

Klimaat- en Energieverkenning 2019



Planbureau voor de Leefomgeving



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Wélzijn en Sport*



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

 **ECN** | **TNO** innovation
for life

Klimaat- en Energieverkenning 2019

Klimaat- en Energieverkenning 2019

© Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
Den Haag 2019

Eindverantwoordelijkheid

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

Projectcoördinatie

Koen Schoots en Pieter Hammingh (PBL)

Contact en website

kev@pbl.nl
www.pbl.nl/kev

Auteurs, projectteam en inhoudelijke bijdragen

PBL: Marian Abels-van Overveld, Albert Bleeker, Pieter Boot, Gert Jan van den Born, Corjan Brink, Bert Daniëls, Eric Drissen, Martha van Eerdt, Gerben Geilenkirchen, Pieter Hammingh, Mathijs Harmsen, Michiel Hekkenberg, Hans Hilbers, Arjen van Hinsberg, Nico Hoogervorst, Marit van Hout, Paul Koutstaal, Eva Kunseler, Sander Lensink, Jordy van Meerkerk, Jelle van Minnen, Durk Nijdam, Nienke Noorman, Jos Notenboom, Özge Özdemir, Jeroen Peters, Steven van Polen, Tristan van Rijn, Marian van Schijndel, Koen Schoots, Klara Schure, Sietske van der Sluis, Winand Smeets, Kim Stutvoet-Mulder, Michel Traa, Paul Vethman, Cees Volkers.
CBS: Sander Brummelkamp, Arthur Denneman, Sophie Doove, Sander IJmker, Krista Keller, Anne Miek Kremer, Manon van Middelkoop, Sjoerd Schenau, Niels Schoenaker, Julius Hage, Reinoud Segers, Jurriën Vroom, Robbie Vrenken, Bart van Wezel, Karolien van Wijk, Paul de Winden.

ECN part of TNO: Ton van Dril, Joost Gerdes, Marijke Menkveld, Arjan Plomp, Koen Smekens, Joost van Stralen, Casper Tigchelaar, Adriaan van der Welle, Wouter Wetzels.

RIVM: Erik Honig, Kees Peek, Dirk Wever, Margreet van Zanten.

RVO.nl: Verschillende experts van RVO.nl.

Adviesgroep

Dominique Crijns (EZK), Frans Duijnhouwer (EZK), Jan Hendriks (EZK), Sander Kes (EZK), Jan van Beuningen (BZK), Martin Bottema (BZK), Carola Legerstee (FIN), Bas Straathof (FIN), Niels Achterberg (I&W), Nico Bos (LNV), Paulina Chromik (LNV), Charalad Aal (RvS), Wouter Timmerman (RvS), Roland Uittenboogaard (RvS), Jeroen Bijleveld (SER), Rob Weterings (SER), Pieter Boot (PBL), Martin Scheepers (ECN part of TNO), Bert Stuij (RVO.nl), Wim Vosselman (CBS).

Figuren

Beeldredactie PBL

Opmaak

OBT Opmeer, Den Haag

Fotoverantwoording

Omslagfoto: Clemens Rikken/HH; Hoofdstuk 1: Michiel Wijnbergh Fotografie/HH; Hoofdstuk 2: Dolph Cantrijn/HH; Hoofdstuk 3: Peter Hilz/HH; Hoofdstuk 4: Laurens van Putten/HH; Hoofdstuk 5: Gerard Til Photo/HH; Hoofdstuk 6: Kees van de Veen/HH, Referenties: Flip Franssen/HH, Bijlage: Wim Klerkx/HH

U kunt deze publicatie downloaden. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Schoots, K. & P. Hammingh (2019), Klimaat- en Energieverkenning 2019, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Deze publicatie is vervaardigd naar aanleiding van de Klimaatwet.

De Klimaat- en Energieverkenning 2019 is tot stand gekomen door samenwerking tussen het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), ECN part of TNO, het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Gezamenlijk heeft dit consortium de beschikking over de gegevens en de expertise om de trends in realisaties en verkenningen van de Nederlandse broeikasgas- en energiehuishouding te presenteren, op een onafhankelijke wijze te duiden en in de juiste context te plaatsen.

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) is een gezamenlijk project van PBL, CBS, ECN part of TNO, RIVM en RVO.nl. Desalniettemin heeft elk instituut zijn eigen verantwoordelijkheid. In deze publicatie zijn de geïntegreerde resultaten opgenomen, waardoor de bijdragen van elk instituut afzonderlijk niet meer te herleiden zijn.

Als projectcoördinator heeft het PBL de eindverantwoordelijkheid voor de KEV. Het PBL draagt bij aan vrijwel elk onderdeel, zowel met betrekking tot het kwantitatieve beeld van de ontwikkeling van de broeikasgasuitstoot en de energiehuishouding als de daarmee samenhangende economische aspecten. Ook draagt het PBL bij met meer beschouwende analyses, bijvoorbeeld over de ontwikkelingen in het buitenland.

Het CBS levert en beschrijft de energiereleerde data die door het CBS zelf worden samengesteld. Dit zijn onder andere gegevens uit de energiestatistieken, prijzenstatistieken en economische statistieken. Het CBS is niet verantwoordelijk voor projecties naar de toekomst, noch voor beleids-evaluatieve uitspraken.

ECN part of TNO ondersteunt het PBL bij het vaststellen en duiden van de resultaten. Over verschillende thema's van de KEV brengt ECN part of TNO kennis in, waaronder de gebouwde omgeving, de industrie en de landbouwsector.

Het RIVM levert naast alle monitoringcijfers uit de emissieregistratie ook een bijdrage aan de ramingen van niet-CO₂-broeikasgassen zoals methaan, lachgas en F-gassen uit de industrie.

RVO.nl levert informatie die is verkregen door verschillende beleidsinstrumenten te monitoren op het gebied van energie-efficiëntie, hernieuwbare energie en energie-innovatie. Dit betreft informatie over de trends over de afgelopen jaren, gerealiseerde projecten en, waar mogelijk, voorgenomen activiteiten. RVO.nl is niet verantwoordelijk voor projecties naar de toekomst, noch voor beleids-evaluatieve uitspraken.

Voorwoord

Deze eerste Klimaat- en Energieverkenning (KEV) geeft de politiek, beleidsmakers en andere geïnteresseerden twee hoofdboodschappen. De eerste is dat er nog veel moet gebeuren om het kabinetsdoel van 49 procent reductie van broeikasgasemissies in 2030 te halen. In 2018 had Nederland een reductie van iets minder dan 15 procent ten opzichte van 1990. In ruim 10 jaar moet er dus nog meer dan twee keer zoveel worden bereikt als in de afgelopen kleine 30 jaar. Deze KEV laat zien op welke reductie Nederland in 2030 naar verwachting uitkomt met het beleid tot 1 mei 2019. De tweede hoofdboodschap is dat het daadwerkelijk uitvoeren van beleid in de praktijk moeilijk is; de 2020-doelen voor broeikasgasreductie, besparing en hernieuwbare energie worden daardoor naar verwachting niet of waarschijnlijk niet gehaald.

Naast deze twee hoofdboodschappen zet de KEV 2019 ook de schijnwerper op enkele substantiële ontwikkelingen in de Nederlandse energietransitie. Zo is Nederland na ruim 50 jaar netto-exporteur van aardgas te zijn geweest, sinds 2018 een kleine netto-importeur, en die netto-import zal op termijn verder toenemen. Verder raamt deze KEV een spectaculaire toename in het aandeel hernieuwbaar opgewekte elektriciteit; dit aandeel groeit naar verwachting tot twee derde deel van de elektriciteitsproductie in 2030. Deze toename komt in de periode waarin de laatste vijf kolencentrales van Nederland zullen moeten stoppen met het gebruik van kolen.

De een zal al deze boodschappen een waarschuwing vinden, de ander een aanmoediging om verder aan de slag te gaan. Wij denken dat beide waar zijn. Een aanmoediging om na het maken van de afspraken voortvarend aan de slag te gaan, zodat de afgesproken doelen ook gehaald gaan worden. Een waarschuwing omdat de energietransitie weerbarstig blijkt.

De Klimaat- en Energieverkenning heeft in de Klimaatwet een expliciete rol gekregen om de voortgang van het klimaatbeleid adequaat te monitoren. Eenmaal per jaar moet de KEV op duidelijke en integrale wijze verslag doen van de volle breedte van het gevoerde energie- en klimaatbeleid en de verwachte effecten daarvan. Klimaat- en energiebeleid hangen nauw met elkaar samen, maar zijn niet hetzelfde. Energiebeleid richt zich van oudsher op de drie doelen voor het energiesysteem: betaalbaar, betrouwbaar en schoon. Klimaatbeleid is echter breder dan dat. Zo gaat deze eerste KEV ook in op de activiteiten buiten het energiesysteem waarbij broeikasgassen vrijkomen, zoals de landbouw en het landgebruik. De KEV is ook een document dat de komende jaren verder ontwikkeld zal worden.

In deze verkenning is het Klimaatakkoord van 28 juni 2019 niet meegenomen, omdat deze gereedkwam na de start van de KEV-analyses per 1 mei. Het PBL heeft, parallel aan en voortbouwend op deze KEV, wel een aanvullende notitie gemaakt over de verwachte effecten van het Klimaatakkoord.

Deze KEV is in nauwe samenwerking tussen vele medewerkers van CBS, ECN part of TNO, RIVM en het PBL tot stand gekomen. RVO.nl leverde diverse bijdragen aan de KEV. Het PBL was projectcoördinator en draagt de eindverantwoordelijkheid. We willen alle betrokkenen zeer bedanken voor zijn of haar bijdrage.

Hans Mommaas (Directeur PBL)

Hans Brug (Directeur-Generaal RIVM)

Ton de Jong (Managing Director ECN part of TNO)

Tjark Tjin-A-Tsoi (Directeur-Generaal CBS)

Samenvatting

Klimaatwet vraagt om Klimaat- en Energieverkenning

Dit is de eerste Klimaat- en Energieverkenning (KEV), die, zoals in de Klimaatwet is vastgelegd, inzicht geeft in de ontwikkelingen van de uitstoot van Nederlandse broeikasgassen in het verleden en tot 2030. Daarbij schetst de KEV een integraal beeld van de ontwikkelingen in de energievoorziening en het energieverbruik, maar ook van andere activiteiten die tot broeikasgasemissies leiden. De KEV bouwt voort op eerdere Nationale Energieverkenningen (NEV) en zal in de komende jaren verder ontwikkeld worden. De KEV is geen beleidsevaluatie en gaat niet in op de vraag of beleid doelmatig of kosteneffectief is.

Nationaal klimaat- en energiebeleid is dynamisch

Kort na het verschijnen van de NEV 2017 presenteerde het kabinet-Rutte III zijn Regeerakkoord met daarin de doelstelling om de Nederlandse broeikasgasemissie sterk omlaag te brengen. Het nationale doel, dat inmiddels ook is opgenomen in de Klimaatwet, is gesteld op het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met 49 procent ten opzichte van 1990. Het kabinet wil de Europese doelstelling van ten minste 40 procent broeikasgasreductie verhogen naar 55 procent en daar in Europa het voortouw in nemen. Daarmee zou de broeikasgasuitstoot in lijn worden gebracht met de afspraken van het 'Parijsakkoord'. Deze doelstelling betekent een forse opgave, zowel ten opzichte van het huidige emissieniveau, als ten opzichte van de verwachting voor het jaar 2030 bij uitvoering van het in 2017 vastgestelde en voorgenomen beleid.

Het kabinet heeft sinds zijn aantreden een aantal substantiële wijzigingen in het klimaat- en energiebeleid aangekondigd. Daarnaast heeft het na

een onderhandelingsproces met een groot aantal partijen op 28 juni jongstleden het Klimaatakkoord gepubliceerd. Dit Klimaatakkoord kondigt een groot aantal verdere wijzigingen in het beleid aan. Veel maatregelen zullen in de komende periode nog nadere uitwerking moeten krijgen. Door dit proces stond het energie- en klimaatbeleid in de afgelopen periode hoog op de politieke agenda. De noodzakelijke nadere uitwerking impliceert dat het onderwerp prioriteit blijft houden en dat ook de komende periode dynamisch zal zijn.

KEV bevat beleid en beleidsvoornemens tot 1 mei 2019

De KEV 2019 hanteert net als eerdere NEV's de standaard peildatum van 1 mei voor het vastgestelde of voorgenomen beleid. Beleid dat na deze datum wordt aangekondigd, kan niet in de KEV worden opgenomen. Daarnaast gelden enkele andere criteria voor het opnemen van beleidsvoornemens in de KEV. Zo moet het beleid in openbare stukken zijn gepubliceerd en moet het voldoende concreet zijn uitgewerkt.

De nieuw aangekondigde maatregelen in het Klimaatakkoord van 28 juni 2019 waren derhalve te laat om nog in de KEV 2019 te kunnen worden meegenomen. Bovendien voldoen nog niet alle aangekondigde maatregelen aan de criteria om in de KEV doorgerekend te kunnen worden. Ook de op 28 juni 2019 gepubliceerde maatregelen in het kader van het Urgendavonnis konden om deze redenen niet in deze KEV worden verwerkt. Ten slotte is de in september aangekondigde aanscherping van de verlaging van de gasproductie van het Groningenveld niet meegenomen. Deze KEV beschrijft zodoende nog niet het gehele beoogde beleidspakket om het reductiedoel van 49 procent in 2030 te bereiken. Wel biedt de KEV een actualisatie van de overige ontwikkelingen ten aanzien van energie en klimaat en beschrijft daarvan de implicaties op nationaal niveau, details op sectorniveau, en

relevante internationale ontwikkelingen. Zoals in de Klimaatwet bedoeld vervult de KEV daarmee de functie van een jaarlijks te actualiseren referentie.

Effect Klimaatakkoord 28 juni 2019 in aanvullende notitie

De maatregelen in het Klimaatakkoord die nog niet in de KEV konden worden meegenomen, zijn in een aanvullende notitie geanalyseerd (PBL, 2019). Die notitie beschrijft in samenhang met de resultaten uit deze KEV de mogelijke bijdrage aan het realiseren van het beleidsdoel van 49 procent emissiereductie in 2030. Indien nieuwe maatregelen voor de peildatum van 1 mei 2020 voldoende concreet zijn uitgewerkt volgens de KEV-criteria, zullen ze worden meegenomen in de KEV 2020.

Algemene observaties

Voordat we nader ingaan op de meer gedetailleerde samenvatting van deze KEV beginnen we met vier algemene observaties.

Groot verschil tussen de verwachte reductie in 2030 en de doelstelling

Allereerst bevestigt deze KEV het grote verschil tussen wat de afgelopen decennia is bereikt en wat het kabinet nastreeft. In 2018 was de Nederlandse broeikasgasemissie iets minder dan 15 procent lager dan die in 1990. Het kabinetsdoel voor 2030 is een reductie van 49 procent. In ruim 10 jaar moet er dus nog meer dan tweemaal zoveel worden bereikt als in de afgelopen kleine 30 jaar. Deze KEV verwacht voor Nederland met het vastgesteld en voorgenomen beleid een reductie van 35 [28-39] procent in 2030. Om vervolgens het doel van 49 procent te halen zal nog een verschil van 14 [10-21] procentpunt door het Klimaatakkoord en/of ander aanvullend beleid gerealiseerd moeten gaan worden.

Nederland is voor die verdere reductie van broeikasgassen vooral aangewezen op de reductie van – het belangrijkste broeikasgas – koolstofdioxide (CO₂). Tot nu toe bleek dat niet eenvoudig; pas in 2018 lag de CO₂-emissie iets lager dan die in 1990. De uitstoot van de overige broeikasgassen (OBKG), zoals methaan en lachgas, is sinds 1990 al wel fors afgenomen. Deze KEV verwacht tot 2030 nog maar een beperkte verdere reductie van OBKG.

Na afspraken komt realisatiefase

Een tweede observatie is dat afspraken maken de start van beleid is, maar het uitvoeren van die afspraken het moeilijke deel. In de ons omringende landen is dat niet anders. Als gesteld zijn de eind juni nieuw aangekondigde afspraken in het Klimaatakkoord in deze KEV nog niet meegerekend. De afspraken uit het in 2013 overeengekomen Energieakkoord zijn wel meegenomen, inclusief alle wijzigingen die tot en met 1 mei 2019 zijn doorgevoerd om de afgesproken doelen in 2020 binnen bereik te brengen. Deze afspraken zijn niet zonder gevolgen gebleven. De jaarlijkse energiebesparing is tussen 2013 en 2020 aanzienlijk toegenomen. Maar het doel om in 2020 100 petajoule extra te besparen wordt met 80 [48-111] petajoule naar verwachting niet gehaald. Ook het Europese doel voor hernieuwbare energie in 2020 van 14 procent wordt met 11,4 [10-12] procent niet gehaald. Het doel uit het Energieakkoord van 16 procent voor 2023 wordt met 16,1 [14-17] procent naar verwachting wel gehaald. De lessen hieruit voor het Klimaatakkoord zijn evident: er zijn voortvarende, doortastende en concrete uitwerkingen nodig om de afgesproken ambities voor 2030 te realiseren. De praktijk blijkt dus weerbarstig, wat noopt tot beleid dat tussentijds moet kunnen worden bijgesteld en beleid dat bij de uitvoering gebruik maakt van nieuwe kansen die zich gaande de rit voordoen.

Nederland aardgasimporteur, krijgt meer hernieuwbare energie en stopt kolenstook

De derde observatie is die van drie substantiële ontwikkelingen inzake energie. Nederland heeft zijn positie als aardgasexporteur verloren en gaat meer aardgas importeren, het aandeel hernieuwbare elektriciteit neemt substantieel toe en elektriciteit uit kolen faseert uit.

De positie van Nederland als grote exporteur van aardgas is voorbij. Na ruim 50 jaar netto-export werd Nederland in 2018 een kleine netto-importeur van gas. Na 2021 zal de netto-import verder toenemen. De Nederlandse aardgasproductie daalt sinds 2013. In 2018 bedroeg deze nog maar de helft van het gemiddelde van 2010-2013 en in 2024 zal dit nogmaals gehalveerd zijn (waarbij de meest recente maatregelen om de productie van het Groningenveld nog sneller terug te brengen nog niet zijn meegenomen).

Met het beleid tot 1 mei 2019 (waaronder het continueren van de SDE+-regeling) raamt deze KEV een sterke toename van hernieuwbare energie, van 7,4 procent in 2018 naar circa 25 procent in 2030. Vooral in de elektriciteitssector neemt hernieuwbare energie spectaculair toe: van 15 procent hernieuwbaar opgewekte elektriciteit in 2018 naar ruim twee derde in 2030. Deze toename in hernieuwbare elektriciteit komt in de periode waarin de laatste vijf kolencentrales van Nederland zullen moeten stoppen met het gebruik van kolen. Het resultaat is dat Nederland in 2030 een door wind en zon gedomineerd elektriciteits-systeem heeft, met gascentrales die vooral draaien als het minder waait of de zon minder schijnt. De uitstoot van de elektriciteitssector daalt door deze ontwikkelingen fors.

Inspanningen wereldwijd onvoldoende om 'Parijs-ambitie' te realiseren

De vierde observatie betreft de ontoereikendheid van de opgetelde nationale inspanningen wereldwijd om de klimaatafspraken die in 2015 in Parijs zijn gemaakt te realiseren. Als alle landen hun zelf afgesproken doelen (de *Nationally Determined Contributions*, NDC) zouden realiseren, loopt de temperatuurstijging naar verwachting op met 3,2 graden, terwijl die stijging met 1,5 of maximaal 2 graden beperkt zou moeten blijven. Schattingen op basis van daadwerkelijk geformuleerd beleid komen nog ongunstiger uit.

Als onderdeel van haar NDC heeft de EU besloten om in 2030 haar broeikasgasemissies met ten minste 40 procent te reduceren ten opzichte van 1990. Recente projecties laten zien dat de EU dit doel waarschijnlijk niet gaat halen wanneer het daarin meegenomen beleid wordt uitgevoerd. Er is ondertussen echter nieuw beleid aangekondigd dat tot bijstellingen in deze projecties kan leiden. Uit de recente projecties volgt dat het reductiedoel voor de activiteiten buiten het emissiehandelssysteem (niet-ETS: mobiliteit inclusief binnenlandse luchtvaart, kleine industrie, landbouw en de gebouwde omgeving) tot en met 2030 nog buiten bereik is. Het reductiedoel tot en met 2030 voor activiteiten die onder het emissiehandelssysteem (ETS: elektriciteit en grote industrie) vallen wordt naar verwachting wel gehaald.

De nationale inspanningen richten zich niet op alle emissies. In de NDC's hoeven landen geen rekening te houden met de broeikasgas-emissies uit het verbruik van bunkerbrandstoffen door de internationale lucht- en scheepvaart. Deze emissies zitten daarom ook niet in de nationale emissietotalen in deze KEV. Reductie van deze emissies wordt via de Internationale burgerluchtvaartorganisatie (ICAO) en de internationale maritieme organisatie (IMO) geregeld. Landen moeten

de verkopen van internationale bunkers wel rapporteren. De KEV laat zien dat de uitstoot, door in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen voor de internationale luchtvaart, naar verwachting met circa 3 megaton (25 procent) toeneemt tussen 2020-2030. Dat is dezelfde ordegrrootte als de afname van broeikasgasemissies in de Nederlandse mobiliteitssector in die periode.

De nieuwe ontwikkelingen in deze KEV

Voorgenomen Europees beleid afgerond, uitvoering in omringende landen niet eenvoudig

In 2019 heeft de Europese Unie het beleidspakket afgerond dat in 2016 was geformuleerd. Het doel om de emissie van broeikasgassen in 2030 met ten minste 40 procent te reduceren moet voor een groot deel door de EU-landen beleidsmatig worden ingevuld. De lidstaten hebben daarvoor conceptplannen ingediend, de Commissie heeft daarop gereageerd. Parallel hieraan wordt het debat gevoerd of een ambitie van ten minste 40 procent in 2030 wel voldoende is om een adequate bijdrage aan het klimaatakkoord van Parijs te leveren. De nieuwe Europese Commissie zet in op een aanscherping naar 55 procent in 2030.

De afzonderlijke EU-landen hebben elk hun eigen klimaatplannen en -doelen, en stuiten bij de formulering en uitvoering ervan op uiteenlopende belemmeringen. Klimaatbeleid heeft meer kans van slagen als de landen goed afstemmen en van elkaar leren. Frankrijk en Groot-Brittannië hebben degelijk onderbouwde ambitieuze klimaatdoelen geformuleerd, maar het valt ze niet mee deze in concreet beleid om te zetten. In Duitsland verloopt de ontwikkeling van het klimaatbeleid erg moeizaam omdat de huidige coalitie worstelt met mogelijke lastenverzwaring en werkgelegenheidseffecten. Zo is een

omvangrijk advies geformuleerd om de capaciteit van steen- en bruinkoolcentrales te verminderen maar kost het de Duitse regering moeite dit om te zetten in wet- en regelgeving. Eveneens heeft de coalitie moeite met het formuleren van effectief aanvullend beleid om het nationale 2030-klimaatdoel te realiseren. In België lukt het de vele overheidslagen niet om een samenhangend energie- en klimaatbeleid te formuleren. Denemarken lijkt een geslaagd voorbeeld van een land waar klimaatbeleid en economische vernieuwing hand in hand gaan.

Vaak loopt de elektriciteitssector voorop in de systeemvernieuwing, maar zijn de mobiliteit en de gebouwde omgeving moeilijker richting nulmissie te brengen.

Energieprijzen stijgen op termijn in bescheiden mate

De prijzen van olie, gas en kolen dalen wereldwijd naar verwachting tot begin jaren twintig, en laten daarna een stijging zien – voor olie en gas wat groter dan voor kolen. De KEV heeft overigens geen eigen raming gemaakt voor deze mondiale prijzen, maar heeft ze voor de korte termijn overgenomen uit marktinformatie en voor 2030 uit de meest recente World Energy Outlook van het Internationaal Energie Agentschap.

De CO₂-prijs in het Europees emissiehandelssysteem stijgt naar verwachting tot 47 euro per ton in 2030. Deze prijs is wel door het PBL zelf bepaald. Met deze invoergegevens is berekend dat ook de groot-handelsprijs voor elektriciteit na een daling tot 2020 toeneemt tot gemiddeld 57 euro/megawattuur in 2030. Omdat er steeds meer wind- en zonne-energie komt en deze op het moment dat het veel waait of de zon onbelemmerd schijnt de prijs drukken, ontvangen de producenten van elektriciteit uit wind en zon in toenemende mate een lagere prijs dan de

gemiddelde groothandelsprijs, waarbij het verschil met die gemiddelde groothandelsprijs oploopt tot ordegrrootte 13-16 procent in 2030.

Emissie in 2020: 23 [19 tot 26] procent onder 1990, elektriciteitssector reduceert fors

In 2018 was de totaal gerealiseerde broeikasgasemissie 15 procent lager dan die in 1990. Deze KEV raamt voor 2020 dat de broeikasgasemissie 23 procent lager zal zijn dan in 1990, met een bandbreedte van 19 tot 26 procent. Deze bandbreedte geeft het effect van meerdere onzekerheden op de korte termijn weer. Zo is de omvang van de elektriciteitsproductie in Nederland uiterst gevoelig voor veranderingen in de prijzen van kolen, gas en CO₂. Daardoor kan de nationale productie gemakkelijk een stuk hoger of lager uitvallen dan men zou ramen uitgaande van de gehanteerde gemiddelde veronderstellingen voor 2020. Ook kan de buitentemperatuur in 2020 zo maar kouder of warmer uitvallen dan gemiddeld. Dat zou tot meer of minder emissies leiden en dus een lagere of hogere reductie ten opzichte van 1990.

Deze KEV-raming valt met 23 [19-26] procent lager uit dan het reductiedoel van 25 procent, al valt het 25 procent reductiedoel wel in de bandbreedte. Het reductiedoel is gebaseerd op een uitspraak van de rechter in het kader van de Urgendzaak; ook in hoger beroep heeft de rechter de staat opgedragen om de uitstoot van broeikasgassen tussen 1990 en 2020 met 25 procent te reduceren. Het kabinet heeft na de sluitingsdatum van de KEV op 28 juni een aanvullend beleidspakket voor Urgenda 2020 gepresenteerd, dat in deze KEV niet volledig kon worden meegenomen. Een eerder gepubliceerde en relatief grote maatregel uit dat aanvullende Urgendapakket, de sluiting van een kolencentrale, is echter al wel meegenomen in deze KEV.

De geraamde daling van de nationale emissies tussen 2018 en 2020 wordt vooral verklaard door een geraamde forse afname in de elektriciteitssector. Dat komt door de verwachte sterke toename van hernieuwbare elektriciteitsproductie, een relatief hoge elektriciteitsimport in 2020, en ook de geraamde ontwikkeling van de energie- en CO₂-prijzen speelt een rol. In de gebouwde omgeving, industrie en mobiliteit zijn de emissiereducties tussen 2018 en 2020 naar verwachting beperkter.

De verwachte reductie van 23 [19-26] procent in de KEV is hoger dan de reductie van 21 [17-24] procent die afgelopen januari in de Kortetermijnraming voor 2020 (PBL, 2019) werd verwacht. Dit heeft vooral te maken met de hogere brandstof- en CO₂-prijzen die in de KEV voor 2020 worden geraamd.

Emissie in 2030: 35 [28-39] procent onder 1990, elektriciteitssector reduceert fors

Deze KEV raamt voor 2030, met het vastgesteld en voorgenomen beleid, een emissiereductie van 35 [28 - 39] procent ten opzichte van 1990. Daarmee ligt er nog een opgave van 14 [10-21] procent tot het reductiedoel uit de Klimaatwet (49 procent). In absolute emissies uitgedrukt komt deze KEV-raming in 2030 uit op 144 [135-159] megaton, waar het reductiedoel van 49 procent overeenkomt met 113 megaton. Er resteert in 2030 dus een reductieopgave van 31 [22-46] megaton.

Als gesteld is het Klimaatakkoord niet volledig in deze KEV geanalyseerd. Alleen de tot 1 mei bekendgemaakte kabinetsbesluiten zoals het verbod op het gebruik van kolen in de elektriciteitsproductie voor 2030 en een minimum CO₂-prijs voor elektriciteit zijn meegenomen. Ook is in de KEV meegenomen dat hernieuwbare energie zal toenemen door het continueren van de SDE+ (echter zonder de verbreding uit het Klimaatakkoord) en de salderingsregeling van zon-PV tot en met 2030. In de

Kerntabel

KEV 2019: ramingen bij voorgenomen beleid¹

Prijzen en energie	2005	2015	2018 ²	2020	2030
Bbp (index 2018 = 100) ³	83	93	100	103	120
Olieprijs (US\$/vat) ⁴	69	56	72	63	104
Gasprijs (€/m ³) ⁴		22	21	19	25
Kolenprijs (€/ton) ⁴	68	62	89	66	75
CO ₂ -prijs (€/ton) ⁴		8	16	22	47
Groothandelsprijs elektriciteit (€/MWh) ⁴	53	42	52	43	57
Gaswinning ⁵ (miljard Nm ³)	69	50	35	31	11
Gasvraag (miljard Nm ³)	47	39	40	35	30
Investerings in energie (miljard euro, lopende prijzen)	6	13	15	16	16
Aandeel hernieuwbare energie (procent)	2,5	5,7	7,4	11,4 [10-12] (2.023: 16,1 [14-17])	25,0 [21-26]
Hernieuwbare energie (petajoule)	58	119	157	239 [219-249]	502 [429-518]
Bruto finaal energieverbruik (petajoule)	2.301	2.074	2.119	2.090 [1.886-2.300]	2.007 [1.723-2.370]
Energiebesparingstempo (procent per jaar)	1,1 ⁶			1,5 ⁷ [1,5-1,6]	0,9 ⁸ [0,7-1,1]
Energiebesparing EU-cumulatief (petajoule)					556 - 691 ⁹
Energiebesparing Energieakkoord (petajoule)				80 [48-111]	

1 Bandbreedte tussen rechte haken. Voor landgebruik konden geen bandbreedtes worden bepaald.

2 Voorlopige gegevens CBS.

3 Bron: CPB, Centraal Economisch Plan 2018, Middellange Termijnverkenning 2018-2021.

4 Constante prijzen 2018.

5 Bron: Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, jaarverslag 2017, nlog.nl (realisaties), EZK (projecties).

6 Gemiddelde 2000-2010.

7 Gemiddelde 2013-2020.

8 Gemiddelde 2020-2030.

9 Gemiddelde 2021-2030.

Emissies nationaal en per sector	1990	2015	2018¹⁰	2020	2030
Broeikasgasreductie totaal t.o.v. 1990 (procent, exclusief landgebruik)	0	12	15	23 [19-26]	35 [28-39]
Broeikasgasemissie totaal (megaton CO ₂ -equivalenten):					
totaal excl. landgebruik	222	196	189	171 [165-180]	144 [135-159]
totaal incl. landgebruik	228	202	-	177	150
totaal CO ₂ (exclusief landgebruik)	163	167	161	143 [136-152]	119 [110-133]
totaal OBKG ¹¹ (exclusief landgebruik)	58	29	28	28 [28-28]	26 [25-26]
Broeikasgasemissie per sector (megaton CO ₂ -equivalenten):					
elektriciteit	39,6	53,3	45,2	29,8 [25,8-35,8]	13,7 [10,1-20,5]
industrie	87,0	56,4	57,2	56,9 [55,2-58,7]	54,2 [51,1-58,7]
gebouwde omgeving	29,9	24,5	24,4	22,8 [20,0-26,9]	19,0 [16,5-22,7]
mobiliteit	32,3	34,7	35,6	34,8 [32,7-35,7]	32,9 [29,5-37,5]
landbouw	32,9	27,0	26,9	26,9 [25,8-28,4]	24,5 [22,6-25,7]
landgebruik	6,5	5,6	-	5,3	5,6
Emissies voor ETS en niet ETS¹²	2005	2015	2018¹⁰	2020	2030
Emissies ETS-sectoren (megaton CO ₂ -equivalenten)	80,4	94,1	87,4	73,2	56,0
Emissies niet-ETS-sectoren (megaton CO ₂ -equivalenten)	134,4	101,9	101,9	98,1	88,3

10 Voorlopige gegevens RIVM/Emissieregistratie.

11 OBKG zijn de overige broeikasgassen zoals methaan, lachgas en f-gassen.

12 ETS staat voor het Emission Trading System ofwel het emissiehandelssysteem van de EU, niet-ETS staat voor de activiteiten en emissies die buiten het emissiehandelssysteem plaatsvinden.

notitie (PBL, 2019) wordt beschreven in hoeverre de maatregelen die in het Klimaatakkoord zijn aangekondigd, maar nog niet in deze KEV konden worden opgenomen, de hiervoor geconstateerde reductie-opgave voor broeikasgassen invullen.

Tussen 2018 en 2030 nemen de broeikasgasemissies naar verwachting af met 45 megaton. Twee derde van deze emissiereductie komt op het conto van de elektriciteitssector (ruim 31 megaton tussen 2018-2030). Deze forse reductie komt onder andere door het verbod op het stoken van kolen, de verwachte toename van hernieuwbare energie, verwachte veranderingen in energieprijzen en een verwachte toename van de CO₂-prijzen. Veel geringer zijn de verwachte reducties tussen 2018 en 2030 in de gebouwde omgeving (ruim 5 megaton), de industrie (ruim 3 megaton), de mobiliteit (bijna 3 megaton) en de landbouw (ruim 2 megaton exclusief landgebruik). De verwachte reducties per sector zijn vaak een optelsom van onderliggende 'plussen en minnen'.

KEV 2019 raamt lagere uitstoot in 2030 dan de NEV 2017

De emissieraming voor 2030 met voorgenomen beleid valt in deze KEV met 144 megaton CO₂-equivalenten circa 10 megaton CO₂-equivalenten lager uit dan in de NEV 2017 (154 megaton CO₂-equivalenten). Dit heeft per sector verschillende oorzaken. Zo raamt de KEV voor de elektriciteitssector in 2030 16 megaton minder emissie dan de NEV 2017. Het verbod op het stoken van kolen is daarbij bepalend. Voor de industrie raamt de KEV daarentegen voor 2030 bijna 5 megaton meer emissies dan de NEV 2017. Dit wordt met name verklaard door een aantal eerder geïdentificeerde noodzakelijke correcties¹ in statistieken en

ramingen, een administratieve verschuiving van een bron naar de industriector en een grotere inzet van warmtekoppeling (WKK). De ramingen voor de sectoren gebouwde omgeving, landbouw en mobiliteit zijn op sectorniveau vergelijkbaar tussen de KEV 2019 en de NEV 2017. Binnen deze sectoren zijn er echter wel verschillen te constateren.

Broeikasgasdoel niet-ETS voor 2020 wel, maar voor 2030 nog niet in zicht

Nederland heeft ook te maken met Europese reductiedoelen. Die hebben betrekking op de sectoren die niet onder het systeem van de Europese emissiehandel (ETS) vallen, de zogenoemde niet-ETS-sectoren zoals mobiliteit, gebouwde omgeving, landbouw en kleine industriële bedrijven. Er zijn cumulatieve doelen voor de periode 2013-2020 en voor de periode 2021-2030.

Het cumulatieve doel voor 2013-2020 bedraagt 921 megaton CO₂-equivalenten. De KEV verwacht met het vastgesteld en voorgenomen beleid dat de cumulatieve emissie voor 2013-2020 op 813 megaton uitkomt. Het Europese doel voor Nederland wordt daarmee naar verwachting gehaald.

¹ De correcties en de administratieve verschuiving van een bron naar de industriector zijn al eerder gerapporteerd in de Kortetermijnraming voor emissies en energie in 2020 gerapporteerd (PBL, 2019).

Voor de periode 2021-2030 kan op basis van voorlopige emissiegegevens een cumulatief doel van 891 megaton CO₂-equivalenten worden afgeleid. De KEV verwacht dat de cumulatieve emissie voor 2021-2030 op 926 megaton uitkomt. Ten opzichte van het Europese doel resteert er dan nog een beleidsopgave van circa 34 megaton. Deze opgave tot en met 2030 kan nog zwaarder worden mocht Nederland besluiten dat maatregelen in niet-ETS-sectoren moeten bijdragen aan het oplossen van de verwachte beleidsopgave bij het landgebruik (zie hierna).

Stijging emissies bij landgebruik verwacht, mogelijk extra beleidsopgave voor Nederland

Landgebruiksemissies (*Land Use, Land-Use Change and Forestry, LULUCF*) gaan over het saldo van emissies en verwijderingen van broeikasgassen ten gevolge van gebruik of verandering van gebruik van (landbouw) gronden. Deze landgebruiksemissies spelen geen directe rol bij de nationale reductiedoelen voor 2020 (Urgendavonnis) en 2030 (Klimaatwet). De nationale landgebruiksemissies vallen wel onder internationaal klimaatbeleid: het Kyoto-protocol en de EU-landgebruiksverordening.

Anders dan in veel andere Europese landen leidt het Nederlandse landgebruik niet tot een vermindering, maar juist extra uitstoot van broeikasgassen. Dat komt vooral door broeikasgasuitstoot uit de veenweidegebieden en een in vergelijking met andere landen geringe opname van CO₂ door bossen. Daarnaast is er sprake van CO₂-uitstoot in het landgebruik door akkerbouw en in bebouwd gebied. Tussen 2020 en 2030 stijgen de emissies naar verwachting licht. Die stijging komt doordat bossen in die periode netto wat minder CO₂ gaan vastleggen en er van bebouwd gebied meer emissies worden verwacht.

De stijging na 2020 leidt volgens de EU-landgebruiksverordening mogelijk tot een beleidsopgave (netto *debits*) voor Nederland. De KEV raamt een cumulatieve opgave van circa 2,7 megaton CO₂-equivalenten voor de periode 2021-2030. Nederland kan ervoor kiezen om deze opgave in de landgebruikssector zelf op te lossen met aanvullende maatregelen en/of door extra maatregelen te nemen in de niet-ETS-sectoren. Dit kan betekenen dat de verwachte beleidsopgave voor de niet-ETS-sectoren voor de periode 2021-2030 groter wordt.

Elektriciteitsproductie verandert spectaculair

In 2014 was de capaciteit van Nederlandse kolen- en gascentrales met 28 gigawatt 40 procent groter dan tien jaar ervoor, maar deze capaciteit was vooralsnog een maximum. Het verbod op het gebruik van kolen voor de elektriciteitsproductie gaat in tussen 2020 en 2030 voor de verschillende kolencentrales. In 2030 is de geraamde opgestelde capaciteit van gascentrales ruim 13 gigawatt. Hoewel de marktpositie van gascentrales rond 2020 veel beter is dan in de NEV 2017 werd voorzien, zal de rol van gascentrales na 2023 kleiner worden. De betere marktpositie voor gascentrales rond 2020 heeft onder meer te maken met de sterk gestegen CO₂-prijs binnen het ETS. Na 2023 wordt het aandeel van gas in de elektriciteitsvoorziening weer kleiner vanwege onder andere de groei van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit; die is immers goedkoper als de capaciteit eenmaal is geïnstalleerd. In 2030 heeft Nederland een door wind en zon gedomineerd elektriciteitssysteem dat voor meer dan twee derde van de productie zorgt, en gascentrales die vooral draaien als het minder waait of de zon minder schijnt. In 2018 bedroeg het aandeel hernieuwbaar opgewekte elektriciteit nog 16 procent.

Nederland kan een steeds grotere exporteur van stroom naar België worden, omdat er in België naar verwachting nauwelijks nieuw productievermogen wordt gebouwd en in sluiting van oude kerncentrales voorzien wordt. Dit is de grootste factor in de omslag van een per saldo importeur van stroom die Nederland nu is, naar exporteur vanaf 2023. Dit heeft uiteraard invloed op de Nederlandse broeikasgasemissies, afhankelijk van hoeveel stroom er met fossiele energie wordt opgewekt.

De eerste en grote stap in de energietransitie wordt zo gezet in de elektriciteitssector, vooral in windparken op zee en grootschalige zonneweides, maar zeker ook dicht bij huis op daken in de gebouwde omgeving en windturbines op land, al dan niet in coöperatief eigendom.

De projecties voor de elektriciteitsvoorziening zijn sterk afhankelijk van de aangenomen energieprijzen en van wat er in omringende landen gebeurt. Daarom zijn er twee gevoeligheidsanalyses gemaakt, één voor 2020 en één voor 2030. In de gevoeligheidsanalyse voor 2020 rekenen we met andere energieprijzen en nemen we aan dat het minder zou waaien, de zon meer zou schijnen en kerncentrales in Europa meer in onderhoud zouden zijn. Het gevolg is dat Nederland meer elektriciteit met kolen- en gascentrales gaat produceren en wat minder stroom gaat importeren. Dat leidt tot circa 4 megaton meer CO₂-emissies in Nederland in 2020. In de gevoeligheidsanalyse voor 2030 rekenen we met meer hernieuwbare elektriciteitsproductie in Duitsland, Frankrijk en Groot-Brittannië maar ook met een grotere elektriciteitsvraag door elektrificatie. Deze gevoeligheidsanalyse laat maar een klein verschil zien voor de Nederlandse elektriciteitsproductie in 2030 ten opzichte van het basisscenario.

Energieverbruik daalt

Energie wordt verbruikt door eindverbruikers (industrie, gebouwde omgeving, landbouw en mobiliteit) – ook wel finaal verbruik genoemd – en bij de omzetting van de ene energiedrager (zoals gas, kolen of olie) in een andere energiedrager (zoals elektriciteit of benzine).

Eindverbruikers verbruiken energie op twee manieren: als energetisch eindverbruik (voor bijvoorbeeld warmte of mobiliteit) of als grondstof in de industrie voor het maken van producten (zoals kunstmest of plastics). Het energetisch eindverbruik in Nederland daalt van 1.871 petajoule in 2018 naar 1.740 petajoule in 2030. Van het energetisch eindverbruik werd in 2018 circa de helft (53 procent) ingezet voor warmteproductie, circa een kwart (27 procent) als motorbrandstof en een vijfde (20 procent) betrof het elektriciteitsverbruik. De meeste energie wordt verbruikt in de gebouwde omgeving (36 procent), ongeveer evenveel in de nijverheid (29 procent) en mobiliteit (27 procent) en veel minder in de landbouw (7 procent). De daling in het totale energetisch verbruik tussen 2018 en 2030 komt vooral door de daling in het verbruik voor warmte.

Het verbruik van energiedragers als grondstof bedraagt in 2018 circa 530 petajoule en neemt naar verwachting toe tot 584 petajoule in 2030.

Het zogenoemde primair energieverbruik omvat het energetisch en niet-energetisch eindverbruik en het gebruik van energie voor omzettingen. Het primaire verbruik daalt naar verwachting van 3.115 petajoule in 2018 tot circa 2.800 petajoule in 2030. Vooral het verbruik van aardgas daalt tot en met 2030, dat van olie veel minder. Het gebruik van kolen neemt ook substantieel af door het verbod op het gebruik ervan voor de elektriciteitsproductie. De bijdrage van hernieuwbare bronnen zal sterk toenemen, vooral in de elektriciteitsproductie.

Warmtevoorziening verandert minder

Het finaal energieverbruik voor warmte neemt af van 1.008 petajoule in 2017 tot 903 petajoule in 2030. De nationale warmtevoorziening blijft door aardgas gedomineerd: het aandeel daarvan neemt licht af van 76 procent in 2017 naar een verwachte 68 procent in 2030 (onder vastgesteld en voorgenomen beleid). Het aandeel van hernieuwbare energie verdubbelt naar verwachting van een kleine 6 procent in 2017 naar circa 13 procent in 2030. Zo groeit hernieuwbaar opgewekte warmte tot en met 2030 veel minder snel dan die van elektriciteit (dit laatste aandeel is ruim twee derde in 2030).

Het aandeel hernieuwbare energie in stadsverwarming stijgt naar verwachting van 20 procent in 2017 naar meer dan 50 procent in 2030. De omvang van stadsverwarming is in Nederland beperkt en bedraagt enkele procenten van het totaal finaal energieverbruik voor warmte.

Wisselend beeld van energiebesparing

De besparing op het primair energieverbruik wordt al vele jaren bijgehouden en is daarmee een goede indicator van de prestatie op langere termijn. In het zogenaamde Protocol Energiebesparing (PME) worden alle besparingen opgeteld, ongeacht hun aanleiding. Het besparingstempo volgens PME ligt in de periode 2013-2020 naar verwachting rond de 1,5 procent – aanzienlijk hoger dan het tempo van 1,1 procent tussen 2000 en 2010. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het Energieakkoord. Omdat dit akkoord uit 2013 geen nieuw beleid meer kent, en er nog geen rekening is gehouden met eventueel nieuw besparingsbeleid tussen 2020 en 2030, valt het besparingstempo voor de periode 2020-2030 terug tot 0,9 procent gemiddeld per jaar.

De Europese Unie streeft naar een besparing op het energieverbruik in 2030 van 32,5 procent ten opzichte van 2007, en heeft dit in 2018 vastgelegd in de herziene richtlijn Energie-efficiëntie. Volgens artikel 3 uit deze richtlijn moeten lidstaten aangeven naar welk indicatief nationaal energieverbruik – finaal en primair – ze in 2020 streven en in 2030 willen bijdragen. Nederland haalt in 2020 de indicatieve nationale streefwaarde voor het finale verbruik naar verwachting wel, maar niet die voor het indicatieve nationale primaire verbruik. Het in de KEV 2019 veronderstelde beleid is ontoereikend om de indicatieve nationale bijdragen voor 2030 – finaal en primair – te halen.

Artikel 7 uit de richtlijn verplicht lidstaten tot extra besparingen op finaal energieverbruik – opgeteld over meerdere jaren gedurende een bepaalde periode. Alleen de effecten van nationaal beleid tellen daarbij mee. De effecten van Europees beleid en autonome besparingen mogen hierbij niet meetellen. Nederland haalt het doel voor de periode 2014-2020 wel, maar voor het doel in de periode 2020-2030 is het in de KEV 2019 veronderstelde beleid nog ontoereikend.

Ten slotte is in het Energieakkoord een doel geformuleerd om 100 petajoule in 2020 extra te besparen. De KEV 2019 verwacht dat deze besparing uitkomt op 80 [48-111] petajoule. Hoewel 2020 dichtbij is heeft de geraamde besparing nog een grote bandbreedte, wat aangeeft dat deze een relatief grote onzekerheid kent. Vier grote maatregelen – Europese normen voor auto's, een taakstellend convenant voor huishoudens, betere handhaving van de Wet milieubeheer en besparingsafspraken in de grote industrie – zorgen samen voor 40 petajoule besparing. Een groot aantal kleinere maatregelen zorgt voor nog eens 40 petajoule. Gegeven de beperkte vooruitgang in de verwachte besparing tussen de NEV 2017 (75 petajoule in 2020) en deze

KEV 2019 (80 petajoule) en de beperkte tijd tot en met 2020 lijkt de kans niet groot dat dit doel wordt gehaald.

Energie is een belangrijke sector voor de Nederlandse economie

De handel in energieproducten, zoals kolen, olieproducten en aardgas, speelt een belangrijke rol in de Nederlandse import en export. De totale waarde van de geïmporteerde energieproducten bedroeg in 2018 11 procent van het totaal van de Nederlandse import. Een deel van deze producten wordt direct doorgevoerd naar buurlanden en een ander deel wordt verwerkt van verschillende ruwe producten tot hoogwaardige producten die vervolgens ook gedeeltelijk geëxporteerd worden. De exportwaarde van de doorvoer van energieproducten en de verwerkte energieproducten beslaat 9 procent van de totale waarde van de Nederlandse export. Hierbij gaat het nog grotendeels om conventionele energie: olie, kolen en gas.

Energie is ook kapitaalintensief. Meer dan 8 procent van alle investeringen in Nederland is energie-gerelateerd. De helft hiervan wordt inmiddels geïnvesteerd in hernieuwbare energie en besparing, een kwart in conventionele energie en een kwart in infrastructuur. Deze investeringen groeien fors: van 12-13 miljard in 2014-2017 naar ongeveer 16-17 miljard in 2020 en de jaren daarna (cijfers in lopende prijzen). Deze stijging komt met name door een stijging van investeringen in hernieuwbare energie en energiebesparing bij het voorgenomen beleid tot en met 2030. De energiesector levert daarmee in toenemende mate een bijdrage aan de vernieuwing van onze economie.

De energiesector levert een totale bijdrage van 4 tot 4,5 procent aan het bruto binnenlands product (bbp) in de periode 2018-2030. Tot 2014 was die bijdrage hoger vanwege de gaswinning. De bijdrage van conventionele energie neemt af naar ongeveer 1,6 procent van het bbp tussen 2020 en 2030, die van hernieuwbare energie stijgt naar 2 procent in deze periode, en energiebesparing en de energieinfrastructuur dragen elk voor ongeveer 0,5 procent bij tot en met 2030.

Inhoud

1	Inleiding	21			
1.1	Aanleiding en vraagstelling	22	4.5	Aardgas en de brandstofvoorziening	100
1.2	Algemene aanpak en beleidsvarianten	24	4.6	Hernieuwbare energie	104
1.3	Definities en algemene uitgangspunten	29	4.7	Energiebesparing	107
1.4	Leeswijzer	31			
2	Internationale ontwikkelingen	33	5	Sectorale ontwikkelingen en broeikasgasemissies	117
2.1	Energiemarkten en emissiehandel (CO ₂)	34	5.1	Elektriciteit	118
2.2	Ontwikkelingen Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt	39	5.2	Industrie	122
2.3	Mondiale en Europese ontwikkelingen van broeikasgassen	42	5.3	Gebouwde omgeving	134
2.4	Internationale beleidsontwikkelingen	45	5.4	Landbouw	152
			5.5	Landgebruik	163
3	Nationale ontwikkelingen in broeikasgasemissies	67	5.6	Mobiliteit	167
3.1	Nationale broeikasgasemissies	68	5.7	Bunkerbrandstoffen	177
3.2	Nationale broeikasgasemissies in het emissiehandelsstelsel (ETS)	73	6	Economische aspecten van de energievoorziening	183
3.3	Nationale broeikasgasemissies buiten het emissiehandelsstelsel (niet-ETS)	75	6.1	Economische afbakening Klimaat- en Energieverkenning	184
3.4	Nationale broeikasgasemissies KEV 2019 vergeleken met eerdere ramingen	77	6.2	Klimaat en energie economisch verkend	185
			6.3	Exploitatieactiviteiten	189
4	Nationale ontwikkelingen in energie	83	6.4	Investerings in energie en de daardoor gecreëerde vraag naar arbeid	192
4.1	Ontwikkeling in het energieverbruik door eindverbruikers	84	6.5	Energie-innovatie	196
4.2	Het primair energieverbruik en de energiemix	87			
4.3	Elektriciteitsvoorziening	91			
4.4	Warmtevoorziening	99			
				Referenties	199
				Bijlage	209

Introductie en methode

Dit hoofdstuk beschrijft de aanleiding, het doel en de ambitie van de Klimaat- en Energieverkenning 2019 (KEV). Deze KEV bouwt voort op eerdere edities van de Nationale Energieverkenningen die tussen 2014 en 2017 zijn uitgebracht. In dit hoofdstuk komen methodes, beleidsuitgangspunten en definities aan bod die ten grondslag liggen aan de KEV.





Inleiding

1.1 Aanleiding en vraagstelling

Kennisbasis voor het maatschappelijk debat

Sinds het uitkomen van de NEV 2017 heeft een aantal verschuivingen in het Nederlandse energie- en klimaatbeleid plaatsgevonden. Ten eerste een verschuiving in tijdsfocus; het voornaamste doeljaar voor beleidsinspanningen is verschoven van 2020 naar 2030. Het Regeerakkoord van de huidige regering richt zich op 2030. De Klimaatwet neemt dat over met een streven naar een broeikasgasreductie van 49 procent in 2030 ten opzichte van 1990, binnen de context van een wettelijke reductiedoelstelling van 95 procent in 2050 (Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 2019). Ten tweede een accentverschuiving in de doelstelling van energiegerelateerde doelen, zoals energiebesparing en productie van hernieuwbare energie naar een klimaatgerelateerde doelstelling: de reductie van broeikasgassen op Nederlands grondgebied. De NEV beweegt met deze ontwikkelingen mee, en heet vanaf dit jaar de Klimaat- en Energieverkenning (KEV).

Ontwikkelingen binnen Nederland die samenhangen met de transitie naar een klimaatneutrale energievoorziening brengen de energiehuishouding op verschillende punten in beweging. Autonome ontwikkelingen en ontwikkelingen in het buitenland zorgen daarnaast voor een complexe dynamiek die continu invloed heeft op wat er in Nederland gebeurt. Om het maatschappelijke en politieke debat over onze toekomstige broeikasgasuitstoot te kunnen voeren, is heldere en actuele informatie over de stand van zaken en de verwachte ontwikkelingen van de broeikasgasuitstoot essentieel. De KEV biedt inzicht in de ontwikkelingen rond de uitstoot van broeikasgassen zowel via de fysieke onderdelen van de energiehuishouding (zoals activiteiten in de industrie en de agrarische sector) als in een aantal relevante

economische en innovatieaspecten. Door verbanden tussen de verschillende onderdelen en aspecten te leggen biedt de KEV een meer integrale beschouwing van de nationale broeikasgasuitstoot en de effecten van beleid binnen de context van de brede ontwikkeling van de energiehuishouding. De KEV gaat zowel over de realisaties tot nu toe, als de verwachte ontwikkelingen in de toekomst, en brengt daarmee de trends en onderliggende verklaringen in beeld. De KEV toetst verschillende beleidsdoelen met de verwachte ontwikkelingen.

