden eerst voor iedere deelsector apart beschreven

(paragrafen 4.1.1. en 4.1.2). In paragraaf 4.1.3 wordt deze ontwikkeling geaggregeerd tot de totale energievraag en de emissie van broeikasgassen in de gebouwde omgeving. Huishoudens maken gebruik van koopwoningen of (sociale) huurwoningen. Bij diensten gaat het om bedrijven en instellingen die van gebouwen gebruik maken die sterk van elkaar kunnen verschillen, zoals kantoorgebouwen, winkels, en bedrijfsruimten. Het energieverbruik in de gebouwde omgeving bestaat grotendeels uit aardgas voor verwarming en elektriciteit voor verlichting en apparaten, inclusief warmtepompen. De energiehuishouding van de sector wordt ook beïnvloed door de opkomst van zonnestroom welke typisch binnen de gebouwde omgeving wordt toegepast.

Convenanten die de Rijksoverheid met branche organisaties heeft afgesloten spelen een belangrijke rol in het streven om het energieverbruik binnen de gebouwde omgeving terug te dringen. Zo hebben

de Rijksoverheid en verschillende branche organisaties in juni 2012 het Koepelconvenant energiebesparing in de gebouwde omgeving ondertekend. Doel is een dalend gebouw gebonden energieverbruik, afgeleid van een CO₂-emissie streefwaarde voor de sector in 2020. Daarnaast zijn convenanten afgesloten met verhuurders (het Huurconvenant) en met de bouwsector over energiebesparing in de nieuwbouw (Lenteakkoord) en bestaande bouw (Meer met Minder convenant).

4.1.1 Huishoudens

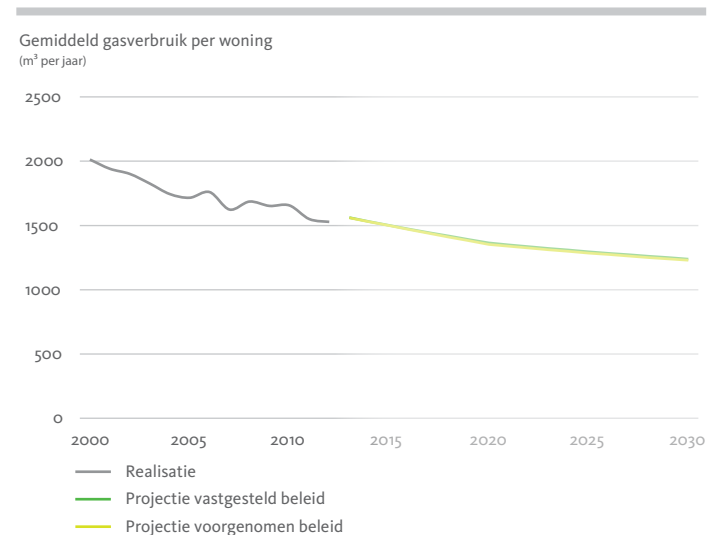
Daling gemiddeld gasverbruik woningen door energiebesparing

De gemiddelde jaarlijkse gasvraag per woning is in de afgelopen decennia fors gedaald van circa 2200 m³ in 1995 naar circa 1500 m³ in 2012 en zal naar verwachting in 2020 verder zijn gedaald naar circa 1350 m³ (Figuur 4.1).

Een aantal ontwikkelingen is hiervan de oorzaak. Zo zijn in de meeste woningen HR-ketels geïnstalleerd, zijn nieuwbouw woningen steeds energiezuiniger en is een deel van de bestaande woningen beter geïsoleerd. Ook is het gedrag en de leefstijl van bewoners veranderd, waardoor het gasverbruik voor koken en warmtapwater per woning is afgenomen. Er zijn steeds meer eenpersoons huishoudens, mensen bereiden minder vaak een eigen maaltijd en ze douchen in plaats van dat ze in bad gaan. Ook wordt er vaker elektrisch gekookt.

Figuur 4.1 Ontwikkeling gemiddeld gasverbruik per woning

(temperatuurgecorrigeerd, woningen met ruimteverwarming op gas)



Minder nieuwbouw door crisis

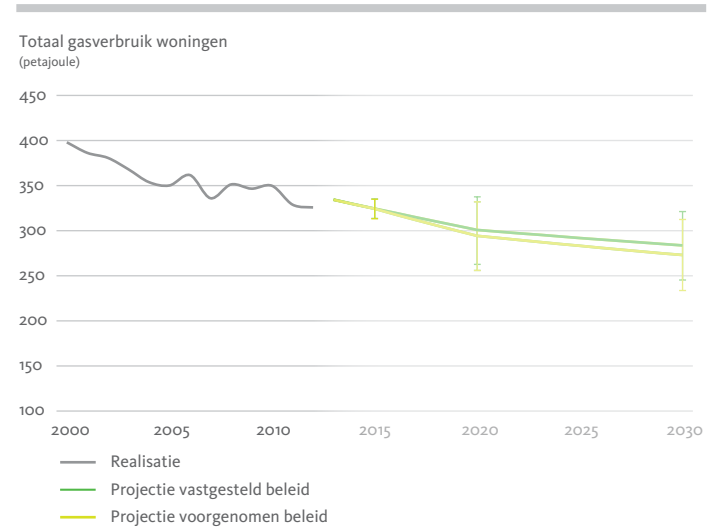
De stagnerende woningmarkt van de afgelopen jaren heeft ertoe geleid dat het nieuwbouwtempo fors is gedaald. Het aantal nieuwbouwwoningen is gedaald van gemiddeld meer dan 70 duizend woningen per jaar in de periode 2000 - 2009 naar 43 duizend woningen in 2013. De verwachting is dat de woningmarkt weer aan zal trekken en het nieuwbouwtempo vanaf 2016 rond de 55 duizend woningen per jaar zal liggen.

In 2015 wordt de energieprestatienorm van nieuwbouwwoningen aangescherpt, de eis is dan dat ze moeten voldoen aan een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0,4. Bij voorgenomen beleid wordt de norm in 2020 verder aangescherpt, zodat nieuwe woningen vanaf dan bijna energieneutraal moeten zijn. Deze aangescherpte eisen kunnen ingevuld worden door verbeterde woningisolatie, toepassing van elektrische warmtepompen en hybride ketels, en door toepassing van zon-PV. Het gemiddeld gasverbruik van een nieuwbouwwoning die voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken van gas gebruikt maakt, neemt bij vastgesteld beleid naar verwachting af, van 860 m³ in 2012 naar 630 m³ in 2016. Bij voorgenomen beleid daalt het gasverbruik van zulke woningen verder naar 540 m³ na 2020. Er zijn daarnaast ook woningen die aangesloten zijn op stadsverwarming of die verwarmd worden met elektrische warmtepompen. Zoals verderop beschreven neemt het aantal daarvan de komende decennia toe.

Besparingstempo in bestaande bouw bepaalt daling warmtevraag

Door een relatief laag sloop- en vervangingstempo van de woningvoorraad is de gasvraag bij de huishoudens voor een belangrijk deel afhankelijk van ontwikkelingen in de bestaande bouw. Zowel in de huursector als in de koopsector zorgen verbeteringen in isolatieniveau, efficiëntere manieren van warmtevoorziening (HR-ketels) en veranderende leefpatronen voor een afname van het gemiddelde gasgebruik. De afgelopen jaren zijn bij ongeveer 200.000 woningen per jaar twee of meer maatregelen genomen om het energieverbruik terug te dringen (een kleine 3 procent van de woningvoorraad) (RVO.nl 2014).

Figuur 4.2 Totaal gasverbruik huishoudens (temperatuur gecorrigeerd)



Het totale gasverbruik in de huishoudens neemt naar verwachting, ondanks een groei van het aantal bewoonde woningen, af van 326 petajoule in 2012 naar 301 [263-338] petajoule in 2020 bij vastgesteld beleid, en naar 294 [256-332] petajoule in 2020 bij voorgenomen beleid (Figuur 4.2).

Tempo woningverbeteringen gaat omhoog

In het Meer met Minder convenant tussen de Rijksoverheid, UNETO/VNI, Bouwend Nederland en Energie Nederland, is de doelstelling

opgenomen om tot 2020 jaarlijks totaal 300.000 woningen en andere gebouwen met tenminste twee labelstappen energiezuiniger te maken. De doelstelling van dit convenant is in het Energieakkoord overgenomen. Hiertoe worden zowel in de huursector als in de koopsector verschillende maatregelen genomen, die hieronder worden besproken.

Het blijkt zowel in de huur- als de koopsector niet makkelijk het tempo van woningverbeteringen te versnellen. De verwachting is dat bij vastgesteld beleid het tempo stijgt tot ongeveer 225.000 woningen per jaar door extra maatregelen gericht op de particuliere koopsector. Bij voorgenomen beleid zal het aantal jaarlijks verbeterde woningen stijgen naar ca. 250.000, omdat daarin ook extra maatregelen in de huursector genomen worden.

Versnelling energiebesparing particuliere koopsector onzeker

In het Energieakkoord is afgesproken energiebesparing in de particuliere koopsector te stimuleren door een combinatie van voorlichting, bewustwording, ontzorging en financieringsondersteuning aan particuliere woningbezitters. Dit gebeurt met het Nationaal Energiebespaarfonds, de Blok-voor-Blok aanpak en een ondersteuningsprogramma vanuit de VNG.

Deelname door woningeigenaren is vrijwillig. Een consequentie daarvan is dat het effect van de aanpak onzeker is. Zowel bij vastgesteld als bij voorgenomen beleid wordt verondersteld dat door deze aanpak in de periode 2013-2020 gemiddeld 25.000 woningen per jaar extra worden verbeterd. Dit leidt tot een verwachte additionele besparing van 2,6 [1,6-3,6] petajoule in 2020.

Versnelling nodig om doelen huurconvenant te realiseren

In het huurconvenant 2012-2022 hebben woningcorporaties en de Rijksoverheid afgesproken te streven naar een gemiddelde energie-index van 1,25 (label B) voor alle sociale huurwoningen in 2020. Momenteel wordt van circa 60.000 sociale huurwoningen⁵ per jaar het energielabel verbeterd, meestal met een of twee labelstappen. Verondersteld is dat dit tempo bij vastgesteld beleid gelijk blijft. Met dit tempo wordt het streven van gemiddeld label B in 2020 niet gehaald.

In juni 2013 ondertekenden minister Blok, vier bouwers en zes woningcorporaties 'de Stroomversnelling'. Deze deal beoogt de realisatie van 11.000 'nul op de meter' woningen in de sociale huursector in 2014-2016. Dit levert een energiebesparing van 0,5 petajoule in 2020. Bij voorgenomen beleid wordt verondersteld dat de aanpak uit de Stroomversnelling wordt overgenomen door andere woningcorporaties en additioneel nog eens tot 100.000 'nul op de meter' woningen in de periode 2017-2020 leidt.

Het Rijk heeft in het Energieakkoord afgesproken 400 miljoen euro aan subsidie beschikbaar te stellen voor energiebesparing in de sociale huursector in de periode 2014-2017. Dit is uitgewerkt in de Stimuleringsregeling energieprestatie huursector (STEP), waaronder verhuurders subsidie kunnen aanvragen voor energiebesparende

⁵ Inclusief vrije sector huurwoningen bij woningcorporaties

maatregelen aan hun woningen⁶. De subsidieregeling is alleen meegenomen bij voorgenomen beleid met de veronderstelling dat het subsidiebudget niet volledig worden besteed, omdat het gevraagde ambitieniveau voor subsidietoekenning flink hoger ligt dan wat corporaties nu gewend zijn te doen (Tigchelaar 2014). De investeringen kunnen door corporaties weliswaar worden doorberekend in de huur, maar als corporaties de huur willen verhogen voor zittende huurders hebben zij voor de maatregelen toestemming nodig van 70 procent van de huurders. Daarnaast is de verwachting dat een deel van het budget wordt besteed aan de ‘nul op de meter’ woningen en aan verbeteringen die ook zonder subsidie al zouden hebben plaatsgevonden.

In de sociale huursector worden door deze maatregelen bij voorgenomen beleid in de periode 2013-2020 175.000 extra woningen verbeterd, gemiddeld dus zo'n 25.000 woningen extra per jaar. Dit leidt ten opzichte van het vaststaande beleid tot een additionele energiebesparing in 2020 van 6 petajoule waarvan 1 petajoule ingevuld door toepassing van zon-PV. Dit getal kent echter een grote bandbreedte [2,5-12 petajoule]. De bovenkant van die bandbreedte is alleen mogelijk als de huursector het investeringstempo in energiebesparingsmaatregelen fors versnelt. Alleen dan komt het streven van het huurconvenant binnen bereik.

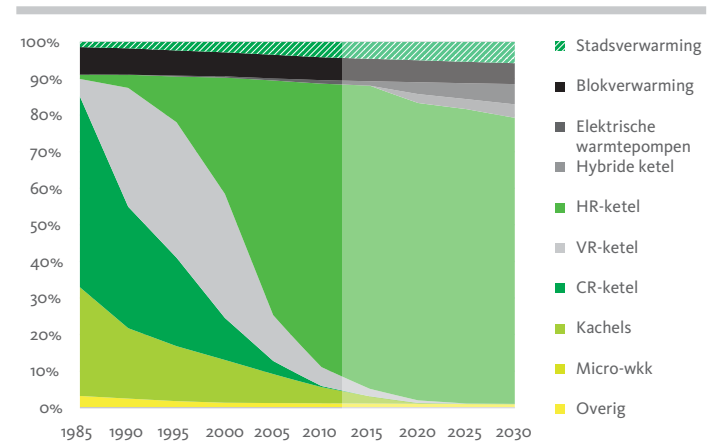
⁶ De regeling houdt in dat 20 procent subsidie wordt gegeven op de investering in verbetering van het energielabel van woningen met drielabelstappen of meer naar minimaal label B. Ook de ‘nul op de meter’ projecten uit de stroomversneling kunnen van deze subsidie gebruik maken.

De particuliere huursector betreft slechts een relatief klein deel van de woningvoorraad. Het besparingstempo blijft achter bij dat van de woningbouwcorporaties. Verwacht wordt dat de voorgenomen maatregelen geen substantiële wijziging in het besparingstempo van deze sector teweeg zullen brengen.

Opvolger HR-ketel bepalend voor toekomstige gasvraag

Een grote onzekerheid voor het gasgebruik bij huishoudens is de vraag of en hoe snel elektrische warmtepompen of hybride ketels gasgestookte HR-ketels gaan vervangen.

Figuur 4.3 Ontwikkeling conversietechnieken ruimteverwarming huishoudens, projectie bij voorgenomen beleid



In de periode 2009-2012 zijn meer dan 50.000 warmtepompinstallaties in woningen geïnstalleerd (CBS 2013). In 2012 wordt ongeveer 1 procent van de woningen met warmtepompen verwarmd (Figuur 4.3). Verwacht wordt dat dit aandeel bij vastgesteld beleid zal groeien naar 4 procent in 2020 en 7 procent in 2030. Voorgenomen beleid zal dit effect versterken en leiden tot een groei naar 6 procent in 2020 en 9 procent in 2030. De groei zal voornamelijk plaats vinden in de nieuwbouw en in 'nul op de meter' woningen.

Trend elektriciteitsverbruik huishoudens bereikt kantelpunt

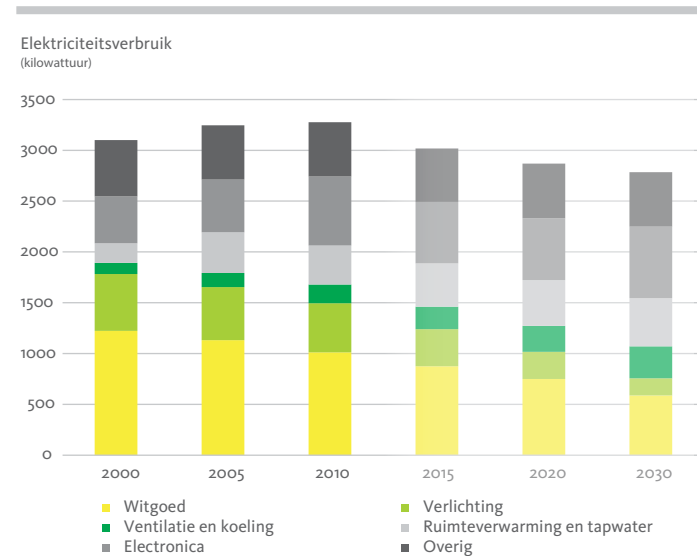
Energielabels en energieverbruikseisen op huishoudelijke apparaten en verlichting volgens de Europese richtlijn Ecodesign hebben geleid tot een trendbreuk in het elektriciteitsverbruik van huishoudens (Figuur 4.4). Het elektriciteitsverbruik per woning liet tot 2010 een stijgende trend zien. In 2010 was het gemiddeld 3300 kilowattuur. Sinds 2010 neemt het gemiddeld elektriciteitsverbruik per woning af. Het elektriciteitsverbruik per woning voor witgoed en verlichting daalt snel (Figuur 4.4).

Nieuw verkochte apparaten A-label of beter

Sinds 1995 zijn energielabels op witgoed al verplicht. De Nederlandse overheid heeft de aanschaf van energiezuinige apparaten gestimuleerd met de Energiepremieregeling in de periode 2000-2003. Bij aanschaf van een koelkast, vriezer, vaatwasser of wasmachine met een A-label kreeg men minimaal honderd gulden terug op de aankoopprijs. Hoewel de subsidieregeling tijdelijk was, heeft het ervoor gezorgd dat vanaf 2000 in Nederland bijna alleen nog maar apparaten met A-labels verkocht werden (VLEHAN 2014).

Sinds 2010 zijn in het kader van de Europese richtlijn Ecodesign energie-efficiency eisen gesteld aan huishoudelijke apparaten en verlichting. Door opeenvolging van steeds scherpere eisen worden nieuwe apparaten steeds energiezuiniger.

Figuur 4.4 Gemiddeld elektriciteitsverbruik per woning naar functie, projectie bij voorgenomen beleid



Totale elektriciteitsverbruik huishoudens neemt af na 2010

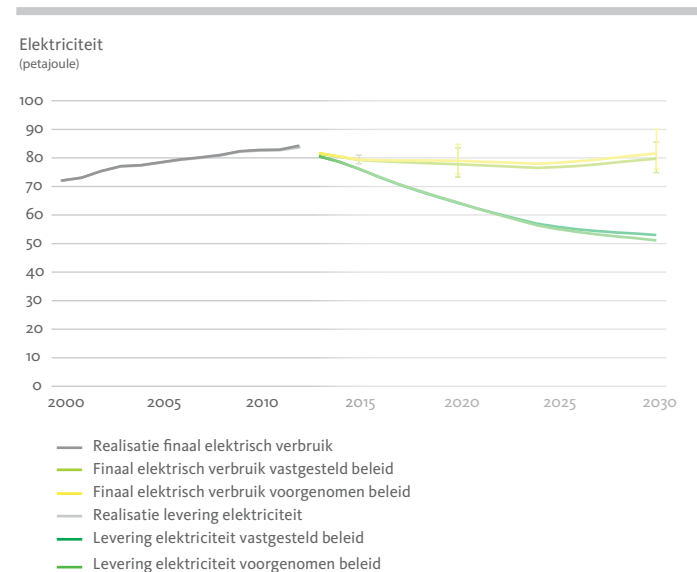
Het finale elektriciteitsverbruik van alle huishoudens samen is tot en met 2010 toegenomen tot 83 petajoule (Figuur 4.5), zowel vanwege een toenemend elektriciteitsverbruik per woning als een toename van het aantal woningen. Na 2010 daalt de totale elektriciteitsvraag, naar 78 [73-84] petajoule in 2020. De daling wordt veroorzaakt door de bovenbeschreven daling van het elektriciteitsverbruik per huishouden. Vanaf 2025 neemt de elektriciteitsvraag weer licht toe. Het energiebesparende effect van de huidige EU richtlijn Ecodesign raakt dan uitgewerkt (alle apparaten zijn vervangen), terwijl het aantal woningen verwacht wordt te stijgen.

Het elektriciteitsverbruik van huishoudens bij voorgenomen beleid is vrijwel gelijk als bij vastgesteld beleid. Het enige verschil betreft energiebesparingsmaatregelen in bestaande bouw en nieuwbouw. Deze maatregelen zorgen voor een grotere penetratie van warmtepompen en ventilatiesystemen, waardoor het elektriciteitsverbruik bij voorgenomen beleid iets hoger ligt dan bij vastgesteld beleid.

Netto levering elektriciteit daalt

Door de snelle opkomst van zon-PV daalt de netto levering van elektriciteit door energiebedrijven aan huishoudens met bijna 20 procent in 2020 (Figuur 4.5). De rol van het energiebedrijf verschuift door de komst van zon-PV van pure leverancier naar een bedrijf dat levert ten tijde van vraag en afneemt ten tijde van aanbod. De salderingsregeling zorgt ervoor dat elektriciteitslevering en -afname voor huishoudens tegen gelijk tarief plaats vindt.

Figuur 4.5 Finale elektriciteitsvraag en netto levering elektriciteit huishoudens



Snelle opkomst zon-PV kan game changer zijn

De snelle opkomst van zon-PV kan een 'game changer' zijn voor het energiebeleid gericht op huishoudens. Goedkope zonnestroom maakt het business model van de 'nul op de meter' woning mogelijk in het kader van de Stroomversnelling. Zon-PV maakt – als onderdeel van een pakket maatregelen – verdere aanscherping van de EPC-eis voor nieuwbouw en energieneutraal bouwen mogelijk. In de projecties is verondersteld dat woningcorporaties voor een belangrijk deel

energiebesparende maatregelen als na-isolatie en HR-ketels gebruiken om het energielabel van sociale huurwoningen te verbeteren. De opkomst van zon-PV maakt die afname echter onzeker, omdat ook zon-PV meetelt voor de labelverbetering. Wanneer corporaties ervoor kiezen om op grotere schaal dan verondersteld zon-PV toe te passen, zullen minder besparingsmaatregelen nodig zijn en zal de gasvraag minder dalen dan in bovenstaande verwachtingen. Deze onzekerheid werkt daardoor ook door in de verwachte CO₂-emissie van huishoudens.

Tekstbox 4-1

Ontwikkeling Energierekening

Energierekening van gemiddeld huishouden daalt, ondanks hogere energieprijzen

De energierekening voor eindverbruikers wordt bepaald door de hoeveelheid geleverde energie maal de prijs voor energie, plus een aantal vaste componenten. In Tabel 3.3 wordt voor een gemiddelde woning weergegeven hoe de verschillende componenten veranderd zijn in het verleden en hoe de verwachte ontwikkeling zal zijn in de energierekening bij voorgenomen beleid. Door de onzekerheid in de ontwikkeling van de energieprijzen en het verbruik zijn de gepresenteerde getallen voor 2015 en 2020 indicatief van aard.

Stijging van de groothandelsprijzen en een grotere prijsopslag voor duurzame energie (ODE) hebben naar verwachting een oprijvend

effect op de energierekening. De ODE op gas en elektriciteit samen kost een gemiddeld huishouden 50 euro per jaar in 2020. Tegenover deze kostenstijging staat de kostendaling door energiebesparing en eigen opwekking door bijvoorbeeld zonnepanelen. Voor een gemiddeld huishouden, dus inclusief woningen zonder zon-PV, scheelt dit 152 euro op de elektriciteitsrekening in 2020. Samen zorgen deze ontwikkelingen voor een daling van de gemiddelde energierekening voor huishoudens tussen 2014 en 2020 met zo'n 66 euro. Dit gemiddelde verbergt het verschil tussen huishoudens die wel profiteren van besparingsmaatregelen en eigen opwekking en huishoudens die dat niet kunnen.

Voor bedrijven werken de handelsprijzen voor energie sterker door op de rekening, doordat voor grotere verbruikers lagere belastingtarieven gelden en er een relatief kleinere invloed is van de vaste componenten. In de dienstensector is de relatieve daling van het verbruiksniveau daarbij lager dan bij huishoudens; in de industrie stijgt het totale verbruiksniveau. De sectorbrede trends kunnen echter niet als maatgevend voor de ontwikkeling bij individuele verbruikers worden gezien. Specifieke bedrijfsomstandigheden, zoals groei en het al dan niet nemen van besparingsmaatregelen, bepalen het beeld. In het algemeen zal naar verwachting de energierekening van de gehele industrie- en dienstensector in de periode 2014-2020 stijgen.

Tabel 4.1 Historische gemiddelde energierekening huishoudens in 2000, 2005, 2010 en 2014 en 2020 bij voorgenomen beleid

Bedragen inflatie gecorrigeerd euro₂₀₁₃

| Euro | 2000 | 2005 | 2010 | 2014 | 2020 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Elektriciteitslevering* <i>[kilowattuur/jaar]</i> | 3,101 | 3,246 | 3,277 | 3,014 | 2,376 |
| Variabele kosten | 350 | 335 | 259 | 206 | 242 |
| Vaste kosten | 56 | 154 | 209 | 234 | 203 |
| Energiebelasting | 151 | 266 | 390 | 357 | 282 |
| Heffingskorting | -39 | -227 | -340 | -319 | -319 |
| Opslag Duurzame Energie | - | - | - | 7 | 32 |
| BTW | 91 | 100 | 98 | 102 | 92 |
| Subtotaal elektriciteitsrekening | 608 | 627 | 616 | 587 | 532 |
| Waarvan effect PV | - | - | - | -15 | -152 |
| Gasverbruik** <i>[m³/jaar]</i> | 2,013 | 1,716 | 1,656 | 1,529 | 1,353 |
| Variabele kosten | 493 | 570 | 519 | 527 | 540 |
| Vaste kosten | 62 | 137 | 162 | 174 | 174 |
| Energiebelasting | 150 | 300 | 288 | 290 | 256 |
| Opslag Duurzame Energie | - | - | - | 7 | 18 |
| BTW | 123 | 191 | 184 | 210 | 208 |
| Subtotaal gasrekening | 828 | 1,198 | 1,154 | 1,208 | 1,196 |
| Totale energierekening | 1,436 | 1,825 | 1,770 | 1,794 | 1,728 |

* Levering is verbruik minus eigen opwekking door PV.

** Gemiddelde verbruik alle woningen verwarmd met aardgas (dus exclusief stadsverwarming en all-electric)

4.1.2 Diensten

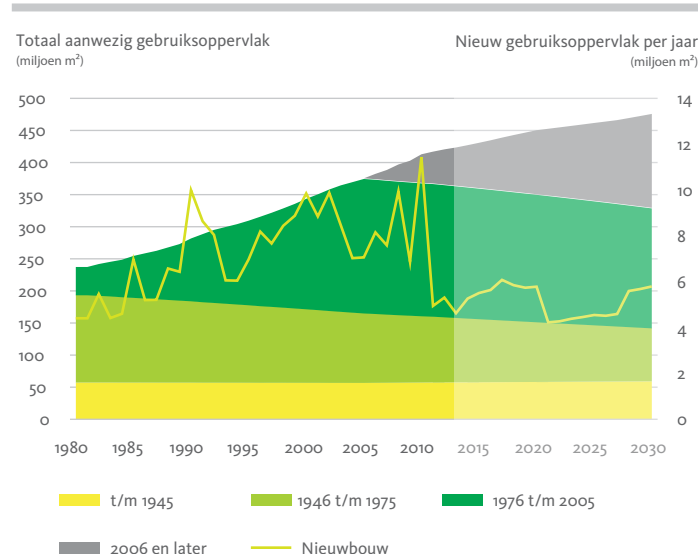
De dienstensector omvat een grote diversiteit aan activiteiten welke plaatsvinden in een grote diversiteit aan gebouwen: kantoren, winkels, scholen, zorginstellingen, maar ook bedrijfsruimten.

Snelle groei gebouwvoorraad is voorbij

In Figuur 4.6 en Figuur 4.7 is de ontwikkeling van de gebouwvoorraad weergegeven, opgedeeld naar bouwjaarklassen en gebruiksfunctie. Tussen 1980 en 2010 is de gebouwvoorraad in de dienstensector bijna verdubbeld. Maar de nieuwbouw is sinds 2010 sterk afgenomen. Hier is het effect van economische recessie zichtbaar. De afnemende groei komt echter niet alleen door de recessie. Ook op langere termijn zal de groei van de voorraad utiliteitsgebouwen lager blijven dan voorheen. Dit hangt samen met de verwachte demografische ontwikkeling: vergrijzing, een kleinere beroepsbevolking en minder studenten in het onderwijs. Trends als internet winkelen, 'het nieuwe werken' en ouderen die langer thuis blijven wonen, spelen ook een rol in de afnemende ruimtebehoefte.

Daarnaast is de leegstand de afgelopen jaren toegenomen, in 2013 stond 17 procent van het vloeroppervlak van kantoren leeg en 9 procent van de winkels. Die leegstand bestaat deels uit courant overaanbod, vaak gedeeltelijke leegstand van kantoren die naar verwachting bij aantrekkende economie weer verdwijnt. Verder is er incourant overaanbod, gebouwen die door veroudering in onbruik raken of in gebieden met minder perspectief (krimpregio's) liggen.

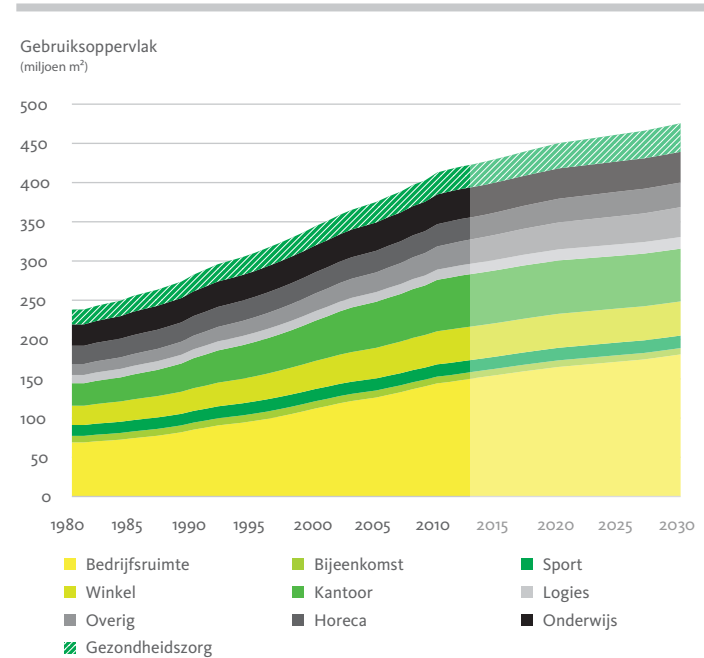
Figuur 4.6 Ontwikkeling gebruiksoppervlak dienstensector naar bouwjaarclassen
(bron EIB)



Trendbreuk in ontwikkeling gasverbruik diensten

Doordat de groei van de bouwvoorraad utiliteitsbouw afneemt, vakt ook de groei van het gasverbruik in de periode 2005-2010 af en zal naar verwachting in de komende jaren een dalende trend inzetten (Figuur 4.8). Het aardgasverbruik in 2012 was 164 petajoule en daalt naar 151 [134-170] petajoule in 2020 in het vastgesteld beleidsscenario en 145 [125-164] petajoule in het voorgenumen beleidsscenario.

Figuur 4.7 Ontwikkeling gebruiksoppervlak dienstensector naar gebouwtype
(bron EIB)



Een warmer klimaat versterkt dit effect, door kleinere warmtebehoefte. De dalende trend wordt versterkt door energiebesparende maatregelen en energiezuinige nieuwbouw.

Figuur 4.8 Aardgasverbruik dienstensector⁷



⁷ Het aardgasverbruik en de finale elektriciteitsvraag in de dienstensector zoals hier gepresenteerd wijken af van de cijfers over de dienstensector op CBS-StatLine. Reden hiervoor is dat de klantenbestanden nog niet volledig aansluiten bij de rest van de Energiebalans van het CBS. Hierdoor ontstaat een restpost, die voor deze NEV is toegevoegd aan de dienstensector.

De huidige nieuwbouw heeft een energieverbruik per vierkante meter dat bijna de helft lager ligt dan gemiddeld. De realisatie van energiebesparende maatregelen in de bestaande bouw, zoals na-isolatie, gebeurt slechts op beperkte schaal. Wel worden oude verwarmingsketels vervangen door energiezuinige HR-ketels. De versterkte handhaving van de wet Milieubeheer bij voorgenomen beleid zal leiden tot meer energiebesparende maatregelen in de bestaande bouw en dus bijdragen aan een snellere daling van het gasverbruik.

Ook trendbreuk in elektriciteitsverbruik diensten verwacht

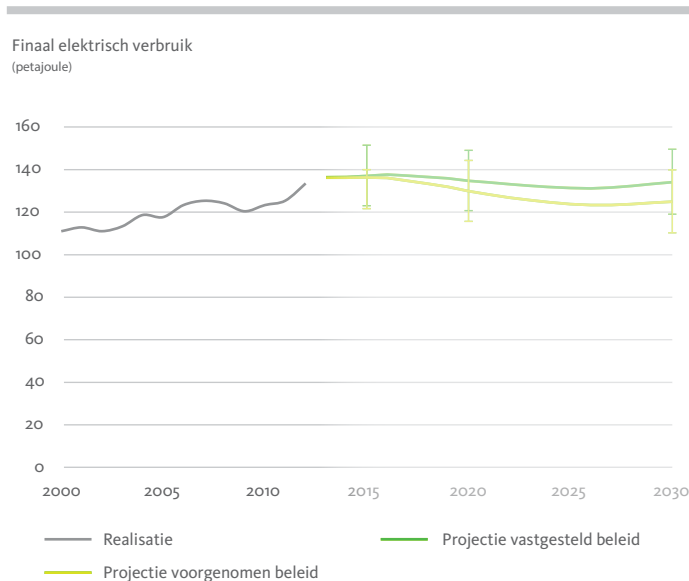
Een warmer klimaat doet het elektriciteitsverbruik juist toenemen door extra vraag naar koeling. Ook de verwachte toename van het aantal datacenters is een belangrijke factor; datacenters verbruiken maar liefst een factor 60 meer elektriciteit dan kantoren van dezelfde grootte.

Deze toename wordt echter volledig gecompenseerd doordat het elektriciteitsverbruik in alle gebouwen onder invloed van energieverbruikseisen in het kader van de EU richtlijn Ecodesign afneemt. Zo zijn er eisen aan verlichting, pompen en ventilatoren vanaf 2013 met aanscherping in de jaren daarna.

De erkende maatregelenlijsten die gebruikt gaan worden bij een versterkte handhaving Wet Milieubeheer (Ministerie van I&M 2014) (zie ook volgende alinea's) hebben overlap met deze richtlijn maar leiden ook tot extra elektriciteitsbesparing. De toename van de finale elektriciteitsvraag zal hierdoor naar verwachting vanaf het midden van het decennium omslaan in een lichte daling, tot 134

[120-148] petajoule in 2020 in de variant vastgesteld beleid en 129 [115-143] petajoule bij voorgenomen beleid (Figuur 4.9). Na 2025 hebben de huidige Ecodesign eisen verder geen effect meer. Dan is er opnieuw sprake van een stijgende trend, parallel aan de groei van de bouwvoorraad.

Figuur 4.9 Finale elektriciteitsvraag dienstensector



Erkende maatregelenlijsten leiden tot energiebesparing

Voor de vastgoedsector geldt de verplichting uit de wet Milieubeheer om energiebesparende maatregelen uit te voeren als deze zich binnen vijf jaar terugverdienen. Deze wettelijke eis wordt tot nu toe nauwelijks gehandhaafd. In het Energieakkoord is afgesproken de handhaving te versterken door maatregelenlijsten te maken voor verschillende sectoren met energiebesparende maatregelen die zich binnen vijf jaar terugverdienen.

De nu opgestelde erkende maatregelenlijsten voor kantoren, scholen en onderwijs omvatten een breed scala aan maatregelen, die toegepast op de gehele dienstensector optellen tot een potentieel van 29 petajoule extra besparing. Onzeker is hoe snel dat beoogde effect kan worden bereikt. Dat hangt samen met de voortvarendheid waarmee milieudiensten de handhaving gaan uitvoeren en het tempo waarmee de maatregelen in gebouwen worden genomen. Soms kan dat direct, soms zal dat pas op een natuurlijk vervangingsmoment zijn.

De lijsten bestaan deels uit maatregelen met een effect op het gasverbruik, zoals spouwmuurisolatie, warmteterugwinning uit ventilatielucht, HR-ketels en boilers, en optimale afstelling van CV-installaties. Daarnaast zijn er maatregelen met een besparend effect op het elektriciteitsverbruik, zoals frequentieregeling van ventilatoren, automatische tijdschakeling, energiezuinige verlichting, veegschakeling binnenverlichting, en schemer- en tijdschakeling buitenverlichting. Verondersteld wordt dat milieudiensten vanaf 2015 beginnen met de handhaving van de energiebesparingseisen uit de wet Milieubeheer en in 2020 alle bedrijven

en instellingen hebben bezocht. Natuurlijke vervangingsmomenten zullen een rol blijven spelen bij de realisatie.

In de praktijk kan het zo zijn dat tot en met 2020 niet alle bedrijven en instellingen zijn bezocht maar ook dat maatregelen eerder worden uitgevoerd. Energiezuinige verlichting en frequentieregeling ventilatoren zijn maatregelen die ook door de energieverbruikseisen in het kader van de EU richtlijn Ecodesign worden afgedwongen. Er zit overlap in het effect van deze richtlijn en het effect van de wet Milieubeheer⁸. Het additionele effect van de handhaving wet Milieubeheer wordt in 2020 op 11 petajoule geschat en in 2025 op 19 petajoule. In de onzekerheidsanalyse wordt rekening gehouden met een bandbreedte van 5,5 tot 23 petajoule in 2020.

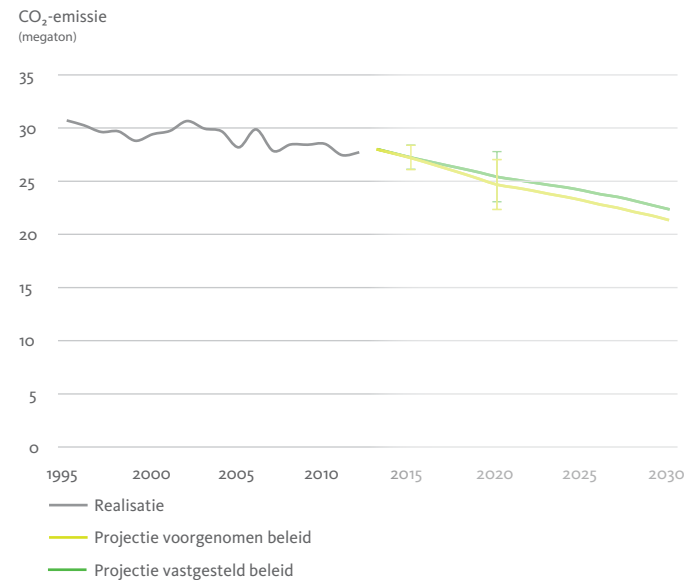
4.1.3 Energie en emissie in de gehele sector gebouwde omgeving

Duidelijke trendbreuken in gas- en elektriciteitsverbruik

In het energieverbruik in de gebouwde omgeving is sprake van duidelijke trendbreuken. Het gasgebruik in de dienstensector en het elektriciteitsverbruik van zowel diensten als huishoudens volgden tot in het vorige decennium een stijgende trend. Even stabiliseerde dit verbruik om vervolgens een daling in te zetten. De verwachting is dat deze dalende trend de komende tien jaar doorzet. Het gasgebruik bij huishoudens daalt al langere tijd.

⁸ In de doorrekening van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013) is met deze overlap geen rekening gehouden.

Figuur 4.10 Niet-ETS CO₂-emissie van de gebouwde omgeving⁹



CO₂-emissie gebouwde omgeving waarschijnlijk hoger dan streefwaarde

In de Klimaatbrief van het kabinet van juni 2011 is de Europese

⁹ De historische cijfers in deze reeks zijn afgeleid van het temperatuur gecorrigeerde gasgebruik. Dat is een van de redenen waarom deze cijfers afwijken van de CO₂-emissies uit de emissieregistratie, welke niet zijn gecorrigeerd voor temperatuur.

doelstelling, 20 procent reductie in 2020, vertaald naar sectorale streefwaarden (zie paragraaf 3.4). De niet-ETS emissies in de gebouwde omgeving mogen in 2020 maximaal 22,5 megaton bedragen. Alleen het verbruik van fossiele brandstoffen (aardgas) in gebouwen leidt tot emissies in de sector zelf. Emissies door elektriciteitsopwekking en warmtelevering door energiebedrijven vinden buiten de sector plaats en tellen dus niet mee in het sectordoel. De niet-ETS CO₂-emissie van de gebouwde omgeving was in 2012 nog ruim 29 megaton en daalt door het dalende gasverbruik bij vastgesteld beleid naar verwachting tot 25,4 [23-28] megaton in 2020. Bij voorgenomen beleid daalt de emissie iets sterker, tot naar verwachting 24,7 [22-27] megaton in 2020 (Figuur 4.10). Ook bij voorgenomen beleid wordt de streefwaarde naar verwachting dus overschreden, alhoewel deze waarde dan wel binnen de onzekerheidsbandbreedte ligt.

Doelstelling Koepelconvenant naar verwachting niet gerealiseerd

In juni 2012 hebben het Rijk en verschillende branche organisaties het Koepelconvenant energiebesparing in de gebouwde omgeving ondertekend. Convenantspartijen spraken af zich in te zetten ten behoeve van vermindering van het gebouw gebonden energieverbruik in de volle breedte van de gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsgebouwen, bestaande bouw en nieuwbouw). De afgesproken vermindering betreft een afname van 617 petajoule in 2008 naar maximaal 507 petajoule in 2020, met een tussenstap van 540 petajoule in 2015. Deze doelstelling is destijds afgeleid van de eerder genoemde streefwaarde voor CO₂-emissie van 22,5 megaton in 2020. Door wijzigingen in de energiestatistiek en een verbeterd referentiebeeld

van de utiliteitsbouw is het totale gebouw gebonden energieverbruik in 2008 gewijzigd ten opzichte van het Koepelconvenant en is nu vastgesteld op 603 petajoule.

Met name door toename van het gasverbruik van de dienstensector in de periode 2008-2012 blijft de verwachte daling tot dusverre achter bij de afspraak. Door de crisis zakte het nieuwbouwtempo in, groeide de leegstand en waren er minder werknemers in hetzelfde gebouw. De gebouwvoorraad groeide echter nog steeds. Daarbij lag het tempo van verbeterde isolatie lager dan verwacht. Het Meer met Minder convenant zou een aanpak ontwikkelen richting de dienstensector, maar dat is niet gebeurd. Met het Energieakkoord is voor deze aanpak de versterkte handhaving van de Wet Milieubeheer in de plaats gekomen. Deze wordt pas vanaf 2015 effectief.

In het voorgenomen beleidsscenario daalt het gebouw gebonden energieverbruik naar 521 petajoule in 2020 (Tabel 4.2). De doelstelling van 507 petajoule gebouw gebonden energieverbruik uit het Koepelconvenant wordt daarmee naar verwachting niet gehaald. Door onzekerheden moet wel rekening gehouden worden met een forse bandbreedte; alleen al het gasverbruik in de gebouwde omgeving zou in 2020 circa 40 petajoule lager of hoger kunnen zijn. De doelstelling valt daarmee dus wel binnen de onzekerheidsbandbreedte.

Tabel 4.2 Gebouwegebonden energieverbruik*(V= vastgesteld beleid, VV = voorgenomen beleid) (in petajoule)*

| | | 2008 | 2015 | | 2020 | |
|-------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | V | VV | V | VV |
| Huishoudens | Aardgas | 351 | 325 | 324 | 301 | 294 |
| | Warmte | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Gebouwegebonden elektriciteit | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 |
| Diensten | Aardgas (non ETS) | 149 | 151 | 151 | 147 | 141 |
| | Warmte | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | Gebouwegebonden elektriciteit | 55 | 60 | 60 | 56 | 54 |
| GO Totaal | Aardgas (non ETS) | 500 | 476 | 475 | 448 | 435 |
| | Warmte | 21 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | Gebouwegebonden elektriciteit | 83 | 88 | 88 | 85 | 83 |
| Aftrek PV | | 0 | -5 | -5 | -19 | -20 |
| | Totaal | 603 | 582 | 581 | 537 | 521 |

4.2 Verkeer en vervoer

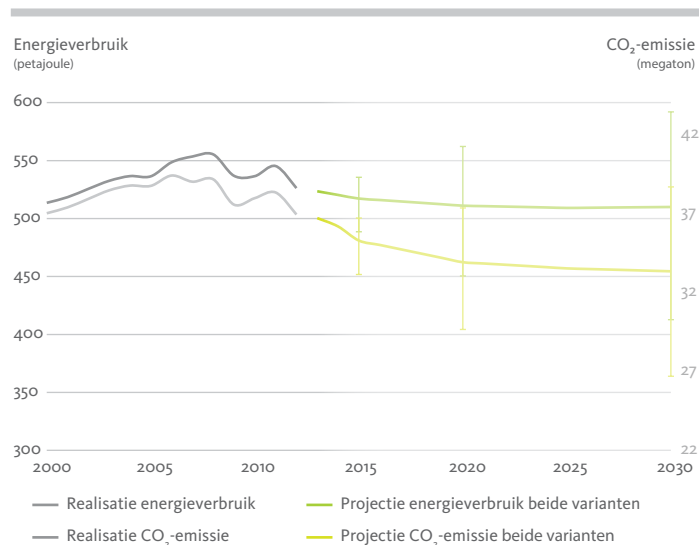
Onder het verkeer en vervoer valt het fysieke transport van goederen en personen en het daaraan gerelateerde energieverbruik.

Het energieverbruik is in de vorm van fossiele brandstoffen (benzine en diesel), biobrandstoffen en elektriciteit. De CO₂ die bij de verbranding van fossiele brandstoffen vrijkomt, komt eveneens in deze paragraaf aan bod. Het gaat binnen de sector verkeer en vervoer vooral om personen-, bestel- en vrachtwagens, maar ook om bussen, tweewielers, landbouwwerktuigen, binnenvaartschepen en treinen. Het internationale vervoer - luchtvaart, internationale binnenvaart en zeescheepvaart – valt buiten de scope van deze paragraaf. Mobiele werktuigen worden in Nederland beleidsmatig tot deze sector gerekend en daarom in deze paragraaf meegenomen. Elektriciteit en biobrandstoffen tellen mee in het totale energieverbruik door de sector, maar niet in de CO₂-emissie. De emissies verbonden aan de productie van elektriciteit vallen onder de energiesector. Een nadere toelichting van de resultaten in deze sector zijn te vinden in Hoen et al. (2014).

Energieverbruik door vervoer neemt sinds 2008 af

Het verkeer en vervoer is de grootste sector die niet onder het Europese emissiehandelsysteem valt. Figuur 4.11 laat zien dat het energieverbruik van deze sector tot circa halverwege de jaren 2000 toeneemt. Deze stijging komt vooral door de volumegroei, met name van het wegverkeer. Vanaf 2008 zet een trendmatige daling van het energieverbruik en de CO₂-emissie in, veroorzaakt door de economische recessie (waardoor vooral het goederenvervoer is afgenomen), in combinatie met verbeteringen in de energieprestaties van voertuigen onder invloed van de Europese CO₂-normen en fiscale stimulering van zuinigere voertuigen.

Figuur 4.11 Ontwikkeling van energieverbruik en CO₂-emissie van het verkeer en vervoer



Toekomstig energieverbruik daalt verder

Het energieverbruik door het verkeer en vervoer lag in 2012 op 526 petajoule. Ondanks een verwachte stijging van het aantal voertuigkilometers, neemt het toekomstige energieverbruik door de sector naar verwachting af tot 511 [450-562] petajoule in 2020 en zal daarna naar verwachting tot 2030 stabiliseren [413-592 petajoule]. De daling tussen 2012 en 2020 komt vooral door de CO₂-normen voor nieuwe personen- en bestelauto's. De ontwikkeling van de broeikasgasemissie volgt globaal

dezelfde trend maar daalt na 2010 wat sterker vanwege een groeiend aandeel bijgemengde biobrandstoffen in benzine en diesel.

De totale CO₂-emissie van de sector verkeer en vervoer wordt in 2020 geraamd op 33,9 [30-37] megaton. Dat is een daling van 3 megaton tussen 2012 en 2020. Na 2020 daalt de CO₂-emissie naar verwachting heel licht naar 33,3 [27-39] megaton in 2030. Hiermee ligt het doel van 25 megaton CO₂ dat in het Energieakkoord is afgesproken buiten bereik. Daarbij moet worden opgemerkt dat in deze projectie niet alle afspraken uit het Energieakkoord zijn meegenomen (zoals de Autobrief 2.0), omdat deze nog niet tijdig (voldoende concreet) beschikbaar waren voor deze NEV.

Binnen de vervoerssector heeft het wegverkeer in zowel het totale energieverbruik als de CO₂-emissie in 2020 een aandeel van circa 85 procent. Daarvan komt 45 procent op het conto van personenauto's.

Het aandeel biobrandstoffen bereikt 8,5 procent in 2020

Zowel Europese als nationale wetgeving stimuleert het gebruik van biobrandstoffen in het transport. De Europese wetgeving verplicht het bereiken van een aandeel van 10 procent hernieuwbare energie in het energieverbruik van de sector in 2020. Het betreft ingewikkelde wetgeving die gedeeltelijk het dubbel tellen van de inzet van biobrandstoffen mogelijk maakt. Dit is gedaan om geavanceerde biobrandstoffen (uit bijvoorbeeld afval) te stimuleren. Door deze dubbel telling van geavanceerde biobrandstoffen kan met een feitelijk lager bijmengpercentage toch aan hogere doelstellingen worden voldaan.

In 2012 werd in totaal 14 petajoule aan biobrandstoffen bijgemengd

in Nederland. Dat is iets minder dan 3 procent van het totale energieverbruik van de sector verkeer en vervoer. Het aandeel geavanceerde biobrandstoffen was vrij hoog in 2011 (40 procent) en 2012 (51 procent) (NEa 2013). Vanwege de dubbeltelling van deze geavanceerde biobrandstoffen bedroeg de formele bijtelling in 2012 4,5 procent (NEa 2013). Tot 2015 zal het aandeel geavanceerd biobrandstoffen naar verwachting hoog blijven. Na 2015 is de ontwikkeling onzeker. De verwachte bijmenging uit de referentieraming 2010 en 2012 (Hoen et al. 2010) is daarom niet gewijzigd. Verwacht wordt dat om aan de Europese verplichting te voldoen het aandeel conventionele biobrandstoffen zal groeien en in 2020 de feitelijke bijmenging 8,5 procent bedraagt. Het aandeel geavanceerde biobrandstoffen bedraagt dan 1,5 procent.

De Tweede Kamer heeft het kabinet in 2011 gevraagd om het groeipad voor hernieuwbare energie voor vervoer te versnellen. Een voorwaarde die bij deze versnelling werd gesteld is dat deze zou worden ingevuld met geavanceerde biobrandstoffen. Een dergelijke voorwaarde is echter niet mogelijk binnen de huidige Europese regelgeving. Begin 2013 heeft het kabinet aangegeven dat er mogelijkheden zouden kunnen bestaan om het groeipad met geavanceerde biobrandstoffen te versnellen, als de wijziging van de richtlijn hernieuwbare energie en richtlijn brandstofkwaliteit met betrekking tot de indirecte landgebruikseffecten van biobrandstoffen zou worden aangenomen. In 2017 zou dan de jaarverplichting hernieuwbare energie voor vervoer op 10 procent kunnen uitkomen. De Europese onderhandelingen over deze wijziging hebben langer geduurd dan verwacht. Naar verwachting bereiken het Europees Parlement en de Raad hier aan het einde van 2014 overeenstemming over. Ervan uitgaande dat de invoering van het voorgenomen versnelde

groeipad mogelijk is, zal de CO₂-emissie in de beleidsvariant met voorgenomen beleid in de komende jaren iets lager uitvallen (circa 0,2 megaton per jaar). Vanaf 2020 wordt geen verschil verwacht, omdat het aandeel hernieuwbare energie dan weer vergelijkbaar is.

Energieverbruik personenauto's daalt ondanks toename verkeersvolume

Het aandeel van personenauto's in het totale energieverbruik en de CO₂-emissie van de transportsector lag in de jaren 1990 – 2012 op 50 tot 55 procent. In 2020 zal dit aandeel voor beiden bij vastgesteld beleid gedaald zijn tot circa 45 procent. Deze daling is het gevolg van het steeds zuiniger wordende wagenpark, onder invloed van Europese CO₂-normering en fiscale stimulering.

Het energieverbruik van personenauto's in 2012 bedroeg 282 petajoule. Door het zuiniger worden van het autopark daalt het energieverbruik naar 253 petajoule in 2020 en 241 petajoule in 2030. De bijbehorende CO₂-emissie daalt van 19,9 megaton in 2012 naar 16,6 megaton in 2020 en 15,4 megaton in 2030. De CO₂-emissie daalt sneller dan het energieverbruik vanwege de toenemende inzet van biobrandstoffen.

De parkgemiddelde CO₂-emissie van een personenauto daalt tussen 2010 en 2020 van 187 gram CO₂ per kilometer naar 155 gram CO₂ per kilometer. In 2030 daalt de parkgemiddelde emissie verder naar 138 gram CO₂ per kilometer. Het gaat hier over emissies in de praktijk. De Europese CO₂-normen zorgen samen met het fiscale beleid dus, ondanks de tegenvaller door het toegenomen verschil tussen test- en

praktijkcommissies (TNO 2014), voor een zuiniger wagenpark. Tussen 2010 en 2020 neemt naar verwachting het verkeersvolume toe met 8 procent en tussen 2020 en 2030 met nog eens 5 procent.

Vooraf door de tweede auto stijgt het aantal personenauto's

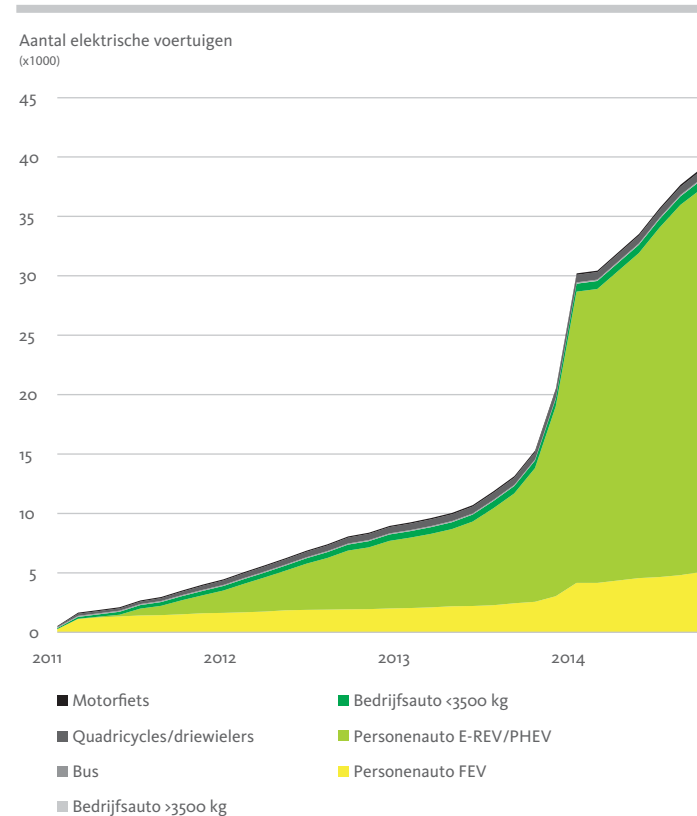
Het aantal personenauto's is tussen 1990 en 2012 gestegen van 5,2 miljoen naar 7,9 miljoen. Vooral de toegenomen arbeidsparticipatie van vrouwen en het gestegen inkomensniveau heeft het autobezit doen toenemen en inmiddels beschikken ook veel huishoudens over een tweede auto. In de toekomst stijgt, zo is de verwachting, het aantal personenauto's verder tot 8,2 miljoen in 2020 en 8,9 miljoen in 2030. Momenteel bestaat het grootste deel (81 procent) van het autopark uit benzineauto's. Dieselauto's nemen 17 procent voor hun rekening. Na 2010 neemt het aantal alternatief aangedreven auto's, zoals plug-in hybrides en elektrische auto's en aardgasauto's gestaag toe met name ten koste van het aantal benzineauto's.

Door fiscale prikkels zijn plug-in hybrides en elektrische auto's de laatste jaren sterk toegenomen

Momenteel (mei 2014) rijden er bijna 35.000 (semi-)elektrische personenauto's rond in Nederland, (Figuur 4.12). Dit aantal is in 2013 flink gestegen. De piek in de verkopen van plug-in hybrides en elektrische auto's in 2013 is vooral het gevolg van fiscale stimulering (Geilenkirchen et al. 2014). Per 1 januari 2014 zijn de belastingvoordelen voor plug-in hybrides en elektrische auto's ingeperkt waarna de verkopen zijn afgenomen. De groei van het aantal plug-in hybrides en elektrische auto's komt ook doordat vanaf 2010 het aanbod op de Nederlandse markt van dit soort auto's is toegenomen.

Figuur 4.12 Ontwikkeling aantal elektrische voertuigen in Nederland

(Bron RDW) E-REV = Elektrisch voertuig met range-extender; PHEV = Plug-in hybride Vehicle; FEV = Full Electric Vehicle



Ook zijn er in het kader van het 'Plan van Aanpak Elektrisch rijden in de Versnelling', onder andere een serie proeftuinprojecten rond elektrisch rijden gestart en is er werk gemaakt van het uitbreiden van de laadinfrastructuur (Rijksoverheid 2011, RVO.nl 2014).

Verdere toename aantal plug-in hybrides en elektrische auto's erg onzeker

Op dit moment is het moeilijk te voorspellen hoe het aantal plug-in hybrides en elektrische auto's (en aardgasauto's) zich verder gaat ontwikkelen. Het Ministerie van Financiën zal in het najaar van 2014 de Autobrief 2.0 aan de Tweede Kamer aanbieden met daarin de plannen voor de fiscale behandeling van de auto in de periode 2016-2019. De NEV 2014 heeft met deze plannen geen rekening kunnen houden. Er is daarom een trendmatige continuering verondersteld van het huidige fiscale beleid. Daarnaast is het lastig om inschatting te maken over de ontwikkeling van het aanbod van elektrische auto's dat zal volgen in reactie op de aangescherpte Europese CO₂-normen voor personenauto's. In combinatie met de verdere uitrol van laadinfrastructuur en ander flankerend beleid worden op deze wijze ruim 0,2 miljoen plug-in hybrides en elektrische personenauto's verwacht in 2020 en 0,8 miljoen in 2030.

Energieverbruik bestelauto's neemt af, ondanks toename verkeersvolume

In Nederland rijden momenteel ruim 800.000 bestelauto's rond, bijna allemaal met een dieselmotor. Door het verwachte herstel van de economie zal ook het bestelautoverkeer verder groeien, maar niet zo hard als in de jaren voor de recessie. Verwacht wordt een groei

van circa 0,8 procent per jaar tussen 2015 en 2030. Ondanks de groei van het verkeersvolume neemt het energieverbruik van bestelauto's af van 69 petajoule in 2012, naar 62 petajoule in 2030. De CO₂-emissie van bestelauto's loopt door de bijmenging van biobrandstoffen sterker terug van 5,2 megaton in 2012, naar 4,1 megaton in 2030. De daling van het energieverbruik en de CO₂-emissie is het gevolg van de Europese CO₂-normering waardoor de gemiddelde CO₂-emissie (in gram CO₂ per kilometer) van het bestelautopark daalt van 243 in 2010, naar 216 in 2020 en 186 in 2030. Het gaat hier over de praktijkemissies. Ook voor bestelauto's geldt dat het verschil tussen test en praktijk toeneemt naarmate de testwaarden lager zijn (de CO₂-emissie per gereden kilometer is dan lager).

Net als voor personenauto's geldt dat op termijn een deel van de bestelauto's zal zijn vervangen door alternatief aangedreven bestelauto's, mede gedreven door de Europese CO₂-normen voor bestelauto's. De huidige CO₂-normen voor bestelauto's vereisen echter nog geen grootschalige introductie van alternatieve technologie. Op basis van het huidige beleid wordt een bescheiden instroom van alternatief aangedreven bestelauto's tot 2030 verwacht. In 2020 hebben aardgas, plug-inhybride en elektrische bestelauto's een aandeel in het totale kilometrage van circa 4 procent. Na 2020 neemt dit aandeel verder toe tot 10 procent in 2030.

Energieverbruik vrachtvervoer over de weg stijgt

Historische cijfers laten een gestage groei zien van het energieverbruik en de CO₂-emissie door het vrachtvervoer over de weg. Tussen 1990 en 2008 stegen zowel het energieverbruik als de CO₂-emissie

bijna 30 procent. Door de economische recessie daalde tussen 2008 en 2012 het energieverbruik van het vrachtvervoer met circa 8 procent. Na 2012 wordt een gestage groei van het vrachtvolume voorzien. De belangrijkste oorzaak is het verwachte economisch herstel vanaf 2013. Het energieverbruik van vrachtwagens stijgt daardoor naar schatting tussen 2012 en 2020 met 9,5 petajoule tot 102 petajoule en verder naar 114 petajoule in 2030. De CO₂-emissies van vrachtwagens stijgt tussen 2012 en 2020 met 0,3 megaton CO₂ tot ongeveer 6,9 megaton CO₂. Voor 2030 wordt geraamd dat de CO₂-emissies van vrachtwagens verder stijgen tot 7,8 megaton.

Energieverbruik niet-wegverkeer groeit licht

Het niet-wegverkeer bestaat onder meer uit binnenvaartschepen, dieseltreinen en mobiele werktuigen (zie Tabel 4.3). Het energieverbruik van het niet-wegverkeer bedroeg 55 petajoule in 2012 en groeit naar 62 petajoule in 2020 en 2030. De totale CO₂-emissie van het niet-wegverkeer bedraagt 4,6 megaton CO₂ in zowel 2020 als 2030. Dat is een halve megaton hoger dan in 2012. Mobiele werktuigen en de (binnenlandse) binnenvaart leveren met, respectievelijk, circa 60 en 15 procent de grootste bijdrage aan het energieverbruik en de CO₂-emissie van het niet-wegverkeer. Beide laten een verwachte lichte stijging zien van energieverbruik en de CO₂-emissie, vooral onder invloed van economische groei. Het energieverbruik en de CO₂-emissie van de zeevisserij neemt juist af omdat de dalende trend van de afgelopen jaren in deze branche naar verwachting doorzet (LEI 2014).

Tabel 4.3 Energieverbruik en CO₂-emissie door het niet-wegverkeer

Energieverbruik (E) in petajoule, emissie (CO₂) in megaton CO₂

| | 2000 | | 2012 | | 2020 | | 2030 | |
|---------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| | E | CO ₂ | E | CO ₂ | E | CO ₂ | E | CO ₂ |
| Mobiele werktuigen | 35,7 | 2,7 | 32,3 | 2,4 | 39,3 | 2,9 | 40,5 | 3,0 |
| Binnenvaart | 8,0 | 0,6 | 9,4 | 0,7 | 8,9 | 0,7 | 9,9 | 0,7 |
| Zeevisserij | 16,9 | 1,3 | 7,1 | 0,5 | 5,3 | 0,5 | 3,5 | 0,3 |
| Defensieactiviteiten | 7,9 | 0,6 | 4,6 | 0,3 | 4,4 | 0,3 | 4,4 | 0,3 |
| Railvervoer ^{a)} | 1,5 | 0,1 | 1,1 | 0,1 | 1,1 | 0,1 | 0,9 | 0,1 |
| Luchtvaart ^{b)} | 0,4 | <0,1 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | <0,1 |
| Totaal | 70,4 | 5,2 | 54,9 | 4,1 | 61,9 | 4,6 | 62,1 | 4,6 |

a) uitsluitend dieseltractie; b) binnenlandse vluchten

4.3 Landbouw

Deze paragraaf zoomt in op de glastuinbouw omdat die binnen de landbouw verantwoordelijk is voor verreweg het grootste deel van het energieverbruik. Bij de akkerbouw, veeteelt en overige landbouw is er daarnaast ook brandstofgebruik door mobiele werktuigen, dat wordt meegerekend bij de vervoersector. Het overige

energieverbruik in deze subsectoren, zoals het elektriciteitsverbruik, maakt deel uit van de energie- en emissiecijfers in deze paragraaf, maar wordt niet verder toegelicht. Warmtekrachtkoppeling speelt in de glastuinbouw een belangrijke rol en wordt in deze paragraaf behandeld.

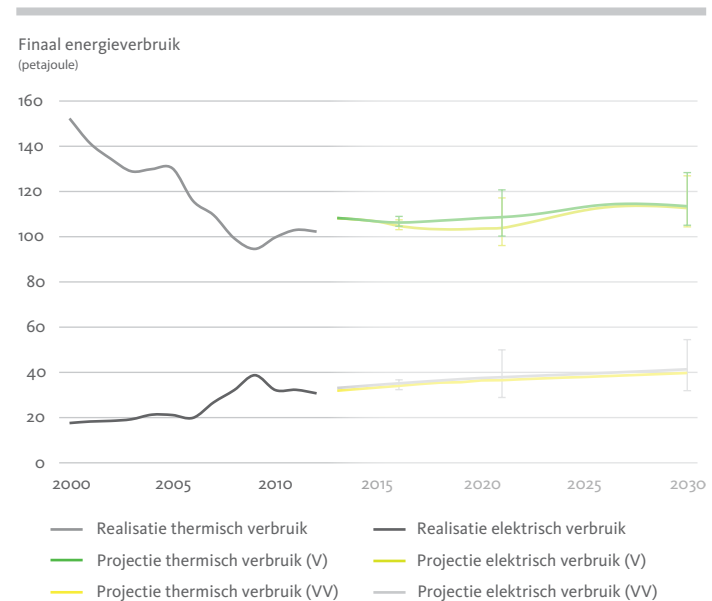
Glastuinbouw dominant in energieverbruik

Binnen de landbouw is de glastuinbouw goed voor het grootste deel van het energieverbruik. In het energieverbruik van de glastuinbouw zijn verwarming van kassen en belichting gericht op de groei en ontwikkeling van de plant dominant. wkk en ketels leveren momenteel het grootste deel van de benodigde energie; de CO₂ die vrijkomt bij de verbranding van aardgas wordt vervolgens gebruikt voor CO₂-bemesting.

Energieverbruik landbouw stabiliseert na daling

Het totale verbruik van warmte in de landbouwsector is in de periode 2000-2009 fors gedaald. Vanaf 2009 lijkt het verbruik echter gestabiliseerd (Figuur 4.13). De besparingsmogelijkheden lijken in de toekomst beperkt tot teeltoptimalisatie. Vanaf 2009 is weinig voortgang in de besparing geboekt, grotendeels omdat het jaarlijkse areaal nieuwe kassen sinds 2009 slechts een derde tot een kwart bedraagt van de aanwas in 1999-2008 (LEI 2013). De verwachting is dat op korte termijn de nieuwbouw, en dus ook besparing, op een lager niveau blijft. Verwacht wordt dat de besparing op warmte doorzet met een tempo van ongeveer een procent per jaar en daarmee het toenemend energieverbruik door productiegroei en intensivering compenseert.

Figuur 4.13 Finaal thermisch en elektrisch energieverbruik in de landbouw
(exclusief mobiele werktuigen) (V = vastgesteld beleid, VV = voorgenomen beleid)



De ambities van de sector zijn vooral gericht op verduurzaming van de warmtevraag, onder meer met geothermie. Mede door deze ontwikkeling daalt de gasvraag in de landbouw wel flink tot 2020. De zeer hoge groei van het elektriciteitsverbruik in de glastuinbouw in recente jaren (in de orde van zes tot acht procent per jaar) wordt op termijn in minder hoog tempo voortgezet. Naast enige verzadiging

van toepassingen wordt ook de besparing op elektriciteit door zuinige verlichting in kassen belangrijk. Tot 2020 wordt daardoor een gematigde stijging van het energieverbruik van in totaal zo'n 10 procent verwacht.

Schaalvergroting en verschuiving naar groenteteelt

Het areaal van de glastuinbouw is sinds 2000 licht afgenomen (7 procent). Schaalvergroting en clustering zijn de oorzaak van een forse achteruitgang in het aantal bedrijven (57 procent). Verder heeft er zich een verschuiving voorgedaan in het product dat deze branche levert. Het accent is van (snij)bloemen verschoven naar groenten. Men verwacht dat deze trend doorzet en het areaal glastuinbouw licht blijft afnemen. De totale productie neemt wel verder toe door intensivering en teeltoptimalisatie.

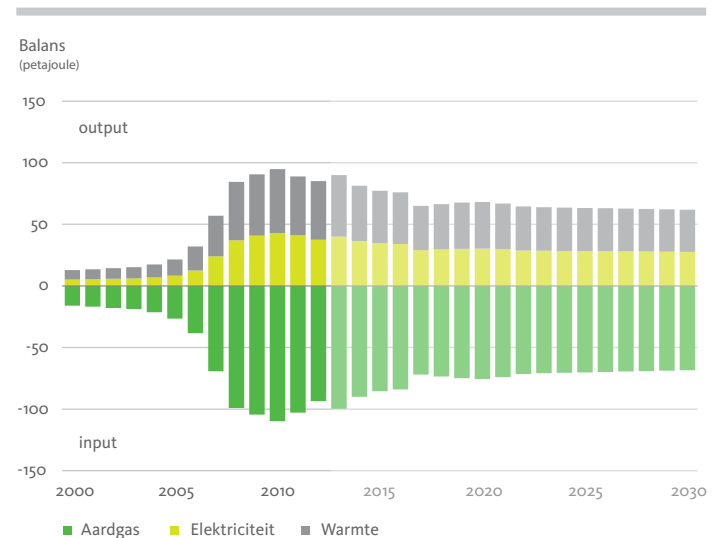
Warmtekrachtkoppeling belangrijk, maar staat onder druk

In geen enkele andere branche is de warmtekrachtkoppeling (wkk) zo belangrijk. Tussen 2005 en 2010 is de inzet van gasmotoren sterk toegenomen (Figuur 4.14); in 2012 was het opgestelde vermogen iets meer dan 3000 megawatt (elektrisch). In tegenstelling tot bij de industrie is opslag van warmte in warmtebuffers in de glastuinbouw goed mogelijk, waardoor wkk zeer flexibel kan worden ingezet. Sinds 2008 is deze branche daarmee, ondanks een fors eigen gebruik, netto producent van elektriciteit.

Aangezien de elektriciteitsmarkt op dit moment lage prijzen kent en dit tot ongunstige omstandigheden voor wkk leidt, is de verwachting dat op korte termijn het aandeel wkk in de warmtevoorziening van

de landbouw iets afneemt (Figuur 4.15). Op langere termijn krijgt wkk bovendien meer concurrentie van goedkopere hernieuwbare warmte. Toch blijft wkk waarschijnlijk wel een rol spelen, namelijk daar waar de wkk in de eigen vraag naar elektriciteit voorziet en de rentabiliteit gunstig is, en als leverancier van CO₂ voor de teelt. De verwachting is bovendien dat wkk een rol zal gaan spelen in combinatie met duurzame warmtevoorziening, bijvoorbeeld als stroombron voor warmte-koude opslagsystemen.