Bij de projecties van deze KEV zijn, net als in de NEV 2017, twee beleidsvarianten in beschouwing genomen: vastgesteld beleid en voorgenoemen beleid. Deze worden in paragraaf 1.2 verder toegelicht. De KEV bouwt ook wat betreft de periodiciteit voort op de NEV. De peildatum voor het vaststellen van beleid ligt daarom op 1 mei. Omdat op 1 mei van dit jaar het Klimaatakkoord nog in ontwikkeling was, is dit akkoord niet meegenomen in deze KEV. Daarmee vervult de KEV de in de Klimaatwet bedoelde rol van jaarlijkse referentie. Tegelijkertijd met deze KEV publiceert het PBL een aanvullende notitie waarin de effecten van het Klimaatakkoord op hoofdlijnen geanalyseerd worden (PBL, 2019b). De aanvullende notitie gebruikt de KEV 2019 als basisscenario, waartegen de afspraken uit het Klimaatakkoord afgezet kunnen worden. De ontwikkeling van de gemiddelde energierekening voor huishoudens is niet in deze KEV opgenomen, maar wordt begin volgend jaar geactualiseerd.

De KEV geeft de meest plausibel geachte ontwikkelingen van de broeikasgasuitstoot en de relevante activiteiten weer, zoals in de energiehuishouding en de landbouw. De geschetste ontwikkelingen bevatten echter inherente onzekerheden, bijvoorbeeld rond de ontwikkeling van de prijzen van energiedragers en koolstofdioxide

(CO₂), onzekerheden in beleid op korte en langere termijn en de interactie met buitenlandse energiemarkten. Daarom worden rond de belangrijkste uitgangspunten en veronderstellingen bandbreedtes gegeven die deze onzekerheden reflecteren.

In dit rapport worden ramingen gegeven van de emissies van koolstofdioxide (CO₂) en overige broeikasgassen (OBKG). Deze ontstaan onder meer in processen waarbij energie wordt omgezet zoals de elektriciteitsproductie. Maar in de KEV worden ook processen beschouwd waarbij energie niet direkt een rol speelt, zoals OBKG-emissies uit productieprocessen in de industrie, emissies uit landgebruik en methaanemissies uit de veeteelt.

KEV is verankerd in de Klimaatwet en heeft een andere rol dan de NEV

De Klimaatwet geeft de KEV een wettelijke status als verantwoordingsinstrument over de emissies van broeikasgassen. De KEV wordt conform de Klimaatwet jaarlijks op een in de Klimaatwet vastgestelde datum naar de Tweede Kamer gestuurd. Het kabinet stelt jaarlijks een klimaatnota en vijfjaarlijks een klimaatplan op, die ook naar de Tweede Kamer gestuurd worden. Zowel de KEV als de klimaatnota's worden aan de Raad van State voorgelegd. De klimaatnota's worden door de Raad van State voorzien van een advies aan de Tweede Kamer. De KEV bouwt voort op de eerdere edities van de NEV, maar omdat de KEV een andere rol heeft dan de NEV, zal de eerste jaren sprake zijn van een groeimodel om beter aan te sluiten bij de vraagstelling die bij deze nieuwe rol hoort.

Invloed van externe factoren op het Nederlandse energiesysteem

Diverse ontwikkelingen in binnen- en buitenland hebben invloed op zowel de binnenlandse vraag naar energie als de binnenlandse energievoorziening zelf. Vanwege recente marktontwikkelingen en

nieuwe inzichten over de wereldwijde ontwikkeling van vraag en aanbod naar olie, kolen en gas zijn bijvoorbeeld de vooruitzichten voor de energieprijzen op de kortere en langere termijn opnieuw bijgesteld.

Transitie naar een duurzaam, koolstofarm energiesysteem

De Nederlandse overheid streeft ernaar om in enkele decennia een koolstofarme energiehuishouding tot stand te brengen en wordt hierin gesteund door maatschappelijke organisaties. Dat is een enorme opgave, waarbij gehoopt wordt dat dit kansen creëert voor nieuwe, duurzame economische groei. Momenteel is de energiehuishouding in Nederland nog grotendeels gebaseerd op fossiele energie met een relatief hoge CO₂-uitstoot. Dat impliceert dat er snel grote veranderingen nodig zijn en deze consequenties zullen hebben voor de hele samenleving.

De eerste stappen in de richting van deze transitie zijn gezet met het vaststellen van Europese klimaat- en energiedoelen voor 2020 en 2030, met het afsluiten van het Energieakkoord in 2013 met energiedoelen voor 2020 en 2023 en het invoeren van op deze doelen geënt beleid. Het huidige nationale energie- en klimaatbeleid is een complex raamwerk van subsidies, heffingen, convenanten, normen en andere vormen van regelgeving. Deze zijn gericht op vrijwel alle onderdelen van de economie.

Voor de termijn na 2020 is de beleidscontext nu duidelijker. In 2019 is een Klimaatwet van kracht geworden die voor 2030 streeft naar 49 procent reductie van broeikasgassen ten opzichte van 1990 en voor 2050 een reductie van 95 procent ten doel stelt. In 2050 moet de elektriciteitsproductie volledig CO₂-neutraal zijn. In 2018 en 2019 zijn de plannen om het streven voor 2030 te halen, uitgewerkt in het Klimaatakkoord

(Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2019a). Dit akkoord is eind juni in de Tweede Kamer besproken en wordt nu verder uitgewerkt.

In 2019 is de besluitvorming over het Europese pakket Clean Energy for all Europeans afgerond (EC, 2019). Met dit pakket geeft de EU invulling aan het doel om in 2030 de broeikasgasuitstoot met 40 procent te verminderen ten opzichte van 1990. Daarnaast heeft de Europese Commissie een langetermijnstrategie uitgebracht waarmee de broeikasgasemissies in de EU in 2050 in lijn worden gebracht met het klimaatakkoord van Parijs (EC, 2018).

De KEV 2019 bevat het beleid per 1 mei 2019

De ramingen in de KEV zijn gebaseerd op alle relevante informatie die op 1 mei 2019 beschikbaar was. Het Klimaatakkoord is daardoor geen onderdeel van de beleidsvarianten in de KEV 2019. Recentere informatie uit energie- en emissiestatistieken die tot en met augustus 2019 beschikbaar zijn gekomen, zijn daar waar relevant toegelicht. Deze KEV biedt daardoor een actuele referentie waarlangs de effecten van het Klimaatakkoord afgemeten kunnen worden. Het effect van het Klimaatakkoord op broeikasgassen is in een aparte notitie geanalyseerd, die tegelijk met de KEV uitkomt (PBL, 2019b).

Informatiebron voor nationale en internationale rapportageverplichtingen

Behalve een brede informatiefunctie vervult de KEV een rol in de diverse rapportageverplichtingen van Nederland rond de energiehuishouding en broeikasgasemissies. Het document vormt de basis voor rapportages die voortkomen uit de Klimaatwet en de (voortgangs-) rapportagecyclus van de Borgingscommissie van het Energieakkoord. De KEV bevat ook informatie voor verschillende rapportages aan de Europese Commissie, waaronder het Integrale Nationale Energie- en Klimaatplan (INEK).

Verder dient de KEV als bron bij rapportages aan onder andere de Verenigde Naties en het Internationaal Energieagentschap (IEA). Cijfers in de KEV kunnen afwijken van cijfers in internationale rapportages over energie, CO₂ en overige broeikasgassen. Dit kan komen omdat bij de samenstelling van internationale rapportages soms afwijkende definities worden gebruikt en zijn voor die rapportages in het algemeen definitief vastgestelde statistieken vereist.

Ontwikkelingen sinds NEV 2017

In de KEV 2019 wordt expliciet aandacht geschonken aan de verschillen met ontwikkelingen sinds de NEV 2017. Er is gekozen om ongewijzigde inzichten slechts te herhalen waar dat relevant is voor het totaalbeeld, en daarmee zoveel mogelijk nieuwe inzichten in beeld te brengen en deze te duiden. Waar de Kortetermijnraming voor emissies en energie in 2020 (PBL, 2019a) cijfers heeft gepresenteerd wordt hiermee vergeleken. Voor de overige gegevens over 2020, hernieuwbaar energieaanbod in 2023 en alle gegevens over zichtjaar 2030 wordt met de NEV 2017 vergeleken. De KEV 2019 is opgezet als zelfstandig leesbare rapportage. Voor gedetailleerde duiding van reeds langer bekende ontwikkelingen wordt terugverwezen naar eerdere edities van de NEV.

1.2 Algemene aanpak en beleidsvarianten

Algemene aanpak en aanpassingen ten opzichte van de NEV 2017

De KEV is gebaseerd op modellen en projectiemethodieken van het PBL (ECN & PBL, 2010; PBL & ECN, 2012; ECN, 2013; Hekkenberg & Verdonk, 2014; Schoots & Hammingh, 2015; Schoots et al., 2016; Schoots et al., 2017; Velthof et al., 2019), de fysieke energiestatistieken en de economische radar duurzame energie van het CBS (CBS, 2013), en statistieken van de

Emissieregistratie en RVO.nl. In de voorbereidende fase hebben de auteurs van deze KEV, net als bij de vorige verkenningen, ‘domeingesprekken’ gevoerd met de ministeries, de leden en het secretariaat van de Borgingscommissie van het Energieakkoord en andere deskundigen over de uitwerking, onderbouwing, doorrekenbaarheid en timing van maatregelen.

De focus van het nationale klimaatbeleid voor de periode tot 2030 is nu vooral gericht op het streven naar een reductie van de nationale broeikasgassen van 49 procent ten opzichte van 1990. Dit is een verandering ten opzichte van eerdere nationale en Europese doelstellingen, die waren gericht op energiebesparing, verduurzaming van de energievoorziening en de reductie van broeikasgassen binnen en buiten het emissiehandelsstelsel. De KEV is een voortzetting van de NEV en gaat mee in deze verandering. In de opbouw van de KEV staan de emissies van nationale broeikasgassen voorop en worden ontwikkelingen primair daaraan gerelateerd. Die ontwikkelingen betreffen niet alleen de energiegerelateerde broeikasgasemissies, maar bijvoorbeeld ook de emissies van niet-CO₂ broeikasgassen uit de industrie en de agrarische sector.

Economie, demografie en beleid bepalen energieverbruik en emissies

De KEV gebruikt bottom-up analyses om een energiebalans van de Nederlandse energiehuishouding te construeren, zowel voor het verleden als de toekomst. De KEV analyseert ontwikkelingen in de verschillende maatschappelijke en economische sectoren die een rol spelen bij de totstandkoming van de energievraag en -productie. Hiermee zijn alle energiestromen in kaart gebracht. Daarbij is zoveel mogelijk gewerkt vanuit de kwantitatieve ontwikkeling van de onderliggende activiteiten, zoals de productie van elektriciteit en goederen, het gebruik van apparaten, het verwarmen van gebouwen en

het aantal gereden kilometers. Hierna berekenen we de effecten van deze activiteiten op broeikasgasuitstoot. Daarnaast worden bottom up activiteiten in de landbouw en industrie in kaart gebracht die uitstoot van niet-CO₂ broeikasgassen veroorzaken. Voor een historische analyse van broeikasgasuitstoot en de energiehuishouding heeft het CBS feitelijke informatie verzameld uit vragenlijsten voor bedrijven en registraties van netbedrijven en overheden. Dit wordt aangevuld met monitoringgegevens over de uitstoot van niet-CO₂ broeikasgassen van het RIVM.

Voor de projecties over de energiehuishouding zijn de verwachte veranderingen van deze activiteiten berekend op basis van aannames over ontwikkelingen in de economie, demografie en energiemarkten. Bij het maken van de projecties is zoveel mogelijk rekening gehouden met vastgestelde en aangekondigde projecten en beleidsvoornemens van overheden en andere maatschappelijke actoren. De verwachte activiteit is vervolgens omgerekend naar het daarbij horende energieverbruik en de daarvoor benodigde energieproductie, waarbij de toepassingsgraad en fysische karakteristieken van verschillende energietechnologien in ogenschouw zijn genomen. Verwachte technologische ontwikkelingen spelen daarbij een belangrijke rol, vooral als deze samenhangen met een verbetering van de energieefficiëntie en met de veranderingen in de brandstofmix voor elektriciteitsproductie. Het energieverbruik is, ten slotte, omgerekend naar CO₂-emissies¹. De emissies van overige broeikasgassen zijn op een vergelijkbare wijze bepaald, waarbij deze emissies vooral gerelateerd zijn aan niet-energetische processen in de industrie en de landbouw.

1 CO₂-emissies worden per CO₂-bron bepaald en opgeteld tot totalen per sector en voor de hele energievoorziening.

De KEV maakt gebruik van een combinatie van modellen van PBL, ECN part of TNO, RVO.nl, RIVM en de WUR voor de verschillende onderdelen van de energiehuishouding, landbouw en landgebruik. Gezamenlijk leiden deze tot een volledige en consistente energiebalans voor Nederland, die aansluit op de CBS Energiebalans, en tot een sluitend emissieoverzicht.

Bij het maken van de projecties zijn de volume- en prijsontwikkelingen van energieproducten en de economische ontwikkeling van relevante sectoren meegenomen. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van de inzichten voor de langere termijn (2030) uit de eind 2015 gepubliceerde scenariostudie Welvaart en Leefomgeving (WLO) (CPB & PBL 2015) en 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 in deze KEV zijn gebaseerd op de projecties van de vraag, het vastgestelde en voorgenomen beleid en de verwachte levensduur van installaties.

Eén referentiescenario tot 2030, twee beleidsvarianten en bandbreedten

Ontwikkelingen in externe factoren zoals de economie, demografie, brandstof- en CO₂-prijzen, technologie en menselijk gedrag zijn slechts beperkt te voorspellen, maar oefenen grote invloed uit op de energiehuishouding. Daarom kennen de KEV-projecties onvermijdelijk een grote onzekerheid. Het hoofddoel van de KEV is echter om op basis van de meest actuele inzichten over genoemde externe factoren een beeld te geven van de meest plausibele toekomstsituatie. De KEV geeft daarom één inschatting van de toekomst voor de aangenomen ontwikkelingen in de genoemde externe factoren. Daarmee ontstaat één referentiescenario dat het voorwaardelijke uitgangspunt vormt voor de twee

beleidsvarianten in de KEV 2019. Als de ontwikkelingen zo gaan als wordt aangenomen, dan zijn de consequenties voor bijvoorbeeld de energiehuishouding of de veehouderij zoals beschreven. Omdat de onzekerheden rond de genoemde externe factoren omvangrijk zijn worden deze in beeld gebracht door middel van onzekerheidsbandbreedtes. De beleidsvarianten en bandbreedtes worden verderop nader toegelicht.

De KEV geeft geen ramingen na 2030. Dat heeft twee redenen. Zo is de aanpak van de huidige KEV (met één referentiescenario, twee beleidsvarianten en onzekerheidsbandbreedten), voor de lange termijn tot 2050 niet goed bruikbaar. Dat komt omdat de onzekerheden voor de externe factoren op die lange termijn sterk toenemen. Een analyse met meerdere scenarios voor mogelijke ontwikkelingen in externe factoren, zoals de WLO (CPB & PBL 2015), is dan passender. Daar komt bij dat het nationale en Europese klimaatbeleid voor de periode na 2030 veel beperkter is uitgewerkt in concrete beleidsinstrumenten dan het beleid tot en met 2030.

Beleidsvarianten en beleidsmatige uitgangspunten tot en met 2030

Naast de externe factoren wordt de ontwikkeling van de energiehuishouding beïnvloed door energie- en klimaatbeleid van overheden en de maatregelen en het handelen van andere maatschappelijke actoren, zoals burgers, bedrijven en coöperaties. Dit beleid wordt regelmatig bijgesteld om de ontwikkeling van de energiehuishouding in de gewenste richting bij te sturen. Daarom analyseert de KEV jaarlijks de beleidsvoortgang en deelt daarbij huidig beleid op peildatum 1 mei opnieuw in onder de beleidsvarianten 'vastgesteld beleid' en 'voorgenomen beleid'. De criteria die gelden bij het indelen van vastgesteld en voorgenomen beleid worden hieronder nader toegelicht.

Daarna worden de belangrijkste wijzigingen in beleid per variant besproken. Een overzicht van alle beleidsmaatregelen per variant is te vinden op de website van de KEV. De belangrijkste veranderingen in het Europese en mondiale beleid, worden in paragraaf 2.3 nader toegelicht. Beleid wordt, daar waar relevant, in meer detail besproken in de andere hoofdstukken.

De beleidsvarianten en beleidsuitgangspunten in de KEV 2019:

De variant 'vastgesteld beleid' omvat de maatregelen die door de Rijksoverheid of de Europese Unie uiterlijk op 1 mei 2019 zijn gepubliceerd of afspraken van marktpartijen, maatschappelijke organisaties en andere overheden die op of voor die datum concreet zijn geformuleerd en bindend zijn vastgelegd. De belangrijkste wijzigingen in deze beleidsvariant sinds de NEV 2017 zijn:

- het verbod op kolen voor elektriciteitsproductie: de Hemwegcentrale sluit uiterlijk eind 2019, de Amercentrale mag vanaf 2025 geen kolen meer gebruiken en de resterende drie kolencentrales moeten per 2030 stoppen met kolengebruik;
- de huidige SDE+-regeling gaat door vanaf 2020 met jaarlijkse openstellingen. De jaarlijkse kasuitgaven zijn daarbij gemaximeerd op een niveau van 3,4 miljard euro. Windenergie op zee (vanaf hier wind op zee) kan in principe via subsidieeloze tenders doorgroeien, waarbij de SDE+ een vangnet vormt indien de kostprijs tegen valt. Conform de Voortgangsrapportage uitvoering routekaart wind op zee 2030 (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2019b) is in deze variant ten aanzien van de periode 2020-2026 een uitrol van wind op zee met 0,7 GW per jaar en tussen 2027 en 2030 met 1 GW per jaar

verondersteld. Wind op land en grootschalige zonne-energie vallen van 2020 tot en met 2030 onder de SDE+;

- voor de Salderingsregeling Zon-PV is aangenomen dat deze ongewijzigd doorloopt, omdat de vormgeving van de afbouw van de salderingsregeling op 1 mei niet bekend was;
- de handhaving Wet milieubeheer (Wm) is aangescherpt met een informatieplicht voor bedrijven per 1 juli 2019 en nieuwe erkende maatregellijsten uit 2018;
- op weg naar gemiddeld label-B in 2021 doen woningbouwcorporaties extra inspanningen op het gebied van energiebesparing;
- verschuiving energiebelasting van elektriciteit naar aardgas per 1 januari 2019 ;
- de ISDE-regeling stopt na 2020;
- extra budget 2019 voor de regeling Energie-efficiëntie en Hernieuwbare energie glastuinbouw (EHG) voor het subsidiëren van extra energieschermen;
- nieuwe regelgeving per 1-1-2018 over fosfaatrechten in de melkveehouderij, warme sanering van de varkenshouderij;
- de nieuwe Europese CO₂ -normen voor 2030 voor personen-, bestel- en vrachtauto's waarin de uitstoot in 2030 voor personen- en bestelauto's met respectievelijk 37,5 procent en 31 procent moet zijn teruggedrongen ten opzichte van de uitstoot in 2020. Voor vrachtauto's geldt een reductie van 30 procent in 2030 ten opzichte van het emissieniveau in 2019;
- de bijmenging van biobrandstoffen is conform de door Nederland aangescherpte jaarverplichting voor de sector mobiliteit. Dit komt neer op 16,4 procent hernieuwbare energie in in 2020, inclusief de (nu nog geldende) mogelijkheid tot dubbeltelling. Voor de periode na 2020 is nog geen nationaal beleid vastgesteld. Daarom valt het KEV

terug op de aannahme uit de NEV 2017 waarbij het bijmengpercentage van 10 procent tussen 2021 en 2030 is doorgetrokken.

De variant 'voorgenomen beleid' neemt naast de vastgestelde maatregelen ook beleidsvoornemens mee. Voorgenomen maatregelen zijn alleen meegenomen indien deze op 1 mei 2019 openbaar, officieel medegedeeld en concreet genoeg uitgewerkt waren. Het pakket voorgenomen beleid is slechts beperkt anders dan het vastgestelde beleid. De belangrijkste wijzigingen in deze beleidsvariant sinds de NEV 2017 zijn:

- bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG): nieuwbouweisen voor gebouwen na 2020;
- vervroeging Ecodesign houtkachels, emissie-eisen gaan in per 2020 in plaats van per 2022;
- uitbreiding OCAP: extra levering van industriële CO₂ van 0,1 naar 0,2 Mton voor groeibevordering van gewassen in de glastuinbouw.
- kilometerheffing Vrachtverkeer vanaf 2022;
- per 1-1-2021 een vliegbelasting van 7 euro per vertrekkende passagies en 1,93-3,85 euro per ton vracht voor vrachtvervoerders (tariefhoogte afhankelijk van geluidsemissie van het vliegtuigtype).

Onzekerheid van toekomstprojecties in bandbreedtes

De projecties van de KEV zijn gebaseerd op een zo recent en nauwkeurig mogelijk beeld van de verwachte ontwikkeling in factoren die de emissie- en energiehuishouding beïnvloeden. Deze factoren omvatten onder meer de ontwikkelingen in externe factoren (zoals bijvoorbeeld macro-economische ontwikkeling) en beleid. De projectiewaarden worden gezien als de meest plausibele waarden, gegeven de verwachtingen rond de ontwikkelingen in deze factoren. Deze

verwachtingen zijn echter inherent onzeker. In de KEV wordt daarom gebruik gemaakt van onzekerheidsbandbreedtes rondom de projectiewaarden. De KEV geeft bandbreedtes rond de projectie op de korte termijn (zichtjaar 2020) en de middellange termijn (zichtjaar 2030). Omdat de KEV uitgaat van verschillende beleidsvarianten, wordt het al dan niet invoeren van nieuw beleid of stopzetten van beleid nadrukkelijk niet als onzekerheid meegenomen. Het achtergrondrapport (Van der Welle et al. 2017) geeft een gedetailleerde toelichting op de rekenmethode van de onzekerheidsanalyse.

Gevoeligheidsanalyses

Voor ontwikkelingen waarvan de onzekerheid op de korte of middellange termijn een relatief groot effect op de projecties kan hebben, kan een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd of een extra beleidsvariant worden opgesteld. In deze KEV wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de impact op de elektriciteitsmarkt in 2020 van een lagere beschikbaarheid van kernenergiecentrales in België en Frankrijk, een jaar met minder wind en droogte in Noord Europa, en sterkere fluctuaties van de energie- en CO₂-prijzen dan gebruikelijk. Voor 2030 wordt een gevoeligheidsanalyse uitgewerkt met ambitieuzer klimaat- en energiebeleid in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland waardoor er meer hernieuwbare elektriciteit en minder elektriciteit uit kolen en kernenergie beschikbaar is.

1.3 Definities en algemene uitgangspunten

KEV sluit zoveel mogelijk aan bij nationale en Europese definities. De KEV sluit zoveel mogelijk aan bij de definities van energieverbruik, energiebesparing en emissie van broeikasgassen zoals die worden gebruikt in het nationale of Europese energie- en klimaatbeleid. Deze definities hebben niet altijd dezelfde afbakening. Relevante ontwikkelingen kunnen daardoor op basis van (meerdere) verschillende definities beschreven worden. Dit doet zich onder meer voor bij energiebesparing en doelbereik niet-ETS-emissies. Waar van algemeen toepasbare definities wordt afgeweken, is dit specifiek vermeld.

Interpretatie 'doelbereik'

Voor bepaalde ontwikkelingen in de energiehuishouding en voor het effect van bepaalde beleidsmaatregelen, zijn politieke of maatschappelijke doelen afgesproken. In de KEV worden deze ontwikkelingen beschreven, waarmee inzichtelijk gemaakt wordt in welke mate, bij de huidige inzichten en gegeven de verschillende onzekerheden, de doelen worden bereikt. De KEV heeft niet als doel om het energiebeleid te beoordelen, maar geeft een zo feitelijk mogelijke weergave van de meest plausibele ontwikkeling van de energiehuishouding. Dit is gedaan op basis van onder meer de actuele inzichten over het effect van vastgestelde en/of voorgenomen beleidsinstrumenten.

Zoals hierboven beschreven geeft de middenwaarde van de KEV de meest plausibele ontwikkeling aan. Op basis van de middenwaarde kan worden vastgesteld of een doelwaarde waarschijnlijk wel of waarschijnlijk niet zal worden bereikt. De bandbreedte voor de korte termijn (2020) geeft extra inzicht in de mate van waarschijnlijkheid. Het bereiken van een waarde buiten de bandbreedte voor 2020 wordt,

bij gegeven uitgangspunten, als zeer onwaarschijnlijk ingeschat. De bandbreedte voor 2030 moet als indicatie voor de onzekerheid worden gezien. In deze KEV zal verder, waar dat aan de orde is, dieper worden ingegaan op de factoren die het zwaarst wegen in een specifieke bandbreedte voor de korte en/of middellange termijn.

De verwachtingen in de KEV omtrent doelbereik kunnen dienen als een basis voor debat en beleidskeuzes. De mogelijke politieke interpretatie van deze verwachtingen en de eventuele gevolgtrekkingen daaruit vallen buiten het domein van deze studie.

Sectorale indeling gelijk aan de indeling van de klimaattafels van het Klimaatakkoord

De definitie van sectoren in de KEV volgt de indeling van de klimaattafels van het Klimaatakkoord: Elektriciteit, Industrie, Gebouwde omgeving, Landbouw, Landgebruik en Mobiliteit. Deze indeling is verder gespecificeerd in (PBL, 2019a). Vanwege (inter)nationale indelingen omvat de sector elektriciteit in de CBS-statistieken en de KEV-ramingen naast de opwekking van elektriciteit ook de warmtelevering van elektriciteitscentrales en hulpketels aan warmtenetten.

Definities finaal energieverbruik en bruto eindverbruik

Centraal in de KEV staat het energieverbruik bij eindverbruikers, ook wel het finaal energieverbruik genoemd. Voor het sectorale energieverbruik bestaat dit cijfer uit de som van het verbruik van energiedragers voor energiedoelinden die binnen de sector worden gebruikt. In geval van eigen opwekking van elektriciteit en/of warmte uit warmtekrachtkoppeling (wkk) wordt niet de aanvoer van brandstoffen geteld, maar het gebruik van de zelf opgewekte elektriciteit en warmte. Het maakt voor die definitie dus niet uit of de wkk-warmte en elektriciteit door de

gebruiker zelf wordt opgewekt of bij externe leveranciers wordt betrokken. De fossiele grondstoffen (olie, kolen en aardgas) die niet voor energiedoeleinden worden verbruikt, maar met name dienen als grondstof in de chemische industrie, vallen grotendeels buiten het blikveld van het nationale en Europese energiebeleid en worden daarom hier niet meegenomen.

Naast het finaal energieverbruik gebruikt de KEV ook het bruto eindverbruik volgens de Europese definitie. Dit cijfer bestaat uit de optelsom van de sectorale finale energieverbruiken, met daarbovenop het gebruik voor internationaal vliegverkeer, eigen verbruik van elektriciteit bij de productie van elektriciteit, netverliezen en correcties om het verschil tussen de nationale energiebalans en die van Eurostat te overbruggen. Het bruto eindverbruik (Europese Commissie 2009) dient als noemer voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie.

Daarnaast behandelt de KEV ook het primaire energieverbruik. Hierin zijn de omzettingsverliezen meegenomen, die met name bij de elektriciteits-opwekking relevant zijn. Ook het verbruik van fossiele grondstoffen voor niet-energiedoeleinden valt onder het primaire verbruik. Brandstofleveringen aan internationale zee- en luchtvaart (de 'bunkers') vallen niet onder primair verbruik. Dit neemt niet weg dat deze leveringen omvangrijk en relevant zijn voor de mondiale CO₂-emissie, het begrijpen van het hele energiesysteem en de voorzieningszekerheid. Paragraaf 3.2.4 gaat kort in op de omvang van de bunkers en de daaraan gerelateerde CO₂-emissies.

Gebruik van de 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 de meeste gevallen is gebruik gemaakt van definitieve cijfers over 2017. Waar mogelijk en relevant, is ook gebruik gemaakt van cijfers over 2018. De cijfers voor de realisaties zijn gebaseerd op de cijfers van de Energiebalans (CBS, 2019), cijfers van de Nationale rekeningen van CBS en de emissieregistratie van het RIVM (RIVM, 2019). Waar mogelijk zijn de voorlopige cijfers over 2018 vermeld en beschreven.

Methodiek broeikasgasemissies

In het vaststellen van de definities van broeikasgassen is in de KEV 2019 uitgegaan van de richtlijnen van het Intergouvernementele Panel over Klimaatverandering (IPCC) uit 2006. Deze richtlijn is ook in de NEV 2017 gehanteerd. Conform de richtlijn van het VN-klimaatverdrag wordt de emissie door internationale lucht- en zeevaart niet toegerekend aan de nationale emissie.

Methodiek hernieuwbare energie

De methode voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie in het bruto eindverbruik volgt de Europese richtlijn hernieuwbare energie (EC, 2009; RVO.nl & CBS, 2015). De details en aannames omtrent de onzekerheden rond het aandeel hernieuwbaar worden in paragraaf 4.6 verder uitgewerkt.

Methodiek correctie voor weersinvloeden

Koudere of warmere seizoenen hebben een forse invloed op het energieverbruik door huishoudens, diensten en glastuinbouw. Dit is terug te vinden in de grafieken met de gerealiseerde emissies en energieverbruik van deze sectoren, die zowel temperatuur gecorrigeerd als temperatuur ongecorrigeerd worden weergegeven (hoofdstuk 5). Gerealiseerde broeikasgasemissies worden internationaal en nationaal

zonder temperatuurcorrectie gerapporteerd. Bij de bepaling van het gerealiseerde aandeel hernieuwbaar moet het finaal eindverbruik wordt gehanteerd dat niet voor temperatuur is gecorrigeerd.

Alle emissieprojecties gaan uit van een verwachte gemiddelde temperatuur in het betreffende jaar, rekening houdend met de stijgende trend in de temperatuur (KNMI, 2015). De mogelijke afwijkingen door temperatuureffecten worden in de bandbreedtes meegenomen.

KEV 2019 gebruikt prijspeil 2018

Alle bedragen in de KEV 2019 worden weergegeven volgens het gemiddelde prijspeil in 2018, tenzij anders vermeld. Historische bedragen zijn voor inflatie gecorrigeerd via de Europees geharmoniseerde inflatiecorrectie-methode (HICP).

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de omgevingsfactoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van de Nederlandse energiehuishouding, zoals de ontwikkeling van de energie- en CO₂-prijzen en het energie- en klimaatbeleid in de EU en de ons omringende landen. Hoofdstuk 3 laat de nationale ontwikkelingen met betrekking tot emissies van broeikasgassen zien. Dit hoofdstuk geeft verder een overzicht van de nationale ontwikkelingen op het gebied van broeikasgasemissies voor de verschillende sectoren: elektriciteit, gebouwde omgeving, industrie, mobiliteit, landbouw en landgebruik. Hoofdstuk 4 gaat in op de ontwikkeling van de energievraag en de energievoorziening op nationaal niveau. Beleidsindicatoren zoals energiebesparing en hernieuwbare energie komen daarin ook aan bod. In hoofdstuk 4 wordt

ook dieper ingegaan op de nationale ontwikkelingen op het gebied van elektriciteit, warmte en de energie-infrastructuur. In hoofdstuk 5 worden de ontwikkelingen binnen de in hoofdstuk 3 benoemde sectoren verder uitgewerkt. Dit betreft per sector ontwikkelingen op het gebied van de energiehuishouding en ontwikkelingen op het gebied van broeikasgasemissies. Hoofdstuk 6 beschrijft de economische aspecten van de energiehuishouding: ontwikkelingen van investeringen, innovatieprocessen, werkgelegenheid en toegevoegde waarde die samenhangt met energiegerelateerde activiteiten.

De cijfermatige resultaten zijn te raadplegen in de tabellenbijlage welke in beknopte vorm achterin is opgenomen. De uitgebreide tabellenbijlage is als spreadsheet gepubliceerd op de KEV website en op de websites van de consortiumpartners.

Belangrijkste bevindingen

- De CO₂-prijs is door de hervormingen van het ETS gestegen en ligt richting 2030 naar verwachting op een beduidend hoger niveau dan voorheen werd verondersteld. De brandstofprijzen daarentegen laten richting 2030 een bescheiden stijging zien, maar zijn onzeker.
- De nationale plannen voor broeikasgasreductie zijn wereldwijd onvoldoende om de klimaatafspraken die in 2015 in Parijs zijn gemaakt te realiseren. Schattingen op basis van daadwerkelijk geformuleerd beleid komen nog ongunstiger uit.
- Het Europese kader voor het nationale klimaat- en energiebeleid tot 2030 staat klaar. De in dat kader door EU-lidstaten ingediende ontwerpplannen schieten echter nog tekort.
- In alle buurlanden vindt een levendig debat plaats over het klimaatbeleid, maar tegelijkertijd is een spagaat tussen ambities en uitvoering zichtbaar.





2

Internationale ontwikkelingen

2.1 Energiemarkten en emissiehandel (CO₂)

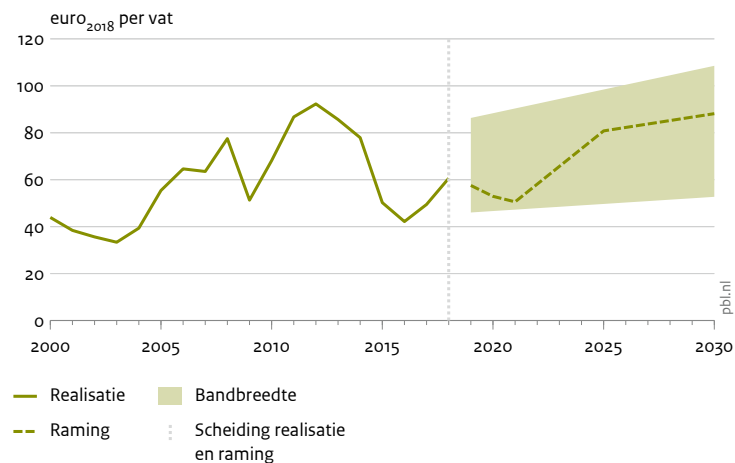
Ontwikkelingen op de markten voor brandstoffen en CO₂-emissierechten zijn van grote invloed op de prijsvorming van energiedragers. We behandelen hier de markten voor fossiele brandstoffen (olie, gas en kolen), biomassa voor energietoepassing, en CO₂-emissierechten. De markten voor fossiele brandstoffen en houtpellets (biomassa) zijn dollarmarkten, waardoor de prijzen in euro afhankelijk zijn van de valutakoers.

2.1.1 Markten voor aardolie, aardgas en steenkolen

De prijzen van fossiele energiedragers (aardolie, aardgas en steenkolen) stegen vanaf 2016 weer op de mondiale en regionale markten, na een eerdere, forse daling. Dit was het gevolg van de aangetrokken economische groei. Voor de korte termijn (tot en met 2021) baseren we ons op de termijnmarkten¹. Voor de prijsontwikkeling op de langere termijn (2030) volgen we de verwachtingen van het Internationaal Energieagentschap (IEA) in de World Energy Outlook (WEO: IEA, 2018). We volgen, evenals in de NEV 2017, het New Policies Scenario uit de WEO. De WEO 2018 kiest zelf ook dit scenario als de centrale variant. De energieprijsprognoses blijven volatiel ten gevolge van de vele onzekerheden op de energiemarkt, en kennen dan ook een grote bandbreedte.

Rondom het middenpad voor de prijzen worden onzekerheidsbandbreedtes aangegeven die gebruikt worden in de gevoeligheidsanalyses in de KEV. Voor de bandbreedtes wordt, net als in de Nationale Energieverkenning (NEV), aangesloten bij de langetermijnverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO), waarin langetermijnprijspaden zijn

Figuur 2.1
Jaargemiddelde olieprijs



Bron: CBS (realisatie); ICE Brent, IEA WEO (IEA, 2018) en WLO 2015 (CPB & PBL, 2015) (raming)

gepubliceerd voor verschillende scenario's (CPB & PBL, 2015). Deze WLO-scenario's omvatten de belangrijkste onzekerheden rondom energie en klimaat, zoals bijvoorbeeld het tot stand komen van mondiaal klimaatbeleid, en de omvang van reserves van fossiele brandstoffen.

De WLO-prijzen, die vanaf 2030 beschikbaar zijn, gebruiken we voor de onzekerheidsbandbreedte van de brandstofprijzen, waarbij we interpoleren naar 2030 vanaf een marge rondom de prijs voor 2019, het startjaar voor deze bandbreedtes. Voor 2019 zijn de marges zodanig

1 Rotterdam coal Futures ARA van ICE, Brent EAD futures oil van ICE, EOD TTF futures gas van ICE

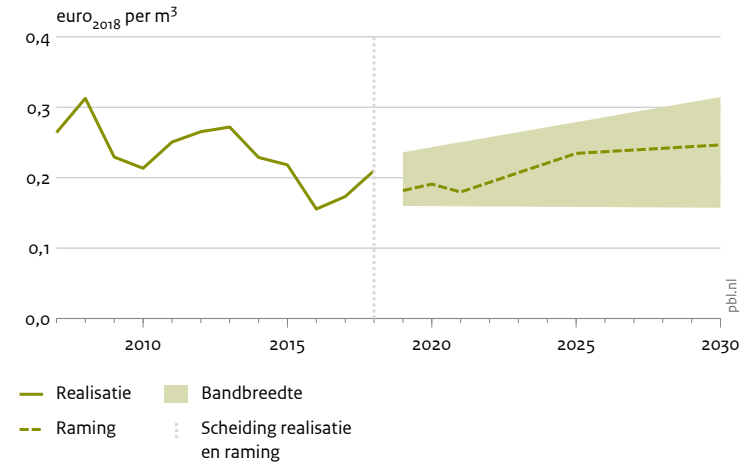
gekozen dat de gemiddelde prijzen in recente jaren binnen de gekozen onzekerheidsbandbreedte vallen.

Aardolieprijs vertoont lichte stijging na dieptepunt begin 2016

De olieprijs heeft begin 2016 (februari) een dieptepunt bereikt met prijzen rond de 30 euro per vat. De prijs op de termijnmarkt is daarna weer gestegen naar gemiddeld 40 euro per vat (figuur 2.1). Voor de komende jaren ligt de veronderstelde olieprijs op de termijnmarkten tussen de 50 en ruim 60 euro per vat. Daarmee blijft de prijs de eerstkomende jaren aan de lage kant (als gevolg van het aanbod van schalie-olie in de Verenigde Staten (VS), ondanks dat de OPEC in samenwerking met Rusland het aanbod probeert te beheersen. De prijs kent echter wel een grote onzekerheid: de prijs voor een vat olie op de termijnmarkt voor 2021 varieerde de afgelopen twee jaar tussen de 41 en 57 euro per vat (tussen de 53 en 73 dollar per vat).

Onder invloed van de lage olieprijsen zijn de investeringen in de exploratie en winning van aardolie de afgelopen jaren gedaald. Om aan de verwachte vraag naar olie te voldoen, zijn aanzienlijke investeringen nodig in het ontwikkelen van nieuw aanbod, waarvan een groot deel nodig is om voor het teruglopende aanbod uit bestaande velden te compenseren. De stijgende olieprijs reflecteert de noodzaak voor deze investeringen, met een verwachte prijs die vanaf 2025 boven de 80 euro per vat zal komen te liggen. De bandbreedtes zijn gebaseerd op de WLO-scenario's (CPB & PBL, 2015).

Figuur 2.2
Jaargemiddelde groothandelsaardgasprijs



Bron: CBS (realisatie); ICE ENDEX TTF, IEA WEO (IEA, 2018) en WLO 2015 (CPB & PBL, 2015)

Gasprijs stijgt op de langere termijn

Ook de gasprijs bereikte een dal in 2016, met een prijs van iets meer dan 15 eurocent per kubieke meter. Daarna is de gasprijs weer gestegen naar een piek van circa 21 eurocent per kubieke meter in 2018 (figuur 2.2). De komende jaren laten de termijnmarkten een lichte daling zien. Maar de verwachting is onzeker, met een verwachte gasprijs voor 2021 die de afgelopen jaren schommelde tussen de 15 en 23 eurocent per kubieke meter.

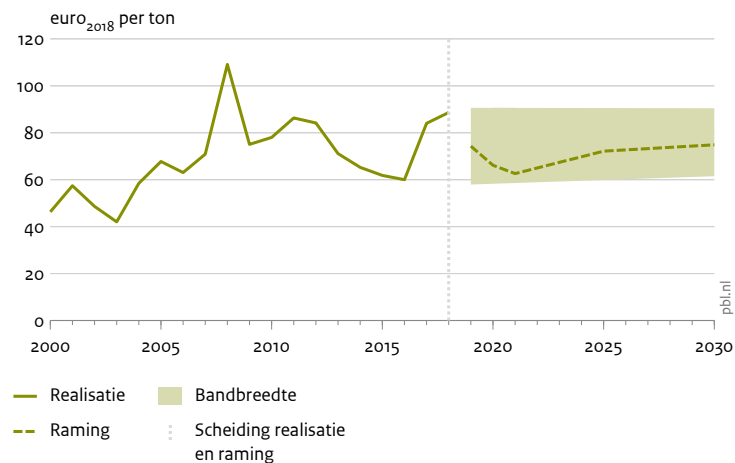
Op de langere termijn neemt de vraag naar aardgas toe. Het is de snelst groeiende fossiele brandstof in het New Policies Scenario van de WEO, met een verbruik in 2040 dat 45 procent hoger ligt dan in 2017 (van 3,7 triljoen kubieke meter naar 5,4 triljoen kubieke meter). Wereldwijd is de toename van de vraag naar aardgas met name afkomstig uit China, en de overige Aziatische markt. In Europa stijgt de vraag tot 2025, na 2030 neemt de vraag af onder invloed van energiebesparing en een toename van hernieuwbare energie.

Onconventioneel gas (zoals schaliegas) zal een steeds belangrijkere rol spelen in de toekomstige, wereldwijde aardgasvoorziening. De productie van schaliegas neemt toe tot 0,77 triljoen kubieke meter in 2040, wat de groei van de conventionele gasproductie overtreft. De VS zijn goed voor 40 procent van de totale productiegroei van schaliegas tot en met 2025. Na 2025 komt extra groei vanuit diverse landen, waaronder China, Mozambique en Argentinië. De aardgasproductie in de Europese Unie (EU) zal naar verwachting afnemen.

Voor Europa blijft Rusland de belangrijkste leverancier. Door de groeiende rol van liquefied natural gas (LNG) op de mondiale gasmarkt raken de regionale markten wel steeds meer geïntegreerd. Prijsverschillen tussen deze markten zullen in de toekomst kleiner worden, al zal er een verschil blijven bestaan tussen de prijs van LNG en pijpgebonden levering van aardgas van ruwweg 20 procent, dit vanwege de verschillen in transportkosten.

Op de lange termijn stijgt de prijs van gas, naar bijna 25 eurocent per kubieke meter in 2030. De bandbreedtes zijn evenals voor olie gebaseerd op de WLO-scenario's.

Figuur 2.3
Jaargemiddelde kolenprijs



Bron: CBS (realisatie); ICE (ARA), IEA WEO (IEA 2018) en WLO 2015 (CPB & PBL, 2015) (raming)

Steenkolenprijs blijft laag

Voor de kolenprijs geldt hetzelfde als voor de olie- en gasprijs: na een periode van dalende prijzen werd in 2016 een dal bereikt van circa 60 euro per ton kolen. Daarna steeg de prijs tot bijna 90 euro per ton in 2018 (figuur 2.3). Mede door consolidatie aan de aanbodkant en een afname van de vraag in China en India, laat de prijs op de termijnmarkten voor de komende jaren weer lagere prijzen zien. Op de langere termijn blijft de vraag naar kolen wereldwijd vrij stabiel in het New Policies Scenario van de IEA. Alleen India en andere zich nog

ontwikkelande landen laten op de langere termijn nog groei zien. In de EU, de VS én in China daalt het kolenverbruik onder invloed van klimaat- en luchtemissiebeleid, en door de concurrentie van gas. De prijs laat een bescheiden stijging zien naar circa 75 euro per ton, vanwege stijgende productiekosten bij nieuwe, meer afgelegen mijnen.

De bandbreedtes zijn op dezelfde wijze vastgesteld als bij olie en gas met één uitzondering: de onderkant van de bandbreedte is niet gebaseerd op de WLO, maar op een actualisatie van het 450 Scenario in de IEA WEO 2016.²

2.1.2 Bio-energiemarkt

Biomassaprijzen op lange termijn stabiel

Biomassa voor energietoepassing wordt vaak verhandeld op markten waar ook verbruikers actief zijn die biomassa verbruiken voor niet-energie toepassingen. Zo zijn de prijzen voor vergistbare biomassa vaak gekoppeld aan de prijzen voor landbouwproducten. Bij de prijs van biomassa uit houtachtige gewassen is sprake van een relatief sterke invloed van de vraag naar biomassa voor energietoepassingen.

Daarom wordt in deze paragraaf stilgestaan bij de prijsontwikkeling van houtige biomassa.

Voor biomassa in de vorm van houtpellets wordt uitgegaan van industriële houtpellets. Deze pellets worden met name ingezet voor grootschalige stoomproductie, en voor directe toepassingen in industriële installaties. De prijzen van de pellets afkomstig uit de Baltische Staten, Canada en de Verenigde Staten liggen rond 150 euro per ton, bij aflevering aan de poort van de fabriek rond 170 euro per ton (Cremers et al., 2019). Er is een toenemende internationale vraag die op korte termijn tot een prijsstijging zal leiden. Er is echter veel aanbod van houtpellets mogelijk tegen gelijke of slechts gering hogere productiekosten. Daarom wordt op de langere termijn, tegen 2030, geen wezenlijk hogere prijs voorzien voor inkoop bij grootschalige toepassing van houtpellets. Daarnaast worden houtpellets soms ook ingezet bij kleinere installaties. Bij kleinere installaties zijn de kosten voor levering van houtpellets aan de (fabrieks)poort hoger dan de genoemde prijzen.

Voor snoei- en dunningshout bestaat een meer regionale of nationale markt. Veranderingen in het subsidiebeleid in omliggende landen kunnen invloed hebben op de prijsvorming in Nederland. De prijs van deze biomassa lijkt op korte termijn juist iets lager te komen liggen dan in de afgelopen jaren, maar ook hier wordt verwacht dat op lange termijn (tegen 2030) de prijs rond het huidige niveau zal liggen van 50 tot 60 euro per ton.

² Voor de ondermarge is niet uitgegaan van het relevante WLO-scenario omdat de kolenprijs in het WLO-hoog scenario niet is berekend binnen de WLO, maar is gebaseerd op het 450 scenario van de IEA WEO van 2014. Daarom is hier gekozen voor de cijfers uit het nieuwere Sustainable Transition scenario uit de IEA WEO van 2018.

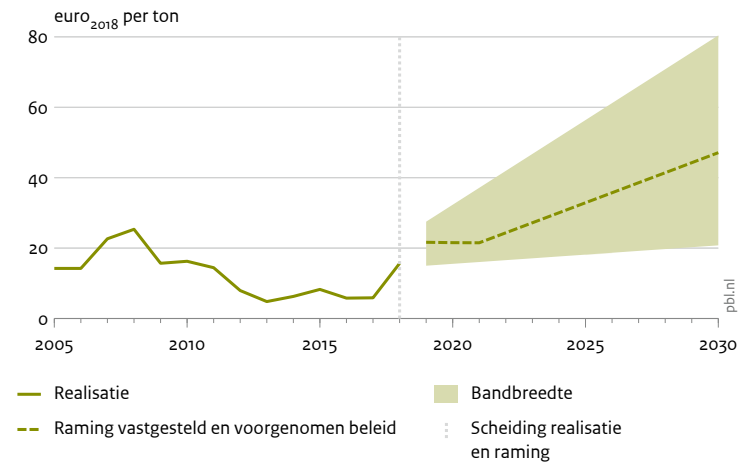
2.1.3 Europese markt voor CO₂-emissierechten

Sterke stijging prijs CO₂-emissierechten in 2018

De omstandigheden op de Europese markt voor emissierechten van CO₂ zijn in de loop van 2018 sterk veranderd. Waar tot begin 2018 de prijs jarenlang onder de 10 euro per ton CO₂ lag, is deze in het vierde kwartaal van 2018 verdubbeld naar een gemiddelde prijs van bijna 20 euro per ton (figuur 2.4). De belangrijkste reden voor de sterke stijging van de prijs zijn de hervormingen van het emissiehandelssysteem (ETS), voor de 4e fase (2021-2030), die in april 2018 van kracht werden na drie jaar van onderhandelingen tussen de lidstaten, Europees Parlement en de Europese Commissie (EC, 2018a). Onderdeel van deze hervormingen zijn een sterkere daling van het aantal beschikbare emissierechten (de lineaire reductiefactor neemt toe van 1,74 naar 2,2 procent), en de Market Stability Reserve waarmee emissierechten uit de markt worden gehaald indien het overschot boven een bepaalde grens uitkomt. Daarnaast trok de economische groei in 2017 aan, waardoor ook de vraag naar emissierechten toenam. Begin juli 2019 lag de prijs op circa 26 euro per ton CO₂.

Voor de toekomstprojectie van de prijs van emissierechten gaan we uit van de waargenomen prijzen op de termijnmarkt voor emissierechten, en verwachtingen over toekomstige prijsontwikkeling van emissierechten die met discontovoeten voor de korte en lange termijn gemodelleerd worden. Dit is dezelfde benadering als gebruikt in eerdere edities van de NEV (zie (Brink, 2018) voor de details van de berekening). De prijs van de emissierechten stijgt daarmee naar bijna 33 euro per ton CO₂ in 2025, en ruim 47 euro per ton CO₂ in 2030.

Figuur 2.4
Jaargemiddelde CO₂-prijs



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

Er is veel onzekerheid over de ontwikkeling van de prijs van CO₂-emissierechten. Daarbij is vooral de onzekerheid over beleid binnen de EU, maar ook daarbuiten (bijvoorbeeld over de uitwerking van de Overeenkomst inzake het Klimaatbeleid van Parijs) van grote invloed. Daarom hanteren we in de KEV een ruime onzekerheidsbandbreedte rond de projectie van de CO₂-prijs, in 2030 van 21 tot 80 euro per ton CO₂.

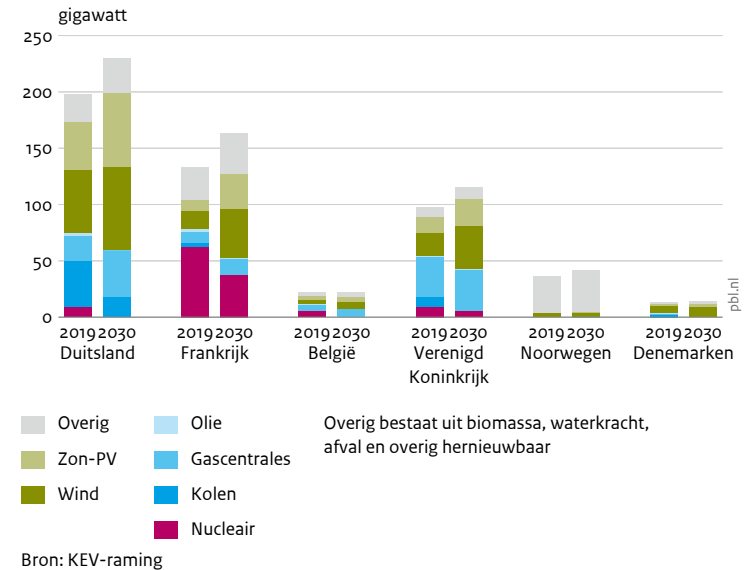
2.2 Ontwikkelingen Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt

De Nederlandse elektriciteitsmarkt is sterk geïntegreerd in de Noordwest-Europese markt. Voor de ontwikkeling van deze markt, zoals de productie binnen Nederland, de import en export, en de prijs van elektriciteit, zijn de ontwikkelingen in landen om ons heen daarom van groot belang. Het gaat daarbij onder andere om de ontwikkeling van de opwekkingscapaciteit, zoals het hernieuwbare of het nucleaire vermogen, de capaciteit van de elektriciteitskabels tussen de landen, en van de elektriciteitsvraag in omliggende landen.

Analyses toekomstige Europese elektriciteitsvoorziening

Voor ontwikkelingen op de Noordwest-Europese markt gebruiken we de analyses van ENTSO-E, de Europese koepelorganisatie van transmissienetwerkbedrijven (waaronder het Nederlandse Tennet). ENTSO-E maakt op basis van informatie van deze netwerkbedrijven elke twee jaar een Ten Year Network Development Plan (TYNDP) voor Europa, waarin de toekomstige ontwikkeling van het elektriciteitssysteem in Europa wordt geschetst. Voor de korte termijn (tot 2025) is er één scenario: 'Best Estimate'. Voor de langere termijn (2030 en 2040) zijn er verschillende scenario's, die allen in lijn zijn met de klimaatdoelen van de EU voor 2030. De scenario's verschillen in de manier waarop die doelen worden gerealiseerd. Voor deze KEV baseren we de ontwikkeling van de vraag, opwekkingscapaciteit en netwerkverbindingen tussen landen op het Sustainable Transition scenario uit het TYNDP 2018 (ENTSO-E, 2018). In dit scenario wordt de benodigde CO₂-reductie in de elektriciteitssector primair gerealiseerd door bruinkool en kolen in de elektriciteitsproductie te vervangen door gas.