Figuur 4.14 Balans van fossiele warmtekrachtkoppeling in de landbouw en projectie bij vastgesteld beleid.



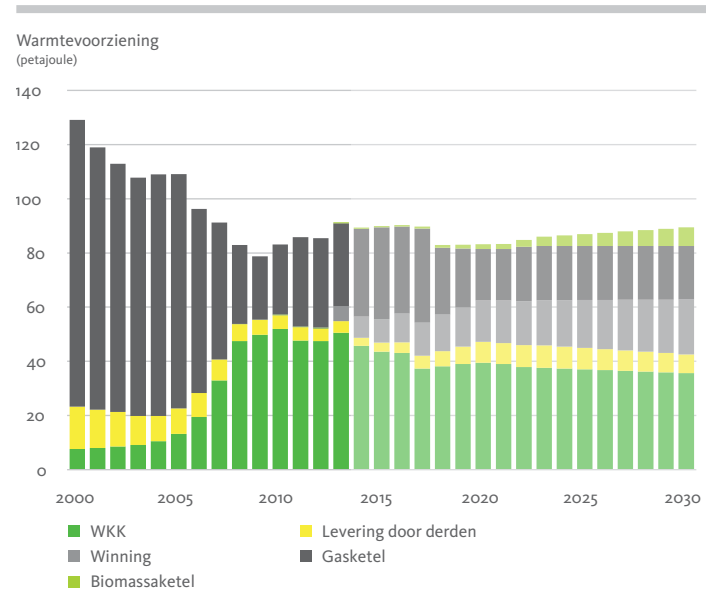
Continuering en intensivering van beleid

De Rijksoverheid kent een aantal specifiek op de glastuinbouw gerichte beleidsinstrumenten. Dit betreft de regeling investeringen in milieuvriendelijke maatregelen (IMM, voorheen IRE), de subsidie marktintroductie energie-innovaties (MEI), het CO₂-sectorsysteem en het programma kas als energiebron (KaE). Via het Energieakkoord wordt vooral KaE geïntensiveerd, waardoor een extra energiebesparing van 5,5 petajoule kan worden gerealiseerd. De resterende 5,5 petajoule uit het de aanvullende doelstelling voor de glastuinbouw uit het Energieakkoord wordt met geothermie ingevuld. De energie-investeringsaftrek (EIA) en SDE+-regeling zijn ook relevant voor de glastuinbouw.

Privaat sectorsysteem voor CO₂-emissies

Glastuinbouwbedrijven kennen een verlaagd tarief voor de eerste twee schijven van de energiebelasting op aardgas. Om dit te behouden heeft de sector zich gecommitteerd aan een bijkomend systeem voor reductie van CO₂-emissie (individueel sectorsysteem). Dit is een individueel systeem voor CO₂-emissies waar glastuinbouwbedrijven aan deelnemen die niet onder het Europese emissiehandelsysteem vallen. Dit individuele systeem hanteert een vaste CO₂-prijs van 20 euro per ton (of de ETS-prijs als die hoger is) voor de teeltemissies (dus exclusief emissies door levering van elektriciteit aan het net door wkk). Bedrijven moeten betalen bij een overschrijding van hun normverbruik, jaarlijks neemt dit normverbruik met 2 procent af. Naast dit individueel systeem kent de sector een branchesysteem voor CO₂-regulering. In dit branchesysteem worden de kosten van overschrijding van het sectoremissieplafond op basis van het totale verbruik omgeslagen over alle glastuinbouwbedrijven.

Figuur 4.15 Voorziening van de warmtevraag in de glastuinbouw



Er ontstaat met het individuele systeem een veel gerichtere prikkel voor emissiereductie waardoor naar verwachting 3 petajoule extra energie wordt bespaard in 2020. Het nieuwe systeem zal waarschijnlijk op 1 januari 2015 starten.

Nieuwe technieken

De glastuinbouw is sterk in ontwikkeling. Semi-gesloten kassen, het

nieuwe telen (HNT) en toepassingsgebieden voor LED-verlichting worden naar verwachting verder uitgebreid. Gestimuleerd door de SDE+ regeling groeit de toepassing van geothermie en biomassa in de warmtevoorziening. Bij vaststaand beleid groeit de bijdrage van hernieuwbare warmte in de totale warmtevoorziening van de glastuinbouw van 0,5 procent in 2012, naar zo'n 20 procent in 2020 en bijna 30 procent in 2030.

4.4 Industrie

Onder deze sector vallen een groot aantal industriële activiteiten (chemie, basismetaal, voeding, bouw etc.) die gebruik maken van een groot aantal verschillende processen. Sommige activiteiten zijn zeer energie-intensief. Er zijn weinig detailgegevens beschikbaar over processen die ten grondslag liggen aan het energieverbruik van de sector. Bij de inschatting van de ontwikkelingen binnen de energie-intensieve sectoren wordt daarom gebouwd op expert-judgement, die is aangevuld met inzichten uit een recente studie van CE Delft (2014). Hierdoor kan alleen op hoofdlijnen over het energieverbruik worden gerapporteerd. Energiebesparing is een belangrijk aandachtspunt binnen de industrie waarover via convenanten tussen overheid en industrie afspraken worden gemaakt. Naast industrieel energieverbruik en besparing komt in deze paragraaf ook de positie van warmtekrachtkoppeling aan de orde.

Crisis: daling industrieel energieverbruik

Van 2004 tot 2009 is het energieverbruik van de industrie met bijna

20 procent gedaald. Sindsdien heeft een lichte groei van het energieverbruik plaatsgevonden. Hoewel het dieptepunt sterk samenhangt met de economische crisis is de lichte toename sindsdien nog geen duidelijk teken van herstel. De economische groei van de industrie lijkt pas in 2014 weer aan te trekken. Vooral de organische chemie en basismetaalindustrie kenden een flinke daling van het energieverbruik in 2008 en 2009. Voor een groot deel komt dit doordat de beschikbare capaciteit minder benut is, er is echter ook capaciteit verdwenen. Zo is de primaire aluminiumindustrie in Nederland gestopt met de faillissementen van Zalco in 2011 en Aldel in 2014. In 2013 bedroeg het finaal energieverbruik in de industrie 386 petajoule warmte en 124 petajoule elektriciteit.

Een afnemend deel van het industrieel warmte- en elektriciteitsgebruik wordt opgewekt via warmtekrachtkoppeling (wkk). Sinds 2010 is een sterke daling van wkk-inzet opgetreden. Momenteel wordt nog minder dan 20 procent van het finaal warmteverbruik in de industrie opgewekt met wkk. Dit aandeel loopt tot 2020 terug naar 10 procent. De overige warmtevraag wordt grotendeels ingevuld door gasketels, waarin ook restgassen worden gestookt.

Het totale aardgasverbruik in de industrie is ongeveer 350 petajoule. Een kwart van het aardgasverbruik wordt gebruikt als grondstof, vooral voor de productie van kunstmest. Naast gas wordt ook een grote hoeveelheid olie gebruikt als grondstof in de chemie, ook wel aangeduid als non-energetisch gebruik. In het verleden nam dit oliegebruik sterk toe met 3-4 procent per jaar. De omvang van biomassa als grondstof voor de chemie is onbekend. Deze is naar

verwachting klein maar sterk in ontwikkeling. De inzet van biomassa als energiedrager speelt in 2012 met circa 0,3 procent (4 petajoule), nog geen wezenlijke rol in de industrie. De CO₂-emissie uit de industrie bedraagt in 2013 ongeveer 31 megaton. Het aandeel van deze emissie dat valt onder het Europese emissiehandelssysteem bedraagt ongeveer 86 procent.

Weinig ontwikkelingen in energieverbruik industrie

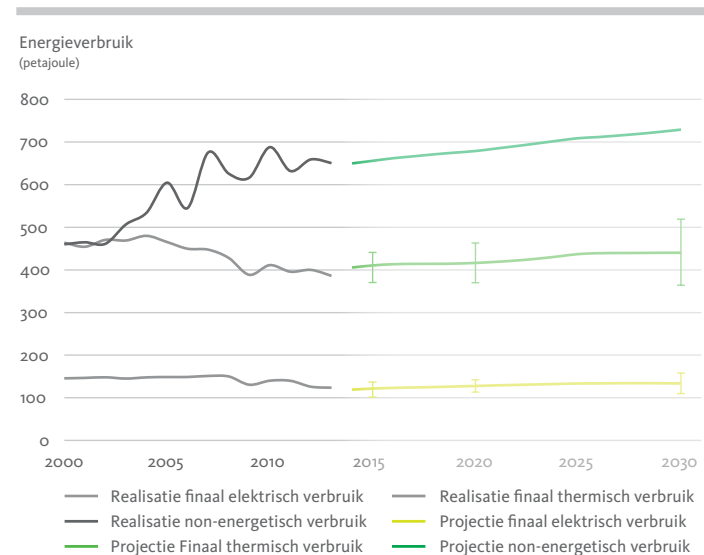
Het energieverbruik in de industrie groeit licht in de komende decennia (Figuur 4.16). Bij vastgesteld beleid neemt de finale warmtevraag tot 2020 licht toe tot een niveau van 416 petajoule [370-463 petajoule]. Ook het elektriciteitsgebruik neemt in de projectie weer licht toe naar 128 [113-142] petajoule in 2020, minder dan een half procent per jaar. Het non-energetisch verbruik van fossiele brandstoffen voor toepassing als grondstof groeit door geleidelijke productiviteitsverbetering in de bestaande capaciteit, minder dan 1 procent per jaar. De verdeling van energieverbruik over de bedrijfstakken (Figuur 4.17) verandert in de komende decennia niet wezenlijk. De chemische industrie blijft de grootste sector qua energieverbruik, gevolgd door de basismetaalindustrie. Biomassa als brandstof in de industrie neemt bij vaststaand beleid naar verwachting toe naar circa 3 procent in 2023. Dit wordt gestimuleerd door de subsidieregeling SDE+.

Ijzer en staal weer op niveau; lichte groei op lange termijn

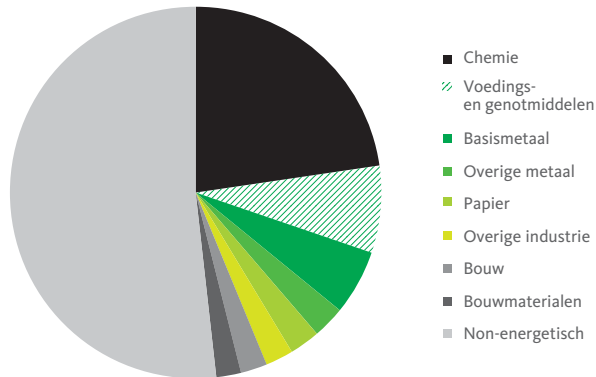
In 2012 is de ijzer- en staalproductie weer nagenoeg op het niveau van voor de crisis. De concurrentiepositie van Tata steel is door de ligging aan een diepzeehaven relatief gunstig. De verwachting

is dat op korte termijn de productie nog licht kan toenemen en daarmee ook het energieverbruik. Op langere termijn kunnen nieuwe technieken voor staalproductie (bijvoorbeeld HIsarna technologie) het energieverbruik sterk veranderen.

Figuur 4.16 Non-energetisch en finaal thermisch en elektrisch energieverbruik in de industrie



Figuur 4.17 Verdeling van het totaal primair energetisch en non-energetisch verbruik van energie over de deelsectoren van de industrie in 2013



Chemie onder druk door hoge gasprijzen

De Nederlandse chemie groeit weliswaar licht op de langere termijn, maar blijft daarbij wel achter bij de groei van de wereldmarkt. Capaciteitsuitbreiding in Nederland ligt niet voor de hand. De energie-intensieve chemie heeft last van de hoge gasprijzen in Europa ten opzichte van de lage gasprijzen in de Verenigde Staten en het Midden-Oosten. De opkomst van de schaliegaswinning in de VS leidt daar tot lage gasprijzen en een kostenvoordeel voor grootverbruikers van aardgas. De lage gasprijzen in de VS heeft onder meer geleid tot de aankondiging van miljardeninvesteringen in de etheen en propeen-productie (CE Delft 2014, ICIS 2013).

wkk krimpt

De wkk-installaties in de industrie staan onder druk door de ongunstige verhouding van gas- en elektriciteitsprijs, de spark spread. De bedrijfsuren van deze installaties zijn sterk afgenomen, of ze zijn definitief stopgezet omdat ze aan vervanging of groot onderhoud toe zijn. De wegvallende warmteproductie wordt ingevuld door conventionele ketels.

Energiebesparingstempo neemt af

In de periode 2000-2010 lag het besparingstempo in de industrie op 1,2 procent (Gerdes en Boonekamp 2012). Bij vastgesteld beleid ligt het besparingstempo tussen 2013 en 2020 naar verwachting op 0,5 procent per jaar. Uit besparingsrapportages en -plannen komt het algemene beeld naar voren dat voor belangrijke processen de gangbare energiebesparingsmaatregelen in de industrie uitgeput raken. Het voorgenomen beleid gaat op twee punten verder dan het vastgesteld beleid voor de industrie. Ten eerste de wat hogere CO₂-prijs, ten tweede de wat intensievere handhaving van de Wet Milieubeheer betreffende energiebesparing. Bij voorgenomen beleid ligt het besparingstempo daardoor naar verwachting iets hoger, op 0,6 procent per jaar. Na 2020 blijft het besparingstempo bij vastgesteld beleid ongeveer gelijk. Ten tweede is het besparingstempo bij voorgenomen beleid iets lager (0,4 procent per jaar), omdat handhavingsmaatregelen bij voorgenomen beleid in de tijd naar voren zijn gehaald.

Bestaand beleid wordt gedomineerd door convenanten

In de meerjarenaafspraken energie-efficiency hebben de Nederlandse

overheid en het bedrijfsleven afgesproken te streven naar een jaarlijkse energie-efficiencyverbetering van 2 procent per jaar. Het betreft ongeveer 1000 bedrijfsvestigingen in de industrie en ongeveer 70 procent van het finaal energieverbruik in de sector.

De meerjarenaafspraken energie efficiency (MJA3) betreffen middelgrote verbruikers. De meerjarenafspraak energie-efficiency ETS bedrijven (MEE) betreft bedrijven met een groot energieverbruik die deelnemen aan het Europese emissiehandelssysteem (ETS). Bedrijven die participeren in deze convenanten dienen elke vier jaar een plan in waarin staat aangegeven welke maatregelen zij gaan implementeren om energie te besparen. Dit zijn niet alleen maatregelen die besparen op het eigen energieverbruik (procesefficiency) maar ook maatregelen die elders besparen in de productieketen, bijvoorbeeld materiaalbesparing. In de MJA3 zijn bovendien afspraken gemaakt over het gebruik van hernieuwbare energie.

Tot nu is er onder MJA3 van 2005 tot 2013 15,7 procent energie bespaard door uitvoering van procesefficiency maatregelen, gemiddeld 2,1 procent per jaar. Dit komt overeen met een energiebesparing van 35 petajoule primair. Daarnaast is nog bijna 14 petajoule primair bespaard door maatregelen elders in de keten. De bij het MEE-Convenant aangesloten bedrijven hebben met procesefficiency 5,3 procent bespaard van 2009 tot 2013, ofwel bijna 33 petajoule. Dit betreft gemiddeld 1,4 procent per jaar. Daarnaast is nog ongeveer 11 petajoule in de keten bespaard, deels in het buitenland. Als gevolg van een voorzichtig herstel van de investeringen, zijn de gerealiseerde energie besparingen in 2013 aanzienlijk hoger dan in eerdere jaren.

Het PME besparingstempo wijkt op een aantal punten af van het onder de convenanten bepaalde besparingstempo. Enerzijds hebben de convenanten een andere dekking: er vallen ook een aantal energiebedrijfstacken (raffinaderijen en gaswinning) en dienstensectoren onder. Daarentegen ontbreken de meeste industriële kleinverbruikers. Daarnaast verschilt de waarnemingsmethode: in de convenanten worden besparingsprojecten binnen bedrijven in kaart gebracht, maar niet de totale ontwikkeling in de bedrijven en in de sectoren. Besparing door warmtekrachtkoppeling valt wel weer binnen het bereik van de convenanten. De verminderde energiebesparing door afname van de inzet van wkk is hier echter geen aftrekpost. In de Europese besparingsrichtlijn en in het Nationale Energieakkoord wordt besparing op het finale energieverbruik beoogd, zodat wkk er buiten valt.

Energieakkoord: effecten verscherpte handhaving Wet milieubeheer

De belangrijkste concrete maatregel uit het Energieakkoord is de verscherpte handhaving van de Wet Milieubeheer, gericht op bedrijven buiten de convenanten. Het verwachte additionele besparingseffect van deze maatregel binnen de industrie is 1-8 petajoule (finaal). De opgestelde maatregellijsten bieden potentieel om de bovenkant van deze bandbreedte te halen. De grote bandbreedte is een gevolg van onduidelijkheid over de wijze waarop de handhaving wordt ingericht. Om een goede beoordeling te kunnen geven in de komende jaren is het belangrijk om zicht te krijgen op de plannen van de Regionale Uitvoeringsdiensten (RUD's). Zie voor dit instrument ook onder paragraaf 4.1.2 diensten.

Routekaarten 2030

Om verder te gaan dan de energiebesparing die beoogd wordt in de convenanten, is optimaliseren van de huidige productieprocessen niet genoeg. Daarom zijn voor een aantal bedrijfstakken routekaarten opgesteld, gericht op 50 procent energiebesparing in 2030 ten opzichte van 2005. Deze beschrijven niet alleen hoe deze ambitie gerealiseerd kan worden, maar ook hoe de concurrentiepositie daarbij behouden blijft of wordt versterkt. De routekaarten combineren dus duurzaamheidsambities met economische ambities. De opgetelde ambities van alle sectoren met een routekaart zijn groot. Zij hopen in 2030 een totale energie-efficiëntieverbetering van circa 230 petajoule primair en 15 megaton CO₂-reductie te realiseren. Ook hernieuwbare energie, restwarmtegebruik en grondstofsubstitutie zijn onderdeel van de routekaarten. In de energie-efficiëntie plannen voor 2013-2016 worden ook projecten uit de routekaarten opgenomen. Het voorgenomen besparingstempo tot 2016 ligt ongeveer op het niveau van met de eerder behaalde besparing.

4.5 Energievoorziening

Tot deze sector wordt de centrale en decentrale elektriciteitsproductie gerekend, de warmtevoorziening, de aardgasvoorziening, de transport- en distributienetten, en de productie van olie en brandstoffen in raffinaderijen. Ontwikkelingen in de elektriciteitsmarkt, rentabiliteit van conventionele elektriciteitscentrales en de groei van hernieuwbare energie zijn belangrijke aandachtsgebieden in deze paragraaf. De CO₂-emissies door de energievoorzieningssector krijgen geen specifieke aandacht omdat die onder het Europees systeem van emissiehandel vallen.

4.5.1 Elektriciteitsvoorziening

Geleidelijke daling van het conventionele productievermogen

De laatste jaren is er veel nieuwe centrale productiecapaciteit bijgebouwd. Figuur 4.18 laat de ontwikkeling van de productiecapaciteit zien voor de periode 2000 - 2012. In de periode 2000 - 2009 was de centrale productiecapaciteit relatief constant. Sinds 2009 is er bijna 7.000 megawatt aan nieuwe gascentrales gebouwd.

Figuur 4.18 Realisaties productiecapaciteit Nederland
naar centraal en decentraal vermogen



De capaciteit van kolencentrales zal in 2014 stijgen als de nieuwe RWE centrale in de Eemshaven en de EON en de GDF Suez centrales op de Maasvlakte volledig in bedrijf zijn (Figuur 4.19). In 2016 en 2017 daalt de kolencapaciteit weer door de sluiting van centrales zoals vastgelegd in het Energieakkoord. Bij de gascentrales heeft er in 2013 en 2014 een sanering plaatsgevonden door sluiting of stil leggen van centrales vanwege de hiervoor besproken ongunstige marktomstandigheden.

Het is niet uit te sluiten dat er de komende jaren nog meer gascentrales worden afgeschakeld, maar omdat daarover nu nog geen concrete plannen bekend zijn is dit niet opgenomen in de veronderstelde ontwikkeling van de capaciteit.

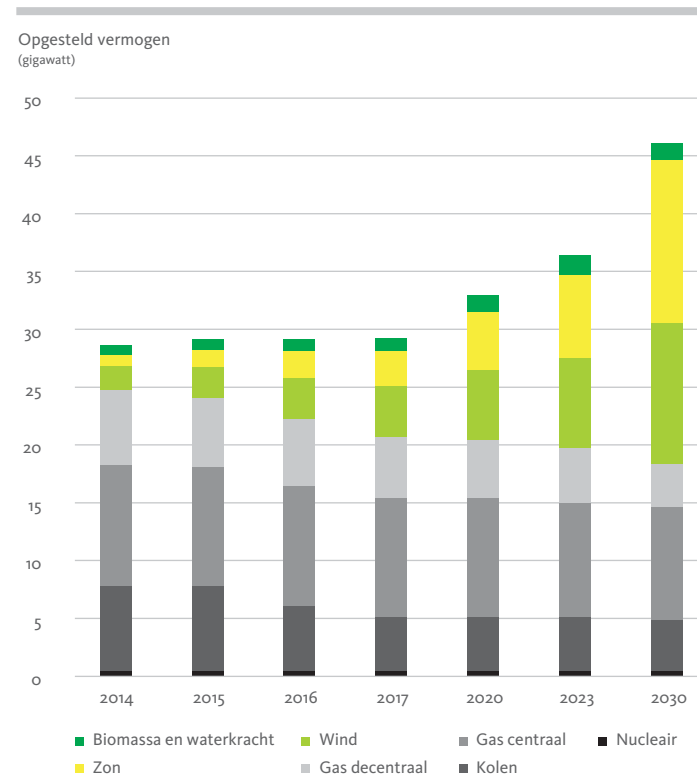
Op basis van de projecties zal de capaciteit van zon en wind sterk toenemen. De verwachting is dat met name dat van zon stijgt van een opgesteld vermogen van 1.100 megawatt in 2014 naar meer dan 15.000 megawatt in 2030. Paragraaf 4.5.2 beschrijft de ontwikkeling van hernieuwbare elektriciteit in meer detail.

Afname conventionele productie en import door toename hernieuwbare productie

De elektriciteitsproductie in Nederland is in de periode 2000-2010 toegenomen van 90 terawattuur in 2000 tot 118 terawattuur in 2010. Na de piek in 2010 nam de productie weer af, mede vanwege de economische crisis. Tot 2011 was aardgas de dominante energiebron voor de opwekking van elektriciteit met een aandeel van ongeveer 60 procent. In 2012 is dit aandeel echter significant gedaald tot

ongeveer 50 procent, mede vanwege de relatieve stijging van de gas/ steenkoolprijs en de daling van de CO₂-prijs.

Figuur 4.19 Ontwikkeling opgesteld elektrisch vermogen 2014-2030



De elektriciteitsvraag in Nederland stijgt bij vastgesteld beleid in de periode 2012-2030 met 0,3 procent gemiddeld per jaar slechts beperkt. Bij voorgenomen beleid zal de toename nog iets lager zijn, namelijk gemiddeld 0,2 procent per jaar. Aan de elektriciteitsvraag wordt in de eerste jaren voor een belangrijk deel voldaan door kolen-centrales (Figuur 4.20). De productie komt in de eerste jaren voor ca. een derde uit kolen. Met de toename van de hernieuwbare capaciteit stijgt ook de productie van hernieuwbaar. Dit gaat in eerste instantie ten koste van de import en van de productie van gascentrales. In 2030 is de productie van hernieuwbaar dermate hoog dat ook de kolenproductie terugloopt.

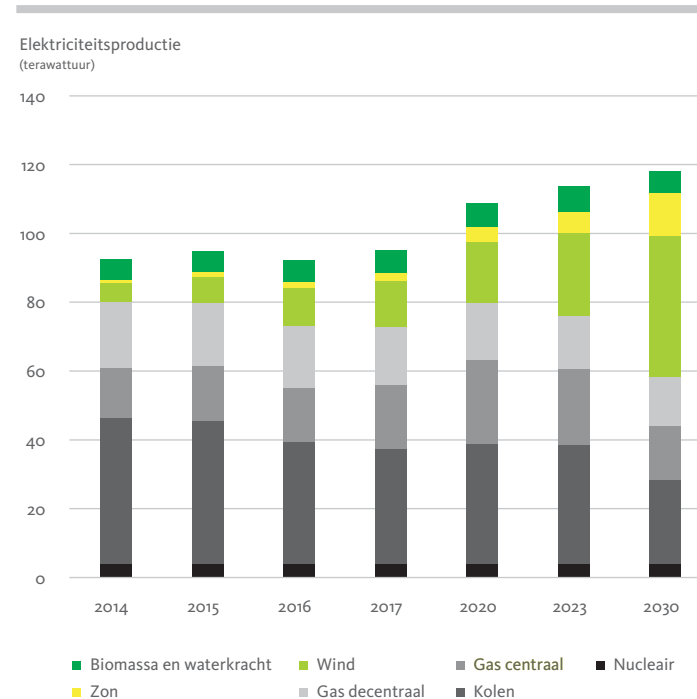
Eerste jaren nog lage elektriciteitsprijzen

De afgelopen jaren was de gemiddelde groothandelsprijs voor elektriciteit relatief laag. Een belangrijke oorzaak hiervoor is de overcapaciteit die is ontstaan door de sterke groei van de capaciteit en de - na de financiële crisis - tegenvallende vraag. Daarnaast heeft de lage prijs in Duitsland een neerwaarts effect gehad op de Nederlandse stroomprijs. De prijs in Duitsland is laag door het hoge aandeel hernieuwbaar én door de lage kolen- en CO₂-prijs. Het aandeel van steen- en bruinkool in de elektriciteitsproductie in Duitsland is hoog, daardoor hebben lage CO₂- en kolenprijzen ook een groot effect op de elektriciteitsprijzen in Duitsland.

Electriciteitsprijs blijft komende jaren ook laag

Hoe de elektriciteitsprijs in Nederland zich in de toekomst zal ontwikkelen hangt van verschillende onzekere factoren af (zie Tekstbox 4-II Onzekerheden bij de elektriciteitsprijzen).

Figuur 4.20 Verdeling elektriciteitsproductie 2014-2030



Voor de komende jaren wordt een continuering verwacht van de huidige lage prijzen, rond of iets boven de 40 euro per megawattuur (vergelijkbaar met de prijzen op de termijnmarkt medio 2014) (bron APX). Belangrijke redenen voor de verwachte lage prijs zijn de

veronderstelde lage kolenprijs én de uitbreiding van de kolencapaciteit in Nederland. Door de uitbreiding van het aantal kolencentrales neemt het aandeel van de elektriciteitsproductie uit kolen toe ten koste van die uit gas. Met als gevolg een neerwaarts effect op de elektriciteitsprijs.

Toenemende elektriciteitsprijzen eind van het decennium

Op de langere termijn zullen de elektriciteitsprijzen naar verwachting juist weer toenemen (Figuur 4.21). De belangrijkste reden hiervoor is de stijging van de brandstofprijzen. Na 2020 blijft de elektriciteitsprijs ruwweg stabiel, dit ondanks de verdere stijging van de kolen- en gasprijzen. Een van de verklaringen hiervoor is de toename van het aandeel hernieuwbaar binnen Nederland waardoor minder relatief duur gas nodig is voor de productie van elektriciteit. Een andere oorzaak is de toename van de koppeling van het Nederlandse elektriciteitsnet met het net in omliggende landen. Zo wordt in 2016 de verbinding Doetinchem - Wesel operationeel. Hierdoor zullen de elektriciteitsprijzen tussen Nederland en Duitsland meer gaan convergeren. Het prijsverschil tussen Nederland en Duitsland zal naar verwachting afnemen van circa 10 euro per megawattuur nu naar bijna niets in 2023.

Tekstbox 4-II

Onzekerheden bij de elektriciteitsprijs

Het voorspellen van de toekomstige elektriciteitsprijs is niet eenvoudig. Verschillende onzekere factoren spelen daarbij een

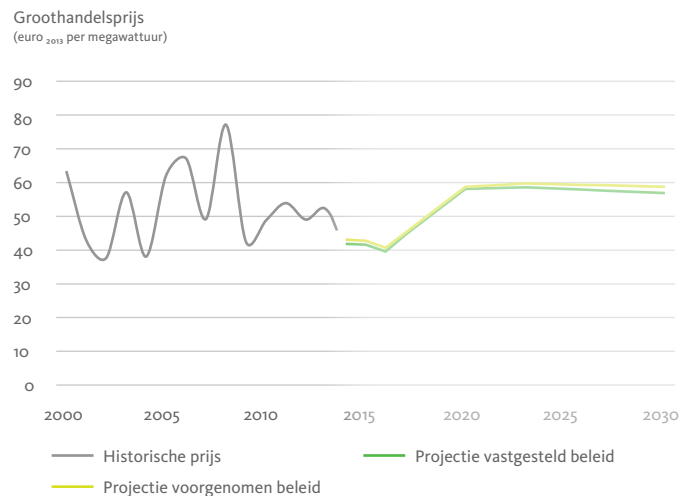
belangrijke rol. Zo hebben de al eerder genoemde prijzen van kolen en gas, de belangrijkste brandstoffen voor conventionele elektriciteitsproductie, en van CO₂ een grote invloed op de elektriciteitsprijs. Deze prijzen zijn onderhevig aan grote schommelingen en op de prijsontwikkeling op de langere termijn is erg onzeker. Uit indicatieve berekeningen blijkt dat een circa 30 procent lagere kolen- en gasprijs, waarbij overige uitgangspunten niet veranderen, leidt tot een elektriciteitsprijs die zo'n 20 procent lager is.

Daarnaast is de toekomstige ontwikkeling van de hernieuwbare productie in Nederland én omliggende landen zoals Duitsland bepalend. Hernieuwbare energie heeft een drukkend effect op de prijs, de omvang van de productie in toekomstige jaren is daarmee een belangrijke bepalende factor voor de elektriciteitsprijs.

Een andere factor is de samenstelling en ontwikkeling van de opwekkingscapaciteit. Zo zal bijvoorbeeld een toename van de kolencapaciteit waardoor het aandeel van gasgestookte centrales afneemt leiden tot lagere prijzen.

Tot slot, de ontwikkeling van de verbindingen met de elektriciteitsnetten in omliggende landen beïnvloedt de prijs. Naarmate markten daardoor meer aan elkaar gekoppeld worden zullen marktontwikkelingen in andere landen bepalender worden voor de prijs in Nederland (en vice versa).

Figuur 4.21 Ontwikkeling gemiddelde groothandelsprijs elektriciteit



Krimp in de wkk

De omstandigheden op de elektriciteitsmarkt zijn buitengewoon ongunstig voor de Nederlandse warmtekrachtkoppeling. Evenals de gascentrales hebben de in Nederland grotendeels gas gebaseerde wkk-installaties te lijden onder de combinatie van lage elektriciteitsprijzen en hoge aardgasprijzen. Bestaande installaties – als daarvoor de flexibiliteit bestaat – gaan terug in bedrijfsuren, om vervolgens in veel gevallen definitief te stoppen wanneer ze aan vervanging of herinvestering toe zijn.

De wegvallende warmteproductie wordt meestal ingevuld door conventionele ketels op aardgas. Wel speelt – binnen de vraagsectoren – vooral op de langere termijn ook de concurrentie met opkomende hernieuwbare warmteproductie een rol. Vooral in de glastuinbouw is dit een factor van belang, evenals bij warmtedistributiesystemen.

Onzekere toekomst voor gascentrales

De toename van de kolencapaciteit en de lage kolenprijzen leiden tot een verdere reductie van de gasproductie in Nederland in de eerste jaren vanaf 2014. De in het Energieakkoord voorziene sluiting van kolencentrales in 2016 en 2017 heeft een gunstig effect op de productie van de gascentrales. Maar na een 'piek' in de productie in 2020 zakt de productie echter weer in onder invloed van de stijging van de hernieuwbare productie. Dit effect geldt ook voor het gemiddeld aantal draaiuren van de centrale gasproductie. Deze laat in 2014 een dieptepunt van ruwweg 1400 uur zien. In de jaren daarna herstelt het aantal draaiuren van deze centrales, maar na 2023 neemt het weer af onder invloed van de stijgende productie uit hernieuwbaar.

Het beeld rond de ontwikkeling van de gascentrales is onzeker en zou om meerdere redenen anders kunnen uitpakken dan hier beschreven. Het beeld houdt namelijk geen rekening met de toename van het belang van flexibiliteit in de elektriciteitsopwekking om te kunnen voldoen de variabele en onzekere productie van elektriciteit uit zon en wind. Een recente studie laat zien dat de rol voor gascentrales groter wordt, wanneer rekening wordt gehouden met verschillen in flexibiliteit tussen centrales (ECN, 2014). Ook kunnen zich

prijsontwikkelingen voordoen in de kolen- of gasmarkt, die de prijsverhouding gunstiger dan wel ongunstiger zou kunnen maken voor gascentrales. Bovendien zou mogen worden verwacht dat er een verdere sanering van de gasproductie zal plaatsvinden indien het aantal draaiuren laag blijft. Hierdoor verbetert de positie van de resterende gascentrales.

Onvoorzien ontwikkelingen en gebeurtenissen, kunnen (natuurlijk) niet in scenario analyses zoals deze energieverkenning meegenomen worden. Zij kunnen eveneens een grote effect hebben op energiemarkten. Voorbeelden hiervan zijn de ramp in Fukushima, en de schaliegasrevolutie in de VS. Beiden hebben zoals eerder beschreven effect op de energie- en in het bijzonder de gasmarkt.

Verdere integratie van de Noordwest Europese elektriciteitsmarkt

Door toenemende interconnectiecapaciteit met onder andere Duitsland en Denemarken neemt de totale handel van Nederland met omliggende landen, ofwel import en export bij elkaar opgeteld, toe van 47 terawattuur in 2012 tot circa 60 terawattuur in 2016 en latere jaren. Er doen zich de nodige wijzigingen voor in de handelsstromen met individuele landen. De eerste jaren, tot en met 2017, verandert er weinig in het beeld van de handel met Duitsland, dat voor het overgrote deel, 99 procent, bestaat uit export van Duitsland naar Nederland. Met de toename van de productie van hernieuwbaar vanaf 2020 neemt de export naar verwachting toe en import af, de import vormt in 2023 en 2030 ongeveer 83 procent van de energiehandel tussen beide landen. De huidige netto import vanuit België en vanuit Frankrijk via België neemt af en slaat om naar netto export. Verder

blijft Nederland exporteren naar de het Verenigde Koninkrijk; de import daar vandaan is minimaal.

Alles bij elkaar genomen zien we dat de netto import in Nederland sterk afneemt over de jaren, van een piek van 24 terawattuur in 2016 naar slechts 2 terawattuur in 2030. Daarbij krijgt Nederland voor een deel een functie als doorvoerland, met import uit Duitsland en Noorwegen en uitvoer naar België en het Verenigde Koninkrijk.

Wat verder opvalt is dat er meer fluctuaties zijn in de handel, waarbij import en export tussen bijvoorbeeld Nederland en Duitsland of Nederland en Noorwegen elkaar afwisselen, mede afhankelijk van de fluctuerende productie van zon en wind.