Figuur 2.5
Opwekkingscapaciteit elektriciteit in Noordwest-Europa



Groei hernieuwbare elektriciteit en krimp kolen in Europa

In de modelanalyse³ van de elektriciteitsmarkt wordt aangenomen dat er op de langere termijn een evenwicht zal ontstaan tussen de opgestelde opwekkingscapaciteit en de elektriciteitsvraag. Dit kan door conventionele capaciteit in de mottenballen te zetten of te sluiten (vanaf 2020) indien capaciteit niet wordt gebruikt, of door te investeren in extra capaciteit

³ Hiervoor is het elektriciteitsmarktmodel COMPETES gebruikt (zie Özdemir et al., 2019).

(vanaf 2025) wanneer dit financieel aantrekkelijk is. In het Sustainable Transition scenario blijft de elektriciteitsvraag op de langere termijn in Europa ruwweg gelijk of laat een lichte groei zien. Elektrificatie is nog beperkt doordat elektrisch vervoer een matige groei laat zien en warmtepompen een lage groei.

De opwekkingscapaciteit van hernieuwbare elektriciteit neemt sterk toe in de landen om ons heen. Zowel elektriciteit uit wind als zon groeien hard: van 106 gigawatt voor wind en 71 gigawatt voor zon in 2019, naar ongeveer 173 gigawatt wind en 131 gigawatt zon in 2030 (figuur 2.5). De capaciteit van bruinkool- en steenkoolcentrales neemt af, van 54 gigawatt in 2019 naar 19 gigawatt in 2030. Dit is een sterkere daling dan in de NEV 2017 werd aangenomen. De capaciteit van gascentrales wordt verondersteld toe te nemen, met 25 gigawatt naar 100 gigawatt in 2030.

Netwerkverbindingen met Duitsland en België nemen toe

Een belangrijk aspect van de geïntegreerde elektriciteitsmarkt is de ontwikkeling van netwerkverbindingen tussen landen, de zogenaamde interconnecties. Momenteel heeft Nederland verbindingen voor transport van elektriciteit met Duitsland, België, Groot-Brittannië en Noorwegen. Voor de verbindingen met Noorwegen en Groot-Brittannië bestaan geen concrete uitbreidingsplannen. In september 2019 kon de Cobrakabel van 700 megawatt tussen Nederland en Denemarken al in gebruik worden genomen. In de KEV is verondersteld dat de Cobrakabel pas in 2020 helemaal operationeel is. Met de aanleg van de 1.500 megawatt Doetinchem–Wesel verbinding tussen Nederland en Duitsland in 2018, is de huidige capaciteit tussen Nederland en Duitsland bijna 4 gigawatt. De capaciteit tussen België en Nederland neemt vanaf 2019 toe met 1.000 megawatt. Deze netwerkuitbreiding is tot en met 2022 echter alleen beschikbaar van België naar Nederland en niet andersom, dit als

gevolg van de elektriciteitsproductie van de nucleaire centrale in Doel in België⁴. Als deze centrale produceert is er op het Belgische netwerk bij Doel onvoldoende capaciteit om naast deze productie de maximale import vanuit Nederland te kunnen accommoderen. Voor onze elektriciteitsmarktanalyse hebben we ENTSO-E informatie over interconnectiecapaciteiten tussen Nederland en buurlanden aangepast aan de in maart 2019 waarschijnlijk geachte ontwikkeling door TenneT (tabel 2.1).

Convergentie elektriciteitsprijzen in Noordwest-Europa

De hierboven geschetste ontwikkelingen op de Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt zien we terug in de ontwikkeling van de groot-handelsprijzen voor elektriciteit, en in het patroon van import en export. Figuur 2.6 geeft de verschillen tussen de prijs in Nederland en de prijzen in België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Noorwegen, Denemarken en Frankrijk. De toelichting op het absolute niveau van de prijzen staat in paragraaf 4.3.2. In het algemeen zien we een afname van de prijsverschillen tussen Nederland en de andere landen, maar dit geldt niet voor alle landen. Zo ligt de Duitse elektriciteitsprijs naar verwachting in de eerste jaren nog onder de Nederlandse prijs.

4 Daarnaast zijn er plannen om de Clauscentrale in Maasbracht direct te verbinden met het Belgische elektriciteitsnetwerk. Omdat de emissies en productie aan Nederland worden toegeschreven, zou dit neerkomen op extra exportcapaciteit. Dit is in de analyses meegenomen als additioneel beschikbare interconnectiecapaciteit voor export naar België, maar niet vermeld in de tabel omdat het geen uitbreiding is van de interconnectiecapaciteit die door alle marktpartijen is te gebruiken.

Tabel 2.1
Interconnectiecapaciteit Nederland in megawatt

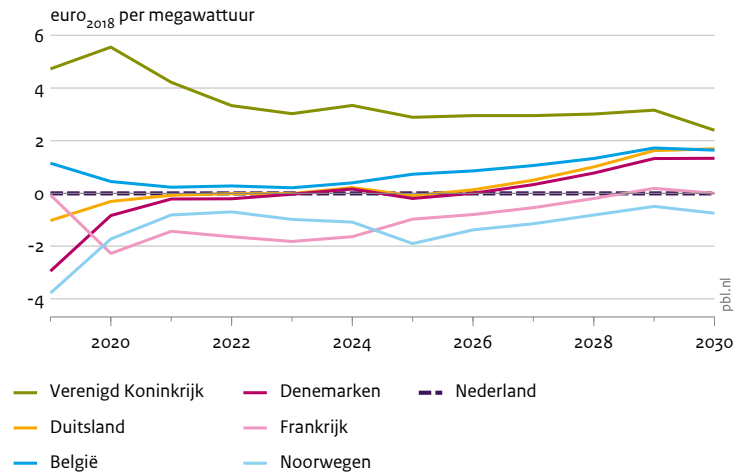
	2019	2020	2025	2030
NL-DE	3950	4250	5000	5000
NL-BE (BE-NL)*	1400 (2400)	1400 (2400)	3400	3400
NL-DK	0	700	700	700
NL-UK	1000	1000	1000	1000
NL-NO	700	700	700	700

Bron: Communicatie met TenneT, maart 2019.

* Zie toelichting in de hoofdtekst

Op de langere termijn is de prijs in Duitsland naar verwachting vergelijkbaar, en tegen 2030 zelfs hoger dan de Nederlandse prijs vanwege de toenemende CO₂-prijs, het stopzetten van kerncentrales (de Atomausstieg), en vermindering van het aandeel kolen en bruinkool in de Duitse elektriciteitsopwekking. De prijzen in België nemen toe vanaf 2025 ten opzichte van Nederland als de kerncentrales in België worden gesloten. Met het Verenigd Koninkrijk neemt het prijsverschil af door de toename van de capaciteit van gascentrales en hernieuwbaar in dit land. Bovendien wordt de capaciteit van de netwerkverbindingen tussen het Verenigd Koninkrijk en de rest van Europa vanaf 2020 substantieel uitgebreid. De absolute groothandelsprijzen van elektriciteit in Nederland worden besproken in paragraaf 4.3.

Figuur 2.6
Verschillen geraamde groothandelsprijzen elektriciteit met andere landen



Bron: KEV-raming

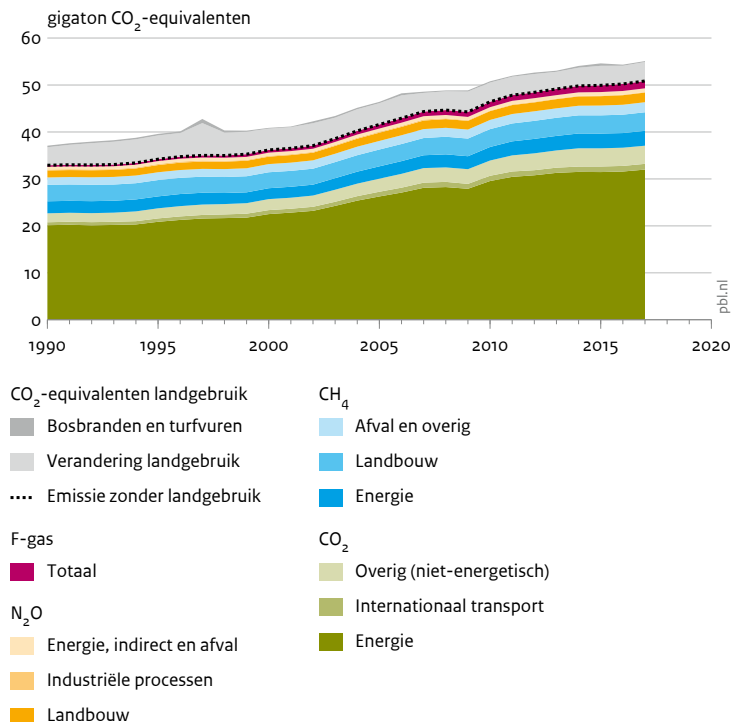
2.3 Mondiale en Europese ontwikkelingen van broeikasgassen

Mondiale broeikasgasemissies stijgen nog altijd

Tussen 1990 en 2017 lieten de mondiale emissies van broeikasgassen een vrijwel constant stijgende trend zien (figuur 2.7). De mondiale emissies in 2017 lagen met 55,1 gigaton CO₂-equivalenten (inclusief landgebruiksemissies) naar schatting 49 procent hoger dan in 1990, en 35 procent hoger dan in 2000 (Olivier & Peters, 2018). Het aandeel CO₂ bedroeg in 2017 bijna driekwart van de totale emissie (41,1 gigaton CO₂, inclusief de CO₂-emissie uit landgebruik). De mondiale emissies van CO₂ zijn in 2018 met nog eens 2,7 procent [bandbreedte: 1,8 - 3,7 procent] gestegen ten opzichte van 2017 (Le Quéré et al., 2018). De voornaamste reden voor deze relatief sterke stijging in 2018 was een toegenomen groei in het gebruik van fossiele brandstoffen, met name aardgas (zie paragraaf 2.4.1).

De vijf landen en regio's met de hoogste broeikasgasemissie (China, VS, India, Rusland, Japan en de EU-28) stootten in 2017 gezamenlijk 63 procent van de totale mondiale hoeveelheid broeikasgas uit (Olivier & Peters, 2018). In de laatste tien jaar is er vooral een sterke stijging van emissies geweest in China en India. De drie andere grote landen lieten een constante of licht dalende trend zien.

Figuur 2.7
Mondiale emissie broeikasgassen per gas en bron



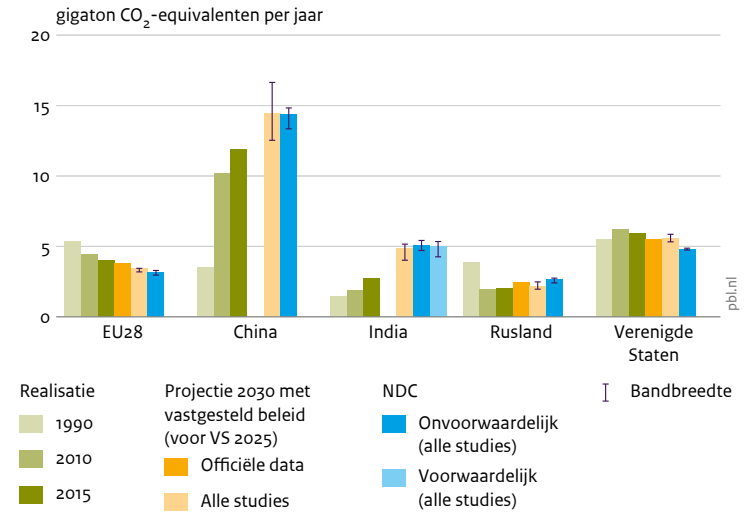
Bron: EC-JRC & PBL, 2018; Houghton & Nassikas, 2017; Olivier & Peters, 2018

Voorgenomen nationaal beleid is wereldwijd nog ver af van een pad naar maximaal 1,5 of 2 graden opwarming

Zoals beschreven in paragraaf 2.4.1, is in het Parijs klimaatakkoord door bijna alle landen van de wereld afgesproken om de gemiddelde mondiale temperatuurstijging ten opzichte van de pre-industriële temperatuur, te beperken tot een niveau ruim onder 2°C. Er wordt gestreefd naar een maximale stijging van 1,5°C. De deelnemende landen hebben door middel van een nationaal bepaalde bijdrage (Nationally Determined Contributions; NDC's) aangegeven, op welke wijze zij de komende jaren (vaak tot 2030) gaan bijdragen aan emissiereductie. Veel landen hebben in aanvulling daarop ook expliciet energie- of klimaatbeleid geformuleerd dat kan bijdragen aan het bereiken van de NDC-doelen.

Zowel het milieuprogramma van de Verenigde Naties (UNEP), als onderzoeksinstellingen zoals PBL, bepalen jaarlijks in hoeverre het voorgenomen nationaal beleid (in termen van emissiereducties) afwijkt van de benodigde ambitie voor het behalen van de mondiale temperatuurdoelen. Wanneer de NDC's als uitgangspunt worden genomen, zijn in 2030 de geschatte jaarlijkse emissies 15 (12-17) gigaton CO₂-equivalenten hoger dan in een kosten-optimaal 2°C scenario (waarin maximaal 40 (38-45) gigaton CO₂-equivalenten in 2030 mag worden uitgestoten). Tussen de NDC's en het 1,5°C scenario is dit "emissiegat" nog groter: 32 (28-34) gigaton CO₂-equivalenten. Als de emissiereducties ten gevolge van de huidige NDC's worden doorgetrokken zou dit leiden tot een gemiddelde opwarming van de aarde van 3,2 °C (2,9-3,4 °C) in het jaar 2100 ten opzichte van het pre-industriële niveau (UNEP, 2018). Die opwarming is nu al ongeveer 1 °C. Het werkelijk geformuleerd beleid komt echter nog minder gunstig uit dan de NDC's. Uitgaande van bestaand beleid is het verschil 18 (16-20) gigaton CO₂-equivalenten.

Figuur 2.8
Emissie broeikasgassen in EU en meest emitterende landen



Bron: Den Elzen et al., 2019

NB: De broeikasgasemissies zijn inclusief de emissies uit het landgebruik.

Figuur 2.8 laat de geraamde emissies zien voor de EU, en de andere meest uitstotende landen onder de NDC's en het huidige beleid. Ter vergelijking zijn de historische emissies in 1990, 2010 en 2015 gegeven. Uit de figuur en de onderliggende studie (den Elzen et al., 2019) blijkt dat er grote verschillen bestaan tussen landen voor wat betreft de

beleidsdoelen en voortgang. China, India en Rusland hebben de NDC doelen zo gedefinieerd dat er een stijging van de jaarlijkse emissies mogelijk is ten opzichte van 2015. Deze landen kunnen waarschijnlijk ook met hun huidig geformuleerde beleid hun NDC doelen behalen. De VS en de EU blijven met het huidige beleid echter achter bij de gestelde NDC doelen, die ook een aanzienlijke reductie van de huidige emissies vereisen (emissies in de EU worden hierna in meer detail beschreven).

Voor het behalen van zowel het mondiale 1,5°C als 2°C doel is dus op korte termijn wereldwijd nog een forse verhoging vereist van het ambitieniveau van het beleid van nationale overheden. Om het 2°C doel te behalen is het noodzakelijk om uiteindelijk mondiaal op netto nul CO₂-emissie uit te komen, naar schatting tussen 2070 en 2090 (IPCC, 2018). Voor het bereiken van het 1,5°C doel zal dit tussen 2040 en 2060 gerealiseerd moeten worden. Voor beide doelen geldt dat op korte termijn de mondiale CO₂-emissie zeer sterk zal moeten dalen. Als de NDC ambities niet vóór 2030 worden verhoogd, is het niet meer mogelijk om het overschrijden van het 1,5°C doel te voorkomen (UNEP, 2018). Zeer waarschijnlijk zijn er voor het bereiken van de doelen in het tweede deel van de 21^e eeuw negatieve emissies vereist (bijvoorbeeld via herbebossing, koolstofwinning en -opslag uit bio-energie, en het verhogen van het koolstofgehalte in landbouwgrond). Dit is zelfs vrijwel onvermijdelijk voor het behalen van het 1,5 °C doel. Scenario's die wel aan de Parijsdoelen voldoen worden over het algemeen gekenmerkt door een hoge investering in energiebesparing en hernieuwbare energie. Voor een groot deel behelst dit een verschuiving van geplande investeringen in de fossiele energiesectoren naar meer koolstofarme energietechnologieën (CD-LINKS, 2018). Hierbij speelt ook verdere elektrificatie van het energiesysteem een belangrijke rol.

Ontwikkelingen broeikasgasemissies in EU-28 tot en met 2030

In 2017 bedroeg de totale broeikasgasemissie in de EU-28 4,33 gigaton CO₂-equivalenten (exclusief landgebruik). Dit was 23,5 procent lager dan in 1990, toen was dit nog 5,66 gigaton (EEA, 2019). Deze daling had meerdere oorzaken: het groeiende aandeel van hernieuwbare energie, een toegenomen gebruik van energiedragers met een lagere koolstofintensiteit, en een afname van het relatieve belang in de economie van sectoren met hoge intensiteit van emissies van broeikasgassen.

De EU-28 heeft zich (zoals genoemd in paragraaf 2.4.2), als onderdeel van haar NDC, voorgenomen om in 2030 de broeikasgasemissies met ten minste 40 procent te reduceren ten opzichte van 1990. Recente projecties laten zien dat de EU dit doel waarschijnlijk niet gaat halen wanneer alleen het daarin meegenomen beleid wordt uitgevoerd (Den Elzen et al., 2019). Vooral het beleid gericht op de niet-ETS sectoren (transport, landbouw en de bebouwde omgeving) zal hiervoor nog moeten worden versterkt. Er zit echter een vertraging tussen het vaststellen of voornemen van beleid, en de doorwerking daarvan in de jaarlijkse rapportages. Het hierboven geschetste beeld kan op korte termijn bijgesteld worden, omdat de meest recente (beleids)ontwikkelingen nog niet zijn meegenomen.

Voor het ETS-deel is door de EU in 2018 een beleidsaanpassing aangenomen (zie paragraaf 2.4.2), waardoor de ETS-doelen naar verwachting wel zullen worden gehaald. De emissies onder het ETS-systeem vertegenwoordigen 45 procent van de totale Europese emissies. De EU heeft zich ten doel gesteld om deze in 2030 met 43 procent te reduceren ten opzichte van 2005, om daarmee aan het NDC-doel te voldoen. In 2018 kwamen de totale ETS-emissies uit op 1,86 gigaton CO₂-equivalenten, waarmee een reductie van 29 procent

ten opzichte van 2005 was gerealiseerd (in 2017 was deze reductie nog 26 procent) (EC, 2019a). Sinds 2012 is de emissiereductie in het ETS-systeem vrijwel volledig toe te schrijven aan afname van het kolengebruik. Bij bruinkoolverbruik zijn emissiereducties lastiger te realiseren, waardoor de bruinkoolemissie nu hoger is dan de emissie van kolen. Emissies van de industrie en de olie- en gasproductie zijn sinds 2012 ongeveer gelijk gebleven. De luchtvaart binnen en tussen EER-landen⁵ is momenteel een relatief kleine emissiebron (4 procent van de totale ETS-emissies), maar deze groeit met ruwweg 5 procent per jaar.

Voor het niet-ETS deel van de Europese emissies blijkt het behalen van de doelstellingen lastiger. Hier is door de EU het reductiedoel voor 2030 gesteld op 30 procent afname ten opzichte van 2005. De emissiereductie is door de Europese Commissie echter geraamd op 28 procent op basis van de huidige geplande nationale maatregelen (EC, 2019b). De reductie van niet-ETS emissies vindt plaats in bijna alle landen, maar in sterk verschillende mate. Hierbij laten het Verenigd Koninkrijk en Duitsland de grootste reducties zien in absolute zin (respectievelijk 320 en 345 megaton CO₂-equivalenten). De emissiereducties vinden plaats in alle sectoren, behalve transport en koeling/airconditioning (EEA, 2019). Transport is tevens de grootste niet-ETS emissiebron, dus daarmee een grote uitdaging in het nationale beleid. In een recente analyse van het klimaatbeleid van de lidstaten, signaleert de Europese Commissie verder dat er vooral op het gebied van energie-efficiëntie stappen moet worden gemaakt om het energiereductiedoel van 32,5 procent in 2030 te halen (EC, 2019b). Met de huidige beleidsmaatregelen lijkt een reductie van 26,3-30,2 procent mogelijk. De hernieuwbare energiedoelstelling van 32 procent in 2030 ligt met de huidige maatregelen net buiten

bereik, met een geraamd aandeel van 30,4-31,9 procent hernieuwbare energie in 2030.

2.4 Internationale beleidsontwikkelingen

Dit onderdeel gaat in op de voor Nederland relevante internationale energie- en klimaatbeleidsontwikkelingen. De verschillende edities van de NEV hebben laten zien dat het beleid op mondiaal, Europees en nationaal niveau met elkaar samenhangt. Maar ook dat er veel onzekerheden zijn omtrent de ontwikkelingen en de doorwerking hiervan voor Nederland. Deze KEV geeft een geactualiseerd overzicht, met nadruk op beleidsontwikkelingen die relevant zijn voor het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen.

2.4.1 Mondiaal klimaatbeleid

We schetsen hier beknopt de belangrijkste wereldwijde ontwikkelingen die relevant zijn voor klimaatmitigatie. Het gaat hierbij om ontwikkelingen waar Nederland mee te maken heeft of krijgt, onder meer via het Europese beleid.

Klimaatbeleid tegen groeiend verbruik fossiele brandstoffen

Het mondiale energiegebruik steeg in 2018 met 2,3 procent ten opzichte van 2017, ten gevolge van een sterke economische groei, en een grotere vraag naar koeling en verwarming (IEA 2019a). Hierdoor is ook de vraag naar fossiele brandstoffen toegenomen, vooral van gas (4,6 procent), maar ook van olie (1,3 procent) en kolen (0,7 procent). De groei van duurzame energiebronnen was in absolute termen klein vanwege het beperkte aandeel van duurzame bronnen in de totale energieproductie (11 procent). De relatieve groei was echter zeer hoog, voornamelijk voor

5 Landen in de Europese Economische Ruimte.

zonnestroom (40 procent) en wind (20 procent), sterk gedreven door kostenverlagende subsidies (Staffel et al., 2018). Ook het relatieve aandeel van elektriciteit in het energiesysteem nam toe, waarmee nu 20 procent van het finale energiegebruik uit elektriciteit bestaat. De gemiddelde koolstofintensiteit van de totale mondiale elektriciteitsproductie liet een lichte daling zien, van 7 procent tussen 2008 en 2017. De kosten van duurzame bronnen dalen echter nog altijd zeer sterk, zoals bijvoorbeeld voor zon-PV en onshore windenergie (13 procent per jaar) (IRENA, 2019). Deze ontwikkeling biedt mogelijkheden voor een snellere integratie van duurzame bronnen in de energievoorziening.

Klimaatrisico's zijn onzeker, sterk afhankelijk van het emissiescenario

Het Intergouvernementele Panel voor Klimaatverandering (IPCC) stelt in het 1,5°C-rapport met grote zekerheid, dat beperkt beleid gepaard gaat met een temperatuurstijging van 3°C of hoger. Dit op zijn beurt kan leiden tot grote veranderingen in klimaatprocessen, een langdurig versterkte stijging van de zeespiegel, bedreiging van menselijke leefgebieden, sterk verminderde biodiversiteit en ecosysteemdiensten, en verminderde voedsel- en drinkwaterbeschikbaarheid (IPCC, 2018). Er is echter ook grote onzekerheid over de grootte van deze impacts bij specifieke temperatuurstijgingen. Deels komt dit door onzekerheid over natuurlijke processen, deels doordat niet precies duidelijk is hoe systemen zich in de toekomst zullen aanpassen aan klimaatverandering. Toch is er ook met enige zekerheid iets te zeggen over de impact bij lagere temperaturen. Zelfs bij de huidige opwarming (met 1°C: IPCC, 2018) zijn al klimaatgevolgen zichtbaar, zoals stijging van de zeespiegel, toenemende weersextremen, en gevolgen voor de natuur. Deze gevolgen nemen bij verdere opwarming verder toe. Dit geldt met zekerheid voor de temperatuur (IPCC, 2018). Met gemiddelde zekerheid wordt verwacht

dat lokaal zowel sterke neerslag als droogte zal toenemen naarmate de temperatuur verder stijgt. Het is zeker dat een 2°C-scenario ten opzichte van een 1,5°C-scenario zal leiden tot een sterkere zeespiegelstijging en inperking van leefgebieden (ook ver na 2100), een sterker verlies van biodiversiteit (mede door een hogere temperatuur en zuurgraad van de oceanen), en daaraan gerelateerde ecosysteemdiensten (IPCC, 2018).

Implementatie Parijs-overeenkomst laat beperkte voortgang zien

In december 2015 hebben vrijwel alle landen de klimaatovereenkomst van Parijs ondertekend, waarmee ze hebben toegezegd om de mondiale temperatuurstijging te beperken tot ver onder 2°C. Hierbij wordt getracht de stijging te beperken tot 1,5°C. Middels de Nationaal bepaalde bijdragen (NDC's) zeggen de landen toe welke nationale bijdrage ze hieraan willen leveren. Paragraaf 2.3 laat zien dat het ambitieniveau van de huidige NDC's veel te laag is om het doel van de Parijs-overeenkomst te halen. Sinds de NEV 2017 zijn er relatief weinig veranderingen geweest in het NDC-beleid. Er is in de Parijs-overeenkomst afgesproken om in 2020 de ambities aan te scherpen en aan te vullen.

In de afgelopen jaren hebben landen echter wel in meer detail beleid geformuleerd om invulling te geven aan hun NDC's. Voor een aantal belangrijke regio's omvat dat onder meer: duurzame energiedoelen, een beperking van het kolengebruik in China, een energie-efficiëntieprogramma, stimulering van bosbouw en kolenbelasting in India (Den Elzen et al., 2019). De Verenigde Staten zijn officieel nog gebonden aan de Parijs-overeenkomst, maar willen zich er waarschijnlijk in 2020 uit terugtrekken. Op federaal niveau wordt momenteel geen actief klimaatbeleid gevoerd in de VS, en eerder genomen maatregelen worden teruggedraaid.

Mondiaal gezien werd er in het afgelopen jaar met name in de energie-sector een sterke toename van mitigatiebeleid gesignaleerd (NewClimate Institute, PBL, IIASA, 2019). Daarnaast ontwikkelen landen in toenemende mate langetermijnstrategieën met ambitieuze emissiereductiedoelen (bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Canada en de EU).

Klimaatbewustzijn financiële sector neemt langzaam toe

De NEV 2017 beschrijft de groeiende wereldwijde aandacht voor het verbeteren van inzicht in de klimaatrisico's van financiële instellingen en grote bedrijven. Dit op advies van de Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), die ook jaarlijks bijhoudt in hoeverre bedrijven hier (vrijwillig) aan voldoen. De TCFD concludeert dat er een langzame toename is in het openbaar maken van klimaatrisico's door bedrijven, maar veel te weinig om aan te sluiten op de Parijs-doelen (TCFD 2019). Ook in een recent rapport van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG, 2019), in opdracht van het PBL, werd dit geconcludeerd. Naast de TCFD is er een werkgroep opgericht bestaande uit 36 centrale banken, het Network for Greening the Financial System (NGFS), dat aanbevelingen heeft gedaan in lijn met die van de TCFD (NGFS, 2019). Daarnaast is er door de European Technical Expert Group on Sustainable Finance (TEG, 2019) een voorstel gedaan om beleggingen consistent te beoordelen op hun klimaatimpact.

Wereldwijde investeringen in hernieuwbare energie blijven achter

Om de klimaatdoelen van Parijs te halen zijn voornamelijk grote investeringen in duurzame energietechnologieën vereist. De IEA (2019b) signaleerde dat de investeringen in duurzame energiebronnen in 2018 niet waren toegenomen ten opzichte van 2017, en dat vooral een aanzienlijke verplaatsing van de jaarlijkse energie-investeringen nodig is van fossiel naar duurzaam. Voor het beperken van de aardopwarming

tot maximaal 2°C zullen naar schatting de investeringen in duurzame technologieën voor 2030 tenminste moeten verdubbelen.

2.4.2 Het EU klimaat- en energiebeleid

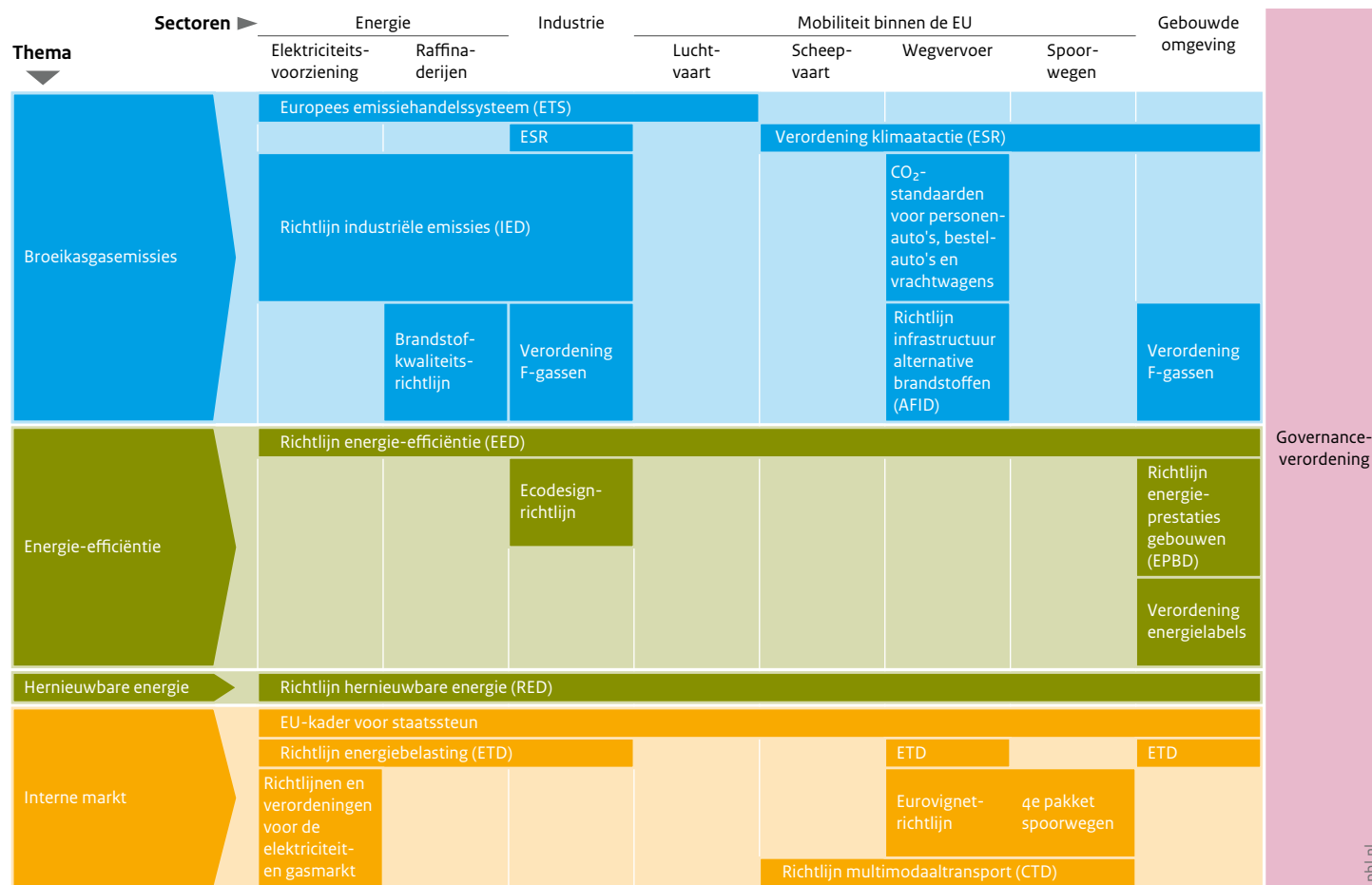
In 2015 heeft de EU-28 in het kader van de Parijs-overeenkomst een NDC opgesteld, gericht op ten minste 40 procent broeikasgasreductie voor de EU-28 in 2030, ten opzichte van 1990. Inmiddels heeft de EU overeenstemming over een omvangrijk wetgevingspakket gericht op het realiseren van de 2030-klimaatdoelstellingen, ingebed in een Energie Unie die verdere integratie van de Europese energiemarkten nastreeft, met het oogmerk van een betrouwbare en betaalbare energievoorziening voor burgers en bedrijven. Voor een belangrijk deel betreft het aanpassingen en aanvullingen van bestaande wetgeving, aangevuld met nieuwe wetgeving. Of de EU aan zijn internationale klimaattoezeggingen kan voldoen zal niet alleen afhangen van het commitment van de lidstaten en de volledige implementatie van het overeengekomen pakket van maatregelen, maar ook in hoeverre zwakke schakels in het Europese beleidsbouwwerk de komende jaren worden aangepakt.

EU-beleidskader voor 2030 staat klaar, realisatie is grotendeels afhankelijk van lidstaten

Besluitvorming over het pakket aan EU-klimaat- en energiemaatregelen, dat onder de Commissie Juncker is geïnitieerd, is in 2019 afgerond. Dit pakket vormt het huidige Europese kader voor het nationale klimaat- en energiebeleid van de lidstaten voor de periode tot 2030. Figuur 2.9 geeft een overzicht van de verschillende onderdelen van het wetgevingspakket.

Figuur 2.9

EU-klimaat- en energiewetgeving, 2021 – 2030



Bron: Agora Energiewende, 2019a

Het overkoepelende klimaatdoel van ten minste 40 procent emissie-reductie in 2030, is in EU-wetgeving vastgelegd via de herziening van het Europese emissiehandelssysteem (ETS)⁶ en de verordening klimaatactie, ook wel Effort Sharing Regulation (ESR)⁷ genoemd. Emissies door landgebruik en bosbouw (LULUCF) worden behandeld in een aparte verordening⁸. Onder het ETS, met 31 deelnemende landen⁹, vallen grote installaties in de elektriciteitssector en de industrie, evenals de luchtvaart binnen en tussen EER-landen¹⁰. Doel van het ETS is om de emissies in 2030 met 43 procent terug te brengen ten opzichte van 2005. Onder de ESR vallen de emissies door de mobiliteit, gebouwde omgeving, kleine industriële faciliteiten, landbouw en afval. Doel van de ESR is om de emissies door deze sectoren, vaak niet-ETS-sectoren genoemd, in 2030 met 30 procent terug te brengen ten opzichte van 2005. De totale emissies in 2030 vallen dan uiteindelijk voor 41,5 procent onder het ETS, en voor 58,5 procent onder de ESR. In de ESR zijn voor elke lidstaat emissiereductiedoelen voor 2030 vastgelegd. Deze variëren van een reductie van 40 procent voor Luxemburg en Zweden, tot nul procent voor Bulgarije. Voor Nederland is een emissiereductie van 36 procent afgesproken. Binnen het gehele klimaat- en energiepakket voor 2030 kent alleen de ESR gedifferentieerde doelen naar lidstaten.

In het pakket zijn ook energiedoelen in de wetgeving verankerd. Voor energie-efficiëntie is dat een afname in de EU van het primair en finaal energiegebruik met 32,5 procent in 2030, in vergelijking met 2007¹¹. Het aandeel hernieuwbare energie moet in 2030 groeien naar 32 procent van het bruto finaal energiegebruik, dit impliceert een aandeel van 57 procent in de EU-elektriciteitsmix (Agora Energiewende, 2019a). Voorts kent het pakket, zoals figuur 2.9 laat zien, verschillende sectorspecifieke maatregelen.

Een geheel nieuw element in het EU-beleidskader voor 2030 is de governanceverordening¹². Deze verlangt dat lidstaten strategische plannen aan de EU voorleggen over de toekomst van hun energiesysteem. Tevens moet zo'n plan laten zien wat een lidstaat gaat bijdragen aan realisatie van de EU 2030-doelen voor energie-efficiëntie en hernieuwbare energie. In de verordening is sprake van twee soorten strategische plannen; (1) een integraal nationaal energie- en klimaatplan (INEK), met 2030 als horizon, dat beoogt een samenhangend ontwikkelingsbeeld te geven van het gehele energiesysteem, en (2) een langetermijnklimaatstrategie (LTKS) met een horizon van 50 jaar, waarin een lidstaat aangeeft hoe het de nationale broeikasgasemissies wil gaan terugdringen tegen de achtergrond van de in Parijs gemaakte afspraken (Notenboom en Hoogervorst, 2017).

6 Zie Richtlijn (EU) 2018/410 OJ L 76 10-03-2018

7 Zie Verordening (EU) 2018/842 OJ L 156 19-06-2018

8 Zie Verordening (EU) 2018/841 OJ L 156 19-06-2018

9 Alle EU-28 lidstaten en IJsland, Liechtenstein en Noorwegen

10 Alle EU-landen plus Liechtenstein, Noorwegen en IJsland

11 Zie Richtlijn (EU) 2018/2002 OJ L 328 21-12-2018

12 Zie Verordening (EU) 2018/1999 OJ L 328 21-12-2018

2-1 Hoofdlijnen governanceverordening

Integraal nationaal energie- en klimaatplan (INEK)

- Nadruk op 2030 (met perspectief op 2040)
- Instrument voor het behalen van de 2030-doelen (broeikasgassen, energie-efficiëntie, hernieuwbare energie)
- Monitoring inspanningen lidstaten overige doelen energiebeleid (dimensies Energie Unie): marktintegratie, voorzieningszekerheid, en onderzoek, innovatie en concurrentievermogen
- Gedetailleerde richtsnoer vooral op inhoud
- Faciliteren dialoog tussen lidstaten onderling en met de Europese Commissie
- Bevorderen samenwerking tussen groepen naburige landen
- Planningscyclus: concept plan (31-12-2018), finaal plan (31-12-2019), ontwerp geactualiseerd plan (30-06-2023), finaal geactualiseerd plan (30-06-2024), concept post-2030 plan (01-01-2028), finaal post-2030 plan (01-01-2029)

Langetermijnklimaatstrategie (LTKS)

- Nationale klimaatstrategie met minstens 30 jaar perspectief
- Uitgangspunt zijn de afspraken in het Parijs-akkoord
- Apart van INEK maar moet daar wel consistent mee zijn
- Weinig gedetailleerde richtsnoer (noch inhoudelijk noch procesmatig)
- Planningscyclus: vanaf 2020 en vervolgens elke 10 jaar

Rapportage en monitoring

- Stroomlijnen bestaande (jaarlijkse) rapportageverplichtingen
- Tweejaarlijkse voortgangsrapportage over implementatie INEK volgens vast format
- Tweejaarlijkse klimaatrapportage volgens vast format
- Tweejaarlijkse klimaatadaptatierapportage volgens vast format

Beoordeling op EU-niveau

- Tweejaarlijkse beoordeling van de INEK's en voortgang realisatie EU energie- en klimaatdoelen
- Aanbeveling Commissie bij inconsistenties tussen nationale ontwikkelingen en Europese doelen
- Jaarlijks rapport over de status van het Europese energie- en klimaatbeleid

De implementatie van het EU 2030 klimaat- en energiepakket kent verschillende dimensies (Agora Energiewende, 2019a):

- Veelal is aanvullende regelgeving op specifieke gebieden nodig via gedelegeerde of uitvoeringshandelingen. Hoewel deze regelgeving zich soms bezighoudt met technische details, kan deze in beginsel een substantiële impact hebben op de effectiviteit van de wetgeving in de praktijk.
- Lidstaten moeten EU-richtlijnen omzetten in nationaal recht. In veel gevallen hebben ze een aanzienlijke flexibiliteit om hierbij nationaal keuzes te maken. Hoewel nationale beleidsprocessen een kans bieden voor beleidsinnovatie en lokaal eigenaarschap, kunnen ze er ook toe leiden dat maatregelen worden afgezwakt.
- Zowel de lidstaten als de Europese Commissie moeten nu vooral de verschillende vereisten in de wetgeving omzetten in actie, en toezicht- en handavingsprocedures vaststellen om ervoor te zorgen dat de beoogde doelstellingen worden bereikt.

Het huidige EU-beleid is inconsistent met de uitgangspunten Parijs-akkoord, reparatie hiervan kost tijd, is complex en onzeker

In 2009 hebben de EU-staatshoofden en -regeringsleiders (Europese Raad) het doel onderschreven om de EU-broeikasgasemissies in 2050 met 80 tot 95 procent te reduceren ten opzichte van 1990. In 2011 heeft de Europese Commissie een routekaart uitgebracht met een transitiepad, overeenkomend met een emissiereductie van 80 procent in 2050 (EC, 2011). Op basis hiervan is het reductiedoel van ten minste 40 procent in 2030 afgeleid, dat in 2015 als NDC door de EU is voorgelegd, en dat een belangrijke pijler vormt onder het hierboven beschreven beleidskader voor 2030.

De verschillende onderdelen van het EU beleidskader komen niet geheel overeen met de beoogde Parijs-doelstellingen (Vailles et al., 2018):

- De langetermijndoelstelling van de EU werd vastgesteld in 2009, vóór de Parijs-overeenkomst, met het doel om de wereldwijde temperatuurstijging tot ver onder 2°C te handhaven.
- De voortzetting van de broeikasgasemissietrend zoals gedefinieerd door het 2030 energie- en klimaatpakket maakt het onmogelijk de 2050-doelstelling te bereiken¹³. De inspanningen zouden na 2030 aanzienlijk moeten toenemen om de uitstoot van broeikasgassen in 2050 met 80-95 procent te verminderen.
- Het ETS-reductiepad, gedefinieerd door de jaarlijkse verlaging van het emissieplafond, komt in 2050 overeen met een reductie van 85 procent ten opzichte van de emissies die in 2005 onder het ETS vielen, terwijl de routekaart voor 2050 (EC, 2011) uitgaat van 90 procent reductie van emissies door de ETS-sectoren.
- De belangrijkste klimaatbeleidsinstrumenten van de EU, het ETS en de ESR, definiëren koolstofbudgetten en garanderen dus niet dat een bepaald reductiepercentage in een bepaald jaar wordt bereikt. De NDC van de EU is daar juist wel op gebaseerd.

Naast de vele wetgevende initiatieven van de Europese Commissie gedurende de afgelopen jaren heeft de Commissie, op verzoek de Europese Raad, in 2018 een langetermijnklimaatvisie uitgebracht (EC, 2018b). Deze gaat uit van een volledig commitment aan de Parijs-overeenkomst, en houdt rekening met de bevindingen van het IPCC-

¹³ Op basis van het vastgestelde 2030 klimaat- en energiepakket en bij volledige uitvoering van de maatregelen raamt de Europese Commissie (EC, 2018b) dat de EU-emissies in 2030 uitkomen op 45 procent en in 2050 op 60 procent van het niveau in 1990.

rapport over de haalbaarheid en gevolgen van een wereldwijde klimaatverandering tot maximaal 1,5°C (IPCC, 2018). De visie concludeert dat de EU uiterlijk in 2050 broeikasgasneutraliteit moet behalen en schetst daarop georiënteerde transitiepaden.

Het Europees Parlement onderschrijft het behalen van klimaatneutraliteit in 2050, en verbindt daaraan de conclusie dat het klimaatdoel voor 2030 moet worden aangescherpt naar een emissiereductie van 55 procent¹⁴. Tussen de lidstaten vindt een intensieve dialoog plaats over deze aanscherping. Besluitvorming hierover is uiteindelijk een zaak van de Europese Raad, die op basis van unanimiteit opereert. In aanloop naar de Raadsvergadering van 20 juni j.l. gaven 24 lidstaten aan klimaatneutraliteit in 2050 te ondersteunen. Unanimiteit hierover kon niet worden bereikt omdat vier landen (Tsjechië, Estland, Hongarije en Polen) zich hierop niet wilden vastleggen. De onderhandelingen hierover worden vervolgd, naar verwachting kan voor eind 2019 overeenstemming worden bereikt (Geden en Schenuit, 2019).

Een mogelijke aanscherping van het 2050-klimaatdoel heeft in beginsel ook gevolgen voor het 2030-doel. Een doel van 55 procent in 2030, dat ook door de Nederlandse regering wordt nagestreefd, ligt meer in lijn met klimaatneutraliteit in 2050 dan het huidige doel van 40 procent. Het debat hierover is voorlopig geparkeerd om de lopende gesprekken over klimaatneutraliteit (2050) niet te belasten.

De vastgelegde evaluatiemomenten in het kader van de Parijs-overeenkomst en de governanceverordening vormen naar verwachting de aanleiding om het 2030-doel te herzien, en de discussie te voeren over een herijking van de twee belangrijkste Europese klimaatinstrumenten: het ETS en de ESR. Het is daarbij politiek waarschijnlijk eerder haalbaar overeenstemming te bereiken over aanscherping van het ETS dan over de ESR. De ESR bevat immers een ingewikkelde verdeelsleutel voor de lidstaten, en betreft sectoren waarin het relatief complex en kostbaar is om emissies terug te brengen (Geden en Schenuit, 2019).

Nationale klimaat- en energieplannen lidstaten schieten nog tekort

Alle 28 EU-lidstaten hebben bij de Europese Commissie een concept ingediend voor een integraal nationaal energie- en klimaatplan (INEK). Op 18 juni j.l. heeft de Commissie, als onderdeel van een iteratief proces, een integrale beoordeling van de conceptplannen gepubliceerd (EC, 2019c), en daarnaast lidstaatspecifieke aanbeveling gedaan¹⁵.

De Commissie beoordeelt de ontwerpplannen in het algemeen als onvoldoende robuust en gedetailleerd, en stelt voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie aanzienlijke beleidstekorten vast. Ze roept de lidstaten op om voor het eind van het jaar nog een grote inspanning te leveren, zodat ambities worden aangescherpt, beleidsdetails worden verduidelijkt, investeringsbehoeften gespecificeerd, en meer werk wordt gemaakt van een sociaalrechtvaardige energietransitie.

¹⁴ European Parliament Resolution of 25 October 2018 on the 2018 UN Climate Conference in Katowice, Poland (COP24) (2018/2598(RSP))

¹⁵ Zie bijvoorbeeld voor Nederland: Commission Recommendation on the draft integrated National Energy and Climate Plan of the Netherlands covering the period 2021-2030. SWD(2019) 227 final, 18.6.2017

De inschatting van de Commissie is dat de plannen net voldoende zullen zijn om het 40 procent EU-broeikasgasdoel in 2030 te halen. Het emissie-reductiepad voor niet-ETS-sectoren lijkt in 2030 aan te sturen op 28 procent, in plaats van de overeengekomen 30 procent. Het potentieel van het klimaat- en energiepakket om 45 procent broeikasgasemissie-reductie in 2030 te realiseren wordt op basis van de conceptplannen niet ontsloten.

Ambitieuw klimaatbeleid nieuwe voorzitter Europese Commissie

De politieke verklaring¹⁶ van de nieuw gekozen voorzitter van de Europese Commissie, Ursula von der Leyen, bevat een aantal voorstellen voor een hogere ambitie in het EU klimaatbeleid: aanscherping van het 2030-klimaatdoel naar een emissiereductie van 55 procent, een EU klimaatwet waarin klimaatneutraliteit in 2050 is vastgelegd, de introductie van een Carbon Border Tax, uitbreiding van het ETS naar de maritieme sector, en een Sustainable Europe Investment Plan.

2.4.3 Beleidsontwikkelingen klimaat en energie in omringende landen

Hier behandelen we beknopt de belangrijkste relevante beleidsontwikkelingen in de omringende landen. Naast België, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Denemarken, waarmee Nederland via gas- en elektriciteitsverbindingen direct verbonden is, kijken we ook naar Frankrijk. In alle landen vindt een levendig debat plaats over het klimaatbeleid, maar we zien tegelijkertijd een spagaat tussen ambities en uitvoering. Het duidelijkst openbaart dit zich voor de gebouwde omgeving en de mobiliteit. Dit maakt dat beleidsmatige onzekerheden onverminderd groot zijn.

¹⁶ Zie: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/political-guidelines-next-commission_en.pdf

Samenhangend klimaat- en energiebeleid België ontbreekt

De in 2014 aangetreden federale regering-Michel wilde met een energiepact tot een brede politieke consensus komen voor een energiemodel in België, om daarmee duidelijkheid voor de lange termijn te vergroten. In december 2018 is de regering-Michel gevallen, en op 26 mei 2019 zijn er federale verkiezingen gehouden. Sindsdien wordt onderhandeld over de samenstelling van een nieuwe Belgische federale regering, en neemt de regering-Michel de lopende zaken waar. Een samenhangend nationaal plan voor de Belgische energievoorziening ontbreekt nog steeds, het werk daaraan kan op z'n vroegst door de nieuwe federale regering weer worden opgepakt. Het concept INEK dat België eind 2018 aan de Europese Commissie heeft voorgelegd is een verzameling van plannen voor elk van de landsdelen en de federatie¹⁷. Dit is illustratief voor het gefederaliseerde en daardoor, onder de Belgische constellatie, gefragmenteerde klimaat- en energiebeleid van dit land. Er is in België geen structurele wijziging in beleid zichtbaar, en daarmee blijven de aanbevelingen van het Internationaal Energieagentschap uit 2016 actueel.

Er is een voortdurende zorg over de leveringszekerheid van elektriciteit vanwege achterblijvende investeringen in opwekkingscapaciteit. De zeven kerncentrales (Doel 1-4, Tihange 1-3) verzorgden in 2018 ongeveer 35 procent van de Belgische elektriciteitsproductie, een laag aandeel in vergelijking tot andere jaren vanwege technische problemen. De huidige plannen voorzien in sluiting van de kerncentrales in de periode 2022-2025. De federale regering heeft in maart 2018 aangegeven de sluitingsdata niet te zullen wijzigen, mits de leveringszekerheid tot

¹⁷ Zie: Commission Recommendation on the draft integrated National Energy and Climate Plan of Belgium covering the period 2021-2030. SWD(2019) 211 final, 18.6.2017

sluiting niet in het gedrang komt. Een wetsvoorstel dat economische zekerheid zou moeten brengen voor nieuwe gasgestookte centrales kon vanwege de val van het kabinet-Michel niet meer aan het parlement worden voorgelegd. De sector vreest nu dat er inmiddels al te veel tijd verloren is gegaan om de nodige gascentrales tegen 2025 operationeel te hebben. Van de andere kant neemt de interconnectiecapaciteit van België met zijn buurlanden tegen 2020 met 2.000 megawatt toe (door de Alegro verbinding met Duitsland, en de Nemo Link met het Verenigd Koninkrijk, beide goed voor 1.000 megawatt). Hiermee wordt het land afhankelijker van de Europese elektriciteitsmarkt.

Ook in België wordt gesproken over nationale CO₂-beprijzing als instrument voor effectief klimaatbeleid. Een nationaal debat leidde tot de conclusie dat op de korte termijn CO₂-beprijzing voor de niet-ETS-sectoren (circa 63 procent van de nationale emissies) een krachtig instrument is voor de transitie van deze sectoren (Climact, 2018).

Stagnatie en onzekerheid over vervolg Energiewende Duitsland

In Duitsland is na de Bondsdagverkiezingen (september 2017) op 14 maart 2018 een coalitie aangetreden van CDU/CSU en SPD (Merkel IV). Het coalitieakkoord (CDU, CSU, SPD, 2018) legt vast de Energiewende (energieovergang) te continueren, bij voorkeur ingebed in de Europese context (om kosten te besparen en synergiën te benutten), en bevestigt commitment aan de klimaatovereenkomst van Parijs.

De coalitie wil onder meer:

- De groei van hernieuwbare energie beter gaan afstemmen op de ontwikkeling van de hoogspanningsnetten.
- De acceptatie door omwonenden van hoogspanningsverbindingen vergroten door meer, duurdere, ondergrondse bekabeling toe te passen.
- Bij wind op land zorgen voor een betere afweging tussen de belangen van de hernieuwbare energiesector enerzijds, en natuurbehoud en omwonenden anderzijds.
- Een infrastructuur voor LNG opbouwen.
- Het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsproductie verhogen naar 65 procent in 2030, onder voorbehoud van modernisering van de netten en een marktgeoriënteerde aanpak.
- Zich inspannen om het onhaalbare nationale 2020-klimaatdoel van 40 procent emissiereductie (basisjaar 1990) zo snel mogelijk na 2020 te halen. Daarbij wordt verwezen naar het klimaatactieplan 2050 (Bundesregierung, 2016), en naar het feit dat de beoogde groei van hernieuwbare energie bijdraagt aan emissiereductie. Specifieke klimaatmaatregelen noemt het coalitieakkoord verder niet.

De Duitse klimaatambitie vraagt vermindering van het gebruik van kolen in de elektriciteitsvoorziening (Bundesregierung, 2016). Hoe dit op een sociaalrechtvaardige en technisch-economische acceptabele manier kan worden vormgegeven is een grote politieke en maatschappelijke puzzel. Daartoe heeft de Duitse regering in juni 2018 de adviescommissie 'Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung' ingesteld (in de wandelgangen 'de kolencommissie'). Centraal in het werk van deze commissie staan de economische structureffecten in de regio's met bruinkooldagbouw. Het advies van deze commissie is een

compromis tussen de 28 leden¹⁸, vertegenwoordigers uit de regio's, bedrijfsleven, wetenschap, elektriciteitssector, milieubeweging en vakbonden. Begin 2019 heeft de commissie haar eindrapport aan de Bondsregering overhandigd (KWSB, 2019; zie ook Agora Energiewende, 2019b; Matthes et al., 2019; Matthes, 2019a).

Vanuit het perspectief van de Nederlandse energietransitie zijn vooral de onderdelen van het advies van belang die van invloed zijn op het functioneren van de elektriciteitsmarkt, en het terugdringen van broeikasgasemissies:

- In de periode 2018-2022 wordt het Duitse kolenvermogen teruggebracht naar 15 gigawatt bruinkool en 15 gigawatt steenkool. Dit betekent sluiting van bijna 5 gigawatt bruinkoolvermogen en 7,7 gigawatt steenkoolvermogen ten opzichte van 2017. Aangenomen wordt dat het stilleggen van bruinkoolcentrales in deze periode (vrijwel) geheel in het Rheinland plaats zal vinden. Ten opzichte van reeds bestaande plannen komt het voorstel neer op extra sluiting van 3 gigawatt bruinkoolcapaciteit en 4 gigawatt steenkoolcapaciteit. De commissie adviseert de bestaande 2,3 gigawatt netreserve om te vormen van kolen naar gas. De plannen voor deze periode zijn duidelijk en uitvoerbaar.
- In de periode 2023-2030 wordt het kolenvermogen verder teruggebracht naar maximaal 9 gigawatt bruinkool en 8 gigawatt steenkool. In vergelijking tot 2017 betekent dit een reductie van 10,9 gigawatt bruinkool en 14,7 gigawatt steenkool. De afbouw is geleidelijk, met

een grotere stap in 2025 als de noord-zuid hoogspanningsverbindingen gereed zijn. Evaluatie van het kolenaanbouwplan en de maatregelen zullen plaatsvinden in 2023, 2026 en 2029. De plannen voor deze periode zijn minder duidelijk, de tekst is breedvoerig, en kent veel open einden.

- De commissie stelt voor de elektriciteitsproductie uit kolen (steen- en bruinkool) in 2038 geheel te beëindigen. Indien de omstandigheden dit toelaten kan de einddatum op z'n vroegst 2035 worden. Ze doet de suggestie om deze optie in 2032 te bekijken. Maatregelen voor de periode na 2030 zijn door de commissie niet besproken. De verwachting is dat door een hogere ETS-prijs, en aandelen hernieuwbare elektriciteit van 65 procent en hoger, de marktomstandigheden voor kolencentrales in deze periode bijzonder ongunstig zullen worden.
- De commissie zegt dat de sluiting van Duitse kolencapaciteit de effectiviteit van het Europese emissiehandelssysteem niet mag ondermijnen. Dit betekent vernietiging van een nader te definiëren hoeveelheid uitstootrechten, hetgeen al mogelijk is in de huidige handelsperiode tot en met 2020.
- De commissie adviseert om een CO₂-prijs in te voeren voor de niet-ETS-sectoren (vooral transport en gebouwde omgeving). Dit leidt ertoe dat deze sectoren een grotere bijdrage zullen leveren aan realisatie van de Duitse klimaatdoelen, en het levert volgens de commissie prikkels op voor gebruik van het flexibiliteitspotentieel van power-to-x¹⁹. De CO₂-prijsmaatregel zal op een sociaal acceptabele manier moeten worden vormgegeven.

18 Eén lid van de kolencommissie stemde tegen het bereikte compromis: de vertegenwoordigster van dorpen die worden bedreigd door uitbreiding van bruinkooldagbouw in Lausitz (Oost-Duitsland) vond het advies onvoldoende garanties geven voor de bewoners van deze dorpen.

19 Met power-to-x wordt bedoeld het omzetten van met name (een surplus aan) duurzame elektriciteit naar andere energiedragers (bijvoorbeeld waterstof of synthetische brandstoffen) of warmte.

- Het sluiten van kolencentrales heeft gevolgen voor de grootschalige warmtevoorziening. Een constante en gegarandeerde warmtevoorziening mag volgens de commissie niet ter discussie staan. Volgens de commissie moet de Duitse WKK-wetgeving (warmtekrachtkoppeling) verder ontwikkeld worden om dit te garanderen, en emissies in de warmtesector te reduceren.
- De commissie ondersteunt met krachtige bewoordingen het doel van 65 procent hernieuwbare energie in de elektriciteitsproductie in 2030.
- Volgens de commissie zullen de groothandelsprijzen voor elektriciteit de komende jaren stijgen vanwege hogere brandstof- en CO₂-prijzen. Deze ontwikkeling wordt mogelijk versneld door de afbouw van Duitse kolen, ondanks dat de verdere expansie van hernieuwbare energie een prijs dempend effect heeft²⁰. Flankerende maatregelen zullen volgens de commissie nodig zijn voor het beperken van stijgende elektriciteitsprijzen voor de energie-intensieve industrie, en om extra belasting voor bedrijven en consumenten op te vangen. De commissie beveelt aan energiegebruikers te ondersteunen door de nettarieven te verlagen, of met een maatregel met een vergelijkbaar effect van minstens 2 miljard euro per jaar.
- Om de leveringszekerheid van elektriciteit en warmte te garanderen moet volgens de commissie de monitoring van de voorzieningszekerheid beter worden afgestemd op de aanstaande veranderingen in de Duitse energieproductiepark. Volgens de commissie moet het energiesysteem aan een constante stresstest worden onderworpen, inclusief evaluatie van economische haalbaarheid van nieuw productievermogen (vooral gascentrales) en opslagcapaciteit, en het

²⁰ Recente modelanalyses door Aurora Energy Research (in Agora Energiewende, 2019b) en het Oeko-Institut (Matthes et al., 2019) verwachten veel beperktere effecten op groothandelsprijzen, tot zelfs een lichte daling.

identificeren van gebrek aan investeringsprikkels. Indien er in 2023 onvoldoende productievermogen in aanbouw is, adviseert de commissie een ‘systematisch investeringskader’ (capaciteitsmechanisme) dat voldoende investeringsprikkels biedt. De commissie stelt voor om niet terughoudend te zijn met het gebruik van bestaande capaciteitsreserve-mechanismen, en om de reservecapaciteit terughoudend uit te breiden.

Veel commentatoren van het advies van de kolencommissie betitelden het als een robuust begin van een duidelijke beëindiging van kolenstook in Duitsland (‘Einstieg in den Ausstieg’), met waardering en tevredenheid dat de commissie überhaupt tot een breed gedragen advies is gekomen. Echter, het betekent niet het einde van de al decennia durende maatschappelijke strijd over het gebruik van kolen in Duitsland. Veel zal afhangen van de uitwerking van het afbouwtraject in de periode 2023-2030. De voorstellen voor deze periode zijn niet zo duidelijk, en de omfloerste formulering illustreert hoe moeilijk het is geweest om tot overeenstemming te komen. Het initiatief ligt nu bij het Duitse kabinet. Veel details moeten nog worden uitgewerkt, uiteindelijk moet de Bondsdag instemmen met de maatregelen. Naar verwachting komt er pas in de loop van 2020 duidelijkheid over de beëindiging van het gebruik van kolen.

Jaarlijks stelt het Duitse ministerie voor economie en energie een monitoringsrapport op over de voortgang van de Energiewende (BMW, 2019). Een onafhankelijke commissie van academische experts stelt mede op basis van dit monitoringrapport een advies op over de beleidsvoortgang (Löschel et al., 2019). Het algemene beeld is dat doelrealisatie van veel onderdelen van de Energiewende al jaren op rij sterk achterblijft, alleen de kernuitstap en de groei van hernieuwbare

energie liggen op schema. Bij hernieuwbaar komt dat vooral door de groei van het aandeel hernieuwbare elektriciteit, niet zozeer door toename van het aandeel hernieuwbare energie in de mobiliteit en in de warmtevoorziening. Bij de doelstellingen voor broeikasgasreductie en energie-efficiëntie stelt de expertcommissie grote beleidstekorten vast.

Voor de ontwikkelingen in de mobiliteit en de gebouwde omgeving blijven achter inzake energie- en klimaatdoelen. Dit is reden tot zorg, onder meer omdat Duitsland niet op koers ligt voor realisatie van het Europese doel voor de niet-ETS-sectoren in 2020 en 2030. De kans is groot dat Duitsland hierdoor grote hoeveelheden emissierechten moet gaan kopen van landen met overschot (mits voorhanden). Dit kan leiden tot kosten die kunnen oplopen tot 9 miljard euro per jaar (Löschel et al., 2019). De industriële sector blijft doorgaans wat buiten beeld in nationale beleidsrapportages in Duitsland, voor een belangrijk deel valt deze onder het Europese emissiehandelssysteem. Desondanks merkt de expertcommissie op dat de energie gerelateerde emissies in de industrie tussen 2005 en 2017 met 17 procent groeiden, dit is zelfs sneller dan de 4,2 procent groei in de transportsector. In dat verband ziet de expertcommissie handelingsperspectief met het oog op de nationale klimaatdoelen, zelfs buiten het bereik van de Europese emissiehandel.

Op het gebied van leveringszekerheid van elektriciteit is de situatie volgens de expertcommissie onzeker. De betrouwbaarheid van de levering van elektriciteit en gas is weliswaar hoog, maar de geplande uitbouw van de hoogspanningsnetten loopt zwaar achter op schema. Kritieke netwerksituaties zijn tot nu toe nog steeds goed verholpen door inzet van dure systeemdiensten, waaronder congestie management: de netwerkkosten voor afnemers nemen hierdoor toe. De aanleg van drie grote noord-zuid netwerkverbindingen is in uitvoering, maar de

einddatum wordt steeds verder naar achteren verschoven. Analyses van de Duitse Transmission System Operators (TSO's) laten zien dat voor het doel van 65 procent hernieuwbare elektriciteit in 2030, en een duidelijke vermindering van het kolenvermogen, de aanleg van een vierde zware noord-zuid verbinding nodig is (Löschel et al., 2019). Tijdige realisatie van deze vierde verbinding is erg onzeker, en in combinatie met de problemen die er al zijn met de oplevering van de bestaande drie grote netwerkprojecten werpt dit een donkere schaduw over het perspectief van 65 procent hernieuwbare elektriciteit in 2030.

Bij verschijnen van de NEV 2017 was er in Duitsland amper een maatschappelijk debat gaande over CO₂-beprijzing. Vanuit verschillende adviesorganen en kennisinstituten werd hiervoor wel al langer gepleit, als zijnde een efficiënte aanpak voor het klimaatvraagstuk (CO₂ Abgabe e.V., 2019; Löschel et al., 2019; UBA, 2019), maar successievelijke regeringscoalities hielden dit af. Er was immers al een Europese aanpak met een emissiehandelssysteem, en door de groei van hernieuwbare energie zouden de emissies ook gaan dalen, was de redenering. Door de groeiende maatschappelijke zorg over klimaatverandering, en het uitblijven van effectief klimaatbeleid, is sindsdien klimaat in Duitsland hoog op de politieke agenda terecht gekomen. Hieraan heeft het succes van de Duitse groene partij bij de laatste Europese verkiezingen, en het feit dat deze partij al maandenlang erg hoog in de peilingen staat, zeker bijgedragen. Evenals de maatschappelijke roep om actie.

Door deze ontwikkeling wordt nu ook door de Duitse politiek gesproken over CO₂-beprijzing als onderdeel van klimaatbeleid. De gezaghebbende Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVRW, 2019) heeft recent een positief advies uitgebracht over CO₂-beprijzing, en beschouwt verschillende opties (zie ook

Edenhofer et al., 2019). Het debat in Duitsland richt zich met name op de transportsector en de warmtevoorziening (niet-ETS-sectoren), in tegenstelling tot Nederland waar juist sprake is van nationale CO₂-beprijzingsmaatregelen specifiek voor ETS-sectoren (industrie en elektriciteit). De discussie spitst zich toe op de vormgeving van een eventueel beprijzingsinstrument (hoogte heffing, grondslag, certificatenhandel, belasting of hybride; zie Matthes, 2019b), een sociaalrechtvaardige vormgeving, en de samenhang met een herziening van de energiebelastingen.

De direct bij het klimaatbeleid betrokken ministers van de Bondsregering hebben op 20 september 2019 na moeizame onderhandelingen de uitgangspunten geformuleerd voor een Klimaschutzprogramm 2030. Hiermee wil de Duitse regering weer op koers komen om het nationale klimaatdoel van -55 procent emissiereductie in 2030 te bereiken. Op basis van deze uitgangspunten wordt het plan de komende tijd verder uitgewerkt en behandeld in het parlement. Een van de meest opvallende onderdelen is het invoeren van een nationaal emissiehandelssysteem voor de warmtevoorziening en de mobiliteit. De eerste reacties vanuit de wetenschap op dit initiatief van het huidige regeringscoalitie gaan van uitermate kritisch tot een belangrijke eerste stap²¹.

21 Zie Handelsblatt 21.09.2019. Klimaökonom Edenhofer: „Paket ist Dokument der Mutlosigkeit“; Frankfurter Allgemeine 23.09.2019. Andreas Löschel, Karen Pittel und Christoph Schmidt, Die Tür ist auf.

Frankrijk legt klimaatneutraliteit 2050 wettelijk vast: handelen in lijn met de ambities is nog niet zo eenvoudig

Ondanks de grote woorden over klimaatbeleid in de Franse politiek laten de Franse ervaringen, net als in andere landen, zien hoe lastig het in de praktijk is om ambities om te zetten in concreet en effectief beleid. De protesten van de gele hesjes naar aanleiding van de koolstofbelasting op brandstoffen is het meest illustratieve voorbeeld.

Het kernministerie voor ecologische transitie (Ministère de la Transition écologique et solidaire; MTES) is verantwoordelijk voor het klimaat- en energiebeleid in Frankrijk. De afgelopen twee jaar is de politieke leiding twee keer gewisseld, om uiteenlopende redenen. Nicolas Hulot trad 15 maanden na zijn aantreden af als minister van staat, dit uit onvrede over het hem ter beschikking gestelde budget. Hij werd opgevolgd door François de Rugy, die in juli 2019 ontslag nam vanwege mediaberichten over misbruik van publieke middelen. De huidige minister, Élisabeth Borne, tevens minister van transport, staat bekend als bekwame vakvrouw.

In reactie op de overeenkomst van Parijs en het IPCC 1,5 °C-rapport, heeft Frankrijk het 2050-klimaatdoel aangescherpt van 75 procent broeikasgasreductie (basisjaar 1990) naar het bereiken van klimaatneutraliteit in dat jaar. Dit aangescherpte doel wordt wettelijk vastgelegd²².

22 In het voorstel voor een loi relatif à l'énergie et au climat dat op 30 april 2019 bij het parlement is ingediend en via de versnelde procedure in behandeling is.

De twee pijlers onder het Franse klimaat- en energiebeleid zijn de vijfjaarlijkse nationale klimaatstrategie (Stratégie Nationale Bas-Carbone; SNBC), over de manier waarop Frankrijk de broeikasgassen wil terugdringen, en de meerjarenplanning voor energie (programmation pluriannuel de l'énergie; PPE), gericht op operationele doelen en investeringen in de energie-infrastructuur. Beide programma's zijn wettelijk verankerd²³ en worden momenteel herzien.

De eerste SNBC uit 2015²⁴ geeft de indicatieve reductiepaden aan waarlangs Frankrijk het lange-termijn klimaatdoel in 2050 wil realiseren, en definieert operationele doelen voor de korte en middellange termijn, door het vaststellen van de nationale koolstofbudgetten²⁵. Uit evaluatie van de huidige SNBC bleek dat het eerste koolstofbudget (2015-2018) op basis van voorlopige cijfers met 72 megaton CO₂-equivalenten wordt overschreden²⁶. Dit is een forse overschrijding die voor een klein deel is toe te schrijven aan conjuncturele tegenvallers, en voor een groot deel aan structurele factoren door achterblijvende maatregelen in de gebouwde omgeving, de mobiliteit, en de landbouw. In de gebouwde omgeving loopt het tempo van energierenovaties ver achter bij de

23 In de loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV); zie NEV 2017 voor een samenvatting van de doelen uit deze wet.

24 Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone, Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie, stratégie nationale bas-carbone (novembre 2015).

25 De Franse koolstofbudgetten betreffen alle binnenlandse broeikasgasemissies en alle sectoren, LULUCF en internationale lucht- en scheepvaart vallen erbuiten; de ETS-sectoren zijn in alle budgetten verantwoordelijk voor ongeveer 22 procent van de totale emissies.

26 Actuele cijfers laten een overschrijding met 62 Megaton CO₂-equivalenten zien (HCC, 2019).

planning. In de mobiliteit is sprake van achterblijvende efficiëntieverbetering van nieuwe auto's, een opleving van het wegverkeer, en zijn de resultaten van een modal shift in de goederensector minder dan verwacht. Het ministerie verwacht dat de emissies wel binnen het derde budget (2024-2028) van 358 megaton CO₂-equivalenten per jaar zullen blijven (MTES, 2018).

In december 2018 heeft de Franse regering het ontwerp gepresenteerd voor herziening van de nationale koolstofarme strategie (SNBC2) (MTES, 2018). De SNBC2 houdt rekening met de nieuwe doelstelling van koolstofneutraliteit, en is gebaseerd op een geactualiseerd scenario op basis van voorgenomen beleid en actuele emissietrends. De omvang van het tweede budget (2019-2023) wordt vanwege de ervaringen tijdens de eerste budgetperiode niet meer realistisch gevonden en wordt met 22 megaton CO₂-equivalenten opgehoogd (tot 421 megaton CO₂-equivalenten per jaar). Een vierde koolstofbudget voor de periode 2029-2033 van 299 megaton CO₂-equivalenten per jaar wordt voorgesteld.

Het SNBC2 zal tot een forse versnelling van het broeikasgasreductietempo moeten leiden wil Frankrijk klimaatneutraliteit in 2050 bereiken. In de periode 2005-2016 was het reductietempo gemiddeld 8,6 megaton CO₂-equivalenten per jaar, in de periode 2016-2050 zal dit gemiddeld 12,4 megaton CO₂-equivalenten per jaar moeten worden. Het ontwerp SNBC2 is nog een consultatiedocument waar inmiddels verschillende adviesorganen op hebben gereageerd. Het is nog niet duidelijk wanneer en hoe de SNBC2 wordt geformaliseerd, en welke status het krijgt.

Het eerste PPE behelsde de perioden 2016-2018 en 2019-2023, en is wettelijk vastgelegd²⁷. Het plan heeft een brede scope en is erg gedetailleerd. Punten van kritiek zijn dat de verschillende sectoren bijzonder ongelijk behandeld worden, met meer aandacht voor het energieaanbod dan voor de energievraag (Rüdinger, 2018). Op 25 januari 2019 heeft de Franse regering een ontwerp voor herziening van het PPE uitgebracht voor de perioden 2019-2023 en 2024-2028, en ter consultatie aan verschillende adviesraden voorgelegd (MTES, 2019). Omdat het plan tegenstrijdigheden kent met de wet op de energietransitie zal de regering eerst deze wet moeten aanpassen alvorens het wetsvoorstel voor een nieuw PPE te kunnen indienen²⁸.

Vanuit perspectief van de Nederlandse energietransitie zijn vooral de onderdelen van de PPE van belang met invloed op het functioneren van de centraalwest-Europese elektriciteitsmarkt en het terugdringen van broeikasgasemissies:

- Het huidige Franse nucleaire park bestaat uit 58 reactoren. In de loop van 2020 worden de twee 900 megawatt reactoren van de centrale Fessenheim (op de grens met Duitsland) gesloten. Het plan spreekt verder over sluiting van vier reactoren in de periode 2025-2028, waarvan twee conditioneel aan de leveringszekerheid, en van acht reactoren in de periode 2029-2035. Over de bouw van nieuwe reactoren doet het PPE geen uitspraak. Als dit aan de orde komt zal het pas na 2035 invloed hebben op de samenstelling van het

²⁷ Décret no 2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie.

²⁸ In de wet op de energietransitie staat bijvoorbeeld dat Frankrijk het aandeel kernenergie in de elektriciteitsopwekking zal terugbrengen naar 50 procent in 2025. Dit is in strijd met het voorstel voor het nieuwe PPE. De correctie vindt plaats in het ontwerp loi relatif à l'énergie et au climat.

productiepark. In 2035 wil Frankrijk het aandeel kernenergie in de elektriciteitsopwekking tot 50 procent hebben teruggebracht.

- Er wordt vastgehouden aan het doel van 40 procent hernieuwbaar in de elektriciteitsproductie in 2030. Het PPE wil hernieuwbare energie uitbouwen van 48,6 gigawatt (eind 2017) naar 74 gigawatt in 2023, en 113 gigawatt in 2028. Het betreft vooral energie uit wind en zon. De capaciteit aan waterkracht zal in deze periode groeien van 25,3 naar 26,6 gigawatt.
- Door regelmatig tenders (aanbestedingen) uit te schrijven, wil het PPE (conform het plan) het opgesteld vermogen aan windenergie op land verhogen van 13,5 gigawatt (eind 2017) naar ongeveer 25 gigawatt in 2023, en ongeveer 35 gigawatt in 2028. Offshore windenergie zal groeien naar 2,4 gigawatt in 2023, en ongeveer 5 gigawatt in 2028. Voor zon-PV is een groei voorzien van 7,7 gigawatt (eind 2017) naar 21 gigawatt in 2023, en 40 gigawatt in 2028.
- Het PPE behelst tot 2035 een hoog aandeel relatief inflexibele kernenergie, in combinatie met (ten opzichte van de huidige situatie) een forse groei van hernieuwbare energie (met name zon en wind). Het PPE besteedt verder weinig aandacht aan flexibiliteitsopties om een hoger aandeel variabel hernieuwbaar in het elektriciteitssysteem te kunnen integreren. Het lijkt erop dat er bij overschotten van elektriciteit vooral op export wordt teruggevallen.
- Het plan gaat uit van een stijgende elektriciteitsvraag, van 481 terawattuur in 2016 naar 525 terawattuur in 2028. Hiermee wijkt het af van de scenario's van de Franse netbeheerder (RTE, 2017). Het is onduidelijk waardoor dit wordt veroorzaakt. Elektrificatie van de mobiliteit en de warmtevoorziening lijkt onvoldoende verklaring.

Geïnspireerd door het voorbeeld van de Britse Committee on Climate Change (CCC) heeft Frankrijk de Haut Conseil pour le Climat (HCC)

ingesteld²⁹. De HCC evalueert het klimaatbeleid, en voorziet de Franse regering van onafhankelijk en neutraal advies. Op 25 juni j.l. heeft de HCC (2019) zijn eerste jaarverslag uitgebracht met als belangrijkste boodschap om in lijn met de ambities te handelen. De HCC doet daarvoor zeven aanbevelingen:

- Bewaak de compatibiliteit van de wetgeving, en of grote nationale projecten consistent zijn met de nationale koolstofarme strategie.
- Versterk onmiddellijk de instrumenten van het klimaatbeleid.
- Identificeer en implementeer de structurele veranderingen die nodig zijn om de Franse economie en samenleving voor te bereiden op koolstofneutraliteit.
- Zorg voor een sociaalrechtvaardige transitie.
- Werk de nationale koolstofarme strategie uit voor alle schaalniveaus (Europa, nationaal, regionaal, lokaal).
- Evalueer systematisch de impact van beleid en maatregelen op de uitstoot van broeikasgassen.
- Versterk de nationale koolstofarme strategie (SNBC2) zowel inhoudelijk als juridisch.

Op 17 november 2018 blokkeerden 250.000 demonstranten in heel Frankrijk de straten. Dit overrompelde de Franse overheid volledig. De zeer diverse en politiek onafhankelijke beweging van de gele hesjes was aanvankelijk gericht tegen de stijging van benzine- en dieselprijzen (als gevolg van verhoging van de CO₂-belasting). De beweging stelde geleidelijk aanvullende eisen aan de regering die neerkwamen op meer sociale rechtvaardigheid, en meer aandacht voor de belangen van

lagere-inkomensgroepen (vooral op het platteland). Terwijl een CO₂-belasting door economen als een efficiënte klimaatmaatregel wordt beschouwd, en bij regeringen wordt aanbevolen, ging er blijkbaar bij de invoering ervan in Frankrijk iets niet helemaal goed. In een analyse van deze Franse ervaring worden de volgende conclusies getrokken (Gagnebin et al., 2019):

- De volksprotesten werden veroorzaakt door de samenloop van een universeel gevoeld onrecht, stijgende olieprijs, stijgende CO₂-prijzen, en het ontbreken van een herverdeling van CO₂-gerelateerde inkomsten. De meeste gele-hesjesprotesten waren niet gericht tegen klimaatbescherming, maar tegen sociale herverdeling.
- Dat de protesten voortduurden heeft de regering Macron aan zichzelf te danken: de regering schafte de vermogensbelasting af, verhoogde de forfaitaire sociale bijdragen, verlaagde de huisvestingssubsidies, en verhoogde de tabaksbelasting. Samen met de verhoging van de energiebelasting (zonder enige vorm van compensatie), hebben deze maatregelen bijgedragen aan grotere inkomensverschillen, en het gevoel van sociale onrechtvaardigheid vergroot.
- Een CO₂-belasting leidt onvermijdelijk tot verdelingseffecten. Huishoudens met een laag inkomen worden procentueel sterker getroffen dan huishoudens met een hoog inkomen. Dit was ook het geval in Frankrijk. Om dit te compenseren is een herverdelingsmechanisme nodig, en dat ontbrak.

²⁹ Er is een personele verbinding tussen de Britse CCC en de Franse HCC. De voorzitter van de HCC, Corinne Le Guère, professor aan de universiteit van East Anglia, is tevens lid van de CCC.

- Voor de acceptatie van een CO₂-belasting moet deze op een budget-neutrale manier worden vormgegeven. In Frankrijk dienden de meeste inkomsten uit de CO₂-belasting³⁰ om de staatsbegroting te financieren. Daarom werd de maatregel door veel burgers niet als klimaatmaatregel erkend. Naast sociale compensatie is het daarom noodzakelijk om de inkomsten te gebruiken voor direct waargenomen klimaatbeschermingsmaatregelen.

De reactie van de regering Macron op de gele hesjes was een uitstel van de CO₂-belasting en het houden van Le Grand Debat National over belastingen en staatsuitgaven, organisatie van de staat en publieke dienstverlening, democratie en burgerschap, en de ecologische transitie. Veel aangekondigde initiatieven naar aanleiding van het debat gingen over het verkleinen van de kloof tussen burger en overheid. Ter ondersteuning van de ecologische transitie zal de Conseil de la défense écologique binnen de regering, onder leiding van president Macron, de besluitvorming over ecologische vraagstukken sterker gaan coördineren. Daarnaast zal de Conseil National de la transition écologique bestaande uit 150 willekeurig gekozen burgers nauwer bij de beleidsvoorbereiding worden betrokken.

Groot gat tussen klimaatambities en -acties in Verenigd Koninkrijk

Boris Johnson heeft op 23 juli 2019 Theresa May opgevolgd als premier van het Verenigd Koninkrijk. Hij geeft leiding aan een regering die vastbesloten is de Brexit te volbrengen, inclusief de no-deal-optie. Een Brexit brengt grote onzekerheden voor het Britse energie- en klimaatbeleid met zich mee. Een grotere kans op een no-deal-Brexit maakt de doorwerking op het klimaat- en energiebeleid mogelijk nog groter. Er is nog weinig zicht op de post-Brexit klimaat- en energierelatie

³⁰ In de vorm van een koolstoftoeslag op de energiebelasting.

tussen de EU en het Verenigd Koninkrijk (McEwen en Remond, 2019; Tomlinson, 2018; Tomlinson et al., 2018). De nieuwe Britse regering heeft zeker groene intenties, maar het is de vraag hoeveel politieke energie hiervoor beschikbaar is als de Brexit dit allemaal al verbruikt. En mocht de Brexit leiden tot een constitutionele en economische crisis, dan draagt dat waarschijnlijk niet bij aan een politiek en maatschappelijk klimaat waarbinnen een complexe transitie naar een klimaatneutrale samenleving vorm krijgt.

Naar aanleiding van het IPCC 1,5 °C-rapport heeft de Britse regering het Committee on Climate Change (CCC) verzocht te adviseren over de implicaties voor het Britse lange termijnklimaatdoel. Het CCC (2019a) adviseert het 2050-klimaatdoel voor het Verenigd Koninkrijk aan te scherpen van 80 procent emissiereductie (basisjaar 1990), naar klimaatneutraliteit (net-zero broeikasgassen³¹), hetgeen consistent is met het 1,5 °C-doel. Voor Schotland wordt aanbevolen net-zero in 2045 te bereiken, vanwege het grotere vermogen van Schotland om emissies vast te leggen dan voor het Verenigd Koninkrijk als geheel. Voor Wales wordt 95 procent broeikasgasemissiereductie in 2050 aanbevolen. Met klimaatneutraliteit in 2050 committeert het Verenigd Koninkrijk zich volledig aan de Parijs-overeenkomst. Volgens het CCC kan dit doel bereikt worden met bestaande technologieën en binnen de verwachte economische kosten die het Britse parlement heeft geaccepteerd, toen het doel van 80 procent emissiereductie in de wet werd vastgelegd. Klimaatneutraliteit is echter alleen mogelijk indien duidelijk, stabiel en goed ontworpen beleid om de uitstoot verder te verminderen onverwijd

³¹ Net zero houdt in dat in 2050 de uitstoot van broeikasgassen gelijk is aan hetgeen wordt vastgelegd. Het Britse 2050-doel betreft alle broeikasgas-emissies en alle sectoren inclusief landbouw, landgebruik en internationale lucht- en scheepvaart.

wordt ingevoerd. De Britse regering heeft het advies van het CCC overgenomen, en een amendement op de klimaatwet met aanpassing van het 2050-doel aan het parlement voorgelegd. Op 27 juni jongstleden is, na brede parlementaire toestemming, en een procedure die twee weken duurde, de aangepaste wetgeving in werking getreden. Daarmee is het Verenigd Koninkrijk de eerste grote economie ter wereld die klimaatneutraliteit in 2050 in wet heeft vastgelegd.

In de eerste tien jaar van de Britse klimaatwet (2008) zijn de emissies duidelijk verminderd, en is goede ervaring opgedaan met een op wetenschappelijk advies onderbouwd klimaatbeleid (Fankhauser et al., 2018). Het Britse klimaatbeleid is inmiddels in een moeilijkere fase beland. Veel laaghangend fruit, in vooral de elektriciteits- en afvalsector, is inmiddels geplukt. Maar het ontbreekt aan overtuigende plannen waarmee het huidige 4de (2023-2027) en 5de (2028-2032) koolstofbudget kan worden gerealiseerd. Geheel tegen zijn uitgangspunten in deed het CCC (2018) vorig jaar in het jaarlijkse voortgangsverslag 25 concrete aanbevelingen hoe het gesignaleerde beleidstekort kan worden gedekt.

In het voortgangsverslag 2019 aan het parlement is het beeld dat het CCC (2019b) schetst niet veel anders dan in het jaar daarvoor. De situatie is zelfs eerder verslechterd. Het beleidstekort om het voorgaande doel van 80 procent emissiereductie te halen is gegroeid. Dit is een ongunstige uitgangspositie voor hetgeen nodig is om een pad naar klimaatneutraliteit in 2050 in te slaan. Het CCC ziet de verschillende ministeries onafhankelijk van elkaar bezig met relatief kleine klimaatmaatregelen, die maar moeizaam van de grond komen. Er wordt niet echt gecoördineerd voortgebouwd op de als geschikt beoordeelde Clean Growth Strategy (HM Government, 2017). Van de 25 door het CCC (2018) aanbevolen maatregelen is er slechts een (een plan voor het invoeren van een

koolstofprijs in het Verenigd Koninkrijk, in het geval dat het Verenigd Koninkrijk het ETS verlaat) volledig tot uitvoering gebracht. De situatie is vooral acuut voor de mobiliteit, de gebouwde omgeving, en de landbouw. Sectoren waar de uitstoot de laatste jaren niet significant is gedaald.

Het bereiken van klimaatneutraliteit in 2050 vereist een jaarlijkse emissiereductie van 15 megaton CO₂-equivalenten: dat is 50 procent hoger dan onder de vorige 2050-doelstelling van het Verenigd Koninkrijk, en 30 procent hoger dan gemiddeld sinds 1990 is bereikt. Het gaat dus om grote aanpassingen.

Opdat het Verenigd Koninkrijk een pad inslaat richting klimaatneutraliteit identificeert het (CCC 2019a) vier prioriteiten:

- Integreer klimaatneutraliteit op alle bestuursniveaus en beleids-onderdelen, met een sterk centraal leiderschap en coördinatie³². Dit zal waarschijnlijk wijzigingen in de werkwijze van de regering vereisen, met transparante openbare rapportage over de voortgang en de plannen.
- Maak het beleid voor klimaatneutraliteit aantrekkelijk voor het bedrijfsleven. Het bedrijfsleven zal in eerste instantie de grootste bijdrage aan klimaatneutraliteit moeten leveren, en moeten zorgen voor de meeste investeringen. Dit betekent dat het beleid een duidelijke en stabiele richting kent met een eenvoudige reeks van regels en prikkels.
- Plaats mensen centraal in het beleidsontwerp. Een belangrijk deel van de benodigde emissiereductie moet komen van gedragsveranderingen door burgers. Het publiek zal deze uitdaging aan

³² Dit advies doet sterk denken aan de in Frankrijk gekozen aanpak met een Conseil de la défense écologique en het Duitse Klimakabinett.

- moeten gaan. Daarvoor zullen zowel beleid als koolstofarme producten moeten worden ontworpen die burgers hiertoe aanzetten.
- Ondersteun de verhoging van de internationale ambitie en prijs het Britse voorbeeld. Veel landen herzien momenteel hun NDC voor de VN-klimaatop eind 2020 (COP26), die mogelijk in Schotland zal worden gehouden. Het Verenigd Koninkrijk moet zijn nieuwe klimaatneutraliteitsdoelstelling en positie als gastgever van de COP26 inzetten voor ambitieverhoging.

Denemarken wil groene wereldleider worden

De NEV 2017 signaleert dat stagnatie dreigt voor de Deense energietransitie. Onder de toenmalige centrumrechtse regering onder leiding premier Lars Løkke Rasmussen bleek het moeilijk om in het parlement overeenstemming te bereiken over het Deense energiebeleid. Het was dan ook een verrassing dat in juli 2018 politieke overeenstemming werd bereikt over een pakket van energiemaatregelen, waaronder de bouw van drie windparken op zee (tenminste 2,4 gigawatt capaciteit in 2030), ca. 560 miljoen euro voor hernieuwbare energietenders, ca. 536 miljoen euro voor de productie van biogas, kolenuitstap in 2030, en financiering van programma's ter verbetering van de energie-efficiëntie³³.

In oktober 2018 lanceerde de regering 'Samen voor een groenere toekomst'³⁴, een pakket met 38 klimaat- en luchtkwaliteitsinitiatieven, als bijdrage aan de EU 2030 klimaatdoelstelling, en aan het realiseren van klimaatneutraliteit in Denemarken in 2050. Dit pakket bevat onder andere de aankondiging om de verkoop van nieuwe diesel- en benzine-

auto's in 2030, en van nieuwe plug-in hybride auto's in 2035 te beëindigen. Verder omhelst het pakket stimuleringsmaatregelen voor emissiearme auto's, beëindiging van de uitstoot door bussen in steden, en strengere milieuzones in steden.

Op 5 juni 2019 werden in Denemarken landelijke verkiezingen gehouden. De sociaaldemocraten werden het grootst. Hun leider, Mette Frederiksen, vormde een minderheidsregering, ondersteund door drie andere partijen. Het thema klimaat en energie speelde in de verkiezingsstrijd een hele grote rol. In de politieke overeenstemming met de ondersteunende partijen 'Eerlijke richting voor Denemarken'³⁵ komt het terug als een van de belangrijkste onderwerpen van de nieuwe regering.

De nieuwe regering koppelt ambitieus klimaatbeleid aan economische modernisering en kansen voor het Deense bedrijfsleven in een groeiende wereldmarkt voor groene producten. De Deense bedrijven Vestas, wereldmarktleider in de productie van windturbines, en Ørsted, ontwikkelaar van offshore windenergie, worden in dit verband vaak als voorbeelden genoemd. De regering Frederiksen committeert zich volledig aan de klimaatovereenkomst van Parijs en wil dat Denemarken daarbij een wereldwijd voorbeeld is.

Concreet noemt het politieke akkoord dat het terugbrengen van de uitstoot van broeikasgassen met 70 procent in 2030 (ten opzichte van 1990) als doelstelling in de klimaatwet wordt vastgelegd. Verder bouwt het in belangrijke mate verder op 'Samen voor een groenere toekomst'. Het akkoord noemt voorts dat de mogelijkheid wordt onderzocht om samen met de Noordzeelanden een gemeenschappelijke strategie te

33 <https://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2018/06/bredt-politisk-flertal-bag-en-ambitioes-og-groen-energiaftale>

34 <https://en.kefm.dk/news/news-archive/2018/oct/together-for-a-greener-future/>

35 https://www.altinget.dk/misc/Retf%C3%A6rdig%20retning%20for%20Danmark_2019-06-25_ENDELIG.pdf

ontwikkelen voor het aanzienlijk uitbreiden en exploiteren van het potentieel van wind op zee en de bouw van een eerste energie-eiland in 2030 (met minimaal 10 gigawatt aangesloten vermogen).

De regering wil zich inzetten voor ambitieuzere doelen in de EU voor klimaat (klimaatneutraal in 2050) en hernieuwbare energie. Tenslotte wil zij zich internationaal actiever gaan inzetten voor een ambitieuzer klimaatbeleid.

Belangrijkste bevindingen

- In 2018 is de broeikasgasemissie 15 procent lager dan in 1990.
- Tot 2020 dalen broeikasgasemissies tot 23 procent onder het niveau van 1990. Dit komt vooral door minder emissies uit de elektriciteitssector.
- Tot 2030 dalen broeikasgasemissies tot 35 procent onder het niveau van 1990. Het reductiedoel uit de Klimaatwet ligt op 49 procent.
- De emissies voor 2020-2030 kunnen anders uitpakken dan geraamd, vooral door onzekerheid over de inzet van fossiele brandstof in de elektriciteitssector.
- De EU-verplichting voor niet-ETS-emissies voor 2013-2020 wordt naar verwachting gehaald.





3

Nationale
ontwikkelingen
in broeikas-
gasemissies

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen beschreven van de broeikasgasemissies op nationaal niveau voor de periode 1990 tot 2030. Er wordt ingegaan op de gerealiseerde emissies (statistiek) van 1990 tot aan de voorlopige cijfers over 2018. Daarna worden de emissieramingen tot en met 2030 behandeld.

In paragraaf 3.1 worden de totale broeikasgasemissies op nationaal niveau beschreven. In paragraaf 3.2 worden de nationale broeikasgasemissies behandeld die onder het Europese emissiehandelssysteem vallen (EU-Emission Trading System, ETS). In paragraaf 3.3 komen de nationale broeikasgasemissies aan bod welke buiten het emissiehandels-systeem vallen (de niet-ETS-emissies). In paragraaf 3.4 worden de emissieramingen uit de KEV 2019 vergeleken met eerdere ramingen.

De sectorale ontwikkelingen en broeikasgasemissies worden in hoofdstuk 5 nader uitgewerkt. Meer gedetailleerde overzichten van de nationale en sectorale emissiecijfers staan in de tabellenbijlage achterin deze KEV en in de uitgebreide tabellenbijlage op de online KEV-publicatiepagina van het PBL.

In de ramingen worden standaard uitgegaan van de beleidsvariant met het vastgestelde en voorgenomen beleid (hierna 'voorgenomen beleid'). Daar waar de raming met alleen het vastgestelde beleid hiervan significant afwijkt, wordt dit nader toegelicht. In de KEV 2019 is het verschil tussen de ramingen met vastgesteld beleid en die met het vastgestelde en voorgenomen beleid beperkt (zie hierna en paragraaf 1.2). Onder het voorgenomen beleid per 1 mei 2019 vallen de nieuwbouweisen voor woningen na 2020 (BENG), vervroeging van de emissie-eisen voor houtkachels, een beperkte uitbreiding van CO₂-levering aan de

glastuinbouw, de kilometerheffing voor vrachtverkeer vanaf 2022 en de vliegbelasting.

Klimaatakkoord van 28 juni 2019 niet in de KEV 2019 maar in aparte notitie

De KEV stelt de ramingen standaard op met het beleid dat voor 1 mei was vastgesteld dan wel voorgenomen (paragraaf 1.2). De maatregelen voor het Urgenda-vonnis 2020 en het Klimaatakkoord 2030, die het kabinet op 28 juni 2019 bekend maakte, konden niet in deze KEV 2019 worden meegenomen. De effecten voor 2030 van het Klimaatakkoord van 28 juni 2019 zijn daarom in een aparte notitie opgenomen (PBL, 2019a). Het plan voor de sluiting van de vijf resterende kolencentrales in Nederland, te beginnen met de sluiting van de Hemwegcentrale voor 2020, was wel voor 1 mei afgekondigd en is zodoende wel in deze KEV 2019 meegenomen. De maatregelen voor het Urgenda-vonnis van 28 juni 2019 zullen, afgezien van de sluiting van de Hemwegcentrale, pas in de KEV 2020 worden verwerkt.

3.1 Nationale broeikasgasemissies

Broeikasgasemissies in Nederland dalen weer in 2017 en 2018

In 2017 bedroegen de broeikasgasemissies in Nederland – afgezien die van het landgebruik – 194 megaton CO₂-equivalenten (RIVM, 2019a). Dat is circa 28 megaton (13 procent) lager dan in het basisjaar 1990 (222 megaton CO₂-equivalenten), zie figuur 3.1 en tabel 3.1. De daling in 2017 ten opzichte van 1990 komt volledig door de reductie in de uitstoot van de overige (niet-CO₂) broeikasgassen; circa 30 megaton CO₂-equivalenten. Deze daling vond vooral plaats bij de industrie en voor een kleiner deel bij de landbouw. De nationale CO₂-emissie steeg juist licht tussen 1990 en 2017 met circa 2 megaton CO₂-equivalenten.

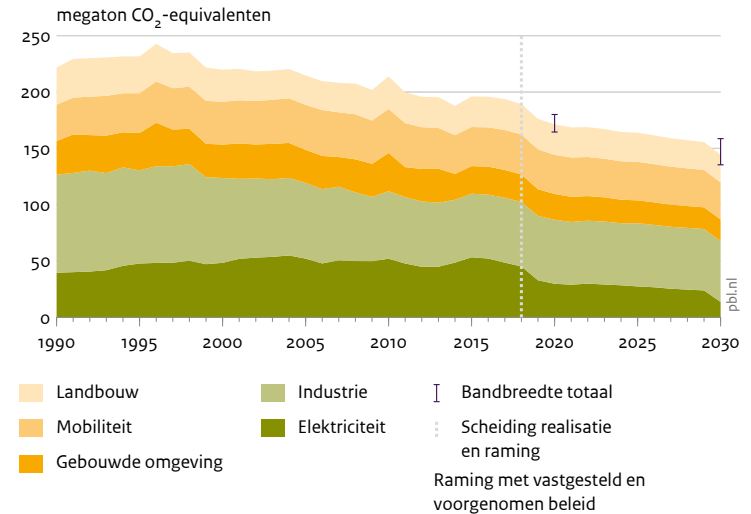
Per sector waren de trends in de CO₂-emissie in deze periode verschillend. Bij de elektriciteitssector en mobiliteit nam de CO₂-emissie toe. Bij de industrie, de gebouwde omgeving en in de landbouw nam de CO₂-emissie af.

Uit voorlopige cijfers voor 2018 blijkt een verdere daling tot 189 megaton CO₂-equivalenten, dit is 15 procent lager dan 1990. De daling tussen 2017 en 2018 van circa 4 megaton CO₂-equivalenten werd grotendeels veroorzaakt door CO₂-reducties in de elektriciteitssector.

De nationale totale broeikasgasemissies, inclusief de landgebruiks-emissies, liggen in de realisaties ruim 5 tot ruim 6 megaton hoger dan de nationale totale emissies zonder landgebruiksemissie (tabel 3.1). Aan het eind van deze paragraaf worden de landgebruiksemissies en de status ervan nader toegelicht.

Waar de totale emissies van broeikasgassen, exclusief die uit landgebruik, in 2015 en 2016 stegen ten opzichte van eerdere jaren, werd er in de jaren 2017 en 2018 een daling geconstateerd. Ten opzichte van 2016 waren de emissies in 2017 ongeveer 1 procent lager, in 2018 ruim 3 procent lager. Deze daling werd met name veroorzaakt door een daling van de CO₂-emissies in de elektriciteitssector. Daar is de laatste jaren meer aardgas ingezet in plaats van kolen en meer hernieuwbare energie opgewekt (zie paragrafen 4.3 en 5.1). De verwachte daling in emissies van 2017 tot 2020 en 2030 wordt hierna toegelicht.

Figuur 3.1
Emissie broeikasgassen



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: Voorgenomen beleid en exclusief landgebruik. Realisaties tot en met 2018 zijn niet temperatuur gecorrigeerd

Tabel 3.1

Ontwikkeling emissies van broeikasgassen per sector volgens het voorgenomen beleid, 1990-2030

Sector	Broeikasgas ¹	KEV 2019 (megaton CO ₂ -equivalenten) ²				
		Statistiek ³			Raming	
		1990	2017	2018 ⁴	2020	2030
Elektriciteit	Totaal	39,6	48,5	45,2	29,8	13,7
	CO ₂	39,5	48,3	45,0	29,6	13,5
	OBKG	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Industrie	Totaal	87,0	57,7	57,2	56,9	54,2
	CO ₂	54,9	50,4	50,1	49,8	48,6
	OBKG	32,1	7,3	7,2	7,1	5,6
Gebouwde omgeving	Totaal	29,9	24,6	24,4	22,8	19,0
	CO ₂	29,1	24,0	23,8	22,2	18,3
	OBKG	0,9	0,6	0,6	0,7	0,7
Landbouw	Totaal	32,9	27,4	26,9	26,9	24,5
	CO ₂	8,0	7,6	7,6	7,6	5,8
	OBKG	25,0	19,9	19,3	19,3	18,7
Mobiliteit ⁵	Totaal	32,3	35,5	35,6	34,8	32,9
	CO ₂	31,9	34,6	34,8	34,1	32,4
	OBKG	0,3	0,8	0,8	0,7	0,5
Totaal	Totaal	222	194	189	171	144
	CO ₂	163	165	161	143	119
	OBKG	58	29	28	28	26
Reductie vanaf 1990 (procent)	Totaal		13	15	23 [19-26]	35 [28-39]
Landgebruik ⁶	Totaal	6,5	5,6	-	5,3	5,6
	CO ₂	6,5	5,5	-	5,2	5,5
	OBKG	0,0	0,1	-	0,1	0,1
Totaal inclusief landgebruik	Totaal	228	199	-	177	150
	CO ₂	170	170	-	148	124
	OBKG	58	29	-	28	26

- 1 er wordt onderscheid gemaakt tussen CO₂ en de overige broeikasgassen (OBKG) CH₄, N₂O en F-gassen
- 2 door afrondingen kunnen kleine verschillen ontstaan tussen totalen en onderliggende cijfers.
- 3 niet gecorrigeerd naar temperatuur (RIVM/Emissie-registratie, 2019b).
- 4 voorlopige emissies (RIVM/Emissie-registratie, 2019b)
- 5 inclusief mobiele werktuigen.
- 6 landgebruiksemissies nog niet beschikbaar voor 2018

Broeikasgasemissies dalen naar verwachting verder tot 2020

Met het voorgenomen beleid daalt de uitstoot naar verwachting tussen 2017 en 2020 met ruim 22 megaton CO₂-equivalenten tot ongeveer 171 [165-180] megaton CO₂-equivalenten in 2020 (figuur 3.1, tabel 3.1). Van deze verwachte daling komt bijna 19 megaton CO₂-equivalenten voor rekening van ontwikkelingen in de elektriciteitssector (hoofdstuk 4 en paragraaf 5.1). De elektriciteitsproductie uit kolen en gas neemt tussen 2017 en 2020 in Nederland naar verwachting fors af door vier factoren:

1. de groei van hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland;
 2. de groei van de elektriciteitsimport door meer interconnectiecapaciteit met Duitsland en Denemarken;
 3. een dalend opgesteld opwekkingsvermogen door sluiting van de kolencentrales op de Maasvlakte (medio 2017) en de Hemwegcentrale (voor 2020);
- de inzet van kolen- en/of gascentrales wordt beïnvloed door dalende kolen- en gasprijzen en een stijgende CO₂-prijs tussen 2017 en 2020.

Naar verwachting daalt de uitstoot van broeikasgassen vanuit de industrie tussen 2017 en 2020 met minder dan 1 megaton CO₂-equivalenten. Binnen de industrie zijn er verschillende trends. De emissies van raffinaderijen stijgen naar verwachting licht tot en met 2020, onder meer door een toename in het ontzwellen van scheepsbrandstoffen (paragraaf 4.5.2 en 5.2.1). In de nijverheid dalen de emissies naar verwachting tot en met 2020 door de effecten van energiebesparing en toepassing van biomassa (paragraaf 5.2.2).

In de gebouwde omgeving (huishoudens en diensten) dalen de emissies tussen 2017 en 2020 naar verwachting met bijna 2 megaton CO₂-equivalenten (paragraaf 5.3). De grootste daling vindt naar

verwachting plaats binnen huishoudens. Dit is met name het effect van het aanvullend besparingsbeleid zoals het '10 petajoule taakstellend convenant', de ISDE en maatregelen in de koop- en huursector (paragraaf 5.3.1). Ook in de dienstensector daalt de uitstoot door het effect van een aantal besparingsmaatregelen (paragraaf 5.3.2).

In de sector mobiliteit daalt de emissie tussen 2017 en 2020 naar verwachting met minder dan 1 megaton CO₂-equivalenten (paragraaf 5.6). Deze daling is hoofdzakelijk het gevolg van de verdere groei van het gebruik van hernieuwbare energie in de mobiliteit, met name in de vorm van biobrandstoffen. In de landbouwsector wijzigt de uitstoot tussen 2017 en 2020 nauwelijks (paragraaf 5.4).

Met de inzet van enkel het vastgestelde beleid is de uitstoot geraamd op 171 megaton CO₂-equivalenten in 2020 (online tabellenbijlage). De raming met het vastgestelde beleid wijkt voor 2020 niet af van de raming met het voorgenomen beleid. Dit komt omdat er op 1 mei 2019 maar enkele voorgenomen maatregelen waren waarvan de KEV de effecten pas na 2020 verwacht (zie hierna).

Emissie in 2020: 23 [19 tot 26] procent onder 1990, elektriciteitssector reduceert fors

In 2018 was de totaal gerealiseerde broeikasgasemissie 15 procent lager dan die in 1990. Met het voorgenomen beleid per 1 mei 2019 ligt de nationale broeikasgasemissie in 2020 naar verwachting 23 procent lager dan in 1990, met een bandbreedte van 19 tot 26 procent (Tabel 3.1). Deze bandbreedte omvat meerdere onzekerheden op de korte termijn. Zo is de omvang van de elektriciteitsproductie in Nederland uiterst gevoelig voor veranderingen in de prijzen van kolen, gas en CO₂ (paragraaf 4.3 en 5.1). Daardoor kan de nationale productie gemakkelijk

een stuk hoger of lager uitvallen dan vooraf geraamd uitgaande van de gehanteerde gemiddelde veronderstellingen voor 2020. Een andere relevante onzekerheid is de energievraagontwikkeling in de eind-verbruikssectoren. Die hangt onder andere samen met de economische groei en het energiebesparingstempo. Ook kouder of warmer weer heeft een sterke invloed op de emissies.

Deze KEV-raming valt met 23 [19-26] procent lager uit dan het reductiedoel van 25 procent, al valt het 25 procent reductiedoel wel in de bandbreedte. Het reductiedoel is gebaseerd op een uitspraak van de rechter in het kader van de Urgendzaak; ook in hoger beroep heeft de rechter de staat opgedragen om de uitstoot van broeikasgassen tussen 1990 en 2020 met 25 procent te reduceren (Gerechtshof Den Haag, 2018). Het kabinet heeft na de sluitingsdatum van de KEV op 28 juni een aanvullend beleidspakket voor Urgenda 2020 gepresenteerd (EZK, 2019a), dat in deze KEV niet volledig kon worden meegenomen. Een eerder gepubliceerde en relatief grote maatregel uit dit aanvullende Urgendapakket, de sluiting van de kolengestookte Hemwegcentrale, is al wel meegenomen in deze KEV (EZK, 2019b).

De geraamde absolute uitstoot ligt in 2020 5 [-2 tot 14] megaton CO₂-equivalenten boven het emissieplafond van 166 megaton CO₂-equivalenten dat uit het vonnis van de Urgenda-zaak volgt. De bandbreedte geeft aan dat er sprake is van forse onzekerheid.

Met 23 procent valt de geraamde emissiereductie tot en met 2020 in deze KEV 2019 hoger uit dan de geraamde 21 procent reductie in de kortetermijnraming (KTR) van januari 2019 (PBL, 2019b). De belangrijkste verklaring is dat de uitstoot van de elektriciteitssector in de KEV 2019 sterker daalt (met circa 6 megaton CO₂-equivalenten) dan de

verwachting uit de KTR (paragraaf 3.4). Dit heeft vooral te maken met de actuele hogere brandstof- en CO₂-prijzen die in de KEV 2019 zijn meegenomen (paragraaf 2.1 en 5.1). Tegelijk raamt de KEV 2019 voor de landbouwsector een bijna 2 megaton CO₂-equivalenten hogere uitstoot dan de verwachting uit de KTR (Paragraaf 3.4). Dit wordt grotendeels verklaard door een omhoog bijgestelde verwachting van het aardgasverbruik in de glastuinbouw (paragraaf 5.4).