Stijgende productie leidt tot lagere gemiddelde prijzen voor stroom uit zon en wind

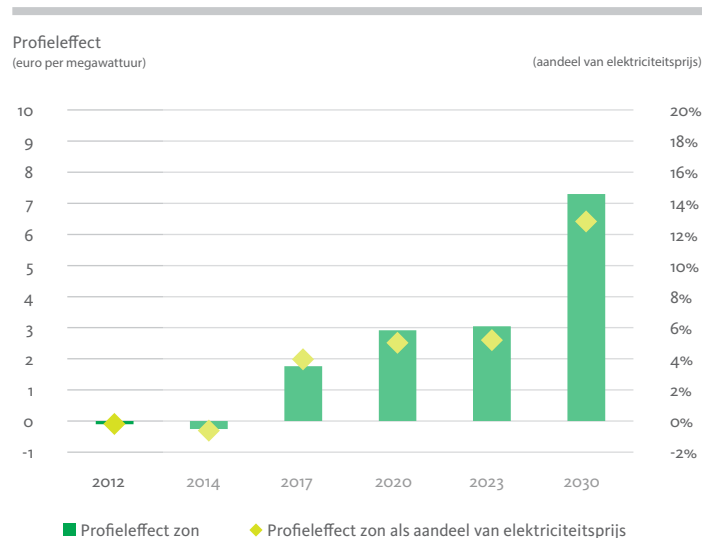
Een van de karakteristieken van de productie van elektriciteit uit wind en zon is dat deze het voor een groot deel van de opgestelde capaciteit in een land tegelijkertijd plaatsvindt. Als het waait, dan waait het in het merendeel van het land, bovendien is er ook nog een sterke correlatie met de wind in naburige landen. Dit geldt deels ook voor de elektriciteitsproductie met zonnepanelen, zij het in iets mindere mate dan bij wind. De consequentie hiervan is dat er een groot aanbod van elektriciteit uit wind is als het waait, wat de prijs voor elektriciteit drukt, en idem voor zon. Met als gevolg dat de gemiddelde prijs die voor elektriciteit uit wind en zon wordt betaald lager zal liggen dan de gemiddelde elektriciteitsprijs op de groothandelsmarkt. Deze afslag wordt ook wel het groot-handelsprijseffect of profieffect genoemd (Sijm 2014).

Figuur 4.22 Ontwikkeling profieffect windenergie



Dit profieffect wordt weergegeven in onderstaande figuren (Figuur 4.22 en Figuur 4.23) voor wind en zon, uitgaande van het vastgestelde beleid. Het is berekend ten opzichte van de gemiddelde elektriciteitsprijs voor alle productie, inclusief wind en zon. Het profieffect voor wind is in 2012 nog slechts beperkt maar loopt, op een incidentele daling na, sterk op naar bijna 8 euro per megawattuur in 2030. De afslag voor elektriciteit uit wind is dan ongeveer 15 procent van de groothandelsprijs.

Figuur 4.23 Ontwikkeling profieffect zonnestroom



In 2012 en 2014 is het profieffect voor zon licht negatief, oftewel de productie van elektriciteit uit zon krijgt gemiddeld een iets hogere prijs dan de gemiddelde prijs voor alle productie. De reden hiervoor is dat de elektriciteitsproductie uit zon overdag plaatsvindt, dan is de vraag naar elektriciteit gemiddeld genomen hoger. Bij kleine hoeveelheden elektriciteit uit zon krijgt zon daarom gemiddeld een iets hogere prijs. Neemt de hoeveelheid zonnestroom echter toe, dan heeft het wel een negatief effect op de prijs.

Hernieuwbare elektriciteit groeit sterk na 2016

De belangrijkste beleidsmaatregelen ter ondersteuning van hernieuwbare energie richtten zich van oudsher vooral op elektriciteit. De productie van hernieuwbare elektriciteit is hierdoor tussen 2000 en 2009 gestegen van 3 naar 9 procent van het elektriciteitsverbruik. Door het sluiten van de MEP-regeling in augustus 2006, droogde de toevoer van nieuwe projecten op. Na 2008 is de SDE gestart en het heeft even geduurd voordat grote projecten met deze regeling gerealiseerd konden worden. In 2013 kwam het bijgeplaatst vermogen van windenergie voor het eerst weer uit boven de 200 megawatt. Toch daalde in 2013 de productie van hernieuwbare elektriciteit, door een sterke afname van het meestoken door kolencentrales. Hernieuwbare elektriciteit groeit sterk na 2016, vooral ten gevolge van de ontwikkelingen bij wind- en zonne-energie. Voorgenomen beleid laat een versnelling zien ten opzichte van vaststaand beleid. De verwachte groei van wind op land en wind op zee is in paragraaf 3.2 reeds uitgebreid aan bod gekomen. Daarom worden hier alleen verder ingegaan op de groei van de categorieën zon-PV en biomassameestook.

Zon-PV

Het opgestelde vermogen van PV-systemen vertoont door sterke kostendaling sinds 2011 een spectaculaire groei, waarin van jaar op jaar verdubbelingen worden gerealiseerd. Het opgesteld vermogen lag hierdoor eind 2013 ruim 700 megawatt. De geschatte productie in 2013 komt daarmee uit op ongeveer 500 miljoen kilowattuur. Dat is ongeveer 0,4 procent van het elektriciteitsverbruik. De komende jaren wordt blijvend sterke groei verwacht, vooral doordat steeds

meer huishoudens zonnepanelen zullen installeren onder invloed van de salderingsregeling. Op termijn wordt ook bij kleinverbruikers in het MKB sterke groei verwacht, wanneer door verdere (meer gematigde) kostendaling PV-systemen ook voor deze groep financieel aantrekkelijk worden. Verwacht wordt dat bij vastgesteld beleid het opgesteld vermogen groeit tot ruim 5 gigawatt in 2020 en bij ongewijzigd beleid vervolgens door kan groeien naar 14 gigawatt in 2030. Bij voorgenomen beleid zal tot 2020 zo'n 300 megawatt meer vermogen opgesteld zijn, door extra toepassing van zon-PV bij woningverbeteringen. Het groeitempo, en daarmee de verwachte realisaties in de toekomst, kennen kent evenwel een grote onzekerheid.

Meestook

De meestook van biomassa in kolencentrales vindt onder het vaststaande beleid niet of nagenoeg niet plaats. Bij voorgenomen beleid stijgt de meestook van biomassa naar verwachting door ondersteuning ervan binnen de SDE+-regeling tot het ingestelde maximum van 25 petajoule in 2023.

4.5.2 Warmtevoorziening

De warmtevraag van industrie, agrosector en de gebouwde omgeving is samen goed voor zo'n 40 procent van het primair energieverbruik. Het energieverbruik voor warmte is daarmee van groot belang bij de verduurzaming van de eergiehuishouding. Voor het grootste gedeelte vindt de opwekking van warmte plaats binnen de gebruikssectoren,

en is deze onlosmakelijk verbonden met de ontwikkeling van de energievraag. Dit gedeelte van de warmtevraag en -voorziening is daarom reeds in paragraaf 4.1, 4.3 en 4.4 beschreven. Ook de voorziening via wkk-installaties, die soms sectoroverschrijdend is is daar reeds besproken. Deze paragraaf gaat slechts in op de sector-overschrijdende warmtevoorziening via warmtenetten, en op de voorziening van warmte uit hernieuwbare bronnen.

In Nederland is de rol van collectieve warmtevoorzieningen – warmtenetten - van oudsher relatief beperkt. Bij huishoudens is het aandeel van collectieve systemen in de warmtevoorziening in 2012 3,2 procent. Bij nieuwbouwwoningen ligt dit aandeel hoger, namelijk op 16 procent. Het aantal nieuwbouwwoningen is echter beperkt, en bovendien is de warmtevraag per nieuw gebouwde woning veel lager dan bij bestaande woningen. Deze twee effecten zorgen ervoor dat dit aandeel in de toekomst niet snel zal groeien. De voornaamste groei is geconcentreerd in stedelijke gebieden, waar mogelijkheid bestaat tot aansluiting op bestaande warmtenetten.

Een ingrijpendere ontwikkeling bij warmtenetten vindt plaats aan de aanbodkant. Veel warmtenetten betrekken hun warmte van inmiddels ouder geworden elektriciteitscentrales. Deze zijn in de huidige elektriciteitsmarkt vaak niet meer concurrerend en gaan in veel gevallen binnen afzienbare tijd sluiten. Veel collectieve warmtesystemen moeten dus op zoek naar alternatieve warmtebronnen, en gesteund door de SDE+-regeling, schakelen ze in veel gevallen over naar een hernieuwbare warmtebron. Soms is het daarbij nodig om te investeren in nieuwe hoofdleidingen.

Hernieuwbare warmte wint terrein

Zoals eerder gesteld richtten de belangrijkste beleidsmaatregelen ter ondersteuning van hernieuwbare energie zich van oudsher vooral op elektriciteit. Dat is een verklaring waarom de bijdrage van hernieuwbare energie aan de warmtevoorziening niet hard is gegroeid. De laatste jaren is er in de SDE en sterkere mate de SDE+ ook aandacht voor hernieuwbare warmte, mede omdat warmte in de rekenmethodiek voor de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie relatief zwaar meetelt. Deze nieuwe aandacht voor hernieuwbare warmte wordt steeds sterker zichtbaar in de realisaties. In 2013 steeg het verbruik van hernieuwbare warmte met een kleine 10 procent. Vooral afvalverbrandingsinstallaties produceerden meer hernieuwbare warmte door het in gebruik nemen van nieuwe warmteleidingen naar naburige industrie.

Biomassa-inzet verschuift op termijn naar groen gas productie

De groei van hernieuwbare energie uit biomassa uit zich de komende jaren voornamelijk in meer hernieuwbare warmte en extra groen gas. De verschuiving naar groen gas hangt sterk samen met de specifieke voorwaarden in de SDE+-regeling. De SDE+-subsidie wordt nu uitgekeerd over elektriciteit en warmte, waarbij warmte-afzet in de praktijk moeilijk realiseerbaar is. De SDE+-regeling voor groen gas kent dit probleem niet. De verschuiving is het sterkst te zien bij mestcovergisting. Na een tijdelijke stagnatie van de ontwikkeling, die nog wel tot even voor 2020 zal voortduren, wordt tot 2030 een belangrijk deel van het potentieel via groengasproductie ontsloten. De kritische succesfactoren hierbij zijn niet zozeer de ontwikkeling van groengastechnologie, maar veel meer de prijs en

beschikbaarheid van biomassa en de afzetmogelijkheden van de reststromen (het digestaat).

Bodemwarmte en buitenluchtwarmte

In recente jaren is het aantal SDE+ aanvragen voor geothermie projecten sterk toegenomen. De grote benodigde investering in combinatie met het risico dat een boring ook niet succesvol kan zijn, maakt dat financiering van projecten afhankelijk is van deelname aan de garantieregeling aardwarmte en dat financiers een relatief groot gedeelte eigen vermogen verlangen. Deze twee voorwaarden resulteren erin dat op dit moment veel projecten vertraging oplopen. Verwacht wordt dat de bijdrage van geothermie tot 2020 gradueel groeit tot ongeveer 8,5 petajoule.

In tegenstelling tot de ondersteuning bij andere hernieuwbare energie technologieën bestaat er geen specifiek ondersteuningsbeleid voor warmtepompen. De verwachting is dat het gebruik van warmtepompen de komende jaren zal groeien, met name door de aangescherpte energiestatistiek-normen voor nieuwbouw en afspraken voor verbetering van het energielabel van bestaande woningen (zie ook paragraaf 4.1). Op dit moment is toepassing van warmtepompen relatief duur, mede door het verschil in energiebelasting dat ontstaat door het verbruik van elektriciteit in plaats van gas. Er bestaat nog grote onzekerheid in hoeverre de warmtepomp als een van de geprefereerde technologieën in de bouw zal worden ingezet.

4.5.3 Aardgasvoorziening

Afnemende Nederlandse gasproductie, omslag naar netto-importpositie

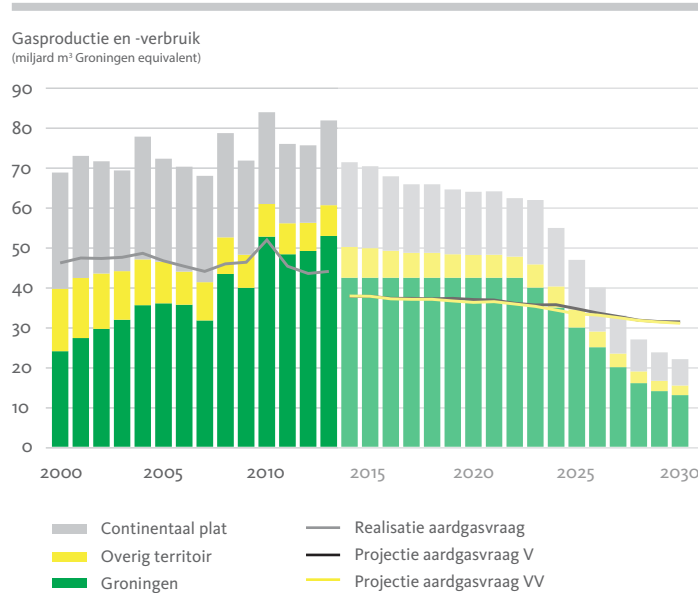
De Nederlandse gasproductie zal de komende jaren naar verwachting verder afnemen (Figuur 4.24): in de eerste jaren gestaag, maar na ca. 2025 scherper. Per saldo exporteert Nederland momenteel meer gas dan dat zij importeert. Dit zal ook de komende jaren nog het geval zijn. Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse Nederlandse gasvraag van ca. 40 miljard m³ zal Nederland tussen 2025 en 2030 veranderen in een netto-importeur van aardgas. Eventueel zou de productie van schaliegas nog een beperkte bijdrage kunnen leveren in de totale Nederlandse gasproductie de komende decennia, en daarmee het moment van de verandering in een netto-importeur nog enkele jaren uitstellen. Daarnaast zal in de periode tot 2030 de bijdrage van groen gas aan de gasvoorziening naar verwachting toenemen. In een zogenaamde *Green Deal* is afgesproken om de productie van groen gas te verhogen naar 3 miljard m³ per jaar in 2030 (Groen Gas 2014).

Nederland gasrotonde

Teneinde de belangrijke positie van de gasector in de Nederlandse economie te waarborgen, richt het gasrotondebeleid zich op het stimuleren van verschillende economische activiteiten in de gaswaardeketen. Alhoewel de productie van aardgas zal afnemen, is deze nog steeds een belangrijke pijler voor de Nederlandse gaspositie in Noordwest-Europa. Zowel de opslag van gas als de doorvoer van gas door Nederland nemen in belang toe de komende jaren. Met de afnemende productie uit het flexibel producerende Groningen

Figuur 4.24 Samenstelling van historische en verwachte Nederlandse gasproductie en gasverbruik, niet temperatuur-gecorrigeerd

(bron historische gasproductie: Rijksoverheid)



reservoir, wordt gasopslag relatief belangrijker in het voorzien in de benodigde seizoensflexibiliteit. Via de Nederlandse gasopslagfaciliteiten wordt ook flexibiliteit geëxporteerd naar de ons omringende landen. Het Verenigd Koninkrijk blijft voor een belangrijk deel afhankelijk van de gasdoorvoer uit Rusland via Nederland.

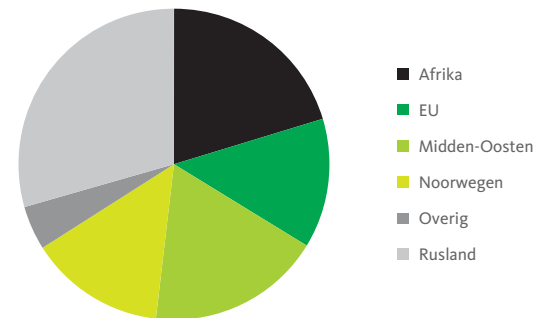
Tenslotte is kennisontwikkeling en gashandel een bron van toegevoegde economische waarde.

4.5.4 Olie en motorbrandstoffen

De Nederlandse oliehuishouding kenmerkt zich door een grote invoer van ruwe olie, een paar grote raffinaderijen die uit de ruwe olie veel meer olieproducten maken dan wel zelf gebruiken en daarom ook veel uitvoer van olieproducten. De Nederlandse zeehavens zijn ook belangrijk voor opslag en doorvoer van olie.

Van alle verwerkte ruw aardoliegrondstoffen komt slechts 3 procent uit winning in Nederland. De rest komt uit het buitenland. Rusland is de belangrijkste leverancier van aardoliegrondstoffen. (Figuur 4.25)

Figuur 4.25 Herkomst aangevoerde aardoliegrondstoffen in 2013



4.5.5 Energie infrastructuur

De netwerken vormen een belangrijk deel van het energiesysteem. Gas-, warmte- en elektriciteitsnetten vormen doorgaans een monopolie; ze worden daarom gereguleerd en kennen geen concurrentie. Toch vormen hun kosten een aanzienlijk deel van de energierekening. De rekening van de gemiddelde consument bestaat voor 45 procent uit gas en elektriciteit, 35 procent uit belasting en 20 procent uit kosten voor netbeheer en meterhuur (Netbeheer Nederland, 2013). Uitbreidings- en vervangingsinvesteringen in 2010-2012 bedroegen jaarlijks 1100 miljoen euro voor elektriciteit en 900 miljoen voor gasnetten (idem). Verwacht wordt dat deze 2 miljard de komende jaren minimaal ook nodig zal zijn, met een iets groter deel voor de elektriciteitsnetten (vanwege de toenemende productie van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit) en een wat kleiner deel voor de gasnetten (vanwege het op veel plaatsen dalende verbruik). Grote projecten ter uitbreiding van het hoogspanningsnet zijn tussen Doetinchem en Wesel (interconnectie met Duitsland), de Randstad 380 kV Noordring en Zuidring (voor betere aansluiting van de Maasvlakte en komende aansluitingen wind op zee), Noordwest 380 kV tussen de Eemshaven en Friesland, en Zuidwest 380 kV tussen Zeeland en Tilburg. Uitbreiding van het hogedruk gasnet (Beverwijk – Wijngaarden, Zeeuws Vlaanderen) beslaat vaak vergelijkbare afstanden, maar wordt minder opgemerkt. Warmtenetten spelen in Nederland ene beperkte rol in de warmtevoorziening. De ontwikkelingen bij warmtenetten worden besproken in paragraaf 4.5.2. Nederlandse gas- en elektriciteitsnetten zijn in vergelijking tot ons omringende landen betrouwbaar.

Lange tijd was er niet veel belangstelling voor de samenhang tussen enerzijds de netten en anderzijds de productie, handel en levering van elektriciteit. In de praktijk wordt in de regel pas als er voldoende zekerheid bestaat over een investeringsbesluit voor elektriciteitsopwekking een verzoek tot netaansluiting gedaan. Landelijke en regionale netbeheerders van elektriciteit zijn dan wettelijk verplicht om een netaansluiting voor elektriciteitsopwekking en consumptie binnen een redelijke termijn te realiseren en het elektriciteitstransport uit te voeren. In de periode dat het aandeel netwerkkosten in een totale investering relatief gering was en het aanleggen van netten geen groot probleem vormde, was dit 'transmission follows generation' paradigma begrijpelijk. De laatste tijd klinkt de roep om een meer gecoördineerde investeringsbenadering (ECN & SEO 2013; CIEP & PBL 2014). Dat heeft twee redenen: (1) het kost vaak meer tijd om een elektriciteitsnet uit te breiden dan een centrale of windpark te bouwen. Een gecoördineerde benadering biedt mogelijkheden voor snellere realisatie van netwerkuitbreidingen; (2) het aandeel van de netkosten in de totale maatschappelijke kosten stijgt. Bij een toenemend aandeel variabele hernieuwbare elektriciteit (wind, zon) verkleint een integrale benadering onzekerheden in de vraag naar netwerkcapaciteit en voorkomt daarmee netwerkinvesteringen die vervolgens niet of nauwelijks worden gebruikt ('stranded assets').

4.6 Overige broeikasgassen

In de eerste vijf paragrafen van dit hoofdstuk is voor wat betreft de broeikasgassen alleen ingegaan op koolstofdioxide (CO₂). In deze

paragraaf wordt de ontwikkeling van de emissie van overige broeikasgassen beschreven. Voor klimaatdoelen is namelijk niet alleen de emissie van CO₂ relevant, maar gaat het om de totale emissie van broeikasgassen (uitgedrukt in CO₂-equivalenten). De overige broeikasgassen zijn methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en de gefluoreerde broeikasgassen. Deze broeikasgassen worden in de NEV onderscheiden naar twee groepen van emissiebronnen: (1) de landbouw (excl. wkk) en (2) de overige sectoren. De projectie van emissies door de landbouw zijn in belangrijke mate gebaseerd op de Geactualiseerde Referentieraming uit 2012 (PBL & ECN 2012). In Tabel 4.4 is een overzicht opgenomen van de emissies van de overige broeikasgassen over 1990-2030.

Tabel 4.4 Emissie van overige broeikasgassen bij vastgesteld beleid in de periode 1990-2030 (megaton CO₂-equivalenten)

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2013 | 2020 | 2030 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Landbouw (excl. wkk)</i> | | | | | | |
| CH ₄ | 10,7 | 10,6 | 9,5 | 9,5 | 9,1 | 8,7 |
| N ₂ O | 11,9 | 11,6 | 9,4 | 6,9 | 6,8 | 6,7 |
| <i>Overige sectoren</i> | | | | | | |
| CH ₄ | 15,0 | 13,7 | 10,5 | 5,6 | 4,5 | 3,4 |
| N ₂ O | 8,1 | 8,3 | 8,0 | 2,5 | 2,4 | 2,5 |
| Gefluoreerde gassen | 6,9 | 8,2 | 5,8 | 2,4 | 2,2 | 1,2 |
| Totaal | 52,6 | 52,4 | 43,1 | 26,9 | 25,0 | 22,5 |
| waarvan onder ETS valt | | | | 0,3 | 0,3 | 0,3 |

Over het geheel genomen zijn de emissies van de overige broeikasgassen sinds het basisjaar aanzienlijk afgenomen, met name bij de industrie. Die daling zet zich naar verwachting door, in een lager tempo. Dit wordt in de onderstaande paragrafen nader toegelicht.

4.6.1 Overige broeikasgassen uit de landbouw

Methaanemissies door de landbouw stabiel

Tussen 1990 en 2000 is de emissie van methaan vanuit de landbouw (exclusief wkk) afgenomen. Met wat schommeling in tussenliggende jaren, bedroeg de emissie in 2013 9,5 megaton CO₂-equivalenten, net als in 2000. Naar verwachting zal de emissie tot 2020 iets afnemen tot 9,1 megaton, zowel bij vastgesteld als bij voorgenomen beleid. De methaan emissies dalen doordat het aantal varkens daalt. De omvang van de mestvergisting blijft ongeveer op het huidige niveau (circa 2 procent van de stalmest), ervan uitgaande dat de aandelen mest en co-substraat ongeveer gelijk blijven. Dit houdt in 60 procent dierlijke mest op gewichtsbasis en circa 17 procent op basis van energie-inhoud. Hierdoor ligt ruim 2 procent van de stalmest korter in de opslag en worden daarmee ook methaanemissies vermeden. Na 2020 daalt bij vastgesteld beleid de emissie van methaan tot circa 8,7 megaton in 2030. Dit komt door een verdere toename van co-vergisting tot circa 14 procent van de stalmest in 2030. De toename komt vooral door de stimulering van hernieuwbare energie (de SDE+ regeling), wat tot een verdere toename van de covergisting van mest leidt. Bij voorgenomen beleid is de stimulering van hernieuwbare energie via co-vergisting van mest wat minder groot

(circa 10 procent van de stalmest). Dit leidt tot een wat kleinere daling van de methaanemissie tot 8,8 megaton in 2030.

Emissie van lachgas in de landbouw stabiliseert

Na een lange periode waarin de emissie van lachgas vanuit de landbouw is gedaald, wordt een stabilisatie op ongeveer het huidige niveau verwacht. De emissie van lachgas vanuit de landbouw stabiliseert van 6,9 megaton CO₂-equivalenten in 2013 tot circa 6,8 megaton CO₂-equivalenten in 2020. In 1990 bedroeg de emissie 12,0 megaton CO₂-equivalenten en in 2000 nog 9,4 megaton CO₂-equivalenten. Dit komt vooral door een daling van het kunstmestgebruik onder invloed van het mestbeleid en van een verminderde weidegang door melkkoeien. Na 2020 daalt de emissie van lachgas vanuit de landbouw door een verdere afname van de weidegang nog licht met circa 0,1 megaton CO₂-equivalenten tot 6,7 megaton in 2030.

4.6.2 Overige broeikasgassen uit de overige sectoren

Forse historische daling overige broeikasgassen

Sinds 1990 zijn de emissies van overige broeikasgassen in de overige sectoren (anders dan landbouw) fors gedaald: van 30,1 megaton CO₂-equivalenten naar 24,3 megaton in 2000, naar 10,6 megaton in 2013. Tussen 2013 en 2030 nemen deze emissies nog wel af, maar niet meer in hetzelfde tempo. De emissies in 2020 en 2030 bedragen respectievelijk 9,1 en 7,1 megaton CO₂-equivalenten. Er is daarbij geen verschil tussen de twee beleidsvarianten.

Daling methaan emissies uit stortplaatsen

De emissie van methaan door afvalverwijdering (stortplaatsen) zijn in het verleden sterk afgenomen, van 12 megaton CO₂-equivalenten in 1990 tot 2,8 megaton in 2013. Naar verwachting dalen deze emissies met vastgesteld beleid naar 0,9 megaton in 2030. Deze afname is een gevolg van het autonoom afnemen van emissies van in het verleden gestort afval, het minder storten van afval en het afnemen van de biogene fractie in het gestorte afval.

Historische toename methaan emissies uit wkk's

Na 2005 is de emissie van methaan door een forse toename van de inzet van wkk's in de glastuinbouw flink gestegen. De emissie groeide van circa 0,3 megaton CO₂-eq in 2005 naar circa 0,9 megaton CO₂-eq in 2013. Tussen 2013 en 2030 blijft de emissie nagenoeg constant.

Reductie van lachgas emissies door industrie gerealiseerd

Lachgas emissies door de industrie bedragen vooral die van caprolactam productie (circa 0,9 megaton) en salpeterzuur (circa 0,3 megaton) in 2013. De lachgas emissie bij de salpeterzuurproductie valt sinds 2008 onder ETS. In 2007 zijn er N₂O reductiemaatregelen bij de salpeterzuurfabrieken genomen. Hierdoor is in 2008 uiteindelijk een reductie van ca 5 megaton CO₂-eq t.o.v. 2006 bereikt. De verwachte emissie door caprolactam productie zal tussen 2013-2030 licht stijgen tot circa 1,1 megaton, omdat de productie in deze periode naar verwachting iets zal toenemen en er geen verdere reductiemaatregelen worden verwacht. De emissie uit salpeterzuurproductie blijft naar verwachting ongeveer constant.

Emissie van gefluoreerde gassen neemt vooral na 2020 af

Emissies van gefluoreerde gassen ontstaan tijdens het gebruik van HFK's in met name de stationaire koeling en daarnaast in auto-airco's, spuitbussen en schuimen) en bij een aantal processen in de industrie. Sinds 1990 zijn de emissies fors afgenomen, van 6,9 megaton, naar 5,8 megaton in 2000 en 2,4 megaton in 2013. Deze afname valt toe te rekenen aan het treffen van reductiemaatregelen bij een aantal processen in de industrie in het kader van het Reductieplan Overige Broeikasgassen. Het gebruik van HFK's is door het verbod van HCFK's sinds 1995 echter fors toegenomen waardoor de emissies flink zijn gestegen van niets in 1990 naar circa 1,9 megaton CO₂-eq in 2013. Naar verwachting daalt de totale emissie van gefluoreerde gassen tot 2,2 megaton in 2020 en 1,2 megaton in 2030. Naar verwachting daalt de emissie van HFK's als het gevolg van de nieuwe EU-verordening die vanaf 2015 in werking treedt. Volgens deze verordening moet het gebruik van HFK's (gerekend in CO₂-eq) tussen 2015 en 2030 dalen van 100 procent in 2015 tot 21 procent in 2030. Deze afname in gebruik van HFK's zorgt vooral na 2020 voor een reductie van de emissie. De emissies door het gebruik van HFK's bedragen in 2020 en 2030 respectievelijk 1,4 en 0,4 megaton.

Overige emissiebronnen niet besproken

Daarnaast zijn er nog kleine emissiebronnen van methaan of lachgas bij RWZI's, verkeer en vervoer, de energiesector, de industrie en consumenten. De ontwikkeling van deze emissies zijn relatief stabiel. Deze worden hier verder niet besproken, maar zijn wel meegenomen in Tabel 4.4 en andere overzichten.



Innovatie in het energiesysteem

Dit hoofdstuk belicht processen van innovaties in het energiesysteem die in Nederland plaats vinden.

Belangrijke bevindingen in dit hoofdstuk zijn:

- De publieke bestedingen aan energie RD&D in Nederland dalen sinds 2010. Het verloop van de private bestedingen in deze sector is over die periode onbekend.
- Innovatie speelt een belangrijke rol bij de kostenreductie van wind op zee. Partijen werken daarin steeds meer samen.
- In de afgelopen jaren is er een sterke prikkel geweest om innovaties in het personenvervoer te stimuleren.

Innovatie is zowel van belang vanuit een korte als een lange termijn perspectief. Innovatie-activiteiten ten aanzien van bestaande energietechnieken kunnen op korte termijn (enkele jaren) bijdragen aan kostenreductie, en daarmee hun toepassing in de markt interessanter maken. Het belang van de aandacht voor innovaties op de langere termijn (decennia) is om nieuwe technieken, processen en systeeminpassingen te ontwikkelen, die op termijn nodig zijn om de emissie van broeikasgassen drastisch terug te dringen.

Dit laatste is nodig om een koolstofarme energiehuishouding in te richten in 2050. In de praktijk bestaat de nodige wisselwerking, bijvoorbeeld omdat kostendaling ook essentieel voor het marktperspectief van lange termijn ontwikkelingen.

Dit hoofdstuk belicht het innovatieproces en de omgeving waarbinnen dat plaatsvindt. Het accent ligt op de langere termijn, en op die aspecten waar een rol is weggelegd voor de overheid. Innovaties die bedrijven doorvoeren om hun concurrentiepositie te versterken worden hier niet specifiek belicht. Op grond van een aantal algemene indicatoren schetst dit hoofdstuk een beeld van het voor energie relevante innovatieklimaat in Nederland. Vervolgens wordt ingezoomd op de innovatietrajecten van twee voor de

energietransitie belangrijke technologieën: elektrische personenauto's en wind op zee.

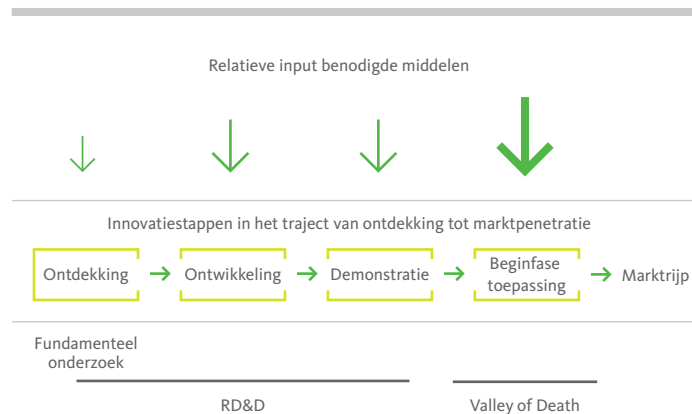
5.1 Van ontdekking tot marktpenetratie

Elk proces en elk product op de markt heeft eerder een innovatietraject doorlopen. Zo'n traject voert van ontdekking tot een marktrijp product of systeem (Figuur 5.1). Fundamenteel onderzoek kan leiden tot ontdekkingen die potentieel tot toepassingen kunnen leiden. Het meer toegepaste RD&D (*Research, Development and Demonstration*) leidt tot demonstratie van de bruikbaarheids-waarde en marktpotentie van zo'n ontdekking. De penetratie

van vernieuwingen in de markt strandt vaak in de beginfase van toepassing. Deze kritische fase wordt daarom als de *valley of death* aangeduid.

Een innovatietraject omvat meer dan alleen technologie. Afhankelijk van de ontwikkelingsfase gaat het ook om institutionele vernieuwing, om aanpassingen van de infrastructuur, om nieuwe maatschappelijke partijen en nieuwe samenwerkingsverbanden. Het gaat dus al gauw om een systeeminnovatie waarin ook de overheid een rol heeft.

Figuur 5.1 Vereenvoudigde en schematische weergave van het innovatietraject en de relatieve omvang van investeringen die in de verschillende stappen omgaan.



In de eerste fase van het innovatietraject zijn overheidsmiddelen van belang om het proces van de ontwikkeling van een technologie in gang te zetten. Geleidelijk nemen echter de groei van de markt en het marktperspectief, veelal door het beleid vorm gegeven, de overhand als bepalende factoren voor het innovatieproces en worden private investeringen belangrijker (Bettencourt et al. 2013). Veel middelen zijn nodig om met succes de *valley of death* te overbruggen. Deze middelen kunnen beschikbaar komen door het creëren van nichemarkten (bijvoorbeeld onder invloed van feed-in tarieven voor hernieuwbare energie) of gerichte financiering door overheid, bedrijfsleven of in een publiek-private samenwerking.

Als een product of proces eenmaal succesvol op de markt is geïntroduceerd stopt innovatie niet, wel de omgeving waarbinnen het plaatsvindt. Verbeteringen van bestaande producten vinden dan veel meer plaats binnen de dynamiek van de markt. Denk aan spouwmuurisolatie, zonnestroom, windenergie op land en (mee-)stoken van biomassa-afval, maar ook aan het efficiënter gebruik van fossiele energiebronnen. Deze ontwikkelingen worden hier niet specifiek belicht, maar ze kunnen wel een bijdrage leveren aan de transitie naar een koolstofarm energiesysteem.

Voor het realiseren van de genoemde ingrijpende verandering van het energiesysteem zijn technologieën nodig die in het huidige systeem nog niet of nauwelijks meedoen terwijl over 35 jaar mogelijk een hoofdrol voor ze is weggelegd. Om welke technologieën gaat het dan? Tabel 5.1 geeft voorbeelden van zulke technologieën die aan het begin staan van praktijktoepassing en die nu nog te duur zijn om

de komende jaren kans te maken op de markt. Omdat het hier om innovaties gaat zal de lijst regelmatig aan verandering onderhevig zijn.

Tabel 5.1 Voorbeelden van technologieën die in dit hoofdstuk als innovatie worden beschouwd.

| |
|---|
| Elektrische en waterstofvoertuigen |
| Warmtepompen in gebouwde omgeving en voor bedrijven |
| Geothermie |
| Wind op zee |
| Zonnestroom en zonnewarmte |
| Groen gas en vloeibare transportbrandstoffen uit biomassavergassing of geavanceerde fermentatie |
| Industriële warmtevoorziening met waterstof |
| Energieopslag |
| Afvang en opslag of hergebruik van CO ₂ |
| Zuinige industriële processen |
| Passiefwoningen |

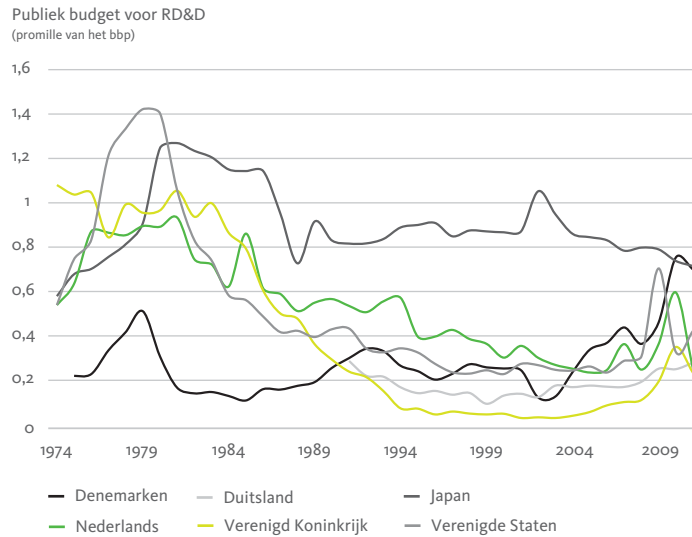
5.2 Innovatieklimaat in Nederland

Met behulp van een aantal algemene indicatoren wordt hier een beeld gegeven van de context waarbinnen in Nederland innovaties in het energiesysteem plaatsvinden. Het geeft een indruk van de inzet voor energie-innovaties. De informatie ontbreekt om een volledig en samenhangend beeld te kunnen geven en innovatietrajecten integraal te kunnen beoordelen op hun effectiviteit en doelmatigheid.

5.2.1 Beschikbaar budget

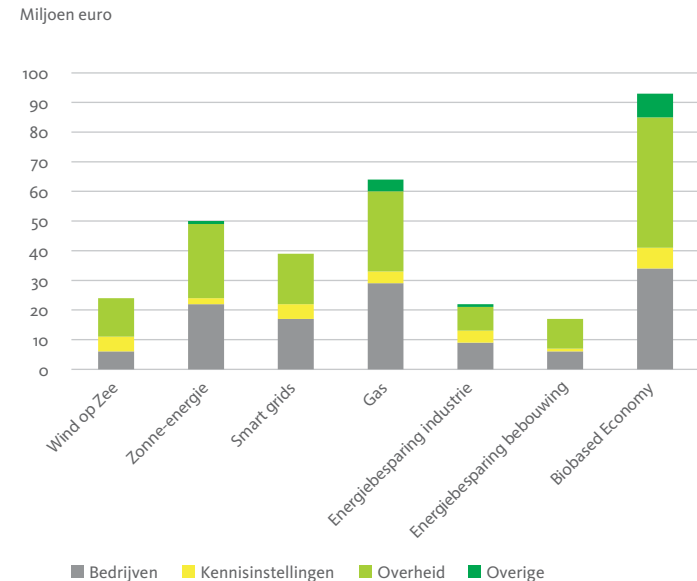
Figuur 5.2 laat de ontwikkeling in de overheidsbudgetten voor RD&D voor energie zien in Nederland en enkele andere landen. Het gaat hierbij om budget voor energie RD&D in het algemeen, dus inclusief fossiele en hernieuwbare energie, gericht op ondersteuning van de beginfase van het innovatietraject. Het fundamentele, niet-toepasingsgerichte onderzoek aan universiteiten valt erbuiten. De patronen per land verschillen enigszins. De laatste jaren lijkt er in de meeste landen sprake van toename van de inzet van middelen, al is het geen stabiele situatie. Voor 2011 komt het aandeel van 0,25 promille van het bbp in Nederland overeen met ongeveer 150 miljoen euro. Na 2010 is het Nederlandse publieke budget voor energie RD&D verder gedaald. Vergelijkbare statistiek uit het buitenland is echter nog niet beschikbaar waardoor uitspraken over de positionering van Nederland ten opzichte van andere landen nog niet mogelijk zijn. Het verloop van private investeringen in energie RD&D is onbekend.

Figuur 5.2 Ontwikkeling van publiek RD&D budget voor energie in Nederland en enkele andere landen (bron IEA Beyond 2020 database)

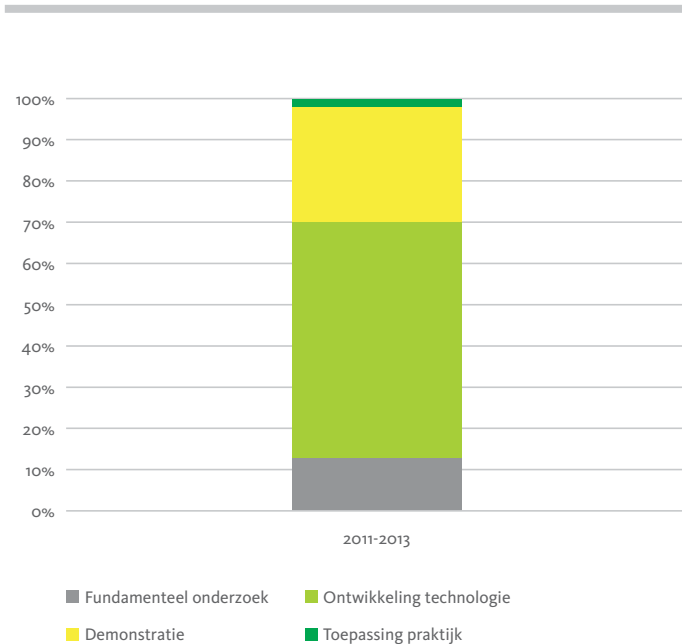


Een meer specifiek beeld voor bepaalde technologieën of thema's kan in Nederland worden verkregen uit informatie over de middelen beschikbaar voor de Topsector Energie. In Figuur 5.3 is weergegeven hoe in de afgelopen jaren de verdeling in de besteding van de beschikbare middelen over de verschillende technologische thema's is geweest. De biobased economy had een groot aandeel.

Figuur 5.3 Budget Topsector Energie per thema en financieringsbron in de periode 2011-2013



Figuur 5.4 Verdeling van de inzet van middelen in het kader van de Topsector Energie over verschillende fasen in het innovatietraject in de periode 2011 - 2013



In de periode 2011 - 2013 bedroeg het budget in de Topsector Energie in totaal ruim 300 miljoen euro (dit is inclusief Europese subsidies) waarvan zo'n 40 procent private middelen. Onder de middelen van de overheid voor de topsector vallen subsidies van de ministeries en

lagere overheden en basisfinanciering voor ECN, TNO en NWO. In Figuur 5.4 is te zien aan welke projecten gerelateerd aan de stappen in het innovatietraject het geld voor de Topsector Energie is besteed. Het laat zien dat de topsector zich relatief weinig op praktijktoepassing richt.

5.2.2 Beginfase van toepassing

Zolang er voor nieuwe technieken een prijsverschil is met technieken die al op de markt zijn en er geen andere meerwaarde voor marktpartijen is, moet er geld bij als het tot toepassing in de praktijk wil komen. Dit kan gaan om overheidsgeld of geld uit de markt. Het gaat in praktijktoepassingsprojecten vaak om een veelvoud van middelen ten opzichte van het totaal van de fasen ervoor. Juist het overbruggen van de *valley of death* is integraal onderdeel van het innovatietraject.

De overheid kent buiten de Topsector Energie instrumenten om praktijktoepassing van innovatieve technieken te ondersteunen. Dergelijke instrumenten zijn van grote betekenis in een succesvol innovatietraject en het ligt voor de hand om ze vanuit dit perspectief te beoordelen. Dergelijke informatie is echter maar zeer beperkt beschikbaar. SDE+ subsidies (zie hoofdstuk 3) zijn in eerste instantie gericht op de uitrol van beschikbare technieken om het hernieuwbare energiedoel voor 2020/2023 te halen maar ze worden deels benut om diverse technieken genoemd in tabel 5.1 te ondersteunen (zoals geothermie en groen gas). Regelingen voor bijvoorbeeld elektrische auto's (fiscaal voordeel door verminderde

bijtelling) en zon-PV (saldering) geven krachtige impulsen aan praktijktoepassing. De Energie Investeringsaftrek draagt eveneens bij aan Energiegerelateerde innovatieprocessen.

In de eerste fase van praktijktoepassing gaat het om *learning by searching* en *learning by doing*. Schaalvergroting speelt hierbij een grote rol en resulteert in verdere verbetering van de prijs-prestatieverhouding van een technologie. Voorgaande processen hebben er toe geleid dat bijvoorbeeld de prijs van zonnestroomsystemen voor woningen de laatste jaren aanzienlijk is gedaald, waarbij de voortrekkersrol van Duitsland van grote invloed is geweest. De prijs voor zonnepanelen lag zo'n 10 jaar geleden nog rond de 5 euro per wattpiek. In oktober 2011 lag deze gemiddeld in Nederland op 2,29 en in januari 2014 op 1,06 euro per wattpiek. De kosten van andere onderdelen en het installeren worden daarmee relatief belangrijker. Deze zijn ook gedaald, zij het in iets mindere mate dan de panelen. Deze kostendaling is sterk gerelateerd aan de ervaringen in Nederland met de installatie van zonnestroominstallaties. In de huidige situatie kost een 2500 wattpiek installatie voor een woning gemiddeld iets minder dan 2 euro per wattpiek (SMZ 2014).

5.2.3 Betrokkenheid en samenwerking

Vergaande vermindering van de emissie van broeikasgassen gaat veel verder dan het nemen van maatregelen bij de processen waar emissies ontstaan. Er zijn nieuwe processen nodig met daaromheen nieuwe systemen, bijvoorbeeld rond elektrisch rijden (zie paragraaf 5.3.1). Dat betekent ook het ontstaan van nieuwe

samenwerkingsverbanden, nieuwe marktrelaties en nieuwe vormen van kennisoverdracht. Deze zijn cruciaal in de systeeminnovatie en komen er niet vanzelf. De overheid is daar zelf ook partij in – denk aan nieuwe privaat-publieke initiatieven – maar neemt ook een faciliterende rol op zich door partijen bij elkaar te brengen.

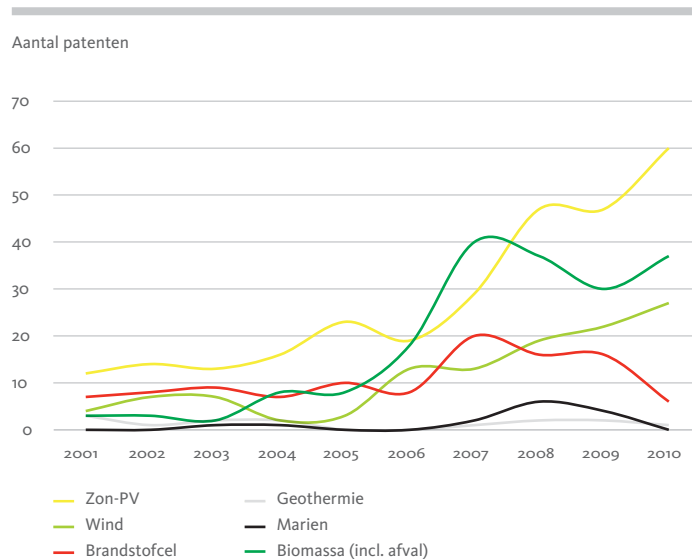
Het Nederlandse topsectorenbeleid mikt op het bestendigen van nieuwe relaties tussen kennisinstellingen, bedrijven en overheid (de gouden driehoek). De Topsector Energie heeft twee doelstellingen: versterken van zijn internationale concurrentiepositie en bijdragen aan de transitie naar een CO₂-arme energiehuishouding. Gegevens over de mate waarin dit van de grond komt zijn slechts beperkt beschikbaar. Van der Vooren en Ros (2014) concluderen op basis van interviews met betrokkenen dat met name de tweede doelstelling nog slechts beperkt van de grond komt.

5.2.4 Onderzoekresultaten vertaald in patenten

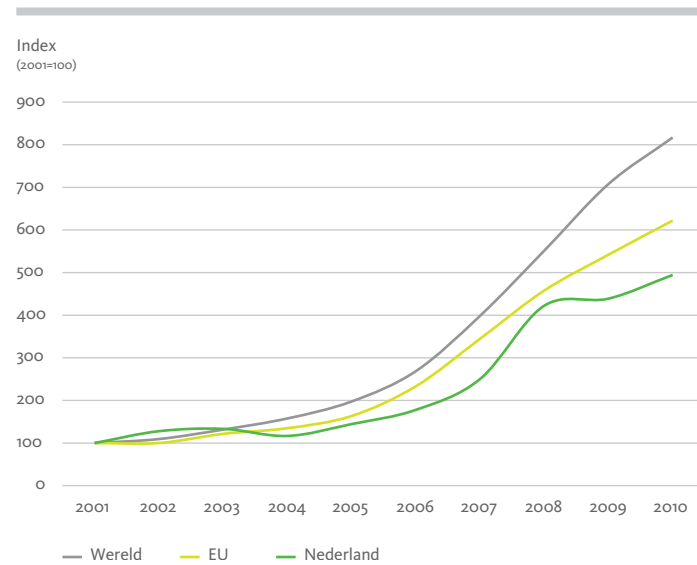
Om enig zicht te krijgen op de resultaten van de hierboven genoemde inspanningen op het gebied van energie-innovaties is gekeken naar patenten. Deze zijn bovendien in het algemeen sterk toepassingsgericht. Figuur 5,5 laat het aantal Nederlandse patenten zien voor duurzame energietechnologieën. Hiertoe behoren zowel technologieën voor energiebesparing als opwekking van hernieuwbare energie. Omdat het hier om doorgaans innovatieve technieken gaat is het niet verrassend dat het aandeel patenten hoger ligt dan gemiddeld in de Nederlandse economie.

Er is in de sector duurzame energie sprake van een duidelijke toename van het aantal aangevraagde patenten. Patenten voor zonn-PV, biomassa en windenergie springen eruit. Ten opzichte van het buitenland valt in Nederland het relatief hoge aandeel van patenten voor biomassa op. Opvallend is overigens het aandeel patenten gerelateerd aan brandstofcellen, omdat het een technologie betreft die in het energiesysteem nog nauwelijks een rol speelt.

Figuur 5.5 Aantallen Nederlandse patenten voor verschillende duurzame energietechnologieën (bron Patent Office RVO.nl)



Figuur 5.6 Toename van het aantal patenten voor duurzame energie in Nederland, Europa en de wereld (bron Patent Office RVO.nl)



Zo'n 15 procent van de bedrijven actief in de sector duurzame energie (zowel hernieuwbaar als energiebesparing) heeft in de periode 2006-2011 een patent aangevraagd. Voor alle Nederlandse bedrijven was dat ongeveer één procent in het eerste decennium van deze eeuw. Daarbij moet worden aangetekend dat er in de sector duurzame energie relatief meer grote bedrijven voorkomen dan gemiddeld en dat het bij een groot deel van de bedrijven deels om patenten gaat die

niets met duurzame energie of milieu te maken hebben. Ongeveer een derde van alle bedrijven met patentaanvragen hadden ten minste één patentaanvraag daarbij voor duurzame energie.

In Figuur 5.6 worden ontwikkelingen in Nederland vergeleken met de rest van Europa en de wereld. In alle gevallen is er sprake van een duidelijke toename van het aantal patenten, een indicatie voor de wereldwijde groeiende aandacht voor schone energiesystemen en hernieuwbare energie, en voor groeiende markten. Qua patenten voor hernieuwbare energie als zonnestroom en windenergie is Japan koploper, gevolgd door de Verenigde Staten. Ook China gaat hierin Europa nog voor (Bettencourt et al. 2013).

Op basis van een vergelijking van het aantal patenten per hoofd van de bevolking doet Nederland het goed in vergelijking met het EU gemiddelde. In een vergelijking van het aantal patenten per eenheid bbp is Nederland vergelijkbaar met het Europese gemiddelde. De ontwikkeling in Nederland op het gebied van energie-innovatie is enigszins vergelijkbaar met het Europees gemiddelde, maar blijft wel iets achter bij die in de wereld.

5.3 Specifieke systeeminnovaties

Algemene indicatoren geven een indruk van de intensiteit en de richting van innovatieve ontwikkelingen. Het beeld wordt concreter als wordt ingezoomd op een specifieke technologie. Met het begrip systeeminnovatie worden alle ontwikkelingen rond zo'n specifieke

technologie aangeduid die nodig zijn zodat de technologie een rol kan spelen in de energietransitie. Deze paragraaf zoomt in op de systeeminnovatie rond twee technologieën van heel verschillende aard, elektrische auto's en wind op zee. Voor het bereiken van een koolstofarm energiesysteem zijn ze beide in Nederland van groot belang, terwijl ze in het beleid ook veel aandacht krijgen.

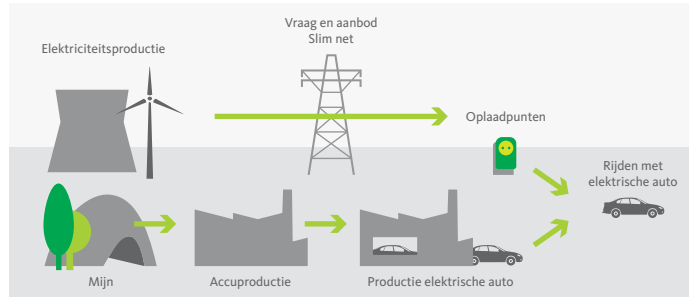
5.3.1 Elektrische personenauto's

Elektrische auto's passen bij een emissiearm transportsysteem en zijn daardoor een belangrijk facet van de energietransitie. Elektrisch rijden draagt eveneens bij aan een optimale benutting van beschikbare opties voor de productie van koolstofvrije elektriciteit. Aan de hand van de ontwikkeling in elektrisch rijden wordt geïllustreerd wat komt kijken bij deze systeeminnovatie.

De systeeminnovatie rond elektrische auto's omvat zowel de ontwikkeling van productieketens voor deze geheel nieuwe typen auto's, als de distributie van, bij voorkeur koolstofvrij geproduceerde, elektriciteit en levering aan de auto's van consumenten. Deze twee sporen zijn geïllustreerd in Figuur 5.7.

Figuur 5.7 Vereenvoudigde illustratie van het systeem rond de elektrische auto

Elektrisch vervoer



Het gaat om een systeeminnovatie met een sterk internationaal karakter (vele ontwikkelingen vinden buiten Nederland plaats), potentieel zeer grote (mondiale) markten, betrokkenheid van zowel grote bedrijven als individuele consumenten, en nieuwe infrastructuur. Als elektrisch rijden daadwerkelijk een grote bijdrage gaat leveren aan toekomstige mobiliteit betekent dit een ingrijpende maatschappelijke verandering.

Analyses van mogelijkheden voor Nederland om invulling te geven aan 80 procent broeikasgasreductie ten opzichte van 1990 laten zien dat dit zonder nul-emissie auto's (elektrische en waterstofauto's) lastig te realiseren is (PBL & ECN 2011; Ministerie van I&M 2014). Hetzelfde geldt voor de doelstelling uit het Energieakkoord om de verkeers-emissies in 2050 met 60 procent te reduceren ten opzichte van 1990.

De huidige generatie elektrische auto's kent nadelen, zoals een hoge aanschafprijs (dure accu's), onzekerheid over de levensduur van de accu, beperkte actieradius, lange oplaadtijden en beperkte beschikbaarheid van oplaadpunten. De elektrische auto bevindt zich vanuit innovatieperspectief in de fase van *learning by searching* en *learning by doing*, waarbij schaalvoordelen in toenemende mate worden benut en het leerproces versterken.

In Nederland is de afgelopen jaren flink ingezet op meer elektrische voertuigen op de weg. Onder invloed van een gunstige regeling voor fiscale bijtelling van zuinige auto's in het algemeen is ook het aantal elektrische auto's, inclusief de plug-in hybrides, de afgelopen twee jaar flink toegenomen (zie Figuur 4.12). Daardoor zijn de jaarlijkse belastingopbrengsten sinds 2008 met 1,5 tot 2 miljard euro gedaald (Geilenkirchen et al. 2014). Het aandeel elektrische en plug-in hybrides dat onder deze fiscale regeling valt is niet precies vastgesteld, maar wel aanzienlijk, want de regeling is een krachtige prikkel voor deze systeeminnovatie gebleken.

Opvallend is de sterke stijging in het laatste kwartaal van 2013 na de aankondiging dat de regeling van nul procent fiscale bijtelling per 1 januari 2014 naar een iets minder gunstige vier procent voor elektrische auto's en zeven procent voor plug-in hybrides zou worden omgezet. Na een di petajoulee in januari 2014 is de verkoop weer aangetrokken. Het *Plan van Aanpak Elektrisch Rijden in de Versnelling 2011-2015* van het ministerie van Economische Zaken noemt streefwaarden van 15.000 in 2015, van 200.000 in 2020 en een miljoen in 2025. De eerste streefwaarde is nu al ruimschoots verwezenlijkt.

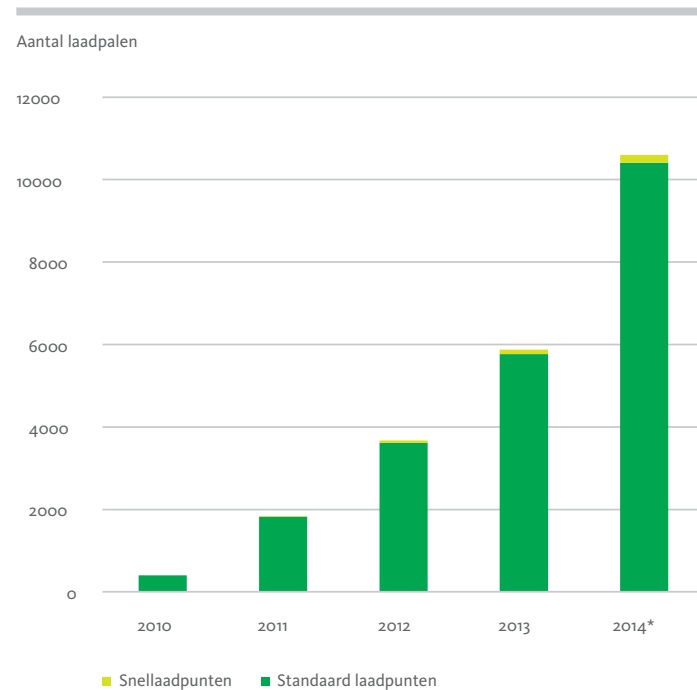
Voor de transitie is het leerproces gericht op beperking van de hiervoor genoemde nadelen van de huidige generatie elektrische auto's van belang. Er zijn echter geen structurele afspraken met gebruikers (vooral geleasede auto's en ander zakelijk gebruik) over het vastlegging van gebruikservaringen met elektrisch rijden en de prestaties van de accu. Uit een beperkte steekproef van TNO (2013) over het gebruik van plug-in hybrides bleek dat ze meer met brandstof en minder met elektriciteit werden gevoed dan tevoren was ingeschat. Er wordt met werkgevers binnen het platform Formule E-team gewerkt aan een plan om dat te verbeteren. Een aandachtspunt is voorts dat er voldoende ervaring wordt opgedaan over de gehele levensduur van de auto, vooral ook in de laatste fase. Van de hybrides die al langer op de markt zijn (niet plug-in!) is bekend dat veel auto's na drie tot vier jaar (het verstrijken van de leaseperiode) naar het buitenland gaan (TNO 2013). Hierdoor wordt er in Nederland maar beperkt ervaring opgedaan met dergelijke auto's. Overigens wordt wel gebruikersonderzoek gedaan en zijn er ook diverse proeftuinprojecten rond elektrisch rijden uitgevoerd, waarvan wel ervaringen zijn vastgelegd.

Voor een succesvolle introductie van elektrisch rijden is ook de inrichting van een infrastructuur voor opladen van groot belang. Het aantal oplaadpunten is sterk gegroeid (Figuur 5.8), mede als gevolg van vele projecten voor publieke laadpunten ondersteund door de overheid.

Bij verdere groei van het aantal elektrische auto's is het een uitdaging tegelijkertijd voldoende laadpunten te realiseren.

Figuur 5.8 Ontwikkeling van het aantal publieke oplaadpunten in Nederland.

* Data tot juni 2014



Veel autobezitters hebben immers geen eigen parkeerplaats. Voor een bezitter van een elektrische auto zullen de beschikbaarheid van een (openbare) parkeerplaats met oplaadpunt nabij huis alsmede de oplaadfaciliteiten bij de werkgever van groot belang zijn. Als

realiseren van laadpunten betekent dat parkeerplaatsen steeds meer gereserveerd worden voor elektrische auto's kan dat op weerstand stuiten bij bezitters van overige auto's.

Waardeketen en de rol van Nederlandse bedrijven

Nederland loopt met de geschetste ontwikkelingen aardig mee aan het front in de systeeminnovatie voor elektrisch rijden. Nederland stond in 2012 qua aantal verkochte plug-in hybrides op de derde plaats, na de Verenigde Staten en Japan (Global EV Outlook 2013). In 2013 gaan Noorwegen (vooral met 100 procent elektrische auto's) en Nederland aan kop in het marktaandeel (semi-)elektrische auto's (Shahan 2013).

De systeeminnovatie elektrische personenauto's is gebaat bij samenwerking tussen (deels nieuwe) partijen (kennisinstellingen, netwerkbedrijven, energieleveranciers, automotive partijen). Om dit te faciliteren kent Nederland het Formule E-team als belangrijk platform voor samenwerking. Ontwikkelingen worden daarbinnen geëvalueerd en nieuwe initiatieven voorbereid. Ook zijn er relaties met de Topsector Energie, de Topsector High Tech Systemen en Materialen en de Topsector Logistiek.

De koppositie in de systeeminnovatie elektrisch rijden kan voordelen opleveren voor Nederlandse bedrijven op de nieuwe, potentieel omvangrijke internationale markten. Structurele informatie ontbreekt voorsnog op grond waarvan kan worden beoordeeld of Nederlandse bedrijven dit voordeel weten te benutten. Er zijn enkele indicaties en signalen, zoals de keuze van Tesla voor Nederland als locatie voor een fabriek en het Europese hoofdkantoor. Tabel 5.2 laat voor vier clusters

Tabel 5.2 Economische activiteit rond elektrisch vervoer in Nederland in 2013
(bron DOET, RVO.nl en CBS).

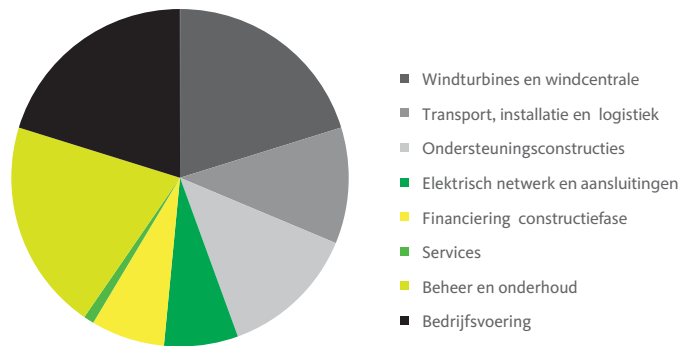
| | Werkgelegenheid (ruwe schatting aantal voltijdibanen) | Productie (miljoen euro) | Bruto toegevoegde waarde (miljoen euro) |
|---|---|------------------------------------|---|
| Aandrijftechniek en componenten, batterijen en batterijsystemen | 400 | 130 | 30 |
| Diensten (waaronder financiering, mobiliteit) | 400 | 50 | 30 |
| Laadinfrastructuur en smart grids | 600 | 100 | 30 |
| Nieuwbouw en ombouw voertuigen | 300 | 110 | 30 |
| Totaal | 1600 | 380 | 120 |

binnen de waardeketen zien wat de economische betekenis van elektrisch vervoer in 2013 was. Dit ligt ongeveer een factor zes hoger dan in 2008.

5.3.2 Windenergie op zee

Innovaties bij wind op zee zijn vooral gericht op kostendaling. De kostendaling moet op systeemniveau gerealiseerd worden, dus rekening houdend met alle aspecten zoals netwerkaansluiting,

Figuur 5.9 Illustratie van de verschillende kostencomponenten voor wind op zee. Veronderstellingen: park 500 megawatt, turbines 5 megawatt, afstand tot constructiehaven <160 kilometer, tot onderhoudshaven <50 kilometer, tot aansluiting elektriciteitsnet <80 kilometer, waterdiepte 20-30 meter)



financiering en onderhoud. De kostendaling voor wind op zee is zeer relevant vanwege de beoogde kostenreductie van 40 procent zoals afgesproken in het Energieakkoord.

Verskillende kostencomponenten

Om een indruk te krijgen van de kostenverdeling over de verschillende systeemcomponenten is uitgegaan van de aannames in een studie naar de offshore wind productieketen in de Verenigde Staten (Navigant 2013) en een studie over mogelijkheden tot kostenreductie in het Verenigd Koninkrijk (The Crown Estate 2012).

Figuur 5.9 laat op basis van deze twee studies de relatieve kosten van de verschillende componenten zien voor een windmolenpark op zee. Voor een andere situatie en uitvoering kunnen de verhoudingen iets anders liggen. Opvallend is dat bedrijfsvoering, beheer en onderhoud zo'n 40 procent van de totale kosten beslaat.

Verklaring van recente kostenstijging

Recent is er sprake geweest van een kostenstijging voor wind op zee. Dat wil echter niet zeggen dat de technologie niet verbetert en niet efficiënter wordt. De verklaringen voor de recente kostenstijging zijn (GL Garrad Hassan 2013):

- De eerste parken werden gebouwd in waterdiepten tussen 5 en 15 meter. Geleidelijk is er op steeds diepere locaties gebouwd, tot inmiddels 40 meter diepte. Ook wordt er verder uit de kust gebouwd waardoor de installatie en het onderhoud duurder zijn. Dit werkt kostprijsverhogend. Om deze reden wordt voor de toetsing op de 40 procent kostenreductie gecorrigeerd voor de locatie.
- De eerste turbines waren niet op zee getest en waren niet goed bestand tegen de ruwe weersomstandigheden. Later werden ze betrouwbaarder maar ook duurder. Eveneens werden steeds grotere turbines toegepast. Door deze ontwikkelingen gingen de investeringskosten omhoog. Nu dragen de investeringen bij aan een toename van de verwachte levensduur. Dat leidt op termijn tot een daling van de verwachte gebruikskosten.
- Offshore olie- en gasbedrijven wilden graag betrokken zijn bij de bouw van de eerste parken en namen oorspronkelijk genoegen met geringere winstmarges dan ze rekenen voor hun kernactiviteit.

- Turbinebouwers hadden vanaf 2005 een volle orderportefeuille voor windmolens op land, waardoor ze hogere prijzen konden bedingen voor hun offshore turbines.
- Prijzen voor grondstoffen als staal, koper en beton zijn in de periode 2003-2008 meer dan verdubbeld. Na de recessie zijn deze wel weer gedaald, maar nog niet terug op het niveau van voor 2003 (IRENA 2012).

Mogelijkheden voor kostenvermindering

De in het Energieakkoord afgesproken uitbreiding van wind op zee draagt bij aan het ontwikkelen van de kennis om zowel de productieketen van de turbines, de installatie van het park, als onderhoud en bedrijfsvoering steeds efficiënter te maken. Maar welke kostenreducties kunnen worden gerealiseerd? Integrale studies naar kostenreductie voor wind op zee in Nederland zijn niet beschikbaar. Om een beeld te krijgen van mogelijkheden voor kostenvermindering moeten we terugvallen op bovengenoemde buitenlandse studies. The Crown Estate (2012) geeft indicaties voor de maximaal haalbare vermindering van de totale kosten per eenheid elektriciteit over de gehele levensduur van de installatie voor een investering in 2020 ten opzichte van een investering in 2011. Het resultaat is een maximale kostenvermindering met 39 procent. Dit beeld is opgebouwd uit potentiële verbeteringen op verschillende onderdelen van windenergie op zee (Figuur 5.10). Voor een kostendaling van 40 procent over een periode van maximaal 10 jaar, zoals afgesproken in het Energieakkoord, lijken dus alle mogelijkheden voor kostenreductie tot het uiterste te moeten worden benut.

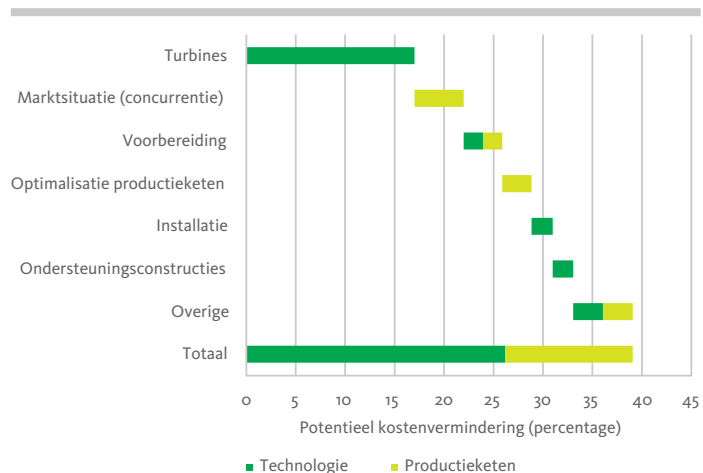
Naast deze bottom-up benadering is er ook een top-down methode op basis van een leercurve die aangeeft hoeveel de investeringskosten dalen bij elke verdubbeling van de mondiale capaciteit. Verondersteld wordt dat de leercurve van windenergie op zee een kostenreductie van vijf tot negen procent bij elke verdubbeling van de geplaatste capaciteit laat zien. Voor windenergie op land is deze reductie drie tot zeven procent (Fraunhofer 2013; IEA 2013). Windenergie op zee is immers een nieuwere technologie en daarbij is nog meer te leren. Omdat er wereldwijd nog niet zoveel capaciteit aan windenergie op zee is gerealiseerd (5.400 megawatt eind 2012), is hier sneller een verdubbeling te realiseren en kan het leereffect de komende jaren relatief groot zijn. Volgens de leercurve zouden de investeringskosten in 2030 met 37 procent kunnen zijn gedaald en in 2050 met 45 procent. De totale opwekkingskosten kunnen in 2050 met ongeveer de helft dalen.

Waardeketen en de rol van Nederlandse bedrijven

De rol die Nederlandse bedrijven en instituten spelen in de waardeketen van wind op zee is mede bepalend voor de mate waarin Nederland zelf invloed heeft op de kostendaling. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om dit gedetailleerd in beeld te brengen. Het Topconsortium Kennis en Innovatie Wind op Zee (van Zuijlen 2014) schat dat Nederlandse bedrijven voor een groot deel bepalend zijn voor de kostenvermindering in transport, installatie, logistiek en de ondersteuningsconstructies. Daarnaast valt er heel wat te bereiken door Nederlandse spelers via beleidsinnovaties, financiering, netaansluitingen en nieuwe samenwerkingsmodellen. Nederlandse bedrijven hebben slechts beperkte invloed op de kostenvermindering voor turbines.

Figuur 5.10 Potentie voor kostenvermindering op verschillende onderdelen voor een investeringsbeslissing in 2020 ten opzichte van die in 2011 (*The Crown Estate 2012*).

Overigens niet direct vergelijkbaar met de onderdelen in figuur 5.9, onder meer omdat beheer en onderhoud niet apart is beschouwd maar gekoppeld aan de verschillende componenten.



Het is duidelijk dat de infrastructuur een belangrijk element is van het innovatiesysteem wind op zee en dat afspraken over verantwoordelijkheden helpen om de gewenste duidelijkheid te creëren. Het besluit om TenneT als enige netbeheerder op zee aan te wijzen (Kamerbrief wetgevingsagenda STROOM, 18 juni 2014) zal daarom naar verwachting bijdragen aan de kostenreductie van wind op zee. De exacte betekenis van dit besluit is echter nog niet bekend, een eerste analyse van DNV. GL (2014) gaat uit van een significant effect.