Emissie in 2030: 35 [28-39] procent onder 1990, elektriciteitssector reduceert fors

Tussen 2020 en 2030 dalen de emissies van broeikasgassen met het voorgenomen beleid naar verwachting met 27 megaton CO₂-equivalenten tot 144 [135-159] megaton (figuur 3.1, tabel 3.1). De emissiereductie in 2030 komt dan uit op 35 [28-39] procent ten opzichte van 1990.

De geraamde reductie tussen 1990 en 2030 (met beleid per 1 mei 2019) ligt daarmee 14 [10-21] procentpunt lager dan het doel van 49 procent uit de Klimaatwet. De geraamde absolute uitstoot in 2030 ligt 31 [22-46] megaton CO₂-equivalenten boven het doel van 113 megaton CO₂-equivalenten dat uit de Klimaatwet volgt. Zoals eerder vermeld zijn de afspraken in het Klimaatakkoord hierbij niet meegerekend.

De verdergaande daling van de emissies tussen 2020 en 2030 wordt voor meer dan de helft (16 megaton CO₂-equivalenten) verklaard door reducties in de elektriciteitssector. Tot 2029 dalen de emissies uit de elektriciteitssector relatief licht door enerzijds een toename van hernieuwbare elektriciteitsproductie en anderzijds een verwachte toename in de export van elektriciteit (paragraaf 4.3.1). In 2030 daalt de emissie vervolgens fors door de sluiting van de laatste drie overgebleven kolencentrales in Nederland. De uitstoot van de elektriciteitssector wordt in 2030 geraamd op circa 14 megaton CO₂-equivalenten.

De broeikasgasemissies uit de andere sectoren dalen naar verwachting tot 2030 ook met het voorgenomen beleid (tabel 3.1). Het grootst is die

daling bij de gebouwde omgeving, met bijna 4 megaton CO₂-equivalenten. De emissies van de industrie dalen met bijna 3 megaton CO₂-equivalenten. Dit komt door een verdere krimp bij de raffinaderijen met dalende emissies tot gevolg, en een daling bij de winning van olie en aardgas. De emissies van de nijverheid blijven naar verwachting min of meer ongewijzigd (paragraaf 5.2). Verder dalen de verwachte emissies uit de landbouwsector en de mobiliteitssector beiden rond de 2 megaton CO₂-equivalenten (paragrafen 5.4 en 5.6).

Met alleen het vastgestelde beleid daalt de uitstoot tot 145 megaton CO₂-equivalenten in 2030 (tabellenbijlage). Dit is 1 megaton hoger dan de raming inclusief het voorgenomen beleid.

Ook landgebruik draagt bij aan uitstoot broeikasgassen

Het landgebruik (LULUCF) in Nederland leidt tot netto emissies van broeikasgassen (tabel 3.1, tabellenbijlage). Het gaat om het saldo van emissies en verwijderingen van broeikasgassen als gevolg van gebruik of verandering van gebruik van (landbouw)gronden. Deze landgebruik-emissies spelen geen directe rol bij de nationale reductiedoelen voor 2020 (Urgenda-vonnis) en 2030 (Klimaatwet). De landgebruikemissies zijn wel onderdeel van internationaal klimaatbeleid. Zo moet Nederland hierover verplicht rapporteren in het kader van het Kyoto Protocol voor de periode 2013-2020 en de EU-landgebruikverordening voor de periodes 2021-2025 en 2026-2030. Uit de Europese verordening en de landgebruiksraming uit deze KEV volgt voor Nederland een beleidsopgave bij het landgebruik van 2,7 megaton CO₂-equivalenten voor de periode 2021-2030.

1 Internationaal wordt voor landgebruik de term LULUCF gebruikt dat staat voor 'Land Use, Land-Use Change and Forestry'.

De EU-verordening staat landen toe om deze opgave binnen het landgebruik dan wel binnen de zogenaamde niet-ETS-sectoren op te lossen (paragraaf 3.3). In paragraaf 5.5 volgt een meer gedetailleerde beschrijving van de ontwikkelingen in het landgebruik, de emissieraming en de geconstateerde beleidsopgave.

De landgebruiksemissies zijn tussen 2000 en 2017 gedaald van 6,1 naar 5,6 megaton CO₂-equivalenten. Dit wordt veroorzaakt door dalende emissies door agrarisch landgebruik (kleiner areaal, minder veengronden), meer emissies door uitbreiding van het bebouwde areaal als ook een dalende netto koolstofvastlegging door bossen. De landgebruiksemissies zullen naar verwachting in 2020 gedaald zijn tot 5,3 megaton CO₂-equivalenten. Naar verwachting stijgen deze emissies daarna tot 5,6 megaton CO₂-equivalenten in 2030. Dit is het saldo van stijgende emissies als gevolg van toename van bebouwing, verandering naar bouwland, dalende emissies door graslanden en het ouder worden van bossen die daardoor minder koolstof vastleggen.

3.2 Nationale broeikasgasemissies in het emissiehandelssysteem (ETS)

CO₂-uitstoot van Nederlandse ETS-bedrijven daalde in recente jaren

In de periode van 2005 tot 2012 schommelden de emissies van de Nederlandse bedrijven die deelnemen aan het Europese emissiehandelssysteem (ETS) rond 80 megaton CO₂-equivalenten (figuur 3.2, tabellenbijlage). In 2013 stegen de ETS-emissies fors, hoofdzakelijk door een administratieve herallocatie van activiteiten met emissies van niet-ETS naar ETS. In 2015 en 2016 stegen de totale ETS-emissies tot

ongeveer 94 megaton CO₂-equivalenten door een grote uitstoot in de elektriciteitssector. In 2017 en 2018 daalden de totale ETS-emissies vervolgens tot respectievelijk 91 en 87 megaton CO₂-equivalenten. Dit werd veroorzaakt doordat de emissies uit de elektriciteitssector daalden door een afname van elektriciteitsproductie uit kolen en een toename van productie uit aardgas. Sinds 2015 stijgen de ETS-emissies uit de industrie beperkt, onder meer door de gunstige economische omstandigheden.

ETS-emissies dalen naar verwachting fors in 2020 en 2030

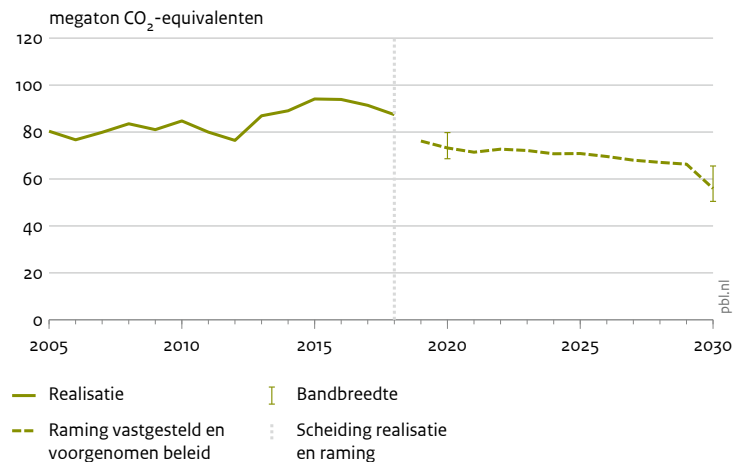
Naar verwachting dalen de ETS-emissies met het voorgenomen beleid met circa 18 megaton CO₂-equivalenten tussen 2017 en 2020. Deze sterke daling zien we terug in figuur 3.2. In 2020 komt de ETS-emissie dan uit op 73 [69-80] megaton CO₂-equivalenten. Deze sterke daling komt, zoals toegelicht, doordat de elektriciteitsproductie met kolen en gas in deze periode naar verwachting sterk afneemt.

Na 2020 dalen de ETS-emissies met voorgenomen beleid met circa 17 megaton CO₂-equivalenten tot 56 [50-66] megaton CO₂-equivalenten in 2030. Van deze daling is het overgrote deel (16 megaton CO₂-equivalenten) afkomstig uit de elektriciteitsproductie, dit is hiervoor al toegelicht. De ETS-uitstoot van de industrie daalt met 1 megaton naar 42 megaton CO₂-equivalenten tussen 2020 en 2030.

De verwachte ETS-uitstoot in 2020 en 2030 met voorgenomen beleid valt in de KEV 2019 lager uit dan in de NEV 2017. Voor 2020 raamt de KEV 2019 circa 2 megaton CO₂-equivalenten minder emissie dan de NEV 2017,

Figuur 3.2

Emissie broeikasgassen door ETS-sectoren



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

voor 2030 is dat 12 megaton CO₂-equivalenten minder. Dit is voor beide zichtjaren het saldo van een lagere raming voor de uitstoot uit de elektriciteitssector en een hogere raming voor de industrie (paragrafen 5.1 en 5.2). De raming voor de ETS-emissie in 2030 met alleen het vastgestelde beleid is minder dan een halve megaton CO₂-equivalenten hoger dan de raming met het voorgenomen beleid (zie de tabellenbijlage).

3.3 Nationale broeikasgasemissies buiten het emissiehandelssysteem (niet-ETS)

Doelen voor 2 perioden: 2013-2020 en 2021-2030

In Europa zijn nationale doelen afgesproken voor de broeikasgasemissies die niet onder het Europese emissiehandelssysteem vallen. Hieronder vallen onder meer de emissies uit de mobiliteit, vrijwel alle emissies uit de gebouwde omgeving, het grootste deel van de landbouw en een beperkt deel van de industrie. De emissies uit landgebruik vallen niet onder de doelen voor niet-ETS (paragraaf 5.5). Er is wel een connectie tussen de doelen voor de emissies uit landgebruik; als er op basis van de EU LULUCF verordening een beleidstekort wordt geconstateerd in de Nederlandse landgebruiksemissies tussen 2021-2030, dan mag dit tekort in de landgebruikssector zelf, of met aanvullende reducties binnen de Nederlandse niet-ETS-sectoren worden opgelost.

Voor de periode 2013 tot en met 2020 zijn de niet-ETS-doelen en regelgeving vastgelegd in de zogeheten Effort Sharing Decision (ESD). In de ESD is voor Nederland een emissiereductieopgave van 16 procent in 2020 ten opzichte van 2005 vastgelegd. Voor de periode 2021-2030 staat de Nederlandse niet-ETS-opgave in de Effort Sharing Regulation (ESR). In de ESR is een emissiereductieopgave van 36 procent in 2030 ten opzichte van 2005 vastgelegd. Aan de hand van deze twee reductieopgaven zijn twee reeksen (2013-2020 en 2021-2030) afgeleid, met jaarlijkse emissieplafonds. Door deze jaarlijkse plafonds vervolgens per periode op te tellen, volgt een cumulatieve doelstelling per periode.

Niet-ETS emissies daalden vooral in de industrie

In de periode 2005-2013 daalden de niet-ETS-emissies in Nederland van circa 134 megaton CO₂-equivalenten in 2005 tot circa 108 megaton CO₂-equivalenten in 2013² (figuur 3.3, tabellenbijlage). In 2013 daalden de niet-ETS-emissies onder meer door een administratieve herallocatie van activiteiten met emissies van niet-ETS naar ETS. De daling in de periode 2005-2013 komt met name doordat de niet-ETS-emissie uit de industrie met circa 20 megaton CO₂-equivalenten zijn gedaald. Ook in de sectoren elektriciteitsproductie³ (3 megaton) en mobiliteit (4 megaton) werden in die periode reducties gerealiseerd. Tussen 2015 en 2018 stabiliseerden de niet-ETS-emissies zich rond de 102 megaton CO₂-equivalenten.

EU-verplichting voor niet-ETS voor 2013-2020 ruim haalbaar met beleid per 1 mei 2019

Naar verwachting dalen tussen 2013 en 2020 de emissies uit de niet-ETS-sectoren met het voorgenomen beleid met circa 10 megaton CO₂-equivalenten tot 98 [93-103] megaton CO₂-equivalenten. Die daling komt voor rekening van de gebouwde omgeving (7 megaton) en de industrie en mobiliteit (beiden minder dan 2 megaton). Met 98 megaton CO₂-equivalenten ligt de geraamde nationale niet-ETS-emissie in 2020 (met voorgenomen beleid) in de KEV 2019 circa 4 megaton hoger dan in de NEV 2017. Dit komt door licht opwaarts bijgestelde ramingen in de meeste niet-ETS-sectoren (hoofdstuk 5).

2 De niet-ETS-emissie voor 2013 wordt niet in de KEV gerapporteerd maar staat wel op de website van de emissieregistratie (RIVM/ Emissieregistratie, 2019b)

3 In 2005 viel nog circa 3,5 megaton CO₂-equivalenten in de elektriciteitssector onder niet-ETS.

De maximaal toegestane cumulatieve emissie voor Nederland voor de periode 2013-2020 bedraagt 921 megaton CO₂-equivalenten. Uitgaande van voorgenomen beleid komen de cumulatieve geraamde emissies voor die periode uit op 813⁴ megaton CO₂-equivalenten. Hiermee blijft de raming ruim onder het verplichte cumulatieve emissieplafond (figuur 3.3), zoals ook in de NEV 2017 gerapporteerd werd. Met alleen het vastgestelde beleid komen de cumulatieve emissies voor 2013-2020 eveneens uit op 813 megaton CO₂-equivalenten.

EU-verplichting voor niet-ETS voor 2021-2030 niet haalbaar met beleid per 1 mei 2019

Tussen 2020 en 2030 dalen met het voorgenomen beleid de geraamde emissies uit de niet-ETS-sectoren met circa 10 megaton CO₂-equivalenten tot 88 [83-95] megaton CO₂-equivalenten in 2030 (figuur 3.3, tabellen-bijlage). Die daling komt door een daling in de de gebouwde omgeving (bijna 4 megaton), de landbouw, mobiliteit en de industrie (elk rond de 2 megaton). Met 88 megaton ligt de geraamde nationale niet-ETS-emissie in 2030 met voorgenomen beleid in de KEV 2019 circa 3 megaton hoger dan de NEV 2017. Dat komt door licht omhoog bijgestelde ramingen in de meeste sectoren (hoofdstuk 5).

De maximaal toegestane cumulatieve emissie voor Nederland in de periode 2021-2030 bedraagt 891 megaton CO₂-equivalenten, 9 megaton hoger dan in de NEV 2017. Dit komt doordat de emissie in het startjaar

dat nodig is om het cumulatieve plafond te berekenen⁵, nu hoger ligt. Uitgaande van het voorgenomen beleid per 1 mei 2019, komt de cumulatieve geraamde niet-ETS-emissie voor 2021-2030 uit op 926 megaton CO₂-equivalenten. Dit betekent een tekort voor deze periode, resulterend in een beleidsopgave van circa 34 megaton CO₂-equivalenten. Daarbij bevinden de verwachte emissies tot en met 2023 zich onder het jaarlijkse lineair dalende emissieplafond en vanaf 2024 erboven. De geraamde beleidsopgave voor 2021-2030 in de KEV 2019 (34 megaton) ligt hoger dan deze beleidsopgave in de NEV 2017 (12 megaton). Dit wordt verklaard door de omhoog bijgestelde ramingen in de meeste niet-ETS-sectoren tot en met 2030 (hoofdstuk 5).

Met alleen het vastgestelde beleid komen de cumulatieve emissies voor 2021-2030 uit op 927 megaton CO₂-equivalenten, en komt ruim 1 megaton hoger uit dan met het voorgenomen beleid. Dit resulteert in een beleidsopgave van afgerond 36 megaton CO₂-equivalenten voor deze periode.

Verder blijkt uit de geraamde ontwikkeling van de landgebruiksemissies dat er een beleidstekort (netto 'debits') wordt verwacht (paragraaf 5.5). Het gaat om circa 2,7 megaton CO₂-equivalenten voor de periode 2021-2030. Nederland kan ervoor kiezen om dit tekort in de landgebruikssector zelf op te lossen met aanvullende maatregelen en/of door extra maatregelen in de niet-ETS-sectoren te nemen. Dit kan

4 In de berekening zijn de emissies voor 2018 gebaseerd op voorlopige statistieken en die voor 2019 en 2020 op basis van ramingen met voorgenomen beleid.

5 Het cumulatieve emissieplafond 2021-2030 wordt afgeleid van een lineair dalend pad tussen specifieke emissiewaarden voor het startjaar 2020 en het doeljaar 2030 (ECN & PBL, 2016). De emissiewaarde voor het startjaar 2020 moet worden gebaseerd op de gemiddelde emissie in de historische jaren 2016-2018. De emissiewaarde in het doeljaar 2030 moet worden gebaseerd op het nationale reductiedoel van 36 procent (voor niet-ETS-sectoren) ten opzichte van 2005.

betekenen dat dat de hiervoor genoemde beleidsopgaven wat groter worden.

3.4 Nationale broeikasgasemissies KEV 2019 vergeleken met eerdere ramingen

In deze paragraaf worden de ramingen uit de KEV 2019 op hoofdlijnen vergeleken met een tweetal voorafgaande ramingen, de kortetermijnraming emissies en energie in 2020 van begin 2019 (PBL, 2019b) en de NEV 2017 (tabel 3.2).

KEV 2019 raamt lagere uitstoot voor 2020 dan kortetermijnraming

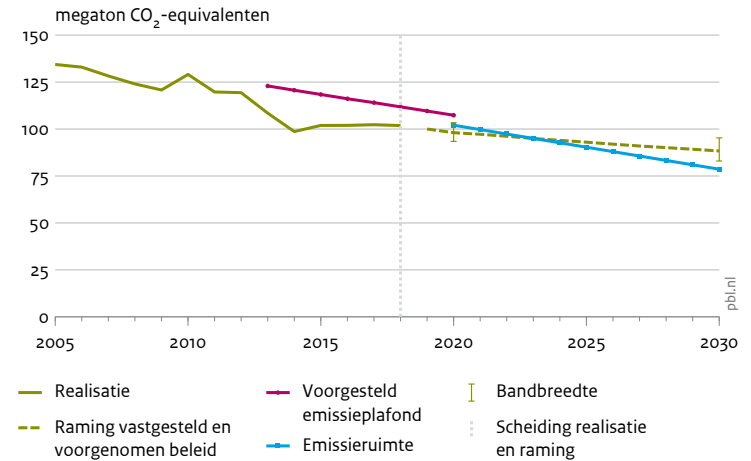
Met 171 megaton CO₂-equivalenten valt de geraamde emissie in 2020 in deze KEV 2019 lager uit dan de geraamde 175 megaton CO₂-equivalenten uit de kortetermijnraming (KTR) van januari 2019 (PBL, 2019b).

De belangrijkste verklaring hiervoor is dat de uitstoot van de elektriciteitssector in de KEV 2019 sterker daalt (met circa 6 megaton CO₂-equivalenten) dan de verwachting uit de KTR. Dit heeft vooral te maken met de hogere brandstof- en CO₂-prijzen die nu voor 2020 worden geraamd (paragrafen 4.3 en 5.1).

De KEV 2019 raamt voor de landbouwsector juist een hogere uitstoot (circa 2 megaton CO₂-equivalenten hoger) dan de verwachting uit de KTR. Dit wordt grotendeels verklaard door een omhoog bijgestelde verwachting van het aardgasverbruik in de glastuinbouw. De oorzaak hiervoor zijn de marktomstandigheden die naar verwachting voorlopig gunstig blijven voor de inzet van warmtekrachtkoppeling in de

Figuur 3.3

Emissie broeikasgassen door niet-ETS-sectoren



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: Emissie van broeikasgassen van de niet-ETS-sectoren voor de periode 2005-2030 en de nationale emissieruimte voor de 2^e (2015-2020) en 3^e (2020-2030) periode.

glastuinbouw (paragraaf 5.4). De emissieramingen voor 2020 uit de KEV 2019 zijn voor de andere sectoren (industrie, gebouwde omgeving en mobiliteit) op hoofdlijnen vergelijkbaar met die in de de KTR.

KEV 2019 raming voor 2020 vergelijkbaar met de NEV 2017, maar verschillen binnen sectoren

De nationale emissieraming voor 2020 in de KEV 2019 wijkt met circa 1 megaton CO₂-equivalenten beperkt af van die in de NEV 2017, maar de verschillen op sectorniveau zijn fors:

- **Elektriciteit:** de emissieraming in 2020 voor de elektriciteitssector valt in de KEV 2019 circa 6 megaton lager uit dan de NEV 2017. De verklaring hierbij is gelijk aan de toelichting op het verschil tussen de KEV en de KTR hiervoor. Dit komt omdat deze sectorraming voor 2020 nauwelijks verschilde tussen de KTR en de NEV 2017.
- **Industrie:** de emissieraming voor de industriector valt in de KEV 2019 (en ook al in de KTR) circa 4 megaton hoger uit dan de NEV 2017. Dit verschil wordt verklaard door een aantal factoren die ook al in de KTR zijn genoemd. Zo bleek daarin dat er twee correcties nodig waren bij de industrie (voor 2,7 megaton) voor ontbrekende emissies in de statistieken en ramingen van de NEV 2017. Twee andere factoren die in de KTR genoemd werden, zijn de hogere economische groei en een administratieve verschuiving van een bron uit de elektriciteitssector naar de industrie.
- **Gebouwde omgeving:** de emissieraming voor de sector gebouwde omgeving valt in de KEV 2019 en in de KTR afgerond 1 megaton hoger uit dan de NEV 2017. De KTR laat op basis van nieuwe statistieken zien dat het aardgasverbruik bij huishoudens de afgelopen jaren niet zo snel is gedaald als in de NEV 2017 werd geraamd.
- **Landbouw:** de emissieraming voor de landbouwsector valt in de KEV 2019 per saldo circa 1 megaton hoger uit dan de NEV 2017. In de glastuinbouw zorgen de marktomstandigheden naar verwachting voorlopig voor een hogere inzet van warmtekrachtkoppeling en daarmee voor een hoger geraamd aardgasverbruik (paragraaf 5.4.1).

- **Mobiliteit:** de emissieraming voor de sector mobiliteit valt in de KEV 2019 en in de KTR circa 1,5 megaton hoger uit dan de NEV 2017. De KTR noemt hier al een aantal verklaringen voor: de hogere economische groei, een toename in de import van minder zuinige tweedehandsauto's en een toename in brandstofverkoop binnen Nederland door een verhoging van de dieselaccijnzen in België.

KEV 2019 raamt lagere uitstoot in 2030 vergeleken met de NEV 2017

Met 144 megaton CO₂-equivalenten valt de geraamde emissie in 2030 in deze KEV 10 megaton lager uit dan de geraamde 154 megaton CO₂-equivalenten uit de NEV 2017 (tabel 3.2). De belangrijkste verklaringen hiervoor zijn:

- **Elektriciteit:** de geraamde uitstoot van de elektriciteitssector in de KEV 2019 ligt circa 16 megaton CO₂-equivalenten lager dan de NEV 2017. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het kolenverbod dat in de KEV 2019 is meegenomen (paragraaf 4.3 en 5.1). Hierdoor zijn er in 2030 geen emissies van de Nederlandse kolencentrales meer. In plaats van elektriciteitsproductie met kolen neemt de elektriciteitsproductie van gascentrales en warmtekrachtkoppeling wel toe in de KEV 2019 ten opzichte van de NEV 2017 (paragraaf 5.1). De KEV 2019 verwacht ook een hogere inzet van warmtekrachtkoppeling in de industrie en de glastuinbouw vergeleken met de NEV 2017. Dat draagt bij aan een hogere verwachte uitstoot in die twee sectoren in 2030 ten opzichte van de NEV 2017.
- **Industrie:** de geraamde uitstoot in de industrie ligt in de KEV 2019 bijna 5 megaton CO₂-equivalenten hoger dan de NEV 2017. Dit verschil wordt deels verklaard door een aantal factoren die al in de KTR zijn genoemd. Zo bleek in de KTR dat er twee correcties van in totaal 2,7 megaton nodig waren bij de industrie voor ontbrekende emissies in de statistieken en ramingen van de NEV 2017. Een andere factor

Tabel 3.2

Geraamde broeikasgasemissies vergeleken voor de KEV 2019 met eerdere ramingen voor 2020 en 2030.

Sector	Projecties 2020 (megaton CO ₂ -equivalenten)			Projecties 2030 (megaton CO ₂ -equivalenten)		
	KEV 2019 voorgenomen beleid	KTR januari 2019 voorgenomen beleid	NEV 2017 voorgenomen beleid	KEV 2019 voorgenomen beleid	NEV 2017 voorgenomen beleid	NEV 2017-'basispad' klimaat-akkoord
Elektriciteit	29,8	36,2	36,0	13,7	29,8	32,6
Industrie	56,9	56,3	52,6	54,2	49,5	50,0
Gebouwde omgeving	22,8	22,7	21,9	19,0	18,5	18,7
Mobiliteit	34,8	34,8	33,1	32,9	32,4	32,4
Landbouw	26,9	24,9	25,9	24,5	23,5	24,2
Totaal	171 [164-180]	175 [168-183]	170 [161-179]	144 [135-159]	154 [136-179]	158
Reductie t.o.v. 1990	23% [19-26%]	21% [17-24%]	23% [19-27%]	35% [28-39%]	31% [19-38%]	29%

betreft een verschuiving van een bron uit de elektriciteitssector naar de industrie. Verder neemt de inzet van WKK in de industrie toe in de KEV, zoals eerder genoemd.

- De ramingen van de sectorale uitstoot van de gebouwde omgeving, de landbouw en de mobiliteit in de KEV 2019 en de NEV 2017 zijn vergelijkbaar. Binnen sectoren zijn er verschillen in bepaalde ontwikkelingen tussen de KEV 2019 en de NEV 2017 (paragrafen 5.3, 5.4 en 5.6).

Basispad Klimaatakkoord versus NEV 2017 en KEV 2019

Voor de ontwikkeling van het Nederlandse Klimaatakkoord in 2018 en 2019 is begin 2018 een basispad (of referentiescenario) tot en met 2030 gekozen. Deze referentie is nodig om de effecten van mogelijk nieuw beleid te kunnen toetsen. Als basispad is een specifieke beleidsvariant uit de NEV 2017 genomen (Hekkenberg en Koelemeijer, 2018; Schoots et al., 2017 en 2018). Er is gekozen voor een beleidsvariant met het voorgenomen beleid per 1 mei 2017, maar dan zonder nieuwe openstellingen onder de SDE+ vanaf 2020. Dit was nodig opdat de

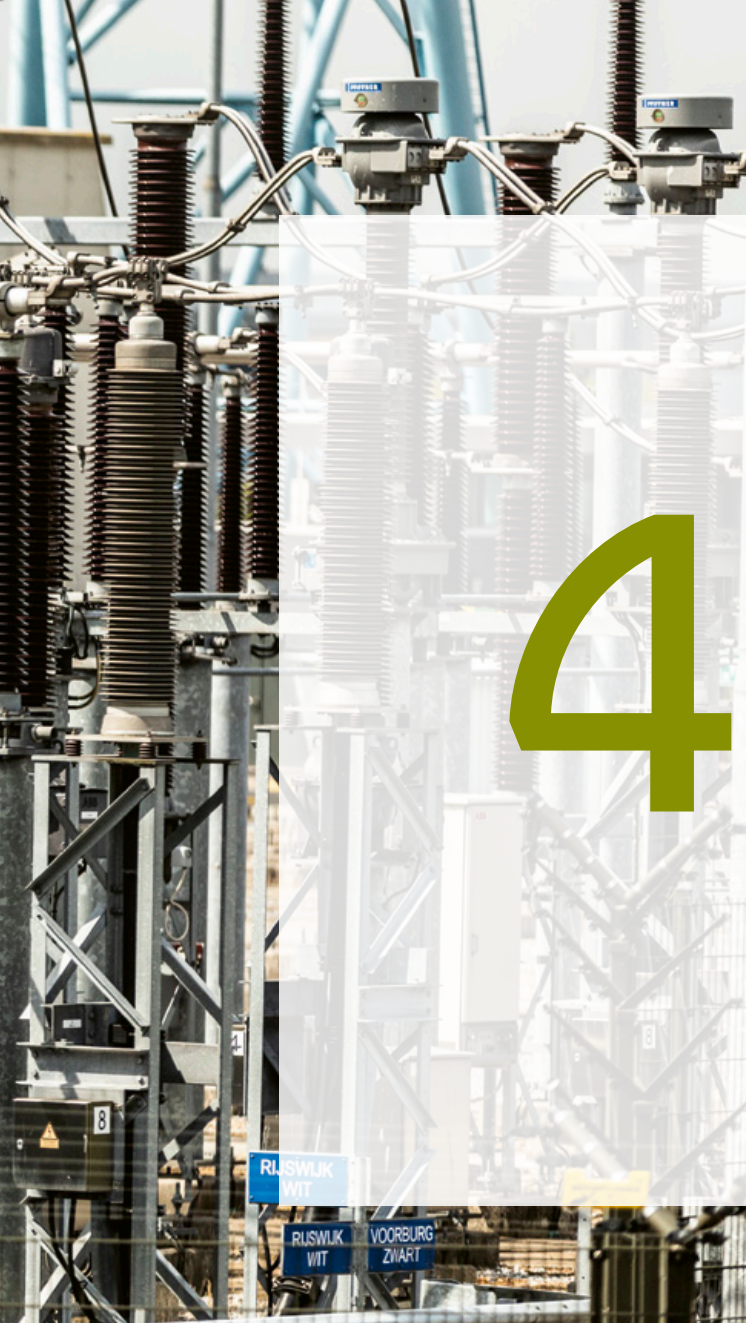
SDE+-middelen binnen het Klimaatakkoord vanaf 2020 op alternatieve wijze besteed konden worden.

In dit basispad (zonder SDE+-subsidies vanaf 2020) zien we dan ook dat de emissieraming voor 2030 4 megaton hoger uitvalt dan in de NEV 2017, inclusief SDE+-subsidies vanaf 2020, (tabel 3.2). Het aandeel hernieuwbare energie in het basispad is met bijna 15 procent ruim 9 procentpunt lager dan in de NEV 2017, die uitging van circa 24 procent. Op sectorniveau is met name de emissieraming van de elektriciteitssector in het basispad hoger. Ook bij de sectoren industrie en de landbouw zijn de emissieramingen wat hoger ten opzichte van de NEV 2017.

De emissieraming voor 2030 uit de KEV 2019 valt 14 megaton lager uit dan het basispad. De grootste verschillen op sectorniveau zitten vooral in de elektriciteit en industrie. De verklaringen voor deze verschillen zijn eerder genoemd.

Belangrijkste bevindingen

- Het aandeel hernieuwbaar opgewekte elektriciteit neemt naar verwachting sterk toe, van 15 procent in 2018 naar ruim twee derde in 2030.
- Het aandeel hernieuwbare warmte stijgt naar verwachting minder snel, van 6 procent in 2017 naar 13 procent in 2030.
- Door beëindiging van de aardgaswinning in Groningen neemt de netto import van aardgas steeds verder toe.
- Het aandeel hernieuwbare energie neemt naar verwachting toe tot 11,4 procent in 2020, dat is minder dan het Europese doel van 14 procent.
- Het doel uit het Energieakkoord van 16 procent voor 2023 wordt naar verwachting gehaald.
- De jaarlijkse energiebesparing is tussen 2013 en 2020 aanzienlijk toegenomen. Het doel om in 2020 100 petajoule extra te besparen wordt met 80 petajoule naar verwachting niet gehaald.



4

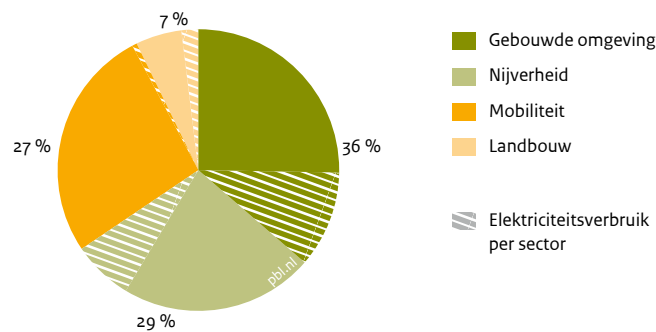
Nationale ontwikkelingen in energie

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen van het energieverbruik en het aanbod ervan op nationaal niveau. Het verbruik van energie kan vanuit twee perspectieven worden beschouwd: vanuit de vraag door eindverbruikers of vanuit de daarvoor benodigde energiedragers aan de aanbodzijde. De optelling van het verbruik door alle eindverbruikers staat bekend als het **finale energiegebruik** en wordt besproken in paragraaf 4.1. Naast dit eindverbruik vindt ook energiegebruik plaats bij de omzetting van energiedragers in andere energiedragers (omzetting) en worden energiedragers **finale** verbruikt ten behoeve van niet-energetische toepassingen, zoals als grondstof in de industrie. De optelling van alle verbruikte energiedragers voor zowel eindverbruik, transportverliezen, omzetting als niet-energetisch gebruik staat bekend als het **primaire energiegebruik**. Dit primair verbruik en de zogenaamde nationale energiemix worden besproken in paragraaf 4.2. Vervolgens komt de voorziening van elektriciteit (paragraaf 4.3), warmte (paragraaf 4.4), aardgas en overige brandstoffen (paragraaf 4.5) aan bod. In paragraaf 4.6 worden de ontwikkeling van het verbruik uit hernieuwbare energiebronnen en het aandeel hernieuwbare energie behandeld. Paragraaf 4.7 gaat in op energiebesparing.

4.1 Ontwikkeling in het energieverbruik door eindverbruikers

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van het nationale beeld op hoofdlijnen, als optelling van de sectortotalen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de temperatuurgecorrigeerde waarden, zodat de schommelingen in het verbruik door koude of warme jaren de trends

Figuur 4.1
Aandeel **finale** energetisch verbruik per sector, 2018



Bron: CBS; bewerking PBL

NB: Temperatuurgecorrigeerd verbruik en exclusief het niet-energetisch gebruik.

niet vertroevelen. De duiding van de specifieke ontwikkelingen binnen de verbruikssectoren komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

Het energetisch eindverbruik van energie bestaat uit het energieverbruik binnen de sectoren gebouwde omgeving, nijverheid, landbouw en mobiliteit. De nijverheid omvat het grootste deel van de industrie. Onder het Klimaatakkoord omvat de industrie naast de nijverheid echter ook nog een aantal industriële activiteiten in de energiesector, zoals die van raffinaderijen (paragraaf 5.2.1). Het energiegebruik van deze industriële activiteiten in de energiesector valt formeel buiten het energetisch eindverbruik en is daarom ook hier niet meegenomen.

Het energetisch eindverbruik betreft het energieverbruik voor warmte, het elektriciteitsverbruik en het verbruik van transportbrandstoffen. Anders dan in de Nationale Energieverkenningen wordt in deze paragraaf grotendeels uitgegaan van het energetisch eindverbruik zoals gedefinieerd in de energiebalans van het CBS, en niet van het bruto finaal verbruik dat wordt gebruikt om het aandeel hernieuwbare energie te berekenen. Het verschil in definitie wordt toegelicht in tekstbox 4-I over energiegebruik en energiebalansen.

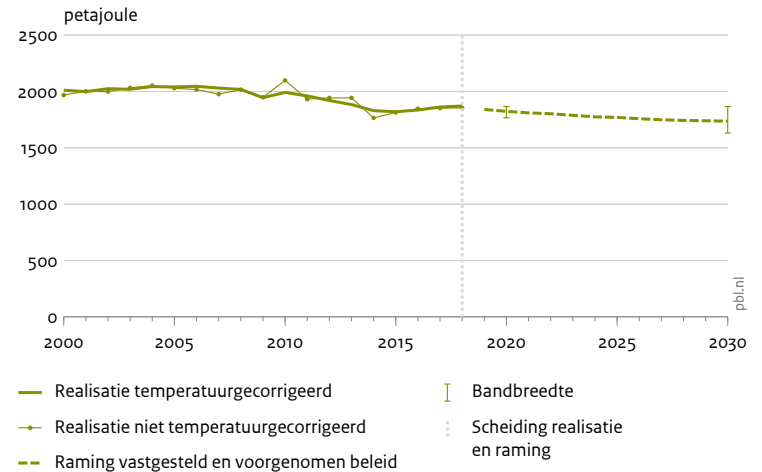
De meeste energie wordt gebruikt voor warmte

De verdeling van het energetisch eindverbruik over de sectoren is weergegeven in figuur 4.1. De gebouwde omgeving is de sector waar de meeste energie wordt gebruikt, op de voet gevolgd door de nijverheid en het verkeer. Het energetisch eindverbruik betreft alleen het verbruik van energiedragers voor energetische toepassingen. Het gebruik van energiedragers als grondstof (530 petajoule in 2018, zo groot als een kwart van het energetisch verbruik), bijvoorbeeld van olie voor plasticproductie in de chemie, is hierin niet inbegrepen.

Energetisch eindverbruik stijgt sinds 2015

De trend in het voor temperatuurgecorrigeerde energetisch eindverbruik is in de periode 2000 tot 2015 omgebogen van stijgend naar dalend (figuur 4.2). Na een stijging vanaf ongeveer 2.000 petajoule in 2000 tot 2.050 petajoule in 2006, nam het verbruik relatief sterk af tot 1.820 petajoule in 2015. Het energetisch eindverbruik lag daarmee, ondanks een stijging van het bbp met 19 procent ten opzichte van 2000, in 2015 op het laagste punt sinds de eeuwwisseling. Na 2015 is het energetisch eindverbruik weer gestegen tot circa 1.870 petajoule in 2018, onder andere door de aantrekkende economie en hogere accijns op diesel in België (zie paragraaf 3.2.5) waardoor er meer in Nederland werd getankt.

Figuur 4.2
Finaal energetisch verbruik



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

Daarnaast zijn er ook altijd wat fluctuaties door het al dan niet optreden van groot onderhoud bij bedrijven en onzekerheden in de statistiek. De recente toename van het verbruik zet niet door en de projectie verwacht een daling.

De relatief sterke daling in de jaren tussen 2005 en 2015 komt voort uit de optelling van verschillende ontwikkelingen per sector en per eindverbruikstype. Het verbruik voor warmte is in deze periode het sterkst gedaald, het verbruik van motorbrandstoffen is minder sterk

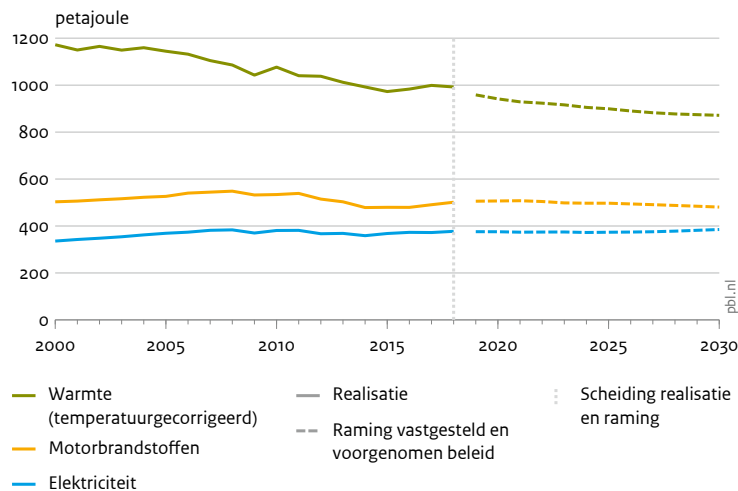
gedaald, terwijl het verbruik van elektriciteit juist iets is toegenomen. Tussen 2015 en 2018 heeft de aantrekkende economie voor een tijdelijke stijging van het verbruik gezorgd.

In 2018 betrof meer dan de helft van het energetisch eindverbruik (53 procent) finaal verbruik voor warmte (figuur 4.3). Meer dan een kwart (27 procent) van het verbruik bestond uit motorbrandstofverbruik en zo'n 20 procent van het energetisch eindverbruik betrof elektriciteitsverbruik. Het finaal verbruik van warmte en motorbrandstoffen neemt richting 2030 af, het verbruik van elektriciteit neemt toe. Daarbij spelen zowel veranderingen door toe- of afnemende activiteitsniveaus (volume-effecten, bijvoorbeeld samenhangend met economische groei of bevolkingsgroei), verschuivingen tussen subsectoren of deelactiviteiten (structureffecten, zoals verschuiving naar hoogwaardiger producten, of gezinsverdunding) als verbeteringen van de energie-efficiëntie (energiebesparing: hetzelfde doen met minder energie) een rol. Uit het dalende totale verbruik (voor warmte, motorbrandstoffen en elektriciteit) bij een toegenomen omvang van de economie en bevolking volgt dat structureffecten en energiebesparing samen de groei van activiteiten meer dan compenseren. Paragraaf 4.7 gaat dieper in op de bijdrage van energiebesparing per sector.

Alle sectoren hebben aandeel in daling van energetisch eindverbruik

In de gebouwde omgeving is de warmtevraag gradueel gedaald door een verbeterde isolatiegraad van woningen en andere gebouwen. Zowel sloop, nieuwbouw als gebouwverbeteringen liggen aan die verbetering ten grondslag. Het verbruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving groeide in de periode 2000 tot 2018 met 21 procent door een toename van het gebruik van elektrische apparaten. Het totaal energetisch eindverbruik in de gebouwde omgeving daalde hierdoor netto met 7 procent.

Figuur 4.3
Finaal energetisch verbruik per gebruikstype



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

NB: Realisaties gecorrigeerd voor temperatuur.

Het energetisch eindverbruik in de nijverheid laat een wisselend verloop zien. Zowel het verbruik voor warmte als het elektriciteitsgebruik is in de nijverheid eerst gestegen en daarna gedaald. Dit beeld hangt samen met de beweging van de economie in deze periode, met eerst groei, later recessie en vanaf 2014 weer een aantrekkende groei. Samen met een beperkte toename van de energie-efficiëntie nam het totaal energetisch eindverbruik in de nijverheid in de periode 2000 - 2018 met 10 procent af. Bij mobiliteit nam het verbruik tussen 2000 en 2008 nog

toe, maar kwam het verbruik in 2018 weer op het niveau van 2000 uit. Dit kwam door zuiniger auto's, stagnerende economische groei tussen 2008 en 2014 en doordat – vooral tussen 2013 en 2014 – een verschuiving optrad in het over de grens tanken (voor het verbruik van de Nederlandse transportsector wordt de binnenlandse verkoop van transportbrandstoffen gebruikt). In de laatste jaren is er een omgekeerd effect in het grenstanken te zien, omdat benzineprijs in Nederland weer lager ligt dan in België. Het energetisch eindverbruik in de landbouw daalde relatief het sterkst, met ruim 15 procent. Bij de landbouw trad in de periode van 2000 tot 2018 een verschuiving op van het verbruik van warmte naar dat van elektriciteit, onder andere door belichtingsintensivering, de daling van het areaal glas (van 10,5 duizend hectare in 2000 naar 9 duizend hectare in 2018) en beter geïsoleerde kassen.

Daling van het energetisch eindverbruik zet door

Bij voorgenomen beleid zal de dalende trend in het energetisch eindverbruik naar verwachting doorzetten in een gematigder tempo, naar ongeveer 1.825 petajoule [1.765 – 1.870 petajoule] in 2020 en 1.740 petajoule [1.630 – 1.870 petajoule] in 2030 (zie figuur 4.2). Bij vastgesteld beleid is de verwachte daling op langere termijn iets geringer, tot dezelfde 1.825 petajoule [1.765 – 1.870 petajoule] in 2020 en ongeveer 1.750 petajoule [1.640 – 1.880 petajoule] in 2030. De daling tot 2020 komt vooral voor rekening van een verdere daling van het verbruik voor warmte in de gebouwde omgeving.

De onzekerheid rondom het energieverbruik is dusdanig, dat zowel een sterkere afname van het verbruik als een stijging ervan mogelijk is. In de sectorhoofdstukken (Hoofdstuk 5) worden het sectorverbruik en onzekerheden in meer detail besproken. Het verschil tussen vastgesteld en vastgesteld inclusief voorgenomen beleid is beperkt doordat het vastgesteld beleid in deze verkenning niet veel verschilt van het vastgesteld inclusief het voorgenomen beleid.

4.2 Het primair energieverbruik en de energiemix

Primair energieverbruik laat lichte daling zien

Evenals het finaal energetisch verbruik laat het primaire verbruik tussen 2000 en 2015 een trendbreuk zien. Sinds de tweede oliecrisis begin jaren '80 nam het primaire energieverbruik tot 2004 gradueel toe, tot bijna 3.400 petajoule. Na een periode met geleidelijk dalend verbruik, met een uitschieter in 2010 door de koude winter, en de gunstige internationale marktomstandigheden voor elektriciteitsopwekking met aardgas, daalde het primaire verbruik tot 2014. Daarna kwam het verbruik na een tussentijdse stijging uit op 3.115 petajoule in 2018. Dat is ruim 2 procent onder het niveau van 2000, maar 8 procent onder het niveau van 2004 (zie figuur 4.4).

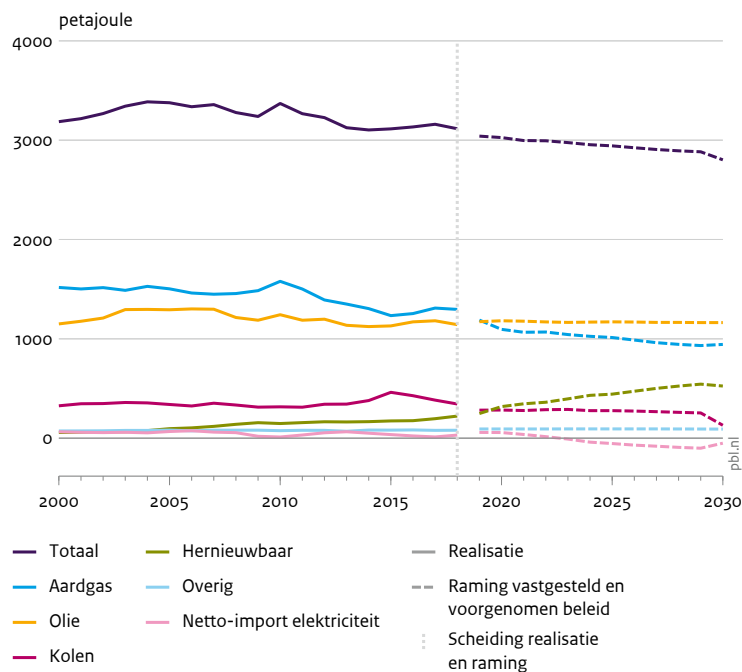
De grootste absolute verandering in deze periode is te zien in het aardgasverbruik, dat daalde van ruim 1.500 petajoule in 2000 naar circa 1.300 petajoule in 2018. Deze daling hangt in belangrijke mate samen met het gedaalde finaal verbruik van aardgas voor warmte. Aardgas is de belangrijkste energiebron voor warmtevoorziening. Daarnaast is de bijdrage van aardgas in met name de decentrale elektriciteitsproductie teruggelopen. Het gebruik van zowel hernieuwbare energiebronnen als dat van kolen is in deze periode toegenomen. Bij hernieuwbare bronnen is sprake van bijna een verviervoudiging, het kolenverbruik is na de ingebruikname van drie nieuwe kolencentrales tussen 2013 en 2015 met ruim een derde gestegen, en vervolgens door de sluiting van vijf oudere kolencentrales weer met een kwart gedaald. In 2018 was het kolenverbruik 6 procent hoger dan in 2000. Olie blijft een belangrijke energiedrager met een aandeel van bijna 40 procent. Olie wordt vooral gebruikt voor vervoer en als grondstof voor de petrochemische industrie. Het olieconsumptie lag in 2018 iets lager dan in 2000.

... en de samenstelling van de energiemix verandert

Door de bovengenoemde veranderingen is de energiemix, de relatieve samenstelling van het aanbod, gewijzigd. Zo nam het aandeel aardgas geleidelijk af van 48 procent in 2000 naar 42 procent in 2018, het aandeel kolen nam toe van 10 procent in 2000, naar 15 procent in 2015. Daarna is dit aandeel van kolen weer gedaald tot 11 procent in 2018. Het aandeel van olie is door de afname van het totaal licht gestegen van 36 procent in 2000 tot 37 procent in 2018.

Figuur 4.4

Primair energieverbruik per energiebron



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

NB: Realisatie is gecorrigeerd voor temperatuur.

Komende jaren verdere daling primair verbruik

Bij voorgenomen beleid zal het primair verbruik in de komende jaren naar verwachting verder dalen, naar circa 3.025 petajoule [2.940 – 3.120 petajoule] in 2020 en ongeveer 2.800 petajoule [2700 – 3.000 petajoule] in 2030. Nederland verandert in de komende jaren naar verwachting van netto importeur van elektriciteit naar netto exporteur, al kent deze raming een grote onzekerheid. De geëxporteerde elektriciteit wordt voornamelijk ingevuld door conventionele centrales. De verwachte sluiting van de laatste kolencentrales door het verbod op kolenstook voor elektriciteitsproductie met ingang van 2030 leidt tot een sterke terugval van de geraamde elektriciteitsexport in het jaar 2030. Omdat de conversieverliezen van elektriciteitsproductie in conventionele centrales tot het primaire verbruik worden gerekend, maskeert de veranderende rol van elektriciteitsimporteur naar elektriciteitsexporteur deels de dalende trend in het nationale finale energieverbruik. Aan de andere kant speelt dat de conventionele productie, en daarmee de conversieverliezen juist afnemen, door de groei van hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon en wind. In overeenstemming met internationale conventies worden aan de productie van elektriciteit uit wind, zon en waterkracht in de energiebalans geen conversieverliezen toegerekend. De groei van hernieuwbare elektriciteit levert daardoor een belangrijke bijdrage aan de daling van het primaire verbruik. Er is een flinke onzekerheid over het toekomstig primair verbruik. Door het einde van de elektriciteitsopwekking met steenkool in 2030 en de sterke groei van elektriciteitsopwekking uit wind en zon is een stijging van het primair verbruik na 2030 ten opzichte van nu echter onwaarschijnlijk.

Aardgas en steenkoolverbruik nemen af, hernieuwbaar blijft toenemen

Voor het aandeel primair verbruik van aardgas neemt de komende periode verder af van 42 procent in 2018 tot 33 procent in 2030. Dit komt door de voortgaande vermindering van het finaal gebruik voor warmte, en voortgaande vermindering van de inzet van aardgas bij (vooral decentrale) elektriciteitsproductie via warmtekrachtkoppeling. Door de sluiting van de vijf oudere kolencentrales in 2016, 2017 en 2018 en de sluiting van de Hemwegcentrale per 1 januari 2020 zal het kolenverbruik in 2020 met 9 procent van het primair verbruik lager liggen dan in 2015 (15 procent) en 2018 (11 procent). Daarbij zal de meestook van biomassa het kolenverbruik de komende jaren naar verwachting ook drukken. Het kolenverbruik zal in 2030 sterk afnemen doordat er met ingang van 2030 geen elektriciteit meer mag worden opgewekt met behulp van steenkool. Het resterende steenkoolverbruik, 5 procent, is voor het grootste deel verbruik in de staalindustrie. Het gebruik van olie neemt bij het voorgenomen beleid tot 2030 licht toe, van 37 procent van het primair verbruik in 2018 tot 41 procent in 2030. Het verbruik van olieproducten in de mobiliteit neemt slechts licht af (paragraaf 5.6), terwijl het gebruik van olie als grondstof in de chemie naar verwachting licht toeneemt (paragraaf 5.2). De bijdrage van hernieuwbare bronnen in de energiemix zal de komende jaren naar verwachting sterk stijgen, waarbij met name de groei van de hernieuwbare elektriciteitsproductie sterk zal toenemen. Paragraaf 4.6 gaat specifiek in op deze groei van hernieuwbare energie.

4-1 Energieverbruik en energiebalansen

De statistiek onderscheidt diverse soorten energiegebruik, met verschillende definities en verschillen in afbakening van delen van het energiesysteem. Deze tekstbox zet de belangrijkste soorten verbruik op een rij en duidt de belangrijkste onderlinge verschillen.

Soorten energiegebruik:

Energetisch eindverbruik: verbruik van energiedragers voor opwekking van warmte, elektriciteit of beweging.

Niet-energetisch gebruik: gebruik van energiedragers als grondstof, bijvoorbeeld aardolie voor kunststoffen en aardgas voor kunstmest.

Verbruik voor omzettingen: energie die gebruikt wordt bij het omzetten van energiedragers in andere energiedragers, zoals steenkool en aardgas in elektriciteit en warmte, of aardolie in benzine en diesel.

Primair verbruik: het totaal van energetisch en niet-energetisch verbruik en het verbruik voor omzettingen. Dit omvat alle energiedragers die worden gebruikt.

Eurostat definities:

Vanwege Europese doelen voor energiebeleid is ook een aantal soorten energieverbruik volgens de definities van Eurostat van belang. Bij de EU-doelen voor energieverbruik en energiebesparing voor 2030 gelden de oude – tot 2018 gangbare – Eurostat definities (omdat die EU-doelen op basis van de oude definities zijn vastgesteld).

Bruto finaal verbruik: het energetisch eindverbruik met een aantal extra verbruiksposten (eigen verbruik van de energiesector, transportverliezen, bunkerbrandstoffen voor de luchtvaart tot een bepaald overeengekomen maximum). Het bruto finaal verbruik wordt conform de EU-richtlijn voor hernieuwbare energie gebruikt om het

aandeel hernieuwbare energie te berekenen.

Finaal verbruik conform ‘Eurostat 2020-2030’: het finaal verbruik van Eurostat betreft alleen energetisch eindverbruik, dus geen niet-energetisch gebruik. De belangrijkste verschillen met het energetisch verbruik zoals het CBS dat berekent zijn dat bij ‘Eurostat 2020-2030’ het verbruik door de internationale luchtvaart en de omzettingsverliezen bij de hoogovens wel meetellen, dat energie-inzet voor warmte uit installaties voor warmtekrachtkoppeling (wkk) die zelf wordt gebruikt als energetisch eindverbruik meetelt, en dat door warmtepompen gewonnen omgevingswarmte niet meetelt.

Primair verbruik conform ‘Eurostat 2020-2030’: de belangrijkste verschillen met het primair verbruik zoals het CBS dat berekent zijn dat bij ‘Eurostat 2020-2030’ het verbruik door de internationale luchtvaart wel meetelt, en dat niet-energetisch gebruik en door warmtepompen gewonnen omgevingswarmte niet meetellen.

De belangrijkste verschillen tussen de voor de KEV relevante energiebalansen

Energiebalans CBS: de energiebalans van het CBS is de basis van de aangepaste energiebalans die in de KEV wordt gebruikt.

Energiebalans CBS aangepast voor de KEV: dit is de energiebalans die wordt gebruikt in de KEV. Mobiele werktuigen uit de sectoren landbouw, nijverheid en diensten zijn onderbracht bij de transportsector. Aansluitend op de Klimaattafelindeling zijn raffinaderijen, winningsbedrijven en cokesfabrieken ondergebracht bij de industriële activiteiten in de energiesector in plaats van bij de energiesector. Waterbedrijven en afvalbeheer vallen hier ook onder industriële activiteiten in de energiesector. Het energieverbruik in de industriële activiteiten in de energiesector wordt niet meegeteld

bij het energetisch eindverbruik, omdat dit verbruik valt onder het zogenaamde eigen verbruik van de sector.

Energiebalans Eurostat: het bruto finaal verbruik, dat nodig is voor de berekening van het aandeel hernieuwbare energie, wordt bepaald aan de hand van de Eurostatbalans. De energiedragerinzet voor de opwekking van alle elektriciteit en aan derden verkochte warmte

binnen eindgebruikssectoren, bijvoorbeeld met behulp van decentrale wkk in de industrie, wordt in de Eurostatbalans overgeheveld naar de (energie-)sector Elektriciteit en Warmte. Energiedragerinzet van wkk's voor de opwekking van zelf gebruikte warmte wordt meegerekend tot het energetisch eindverbruik.

4.3 Elektriciteitsvoorziening

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de elektriciteitsvoorziening in de afgelopen jaren en de verwachtingen voor de periode tot en met 2030, uitgaande van de aannames zoals beschreven in het achtergrondscenario in hoofdstuk 2. Deze aannames spelen een grote rol in de ramingen over de toekomstige ontwikkeling van de elektriciteitsopwekking en daarmee van de broeikasgasemissies van de elektriciteitssector in Nederland. De aannames betreffen onder andere ontwikkelingen in het buitenland, zoals de vraag naar elektriciteit, het opgestelde vermogen en het beleid. Beleid in het buitenland beïnvloedt de elektriciteitsmarkt via de aanbodkant zoals bijvoorbeeld stimuleren van hernieuwbare elektriciteit, of sluiting van kolen- of nucleaire centrales en via de vraag, bijvoorbeeld het stimuleren van energiebesparing of elektrisch vervoer. De ontwikkelingen in het buitenland zijn beschreven in paragraaf 2.2. Het Nederlandse beleid voor hernieuwbare energie (paragraaf 4.6) heeft ook direct gevolgen voor de elektriciteitsproductie in Nederland.

4.3.1 Capaciteit en productie in de elektriciteitsvoorziening

Conventionele capaciteit neemt verder af

De daling van de conventionele productiecapaciteit¹ sinds 2014 heeft zich voortgezet. Eind 2017 is er 2,2 gigawatt minder capaciteit vergeleken met 2014 (figuur 4.5). De belangrijkste reden voor deze daling is de sluiting van drie oude kolencentrales (de Gelderland kolencentrale, Borssele, Amer 8 en de Maasvlakte I & II) als gevolg van het besluit 'Rendement kolencentrales' waarmee invulling is gegeven aan de afspraken in het Energieakkoord over sluiting van de vijf oudste kolencentrales. Daarnaast is zowel de centrale als de decentrale gascapaciteit (vooral WKK-installaties) licht afgenomen. In 2018 werden de Moerdijk 1 gascentrale en een eenheid van de Eemscentrale tijdelijk gesloten, waardoor het centrale operationele gasvermogen met 0,9 gigawatt daalde (bron: TenneT Annual Market update 2018). Ondanks dat is de conventionele capaciteit nog groter dan in het eerste decennium van deze eeuw.

¹ Onder conventionele productiecapaciteit wordt de productiecapaciteit op basis van fossiele brandstoffen verstaan.

Afname conventionele vermogen zet na 2015 door

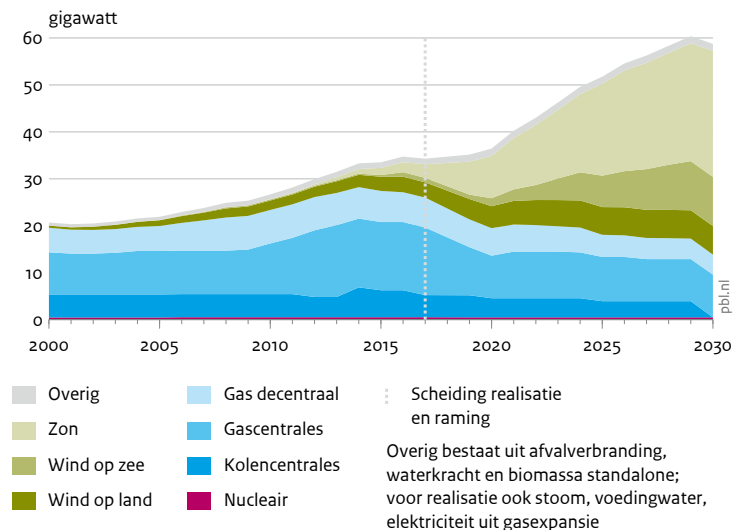
De vooruitzichten voor zowel centrale als decentrale gascentrales zijn de laatste jaren aanmerkelijk verbeterd. Naar verwachting wordt na 2020 centraal gasvermogen weer opgestart, waardoor de capaciteit in 2023 op bijna 10 gigawatt uitkomt, ruim anderhalf gigawatt meer dan werd verwacht in de NEV 2017 (figuur 4.5). Er zijn verschillende oorzaken aan te wijzen voor de betere marktpositie van de gascentrales. Met het verbod op kolenstook in Nederland (voor de Hemwegcentrale in 2020, de Amercentrale in 2025 en de Rotterdamcentrale, de Eemshavencentrale en de MPP3-centrale in 2030) komt er meer ruimte voor elektriciteit uit gascentrales. Daarnaast verbetert de concurrentiepositie van de gascentrales op de Noordwest-Europese markt door de sterk gestegen CO₂-prijs. Na 2023 neemt het gasvermogen weer af vanwege de groei van het aandeel hernieuwbaar in de elektriciteitsopwekking.

Na 2015 toename elektriciteitsproductie uit gas

Na een periode van dalende elektriciteitsproductie door gascentrales is deze sinds 2015 weer gestegen (figuur 4.6). Een van de oorzaken voor deze toename was de verminderde productie van Franse en Belgische nucleaire centrales in 2016 en 2017 als gevolg van tijdelijke sluitingen in beide jaren. Daarbij kwam dat 2017 een droog jaar was, met name in Spanje. De lagere waterkrachtproductie in Spanje werd deels gecompenseerd door meer import uit Frankrijk. Hierdoor kon België minder elektriciteit uit Frankrijk importeren, daarvoor in de plaats kwam import uit Nederland, met als gevolg een hogere elektriciteitsproductie met gascentrales.

Figuur 4.5

Opgesteld elektrisch vermogen in Nederland



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

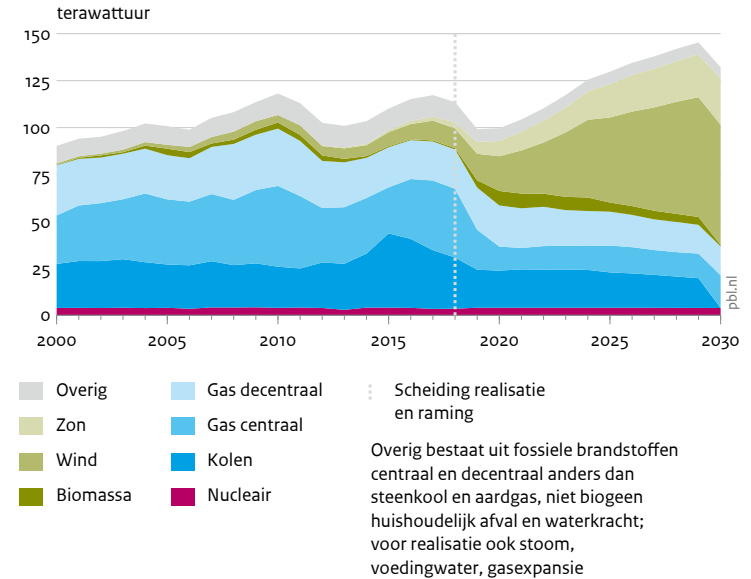
Een andere oorzaak voor de hogere productie van de gascentrales was de gunstige positie op de markt voor moderne gascentrales, vergeleken met oude kolencentrales, als gevolg van brandstof- en CO₂-prijsontwikkelingen. Dit deed zich zowel in 2016 als in 2017 voor gedurende een aantal maanden van het jaar. Hierdoor vond er minder import vanuit Duitsland plaats, omdat Nederlandse gascentrales concurrerender waren dan oude Duitse kolencentrales.

Tot slot droeg de sluiting van twee kolencentrales in 2017 ook bij aan de hogere productie van gascentrales. De productie van de kolencentrales nam door de sluiting en de minder gunstige marktomstandigheden af van 39,5 terawattuur in 2015 naar 27,2 in 2018.

Dalende productie en toename import in 2018

De stijgende trend in de totale elektriciteitsproductie sinds 2013 bereikte zijn piek in 2017 met een productie van 117,3 terawattuur. In 2018 nam de productie af, naar 113,5 terawattuur. De productie uit conventionele installaties is gedaald naar 84,8 terawattuur na twee jaren met een hoge productie van ruim 89 terawattuur. Het elektriciteitsverbruik nam slechts licht toe tussen 2017 en 2018. De afname van de binnenlandse productie werd dan ook gecompenseerd door een toename van de netto import van 3,5 naar 8,0 terawattuur (figuur 4.7), die werd gefaciliteerd door een hogere hernieuwbare productie in Europa van zowel wind- als waterkracht. De productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen in Nederland nam toe met 1 terawattuur, met name door de groei van het opgestelde vermogen voor zonnestroom. Het aandeel van zon en wind in de Nederlandse elektriciteitsproductie in 2018 was 12,1 procent.

Figuur 4.6
Elektriciteitsproductie in Nederland



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

2019-2030: dalende trend conventionele productie verwacht

De opwekking van elektriciteit uit kolen en gas neemt in de raming na 2018 verder af. De belangrijkste redenen voor de dalende trend in de elektriciteitsproductie uit gas en kolen in Nederland zijn het voorgenomen verbod op kolen in de elektriciteitsproductie en de toename van hernieuwbaar opgewekte energie in zowel Nederland als in andere landen. Daarnaast neemt de transportcapaciteit tussen Nederland en omliggende landen toe, waardoor er meer ruimte is voor uitwisseling van elektriciteit tussen landen. Dit zorgt er voor dat er minder conventionele productie nodig is om perioden met lage hernieuwbare productie in een land op te vangen. De geraamde toename van de hernieuwbare elektriciteitsopwekking leidt ertoe dat in 2025 ruim de helft van de Nederlandse elektriciteitsproductie wordt opgewekt uit hernieuwbare energie. In 2030 is dit naar verwachting ruim tweederde van de elektriciteitsopwekking in Nederland.

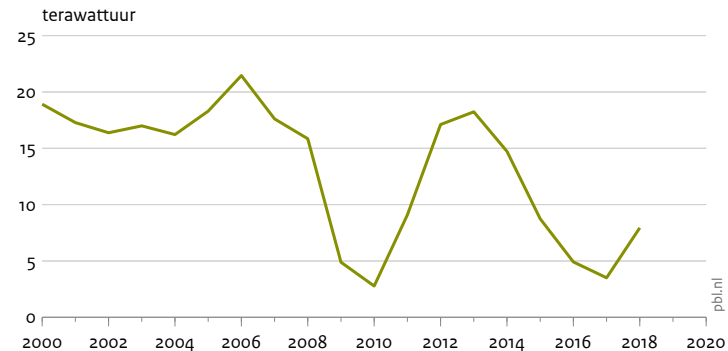
Nederland vanaf 2023 netto exporteur

Op hoofdlijnen is de ontwikkeling van de invoer en uitvoer van elektriciteit in Nederland bij het voorgenomen beleid vergelijkbaar met eerdere edities van de NEV. Door de groei van de elektriciteitsproductie uit wind en zon in Europa wisselen uren van import en export elkaar meer af dan nu het geval is (figuur 4.8). Daarom nemen met de meeste landen de huidige verschillen tussen import en export af in de tijd, met uitzondering van België, dat naar verwachting grotendeels importeur blijft van elektriciteit uit Nederland, (zie hoofdstuk 2).

De grootste handelsstromen vinden plaats met Duitsland en België.

Figuur 4.7

Netto-import elektriciteit in Nederland

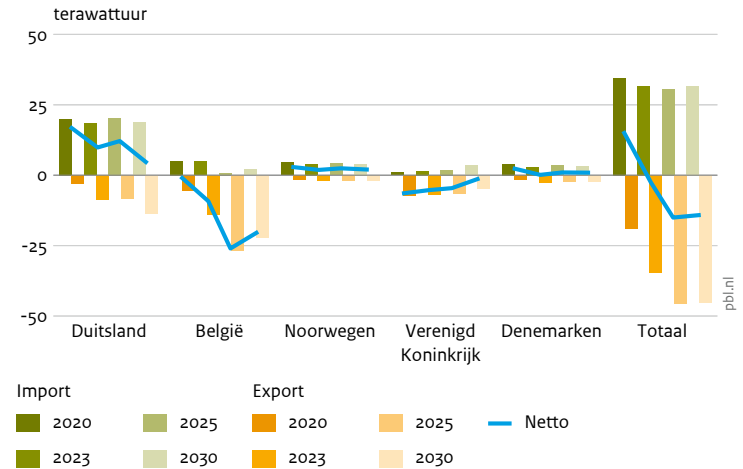


Bron: CBS

Ramingen van de elektriciteitsproductie kennen een grote onzekerheid. De Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt is in belangrijke mate een geïntegreerde supranationale markt. Ontwikkelingen buiten Nederland hebben daarom een grote invloed op de Nederlandse elektriciteitssector. Incidentele ontwikkelingen, zoals uitval van nucleaire centrales, de invloed van het weer op waterkracht en elektriciteit uit wind- en zonne-energie en prijsveranderingen kunnen tot aanzienlijke verschuivingen leiden in de productie, zoals ook zichtbaar is in de recente ontwikkeling van de netto import in Nederland (figuur 4.7). Beleidsveranderingen in andere landen, zoals sluiting van nucleaire of kolencentrales en toename van hernieuwbare capaciteit hebben structurele gevolgen voor de elektriciteitssector in Nederland. Het hier gepresenteerde beeld is gebaseerd op gemiddelde aannames met betrekking tot het weer en één samengesteld achtergrondscenario, voornamelijk ontleend aan ENTSO-E informatie. Andere uitgangspunten zullen dan ook een afwijkend beeld laten zien.

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke ontwikkelingen van de Nederlandse elektriciteitsproductie is er een gevoeligheidsanalyse voor 2020 uitgevoerd op basis van denkbare incidentele ontwikkelingen. Hiermee wordt een indruk gegeven van de forse impact die incidentele ontwikkelingen kunnen hebben op de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Daarnaast is er een alternatief scenario voor 2030 doorgerekend, met verdergaand klimaatbeleid in Europa. Tekstkader 4-II laat de resultaten zien van de gevoeligheidsanalyse en van het alternatieve scenario. De uitkomsten van deze scenario's zijn meegenomen in het bepalen van de bandbreedtes voor de ontwikkelingen in de elektriciteitssector.

Figuur 4.8
Uitwisseling van elektriciteit tussen Nederland en andere landen



Bron: KEV-raming

4-II Gevoeligheidsanalyse en alternatief scenario voor Europese elektriciteitsmarkt ontwikkelingen

Gevoeligheidsanalyse 2020

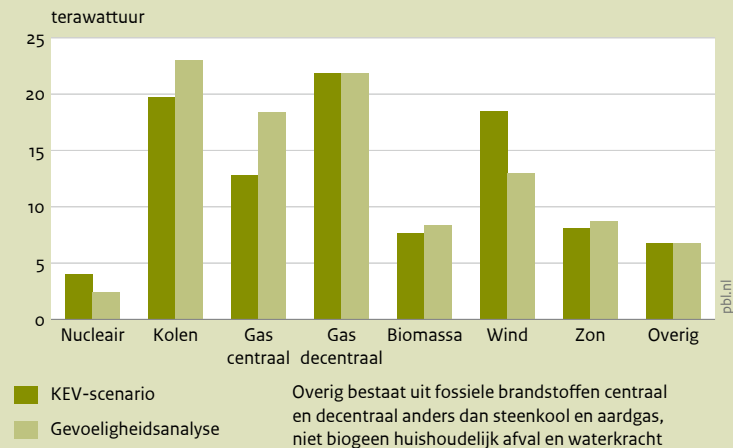
Het achtergrondscenario van de KEV gaat uit van een gemiddeld beeld voor de Europese elektriciteitsmarkt. Zo wordt voor de beschikbaarheid van nucleaire centrales uitgegaan van de gemiddelde standaard technische beschikbaarheid. Voor de productie van elektriciteit uit zon, wind en waterkracht gaan de KEV uit van een jaar met een gemiddeld klimaat, voor de brandstof- en CO₂-prijzen wordt één gemiddelde prijs gedurende het jaar gebruikt.

In de gevoeligheidsanalyse is daarentegen uitgegaan van een lagere beschikbaarheid van nucleaire centrales gebaseerd op de realisaties in 2018, minder wind en neerslag en meer zon in Noord-Europa (op basis van het weer in 2010) en een maandelijks prijspatroon voor brandstof- en CO₂-prijzen gebaseerd op 2018. Figuur 4.9 toont de verschillen in de elektriciteitsproductie in Nederland tussen het voorgenomen beleid in 2020 voor het achtergrondscenario van de KEV en met de aangepaste aannames.

De netto import valt met 12,3 terawattuur in plaats van 15,3, lager uit, vanwege de lagere elektriciteitsproductie in het buitenland door minder hernieuwbaar en nucleair opgewekte elektriciteit. Daarnaast zijn er maanden waarin de gascentrales in Nederland een betere positie hebben op de Noordwest-Europese markt vanwege de brandstof- en CO₂-prijzen. De productie van elektriciteit uit kolen en gas is beduidend hoger door de lagere import, minder elektriciteit uit wind en de lagere productie van de kerncentrale in Borssele. De productie uit gas is bijna 6 terawattuur hoger, de productie uit kolen ruim 3 terawattuur. Hierdoor neemt de CO₂-uitstoot toe, met 4 megaton in 2020 ten opzichte van de uitstoot van

Figuur 4.9

Elektriciteitsproductie gevoeligheidsanalyse, 2020



Bron: KEV-raming

circa 30 megaton in het middenpad van de KEV. De prijs van elektriciteit wordt ongeveer 2 euro per megawattuur hoger door de lagere productie van hernieuwbaar en nucleair opgewekte elektriciteit binnen en buiten Nederland.

Alternatief scenario 2030

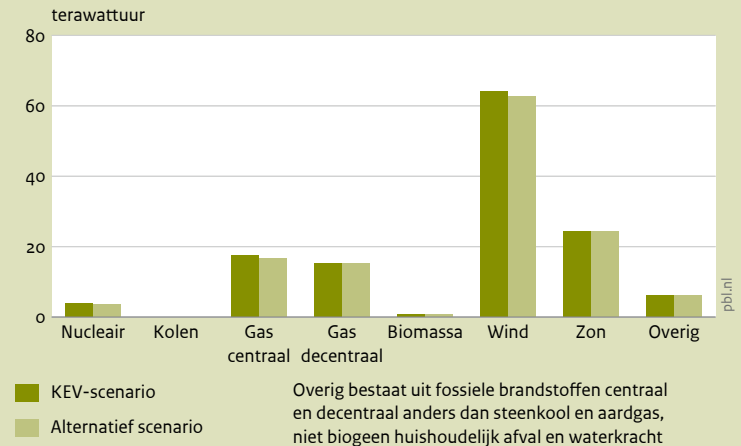
Op de langere termijn spelen andere onzekerheden een rol. Deze hebben te maken met ontwikkelingen in het beleid in andere Europese landen. In het alternatieve scenario voor 2030 zijn we uitgegaan van

een verdergaand klimaatbeleid in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Duitsland, dan in het middenpad voor de KEV is aangenomen (het middenpad is gelijk aan het ENTSO-E Sustainable Transition scenario).

Voor Duitsland is er voor het thermische en hernieuwbare opgestelde vermogen uitgegaan van het C2030 scenario (BNetzA, 2018). In het C2030 scenario staat significant minder vermogen van bruin- en steenkool (in lijn met de aanbevelingen van de Kolencommissie) opgesteld ten opzichte van de aannames voor het middenpad van de KEV, maar meer hernieuwbaar vermogen. Voor Frankrijk gaan we uit van het Ampère-scenario, dat tezamen met een reeks andere scenario's recent is gepubliceerd door RTE (2018). In dit scenario zijn de aannames van het opgesteld gasvermogen min of meer gelijk aan die voor het middenpad van de KEV, het nucleair vermogen in 2030 is bijna 11 gigawatt lager. Het vermogen aan wind en zon is circa 13 gigawatt hoger dan is aangenomen in het middenpad. Voor het scenario van het opgesteld vermogen in het Verenigd Koninkrijk is uitgegaan van het 2 degrees scenario van National Grid (2018). In dit scenario is er meer wind en meer nucleair vermogen, maar minder gas dan in het middenpad van de KEV. In alle drie de landen valt door elektrificatie de vraag naar elektriciteit hoger uit.

De hogere productie van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit in Noordwest-Europa heeft tot gevolg dat Nederland iets minder gaat exporteren vergeleken met het basisscenario van de KEV, ongeveer 2,5 terawattuur minder. Voor een deel zien we dit terug in de lagere productie van elektriciteit uit gas (min 1 terawattuur, zie figuur 4.10), voor een deel ook door meer afschakelen van wind (curtailment), 2 terawattuur vergeleken met 0,6 in het middenpad. Door het grotere aandeel hernieuwbaar opgewekte energie in de elektriciteitsproductie in Noordwest-Europa zijn er meer momenten waarop de hernieuwbare productie elders zo

Figuur 4.10
Elektriciteitsproductie alternatief scenario, 2030



Bron: KEV-raming

hoog is dat er geen ruimte is voor export vanuit Nederland. Het effect op de CO₂-emissies van de andere aannames voor de ontwikkeling in het buitenland zijn gering. Zonder kolen in de elektriciteitsmix zijn de gevolgen van veranderingen in import en export voor de CO₂-uitstoot kleiner, omdat verschillen in de handel in elektriciteit opgevangen worden door meer of minder productie van gascentrales en aardgas gestookte warmtekrachtinstallaties, waarvan de uitstoot per eenheid geproduceerde elektriciteit beduidend lager is dan van een kolencentrale.

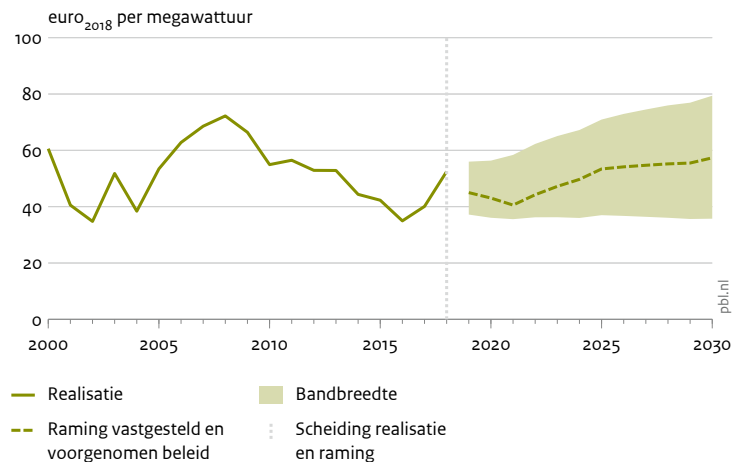
4.3.2 Elektriciteitsprijzen

Ontwikkeling elektriciteitsprijzen kent een grote onzekerheid

De elektriciteitsprijzen waren in de zomer van 2019 laag vergeleken met 2018, met een day-ahead² prijs van 36 euro per megawattuur. De toekomstige ontwikkeling van de elektriciteitsprijzen kent een grote onzekerheid, het beeld van de afgelopen jaren laat ook zien dat de prijzen sterk kunnen variëren (zie figuur 4.11). Ook binnen een jaar kan de volatiliteit groot zijn. Zo was in 2018 de minimumprijs voor de basislast³ op de APX-beurs 38,8 euro per megawattuur en de maximumprijs 63,3 euro.

Een groot aantal factoren beïnvloedt de elektriciteitsprijs, zoals de brandstofprijzen, het opgestelde vermogen in Nederland en andere landen, veranderingen in de vraag en aanbod en het energiebeleid in het buitenland. Bij uitval van centrales kunnen er meer momenten optreden waarop er sprake is van schaarste op de markt, waardoor de prijs hoger uitvalt omdat producenten een hogere marge in rekening kunnen brengen. In de KEV wordt slechts één achtergrondscenario gehanteerd, wat geen recht doet aan de grote onzekerheid over toekomstige prijzen. In het middenpad laat de elektriciteitsprijs na een aanvankelijke daling een lichte stijging zien tot 2030, die uitkomt op circa 60 euro per megawattuur in 2030. Daarom is er een analyse gemaakt van het effect van lage en van hoge brandstof- en CO₂-prijzen op de elektriciteitsprijs. Deze lage en hoge prijzen zijn gelijk aan de onder- en bovenmarge voor de kolen-, gas- en CO₂-prijzen zoals geschetst in hoofdstuk 2. Uitgaande van deze marges kan de elektriciteitsprijs de komende jaren tussen de

Figuur 4.11
Groothandelsprijs elektriciteit



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

35 en 60 euro komen te liggen, een bandbreedte die overeenkomt de prijzen die de laatste 10 jaar zijn waargenomen. Richting 2030 kan de prijs stijgen naar circa 80 euro per megawattuur, maar bij lage brandstof- en CO₂-prijzen is een blijvend lage prijs van rond de 36 euro per megawattuur eveneens mogelijk (figuur 4.11).

² Marktprijzen voor de levering van energie op de dag volgend op de handelsdag.

³ De basislast (of baseload) is de minimum benodigde elektriciteitsvraag op het netwerk voor een bepaalde periode zoals een dag of een week.

Prijs voor zon en wind daalt door toename elektriciteitsproductie zon en wind

Als het waait en als de zon schijnt, produceren windmolens en zonnepanelen op hetzelfde moment elektriciteit, waardoor het aanbod op de markt toeneemt. Op deze momenten drukt dit de prijs van elektriciteit. De gemiddelde prijs voor elektriciteit uit zon en wind is daarom lager dan de gemiddelde groothandelsprijs voor alle opgewekte elektriciteit. Dit wordt het profieffect genoemd. Door de groei van het aandeel hernieuwbaar opgewekte elektriciteit in Noordwest-Europa neemt dit profieffect toe. Zo ligt de gemiddelde marktprijs voor wind-op-land in 2030 16 procent onder de gemiddelde groothandelsprijs voor elektriciteit. Voor wind op zee is dit 13 procent, omdat wind op zee meer vastzuren heeft dan wind op land. Voor zonnestroom is het profieffect in 2030 14 procent. In 2030 leveren wind- en zonne-energie in de raming gemiddeld 48 tot 50 euro per megawattuur op, de groothandelsprijs is in 2030 gemiddeld €57 per megawattuur.⁴

4.4 Warmtevoorziening

Helft van het finaal energieverbruik voor warmte

Deze paragraaf beschrijft het energieverbruik voor warmte binnen de energievoorziening. Warmte is nodig voor ruimteverwarming van woningen, gebouwen en kassen en voor processen in de industrie. In deze paragraaf is uitgegaan van groeicijfers op basis van onveranderde omstandigheden en is nog geen rekening gehouden met de afspraken uit het Klimaatakkoord rond aardgasvrije wijken.

4 Omgekeerd is er ook sprake van een profieffect voor conventionele elektriciteitsproductie, waarvoor de gemiddelde marktprijs boven de gemiddelde groothandelsprijs zal liggen.

In figuur 4.3 in paragraaf 4.1 zagen we dat ruim de helft van het finaal energieverbruik wordt gebruikt voor warmte. In 2017 is dat 989 petajoule en dit daalt in de raming met voorgenomen beleid naar 871 petajoule in 2030. Dat is het totale finale energieverbruik in de gebouwde omgeving, de nijverheid en de land- en tuinbouw minus het finale elektriciteitsverbruik in die sectoren. Motorbrandstoffen worden niet als energiedrager voor warmte beschouwd.

Een deel van het elektriciteitsverbruik zou ook bij het finaal energieverbruik voor warmte kunnen worden gerekend, zoals bij het elektriciteitsverbruik voor warmtepompen, elektrische boilers en CV-pompen. Deze methode is gekozen in het rapport Monitoring Warmte 2017 (CBS & ECN, 2019). Het finaal energieverbruik voor warmte is dan 1.008 petajoule in 2017 en daalt naar 903 petajoule in 2030⁵.

Bijna de helft van het finaal energiegebruik voor warmte wordt gebruikt in de gebouwde omgeving (woningen en diensten), 40 procent in de nijverheid en 10 procent in de landbouw. Deze verhouding in het finaal energiegebruik voor warmte verandert tot 2030 niet.

Aandeel hernieuwbare warmte verdubbelt

Het finaal energieverbruik voor warmte is in 2017 voor 76 procent afkomstig uit aardgas (CBS & ECN, 2019), dit daalt naar ongeveer

5 In het rapport Monitoring Warmte wordt het finaal energieverbruik voor warmte van de sector waterbedrijven en afvalbeheer ook meegerekend, omdat deze sector in de CBS Energiebalans een eindverbruiker is. In figuur 4.3 wordt deze sector niet meegenomen, omdat deze in de Klimaattafelindeling valt onder de subtafel energiegerelateerde industrie van de klimaattafel Industrie. Deze sectoren kennen in de statistiek geen finaal verbruik, maar alleen eigen verbruik.

68 procent in de raming van voorgenomen beleid in 2030. Het gaat dan voor een groot deel om het verbranden van aardgas in warmteketels voor eigen verbruik, maar ook om warmte afkomstig uit warmtekrachtinstallaties van de warmteverbruiker of van derden. Hernieuwbare energie is in 2017 goed voor een kleine 6 procent van de warmtevoorziening. Dit aandeel stijgt in de raming met voorgenomen beleid naar 13 procent in 2030. Overige energiedragers, zoals restgassen uit aardolie en steenkool, zijn goed voor 18 procent van het finaal energieverbruik voor warmte in 2017, dit stijgt naar 20 procent in 2030.

In de nieuwe Richtlijn Hernieuwbare Energie is een indicatief doel opgenomen bij artikel 23, waarbij lidstaten er naar streven om het aandeel hernieuwbare warmte met 1,1 procent per jaar te laten toenemen, of met 1,3 procent indien ze ervoor kiezen om restwarmte ook mee te tellen.

Aandeel hernieuwbare warmte voor stadsverwarming stijgt van 20 naar meer dan 50 procent

De warmtelevering uit warmtenetten stijgt in de raming van voorgenomen beleid van circa 23 petajoule in 2017 en 2018 naar 31 petajoule in 2030. Daarvan is 15 petajoule voor huishoudens, 11 petajoule voor diensten en 5,5 petajoule voor landbouw. Dat is inclusief stadsverwarming en exclusief stoomleveringen in de industrie. De omvang van deze stadsverwarming is in Nederland beperkt, en bedraagt enkele procenten van het totaal finaal energieverbruik voor warmte (zie hiervoor). De raming voor deze stadsverwarming is gebaseerd op de jaarlijkse groei zoals geschetst in het rapport Monitoring Warmte (CBS & ECN, 2019). In het aanbod van warmte zijn fossiel gestookte warmtekracht-koppeling-centrales dominant. Wel wordt de bijdrage van deze centrales steeds minder. De warmte voor warmtelevering kwam in 2017 voor circa 20 procent uit hernieuwbare bronnen (CBS & ECN, 2019), in de

raming stijgt dat naar 57 procent in 2030. De groei vindt met name plaats in de warmteproductie uit afvalverbrandingsinstallaties, meer biomassaketels en warmtekrachtkoppeling op basis van biomassa, en meer geothermie en aquathermie. Deze groei is ingeschat op basis van de trends, zoals geschetst in het rapport Monitoring Warmte (CBS & ECN, 2019).

De warmteproductie van afvalverbrandingsinstallaties voor de gebouwde omgeving stijgt van 7,8 petajoule in 2017 naar 11,1 in 2030, het biogene deel daarvan stijgt van 4,3 naar 6 petajoule. De warmteproductie uit biomassa stijgt van 1,4 petajoule in 2017 naar 11,7 petajoule in 2030. Daarnaast groeit de warmteproductie uit geothermie en aquathermie van 0,01 petajoule in 2017 naar 5,8 petajoule in 2030.

4.5 Aardgas en de brandstofvoorziening

4.5.1 Aardgasvoorziening

Gaswinning Groningen uiterlijk in 2030 beëindigd

Sinds het uitkomen van de NEV 2017 is er inzake het aardgasbeleid veel veranderd. Na een aantal, voor Nederlandse begrippen, zware aardbevingen in Groningen in de periode tussen 2012 en 2018, is mede door maatschappelijke druk de besluitvorming over de gaswinning hoog op de politieke agenda komen te staan. De minister van Economische Zaken en Klimaat kondigde in zijn Kamerbrief van 29 maart 2018 aan de winning uit het gasveld in Groningen uiterlijk in 2022 naar 12 miljard Nm³ per jaar⁶ terug te brengen, hiermee het

6 1 Nm³ staat voor 1 normale kubieke meter en geeft het volume weer bij een druk van 101,325 kPa (of 1,01325 bar) en 0 °C.

advies vanuit het oogpunt van veiligheid (beperking van aardbevingsrisico's) van het Staatstoezicht op de Mijnen volgend. Hij kondigde tevens aan de aardgaswinning in Groningen naar verwachting geheel uit te kunnen faseren in 2030.

De minister stelde hiertoe een aantal vergaande maatregelen voor: zo zijn de 9 grootste afnemers van laagcalorisch gas gevraagd plannen te maken om in 2022 van het Groningse gas af te kunnen koppelen. Alternatieven zijn overschakelen naar hoogcalorisch gas of naar een gasvrije of duurzame variant om in hun energievraag te voorzien. Door omschakeling van buitenlandse verbruikers kan de export met 2 miljard kubieke meter per jaar dalen en stopt de export van laagcalorisch gas in 2029. Er wordt onderzocht of dit tempo versneld kan worden.

Het afbouwscenario is geconcretiseerd in een tijdpad voor de afbouw van de gaswinning in Groningen dat het Ministerie van EZK in 2018 heeft opgesteld. Hierbij werd uitgegaan van een middenscenario dat nog voldoende leveringszekerheid bevatte, maar met een bandbreedte die rekening houdt met de kans op een koud of warm jaar, waarbij respectievelijk meer of minder gewonnen kan worden. Ook zijn de gasjaren niet gelijk aan kalenderjaren; gasjaren lopen van oktober tot en met september. Voor de KEV 2019 hebben we het middenscenario aangehouden en een vereenvoudiging toegepast waarbij een gasjaar gelijkgesteld wordt aan een kalenderjaar. De KEV neemt het uitgangspunt van volledige afbouw van de gaswinning uit Groningen tegen 2030 over.

Voor de productie uit de kleine velden en offshore wordt zoals in elke verkenning de projecties uit EZK (2017) gevolgd. Voor deze en de Groninger projecties zijn de productie-aannames voor zowel vastgesteld als voorgenomen beleid identiek.

Verder is in deze KEV rekening gehouden met een uitbreiding van de stikstofproductie in Zuidbroek waarbij hoogcalorisch gas (uit import en andere velden) verdund wordt tot laagcalorisch gas met extra inkoop van stikstof door GTS (Gasunie Transport Services). Tegen 2022 zou met deze installatie bijkomend 7 miljard Nm³ laagcalorisch gas geproduceerd kunnen worden, bovenop de huidige capaciteit om 20 miljard Nm³ te converteren.

Nationale productie voldoet niet meer aan de binnenlandse vraag vanaf 2018

In 2018 bedroeg de productie uit het Groninger gasveld iets minder dan 20 miljard Nm³, iets meer dan een derde van de maximale productie uit het veld. De productie uit de andere velden bedroeg iets meer dan 15 miljard Nm³. De binnenlandse gasvraag was in 2018 met 40 miljard Nm³ voor het eerst groter dan de nationale winning (35 miljard Nm³), waardoor Nederland een netto gasimporteur is geworden (figuur 4.12). Voor de komende jaren loopt het importsaldo verder op. Na bijna 60 jaar is aan de bijzondere positie van Nederland als gasland een einde gekomen. De binnenlandse gasproductie neemt verder af naar 11 miljard Nm³ in 2030, terwijl de binnenlandse gasvraag daalt naar iets minder dan 30 miljard Nm³ in 2030.

Recente ontwikkelingen

Voor deze KEV is de productieprognose uit 2018 voor Groningen voor het jaar 2019 naar beneden bijgesteld van 17,4 miljard Nm³ naar 15,9 miljard Nm³ (Kamerbrief 8 februari 2019). Na 1 mei 2019 hebben zich een aantal nieuwe feiten aangediend. Als eerste werd een verdere reductie van de gasproductie in het vooruitzicht gesteld voor 2020 en 2021 (Kamerbrief 17 juni 2019). Daarnaast heeft de Raad van State op 3 juli 2019 geoordeeld dat het gaswinningsplan voor Groningen van de minister van EZK niet

voldoet, en bijgesteld moet worden. Deze laatste twee feiten konden echter niet meer verwerkt worden in deze KEV.

4.5.2 Brandstofvoorziening

Verbruik olie in Europa stagneert

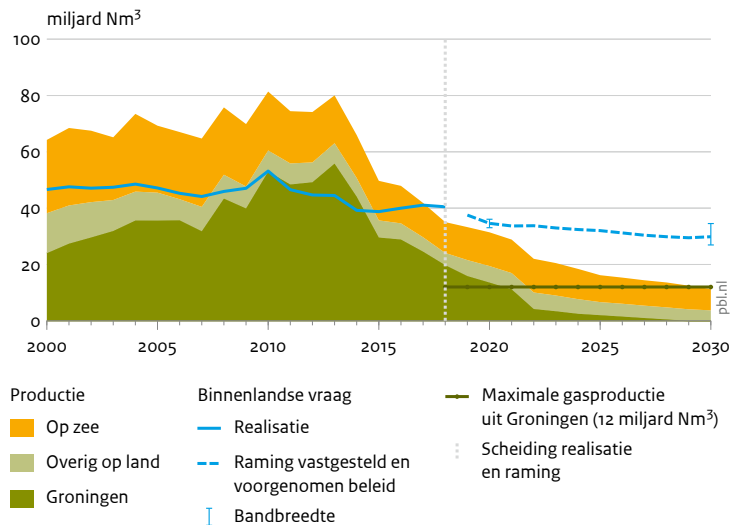
Volgens recente World Energy Outlooks van het Internationaal Energieagentschap (IEA) neemt de vraag naar olieproducten in OECD-landen naar verwachting af, maar neemt deze toe in non-OECD-landen (IEA, 2013; IEA, 2017; IEA, 2018). Deze vraagverschuiving heeft tot gevolg dat veel investeringen in de raffinagesector plaatsvinden in non-OECD-landen, waarbij in de laatste jaren in China, India en het Midden-Oosten veel investeringen hebben plaatsgevonden (Oil&Gas Journal, 2016-2019).

Binnen Europa laat de consumptie van aardolieproducten in de afgelopen jaren een stagnerend beeld zien (Eurostat, 2017). Daarnaast is er traditioneel veel vraag naar diesel in verhouding tot de vraag naar benzine, wat resulteert in dieselimport en benzine-export. Vooral nog is de belangrijkste afzetmarkt voor benzine Noord-Amerika en de westkust van Afrika (CBS Statline, 2019). De afzetmogelijkheden voor benzine zijn van groot belang voor de rentabiliteit van Europese raffinaderijen; hoe deze afzetmogelijkheden zich in de toekomst ontwikkelen, is onzeker (IEA, 2013).

Als gevolg van voornoemde ontwikkelingen en een overcapaciteit aan raffinaderijen, is de primaire destillatiecapaciteit in Noordwest-Europa in de afgelopen tien jaar gekrompen. De verwachting is dat dit verder zal krimpen en waarschijnlijk ook gevoeld zal worden in de Nederlandse raffinagesector (IEA, 2013; Plomp et al., 2015; Van den Bergh, 2016).

Figuur 4.12

Nederlandse gasproductie en gasvraag



Bron: nlog; CBS; RVO.nl (realisatie); TNO; kamerbrief EZK; KEV-raming

NB: De historische gasvraag is de niet-temperatuurgecorrigeerde vraag, de projectie van de gasvraag gaat wel uit van een temperatuurgecorrigeerde vraag op basis van een langzaam warmer wordend klimaat.

Ontwikkelingen in Nederlandse raffinagesector

Gunvor heeft in 2015 een raffinaderij in de Rotterdamse haven overgenomen. Sindsdien zijn delen van deze raffinaderij gesloten en heeft ze haar belang in de Maasvlakte Olie Terminal verkocht aan Aramco. Hoewel er ook investeringsplannen waren voor deze raffinaderij, zijn deze plannen weer stopgezet, (Financieel Dagblad, 28 augustus 2018).

Daarnaast zijn er substantiële investeringen bekend: een solvent deasphalting unit bij de Shell raffinaderij en hydrocracking-project bij de Esso raffinaderij (onderdeel van ExxonMobil) en Zeeland raffinaderij (onderdeel van Total en Lukoil). Deze projecten zijn in uitvoering of reeds uitgevoerd. Dit zijn geen uitbreidingsplannen met betrekking tot de destillatiecapaciteit, maar investeringen met het doel om minder residuale olie en meer destillaten te produceren (Oil & Gas Journal, 2016-2018).

Op grond van de eerder beschreven trends wordt verwacht dat de doorzet van olie in de Nederlandse raffinagesector zal krimpen. Hierbij wordt aangenomen dat de doorzet van olie tot 2030 met circa 12 procent zal krimpen ten opzichte van het niveau van 2018. Hoewel dit resulteert in afname van het energieverbruik van de Nederlandse raffinagesector, verandert ook het productportfolio van aardolieproducten, wat weer tot meer energieverbruik per eenheid geproduceerde brandstof leidt. De belangrijkste verklaring hiervoor is dat stookolie voor scheepvaartbunkers door de eisen van de International Maritime Organisation (IMO) vanaf 2020 aan strengere zwaveleisen moet voldoen en dus een groter deel van deze brandstof moet worden ontwaveld. Het is echter ook mogelijk dat zeeschepen aan boord rookgas gaan ontwavelen met een scrubber. In de projectie is daarom aangenomen dat een groot deel, maar niet alle brandstof voldoet aan de zwaveleisen.

Deze aannames resulteren in een CO₂-emissie van de sector van circa 10 megaton in 2030, wat nauwelijks lager is dan het huidige emissieniveau.

Gebruikte typen biobrandstoffen en herkomst van grondstoffen

De Nederlandse Emissieautoriteit stelt jaarlijks rapportages op over de hoeveelheden en typen biobrandstoffen die worden gebruikt om te voldoen aan de verplichting omtrent het bijmengen van biobrandstof (NEa, 2018). Deze rapporten laten zien dat, om aan de jaarverplichting hernieuwbare energie vervoer te voldoen, vooral dubbel tellende biobrandstoffen van gebruikt frituurvet (veelal toegepast in diesel) worden gebruikt. Deze gebruikte frituurvetten komen van over de hele wereld, vooral uit Azië, maar ook Noord-Amerika. Daarnaast worden ook enkeltellende biobrandstoffen in de vorm van bio-ethanol verbruikt, uit met name maïs en tarwe. De grondstoffen hiervoor komen grotendeels uit Europa. De geleverde hoeveelheid biobrandstoffen is aanzienlijk toegenomen in 2018.

In Nederland staan een tiental fabrieken voor de productie van biobrandstoffen die net als de aardolieraffinaderijen niet alleen voor de Nederlandse markt werken, maar (vooral) voor de buitenlandse markt werken. Zo was de productie van biodiesel in Nederland in 2018 meer dan vier keer zo groot als het binnenlands verbruik. De broeikasgasemissies van deze fabrieken voor de productie van biobrandstoffen zijn onderdeel van de emissies van de industrie.

Meer informatie over het biobrandstoffenbeleid en de jaarverplichting hernieuwbare energie vervoer staat in paragraaf 4.6. Over de toegevoegde waarde van (bio)brandstofproductie is een toelichting opgenomen in paragraaf 6.3.

4.6 Hernieuwbare energie

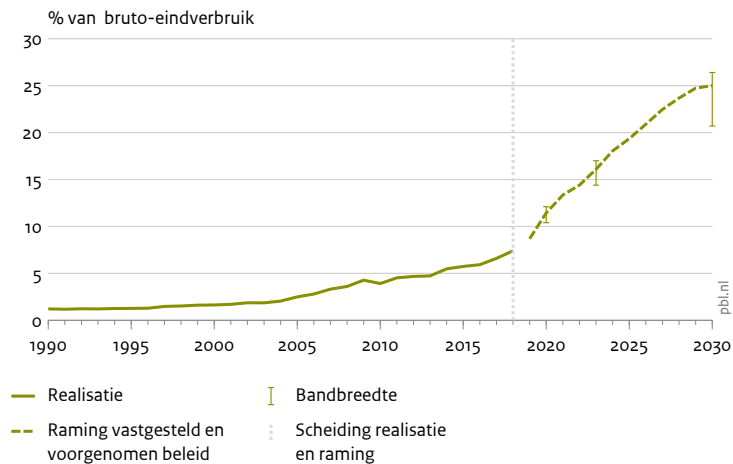
Ontwikkeling in verbruik hernieuwbare energie

Het energieverbruik uit hernieuwbare bronnen in Nederland is gestegen van 140 petajoule in 2017 naar 157 petajoule in 2018. De relatieve stijging van 12,5 procent in één jaar zal volgens de raming na 2018 versnellen. In 2020 ligt het verbruik naar verwachting op 239 petajoule en in 2023 op 331 petajoule. Dat correspondeert met een gemiddelde relatieve stijging van 16 procent per jaar voor de jaren 2019 tot en met 2023. De versnelling in de uitrol van hernieuwbare energie lijkt hiermee in gang gezet te zijn.

Het bruto finaal energiegebruik is ruim 2.100 petajoule in 2018. Het aandeel van energieverbruik uit hernieuwbare bronnen in Nederland is gestegen van 6,6 procent in 2017 naar 7,4 procent in 2018 (figuur 4.13). In 2020 zal het aandeel naar verwachting zijn gestegen naar 11,4 procent [10,4 procent - 12,1 procent], waarmee het Europese doel van 14 procent niet gehaald wordt. Het doel uit het Energieakkoord van 16 procent in 2023 wordt net gehaald. De projectie ligt in deze verkenning op 16,1 procent [14,4 procent -17,0 procent]. De verwachting voor 2030 – zonder uitvoering van het Klimaatakkoord, maar met een veronderstelde doorloop van de SDE+ (Stimulering Duurzame Energieproductie) – is 25 procent [20,7 -26,4 procent]. Het concept Integraal Energie- en Klimaatplan van Nederland spreekt over een ambitie van 27 tot 35 procent hernieuwbare energie in 2030.

Figuur 4.14 geeft de ontwikkeling van het bruto eindverbruik van hernieuwbare energie weer. De toename van 2017 op 2018 werd voor ruim de helft veroorzaakt door een hoger biomassaverbruik, vooral in

Figuur 4.13
Aandeel hernieuwbare energie



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

de vorm van biodiesel en biobenzine. Het verbruik van energie uit biomassa groeit de komende jaren verder, bijvoorbeeld als bij- en meestook in kolencentrales, dat van 3 petajoule in 2018 naar bijna 25 petajoule in 2020 stijgt. Tussen 2020 en 2030 verwacht de KEV dat het biomassaverbruik vrij constant blijft. De inzet van biomassa in ketels bij bedrijven zal rond 2025 toenemen terwijl de bij- en meestook van biomassa in kolencentrales afneemt (zie getallenbijlage).

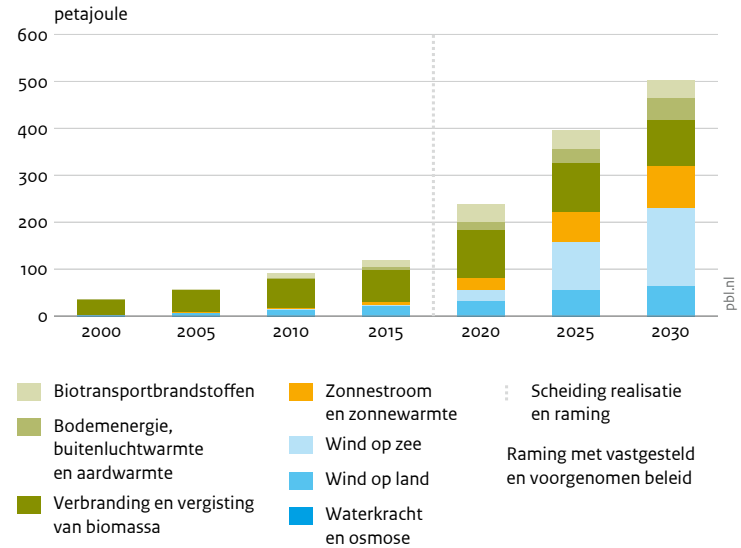
Verdere stijging productie van wind- en zonne-energie

Het verbruik van zonne-energie (vooral elektriciteit) groeide in 2018 met 40 procent naar 13 petajoule. De opgestelde capaciteit van zonnepanelen voor zonnestroom steeg in 2018 met een recordhoeveelheid van ruim 1.500 megawatt naar totaal 4.400 megawatt. De opgestelde capaciteit groeit naar verwachting naar 9.000 megawatt in 2020, 15.000 megawatt in 2023 en 27.000 megawatt in 2030. In 2030 is circa 30 procent van het vermogen opgesteld bij huishoudens. De zonneweides vormen circa 37 procent van het opgesteld vermogen en de overige circa 30 procent bevindt zich onder andere op daken van bedrijven. De hoeveelheid aanvragen in de SDE+, beschikkingen in de SDE+ en realisaties op basis van deze beschikkingen varieert sterk over de jaren in het verleden. De onzekerheid in de snelheid waarmee de zonne-sector projecten kan ontwikkelen, is daardoor groot. Het leidt in 2030 tot een bandbreedte in opgesteld vermogen tussen de 18.000 megawatt en 36.000 megawatt. In deze groei is ook uitgegaan van voortgezette, ongekorte saldering tot en met 2030 en het beschikbaar blijven van SDE+-subsidie voor grote zonnestroomprojecten. Er is echter aangekondigd dat de salderingsregeling wordt afgebouwd tussen 2023 en 2031. De wijze waarop is nog niet bekend. De aantrekkelijkheid van zonnestroom bij huishoudens zal daardoor lager liggen dan aangenomen in deze KEV. Een deel van de installatiecapaciteit van de sector zal echter voor andere projecten ingezet kunnen worden. Hierdoor zal het afschaffen van de salderingsregeling wellicht meer invloed hebben op het soort zonnestroomprojecten, dan op de totale toename van zonnestroom.

De opgestelde capaciteit van windmolens nam toe van 4.200 megawatt eind 2017 naar 4.400 megawatt eind 2018. In 2020 zal het opgestelde vermogen van wind op land naar verwachting tot 4.700 megawatt zijn

Figuur 4.14

Bruto-eindverbruik hernieuwbare energie per technologie



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

gestegen, waarmee het doel uit het Energieakkoord van 6000 megawatt niet wordt gehaald. In 2023 stijgt het vermogen naar verwachting verder naar 5.600 megawatt om in 2030 op 6.100 megawatt uit te komen. Het opgesteld vermogen van windenergie op zee blijft van 2018 tot medio 2020 ongeveer 1.000 megawatt om daarna te vertienvoudigen naar een verwachte ruime 10.000 megawatt in 2030.

Hernieuwbare energie is meer dan wind- en zonne-energie

Ook andere technieken voor hernieuwbare energie worden in toenemende mate toegepast. Buitenluchtwarmte en bodemenergie verdubbelen naar verwachting van circa 10 petajoule in 2020 naar circa 22 petajoule in 2030. Diepe geothermie stijgt van circa 7 petajoule in 2020 naar circa 25 petajoule in 2030. Naar verwachting is de minste groei te zien bij vergistingstechnieken, waar het verbruik stijgt van 12 petajoule in 2020 naar 13 petajoule in 2030.