In de totale systeeminnovatie voor wind op zee speelt de Nederlandse industrie een bescheiden rol. De meeste economische activiteit is gerelateerd aan de installatie en het vervoer van de windmolens. De internationale positie van Nederlandse bedrijven voor wind op zee is vooral goed in de bouw- en installatiefase (Ecorys 2010). Dit hangt samen met de reeds sterke positie van de Nederlandse offshore-activiteiten van bedrijven zoals Van Oord en Ballast Nedam. Daarnaast zijn Nederlandse bedrijven ook actief in de fabricage van funderingen (bijvoorbeeld SIF en Smulders) en kabelinstallatie. Op basis van de studie van Ecorys wordt geschat dat Nederlandse bedrijven op ongeveer een derde van de potentiële kostenvermindering invloed hebben. De kostenontwikkeling zal dus ook voor een belangrijk deel van ontwikkelingen in het buitenland afhangen. Naast de bedrijven die direct betrokken zijn bij wind op zee is er ook sprake van indirecte effecten en spillovers naar andere sectoren. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om machines en apparatuur voor de fabricage van onderdelen voor windturbines zoals lagers. De rol van dergelijke toeleveranciers wordt steeds belangrijker naarmate productieketens verder worden opgesplitst en zich over meerdere landen en continenten uitstrekken. In veel sectoren, zoals bijvoorbeeld de auto-industrie, worden veel toeleveranciers gebruikt uit verschillende landen. De vraag is in hoeverre Nederlandse bedrijven een rol spelen in de toelevering aan bijvoorbeeld Deense en Duitse turbinefabrikanten. Informatie daarover is summier beschikbaar. Studies naar de productie van windturbines in de Verenigde Staten (Platzer 2012) geven wel enig inzicht in de rol van toeleveranciers in de wereldwijde fabricage van met name turbines. Daaruit komen echter geen specifieke niches naar voren waar Nederlandse bedrijven een (beduidende) rol spelen.

6

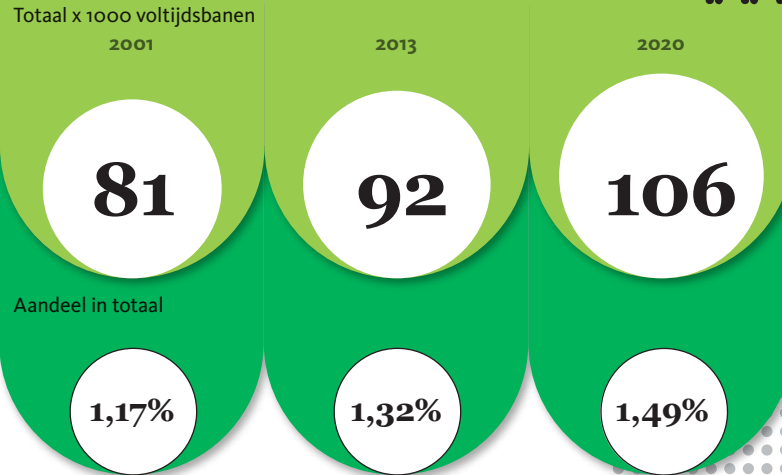
Groei en werkgelegenheid

In dit hoofdstuk staat de economische kant van de Nederlandse energiehuishouding centraal.

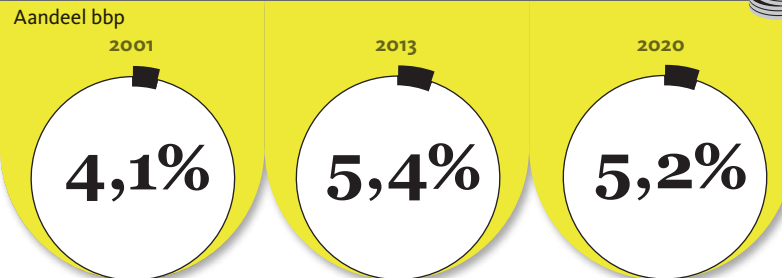
Belangrijke bevindingen in dit hoofdstuk zijn:

- Energiegerelateerde activiteiten leveren een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie. De bijdrage van conventionele energiesector is groot, maar krijgt te maken met krimp.
- De werkgelegenheid van energie exploitatie activiteiten is tussen 2005 en 2013 met 14 procent gestegen en blijft tot 2020 ongeveer gelijk. Er wordt hierin een verschuiving van conventionele naar hernieuwbare energie verwacht.
- De werkgelegenheid door investeringen in zonnepanelen en windturbines is hard gegroeid en zal naar verwachting verder blijven groeien.

Werkgelegenheid energiesector



Toegevoegde waarde energiesector



Energie is essentieel in vrijwel alle geledingen van de economie. Economische en maatschappelijke activiteiten zijn de drijvende krachten voor de energievraag en de vraag naar energiediensten. Omgekeerd zorgt deze vraag naar energie en energiediensten voor energiegerelateerde economische activiteiten. Energiegerelateerde activiteiten zijn belangrijk voor de Nederlandse economie.

De veranderingen die de energietransitie met zich meebrengt, kunnen een groot effect hebben op onze economie. In eerste instantie leiden investeringen in hernieuwbare energie en energiebesparing tot meer kosten voor bedrijven en huishoudens. Op termijn kunnen deze investeringen inkomen opleveren en uitgaven verminderen. De energietransitie biedt ook economische kansen voor verschillende bedrijfstakken. Een investering is immers een uitgavenpost voor de een, maar een inkomstenbron voor een ander.

Dit hoofdstuk belicht de economische effecten van de ontwikkelingen in de energiehuishouding zoals die in voorgaande hoofdstukken zijn beschreven. Het beschrijft de ontwikkeling van werkgelegenheid, productie, investeringen en internationale handel van energiegerelateerde activiteiten. Het hoofdstuk maakt onderscheid tussen de economische betekenis van de daadwerkelijke productie en handel van energie en de bestedingseffecten naar

de rest van de economie die met investeringen in de energiehuishouding gepaard gaan. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt in 'conventionele' energieactiviteiten en 'duurzame' energieactiviteiten.

Economische cijfers worden niet voor alle energiegerelateerde activiteiten op reguliere basis samengesteld. Er kan dan ook niet simpelweg gebruik gemaakt worden van bestaande classificatiesystemen. Het afbakenen van de energiesector in economische zin is niet eenvoudig, zoals ook hieronder wordt beschreven. Het onderzoek naar de omvang van de energiesector is nog niet afgerond. Het is van belang daarmee rekening te houden bij het interpreteren van de beschreven ontwikkelingen.

Paragraaf 6.1 gaat in meer detail in op de afbakening van de verschillende economische activiteiten. Het geeft de benaderingswijzen waarop deze worden bepaald en de manier waarop

daarmee wordt omgegaan in dit hoofdstuk. Paragraaf 6.2 gaat in op de ontwikkeling van toegevoegde waarde en werkgelegenheid uit energie-exploitatie. Paragraaf 6.3 beschrijft de investeringen die met deze ontwikkelingen gepaard gaan, en paragraaf 6.4 de uit die investeringen volgende economische activiteiten. Paragraaf 6.5 gaat in op de betekenis van energie voor export en import. Paragraaf 6.6 tenslotte voegt de observaties uit de voorgaande paragrafen bij elkaar tot het totale economische beeld voor de energiegerelateerde activiteiten in Nederland.

Er wordt in dit hoofdstuk niet ingegaan op mogelijke verdringingseffecten bij overige economische activiteiten die kunnen plaatsvinden door de geschetste ontwikkelingen in energiegerelateerde activiteiten. Er is dus in alle gevallen spraken van 'bruto' in plaats van 'netto' effecten. Alle getallen in dit hoofdstuk die betrekking hebben op de economische tijdsreeks 2001 – 2013 hebben nog een voorlopige status.

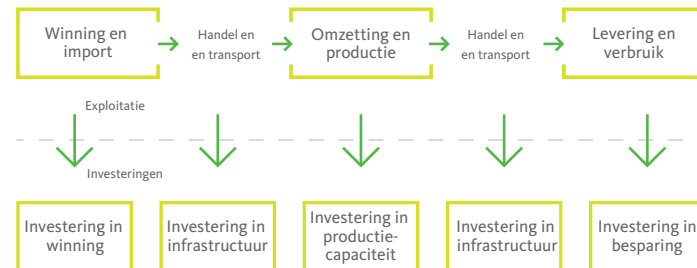
6.1 Afbakening van energiegerelateerde economische activiteiten

Economische activiteit volgt zowel uit energie-exploitatie als uit energiegerelateerde investeringen

Activiteiten op het gebied van energie vinden plaats in veel verschillende bedrijfstakken binnen de economie. Een deel van deze activiteiten hangt samen met de winning, productie, handel, omzetting, transport en levering van energie. Deze activiteiten

noemen we in dit hoofdstuk de 'exploitatie-activiteiten'. De partijen die betrokken zijn bij de exploitatie-activiteiten doen investeringen om die activiteiten op peil te houden of uit te breiden. Ook de eindverbruikers van energie doen investeringen, bijvoorbeeld in nieuwe industriële ketels of isolatiemateriaal. Deze investeringen leiden op hun beurt tot verdere economische activiteiten bij producenten van technologie, bouw- en installatiebedrijven, R&D, overheid, consultancy en overige dienstverlening. Deze worden in dit hoofdstuk aangeduid als 'activiteiten uit investeringen'. De relatie tussen de exploitatie en deze activiteiten is weergegeven in Figuur 6.1.

Figuur 6.1 Relatie tussen energie-exploitatie en energiegerelateerde investeringen



Op basis van deze afbakening kunnen de energiegerelateerde activiteiten onderverdeeld worden in:

1. *Exploitatieactiviteiten*: dit is de winning, productie, distributie en verkoop van energieproducten, i.e. zowel voor conventionele en hernieuwbare energie. Hieronder vallen o.a. de winning en exploratie van olie en gas, de aardolie-industrie (raffinaderijen), de energiebedrijven, de handel in aardolieproducten (groothandel, benzinstations) en de decentrale opwekking van energie¹⁰. Deze activiteiten worden besproken in paragraaf 6.2.
2. *Activiteiten uit energiegerelateerde investeringen*: dit is een breed scala aan energiegerelateerde activiteiten die meestal direct zijn gerelateerd aan investeringen die nodig zijn voor de exploitatie van energie. Het betreft de productie van energiesystemen, bouw en installatie van energiesystemen en infrastructuur, isolatiewerkzaamheden, R&D en consultancy op het gebied van energie, overheidsdiensten en onderwijs gerelateerd aan energie etc.

Opsplitsing naar gebruik van conventionele of duurzame technologie

Daarnaast worden de energiegerelateerde activiteiten opgesplitst naar gebruik van 'duurzame' technologieën (hernieuwbare energie, energiebesparing) en conventionele technologieën op basis van

¹⁰ Decentrale opwekking vindt voor een deel plaats buiten de exploitatiebedrijfstakken, met name in de glastuinbouw. Industriële wkk in joint ventures is wel opgenomen. In deze NEV ontbreekt nog een deel van de exploitatie van decentrale warmtekrachtkoppeling op aardgas. De economische betekenis en ontwikkeling van wkk vereist een afzonderlijke analyse.

fossiele brandstoffen en kernenergie. Dit onderscheid is met name interessant om de energietransitie te monitoren. Opsplitsen is niet altijd eenvoudig, bijvoorbeeld bij bedrijven die zowel hernieuwbare als fossiele energie produceren of consultants die binnen het hele energiespectrum opereren. Waar mogelijk worden ook activiteiten van netbedrijven afzonderlijk aangegeven.

Zicht op volle contouren van energiegerelateerde activiteiten vraagt duale benadering

Het is niet eenvoudig de complete omvang van alle energiegerelateerde activiteiten te bepalen, vooral van de activiteiten uit investeringen. Dit hoofdstuk maakt daarom gebruik van twee benaderingen die elkaar aanvullen en elk specifieke voor- en nadelen kennen. De eerste benadering is gebaseerd op waargenomen activiteiten, zoals wordt ontwikkeld voor de Economische Radar duurzame energiesector (CBS 2014a). De tweede benadering is gebaseerd op modellering van energiegerelateerde bestedingen inclusief toeleverende sectoren. Hiermee kan ook een toekomstbeeld worden geschetst. Samen geven deze benaderingen een goed beeld van de omvang en trends van energiegerelateerde activiteiten. De benaderingen worden in dit hoofdstuk soms separaat, en soms gecombineerd toegepast. De losse weergave van waargenomen activiteiten geeft een robuust beeld van enkele belangrijke indicatoren. Het aansluiten van de trends uit de modelbenadering op de waargenomen activiteit voor het verleden biedt inzicht in hoe de economische betekenis van nu waargenomen activiteiten zich in de toekomst zal ontwikkelen. En de weergave van de modelbenadering in zijn volle breedte geeft een indicatie

van de omvang van en trends in de volledige energiegerelateerde economische activiteit. In het hoofdstuk wordt steeds aangegeven welke benadering wordt gehanteerd.

Tekstbox 6-1

Afbakening van benaderingswijzen

Scope 'Waargenomen activiteiten'

De scope van de benadering 'waargenomen activiteiten' bevat allereerst de 'traditionele' energieactiviteiten als winning, productie en handel van energie die direct kunnen worden ontleend uit de economische statistieken (CBS 2014b). De scope voor energiegerelateerde activiteiten is echter breder. Naast bedrijven die zich bezig houden met de productie en handel van energie (exploitatie), beslaat deze scope ook bedrijven die energiegerelateerde goederen en diensten produceren. Energiegerelateerde goederen en diensten betreffen in deze scope producten die direct en uitsluitend worden gebruikt voor de productie, distributie en besparing van energie. De productie en installatie van windmolens, zonnepanelen en energiebesparende materialen vallen dus binnen de scope. Ook R&D en consultancy op het gebied van energieproductie en -besparing vallen binnen de scope. Deze bredere afbakening van de energiesector is van belang om o.a. de effecten van de energietransitie op werkgelegenheid en economie beter te kunnen monitoren.

Scope 'modelbenadering'

In de modelbenadering worden investeringen in conventionele technologie en meer activiteiten op het gebied van energiebesparing, inclusief hun indirecte effecten op andere sectoren, meegenomen. In deze benadering worden ook bestedingseffecten meegenomen in sectoren die niet per se een energiekarakteristiek hebben. Ook de cijfers met modelbenadering zijn nog niet volledig dekkend, en kennen door de gebruikte datakwaliteit en benadering een onzekerheid in de orde van ± 25 procent.

In Tabel 6.1 is vanuit de optiek van de economische kerncijfers weergegeven welke activiteiten binnen de benadering van 'waargenomen activiteiten' en welke activiteiten binnen de modelbenadering worden meegeteld. Op dit moment zijn de economische variabelen (toegevoegde waarde, werkgelegenheid etc.) voor de benadering op basis van waargenomen activiteiten nog niet volledig beschikbaar. Statistieken over de activiteiten uit investeringen voor conventionele energieopwekking ontbreken (bijvoorbeeld productie, installatie en onderhoud wkk-installaties en HR-ketels, bouw van conventionele energiecentrales). Bij de interpretatie van de benadering 'waargenomen activiteiten' moet rekening worden gehouden met het ontbreken van deze cijfers. Meer informatie over de scope en afbakening van de energiesector is te vinden in de achtergrondinformatie bij de NEV (CBS 2014a, CBS 2014b).

Tabel 6.1 Afbakening van de energiegerelateerde activiteiten: waargenomen activiteiten en bredere modelbenadering

| Blok | waargenomen activiteiten | modelbenadering |
|---|--|---|
| Exploitatie-activiteiten | Exploratie en winning van olie en gas | idem |
| | Aardolieraffinaderijen | idem |
| | Productie elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen en kernenergie, handel in elektriciteit en aardgas | idem |
| | Exploitatie netwerken elektriciteit en aardgas | idem |
| | Productie hernieuwbare energie (niet uit biomassa) | idem |
| | Productie hernieuwbare energie uit biomassa | idem |
| | Groothandel in olie en steenkool | idem |
| | Tankstations | idem |
| Activiteiten afgeleid uit investeringen | Isolatiewerkzaamheden | ook andere energiebesparende maatregelen en toelevering |
| | Productie hernieuwbare energiesystemen en energiebesparingsystemen | idem plus toelevering |
| | Consultancy, engineering, R&D, transport t.b.v. hernieuwbare energie en energiebesparing | idem plus toelevering |
| | Installatie hernieuwbare energiesystemen (geen isolatie) | idem plus toelevering |
| | Energiegerelateerde activiteiten voor conventionele exploitatie (nog niet beschikbaar) | energiegerelateerde activiteiten voor conventionele exploitatie, waaronder b.v. ook zuinige ketels, inclusief toelevering |

Energiegerelateerde activiteiten is niet hetzelfde als de Topsector Energie

Binnen het topsectorenbeleid wordt o.a. ook de Topsector Energie onderscheiden. De Topsector Energie is anders afgebakend dan de energiegerelateerde activiteiten zoals deze in de NEV worden beschreven. Het topsectoren beleid is op innovatieve onderdelen van de activiteiten gericht. Oliewinning, groothandel en opslag van olie en kolen en tankstations zijn geen onderdeel van het topsectorenbeleid. De raffinagesector (aardolie-industrie) valt onder de topsector chemie. Voor meer informatie over de scope van de Topsector Energie zie CBS (2014c).

6.2 Exploitatieactiviteiten: Productie, handel en transport van energie

In deze sectie wordt dieper ingegaan op de productie, handel en transport van energie, met andere woorden de exploitatie van energie. De energievoorziening in Nederland is een voorwaarde voor het functioneren van de nationale en ook de Europese economie. Daarnaast dragen de exploitatiesectoren ook zelf bij aan het bruto binnenlands product, de werkgelegenheid en de export. De exploitatiesectoren omvatten de olie- en gaswinning, de aardolie-industrie (raffinaderijen), de productie en handel van elektriciteit en warmte op basis van fossiele energiebronnen, de exploitatie van netwerken voor aardgas en elektriciteit, de groothandel in aardolieproducten, de benzinstations en de productie van hernieuwbare energie. Dit laatste betreft ook exploitatie van hernieuwbare energie-installaties in de landbouw, afvalsector, etc.

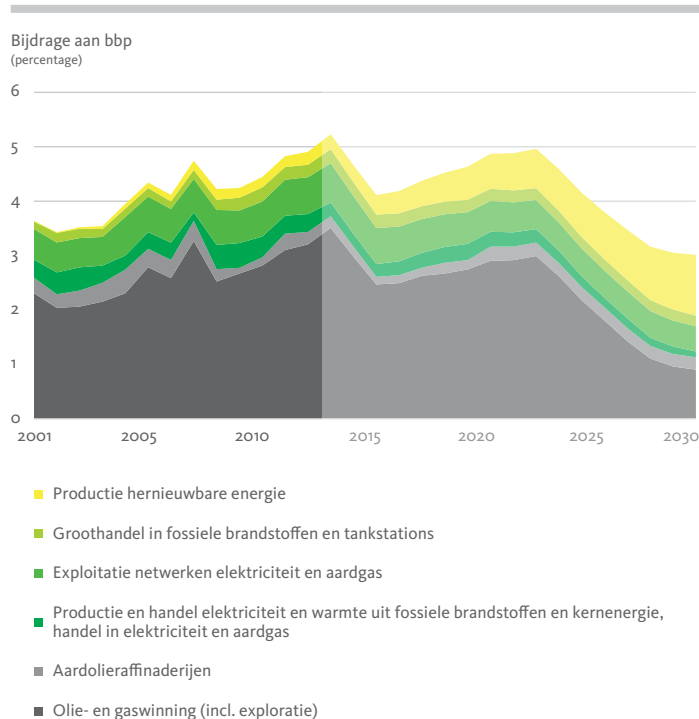
Olie- en gaswinning genereert de meeste toegevoegde waarde

De olie- en gaswinning levert binnen de energiesector met 3,3 procent veruit de grootste bijdrage aan het bbp (Figuur 6.2). De toegevoegde waarde omvat aanzienlijke marges die winningsbedrijven kunnen bedingen en die deels door de rijksoverheid worden afgeroomd (aardgasbaten). De winning van aardgas is een belangrijke inkomstenbron voor de overheid via de aardgasbaten¹¹ (15,2 miljard euro in 2013; 10,7 miljard euro in 2010). De resterende Nederlandse aardgasvoorraden nemen elk jaar af en de toename met nieuwe voorraden is beperkt. In jaren met koude winters is er veel vraag naar aardgas, zowel vanuit het binnenland als uit de omliggende landen, waardoor er meer gas wordt gewonnen. Het jaar 2013 kende een relatief koude winter en lente waardoor er een grotere vraag was naar aardgas voor ruimteverwarming. De delfstoffenwinning produceerde toen 6,9 procent meer dan in 2012 en genereerde 7,0 procent meer toegevoegde waarde in volumetermen. De aardgasprijzen zijn in die periode juist gedaald met 3 procent. De productiewaarde van aardgas in lopende prijzen steeg met 4 procent tot meer dan 20 miljard euro. De delfstoffenwinning levert gas aan onder andere de energiebedrijven, andere (industriële) grootverbruikers en het buitenland. Vooral de buitenlandse afzet nam toe. De Nederlandse aardoliewinning is beperkt in vergelijking met de gaswinning. In 2013 is de werkgelegenheid bij de olie- en gaswinning flink gestegen ten opzichte van het jaar daarvoor. De extra werkgelegenheid is met name gecreëerd bij de exploratiewerkzaamheden.

¹¹ Aardgasbaten bestaan hier uit dividend, vennootschapsbelasting en concessierechten.

Figuur 6.2 Bijdrage exploitatiesectoren aan het bbp (lopende prijzen).

Realisatie (2001 – 2013) volgens waargenomen activiteit, projectie (vanaf 2014) volgens trend modelbenadering



Onder invloed van afnemende gasproductie, zowel van het Groningenveld als van kleine velden, gaat de sector op termijn

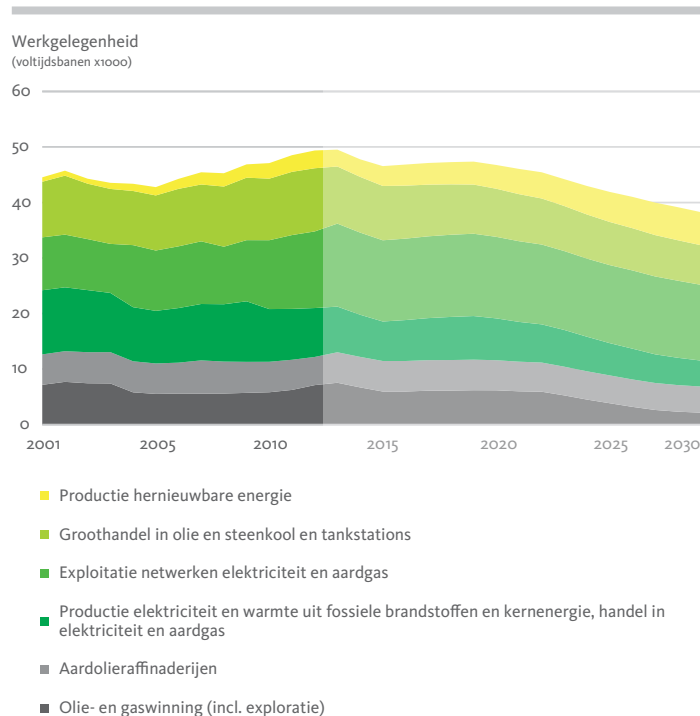
krimpen. In de raming is er van uitgegaan dat de sterkere afname vooral na 2020 gaat plaatsvinden. Dit biedt voorlopig zekerheid voor de markt en de rijksfinanciën. De toegevoegde waarde blijft echter sterk bepaald door de gasprijsontwikkeling in Europa. Per saldo gaat de toegevoegde waarde op korte termijn dalen, rond 2020 weer stijgen waarna rond 2025 een structurele daling inzet (Figuur 6.3). Op die termijn valt ook de werkgelegenheid substantieel terug.

De oliesector stagneert

Nederland heeft een aantal grote olieraffinaderijen, met name in het Rijnmondgebied. De aardolie-industrie produceert voor een groot deel motorbrandstoffen voor met name de Europese markt. Daarnaast is een deel van de productie bestemd als grondstof voor de petrochemische industrie. Rijnmond is verder het belangrijkste Noordwest-Europese handelscentrum voor olieproducten. Veel opslag¹² en blending van olieproducten vindt in Rijnmond plaats. De doorvoer van steenkool, ruwe aardolie en aardolieproducten naar het Duitse en Belgische achterland speelt een belangrijke rol. De groothandel neemt een deel van deze handelstromen voor haar rekening. De Nederlandse aardolie-industrie en de groothandel in fossiele brandstoffen laten beiden een redelijk stabiel economisch beeld zien, zowel qua werkgelegenheid als qua bijdrage aan het bbp.

¹² Er zijn geen gegevens van economische betekenis van opslag en blending beschikbaar. De cijfers voor de groothandel geven naar verwachting een indicatie hiervan.

Figuur 6.3 Werkgelegenheid exploitatieactiviteiten. Realisatie (2001 – 2013) volgens waargenomen activiteit, projectie (vanaf 2014) volgens trend modelbenadering



De toekomst van de sector is onzeker. Het Europese beleid op de vraag naar benzine en diesel heeft invloed op de afzet van de raffinagesector. Zowel door zuiniger wegverkeer als op termijn

door het gebruik van andere energiebronnen voor transport zoals biobrandstoffen en elektriciteit. Daarnaast wordt de positie van de raffinagesector door diverse ontwikkelingen bedreigd, met name door nieuwe raffinagecapaciteit in het Midden-Oosten, de sterke positie van de Noord-Amerikaanse raffinagesector en een overschot aan Europese raffinagecapaciteit, waarvan de configuratie soms ongelukkig aansluit op de vraag en aanbod in de markt. De import van ruwe olie gaat afnemen, maar grote interregionale handel in olieproducten blijft volgens IEA (2013) stabiel. Er gaan wel investeringen plaatsvinden in verdere ontzweveling van stookolie voor zeeschepen ten gevolge van internationale afspraken (IMO Marpol) en Europese regelgeving. Naar verwachting stijgt de waarde van de afzet van de raffinagesector daardoor rond 2020 nog wat. De toegevoegde waarde van de oliehandel blijft per saldo stabiel. Door productiviteitsstijging neemt de werkgelegenheid in de oliesectoren echter per saldo af.

De tankstations hebben ook te kampen met de afnemende vraag naar motorbrandstoffen. De marges blijven constant en per saldo groeit de toegevoegde waarde op motorbrandstoffen niet meer. Door efficiencyverbeteringen neemt de werkgelegenheid hier verder af. Tankstations halen een belangrijk deel van de waarde uit de verkoop van overige niet- Energiegerelateerde producten. Een eventuele groei hiervan is buiten beschouwing gelaten. Ook een eventuele rol van tankstations in de infrastructuur voor vervoer op elektriciteit of waterstof is buiten beschouwing gelaten.

Energiebedrijven zitten in woelig vaarwater

De sector energiebedrijven (SBI35) maakt uiteenlopende ontwikkelingen door. De ontwikkelingen verschillen sterk voor de conventionele elektriciteitsproductie, de productie van hernieuwbare energie, de handel in elektriciteit en aardgas, de netwerkbedrijven en warmtekrachtkoppelingsbedrijven (wkk-joint ventures).

De werkgelegenheid bij de energiebedrijven is sinds 2001 licht gestegen. In 2001 was de productie en handel van elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen nog de grootste werkgever in deze branche. In 2013 is deze positie overgenomen door netwerkbedrijven. Op langere termijn blijft de verwachte werkgelegenheid in de totale bedrijfstak energiebedrijven stabiel. Hernieuwbare energie speelt een beperkte maar toenemende rol in dit geheel. Extra werkgelegenheid wordt niettemin gecreëerd in hernieuwbare energieproductie buiten de sector energiebedrijven.

Productie en winsten van elektriciteitsbedrijven staan onder druk

De conventionele productie en wkk kampt met stagnerende elektriciteitsvraag en lage elektriciteitsprijzen. De winstgevendheid van gasgestookte installaties staat sterk onder druk en een deel van capaciteit is uit bedrijf genomen. De toegevoegde waarde van het conventionele deel van de sector wordt verwacht de komende jaren sterk te dalen. Hernieuwbare energieproductie en handel kan dit ten dele compenseren.

De toegevoegde waarde van de energiebedrijven is in de periode 2010-2013 licht gekrompen met 1,8 procent. Deze daling kan

verklaard worden door een flinke daling bij de elektriciteitsproducenten, terwijl de netwerkbedrijven een stabiel beeld laten zien. De afgelopen jaren hebben de energiebedrijven flink geïnvesteerd in nieuwe gas- en kolencentrales. Dit heeft echter niet geleid tot meer productie en toegevoegde waarde, vanwege de moeilijke marktomstandigheden in de Nederlandse elektriciteitssector (zie hoofdstuk 4). De afschrijvingen op de vaste activa zijn echter wel toegenomen. Daardoor staat het netto exploitatieoverschot¹³ onder druk en is in deze periode met 25 procent gedaald.

Netwerkbedrijven worden belangrijker

De netwerken bedrijven doen het gemiddeld gezien beter dan de opwekkers en de handelaren. De verkoop van netdiensten is redelijk stabiel en de werkgelegenheid is zelfs iets toegenomen in de periode 2010-2013. Het netto-exploitatieoverschot van de netwerkbedrijven is stabiel in de tijd.

Productie hernieuwbare energie groeit hard, maar is nog relatief klein

De bruto toegevoegde waarde van hernieuwbare energieproductie bedroeg 1,3 miljard euro (inclusief subsidies op productie) in 2012. Dit is 4 procent van de totale toegevoegde waarde van de productie, handel en transport van energie in Nederland. In de projecties loopt dit op naar meer dan 10 procent in 2020 tot mogelijk een derde in 2030. De bruto toegevoegde waarde is tussen 2008 en

¹³ Het netto exploitatieoverschot is het saldo dat resteert nadat de toegevoegde waarde tegen basisprijzen is verminderd met de beloning van werknemers, het saldo van belastingen en subsidies op productie en invoer en de afschrijvingen. Dit komt ongeveer overeen met de bedrijfseconomische term winst.

2012 echter slechts licht toegenomen. Dit in tegenstelling tot de productiewaarde van de hernieuwbare energieproductie (in lopende prijzen), die enorm is gestegen. Dit werd met name veroorzaakt door de stijging in de productie van biobrandstoffen, waarvoor in deze periode een aantal productiefaciliteiten in gebruik is genomen. Daarnaast is de toename van de productiewaarde deels een gevolg van stijgende biobrandstofprijzen, waar echter ook een prijsstijging van de input voor de biobrandstoffen tegenover stond.

Meer dan 80 procent van de bruto toegevoegde waarde door hernieuwbare energieproductie wordt gecreëerd met de productie van windenergie en opwekking van hernieuwbare energie uit biomassa. De overige technieken spelen nog steeds een relatief kleine rol. Productie van hernieuwbare energie vindt niet alleen plaats bij de grote energiebedrijven (SBI35), maar voor een groot deel ook bij andere bedrijfstakken. Zo wordt er bijvoorbeeld hernieuwbare energie geproduceerd door landbouwbedrijven, de afvalsector en de industrie. Daarnaast produceren ook huishoudens energie met houtkachels en zonnepanelen. Het aandeel hernieuwbare energie dat buiten de huidige sector energiebedrijven (SBI35) wordt geproduceerd is aanzienlijk. Zonne-energie, kleinschalige hernieuwbare biomassa en warmtetechnologie worden op termijn waarschijnlijk niet in een afzonderlijk energiebedrijf ondergebracht. De productie van biobrandstoffen is wel te beschouwen als de hoofdactiviteit van de betreffende bedrijven.

6.3 Investerings in de energie-exploitatie

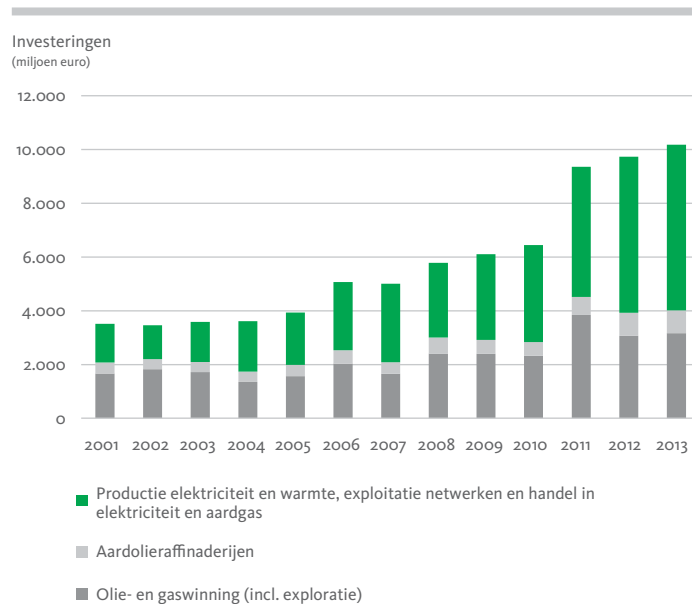
Investerings in de energie-exploitatie hebben ook effect op de werkgelegenheid en toegevoegde waarde buiten de exploitatiesectoren, bijvoorbeeld in de bouwsector. In deze paragraaf wordt eerst een beeld geschetst van de omvang van de investeringen en waar precies geïnvesteerd wordt.

Investerings door energiebedrijven zijn flink toegenomen

De investeringen in de delfstoffenwinning, energiebedrijven en aardolie-industrie zijn de afgelopen jaren flink toegenomen (Figuur 6.4). Het investeringsniveau in 2013 had met 10 miljard een aandeel van ongeveer 8 procent in de totale investeringen in Nederland. Vooral de investeringen van de energiebedrijven zijn flink toegenomen. De afgelopen jaren zijn er nieuwe energiecentrales bijgebouwd (bijvoorbeeld in de Eemshaven). Ook wordt er geïnvesteerd in energienetwerken, bijvoorbeeld in het hoofdtransportnet voor gas en elektriciteit. Regionale netbeheerders zijn ook aan het investeren in hun netten.

Sinds 2011 zijn de investeringen door de delfstoffenwinning gemiddeld genomen verdubbeld ten opzichte van de periode daarvoor. Deze extra investeringen worden gedaan om de krimp in productie te minimaliseren door bredere toepassing van nieuwe technologie en opsporing. De Nederlandse olie- en gasreserves nemen af. Ook de kleine velden raken uitgeput en nieuwe reserves zijn beperkt. Samen met nationale en internationale olie- en gasmaatschappijen investeert Energie Beheer Nederland (EBN) in de opsporing en productie van olie en gas en in gasopslagen in Nederland.

Figuur 6.4 Investerings delfstoffenwinning, energiebedrijven en aardolieraffinaderijen volgens waargenomen activiteit.



In de projectie neemt het aandeel van gas uit kleine velden nog licht toe wegens uitputting c.q. restricties in winning van het Groningenveld. Voor de projecties is het uitgangspunt dat investeringen afnemen in hetzelfde tempo als de waarde van de gas- en oliewinning. Het betreft met name investeringen in exploratie en kleine velden en onderhoudsinvesteringen aan het Groningenveld.

De investeringen in de aardolie-industrie zijn gedurende de hele periode relatief klein. Wegens structurele overcapaciteit zijn uitbreidingsinvesteringen niet te verwachten. Wel wordt nog tot 2020 een beperkte investeringstoename van 2 miljard euro verondersteld die verband houdt met hogere ontzwelingscapaciteit.