In 2030 wordt naar verwachting 92 terrawattuur aan hernieuwbare elektriciteit geproduceerd. Deze 92 terrawattuur is op te splitsen in 47 terrawattuur op zee en 45 terrawattuur op land. Het aandeel hernieuwbare elektriciteit stijgt van 15 procent in 2018 naar 74 procent in 2030. De productie van hernieuwbaar gas dat ingevoerd wordt op het gasnet, exclusief inzet in de transportsector, stijgt van 190 miljoen m³ in 2020 naar een verwachte 325 miljoen m³ in 2030. Dat is 1,1 procent van het totale gasverbruik. Hernieuwbare warmte is met een verwachte 96 petajoule in 2030 goed voor ongeveer een kwart van het verbruik van energie uit hernieuwbare bronnen, in 2018 was dat nog 45 procent. De totale warmtevraag werd in 2018 voor 6 procent ingevuld met hernieuwbare warmte, in 2030 is dit 13 procent. Het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsvoorziening lijkt daarmee sneller te groeien dan in de warmtevoorziening.

Ontwikkelingen in beleid

Het beleid kent een grote mate van continuïteit, waardoor er weinig verschil bestaat tussen vaststaand en voorgenomen beleid. In de gebouwde omgeving zit wel enig verschil. Er is aangekondigd dat de salderingsregeling tussen 2023 en 2031 wordt afgebouwd. De uitwerking van deze afbouw is nog onbekend. Daarom is in de verkenning gerekend

met voortzetting van de salderingsregeling. In maart 2018 is de routekaart Wind op zee 2030 gepresenteerd. Windenergie op zee kan, wat de windparkontwikkeling zelf betreft, zonder subsidie worden uitgebouwd. De overheid neemt daarbij de aansluiting op het net voor zijn rekening en regelt de vergunningen. Na de Hollandse Kust (noord) betreft dit Ten noorden van de Waddeneilanden (700 megawatt), Hollandse Kust (west) (1.400 megawatt) en IJmuiden Ver (4000 megawatt). Dit wijkt iets af van het in de NEV 2017 aangenomen groeipad van 1 gigawatt per jaar, omdat er in de routekaart nog voor circa 1000 megawatt nader moet worden ingevuld. Deze nadere invulling is niet meegenomen in KEV 2019.

De eerstkomende jaren andere knelpunten dan SDE+-budget

De SDE+-regeling is in omvang het grootste financiële stimuleringsinstrument. De verbreding van de SDE+ naar een instrument dat primair op CO₂-reductie gericht is, is in het regeerakkoord aangekondigd, maar daar nog niet concreet in uitgewerkt. De kasuitgaven voor de SDE+ lopen op tot 3,4 miljard euro per jaar. In deze verkenning wordt dat uitgaveniveau structureel in 2026 bereikt. De budgetten tot en met 2023 die in de begroting 2019 van het Ministerie van EZK staan, worden in deze verkenning niet volledig benut. Verwacht wordt dat de beschikbare middelen van de SDE+ niet beperkend zijn voor de groei van hernieuwbare energie, omdat andere belemmerende factoren domineren. De beoogde slagingskans, de kans dat een SDE+-beschikking ook leidt tot een gerealiseerd project, is daarbij tot en met 2023 van belang. Die is aangenomen per categorie te variëren tussen 60 procent (bij zonne-energie) tot 100 procent (bij windenergie). Op langere termijn, van 2024 tot 2030, is aangenomen dat de openstellingsruimte rekening houdt met de slagingskans, waardoor uiteindelijk het beoogde niveau van 3,4 miljard uitgaven per jaar gehaald wordt.

Veel coöperaties actief, beperkt gebruik van de postcoderoosregeling

Steeds meer projecten voor hernieuwbare energie worden (deels) door een coöperatie ondersteund. In 2018 betrof het 159 megawatt aan windenergie en 74 megawatt aan zonne-energie (Hier opgewekt, 2018). Veel van deze projecten maken gebruik van de SDE+-regeling. Sommige projecten maken daarentegen gebruik van de regeling Verlaagd tarief bij collectieve opwek, de zogenaamde postcoderoosregeling. Dat heeft betrekking op 38 megawatt aan zonne-energie en waarschijnlijk een enkel windproject.

Verschillen met de NEV 2017

Het aandeel hernieuwbare energie in het bruto finale eindverbruik valt in de KEV 2019 lager uit dan in de NEV 2017. Dit geldt voor alle zichtjaren 2020, 2023 en 2030. Dit komt omdat het bruto finale eindverbruik, de noemer, hoger uitvalt dan in de NEV 2017. Het absolute finale verbruik van hernieuwbare energie, de teller, valt niet wezenlijk anders uit.

4.7 Energiebesparing

Deze paragraaf beschrijft de besparing volgens drie verschillende definities: het Protocol monitoring energiebesparing, de besparing die meetelt voor het doel van artikel 7 uit de Energie-efficiëntie-richtlijn van de EU en de besparing die meetelt voor het doel van 100 petajoule in 2020 uit het Energieakkoord. De drie benaderingen van energiebesparing verschillen sterk in definitie (primair of finaal, momentaan of cumulatief over meerdere jaren) en scope (welke maatregelen en beleid tellen mee), waardoor een onderlinge vergelijking niet zinvol is. De NEV 2015 gaat uitgebreid in op de onderlinge verschillen.

4.7.1 Protocol monitoring energiebesparing

Het Protocol monitoring energiebesparing (PME) gaat over besparing op het zogeheten primaire verbruik door efficiëntieverbeteringen, en omvat daarom ook besparingen bij de elektriciteitsopwekking en ander energieaanbod. Het PME kijkt niet naar de absolute afname van het energiegebruik, maar naar de afname van het verbruik ten opzichte van een situatie waarin geen efficiencyverbetering plaatsvindt. De definities van het PME zijn al jaren hetzelfde, daarom biedt het PME de mogelijkheid om trends in de energiebesparing in verleden, heden en toekomst met elkaar te vergelijken.

Energiebesparing komt altijd voort uit concrete acties van burgers en bedrijven, zoals vervanging van apparaten, investeringen in gebouw-isolatie, efficiëntere apparatuur, verlichting en voertuigen. De aanleiding tot die acties kan zeer divers zijn: vervanging aan het einde van de levensduur van apparaten, hoge energieprijzen, nieuw of bestaand beleid, nationaal of Europees beleid, consumentenvoorkeuren, media-aandacht voor energie, etcetera. Vaak is een natuurlijk moment (vervanging, renovatie, nieuwbouw) de concrete aanleiding tot de actie, en zorgt beleid er voor dat op dat moment een zuiniger variant wordt gekozen dan anders het geval zou zijn.

Het PME telt alle besparingen mee, ongeacht wat de aanleiding daarvoor is. Het PME geeft daarmee het compleetste beeld van energiebesparings-effecten, en is een goede graadmeter voor de trends in energiebesparing op de wat langere termijn. Nederland heeft geen doelstelling volgens de definities van het PME.

Tabel 4.1

Overzicht besparingstempo volgens Protocol Monitoring Energiebesparing

Periode	Besparingstempo (procent per jaar)
2013-2020	1,5 [1,5 - 1,6]
2020-2030	0,9 [0,7 - 1,1]

Het besparingstempo volgens het Protocol monitoring energiebesparing ligt in de periode 2013 tot en met 2020 naar verwachting rond 1,5 procent [1,5 procent - 1,6 procent⁷] per jaar, duidelijk hoger dan het historische besparingstempo. Dit is grotendeels te danken aan beleid uit het Energieakkoord; zonder dat beleid zou de besparing naar schatting in deze periode een half procent lager liggen. Doordat de KEV na 2020 geen nieuw beleid kent dat extra potentieel ontsluit, valt na 2020 het besparingstempo terug naar gemiddeld 0,9 procent [0,7 procent - 1,1 procent] tussen 2020 en 2030.

4.7.2 EED besparingen

Eind 2018 is de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED) herzien. De herziene richtlijn sluit aan bij het Europese doel om het energieverbruik met 32,5 procent verminderd te hebben in 2030. De KEV rapporteert over de verwachte realisaties van artikel 3 en artikel 7 van deze richtlijn.

⁷ Deze bandbreedte omvat alleen de projectie-onzekerheden over de periode 2018 tot en met 2020, en niet de monitoringsonzekerheden over de periode 2013 tot en met 2017.

Artikel 3: wisselend beeld

Lidstaten moeten volgens artikel 3 indicatieve, nationale energieverbruiken voor 2020 en 2030 vaststellen. Opgeteld zouden deze verbruiken van lidstaten voldoende moeten zijn om op Europees niveau 20 procent minder energie te verbruiken in 2020 en 32,5 procent in 2030, ten opzichte van de Primes baseline scenario's uit 2007. Eurostat heeft in 2019 een aantal definities in de energiestatistieken aangepast (in lijn met de VN handleiding voor energiestatistieken), maar voor artikel 3 gelden de oude Eurostatdefinities (Eurostatdefinitie '2020-2030'), omdat daarvoor ook de doelen vastgesteld zijn. Nederland streeft, volgens de EED-definitie, naar een primair energieverbruik van 2.541 petajoule in 2020 en 1.950 petajoule in 2030 en een finaal energieverbruik 2.186 petajoule in 2020 en 1.837 petajoule in 2030⁸.

Het verwachte primaire verbruik voor artikel 3 is in 2020 2.601 [2.517-2.693] petajoule en in 2030 2.397 [2.267-2.585] petajoule. Op basis van het beleid dat is meegenomen in deze KEV worden de streefcijfers voor primair verbruik in 2020 en 2030 waarschijnlijk niet gehaald. Voor finale verbruik wordt in 2020 2.080 [2.017-2.127] petajoule verwacht en in 2030 2.025 [1.908-2.166] petajoule. Het streefcijfer voor finaal verbruik wordt in 2020 op basis van deze KEV naar verwachting gehaald; het streefcijfer voor 2030 ligt nog buiten bereik.

Artikel 7: belangrijke wijzigingen

De energiebesparingsverplichting volgens artikel 7 is verlengd naar 2030, maar met een aantal belangrijke wijzigingen (tekstbox 4-IV, *Belangrijke wijzigingen in de EED ten aanzien van artikel 7*). Artikel 7 van de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED) verplicht Nederland tot het realiseren van 482 petajoule energiebesparing cumulatief voor

⁸ Zie ook Consultatieversie INEK, augustus 2019

4-III Verschillen tussen de ontwikkeling van het primair en finaal energiegebruik

In de periode 2020-2030 is de daling van het primaire energieverbruik met ruim 200 petajoule bijna 4 keer zo groot als die van het finale energieverbruik met 55 petajoule. De oorzaak hiervan is dat het primaire energieverbruik in tegenstelling tot het finale energieverbruik ook de omzettingsverliezen in aanbod en conversie van energie omvat, en dat juist hierin belangrijke ontwikkelingen plaatsvinden waardoor de omzettingsverliezen lager uitvallen.

De ontwikkeling van het finaal energiegebruik, het gebruik van energiedragers (elektriciteit, brandstof, warmte) door eindgebruikers, is het resultaat van groei of krimp van activiteiten, verschuivingen in de aard van activiteiten en efficiencyverbeteringen. In de KEV 2019 leiden deze ontwikkelingen samen tot een gematigde krimp van het finale energieverbruik. Het primaire energieverbruik omvat bovenop het finale verbruik ook de omzettingsverliezen bij energieaanbod en conversie, zoals bij de opwekking van elektriciteit uit aardgas of kolen. Veranderingen in aanbod en conversie zijn daarmee mede bepalend voor de ontwikkeling van het primaire energieverbruik.

In deze KEV zijn twee ontwikkelingen bij het energieaanbod belangrijk. De sluiting van de kolencentrales per 2030 leidt tot een daling van het primaire verbruik met circa 80 petajoule van 2029 op 2030. Kolencentrales zijn namelijk minder efficiënt dan gascentrales, en hebben daardoor grotere omzettingsverliezen. Ook belangrijk is de bijdrage van de groeiende hernieuwbare elektriciteitsproductie, van 36 procent in 2020 naar 68 procent in 2030. De statistische conventie is dat bij wind- en zonne-energie de elektriciteitsproductie telt als het primair verbruik, er worden dus geen omzettingsverliezen toegerekend. Daardoor leidt de groei van elektriciteit uit wind en zon tot een daling van het primaire verbruik met circa 70 petajoule over de periode 2020-2030.

2014-2020 en tot 925 petajoule energiebesparing cumulatief (voorlopige schatting) voor de periode 2021-2030, beide in finale termen. Cumulatief betekent dat het om over de jaren opgetelde besparing gaat. Alleen besparing die is toe te schrijven aan Nederlands beleid telt mee voor artikel 7.

Doel artikel 7 voor periode 2014-2020 gehaald

Volgens de monitoringgegevens van RVO.nl bespaart Nederland 516 petajoule met de maatregelen die zijn getroffen in de periode 2014 tot en met 2017. Dat is meer dan nodig om de verplichting van 482 petajoule na te komen. De besparing zal nog verder oplopen door besparingsmaatregelen in de jaren 2018-2020, maar dat is niet meer relevant voor het halen van het doel. Daarom zijn deze besparingen voor deze KEV niet opnieuw berekend.

4-IV Belangrijke wijzigingen in de EED ten aanzien van artikel 7

De bindende energiebesparingsverplichting in artikel 7 is een belangrijk onderdeel van de EED. Ook de herziene EED bevat deze besparingsverplichting, voor de periode 2021 tot en met 2030. Evenals in de periode 2014-2020 gaat het om een cumulatieve besparingsverplichting, waarbij de cumulatieve besparingen equivalent zijn aan een bepaald jaarlijks besparingspercentage gedurende de hele periode. Voor 2014-2020 is dat 1,5 procent, en voor 2020-2030 0,8 procent. Door vier veranderingen zijn de percentages en besparingsdoelen voor 2014-2020 en 2020-2030 echter niet goed met elkaar te vergelijken.

- De cumulatieve doelstelling ter grootte van jaarlijks 0,8 procent besparing gaat over het totale finale energieverbruik. Voor de besparingsverplichting in de periode 2014 tot en met 2020 waren er veel mogelijkheden om energieverbruik uit te sluiten (zoals transport) of van een lager gemiddeld percentage uit te gaan.
- Lidstaten moeten besparen op finaal energieverbruik zoals gedefinieerd en toegepast in energiestatistieken, in plaats van op de *levering* van energie aan eindafnemers. Daarmee zou hernieuwbare energie achter de meter buiten de besparingsmogelijkheden vallen. Een uitzondering vormen warmtepompen, omdat voor de EED de oude definities van Eurostat gelden; hierbij is de door warmtepompen gewonnen omgevingsenergie geen finaal verbruik. Lidstaten zien daarnaast ruimte om ook de kleinschalige opwekking van elektriciteit met zonnepanelen achter de meter als besparing te tellen. Nederland heeft hier ook voor gekozen.
- De afgrenzing tussen nationaal en Europees beleid is verder verduidelijkt. De nationale uitvoering van verplichte Europese normen en regelgeving telt niet mee. Het belangrijkste gevolg voor Nederland is dat besparingen door zuinige nieuwbouw niet meer mee mogen tellen. Lidstaten mogen wel besparingen meetellen als gevolg van een versnelde uitvoering of wanneer nationaal beleid strenger is dan de Europese norm.
- De EED geeft nu veel duidelijker aan dat het om besparingen moet gaan die door nationaal beleid *veroorzaakt* zijn en geeft ook aanwijzingen hoe lidstaten de additionaliteit van beleid moeten aantonen; lidstaten moeten inzichtelijk maken hoe het energieverbruik zich zou hebben ontwikkeld zonder het bewuste beleid. Gerealiseerde energiebesparingen moeten dus aantoonbaar het gevolg zijn van de uitvoering van nationaal beleid. Ook stelt de EED meer eisen aan de verifieerbaarheid en transparantie van besparingen en monitoringsmethoden.

Beleid in de KEV ontoereikend voor doel artikel 7 2030

Voor de periode van 2020 tot 2030 geldt vanuit artikel 7 van de EED een doelstelling van 925 petajoule in finale termen. Zoals de tekstbox aangeeft, is er een aantal belangrijke wijzigingen ten opzichte van de periode 2014 tot en met 2020, en die wijzigingen hebben vaak effect op de besparingen die lidstaten kunnen opvoeren voor de doelstelling. Van een deel van deze wijzigingen is nog niet bekend wat ze precies betekenen voor de besparingen die Nederland kan opvoeren. Daarom is in deze KEV alleen een bandbreedte opgenomen voor de te verwachten effecten, en geen puntwaarde (tabel 4.2). De waarden in de tabel zijn de effecten die Nederland naar verwachting zou kunnen opvoeren voor artikel 7, op grond van het vastgesteld en voorgenomen beleid in deze KEV. Voor Nederland liggen de totale EED-besparingen naar verwachting tussen 556 en 691 petajoule. Nederland kan er echter, bijvoorbeeld vanwege de uitvoeringskosten en administratieve lasten bij de monitoring, voor kiezen om niet van alle beleidsmaatregelen de besparingen op te voeren voor de doelstelling. In dat geval vallen de besparingen die Nederland rapporteert aan de EU lager uit dan hier vermeld. Het beleid in deze KEV, waar de voorstellen uit het Klimaatakkoord nog geen onderdeel van zijn, is daarmee ook in het gunstigste geval ontoereikend om de doelstelling te halen.

Tabel 4.2

Verwachte mogelijke bijdrage per sector aan de doelstelling voor artikel 7 van de EED (in petajoules)

Sector	Petajoule cumulatief
Huishoudens	180 - 256
Diensten	207 - 256
Industrie	66 - 159
Verkeer en vervoer	29 - 45
Landbouw	11 - 24
Totaal	556 - 691

4.7.3 Energiebesparing in 2020 door het Energieakkoord

Deze paragraaf behandelt op hoofdlijnen de geactualiseerde raming voor de verwachte finale energiebesparing in 2020 door de maatregelen uit het Energieakkoord. De details van nieuwe inzichten in de effecten van de energiebesparingsmaatregelen voor 2020 staan per sector in hoofdstuk 5. Onderstaand wordt kort aangegeven in hoeverre de actuele raming in de KEV afwijkt van de Kortetermijnraming (PBL, 2019).

Energiebesparing door het Energieakkoord 80 petajoule in 2020

Uit de actualisatie in deze KEV volgt dat de finale energiebesparing als gevolg van het Energieakkoord 2013 uitkomt op 80 [48-111] petajoule in 2020 (tabel 4.3). Met de geraamde besparing van 80 petajoule wordt het doel van 100 petajoule in 2020 waarschijnlijk niet gehaald. Wel omvat de bovenkant van de onzekerheidsbandbreedte het doel van 100 petajoule. Met 80 petajoule is de finale energiebesparing door het Energieakkoord in deze KEV vergelijkbaar met de verwachte waarde uit de Kortetermijnraming (81 [52-108] petajoule).

Tabel 4.3**Finale energiebesparing in 2020 als gevolg van het Energieakkoord**

Sector, Instrumenten	Besparing (petajoule)
Totaal alle sectoren	80 [48-111]
Industrie totaal	19 [14-22]
Versteving/aanscherping MEE-convenant en besparingsakkoord energie-intensieve industrie, incl. raffinage	7,6 [5,2-8,2]
Versteving/aanscherping MJA3-convenant	1,6 [1,0-2,5]
Handhaving Wet milieubeheer	2,7 [1,8-3,6]
Aanpassingen EIA	0,3 [0,2-0,6]
Op peil houden EIA	5 [5-5]
Auditprogramma industriële elektrische aandrijfsystemen	0,2 [0,1-0,2]
Subsidiereregelingen CO ₂ -reductie industrie	1,2 [0,6-2,1]
Gebouwde omgeving totaal	31 [16-48]
Huishoudens algemeen totaal	14 [8-18]
Uitrol slimme meters	2,2 [1,1-5,4]
Taakstellend convenant	10,4 [5,2-10,4]
ISDE huishoudens	1,5 [1,4-1,8]
Aanscherping Ecodesign	0 [0-0]
Belastingverschuiving HH	0 [0-0]
Woningen koopsector totaal	3 [1-5]
Aanpak koopsector	2,4 [1,1-4,2]
Financieringsarrangement	0,3 [0,3-0,3]
Woningen huursector totaal	4 [1-6]
STEP-regeling	0,7 [0,6-0,8]
Stroomversnelling	0,3 [0,3-0,3]
Versnellingen activiteiten huursector	2,5 [0-5]

Sector, Instrumenten	Besparing (petajoule)
Diensten totaal	11 [6-19]
ISDE diensten	0,5 [0,5-0,6]
Subsidie sportaccomodaties	0,3 [0,2-0,4]
Handhaving Wet milieubeheer	7,0 [4,1-15,5]
Ecodesign aanscherping	0 [0-0]
Verplicht label-C kantoren	2,9 [1,4-2,9]
Landbouw totaal	9 [4-15]
Het Nieuwe Telen	6,6 [2,7-11,3]
Intensivering van de regeling Energie-efficiëntie en hernieuwbare energie (EHG)	1,1 [0,6 – 1,7]
Uitbreiding OCAP	1,3 [0,9-1,8]
ISDE landbouw	0,1 [0,1-0,1]
Mobiliteit totaal	21 [14-27]
CO ₂ -normering personenauto's en bestelauto's 2020/2021	12,3 [10,0-13,0]
Beleid elektrisch vervoer	2,5 [1,5-3]
Beleid nulmissie busvervoer	0,8 [0,5-1,0]
Efficiëntere logistiek	2,2 [1,0-4,5]
Beleid mobiliteitsgedrag	3,0 [1,0-5,0]

Nieuwe subsidieregelingen stimuleren energiebesparing industrie

De bijdrage van de industrie aan de besparing voor het Energieakkoord is 19 [14-22] petajoule in 2020. Deze energiebesparing is ongeveer gelijk aan die uit de Kortetermijnraming. Dit is het saldo van een aantal nieuwe inzichten (paragraaf 5.2). Er wordt minder effect verwacht van de extra impuls voor naleving van de Wet milieubeheer, maar dit wordt gecompenseerd doordat rekening wordt gehouden met het effect van twee subsidieregelingen voor CO₂-reductie in de industrie.

Energiebesparing huursector lijkt aan te trekken, andere maatregelen leveren wat minder op

De bijdrage van de gebouwde omgeving aan de besparing voor het Energieakkoord is 31 [16-48] petajoule in 2020. Deze energiebesparing is ongeveer gelijk aan die uit de Kortetermijnraming (met 32 petajoule). Dit is het saldo van een aantal nieuwe inzichten (paragraaf 5.3). In de huursector zijn er tekenen dat de inspanningen van corporaties op het gebied van energiebesparing de laatste jaren toenemen. De geraamde besparing in de huursector in 2020 is daarom wat naar boven bijgesteld. Op basis van actuele statistieken is de geraamde besparing bij huishoudens in het Stroomversnellingsprogramma voor 2020 wat naar beneden bijgesteld. In de KEV wordt in de dienstensector minder effect verwacht van de extra impuls voor naleving van de Wet milieubeheer.

Energiebesparing in landbouw beperkt omlaag bijgesteld

De bijdrage van de landbouw (met name glastuinbouw) aan de besparing voor het Energieakkoord is 9 [4-15] petajoule in 2020. Deze energiebesparing is circa 1 petajoule lager dan die uit de Kortetermijnraming (met 10 petajoule). Dit is het saldo van een aantal nieuwe inzichten (zie paragraaf 5.2). Ten opzichte van de Kortetermijnraming zijn de

verwachtingen rond OCAP (externe CO₂-levering ten behoeve van plantbemesting die CO₂-emissies uit eigen gasstook vervangt) en van het besparingssubsidieprogramma EHG⁹ licht naar beneden bijgesteld. Uit OCAP wordt door de KEV 2019 0,05 megaton extra verwacht in 2020, in plaats van 0,15 megaton uit de Kortetermijnraming, door vertraging in de aanleg van de leidinguitbreiding en aansluitingen. Voor de EG blijkt uit aanvraagcijfers van RVO.nl dat het areaal dat investeert in extra energiebesparende schermen geen 150 hectare per jaar is, zoals in de Kortetermijnraming geschat, maar 125 hectare. Voor de twee andere besparingsmaatregelen (Investeringssubsidie Duurzame Energie (ISDE) en levering restwarmte) was geen nieuwe informatie beschikbaar om die bij te stellen.

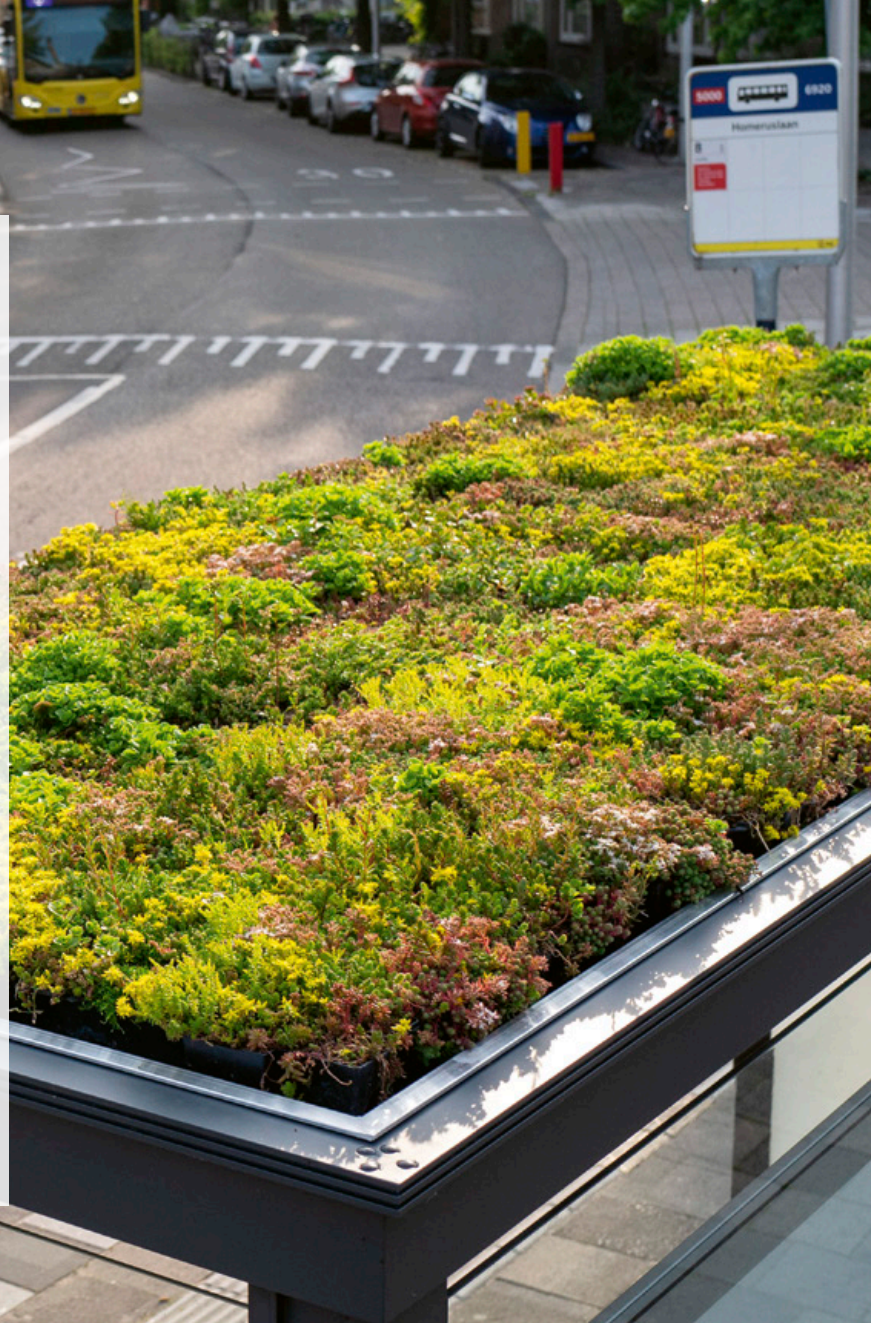
Mobiliteit voldoet zeer waarschijnlijk aan sectorafspraken besparing onder Energieakkoord

De bijdrage van de mobiliteit aan de besparing voor het Energieakkoord is 21 [14-27] petajoule in 2020. Daarmee wordt zeer waarschijnlijk voldaan aan de in het Energieakkoord afgesproken ambitie om 15 tot 20 petajoule te besparen. Deze energiebesparing in de mobiliteit is circa 2 petajoule hoger dan die uit de Kortetermijnraming. Dit is het saldo van een aantal nieuwe inzichten (paragraaf 5.6). Het effect van de stimuleringsmaatregelen voor elektrische auto's en van het Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer per Bus is in de KEV hoger geraamd dan in de Kortetermijnraming.

9 EHG = Energie-efficiëntie en hernieuwbare energie glastuinbouw (EHG), <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringen-energie-glastuinbouw>

Belangrijkste bevindingen

- Toename hernieuwbaar en uitfasering kolen leidt tot forse reductie van de broeikasgasemissie uit de elektriciteitssector tot 2030.
- De broeikasgasemissie uit de industrie daalt richting 2030, vooral doordat methaanemissie uit stortplaatsen sterk vermindert.
- De broeikasgasemissie uit de gebouwde omgeving daalt tot 2030 door besparing op het aardgasverbruik. Steeds efficiëntere apparaten en verlichting compenseren de groei van het elektriciteitsverbruik door meer inzet van warmtepompen.
- De broeikasgasemissie uit het energieverbruik in de landbouw daalt tot 2030 door toename van hernieuwbare energie en externe warmtelevering.
- De broeikasgasemissie uit de veehouderij en akkerbouw daalt beperkt tot 2030 door lichte krimp van de veestapel.
- Uitstoot broeikasgassen van binnenlandse mobiliteit daalt licht tot 2030 ondanks groeiende vervoersvolumes. Aandeel biobrandstoffen en elektriciteit in mobiliteit groeit snel maar is vooralsnog bescheiden in omvang.





5

Sectorale ontwikkelingen en broeikasgas-emissies

In dit hoofdstuk worden sectorale ontwikkelingen, en de gerealiseerde en geraamde broeikasgasemissies per sector in meer detail beschreven dan in hoofdstuk 3. De KEV hanteert dezelfde sectorindeling als het Klimaatakkoord (paragraaf 1.3). Het gaat om de sectoren elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw, landgebruik en mobiliteit. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk worden de broeikasgasemissies uit afgezette bunkerbrandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart toegelicht. Deze worden beleidsmatig niet aan Nederland toegerekend.

De paragrafen beginnen met een beschrijving van de ontwikkelingen van de sectorale broeikasgasemissies. Daarna worden de onderliggende, relevante ontwikkelingen binnen een sector behandeld, zoals die van het kolenverbruik door elektriciteitscentrales, het aardgasverbruik door huishoudens, de mobiliteitsvolumes, en de omvang van de melkveestapel in de veehouderij. Als laatste onderdeel van een paragraaf verklaren we de belangrijkste verschillen met de vorige raming.

5.1 Elektriciteit

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de uitstoot van de elektriciteitssector in de realisaties en de ramingen tot en met 2030. De ontwikkelingen in het gebruik van fossiele brandstoffen voor de elektriciteitsproductie worden in deze paragraaf alleen op hoofdlijnen toegelicht. Een gedetailleerde beschrijving van alle ontwikkelingen in de elektriciteitssector is opgenomen in paragraaf 4.3. Een overzicht van alle broeikasgasemissies en fossiel energieverbruik door de elektriciteitssector is opgenomen in de bijlage.

De sector elektriciteit omvat de elektriciteitsproductie en warmteproductie van de elektriciteitsproductiebedrijven, en die van de joint ventures. De productie van elektriciteit en warmte door warmtekrachtkoppelings-installaties (WKK-installaties) – in volledig eigendom van andere bedrijven – wordt meegenomen bij de sectoren waar deze installaties staan. Een aantal industriële activiteiten die internationaal gezien onder de energiesector vallen zijn door het Nederlandse Klimaatakkoord bij de sector industrie geplaatst, deze komen daarom niet hier maar in paragraaf 5.2 (Industrie) aan bod.

Broeikasgasemissies

Emissies elektriciteitssector nemen na piek in 2015 af

In de periode 2000-2015 fluctueerde de broeikasgasemissie van de elektriciteitssector (figuur 5.1). De daling in de emissies na 2010 kwam met name doordat de import van elektriciteit vanaf 2010 sterk toenam, waardoor de productie (en daarmee de emissie in Nederland) afnam. Vanaf 2014 stegen de emissies weer, door een stijging van het opgestelde vermogen, en de productie van kolen- en gascentrales in Nederland. In 2015 piekte de broeikasgasemissie van de elektriciteitssector met 53,3 megaton CO₂-equivalenten. In dat jaar was de productie van elektriciteit uit kolen op zijn hoogtepunt. Aan het einde van 2015, en in 2017, nam de capaciteit van kolencentrales (en hun elektriciteitsproductie) af door de sluiting van 5 centrales. Deze sluiting was het gevolg van afspraken onder het Energieakkoord. De elektriciteitsopwekking door gascentrales nam na 2015 wel toe, maar de emissies van gascentrales zijn per geproduceerde megawattuur elektriciteit slechts de helft van die van een kolencentrale. In totaal liep de emissie van de elektriciteitsproductie daardoor terug tot 48,5 megaton CO₂-equivalenten in 2017. De broeikasgasemissies zijn in 2018 verder gedaald naar 45,2 megaton

CO₂-equivalenten¹ vanwege een verdere daling van de elektriciteitsopwekking met kolencentrales, en door toename van de import van elektriciteit.

Grote onzekerheid toekomstige broeikasgasemissies elektriciteitssector

De bandbreedtes rond de emissies in 2020 en 2030 laten zien dat er sprake is van grote onzekerheid over de hoogte van de geprojecteerde emissies (figuur 5.1). De omvang van de Nederlandse elektriciteitsproductie door gas- en kolencentrales, en daarmee van de emissies, is sterk afhankelijk van de onzekere ontwikkelingen in Nederland, en op de gehele Noordwest-Europese markt. Zo kunnen kleine veranderingen in de relatieve prijzen van aardgas en steenkool, en in de CO₂-prijs, tot aanzienlijke verschuivingen leiden in de positie op de markt van gas- en kolencentrales. Dit zal aanzienlijke gevolgen hebben voor de productie in Nederland, en voor de export en import van elektriciteit. Deze onzekerheid is sinds 2018 nog groter geworden, omdat door de gestegen CO₂-prijs en veranderingen in de brandstofprijzen, de variabele kosten van elektriciteit uit kolen en gas dichterbij elkaar zijn komen te liggen. Er kan dan ook slechts beperkt belang worden gehecht aan de middenwaarde van de raming in de KEV 2019 voor de broeikasgasemissies van de elektriciteitssector. De bandbreedte om de middenwaarde geeft een beter beeld van de mogelijke toekomstige ontwikkeling van de emissies van de elektriciteitssector. Maar gegeven de gevoeligheid van de emissies van de elektriciteitssector voor externe ontwikkelingen valt niet met zekerheid uit te sluiten dat realisaties de komende jaren buiten de bandbreedte zullen vallen. Zie paragraaf 4.3 voor een uitgebreide bespreking van de verschillende onzekerheden rondom de elektriciteitsproductie op de korte- en de langere termijn.

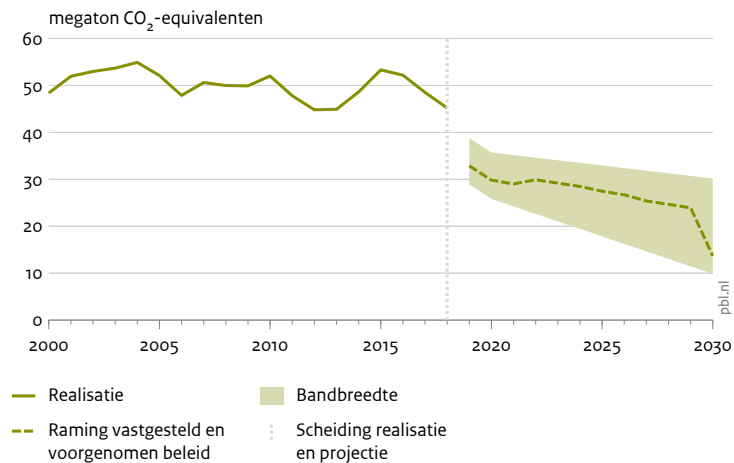
Overigens neemt de onzekerheid rond broeikasgasemissies vanaf 2030 af door het verbod op kolenstook. Zonder kolen in de opwekkingscapaciteit is de productie in Nederland minder gevoelig voor verschuivingen in de marktpositie van de centrales als gevolg van prijsontwikkelingen. Bovendien is de CO₂-uitstoot van gascentrales per megawattuur circa de helft van die van kolencentrales. Daardoor hebben veranderingen in de inzet van gascentrales een kleiner effect op de omvang van de broeikasgasemissies.

Forse maar onzekere afname emissies elektriciteitssector tot 2020

De middenwaarde van de raming van de emissies uit de elektriciteitssector dalen naar verwachting tot circa 30 [26-36] megaton CO₂-equivalenten in 2020. Maar zoals de bandbreedte laat zien kunnen ze evenzeer op een niveau van 36 megaton uitkomen, of een nog sterkere daling laten zien. De daling van de emissies volgens de middenwaarde wordt door een aantal ontwikkelingen verklaard. Zo stijgt de productie van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit in Nederland uit de meestook van biomassa, en door nieuwe windparken op zee (paragraaf 4.3 en 4.6). Daar komt bij dat de import van elektriciteit in deze raming toeneemt in 2019 en 2020, onder andere vanwege een toename in de interconnectiecapaciteit met Duitsland en Denemarken (paragraaf 2.2). Deze ontwikkelingen hebben als gevolg dat de elektriciteitsproductie uit Nederlandse kolen- en gascentrales sterk daalt tussen 2018 en 2020 (figuur 5.2). De inzet van kolen- of gascentrales wordt in deze periode ook nog eens beïnvloed door de daling in de kolen- en gasprijzen tussen 2018 en 2020, de stijging van de CO₂-prijs in die periode (paragraaf 2.1), en de sluiting van de Hemweg kolencentrale vóór 2020. Dit verklaart ook de scherpe daling van broeikasgasemissie tussen 2018 en 2020 in figuur 5.1.

¹ Voorlopige emissiecijfers (RIVM, 2019a)

Figuur 5.1
Emissie broeikasgassen door sector elektriciteit



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

Forse emissiereductie 2030 door sluiting laatste kolencentrales

Vanaf 2020 blijven de emissies in de middenwaarde aanvankelijk op eenzelfde niveau, om na 2023 geleidelijk te dalen tot 2029 (figuur 5.1). Die daling is het gevolg van een verdere toename van de hernieuwbare productie, waardoor gas- en kolencentrales minder gaan produceren. Die afname is echter nog relatief beperkt omdat Nederland in de raming van de middenwaarde naar verwachting netto steeds minder gaat importeren, en vanaf 2023 een netto exporteur van elektriciteit wordt (paragraaf 4.3). In 2030 daalt de emissie naar verwachting vervolgens fors tot circa 14 [10-21] megaton CO₂-equivalenten door de geplande

sluiting van de laatste drie kolencentrales van Nederland. De vraag naar elektriciteit in Nederland heeft slechts een beperkt effect op veranderingen in de nationale emissies van de elektriciteitssector, omdat de vraag voor een groot deel van de periode 2020–2030 gelijk blijft, rond de 117 terawattuur.

Effecten van het verbod op het gebruik van kolen van 2020 tot 2030

Tussen 2019 en 2030 sluiten de laatste vijf kolencentrales van Nederland. In 2020 geldt een verbod op het gebruik van kolen voor de Hemwegcentrale. Voor de Amercentrale gaat dit verbod in per 2025. De resterende drie centrales hebben een verbod op het stoken van kolen vanaf 2030. Gegeven de aanzienlijke onzekerheid over de inzet van de kolencentrales, die normaliter mede afhankelijk is van de ontwikkeling in actuele brandstof- en CO₂-prijzen, is niet eenduidig aan te geven wat het effect is van het kolenverbod op de emissies. In het achtergrondscenario van de KEV (met veronderstelde ontwikkelingen voor de brandstof- en CO₂-prijzen) heeft de sluiting van de Hemwegcentrale in 2020 geen effect, omdat deze centrale in dit scenario naar verwachting niet zou produceren. Echter, onder andere omstandigheden kan dit wel het geval zijn, en heeft sluiting wel effect op de CO₂-uitstoot. In 2030 produceren de resterende kolencentrales zonder het kolenverbod in het achtergrondscenario van de KEV wel, maar door het verbod zal ruim 9 megaton niet worden uitgestoten.

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

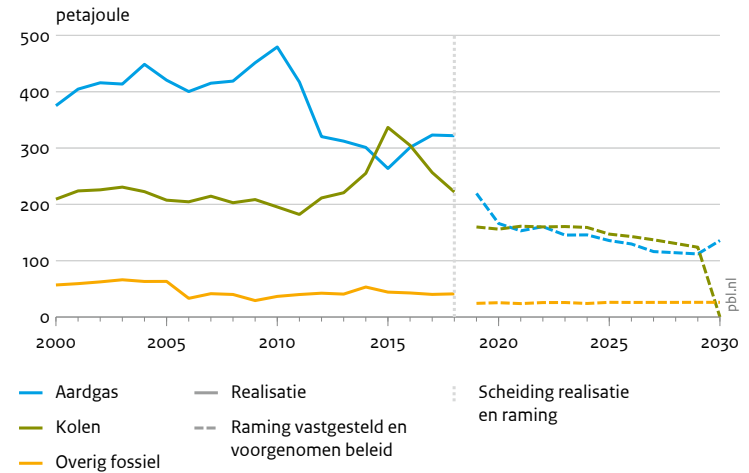
De emissieramingen uit de KEV 2019 liggen voor zowel 2020 als 2030 fors lager dan de NEV 2017 (tabel 5.1). Voor 2020 raamt de KEV 2019 ruim 6 megaton CO₂-equivalenten minder broeikasgasemissie uit de elektriciteitssector dan de NEV 2017. Dit komt omdat de KEV 2019 circa 25 procent minder koleninzet raamt in de elektriciteitsproductie in 2020

dan de NEV 2017. Dit hangt samen met de ontwikkeling van de brandstof- en CO₂-prijzen, die van invloed zijn op de marktomstandigheden voor elektriciteitscentrales. Met de hogere brandstof- en CO₂-prijzen in de KEV 2019 (paragraaf 2.1) liggen de lopende kosten van kolen- en gascentrales dicht bij elkaar dan met de prijzen uit de NEV 2017. Het concurrentievoordeel van kolencentrales is daardoor kleiner, wat terug te zien is in het aantal draaiuren in 2020. In de NEV 2017 ligt het aantal draaiuren van de kolencentrales gemiddeld boven de 7.000 uur per jaar, in de KEV 2019 ligt deze onder de 6.600 uur. Voor de nieuwste koleneenheden (in Rotterdam en Eemshaven) zijn de verschillen nog groter: in 2020 meer dan 7.200 uur in de NEV 2017, versus minder dan 6.400 uur per jaar in de KEV 2019. De geraamde inzet van aardgas voor elektriciteitsproductie ligt daarentegen in 2020 hoger dan in de NEV 2017 vanwege de andere veronderstellingen over de ontwikkeling van de brandstof- en CO₂-prijzen. Een andere reden voor de grotere inzet van aardgas in de elektriciteitsopwekking is de hogere vraag naar elektriciteit in 2020 vergeleken met de NEV 2017 (de netto import verschilt slechts beperkt van die in de NEV 2017).

Een kleiner verschil wordt verklaard doordat het gebruik van overige fossiele brandstoffen (hoogoven- en cokesovengas met een relatief hoge CO₂-emissiefactor) in de elektriciteitsproductie wat lager wordt geraamd in de KEV 2019, doordat de staalproductie wat naar beneden toe is bijgesteld. De vergelijking van de KEV 2019 met de meer recente Kortetermijnraming voor 2020 (KTR, januari 2019) levert eenzelfde beeld op van verschillen. Dit komt omdat de Kortetermijnraming, voor wat betreft de elektriciteitssector, maar beperkt afweek van de NEV 2017.

Voor 2030 raamt de KEV 2019 ruim 16 megaton CO₂-equivalenten minder broeikasgasemissie uit de elektriciteitssector dan de NEV 2017. De belang-

Figuur 5.2
Verbruiksaldo fossiele brandstoffen door sector elektriciteit



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

rijkste verklaring voor dit verschil is het kolenverbod in de KEV 2019. Hierdoor zijn er geen emissies meer van de kolencentrales vanaf 2030 (zie bovenstaande paragraaf over het effect van het kolenverbod). In plaats van elektriciteitsproductie met kolen neemt de productie van gascentrales en WKK's wel toe (tabel 5.1). Ook ramen we een lagere beschikbaarheid en inzet van overige fossiele brandstoffen (hoogoven- en cokesovengas) in de elektriciteitsproductie in 2030. Dit komt doordat de staalproductie voor 2030 naar beneden toe is bijgesteld, dit scheelt 3 megaton ten opzichte van de NEV 2017.

Tabel 5.1

Vergelijking emissies en energie elektriciteitssector tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid

Jaar	Verbruik kolen (petajoule)		Verbruik aardgas (petajoule)		Verbruik overig fossiel (petajoule)		BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	156	210	166	163	25	30	29,8	36,0
2030	0	177	136	70	26	39	13,7	29,8

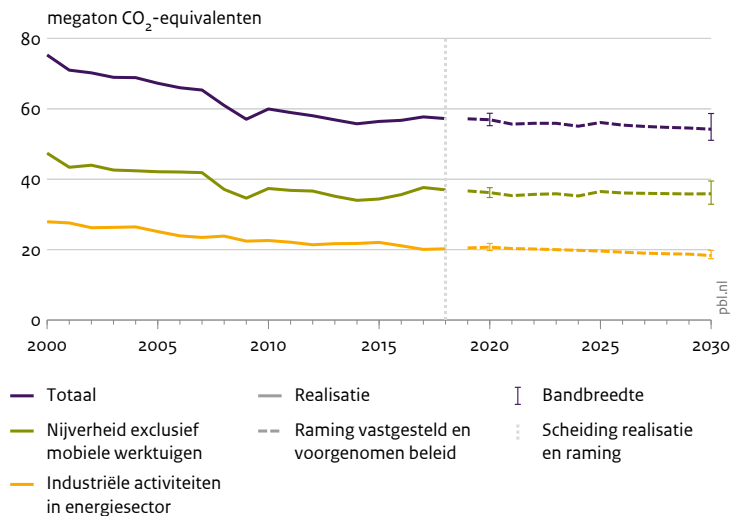
5.2 Industrie

De sector industrie is opgedeeld in twee onderdelen: de nijverheid en de industriële activiteiten in de energiesector. De ontwikkelingen in deze twee onderdelen worden hierna in aparte subparagrafen in detail behandeld.

De bijdrage van de twee onderdelen aan de totale uitstoot van de sector industrie is weergegeven in Figuur 5.3. De nijverheid is verantwoordelijk voor ongeveer twee derde van de broeikasgasuitstoot. In 2020 valt ongeveer 76 procent van de broeikasgasemissies van de sector industrie onder het EU-ETS. De totale uitstoot van broeikasgassen door de sector industrie daalt tussen 1990 en 2030 naar verwachting met 38 procent, naar 54,2 [51,1-58,7] megaton CO₂-equivalenten (getallenbijlage).

Figuur 5.3

Emissie broeikasgassen door industrie



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: De resultaten voor de nijverheid zijn exclusief het verbruik van in mobiele werktuigen. Dat verbruik wordt in de sector mobiliteit meegenomen.

5.2.1 Industriële activiteiten in de energiesector

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie en het verbruik van fossiele brandstoffen van de industriële activiteiten in de energiesector. Het betreft de realisaties en ramingen tot 2030. Een overzicht van alle broeikasgasemissies en het energiegebruik door de industriële activiteiten in de energiesector is opgenomen in de getallenbijlage.

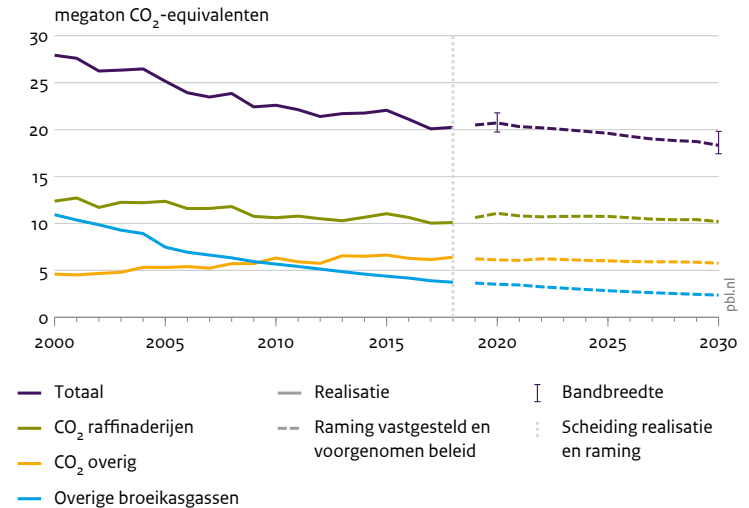
De industriële activiteiten in de energiesector omvatten de raffinaderijen, de cokesfabrieken, de winning, het transport en de distributie van energie, afvalbeheer (inclusief afvalverbrandingsinstallaties en stortplaatsen), en waterbedrijven. Meer gedetailleerde beschrijvingen van de ontwikkelingen in de aardgasvoorziening en brandstofvoorziening is opgenomen in paragraaf 4.5.

Broeikasgasemissies

De ontwikkeling van de broeikasgasemissie van de industriële activiteiten in de energiesector is weergegeven in figuur 5.4. In 2000 was de CO₂-uitstoot 17,0 megaton en in 2018 was deze 16,5 megaton. Tussen 2020 en 2030 daalt de CO₂-uitstoot naar verwachting van 17,2 naar 16,0 megaton CO₂.

Op grond van de trends die zijn beschreven in paragraaf 4.5.2 is de verwachting dat de verwerking van olie in de Nederlandse raffinagesector tussen 2018 en 2030 met circa 12 procent krimpt. De verwachte verandering van het productportfolio van aardolieproducten van de raffinaderijen leidt echter tot een hoger energieverbruik en een hogere CO₂-emissie per eenheid geproduceerde brandstof. De belangrijkste ontwikkeling is dat stookolie voor scheepvaartbunkers door de eisen van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) vanaf 2020 verder moet worden ontzwaveld. De emissies van de raffinaderijen fluctueren van jaar tot jaar, en zijn onder meer afhankelijk van grootschalig onderhoud.

Figuur 5.4
Emissie broeikasgassen door industriële activiteiten in energiesector



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: CO₂ overig bestaat uit emissies van cokesfabrieken, de winning, het transport en de distributie van energie, afvalbeheer en waterbedrijven.

De broeikasgasemissies van de winningsbedrijven bedroegen 2,9 megaton CO₂-equivalenten in 2000 en zijn gedaald tot 2,3 megaton CO₂-equivalenten in 2018. Onder de winningsbedrijven vallen de olie- en gaswinning, en gastransport en -distributie. Oliewinning gebeurt op drie locaties: in Schoonebeek, in de Botlek en offshore. De oliewinning in Schoonebeek maakt gebruik van een aardgasgestookte WKK om de

olieproductie met behulp van warmte-injectie te verhogen. Gaswinning gebeurt in Groningen en in andere, kleine velden (zowel onshore als offshore). Broeikasgasemissies in deze sector hebben een verschillende oorsprong: er komt CO₂ vrij bij het energetisch inzetten van gas in de productie-installaties, uit de Schoonebeek-WKK en bij het affakkelen (“flaring”) van gas. Methaanemissies komen vrij uit lekken in het transport- en distributienetwerk van gas, en van het afblazen (“venting”) van ruw gas op productielocaties. Door het reduceren van lekkages en een beperking van het afblazen, zijn de methaanemissies gedaald². In de toekomst wordt er enerzijds een afname in de emissies verwacht door daling van de gaswinning, maar is er anderzijds meer gas nodig om het gas te winnen. Dit leidt naar verwachting tot een broeikasgasuitstoot van de winningsbedrijven van 2,7 megaton CO₂-equivalenten in 2020, en 2,0 megaton CO₂-equivalenten in 2030.

De CO₂-emissies door de cokesfabrieken, de waterbedrijven en het afvalbeheer laten in de periode 2020-2030 maar beperkte veranderingen zien.

De uitstoot van overige broeikasgassen bedroeg in 2000 10,9 megaton CO₂-equivalenten. In 2018 was dit gedaald naar 3,7 megaton CO₂-equivalenten. Tussen 2020 en 2030 daalt de uitstoot naar verwachting van 3,5 naar 2,4 megaton CO₂-equivalenten. Bij de emissie van overige broeikasgassen gaat het voornamelijk om methaanemissie uit stortplaatsen. Deze emissie is sterk gedaald. Deze daling zet tot 2030 door, onder meer vanwege een verwachte halvering van het te storten materiaal vanaf 2020 (Honig, 2019). Ook voor het gehalte aan afbreekbare koolstof per ton gestort afval wordt een halvering verwacht.

2 Offshore installaties vallen onder speciale regels qua (emissie)rapportage.

Energie

De ontwikkeling van het verbruik van fossiele brandstoffen voor industriële activiteiten in de energiesector is weergegeven in figuur 5.5. In 2018 was het verbruik van fossiele brandstoffen 220 petajoule.

De raffinaderijen hadden met 149 petajoule een aandeel van 68 procent in dit verbruik. Het verbruik van fossiele brandstoffen voor industriële activiteiten in de energiesector is tussen 2000 en 2018 met 21 procent afgenomen. Naar verwachting daalt het verbruik tussen 2020 en 2030 van 262 naar 238 petajoule.