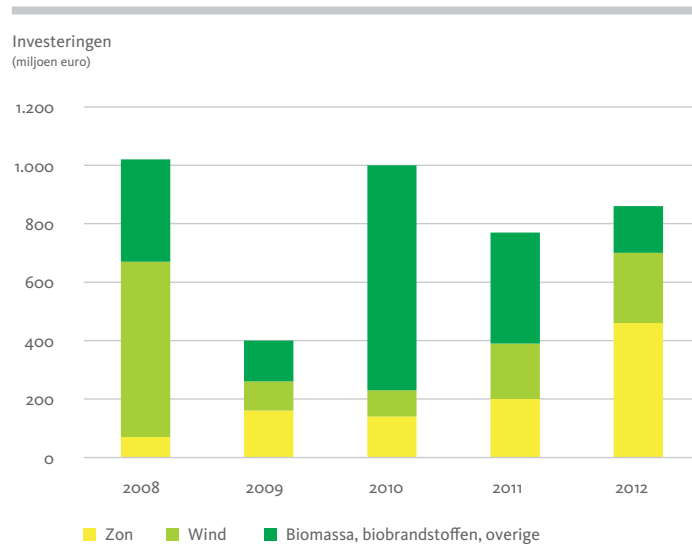
In de sector energieproductie en -handel (SBI35 conventioneel deel) is er ook overcapaciteit. Het niveau van capaciteitsinvesteringen van de afgelopen jaren wordt in de projecties niet meer voortgezet. De investeringen betreffen nog vooral onderhoud. Verondersteld wordt dat het huidige investeringspeil sterk daalt en mogelijk na 2020 weer wat gaat stijgen.

De sector netbeheerders geeft in zijn plannen aan dat in de toekomst hoge investeringsniveaus nodig blijven (zie paragraaf 4.5.5). Op termijn lijkt het restinkomen van de netbeheerders uitgaande van de huidige tarieven voldoende om de investeringen uit te bekostigen.

Investerings in zon-PV en wind nemen snel toe

Investerings in hernieuwbare energie laten een grillig beeld zien (Figuur 6.5). In 2009, het jaar dat de economische crisis voor het eerst goed voelbaar was, lieten de investeringen een forse achteruitgang zien. In 2010 lagen de investeringen weer veel hoger, met name door veel investeringen voor biobrandstoffen. Voor de jaren 2011 en 2012 valt op dat de investeringen in biomassa en biobrandstoffen weer fors terugliepen, terwijl investeringen in windenergie en met name in zonne-energie stijgen. De toename bij windenergie betreft capaciteit op land, er zijn de afgelopen jaren geen windparken op zee gebouwd.

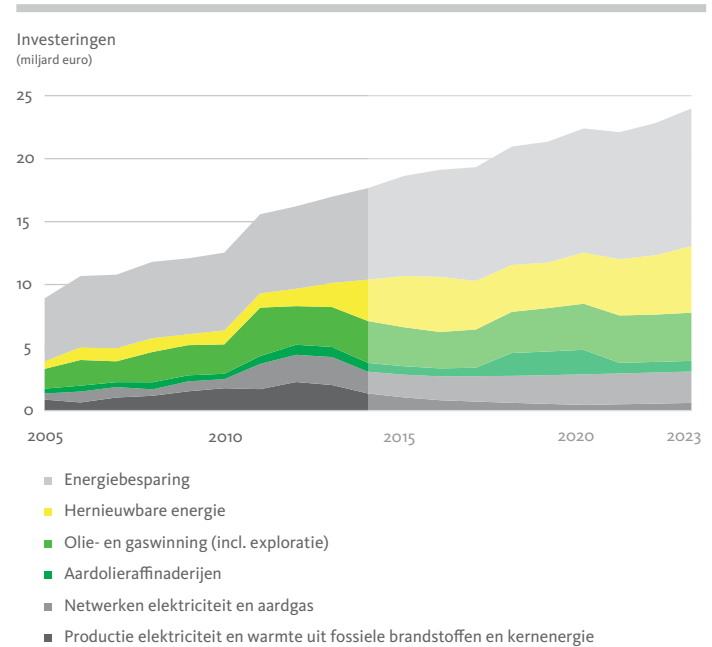
Figuur 6.5 Investerings in hernieuwbare energie volgens waargenomen activiteit.



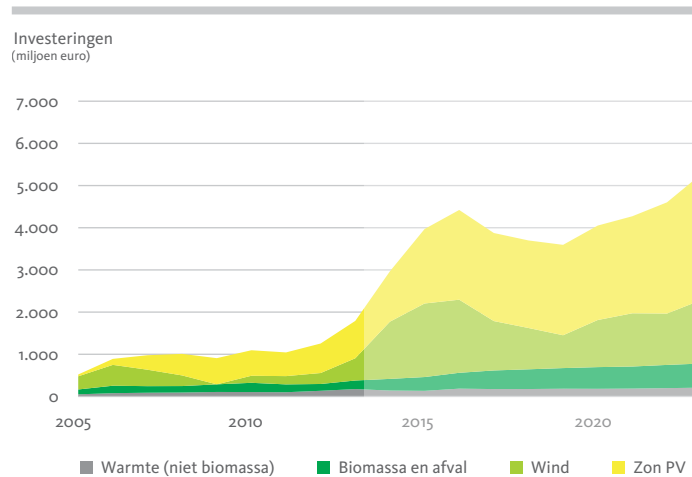
Verbreiding I

Totale investeringen in energie-exploitatie volgens de modelbenadering

Figuur 6.6 Totale investeringen in de energiesector volgens modelbenadering, projectie (in lopende prijzen, vastgesteld beleid)



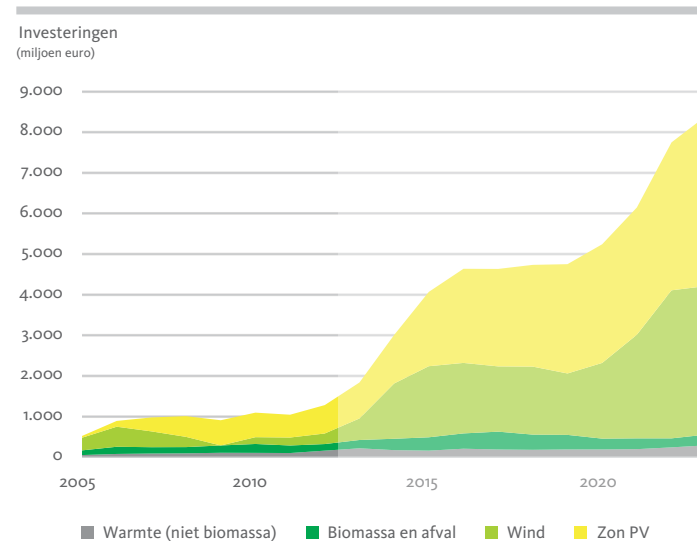
Figuur 6.7a Investerings in hernieuwbare energie volgens modelbenadering
(in lopende prijzen, vastgesteld beleid)



In figuur 6.6 is een projectie gegeven van de totale investeringen, inclusief investeringen in conventionele sectoren. Op termijn kunnen de met energie samenhangende investeringen oplopen tot ongeveer 20 miljard euro per jaar (prijzen 2013).

Figuren 6.7a en 6.7b hebben specifiek betrekking op de investeringen in hernieuwbare energie. Deze hebben een sterk verschillend verloop in de verschillende scenario's. Bij de overige componenten zijn de verschillen tussen de beleidsvarianten beperkt.

Figuur 6.7b Investerings in hernieuwbare energie volgens modelbenadering
(in lopende prijzen, voorgenomen beleid)



Toekomstige investeringen in hernieuwbare energie zijn sterk afhankelijk van beleidskeuzes. Op korte termijn wordt een forse groei verwacht van investeringen in wind op land, wind op zee en zon-PV. De investeringen in zon-PV overtreffen dit decennium de investeringen in windenergie. De sterkere groei van wind op zee bij voorgenomen beleid uit zich in het hogere investeringsniveau tot 2020 en de groeispurt daarin vanaf 2020 (Figuur 6.7b).

Investerings in energiebesparing worden slechts beperkt direct waargenomen. De aanvragen voor Energieinvesteringsaftrek (EIA) geven een indicatie. Deze waren tussen 2009 en 2012 redelijk constant en lagen tussen de 600 en 800 miljoen euro. De grootste investeringen werden gedaan door de industrie en handel, horeca, vervoer, opslag en communicatie. Uit de gemelde investeringsbedragen voor de EIA blijkt dat investeringen in energiebesparing in 2013 sterk zijn gestegen (RVO.nl, 2014). Energiebesparende maatregelen in woningen en utiliteitsbouw worden in het algemeen niet via de EIA gestimuleerd. De totale omvang van energiebesparende investeringen bedraagt volgens modelramingen 5-6 miljard euro. In de projecties kan die in 2020 groeien tot 8-9 miljard euro bij vastgesteld beleid (prijzen 2013) en 9-10 miljard euro bij voorgenomen beleid.

6.4 Economische activiteiten voortvloeiend uit investeringen in de energie-exploitatie

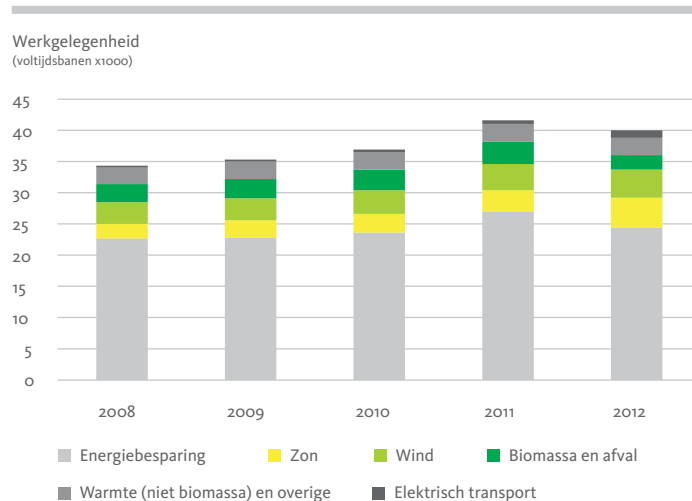
Deze paragraaf gaat in op het bestedingseffect van de investeringen op economische activiteiten buiten de eerdergenoemde exploitatiesectoren. Daarbij wordt in de hoofdtekst alleen het directe effect van investeringen in de duurzame energiesector beschouwd. Het totale effect van alle investeringen (inclusief conventioneel, direct en indirect) wordt aan de hand van een modelbenadering beschreven in verbredingskader II. Deze activiteiten worden in dit hoofdstuk kortweg aangeduid als 'afgeleide activiteiten'.

Energiebesparingsactiviteiten belangrijkste bron van werkgelegenheid

Bedrijven die zich bezighouden met activiteiten uit investeringen voor hernieuwbare energie en energiebesparing hebben de afgelopen jaren goed gepresteerd. Zowel de werkgelegenheid als de toegevoegde waarde zijn gestegen. In de periode 2001 – 2005 daalde de werkgelegenheid doordat er minder vraag was naar energiebesparingswerkzaamheden. Vanaf 2005 is er een gestage en stabiele groei in deze werkgelegenheid, ondanks de economische crisis. In de periode 2005-2013 is het aantal direct waargenomen voltijdbanen die samenhangen met investeringen in energiebesparing en hernieuwbare energie toegenomen van 26,5 duizend in 2005 naar 42,2 duizend in 2013, een stijging van bijna 60 procent.

Bedrijven die werkzaam zijn op het gebied van energiebesparing leveren een relatief grote bijdrage aan zowel werkgelegenheid, productie als toegevoegde waarde van deze activiteiten. Dit zijn met name installateurs van isolatiemateriaal en meerwandig glas in bestaande woningen en gebouwen, maar ook de producenten van deze producten. De werkgelegenheidscijfers van energiebesparing sinds 2008 zijn redelijk stabiel: 22.700 voltijdbanen in 2008 en 24.400 voltijdbanen in 2012 (Figuur 6.8). Dat is opmerkelijk, gezien de malaise die de bouw in die periode heeft getroffen.

Figuur 6.8 Werkgelegenheid hernieuwbaar en energiebesparing volgens waargenomen activiteit, uitgesplitst naar productprofiel, direct (CBS 2014a)



De groei van de werkgelegenheid bij activiteiten uit investeringen zit vooral bij de hernieuwbare energiesector. Activiteiten als gevolg van investeringen in zon, wind en elektrisch rijden zijn opvallend in opkomst.

Zonne-energie zorgt voor meer werk

Het productprofiel 'Zon' neemt in de periode 2008-2012 een groot deel van de groei in werkgelegenheid voor zijn rekening. De

werkgelegenheid is in dit profiel gestegen van 2300 voltijd banen in 2008 naar 4800 voltijd banen in 2012. Dit werd met name veroorzaakt door een toename in de vraag naar installatiewerkzaamheden van zonnepanelen. Ook de handel in zonnepanelen is gestegen. Handelaren in zonnepanelen hebben geprofiteerd van de lagere prijzen en de toename van de vraag naar panelen in Europa. De maakindustrie in Nederland heeft geprofiteerd van de vraag uit o.a. Azië naar gespecialiseerde machines die nodig zijn voor de productie van zonnepanelen. In Nederland zelf worden vrijwel geen zonnepanelen meer geproduceerd. Het ging beter met de handel en installatiewerkzaamheden in zonnepanelen. Er werd meer gehandeld en geïnstalleerd doordat de internationale marktprijzen van de panelen zijn gedaald, wat heeft geleid tot extra vraag.

Activiteiten wind op zee zijn gegroeid

De werkgelegenheid die is gerelateerd aan 'Wind' is ook gestegen (3500 voltijd banen in 2008 en 4500 voltijd banen in 2012). De groei zit zowel in offshore activiteiten als in activiteiten op land. De groei in offshore activiteiten is o.a. te verklaren doordat Nederlandse bedrijven succesvol zijn in het deelnemen aan buitenlandse parken. Nederlandse bedrijven leveren een bijdrage omdat deze bedrijven o.a. de installatie van fundaties en de elektrische infrastructuur voor hun rekening nemen.

Elektrisch transport zit in de lift

Elektrisch rijden heeft de laatste jaren in Nederland een vlucht genomen. Dankzij verschillende fiscale- en subsidiemaatregelen was het aantrekkelijk om elektrische auto's en bedrijfsvoertuigen, met

bijbehorende laadinfrastructuur aan te schaffen. In Nederland worden geen elektrische personenauto's geproduceerd, wel vindt er productie van maatwerkvoertuigen (bussen, trucks, boten) en tweewielers plaats, hoewel kleinschalig. Toch brengt de toename van elektrisch transport een toename van economische activiteiten met zich mee. De werkgelegenheid gerelateerd aan elektrisch transport is nog klein (1600 in 2013), maar de afgelopen vier jaar wel flink toegenomen. Met name in het plaatsen van oplaadpunten (laadinfrastructuur) zit veel nieuwe werkgelegenheid. Daarnaast brengt de ombouw van voertuigen, de ontwikkeling van speciale software en handel en consultancy ten behoeve van elektrisch rijden werk met zich mee.

Nog weinig werkgelegenheids groei in overige technieken

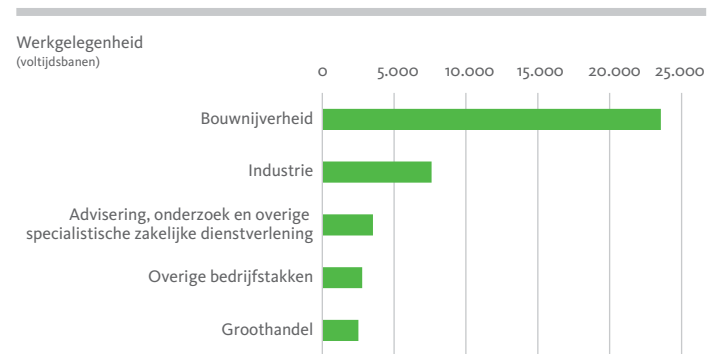
De werkgelegenheid die is gerelateerd aan biomassa is tussen 2008 en 2012 weinig gegroeid. Dit zijn bedrijven die actief zijn op het terrein van biogas, biomassa en afval, biobrandstoffen en bioraffinage. Waterkracht en geothermie zijn technieken die in Nederland nog weinig worden toegepast. Dit reflecteert zich ook in de productie en werkgelegenheids cijfers. De bedrijvigheid op het gebied van CCS, waterstoftechnologie en smart grids is qua omvang nog erg klein. Bedrijven die hier actief zijn houden zich met name bezig met R&D en consultancy. De afgelopen vijf jaar is bij deze activiteiten geen duidelijke groei waarneembaar.

Bouw- en installatiesector krijgt de grootste economische impuls van de energietransitie

Bijna 60 procent van de werkgelegenheid van de activiteiten uit investeringen voor hernieuwbare energie en energiebesparing zit in

de bouwnijverheid (Figuur 6.9). Dit zijn de isolatiewerkzaamheden ten behoeve van energiebesparing, maar ook de installatie van zonnepanelen en windmolens. De industrie is ook een belangrijke speler, met name wat betreft de productie van duurzame energietechnologieën en isolatiemateriaal. Ten slotte is ook dienstverlening met betrekking tot advisering en onderzoek van belang. De groothandel heeft een belangrijke internationale handelsfunctie binnen de activiteiten uit investeringen voor hernieuwbare energie en energiebesparing.

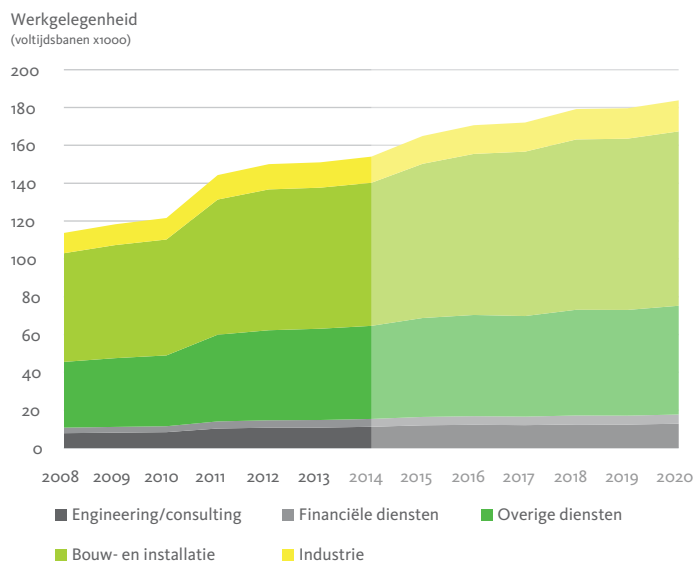
Figuur 6.9 Werkgelegenheid hernieuwbaar en energiebesparing volgens waargenomen activiteit, uitgesplitst naar bedrijfstak, direct (CBS, 2014a)



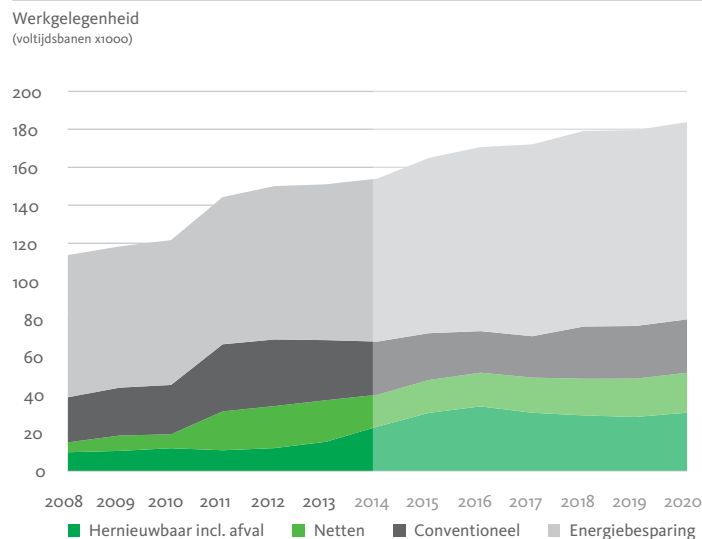
Verbreding II

Werkgelegenheid door activiteiten uit investeringen volgens modelbenadering

Figuur 6-10a Werkgelegenheid door activiteiten uit investeringen naar sector, vastgesteld beleid, volgens modelbenadering (inclusief investeringen in conventionele sectoren en indirecte werkgelegenheid in toeleverende sectoren)



Figuur 6-10b Werkgelegenheid door activiteiten uit investeringen naar activiteit, vastgesteld beleid, volgens modelbenadering (inclusief investeringen in conventionele sectoren en indirecte werkgelegenheid in toeleverende sectoren)



Volgens de modelbenadering bedraagt de werkgelegenheid gerelateerd aan activiteiten uit investeringen (conventioneel en duurzaam) bij vastgesteld beleid ongeveer 180 duizend voltijdswaarden in 2020 (Figuur 6.10a en b). Bij voorgenomen beleid bedraagt de werkgelegenheid in 2020 ongeveer 200 duizend voltijdswaarden. Dit is inclusief indirecte activiteiten van niet kenmerkende producten, zoals administratieve diensten of transportdiensten en toeleveringen

verder in de keten. Deze modelmatige benadering heeft een grotere onzekerheid, in de orde van +/-25 procent. Dit betreft de bruto werkgelegenheid. Als activiteiten in de energiesector en toeleverende sectoren toenemen, afhankelijk van de bekostiging van de investering, heeft dat ook invloed op activiteiten in andere sectoren. Daardoor kunnen in andere sectoren bestedingen en werkgelegenheid dalen. Om het effect van de ontwikkelingen in de energiesector op de nationale economie te bepalen moet rekening worden gehouden met deze verdringing. Dat resulteert in de netto werkgelegenheid, zoals die ook bepaald is voor het effect van het Energieakkoord (ECN & PBL 2013). De netto werkgelegenheidseffecten worden in deze NEV evenwel niet behandeld.

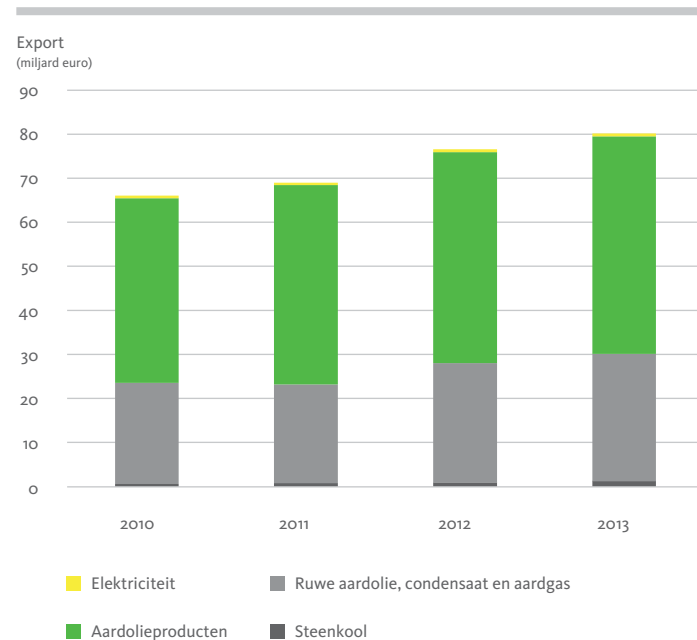
6.5 De betekenis van energie voor export en import

Nederland is een open economie met veel internationale handel. In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de internationale oriëntatie van de Nederlandse energiesector. Hierbij wordt ingezoomd op de internationale handel in energiedragers en de internationale handel in producten gerelateerd aan hernieuwbare energie en energiebesparing. Nederland is knooppunt voor fossiele brandstoffen in West Europa.

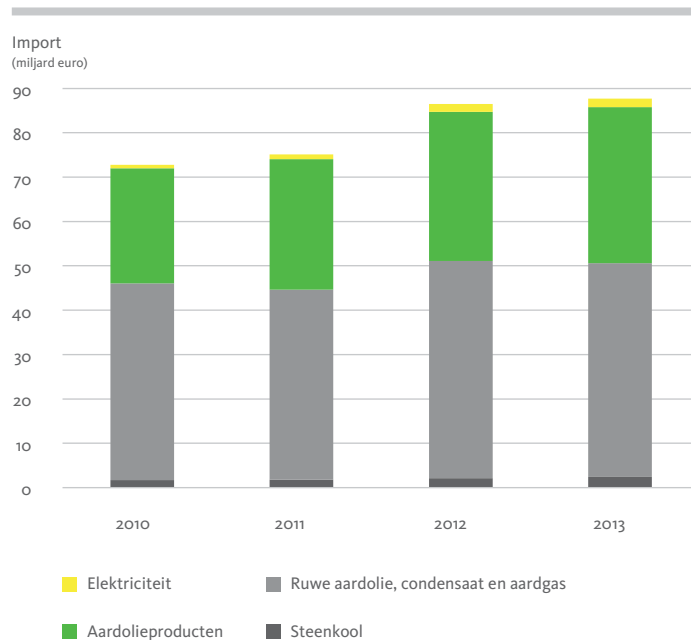
De Nederlandse economie verzorgt een groot deel van de internationale handelsstromen in energie in Europa. Aardolie en aardolieproducten zijn daarvan verreweg de belangrijkste

component. Aardgashandel heeft daarna de grootste betekenis. De geïmporteerde kolen worden verbruikt door de energiebedrijven en de basismetaalindustrie in Nederland maar ook doorgevoerd naar het Duitse achterland (wederuitvoer).

Figuur 6.11 Export energiedragers volgens waargenomen activiteit, vast prijsniveau, miljard euro



Figuur 6.12 Import energiedragers volgens waargenomen activiteit, vast prijsniveau



Aardolieproducten belangrijkste exportproduct, ruwe aardolie belangrijkste importproduct

Ruwe aardolie wordt in Nederland gewonnen maar wordt voor het overgrote deel geïmporteerd uit o.a. Rusland. Deze geïmporteerde ruwe aardolie wordt in de aardolie-industrie (raffinage)

omgezet in transportbrandstoffen en andere aardolieproducten. Aardgascondensaat wordt ook in grote volumes ingevoerd en voor ongeveer de helft rechtstreeks ingezet als grondstof in de chemie. De energie-intensieve industrie in het Rijnmondgebied en Zeeland verwerkt deze fossiele energiestromen tot hoogigawatt aardige chemische producten, vooral voor de uitvoer. Nederlandse groot-handelaren in energie zijn ook actief op de internationale markt voor aardolieproducten. Zij verdienen hun geld vooral door marges te genereren op de ingekochte goederen.

Elektriciteit en steenkool spelen nog een relatief kleine rol in de internationale handel

Nederland is een netto importeur van elektriciteit. De invoer van elektriciteit was in 2013 ongeveer gelijk aan 2 miljard euro. Nederland exporteert ook elektriciteit maar deze stroom is anno 2013 bijna 70 procent kleiner. Door de import van goedkope elektriciteit uit onder andere Duitsland staat de binnenlandse productie al enkele jaren onder druk.

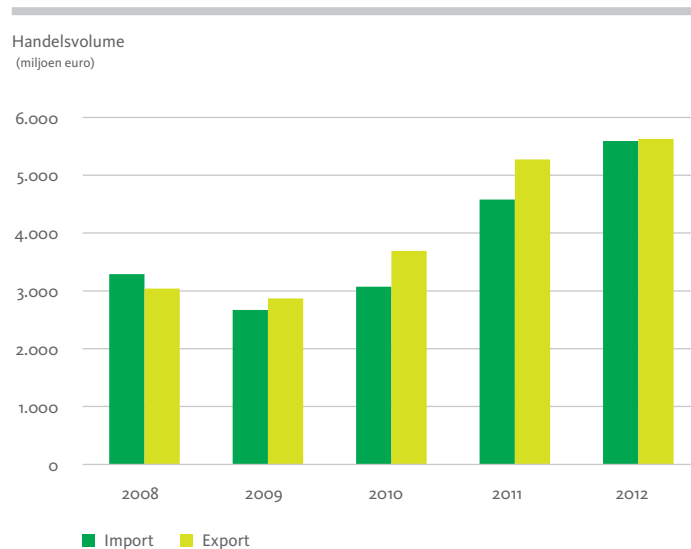
De totale export van fossiele energiedragers (inclusief weder-uitgevoerde import) is gelijk aan 80 miljard euro in 2013 (Figuur 6.11). De totale import bedraagt 88 miljard euro (Figuur 6.12). De handelsbalans voor energiedragers is daarmee licht negatief. Energie betreft ongeveer 19 procent van de totale invoer en 15 procent van de totale export, en is vrijwel geheel van fossiele herkomst.

De import en export van schone technologie in evenwicht

De handel in hernieuwbare energieproducten is nog bescheiden met

een import van 5,6 miljard en een even zo grote export (Figuur 6.13). Meer dan de helft van deze geldstromen betreft biobrandstoffen. De belangrijkste exporteurs zitten in de productprofielen zon-PV, de bioketen, en energiebesparing.

Figuur 6.13 Internationale handel in hernieuwbare energie en energiebesparing volgens waargenomen activiteit



De internationale handel gerelateerd aan de activiteiten voor hernieuwbare energie en energiebesparing groeit in waarde termen. Zowel de invoer als de uitvoer bestaat voor gemiddeld ongeveer twee derde uit biobrandstoffen, zowel grondstoffen als eindproducten. Nederlandse bedrijven voeren ook biobrandstoffen in waarna deze zonder bewerking worden uitgevoerd naar het Europese achterland. Hier valt de overeenkomst met de handel in fossiele brandstoffen op. Naast biobrandstoffen bestaat een groot deel van de export uit isolatiematerialen. Zonnepanelen worden ingevoerd en verhandeld, een steeds groter gedeelte van de invoer wordt afgezet op de Nederlandse markt.

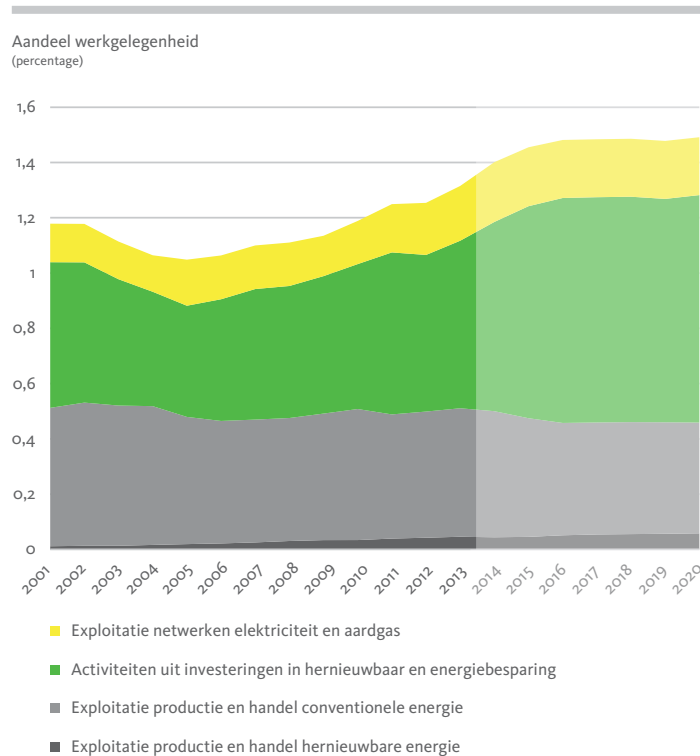
6.6 De energiesector economisch in beeld

In deze paragraaf wordt de totale balans opgemaakt om zodoende een antwoord te geven op de vraag: Wat is de betekenis van energie voor de Nederlandse economie?

Energiesector is vooral groot in termen van toegevoegde waarde.

De energiesector levert een belangrijke bijdrage aan de Nederlandse economie. Het aandeel aan het bruto binnenlands product bedraagt 5,4 procent (2012). Veruit de grootste bijdrage wordt geleverd door de olie en gaswinning (3,2 procent). Sinds 2001 is het aandeel van de energiesector aan het bbp flink gestegen. Deze toename vond vooral plaats in de conventionele energiesectoren. Door de stijging van de energieprijzen is ook de toegevoegde waarde van de olie- en gaswinning sterk gestegen.

Figuur 6.14 Ontwikkeling werkgelegenheid van de energiesector. Cijfers exclusief niet-exploitatiefase conventioneel. Realisatie volgens waargenomen activiteit, projectie volgens de trend uit de modelbenadering



Het directe aandeel van de energiesector in de totale werkgelegenheid is een stuk lager, namelijk 1,3 procent in 2013 (Figuur 6.14). De productie van energie is kapitaalintensief, zowel de conventionele als de grootschalige hernieuwbare energieproductie. Het aandeel in de werkgelegenheid van de energiesector is sinds 2005 gestegen.

Groei werkgelegenheid zit vooral in de activiteiten uit investeringen

De totale directe werkgelegenheid in de conventionele exploitatiefase en de duurzame energiesector is in 2013 gelijk aan 92 duizend mensen (gemeten in voltijdbanen). De directe werkgelegenheid bedraagt 49 duizend voltijdbanen in de exploitatiesectoren en 42 duizend voltijdbanen voor duurzame niet-exploitatiefase activiteiten. De werkgelegenheid van de energiesector als geheel laat vanaf 2005 een gestage groei zien. Deze groei is voornamelijk veroorzaakt door de activiteiten uit investeringen op het gebied van hernieuwbare energie en energiebesparing. De werkgelegenheid bij netwerkbedrijven is opvallend sterk gegroeid, namelijk met 20 procent.

De projecties laten zien dat de groei zich in de toekomst zal voortzetten naar 100 duizend voltijdbanen in 2020. De werkgelegenheid in de hernieuwbare energieproductie is weliswaar relatief klein qua omvang, maar is sterk gegroeid en blijft doorgroeien, vooral door realisatie van hernieuwbare energieprojecten. Naar verwachting blijft bij de netwerkbedrijven het huidige hoge niveau in de toekomst gehandhaafd. De arbeidsproductiviteit in deze sector kan stijgen maar nieuwe ontwikkelingen gaan ook een hogere inzet vereisen.

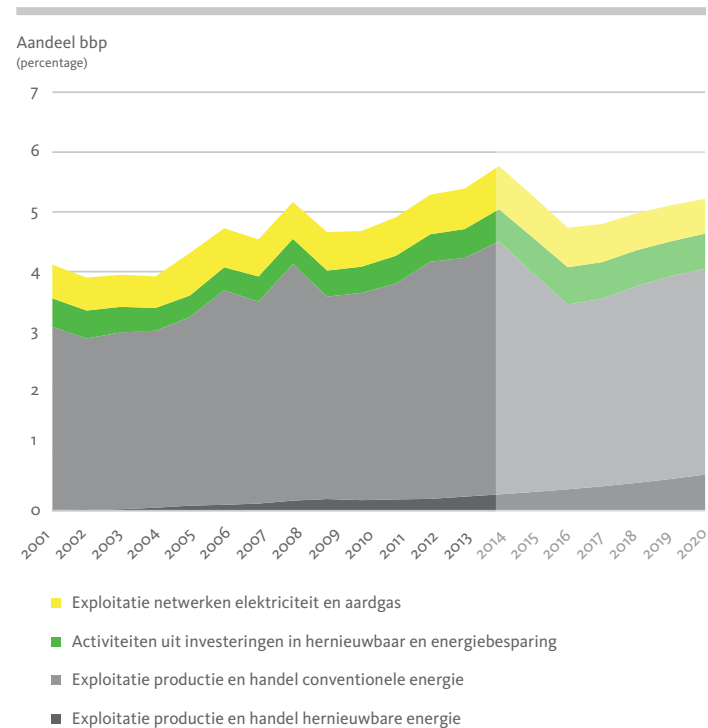
Toegevoegde waarde conventionele energie staat onder druk

De directe toegevoegde waarde in de energiesector laat een minder stabiel patroon zien dan de directe werkgelegenheid. Dit is vooral het gevolg van de invloed van fluctuerende gas- en olieprijsen. Met name tussen 2004 en 2008 is de toegevoegde waarde sterk gestegen (Figuur 6.15). Een belangrijke oorzaak hiervan is de stijging van de energieprijzen. In tegenstelling tot de werkgelegenheid, zijn hier wel duidelijk de effecten van de economische crisis te zien. Aan de sterke groei die tussen 2001 en 2008 plaatsvond, kwam in 2009 abrupt een einde en pas in 2012 is de toegevoegde waarde rond het niveau van 2008 teruggekeerd. Bij bedrijven die energie- en besparingsprojecten realiseren is de toegevoegde waarde wel geleidelijk toegenomen. De toekomstige winstgevendheid van de conventionele energiesectoren is onzeker. Zowel door de beperkte economische groei als de veranderingen in de energievoorziening daalt de bezettingsgraad van elektriciteitscentrales en raffinaderijen. Er vindt meer afschrijving plaats en minder efficiënte capaciteit wordt uit bedrijf genomen. Daardoor zit er een grote bandbreedte op de toekomstige toegevoegde waarde, maar de trend is neerwaarts. Daarentegen laten de niet-exploitatie activiteiten in de bouw- en installatiebedrijven een gestaag stijgende trend zien, vooral in het scenario met voorgenumen beleid.

De exploitatie van hernieuwbare energie bedroeg in 2012 0,20 procent bij aan het bbp. Dit aandeel is sinds 2001 aan het stijgen en bereikt naar verwachting 0,60 procent in 2020. De ontwikkeling in de productie en installatie van hernieuwbare energiesystemen is momenteel nog belangrijker dan de exploitatie. Dit heeft nu een aandeel van 0,46 procent in het bbp en stijgt naar 0,58 procent van het bbp.

Figuur 6.15 Bijdrage toegevoegde waarde van de energiesector aan bbp, in lopende prijzen, direct. Realisatie volgens waargenomen activiteit, projectie volgens trend modelbenadering

(exclusief het conventionele deel van activiteiten uit investeringen)

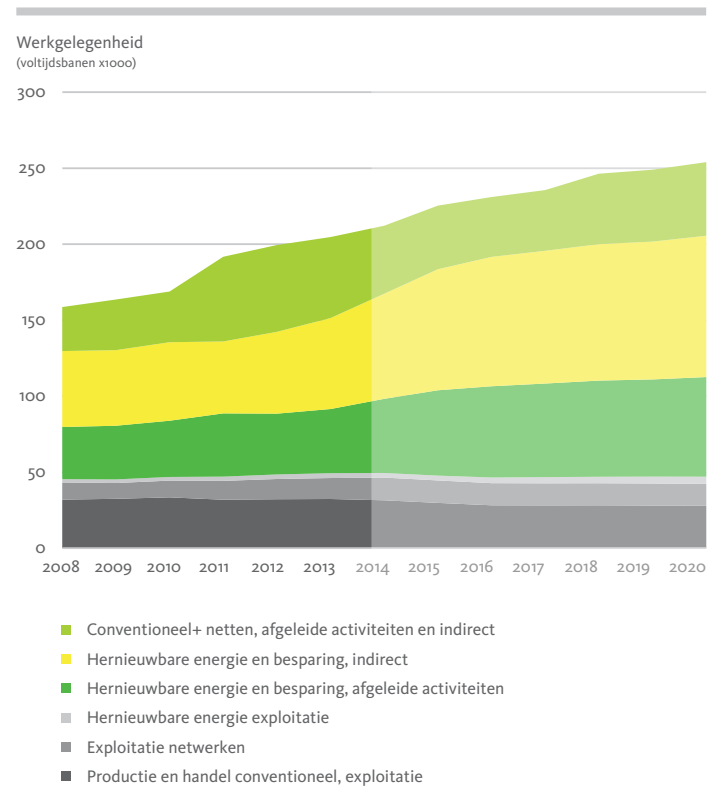


Verbreding III

Totale energiegerelateerde werkgelegenheid

Volgens de modelbenadering zijn de activiteiten uit investeringen voor de conventionele sectoren toegevoegd alsmede de indirecte werkgelegenheid. De totale werkgelegenheid ten behoeve van de energievoorziening bedraagt in 2020 tussen de 200 en 250 duizend arbeidsplaatsen (Figuur 6.16). Een groot deel hiervan bestaat uit activiteiten die voortvloeien uit investeringen. Deze modelmatige benadering heeft een onzekerheid in de orde van +/-25 procent van de absolute werkgelegenheid. Het model geeft echter een goed beeld van de trends. Opvallend is de sterke stijging vanaf 2010 bij activiteiten uit investeringen en indirecte werkgelegenheid. Dit is voornamelijk het gevolg van de groei van investeringen in netwerken en olie- en gasexploratie. Ook de investeringsgolf van kolen en gascentrales vanaf 2006 draagt bij aan deze groei. De totale werkgelegenheid blijft op peil omdat de indirecte werkgelegenheid door hernieuwbare energie en energiebesparing vanaf 2014 sterker toeneemt.

Figuur 6.16 Totale energiegerelateerde werkgelegenheid volgens synthese van modelbenadering (indirect) en waargenomen activiteit (overige)





R

Referenties

Hoofdstuk 1

Boonekamp, P.G.M., Mannaerts, H., Vreuls, H.H.J. & B. Wesselink (2001), *Protocol monitoring energiebesparing*. ECN-C--01-129, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland; RIVM 408137005, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

CBS (2013), *Economic Radar of the Sustainable Energy Sector in the Netherlands, 2008 – 2011*. Edition 2013, Den Haag/Heerlen: Statistics Netherlands.

CBS (2014a), *Afbakening energiesector voor de NEV2014*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2014b), *Economic Radar of the Sustainable Energy Sector in the Netherlands*. Edition 2014, Den Haag/Heerlen: Statistics Netherlands.

CBS (2014c), *Nationale rekeningen voldoen aan nieuwe internationale richtlijnen*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

ECN (2013), *Leaflet National Energy Outlook Modelling System*. ECN-F--13-046, Petten: Energy research Centre of the Netherlands.

ECN & PBL (2010), *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*. ECN-E--10-004, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

ECN & PBL (2013), *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken*. Petten: Energieonderzoek

Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL & ECN (2012), *Referentieraming Energie en Emissies: Actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*. Publicatienummer: 500278001, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

SER (2013), *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

SER (2014), *Energieakkoord voor duurzame groei. Voortgangsrapportage 2014*. Den Haag: SER Commissie Borging Energieakkoord.

Hoofdstuk 2

BMWI (2014a), *Zweiter Monitoring-Bericht: Energie der Zukunft*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

BMWI (2014b), *Zentrale Vorhaben Energiewende für die 18. Legislaturperiode (10-Punkte-Energie-Agenda des Bmégawatti)*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Boot, P. & J. Notenboom (2014), *De Duitse Energiewende: uitdagingen en lessen voor Nederland*. Internationale Spectator 68 (7/8): 16-20.

Brink, C. (2014), *Raming CO₂-prijs in de Nationale Energie Verkenning 2014*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Brink, C., S. Beurskens & E. van Andel (2014), *Marktstabiliteitsreserve in het EU ETS – Nadere analyse*. Rapport in voorbereiding, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

Buchan, D. (2014), *The French disconnection: reducing the nuclear share in France's energy mix*. The Oxford Institute for Energy Studies. OIES paper SP 32.

CBS (2012), *Bevolkingsprognose 2012-2060: Langer Leven, Langer Werken*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2013), *Huishoudensprognose 2013-2060: Sterke toename oudere alleenstaanden*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS, PBL & Wageningen UR (2013), *Energieprijzen voor enkele energiedragers, 1990-2013* (indicator 0554, versie 06, 19 november 2013). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek; Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving; en Wageningen: Wageningen UR.

CCC (2013), *The cost-effective path to the 2050 target*. Fourth Carbon Budget Review – part 2, London: Committee on Climate Change.

Cour de Comptes (2014), *Le Coût de Production de l'Électricité Nucléaire*. Communication à la Commission d'Enquête de l'Assemblée Nationale, Actualisation 2014, Paris: Cour de Comptes.

CPB (2014), *Centraal Economisch Plan 2014*. Den Haag: Centraal Planbureau.

De Meulemeester, B. (2014), *Policy failures have turned Belgium into high-price electricity island in Europe*. Energypost.eu, 20 Mei 2014.

DEA (2012), *Energy policy in Denmark*. Copenhagen: Danish Energy Agency.

ECN & PBL (2013), *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

EC (2012), *The 2012 Ageing Report. Economic and budgetary projections for the 27 EU Member States (2010-2060)*. Joint Report prepared by the European Commission (DG ECFIN) and the Economic Policy Committee (AWG). *European Economy* 2/2012.

EC (2013), *Richt snoeren staatssteun ten behoeve van milieubescherming en energie 2014-2020*. Publicatieblad Europese Unie C 200. 28.6.2014.

EC (2014a), *Een beleidskader voor klimaat en energie in de periode 2020-2030*. COM(2014) 15 final, Brussel: Europese Commissie.

EC (2014b), *Europese strategie voor energiezekerheid*. COM(2014) 330 final, Brussel: Europese Commissie.

EC (2014c), *Energy Efficiency and its contribution to energy security and*

the 2030 Framework for climate and energy policy. COM(2014) 520 final, Brussels: European Commission.

ELIA (2013), *Het Waalse Gewest keurt het voorontwerp voor de herziening van het gewestplan voor de toekomstige elektrische interconnectielijn tussen België en Duitsland goed*. Persbericht 23 december 2013, Brussel: ELIA.

Expertenkommission (2014), *Stellungnahme zum zweiten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2012*. Berlin, Mannheim, Stuttgart: Expertenkommission zum Monitoring-Prozess 'Energie der Zukunft'.

Helm, D. (2013), *Stumbling towards crisis*. Prospect, April 2013: 57-62.

IEA (2012), *Energy Policies of IEA Countries. The United Kingdom 2012 review*. Paris: International Energy Agency.

IEA (2013), *World Energy Outlook 2013*. Paris: International Energy Agency.

IEA (2014), *Energy Policies of IEA Countries. The Netherlands 2014 review*. Paris: International Energy Agency.

Keay, M. (2013), *UK Electricity Market Reform and the EU*. Oxford Energy Comment, April 2013.

MCEB (2012), *Accelerating green energy towards 2020. The Danish*

energy agreement (English summary). Copenhagen: Danish Ministry for Climate, Energy and Building.

MCEB (2013), *Energy policy report 2013*. Copenhagen: Ministry of Climate, Energy and Building to the Danish Parliament on Danish energy policy.

Gouvernement Français (2014), *La transition énergétique pour la croissance verte*. Website : <http://www.gouvernement.fr/gouvernement/pour-un-nouveau-modele-energetique-francais>.

PBL (2013), *Evaluation of policy options to reform the EU Emissions Trading System Effects on carbon price, emissions and the economy*. Publication number 934, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

SER (2013), *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

SER (2014a), *Energieakkoord voor duurzame groei. Voortgangsrapportage 2014*. Den Haag: SER Commissie Borging Energieakkoord.

SER (2014b), *Uitvoering Energieakkoord voor duurzame groei*. Aanbiedingsbrief van Ed Nijpels, Voorzitter van de Commissie Energieakkoord voor duurzame groei, bij Voortgangsrapportage 2014.

SIA (2014), *Mid-term generation adequacy in Belgium*. Website SIA partners - energy outlook weblog: <http://energy.sia-partners.com/20140328/mid-term-generation-adequacy-in-belgium/>.

TenneT (2014), Market review 2013.

Wathelet, M. (2013), Met de strategische reserve voltooit Melchior Wathelet de uitvoering van zijn plan. Website: <http://wathelet.belgium.be/nl/2013/12/16/met-de-strategische-reserve-voltooit-melchior-wathelet-de-uitvoering-van-zijn-plan/>.

Hoofdstuk 3

Boonekamp, P.G.M., Mannaerts, H., Vreuls, H.H.J. & B. Wesselink (2001), *Protocol monitoring energiebesparing*. ECN-C--01-129, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland; RIVM 408137005, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

ECN & PBL (2013), *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

ECN & PBL (2014), *EU-doelen klimaat en energie 2030: Impact voor Nederland*. ECN-E--14-033, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Gerdes, J. & P. Boonekamp (2012), *Energiebesparing in Nederland 2000-2010*. ECN-E--12-061, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Ministerie van I&M (2011), *Kabinetsaanpak klimaatbeleid op weg naar 2020*. Brief van de staatssecretaris van infrastructuur en milieu, kamerstuk 32 813 (8 juni 2011).

NEa (2013), *CO₂-emissiegegevens 2008-2012: feiten en cijfers*. Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

PBL (2013), *Nederland voldoet aan de Kyoto-verplichting emissie broeikasgassen*. Website: <http://www.pbl.nl/publicaties/nederland-voldoet-aan-de-kyoto-verplichting-emissie-broeikasgassen>, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL & ECN (2013), *Uitgangspunten voor het referentiep pad bij de evaluatie van het SER-energieakkoord*. PBL-publicatienummer 1214, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Hoofdstuk 4

CBS (2013), *Hernieuwbare energie in Nederland 2012*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CE Delft (2014), *Economische ontwikkeling energie-intensieve sectoren*. Publicatienummer 14.7C19.57, Delft: CE Delft.

CIEP & PBL (2014), *Reflections on Coordination Mechanisms for Accommodating Increasing Amounts of Wind and Solar in the Power Market*. The Hague: Clingendael International Energy Programma.

ECN (2014), *Quantifying flexibility markets*. In preparation, ECN-E--14-039; Petten: Energy research Centre of the Netherlands.

ECN & PBL (2013), *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

ECN & SEO (2013), *Naar een breder afwegings- en reguleringskader voor investeringen in interconnectoren: de Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA)*. ECN-E--13-021, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Geilenkirchen G., R. Kok, A. Hoen, F. van der Linden & H. Nijland (2014), *Belastingkortingen voor zuinige auto's: afwegingen voor fiscaal beleid*. PBL-Publicatienummer: 1250, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Gerdes, J. & P. Boonekamp (2012), *Energiebesparing in Nederland 2000-2010*. ECN-E--12-061, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Groen Gas (2014), *Green Gas Green Deal*. Website: <http://groengas.nl/over-ons/green-gas-green-deal/>; Stichting Groen Gas Nederland.

Hoen, A., G.P. Geilenkirchen & H. Elzenga (2014), *Achtergronden van de NEV-raming verkeer en vervoer*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Hoen, A., S.F. Kieboom, G.P. Geilenkirchen & C.B. Hanschke (2010), *Verkeer en vervoer in de referentieraming energie en emissies 2010-2020. Broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen*. Rapportnummer 500161003, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

ICIS (2013), *Asian ethylene margins soar on China stimulus, plant outages*. Website: <http://www.icis.com/blogs/chemicals-and-the-economy/2013/11/asian-ethylene-margins-soar-china-stimulus-plant-outages> (geraadpleegd op 17 september 2014).

LEI (2013), *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2012*. LEI-rapport 2013-061; Den Haag: Landbouweconomisch Instituut

LEI (2014), *Agrimatie - informatie over de agrosector*. Online informatie, Den Haag: Landbouweconomisch Instituut.

Ministerie van I&M (2014), *Voorgestelde wijzingen energiebesparing*. Website: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/erkende-maatregelen/wijziging/>; Kenniscentrum InfoMil.

NEa (2013), *Naleving jaarverplichting 2012 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*. Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

PBL & ECN (2012), *Referentieraming Energie en Emissies: Actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*.

Rijksoverheid (2011), *Elektrisch rijden in de versnelling. Plan van Aanpak 2011-2015*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

RVO.nl (2014), *Monitoring Energiebesparing Gebouwde Omgeving 2013*. Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Sijm, J.P.M. (2014). *Cost and revenue related impacts of integrating electricity from variable renewable energy into the power system - A review of recent literature*. ECN--E-14-022, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Tigchelaar, C. (2014), *Nulmeting subsidieregeling voor verhuurders*. ECN-N--14-015, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

TNO (2014), *Update analysis of real-world fuel consumption of business passenger cars based on Travelcard Netherlands fuelpass data*. TNO 2014 R 11063, Delft: TNO Earth, Life & Social Sciences.

VLEHAN (2014), *Jaaroverzicht 2013*. Vereniging leveranciers huishoudelijke apparaten Nederland.

Hoofdstuk 5

Bettencourt, L.M.A., J.E. Trancik & J. Kaur (2013), *Determinants of the pace of global innovation in energy technologies*. PLoS ONE 8(10): 1-6.

DNV.GL (2014), *Review uitrol strategie TenneT wind op zee (publieksversie)*. Arnhem: DNV.GL Energy.

Ecorys (2010), *Versterking van de Nederlandse Duurzame Energiesector*, Rotterdam: Ecorys.

Fraunhofer (2013), *Stromgestehungskosten erneuerbare Energien*. Freiburg: Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme.

Geilenkirchen G., R. Kok, A. Hoen, F. van der Linden, H. Nijland (2014), *Belastingkortingen voor zuinige auto's: afwegingen voor fiscaal beleid*. PBL-Publicatienummer: 1250 , Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

GL Garrad Hassan (2013), *Offshore wind 10 Years 10 Lessons, Reflections on a decade of experience*.

Global EV Outlook (2013), *Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*. Paris: International Energy Agency.

IEA (2013), *Technology roadmap. Wind energy*. Paris: International Energy Agency.

IRENA (2012), *Renewable energy technologies: cost analysis series*. Volume 1: Power Sector, Issue 5/5. Wind Power. Working paper International Renewable Energy Agency.

Ministerie van I&M (2014), *Een duurzame brandstofvisie met*

LEF. *De belangrijkste uitkomsten uit het SER-visietraject naar een duurzame brandstoffenmix in Nederland*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Navigant (2013), *U.S. Offshore Wind Manufacturing and Supply Chain Development*.

PBL & ECN (2011), *Naar een schone economie in 2050: routes verkend. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden*. PBL-publicatienummer 500083014, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving; Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Platzer, M. D. (2012), *U.S. wind turbine manufacturing: Federal support for an emerging industry*. Washington, DC: Congressional Research Service.

Shahan, Z. (2013), *Electric vehicle market share in 19 countries*. ABB Conversations.

SMZ (2014), *Inventarisatie PV markt Nederland. Prijsontwikkelingen in 2014*. Utrecht: Stichting Monitoring Zonnestroom.

The Crown Estate (2012), *Offshore Wind Cost Reduction. Pathways Study*, London: The Crown Estate.

TNO (2013), *Praktijkverbruik van zakelijke personenauto's en plug-in voertuigen*. Rapportnummer: 2013 R10703, Delft: TNO.

Van der Vooren, A. & J. Ros (2014), *De Topsector Energie en*

energie-innovatie Inzichten van experts uit de 'gouden driehoek'. PBL-publicatienummer 1547, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Van Zuijlen, E. (2014), *Presentatie tijdens Match Making Day 2014*. TKI Wind op Zee.

Hoofdstuk 6

CBS (2014a), *Economic Radar of the Sustainable Energy Sector in the Netherlands, 2008-2011*. Edition 2014, Den Haag/Heerlen: Statistics Netherlands.

CBS (2014b), *Afbakening energiesector voor de NEV2014*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2014c), *Nationale rekeningen voldoen aan nieuwe internationale richtlijnen*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

ECN & PBL (2013), *Het Energieakkoord: wat gaat het betekenen? Inschatting van de gemaakte afspraken*. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

RVO.nl (2014), *Energie-investeringsaftrek (EIA). jaarverslag 2013*. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

IEA (2013), *World Energy Outlook 2013*. Paris: International Energy Agency.

B

Bijlage A
Maatregelen
meegenomen
in de NEV

Welke maatregelen zijn meegenomen in de NEV?

In onderstaande tabel wordt per sector aangegeven welke maatregelen van overheden of andere maatschappelijke actoren al dan niet zijn meegenomen in de beleidsvarianten van de NEV. De variant 'vastgesteld beleid' gaat uit van concrete, officieel

gepubliceerde of zoveel mogelijk bindende maatregelen. De variant 'voorgenomen beleid' gaat daarnaast uit van openbare voornemens voor maatregelen die begin mei concreet genoeg waren om in de berekeningen te verwerken.

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|----------|---|-------------|-------------|
| Algemeen | VAMIL/MIA-regeling | ja | ja |
| | EIA-regeling | ja | ja |
| | Wijziging Uitvoeringsregeling EIA | ja | ja |
| | Europese CO ₂ -emissiehandel (ETS) | ja | nee |
| | Europese CO ₂ -emissiehandel (ETS) Aanscherping, backloading en market stability reserve | nee | ja |
| | Green Deals | ja | ja |
| | Wet Milieubeheer (Wm) / Activiteitenbesluit en -regeling | ja | ja |
| | Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) / Besluit omgevingsrecht en -regeling | ja | nee |
| | UNECE Protocol on Heavy Metals | ja | nee |
| | Aanpassing Richtlijn emissie-eisen middelgrote stookinstallaties (voorstel 2013) | ja | ja |
| | Aanscherping Besluit emissie-eisen middelgrote stookinstallaties (BEMS) per 1 april 2010 | ja | ja |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Energie | Expertisecentrum Warmte | ja | ja |
| | Energiebelasting + opslag duurzame energie | ja | ja |
| | Kolenbelasting | ja | ja |
| | MEP-regeling | ja | ja |
| | SDE-regeling | ja | ja |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|-----------------------------------|--|-------------|-------------|
| Energie | SDE+ regeling | ja | nee |
| | SDE+ regeling. Budget idem als vaststaand; WoZ tenders afgeschermd budget | nee | ja |
| | Congestie management | ja | ja |
| | CCS-demo's | nee | nee |
| | CCS R&D-programma CATO-2 | nee | nee |
| | Afspraken met elektriciteitsproducenten over plafond voor SO ₂ (13,5 miljoen kg in 2010 tot 2020) | ja | ja |
| | Structuurvisie rijk (WOL) | ja | ja |
| | Provinciale spoorboekje en regie (WOL) | nee | nee |
| | Aanpassing Omgevingswet met participatieplan (WOL) | nee | nee |
| | Gedragscode initiatiefnemers (WOL) | ja | ja |
| | Uitrolplan IPO-Rijk (WOL) | nee | nee |
| | Uitvoeringswet (WOZ) | nee | ja |
| | AMVB SDE + (WOZ) | nee | nee |
| | STROOM wetgeving (WOZ) | nee | nee |
| | demopark (WOZ) | nee | nee |
| | AMvB Biomassa duurzaamheidscriteria | nee | nee |
| | Loket voor knelpunten regelgeving bij biomassacriteria | nee | nee |
| | Routekaart regelgeving bedrijfspanden | nee | nee |
| | Routekaart afvalverbranding, houtkachels , open haarden | nee | nee |
| | Routekaart groen gas en vergisting regionale biomassa | nee | nee |
| | Routekaart duurzame warmte, wko en geothermie in industrie en mkb | nee | nee |
| | Garantieregeling geothermie | ja | ja |
| | Onderzoek wko en groen gas t.b.v. level playing | nee | nee |
| Vertalen onderzoek BIO wkk (SDE+) | nee | nee | |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|----------------------------------|--|-------------|-------------|
| Energie | Verkenning 2de helft 2014 borging 14 % met 375 mln (SDE+) | nee | nee |
| | Goede ruimtelijke inpassing bij vrijwaringsgebieden (decentrale energie) | nee | nee |
| | Bouwregelgeving aanpassen, actualiseren vergunningsprocedures gericht op snellere toepassing van innovaties en verkorten doorlooptijden (decentrale energie) | nee | nee |
| | Netinpassing en invoedingscondities, versterken draagvlak en andere specifieke knelpunten die opschaling beperken (decentrale energie) | nee | nee |
| | Handreikingen voor de waterschappen (decentrale energie) | nee | nee |
| | VNG ontwikkelt een ondersteuningsstructuur (decentrale energie) | nee | nee |
| | VNG maakt aanpak gericht op windmolens | nee | nee |
| | Certificering DDE: eerste pilot met één productcertificaat en één uitvoeringscertificaat | nee | nee |
| | Verwarmingssystemen verplicht van een energielabel voorzien per september 2015 | nee | nee |
| | Verlaagd tarief in belastingplan 2014 | ja | ja |
| | Investeringsuitrol net op zee vanaf 2017 e.v. | nee | nee |
| | Proeftuinoverzicht en opschalingsaanpak (smart grids) | nee | nee |
| | Resultaten in EU verband: na voorbereidingsfase die nu loopt worden netcodes vastgesteld in EU regels in 2015/16 | nee | nee |
| | Gezamenlijk lobbyplan over versterking EU ETS | nee | nee |
| | Regeling Indirecte Emissiekosten ETS | nee | nee |
| | Maatregelen i.v.m. verlies banen kolencentrales | nee | nee |
| | Aanpak vaklieden voor HCA | nee | nee |
| | Intersectorale pilot 'green skills' | nee | nee |
| | Bevordering duurzame arbeidsverhoudingen | nee | nee |
| | Innovatie binnen SDE+ | nee | nee |
| Innovatie demonstratie en export | nee | nee | |
| Versnelling innovatie | nee | nee | |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|-------------------|--|-------------|-------------|
| Energie | Stimuleren innovatie inkoop | nee | nee |
| | Experimenteerruimte Omgevingswet naar analogie stroom | nee | nee |
| | MKB-loket in Topsector Energie | nee | nee |
| | Green deal expertisecentrum financiering | nee | nee |
| | Opschaling duurzame warmte | nee | nee |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Industrie | Meerjarenafspraak energie-efficiency ETS-bedrijven (MEE) | ja | ja |
| | Meerjarenafspraken energie-efficiency | ja | ja |
| | N ₂ O salpeterzuurindustrie onder ETS | ja | ja |
| | Afspraken met raffinaderijen over plafond voor SO ₂ | ja | nee |
| | Afspraken met raffinaderijen over plafond voor SO ₂ . Aanscherping naar 14,5 miljoen kg | nee | ja |
| | Taakstelling fijn stof bij de industrie | ja | ja |
| | Aanscherping prestatienorm NO _x -emissiehandel van 40 naar 37 g NO _x /GJ in 2013 | ja | nee |
| | Afschaffen NO _x -emissiehandel vanaf 2013 | nee | ja |
| | 1e selectie erkende besparingsmaatregelen in WMB | nee | nee |
| | Prestatieafspraken handhaving met gemeenten | nee | nee |
| | Terms of Reference Expertisecentrum | nee | nee |
| | Raamwerk 1-op-1 afspraken met MEE-bedrijven | nee | nee |
| | Richtlijn auto airco's (EG2006b) | ja | ja |
| | Nieuwe Gefluoreerde gassen verordening (2014) | ja | ja |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Gebouwde omgeving | Ecodesign richtlijn | ja | ja |
| | Energie Prestatie Normen en Lenteakkoord (woningen) | ja | nee |
| | Energie Prestatie Normen en Lenteakkoord (woningen). Verdere aanscherping naar EPC van 0,4 in 2015 energieneutraal na 2020 | nee | ja |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|-------------------|--|-------------|-------------|
| Gebouwde omgeving | Energie Prestatie Normen en Lenteakkoord (utiliteiten) | ja | nee |
| | Energie Prestatie Normen en Lenteakkoord (utiliteiten). Aanscherping utiliteitsbouw 50% in 2015 energieneutraal na 2020 | nee | ja |
| | Voorbeeldrol Rijksgebouwendienst | ja | nee |
| | Voorbeeldrol Rijksgebouwendienst. Aanscherping EPC 50% in 2017 | nee | ja |
| | Convenant Meer met Minder | ja | ja |
| | Regeling groenprojecten | ja | ja |
| | Btw-verlaging isolatie | ja | ja |
| | Convenant met woningcorporaties | ja | ja |
| | Aanpassing Woningwaarderingstelsel | ja | ja |
| | Handhaving Wet Milieubeheer | ja | nee |
| | Handhaving Wet Milieubeheer. Versterkte aanpak via erkende maatregellijsten | nee | ja |
| | Blok-voor-Blok-aanpak | ja | ja |
| | Nationaal Energiebespaarfonds (NEF) | ja | ja |
| | Verruiming hypotheekruimte voor het nemen van energiebesparende maatregelen (Itv en lti toets); | ja | ja |
| | Tijdelijke regeling hypotheckair krediet 2012 (laatste wijziging november 2013) | ja | ja |
| | Minimumeisen (energieprestatie-eisen bij ingrijpende renovatie, rendementseisen technische bouwsystemen): Bouwbesluit en bijbehorende regeling (1 juli 2013 in werking) | ja | ja |
| | Keuring airco: Beg en Reg (1 december 2013 in werking) | ja | ja |
| | Energielabel ubouw: Beg en Reg (gepubliceerd en vanaf 1 juli 2014 in werking) | ja | ja |
| | Ondersteuningsstructuur gemeenten; plan van aanpak en subsidieverzoek VNG afgerond | ja | ja |
| | Ecodesign eisen voor kleine gas- en oliegestookte ketels (Verordening 813/2013) | ja | ja |
| | Ondersteuningsstructuur VNG gebouwde omgeving | ja | ja |
| | Regionale energieloketten | ja | ja |
| | Campagneplan voorlichting woonconsumenten | ja | ja |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|-------------------|---|-------------|-------------|
| Gebouwde omgeving | Regeling derdenplaatsingen slimme meters | ja | ja |
| | Methodiek indicatief label | ja | ja |
| | Indicatief label beschikbaar | ja | ja |
| | Versturen wettelijk label | ja | ja |
| | AMvB EPC (2015) | ja | ja |
| | Wijziging hypotheekregeling | ja | ja |
| | Revolverend fonds koop | ja | ja |
| | Revolverend fonds huur | ja | ja |
| | Integrale ontzorging | ja | ja |
| | Uitvoering convenant Energiebesparing huur | ja | ja |
| | EPK afspraken(pilot; in 2015 mogelijk verplicht) | ja | ja |
| | Uitvoering programma Stroomversnelling | ja | ja |
| | Subsidieregeling huursector | ja | ja |
| | Repeteerbare aanpak maatschappelijk vastgoed | nee | nee |
| | Renovatie openbare verlichting | nee | nee |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Glastuinbouw | Voortzetting afspraken Kas als Energiebron | ja | ja |
| | Proof-of-principle (onderdeel afspraken Kas als Energiebron - KaE) | ja | ja |
| | Regeling energienetwerken | ja | ja |
| | Garantstellingsfaciliteit aardwarmte | ja | ja |
| | CO ₂ -kostenvereeningsstelsel | ja | nee |
| | CO ₂ -kostenvereeningsstelsel. Aangepast vanaf 2015; nu met individuele toewijzingen | nee | ja |
| | Financiering Kas als Energiebron | ja | ja |
| | Financiering geothermie | ja | ja |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|---------------------|--|-------------|-------------|
| Glas- tuinbouw | Financiering begeleiding Het Nieuwe Telen | ja | ja |
| | PvA marktpositionering E-efficiëntie producten | nee | nee |
| | Herijking Agroconvenant | nee | nee |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Land- en tuinbouw | Convenant (oftewel Innovatie- en Actieprogramma) Schone en Zuinige Agrosectoren | ja | ja |
| | Jaarwerkprogramma's kleine sectoren | ja | ja |
| | Innovatieprogramma Samenwerken bij Innovatie (inclusief Nieuwe Uitdagingen) | ja | ja |
| | Innovatieprogramma Emissiearm veevoer | ja | ja |
| | Innovatieprogramma Biobased Economy | ja | ja |
| | Small Business Innovation Research programma | ja | ja |
| | Subsidieregeling Praktijknetwerken | ja | ja |
| | Subsidieregeling Milieuvriendelijke maatregelen | ja | ja |
| | Luchtwassers stallen intensieve veehouderij (algemene subsidie + subsidieregeling gericht op sanering van pluimveestallen) | ja | ja |
| | Besluit huisvesting – emissiearme stallen verplicht in intensieve veehouderij vanaf 2013 | ja | ja |
| | Subsidie sanering fijnstof emissies pluimveestallen | ja | ja |
| | Subsidie combi-luchtwassers intensieve veehouderij | ja | ja |
| | Programmatische aanpak Stikstof | nee | ja |
| Innovatiecontracten | ja | nee | |
| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
| Verkeer | Besluit hernieuwbare energie vervoer | ja | nee |
| | Besluit hernieuwbare energie vervoer. Versneld groeipad naar 10% in 2017 (volgens kamerstuk 32 813 nr23) | nee | ja |
| | Richtlijn hernieuwbare energie | ja | ja |
| | Aangepaste Richtlijn Brandstofkwaliteit (98/70/EC) | ja | ja |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|--|--|-------------|-------------|
| Verkeer | Fiscale vergroening (autobelasting en accijnzen) | ja | ja |
| | EU-norm CO ₂ -emissie nieuwe personenauto's | ja | ja |
| | Verordening rolweerstand autobanden (EG/661/2009) | ja | ja |
| | EU-norm CO ₂ -emissie nieuwe bestelauto's | ja | ja |
| | Duurzaam inkoopbeleid | ja | ja |
| | Proeftuinen voor duurzame mobiliteit (elektrisch vervoer) | ja | ja |
| | Proeftuinen voor duurzame mobiliteit (waterstof en overig) | ja | ja |
| | Programma duurzame logistiek | ja | ja |
| | Het Nieuwe Rijden (fase 1 t/m 3) | ja | ja |
| | Platform slim werken slim reizen | ja | ja |
| | Programma beter benutten | ja | ja |
| | Meerjarenafspraken energiebesparing NS (2000-2010) | ja | ja |
| | MJA ₃ -rail | ja | ja |
| | Sectorconvenant Verkeer en Vervoer: Duurzaamheid in Beweging | ja | ja |
| | Verhogen maximumsnelheid op snelwegen tot 130 km/u | ja | ja |
| | EEDI/SEEMP zeeschepen | ja | ja |
| | Slim Reisbudget | ja | ja |
| | Regeerakkoord Rutte II | ja | ja |
| | Herfstakkoord 2013 | ja | ja |
| | Proeftuinprogramma Truck van de Toekomst | ja | ja |
| | IMO-eisen uit 2008 voor zeescheepvaart | ja | ja |
| | Euro-normen voor personen- en bestelauto's tot en met Euro-6 | ja | ja |
| Euro-normen voor zwaar verkeer tot en met Euro-VI | ja | ja | |
| Herziening brandstofkwaliteitsrichtlijn binnenvaart en MWT | ja | ja | |

| sector | maatregel | vastgesteld | voorgenomen |
|--|--|-------------|-------------|
| Verkeer | Beperking BPM (belasting personenauto's en motorrijwielen) | ja | ja |
| | Beperking MRB (motorrijtuigenbelasting) voordeel grijs kenteken | ja | ja |
| | Verhoging dieselaccijns met 3 eurocent per liter in 2008 | ja | ja |
| | Stimulering Euro-6 personenauto's vanaf 1 jan 2011 (Belastingplan 2010) | ja | ja |
| | SO2 emissiecontrole gebieden Noordzee | ja | ja |
| | Stimulering Euro-VI vrachtauto's en bussen | ja | ja |
| | Stimulering Euro-VI bestelauto's en taxi's | ja | ja |
| | Walstroom Schiphol | ja | ja |
| | Versoepeling NRMM richtlijn | ja | ja |
| | Toepassing vaste stroomaansluiting en voorziening preconditioned air Schiphol vanaf 2010 | ja | ja |
| | Beperking groei Schiphol (uitvoering advies Alderstafel middellange termijn) | nee | nee |
| | Green deal zero emissie | ja | ja |
| | Fiscale stimulering ultrazuinige auto's | ja | ja |
| | Autobrief 2.0 | nee | nee |
| | Green deal CO ₂ -reductie grote bedrijven | nee | nee |
| | Duurzaam inkopen RWS (aansluiten bij green deal GWW) | ja | ja |
| | Het nieuwe rijden 3.0 | nee | nee |
| | Campagne bewust gebruik | nee | nee |
| | Stimuleren CO ₂ -neutraal OV | nee | nee |
| | Green deal schone tweewielers | nee | nee |
| | Duurzame logistiek | ja | ja |
| Lean and green personal mobility, Hopper | nee | nee | |