De daling van het verbruik van fossiele brandstoffen door raffinaderijen heeft meerdere oorzaken. Ten eerste verbruiken raffinaderijen tegenwoordig minder olie om zelf elektriciteit en warmte te maken, en kopen meer elektriciteit en vooral warmte in. Ten tweede heeft de raffinagesector energie-efficiëntiemaatregelen uitgevoerd en, ten derde, zijn rond 2007 de raffinaderijen biobrandstoffen gaan gebruiken voor het maken van benzine en diesel (via bijmenging). Ten vierde is de statistische methode voor de raffinaderijen in 2018 aangepast, waardoor de omzettingsverliezen in 2018 15 petajoule lager uitkwamen.³

De raming voor het verbruik van fossiele brandstoffen in 2019 is duidelijk hoger dan de realisatie in 2018. Hier zijn een aantal verklaringen voor. De verwachte verandering van het productportfolio van de raffinaderijen leidt tot een hoger energieverbruik per eenheid geproduceerde brandstof. Daarnaast heeft in 2018 in de raffinagesector groot onderhoud plaatsgevonden.

3 Het omzettingsverlies wordt bepaald als het verschil tussen de input en output van de raffinaderijen, twee bijna even grote getallen. Een relatief kleine aanpassing voor de methode van de input of output leidt dan al snel tot een relatief grote verandering in het omzettingsverlies. Deze methodologische wijziging kon nog niet worden toegepast voor andere jaren dan 2018.

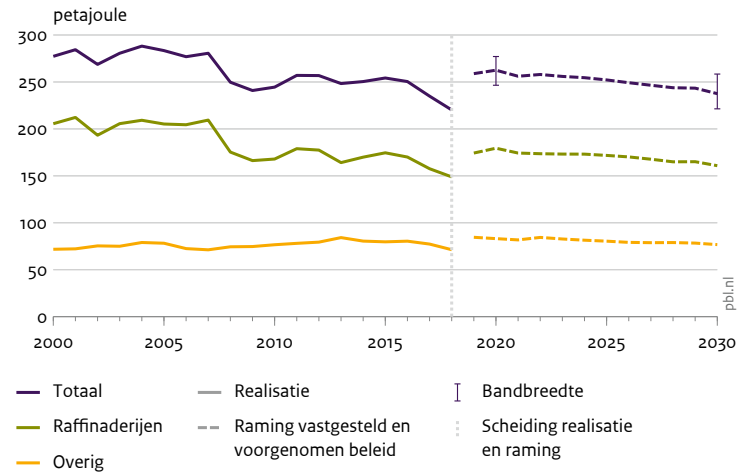
Het merendeel van het fossiele energieverbruik van de winningsbedrijven bestaat uit directe inzet van aardgas om compressoren, pompen en turbines op offshore installaties aan te drijven, en als brandstof voor de WKK in Schoonebeek. Door de dalende gaswinning, met name in Groningen, neemt het aardgasverbruik af. Echter, er is ook een trend zichtbaar dat er per eenheid gewonnen gas steeds meer gas verbruikt wordt voor de productie omdat velden uitgeput raken. Elektriciteit wordt gebruikt om productie-installaties aan te drijven, voor netgekoppelde compressoren en pompen, en voor de stikstofproductie ten behoeve van de conversie van hoog- naar laagcalorisch gas. Hier zien we ook een toename van het verbruik, ondanks een afname van de productie. Ook hier neemt het specifieke verbruik toe met de productie-ouderdom van de velden. Netto zal het energieverbruik naar verwachting afnemen van 10 petajoule in 2018 naar 2 petajoule in 2030.

In de raming is de verwerking van afval in afvalverbrandingsinstallaties tamelijk stabiel in de periode 2020-2030. Het beleid voor energiebesparing wordt behandeld in de paragraaf over de nijverheid (5.2.2).

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

In de KTR (PBL, 2019) is begin 2019, met behulp van een partiële methodiek, de emissieraming voor 2020 uit de NEV 2017 geactualiseerd. De KTR-raming voor de broeikasgasuitstoot van de industriële activiteiten in de energiesector was 20,6 megaton CO₂-equivalenten voor 2020. Dit was ongeveer 0,8 megaton hoger dan de emissieraming in de NEV 2017. De belangrijkste verklaring voor het verschil is dat in de NEV 2017 de CO₂-emissie van een deel van het geraamde aardgasverbruik van de raffinaderijen ontbrak, waardoor de CO₂-raming voor de raffinaderijen bijna 1 megaton te laag uitviel.

Figuur 5.5
Verbruik fossiele brandstoffen door industriële activiteiten in energiesector



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

NB: Overig bestaat uit cokesfabrieken, de winning, het transport en de distributie van energie, afvalbeheer en waterbedrijven.

Tabel 5.2 geeft een vergelijking van de resultaten voor de industriële activiteiten in de energiesector tussen de KEV 2019 en de NEV 2017. De raming voor de broeikasgasemissies in 2030 was in de NEV 2017 ongeveer 1,1 megaton CO₂-equivalenten lager dan in de KEV 2019. Dit komt voornamelijk door de correctie bij de raffinaderijen, die al in de KTR 2019 heeft plaatsgevonden.

Tabel 5.2

Vergelijking emissies en energieverbruik van de industriële activiteiten in de energiesector tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid

Jaar	Verbruik fossiele brandstoffen (petajoule)		Eigen verbruik elektriciteit (petajoule) ⁴		CO ₂ -emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		CH ₄ -emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		N ₂ O-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		Totaal OBKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		Totaal BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	262	267	26	27	17,2	16,4	3,2	3,0	0,3	0,4	3,5	3,4	20,7	19,8
2030	238	238	21	24	16,0	15,0	2,0	1,8	0,3	0,4	2,4	2,2	18,3	17,2

Er zijn nog enkele andere relevante verschillen. De verwachte krimp van de Nederlandse raffinagesector zet iets later in dan in de KTR 2019 en de NEV 2017 is aangenomen. Daarnaast wordt volgens de KEV 2019 structureel wat minder afval verwerkt in afvalverbrandingsinstallaties, zodat wordt aangesloten bij de resultaten uit de statistiek van recente jaren. Bij de winningsbedrijven is het voornaamste verschil met de NEV 2017 dat de gaswinning in Groningen in 2030 wordt stopgezet. Dit leidt tot minder elektriciteitsverbruik. Ook zijn de projecties voor de overige gas- en oliewinning geactualiseerd op basis van de meest recente cijfers van TNO (EZK, 2019). Tevens zijn op basis van de statistiek de factoren die gebruikt worden voor het eigenverbruik, affakkelen en afblazen bijgewerkt. Deze liggen nu hoger voor eigenverbruik, vandaar dat de gasinzet in 2030 hoger is vergeleken met de NEV 2017, ondanks een lagere gasproductie. Bij de KTR is geen actualisatie uitgevoerd voor de winningsbedrijven.

⁴ Inclusief verbruik uit eigen opwekking.

5.2.2 Nijverheid

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie en het energieverbruik van de nijverheid in de realisaties en ramingen tot en met 2030. Een overzicht van alle broeikasgasemissies en het verbruik van fossiele brandstoffen is opgenomen in de getallenbijlage.

De sector nijverheid omvat de voeding- en genotmiddelenindustrie, de basismetaalindustrie, de chemische industrie, de papier- en kartonindustrie, de bouwmaterialenindustrie, de overige industrie⁵ en de bouwnijverheid. De cokesfabrieken behoren niet tot de nijverheid. Het energiegebruik van mobiele werktuigen in de nijverheid wordt niet hier maar in de sector mobiliteit meegerekend.

⁵ Onder andere metaalproducten, grafische industrie, textiel, leer.

Broeikasgasemissies

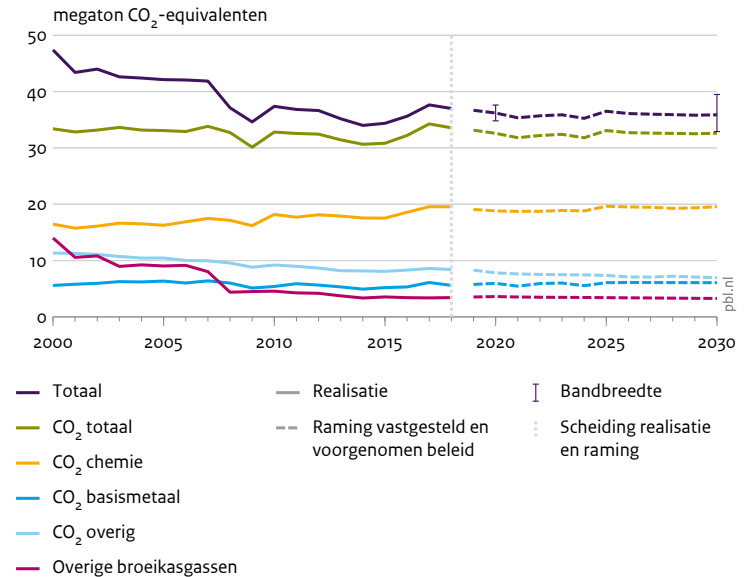
De ontwikkeling van de broeikasgasemissie van de nijverheid (exclusief mobiele werktuigen) is weergegeven in figuur 5.6. In 2000 was de broeikasgasuitstoot 47,4 megaton CO₂-equivalenten, in 2018 was deze 37,0 megaton CO₂-equivalenten. De emissiedaling heeft voornamelijk plaatsgevonden bij de overige broeikasgassen.

In de periode van 2000 tot 2017 is de CO₂-uitstoot van de nijverheid uiteindelijk maar beperkt veranderd, maar door de crisis daalden de CO₂-emissies tussen 2007 en 2009 met 11 procent. Na een aanvankelijke, lichte daling is de CO₂-emissie tussen 2014 en 2017 gestegen. Deze emissiestijging hangt samen met de toegenomen economische activiteit (CBS, 2018a).

De CO₂-uitstoot van de nijverheid neemt tussen 2018 en 2020 naar verwachting af van 33,6 naar 32,6 megaton CO₂. Dit komt onder andere door energiebesparing. Een belangrijk deel van de energiebesparing als gevolg van het Energieakkoord vindt naar verwachting in deze jaren plaats. De inzet van biomassa neemt in deze periode toe omdat dit wordt gestimuleerd door de subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+). De brandstofinzet voor WKK neemt af, conform de trend op de langere termijn. Het stopzetten van de klinkerproductie door ENCI Maastricht in 2019 leidt tot circa 0,2 megaton minder CO₂-uitstoot in 2020.

De CO₂-emissie van de nijverheid blijft na 2020 naar verwachting op ongeveer gelijk niveau en bedraagt 32,6 megaton in 2030. In de periode tot 2030 zijn er verschillende ontwikkelingen, waarvan de effecten elkaar per saldo nagenoeg opheffen. De KEV 2019 gaat uit van continuëring van de economische groei in deze sector. Tegelijkertijd vindt voort-

Figuur 5.6
Emissie broeikasgassen door nijverheid



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: De resultaten voor de nijverheid zijn exclusief het verbruik van gasolie in mobiele werktuigen. CO₂ overig bestaat uit emissies van de voeding- en genotmiddelenindustrie, de papier- en kartonindustrie, de bouwmaterialenindustrie en de overige industrie en de bouwnijverheid.

durend energie-efficiëntieverbetering plaats. De brandstofinzet voor WKK in de nijverheid neemt af, waardoor de CO₂-emissie lager wordt. Tegelijkertijd neemt ook de warmtelevering van WKK in eigendom van energiebedrijven (of joint-ventures) aan de nijverheid af. Dit zorgt juist

voor extra CO₂-emissie in de nijverheid, omdat bedrijven met aardgas-ketels in hun warmte gaan voorzien. Het verbruik van hernieuwbare energie (met name biomassa) neemt tussen 2020 en 2030 toe. Eigendomsoverdracht van WKK-installaties (bijvoorbeeld van energie-bedrijven naar bedrijven in de nijverheid) kan ervoor zorgen dat emissies van de ene naar de andere sector verschuiven. In de projectie wordt hier niet vanuit gegaan, maar in werkelijkheid kan de CO₂-emissie van de nijverheid hierdoor hoger of lager worden (met het omgekeerde effect in de energiesector).

In de periode van 2000 tot 2018 is de uitstoot van overige broeikasgassen in de nijverheid gedaald van 14,0 naar 3,4 megaton CO₂-equivalenten. Belangrijke emissiebronnen van lachgas (N₂O) zijn de productie van salpeterzuur, caprolactam en acrylonitril. De N₂O emissies zijn tussen 2000 en 2008 sterk gereduceerd, met name bij de salpeterzuurproductie. Hier heeft een scherpe emissiereductie van lachgas plaatsgevonden, alleen doordat productie van salpeterzuur bij ingang van de tweede handelsperiode onder het ETS is gebracht. Als gevolg daarvan zijn reductiemaatregelen genomen, waardoor de emissie in 2008 met circa 5 megaton CO₂-equivalenten is gedaald ten opzichte van de voorgaande jaren. De productie van acrylonitril en caprolactam valt niet onder het ETS, en met het vastgestelde klimaatbeleid worden bij deze productietakken geen verdere emissiereductiemaatregelen verwacht.

Bij stationaire koeling (bijvoorbeeld in de industrie) bevatten de voor het transport van warmte gebruikte koudemiddelen fluorkoolwaterstoffen (HFK's), zoals HFK₂₃ en HFK_{134a}. HFK-emissies ontstaan als gevolg van lekkage bij onder meer het bijvullen en aftappen van installaties, en uit de werkende installaties zelf. De EU-verordening (EC, 2014) die op 1 januari 2015 in werking is getreden schrijft voor dat het gebruik van HFK's (gerekend in CO₂-equivalenten) tussen 2015 en 2030 met 79 procent moet dalen. Dit is ook verondersteld in de raming.

Van 2020 tot 2030 daalt de uitstoot van overige broeikasgassen van de nijverheid naar verwachting van 3,6 naar 3,3 megaton CO₂-equivalenten.

Energie

De ontwikkeling van het finaal verbruik door de nijverheid is weergegeven in figuur 5.7. Het finaal verbruik van energie bestaat uit energetisch verbruik van energie (zoals voor het verwarmen van processen) en niet-energetisch gebruik (zoals olie als grondstof voor plastic). Beide vormen van energieverbruik zijn ongeveer even groot. Het niet-energetisch gebruik van energie vindt bijna volledig plaats in de chemische industrie bij enkele bedrijven uit de petrochemie, kunstmestindustrie en industriële gassenindustrie. Het finaal energetisch verbruik zit voor ongeveer de helft in de chemie, en voor de andere helft in diverse andere sectoren, waarvan de basismetaalindustrie en de voedingsmiddelenindustrie de belangrijkste zijn in termen van energieverbruik.

Het finaal energetisch verbruik van energie bestaat uit het verbruik voor warmte, en het verbruik voor elektriciteit. Het finaal verbruik voor warmte door de nijverheid was 416 petajoule in 2018. Het finaal verbruik voor warmte daalt tussen 2020 en 2030 naar verwachting van 413 petajoule

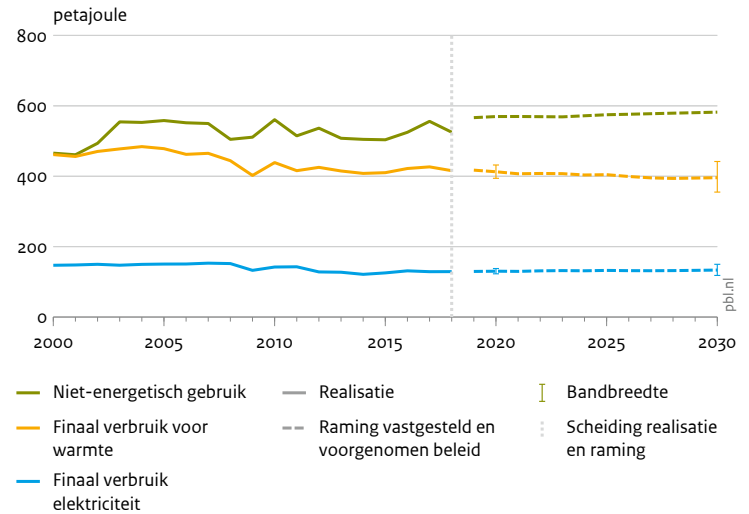
naar 396 petajoule. Een aanzienlijk deel van de extra energiebesparing ten gevolge van Energieakkoord-beleid vindt plaats in de jaren van 2018 tot 2020. Ondanks extra beleidsgerelateerde energiebesparing neemt het finaal elektrisch verbruik van de nijverheid naar verwachting iets toe: van 129 petajoule in 2018, naar 130 petajoule in 2020. Vooral het elektriciteitsverbruik van de non-ferro basismetaalindustrie vertoont groei. Zo vindt er een doorstart plaats bij de aluminiumproducent Aldel, waarbij door de nieuwe eigenaar significante investeringen worden gedaan. Het finaal elektrisch verbruik in de nijverheid blijft in de periode tot 2030 naar verwachting op ongeveer hetzelfde niveau, en komt uit op 134 petajoule in 2030. Er is hierbij niet uitgegaan van ver doorgevoerde elektrificatie van de industriële energievoorziening.

Het niet-energetisch gebruik van energiedragers in de nijverheid bedroeg 556 petajoule in 2017. De voorlopige statistiek voor 2018 laat een daling van het niet-energetisch verbruik tot 525 petajoule zien. Dit verbruik kan fluctueren door veranderingen van de capaciteitsbezetting, onderhoud en statistische onzekerheden. Door de veronderstelde toename van de productie door de basischemie, groeit het niet-energetisch verbruik naar verwachting naar 582 petajoule in 2030.

Voor aardgasgestookte WKK zijn de marktomstandigheden relatief gunstig. De sluiting van kolencentrales is ook bevorderlijk voor toepassing van WKK. Desondanks daalt de brandstofinzet in WKK in de nijverheid tussen 2020 en 2030 naar verwachting van 68 naar 55 petajoule.

Het verbruik van biomassa in de nijverheid was 8 petajoule in 2018. In de nijverheid worden grotere installaties gebruikt voor specifieke biomassastromen, zoals afvalvetten en papierslib. Daarnaast zijn er in de hout- en meubelindustrie veel kleinere installaties, waarin vooral

Figuur 5.7
Finaal energieverbruik door nijverheid



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

NB: Het finaal verbruik voor warmte is het totaal energetisch verbruik, exclusief het energetisch verbruik van elektriciteit. De resultaten zijn voor de nijverheid zijn exclusief het verbruik van gasolie in mobiele werktuigen.

eigen resthout wordt verstoekt. Het verbruik van biomassa neemt door stimulering met SDE+ subsidie naar verwachting toe tot 16 petajoule in 2020 en 27 petajoule in 2030.

Ontwikkelingen in het beleid

De Meerjarenaafspraken worden niet verlengd

De Meerjarenaafpraak Energie-efficiency ETS-ondernemingen (MEE) is bedoeld om de energie-efficiëntie van grote, industriële bedrijven die meedoen aan het emissiehandelssysteem van de Europese Unie te verbeteren. Het totale aantal bedrijven dat deelneemt aan het MEE-convenant lag in juni 2019 op 111. De Meerjarenaafpraak Energie-efficiency 2001-2020 (MJA3) is voornamelijk afgesloten met bedrijven die niet onder het emissiehandelssysteem vallen. Er zijn 932 bedrijven toegetreden tot het MJA3-convenant. De huidige convenant periode eindigt op 1 januari 2021 en beide convenanten worden niet verlengd.

Volgens de Resultatenbrochure van beide convenanten (RVO.nl, 2019a) hebben de MEE-bedrijven in 2018 door procesefficiëntie 7,2 petajoule (1,2 procent) bespaard en de MJA3-bedrijven 4,9 petajoule (1,9 procent). Maatregelen in de binnenlandse productieketen hebben binnen het MEE-convenant een extra besparing van 0,4 petajoule opgeleverd en binnen het MJA3-convenant 0,3 petajoule. De deelnemers aan de meerjarenaafspraken hebben elke vier jaar energie-efficiëntieplannen (EEP's) opgesteld. In de EEP's voor de periode 2017-2020 hebben de bedrijven zekere en voorwaardelijke besparingsmaatregelen opgenomen die optellen tot 28,8 petajoule aan procesefficiëntie.

De beoordeling van de EEP's voor deze laatste periode was strenger dan voor eerdere periodes. Verder wordt een voortgangsverklaring geweigerd wanneer een bedrijf zekere of voorwaardelijke energiebesparingsprojecten niet uitvoert zonder valide reden. Met zo'n voortgangsverklaring kunnen bedrijven energiebelasting terugvragen en subsidie aanvragen voor de ETS-compensatieregeling. Deze versteviging van het MJA3-convenant levert naar verwachting in 2020 een extra besparing van

1,6 [1,0-2,5] petajoule op. Het effect van de versteviging van het MEE-convenant is in de KEV 2019 samengevoegd met de effecten van het besparingsakkoord energie-intensieve industrie.

Energiebesparing van 9,4 petajoule door addendum MEE-convenant

In het Energieakkoord van 2013 is afgesproken dat bedrijven en de overheid zich samen zouden inspannen om het MEE-convenant aan te vullen met een raamwerk voor bedrijfsspecifieke afspraken. Deze afspraken zouden gericht moeten zijn op verbetering van de energie-efficiëntie, en op de concurrentiepositie van de betrokken bedrijven. Vanwege achterblijvende besparingsresultaten is begin 2017 een nieuw besparingsakkoord afgesloten tussen de minister van Economische Zaken en de MEE-bedrijven. Dit besparingsakkoord voor de energie-intensieve industrie is uitgewerkt in een addendum van het MEE-convenant. Het is erop gericht de ETS-ondernemingen in de periode tot en met 2020 samen 9 petajoule aan additionele finale energiebesparing te laten realiseren.

Elk MEE-bedrijf heeft een aanvullende besparingsopgave gekregen die proportioneel is met zijn energieverbruik. De MEE-bedrijven moesten aanvullingen op hun EEP's indienen, waarin ze aangaven hoe ze aan hun individuele besparingsopgave wilden gaan voldoen. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) heeft deze plannen beoordeeld op:

- hoeveel finale energiebesparing de maatregelen realiseren
- of de maatregelen additioneel zijn
- of de maatregelen tijdig genomen worden, zodat ze uiterlijk in 2020 gerealiseerd zijn.

Bij deze beoordeling in 2018 zijn 9,7 petajoule aan extra besparingsmaatregelen van de bedrijven goedgekeurd, zodat de MEE-bedrijven op koers

lagen om aan de afspraken in het Addendum bij het MEE-convenant te voldoen.

RVO.nl voert jaarlijks een monitoring uit van de besparingsmaatregelen van bedrijven in de nijverheid. Op basis van de monitoringsrapportages tot en met 2018 komt de prognose voor het eindtotaal van de besparing per 31 december 2020 uit op 9,4 petajoule. Dit betekent dat er inmiddels maatregelen zijn afgevallen. Deze prognose kent een zekere mate van onzekerheid, door tegenvallers kan het eindtotaal daarom lager uitkomen. Ook mogen er nieuwe besparingsmaatregelen worden ingediend, maar het zal lastig zijn om voor het eind van 2020 nieuwe additionele maatregelen te realiseren.

Wanneer in totaal een energiebesparing van 9 petajoule in de nijverheid wordt gerealiseerd, worden de ETS-ondernemingen geacht aan hun individuele besparingsopgaves te hebben voldaan. Als het totaal lager uitkomt, kan een onderneming haar besparingsopgave invullen door het uitvoeren van additionele maatregelen, door middel van verevening en door compensatie. Verevening houdt in dat een onderneming een overschot aan energiebesparing overdraagt binnen de onderneming zelf, of aan een andere onderneming. De ETS-ondernemingen hebben zich verplicht tot een compensatie gelijk aan 12 euro per gigajoule, indien en voor zover zij geen invulling geven aan hun besparingsopgave. De betaalde compensatiegelden worden aangewend voor een investeringspremie aan ETS-ondernemingen voor het realiseren van additionele finale energiebesparing.

Voor een belangrijk deel van de besparingsmaatregelen (met meer dan de helft van het totale besparingseffect) geldt dat ze naar verwachting pas ergens in 2020 gerealiseerd gaan worden. Voor de besparingsopgave

uit het MEE-Addendum tellen alle maatregelen die uiterlijk 31 december 2020 gerealiseerd zijn volledig mee. Voor de besparingsdoelstelling van het Energieakkoord tellen maatregelen die in de loop van 2020 worden gerealiseerd niet volledig mee, omdat ze geen heel jaar lang besparing opleveren. De maatregelen tellen in ramingen gemiddeld voor de helft mee.

Rekening houdend met deze methodologie leidt de combinatie van het besparingsakkoord energie-intensieve industrie en de versteviging van het MEE-convenant naar verwachting tot een besparing van 7,6 [5,2-8,2] petajoule. Dit is inclusief het effect bij de raffinaderijen.

Extra impuls naleving Wet milieubeheer

De Wet milieubeheer verplicht bedrijven om energiebesparende maatregelen te nemen die zich binnen vijf jaar terugverdienen. Om naleving van de Wet milieubeheer in de industrie en de gebouwde omgeving (met name de dienstensector) te ondersteunen is een informatieplicht geïntroduceerd. De additionele besparing in 2020 is naar verwachting 2,7 [1,8-3,6] petajoule. Meer toelichting over deze maatregel staat in paragraaf 5.3.2.

Pilot Programma Audits Industriële Elektrische Aandrijfsystemen

In de industrie bestaat een aanzienlijk energiebesparingspotentieel bij elektrische aandrijfsystemen (Sipma, 2017). Het Programma Audits Industriële Elektrische Aandrijfsystemen richt zich op industriële midden- en grootverbruikers, en heeft als doel om energie te besparen door audits uit te voeren en business cases te implementeren. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat geeft de ondernemersorganisatie UNETO-VNI subsidie voor een pilot voor dit programma. Deze pilot is later van start gegaan dan gepland. Als de

pilotfase succesvol is kan worden besloten tot een subsidieregeling voor het uitvoeren van energiebesparingsaudits. Het programma leidt in 2020 naar verwachting tot een additionele besparing van 0,2 [0,1-0,2] petajoule.

Nieuwe subsidieregelingen CO₂-reductie industrie

In de Klimaatvelop 2018 was 17,5 miljoen euro beschikbaar voor de subsidieregeling Beleidsexperiment CO₂-reductie industrie. In 2019 is binnen de subsidieregeling Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+) 23,7 miljoen euro subsidie beschikbaar voor pilot- en demonstratieprojecten voor CO₂-reductie in de industrie, onder andere door recycling, hergebruik van afval en infrastructuur. Deze subsidieregelingen leiden naar verwachting tot een additionele besparing in 2020 van 1,2 [0,6-2,1] petajoule.

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

In de KTR (PBL, 2019) is begin 2019 met behulp van een partiële methodiek de emissieraming voor 2020 uit de NEV 2017 geactualiseerd. De KTR-raming voor de broeikasgasuitstoot van de nijverheid was 35,7 megaton CO₂-equivalenten, 2,9 megaton hoger dan de emissieraming in de NEV 2017.

Ongeveer de helft van dit verschil wordt veroorzaakt door een correctie door het CBS van de statistieken voor het aardgasverbruik, en het olierestgasverbruik door de chemische industrie (voor 2012-2017). Verder was de economische groei hoger dan in de NEV 2017 werd verondersteld, met hogere CO₂-emissies tot gevolg. Een andere bijstelling is uitgevoerd omdat het CBS met ingang van 2017 een bestaande warmtekrachtcentrale niet meer toewijst aan de energiesector, maar (vanwege een verandering in eigendomsverhoudingen) aan de chemie. De verwachte

staalproductie van Tata Steel is naar beneden bijgesteld, maar deze wijziging had slechts een beperkt effect op de broeikasgasuitstoot van Tata Steel (PBL, 2019).

Tabel 5.3 geeft een vergelijking tussen de resultaten van de KEV 2019 en de NEV 2017. In 2020 is de CO₂-emissie door de nijverheid naar verwachting 3,4 megaton hoger dan volgens de NEV 2017, voor 2030 is dat 3,1 megaton. Het grootste deel van deze emissieverschillen wordt verklaard door de hierboven besproken aanpassingen die al zijn verwerkt in de KTR 2019. De verwachte extra CO₂-emissie ten opzichte van de KTR 2019 in 2020 wordt hoofdzakelijk verklaard door veranderingen in de inzet van WKK-installaties. Het gaat daarbij zowel om installaties in de nijverheid, als om installaties in eigendom van energiebedrijven (of joint ventures) die warmte leveren aan de nijverheid. In de periode tot 2030 zijn er ook substantiële verschillen tussen de NEV 2017 en de KEV 2019 ten gevolge van andere verwachte ontwikkelingen, die hieronder worden toegelicht.

De marktomstandigheden voor WKK worden bepaald door het verschil tussen de elektriciteitsopbrengsten en de brandstof- en CO₂-kosten. In de NEV 2017 en KTR 2019 was de verwachting dat de marktomstandigheden voor WKK structureel ongunstig zouden blijven, waardoor de opwekking van elektriciteit en warmte met WKK-installaties een sterke daling liet zien. In de KEV 2019 zijn de marktomstandigheden gunstiger. De productie en de opgestelde capaciteit van WKK nemen in de periode tot 2030 naar verwachting aanzienlijk af, maar minder sterk dan in de NEV 2017. De kalibratie op de WKK-statistiek is verbeterd, waardoor broeikasgasemissies verschoven zijn van de energiesector naar de sector industrie.

Tabel 5.3

Vergelijking emissies en energie nijverheid tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid⁶

Jaar	Finaal verbruik voor warmte ⁷ (petajoule)		Finaal elektrisch verbruik (petajoule)		Niet-energetisch verbruik (petajoule)		Verbruik biomassa (petajoule)		Brandstofinzet WKK (excl. WKK in energiesector) (petajoule)		Warmteproductie uit WKK (petajoule)		Netto warmtelevering (petajoule)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	413	403	130	123	570	565	16	20	68	37	36	19	50	71
2030	396	394	134	118	582	588	27	15	55	14	29	9	19	34

Jaar	CO ₂ -emissie (megaton CO ₂)		CH ₄ -emissie (megaton CO ₂ -eq)		N ₂ O-emissie (megaton CO ₂ -eq)		F-gassen emissie (megaton CO ₂ -eq)		Totaal OBKG-emissie (megaton CO ₂ -eq)		Totaal BKG-emissie (megaton CO ₂ -eq)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	32,6	29,2	0,3	0,5	1,5	1,3	1,8	1,9	3,6	3,7	36,2	32,8
2030	32,6	29,5	0,3	0,5	1,6	1,4	1,4	0,9	3,3	2,8	35,9	32,2

De groeiverwachtingen tot 2030 voor de subsectoren van de nijverheid zijn geactualiseerd, waarbij gebruik is gemaakt van de laatst beschikbare economische statistieken. Hogere productieprognoses voor aluminium (als gevolg van de doorstart van Aldel) leiden tot een hoger finaal elektrisch verbruik. Het verbruik van biomassa door de nijverheid is in 2030 naar verwachting hoger dan in de NEV 2017, door stimulering met SDE+ subsidie. Er is ook rekening gehouden met andere wijzigingen van beleidseffecten, maar de bijdrage van de industrie aan de besparings-

doelstelling voor het Energieakkoord verandert naar verwachting maar weinig.

In de KTR 2019 was de verwachte staalproductie van Tata Steel in 2020 7,5 miljoen ton staal. In de KEV 2019 is de prognose voor de staalproductie van Tata Steel voor dat jaar 7,2 megaton, en is de verwachting dat de productie daarna toeneemt tot 7,4 miljoen ton ruw staal. Op basis van de huidige inzichten wordt geen rekening meer gehouden met

⁶ De resultaten voor de nijverheid zijn exclusief het verbruik van gasolie in mobiele werktuigen.

⁷ Het finaal verbruik voor warmte is het totaal energetisch verbruik, exclusief het energetisch verbruik van elektriciteit.

opscaling van de Hlsarna plant⁸ van Tata Steel. Er is minder levering van restgassen aan Vattenfall, omdat de restgasproductie door Tata Steel in de NEV 2017 is overschat.

De emissies van de overige broeikasgassen in 2030 liggen in de KEV 2019 hoger dan in de NEV 2017. Eén reden hiervoor is dat een N₂O-emissiebron bij de productie van acrylonitril niet eerder is meegenomen. Deze extra emissie bedraagt 0,4 megaton CO₂-equivalenten. Daarnaast wordt voor de berekening van de HFK-emissies uit stationaire koeling sinds 2018 een andere methodiek gebruikt, met als gevolg dat deze emissie in 2030 0,5 megaton hoger uitkomt dan in de NEV 2017.

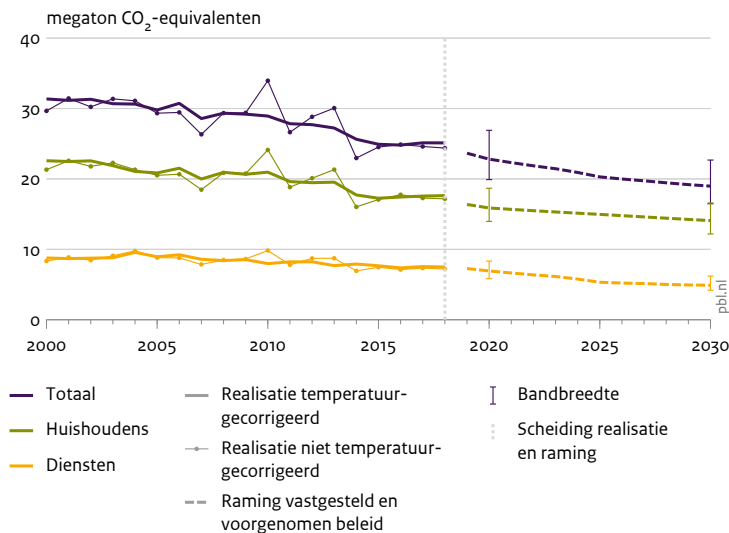
5.3 Gebouwde omgeving

De sector ‘gebouwde omgeving’ heeft betrekking op het energiegebruik en de emissies door huishoudens, bedrijven, en organisatie die vallen onder de dienstensector⁹. Het betreft vooral het energiegebruik in woningen en gebouwen, maar ook het energiegebruik van bijvoorbeeld straatverlichting valt onder deze sector. Het energiegebruik in gebouwen van bedrijven die niet onder de dienstensector vallen, rekenen we mee in de betreffende sectoren, en valt dus niet onder de sector ‘gebouwde omgeving’. Het energiegebruik van auto’s en van mobiele werktuigen in de gebouwde omgeving (zoals heftrucks), wordt meegerekend in de

⁸ Hlsarna is een nieuwe technologie om staal te maken.

⁹ De term dienstensector die wordt gehanteerd in de KEV komt overeen met de CBS sectoren G t/m U, zoals gedefinieerd in de Standaard Bedrijfsindeling 2008 (versie 2018) (<https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/classificaties/activiteiten/sbi-2008-standaard-bedrijfsindeling-2008/de-structuur-van-de-sbi-2008-versie-2017>)

Figuur 5.8
Emissie broeikasgassen door gebouwde omgeving



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

sector mobiliteit. De ontwikkelingen in de subsectoren huishoudens en diensten worden hierna in aparte subparagrafen gedetailleerd behandeld.

De bijdrage van deze twee subsectoren aan de totale uitstoot van de gebouwde omgeving is weergegeven in figuur 5.8. De huishoudens leveren met rond 70 procent (periode 2000-2030) de grootste bijdrage aan de totale uitstoot van de gebouwde omgeving. De totale uitstoot

van broeikasgassen uit de gebouwde omgeving daalt tussen 1990 en 2030 naar verwachting met 37 procent naar 19,0 [16,5-22,7] megaton CO₂-equivalenten (getallenbijlage).

5.3.1 Huishoudens

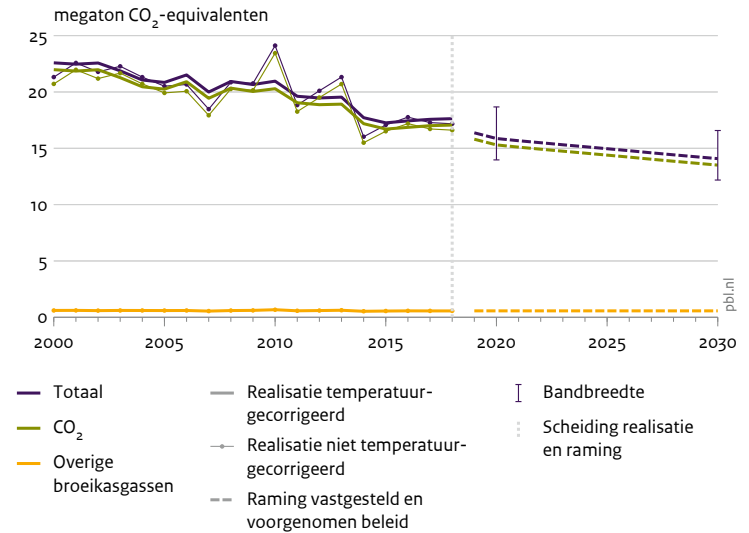
Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie van huishoudens in de realisaties en ramingen tot en met 2030. Ook worden de ontwikkelingen in het verbruik van fossiele brandstoffen door huishoudens in deze paragraaf toegelicht. Een meer gedetailleerde beschrijving van de ontwikkelingen in de (stads)warmtevoorziening is opgenomen in paragraaf 4.4. Een overzicht van de broeikasgasemissies, aantallen woningen en energieverbruik door huishoudens is opgenomen in de getallenbijlage.

Broeikasgasemissies

De emissie van broeikasgassen van huishoudens dalen gestaagd sinds 2000, en deze daling zal naar verwachting doorzetten tot 15,9 [14,0-18,7] megaton CO₂-equivalenten in 2020, en 14,1 [12,2-16,6] megaton CO₂-equivalenten in 2030 (figuur 5.9). Deze emissies worden vrijwel volledig veroorzaakt door het gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warmwaterproductie, en koken. Jaar-op-jaar verschillen hangen samen met onder meer de gemiddelde temperatuur (zo wordt in een koud jaar naar verhouding meer gestookt). De figuren 5.9 en 5.10 geven de gerealiseerde ontwikkelingen in emissies en aardgasverbruik weer, met en zonder correctie voor temperatuurschommelingen.

Figuur 5.9

Emissie broeikasgassen door huishoudens



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

Energie

Daling vraag naar aardgas en elektriciteit huishoudens

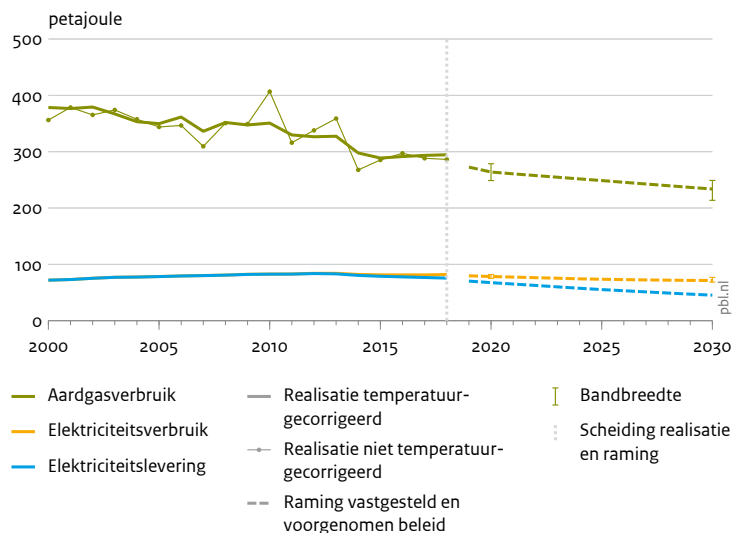
Het aardgasverbruik door huishoudens daalt gestaag naar 264 [249-279] petajoule in 2020, en 234 [214-249] petajoule in 2030 (Figuur 5.10). Na een lange periode van stijging daalt de vraag naar elektriciteit sinds 2013, vanwege sterke efficiencyverbetering van huishoudelijke apparaten. Tot 2030 zal het gebruik van warmtepompen in huishoudens toenemen, en daarmee ook de vraag naar elektriciteit. Per saldo blijft de vraag naar verwachting licht dalen, tot 78 [75-82] petajoule in 2020 en 71 [68-77] petajoule in 2030. De toenemende vraag vanwege elektrisch vervoer is hier niet meegenomen, dit is onderdeel van de sector mobiliteit (zie paragraaf 5.6). Naast de daling van de vraag naar elektriciteit is er ook een snelle opmars van zonnepanelen bij huishoudens. Hierdoor wordt een steeds belangrijker deel van de elektriciteitsvraag van huishoudens gedekt met door huishoudens zelf opgewekte stroom. Per saldo daalt hierdoor de levering vanuit het elektriciteitsnet nog sneller dan de vraag zelf. De ontwikkelingen die het aardgas- en elektriciteitsverbruik beïnvloeden worden hierna in meer detail toegelicht.

Het energieverbruik in huishoudens bestaat, in volgorde van omvang, uit het verbruik van aardgas, geleverde of zelf opgewekte elektriciteit, biomassa, geleverde of zelf gewonnen warmte en olie. Er zijn vier factoren die we hierna toelichten die gezamenlijk de ontwikkeling van het energiegebruik door huishoudens bepalen:

1. De toename van het aantal huishoudens en woningen
2. Verandering in de activiteiten van die huishoudens
3. Efficiënter gebruik van energie om die activiteiten uit te voeren (besparing)
4. Verandering van energiedrager om een bepaalde activiteit uit te voeren.

Figuur 5.10

Finaal aardgas- en elektriciteitsverbruik en elektriciteitslevering aan huishoudens



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

Toename aantal huishoudens en woningen

Het aantal huishoudens is in de periode 2005-2018 gestegen van 7,1 naar 7,9 miljoen (CBS, 2019a). Naar verwachting zal het aantal huishoudens verder stijgen naar 8,0 miljoen in 2020, en naar 8,5 miljoen in 2030 (CBS, 2019b). Omdat sommige huishoudens meerdere (recreatie-) woningen hebben, en andere huishoudens samen in één woning wonen, is het aantal woningen niet gelijk aan het aantal huishoudens.

Het aantal woningen in 2018 bedroeg 7,74 miljoen. Dit zal naar verwachting stijgen naar 7,88 miljoen in 2020 en 8,4 miljoen in 2030 (Abf, 2019).

Los van besparing neemt de vraag naar energie per woning al jaren af als gevolg van een lager gemiddeld aantal bewoners per woning, klimaatverandering (waardoor er minder gestookt hoeft te worden) en verandering van het bezit en gebruik van apparatuur. De huishoudgrootte is afgenomen van 2,3 naar 2,2 personen per huishouden in de periode 2005-2019, en zal naar verwachting verder dalen naar 2,1 in 2030 (CBS, 2019b). Het aantal graaddagen¹⁰ is een indicator voor de uren waarop de verwarming aan staat. De langjarige trend vertoont een daling van dit aantal graaddagen met 3,5 procent per decennium. Hoewel het aantal graaddagen fluctueert per jaar, raamt het KNMI dat dit in 2030 meer dan 4 procent lager zal liggen dan nu. De verwachting is dat door al deze structurele veranderingen de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming met 5 procent zal dalen.

Veranderingen in gedrag en huishoudelijke apparatuur

Het bezit en het gebruik van elektrische apparaten in huishoudens verandert geleidelijk. Zo neemt het bezit van vaatwassers en wasdrogers nog steeds toe, maar de groei vlakt af. Het gebruik van kookapparatuur neemt al jaren af, onder andere doordat er meer buitenshuis wordt gegeten, en meer wordt thuisbezorgd. Sinds 2005 is het energiegebruik

voor koken afgenomen met meer dan 20 procent¹¹ en in 2030 zal dit naar verwachting nog eens ruim 10 procent minder zijn dan nu. Het toenemende gebruik van mobiele telefoons en tablets vervangt grotendeels het gebruik van televisies en desktop computers. Al met al leidt dit veranderend bezit en gebruik tot een licht dalende vraag naar elektriciteit per woning voor apparaten. Die dalende trend door veranderend gebruik wordt nog verder versterkt door efficiencyverbetering.

Huishoudens 2 procent zuiniger door onder meer isolatie

Huishoudens zijn in de afgelopen 15 jaar gemiddeld ongeveer 2 procent per jaar efficiënter omgegaan met energie. Deze besparing is het gevolg van isolatie, verbeterde verwarmingssystemen, zuinigere verlichting, en zuinigere elektrische apparaten. Jaarlijks installeren huishoudens en verhuurders gemiddeld 725 duizend isolatiemaatregelen (RVO.nl, 2019b)¹². Alleen al hierdoor besparen zij nu gemiddeld 20 procent op de energievraag voor verwarming ten opzichte van 2005. Daarnaast verwarmen de meeste huishoudens hun huizen en warmwater inmiddels met hoog rendement combi-ketels, die stukken zuiniger zijn dan oudere cv-systemen en geisers. LED lampen verdringen gloeilampen, TL-lampen en spaarlampen, en besparen zo veel elektriciteit. Witgoed heeft nog steeds een belangrijk aandeel in de elektriciteitsvraag van huishoudens, maar vriezers, koelkasten, (vaat)wasmachines en wasdrogers zijn inmiddels enorm veel efficiënter dan 20 jaar geleden. Het grootste deel van de energiebesparing door huishoudens is het gevolg van 'autonome processen', waarbij huishoudens op het moment van aankoop van een nieuwe cv-ketel of koelkast automatisch kiezen

¹⁰ Een graaddag is een rekeneenheid om de (variërende) temperatuur op een eenvoudige manier mee te kunnen nemen in berekeningen, met name in berekeningen over energieverbruik. Eén graaddag is het aantal graden dat de gemiddelde etmaaltemperatuur van de dag onder de 18,0°C ligt. In de KEV corrigeren we door het energiegebruik voor verwarming op of naar te schalen naar rato van de werkelijk gemeten graaddagen per jaar ten opzichte van een lange termijn graaddagen scenario van het KNMI.

¹¹ Inschatting voor 2018 berekend op basis van (Tigchelaar, 2013).

¹² Met één isolatiemaatregel wordt hier bedoeld het isoleren van een dak, een vloer, een gevel of het plaatsen van isolatieglas. Als bijvoorbeeld in een woning en de vloer en het dak geïsoleerd wordt, geldt dat hier als twee maatregelen.

voor een zuiniger exemplaar. Verschillende beleidsinstrumenten zijn er op gericht om dit besparende effect te vergroten. Een toelichting op dit beleid, en het effect ervan, is te vinden in paragraaf 5.3.2

Steeds meer all-electric en collectieve verwarmingssystemen

Naast besparing op de energievraag, is er ook een verschuiving in het gebruik van energiedragers. Huisbrandolie wordt in Nederland nagenoeg niet meer gebruikt om woningen te verwarmen. Het aandeel woningen dat wordt verwarmd met individuele gasgestookte cv-ketels daalt. Deze daling is het gevolg van een groter aandeel all-electric verwarmingssystemen en collectieve verwarmingssystemen in nieuwe woningen: respectievelijk 2 en 5 procent van alle woningen wordt verwarmd met deze energiedragers. Huishoudens in bestaande, op gas gestookte woningen, stappen nog maar zeer sporadisch over op alternatieve verwarmingsmethoden. Lucht-water warmtepompen kunnen in bestaande woningen worden toegepast, maar omdat zij water met lagere temperatuur opwekken dan een reguliere cv-ketel, vraagt dit ook aanpassingen aan de isolatiegraad van de woningen en radiatoren. Als tussenoplossing hebben ketelfabrikanten de laatste jaren verschillende hybride systemen geïntroduceerd. Deze systemen combineren een lucht-water warmtepomp met een hoog rendement cv-ketel, waarbij de laatste de piekvraag verzorgd. Deze systemen zijn op dit moment nog aanzienlijk duurder dan reguliere ketels, maar als de kostprijs daalt kunnen deze systemen in de toekomst een belangrijk marktaandeel veroveren in bestaande woningen. Hierdoor zal een deel van het gasverbruik in huishoudens vervangen worden door elektriciteit en hernieuwbare omgevingswarmte. De snelheid en omvang van de opmars van (hybride) warmtepompen is moeilijk in te schatten. In onze raming zijn we uitgegaan van een penetratiegraad van 8 tot 22 procent

in 2030. Dit kan tot 12 petajoule aan aardgasverbruik schelen, wat gelijk staat aan 0,7 megaton CO₂-emissie.

Zonnepanelen in 2018 goed voor 8 procent van elektriciteitsvraag

Op steeds meer woningen zijn zonnepanelen geïnstalleerd. Gedurende de zomer leveren deze zonnepanelen meer elektriciteit op dan gebruikt wordt in de woning. In de winter wordt de vraag nog gedekt door centraal geproduceerde elektriciteit. Per saldo is de hoeveelheid elektriciteit die huishoudens met zonnepanelen opwekken sinds 2005 (0 procent) gestegen naar acht procent van de vraag in 2018. Het aantal zonnepanelen zal naar verwachting nog sterk blijven stijgen. In 2030 zal het aandeel zelfopgewekte elektriciteit naar verwachting 36 procent zijn. Dit staat dan voor alle huishoudens samen gelijk aan 26 petajoule hernieuwbare elektriciteit. Door het Rijk wordt gewerkt aan een alternatief voor de huidige salderingsregeling. Dit alternatief is nog niet afgerond. Daarom zijn de ramingen nog gebaseerd op ongewijzigd beleid, wat wil zeggen dat uitgegaan is van de mogelijkheid van saldering voor zonnepanelen.

Minder zonneboilers, houtkachels en haarden stabiel

Zonnepanelen die elektriciteit produceren verdringen zonneboilers die warm water produceren. De beperkte groei van zonneboilers tot 2010 is nagenoeg tot stilstand gekomen. Doordat oude systemen niet meer worden vervangen, zal de hernieuwbare warmteproductie door zonneboilers in de toekomst af gaan nemen. Het houtverbruik in open haarden en houtkachels is stabiel en zal naar verwachting stabiel blijven tussen de 15 en 16 petajoule (zie tekstbox).

Aanpassingen statistiek en prognoses houtverbruik huishoudens.

De cijfers over het houtverbruik van huishoudens zijn gebaseerd op een model van TNO dat wordt geïkt met gegevens uit de 6-jaarlijkse Energiemodule van het WoON-onderzoek. In 2018 is de Energiemodule weer uitgevoerd en heeft het CBS de nieuwe data geanalyseerd. Resultaten uit deze analyse zijn door TNO gebruikt voor een nieuwe ijking van het model en in deze KEV gebruikt voor de ramingen. Het CBS heeft de nieuwe resultaten niet kunnen verwerken in de Energiebalans en in de hernieuwbare energiestatistieken zoals gepubliceerd in juni (welke het uitgangspunt zijn voor deze KEV), omdat deze niet tijdig beschikbaar waren. Daardoor is er in deze KEV een trendbreuk tussen de realisaties (tot en met 2018) en ramingen (vanaf 2019). Het CBS zal eind 2019 de tijdreeks voor het houtverbruik huishoudens in de Energiebalans en de statistiek hernieuwbare energie aanpassen aan de nieuwste inzichten uit de Energiemodule en de modelberekeningen van TNO. Daardoor zal het houtverbruik huishoudens in recente jaren een aantal petajoule lager uitvallen dan in deze KEV.

Effect van beleidsinstrumenten op emissies en energieverbruik huishoudens

Zoals in deze paragraaf is beschreven, wordt een belangrijk deel van de emissiereductie en energiebesparing bij huishoudens veroorzaakt door besparing en verandering van energiedragers. Gedeeltelijk is dit het gevolg van door de overheid ingesteld beleid. Hieronder bespreken we de belangrijkste beleidsinstrumenten gericht op energiebesparing en

emissiereductie bij huishoudens. We beginnen met algemeen beleid en gaan daarna in op beleid specifiek gericht op sociale huurwoningen en koopwoningen.

Algemeen beleid

Verschuiving energiebelasting van elektriciteit naar aardgas

Per 1 januari 2019 is de belasting op aardgas met 3,3 cent per kubieke meter aardgas verhoogd en op elektriciteit met 0,6 cent per kilowattuur verlaagd. Hierdoor wordt het financieel aantrekkelijker om over te stappen van verwarmen op aardgas naar elektrisch verwarmen. Op geleverde warmte wordt geen energiebelasting geheven, maar doordat de tarieven voor warmte verband houden met de aardgasprijs, leidt een hogere belasting op gas tot hogere warmtetarieven. Dit betekent dat de rentabiliteit voor warmteleveranciers toeneemt door de verschuiving, maar dat kosten voor warmteklanten ook hoger zijn geworden. De energiebelasting op aardgas en elektriciteit maakt investeren in energiebesparende maatregelen aantrekkelijker en versterkt daarmee al het energiebeleid gericht op huishoudens. Het effect van de belastingverschuiving is dus verwerkt in die beleidseffecten en niet apart gepresenteerd.

Uitrol slimme meters

Doordat netbeheerders analoge meters vervangen door digitale, 'slimme' meters, is het voor huishoudens eenvoudiger om terugkoppeling te krijgen over hun actuele energiegebruik. Dit kan met name leiden tot kleine gedragsveranderingen. Omdat bijna alle huishoudens zo'n nieuwe meter krijgen, kan het effect van deze basale terugkoppeling landelijk leiden tot een besparing van 0,4 (0,2-0,9) petajoule op elektriciteit en 1,9 (0,9-4,5) petajoule op aardgas.

10 petajoule convenant voor besparing gebouwde omgeving

Op 23 mei 2017 hebben Energie-Nederland, Netbeheer Nederland, UNETO VNI, Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE), en de Ministeries van EZ en BZK, een convenant gesloten om 10 petajoule aan besparingen te realiseren in de gebouwde omgeving in 2020. Naast deze opgave voor de korte termijn, zal het convenant ook op de lange termijn een markt moeten creëren voor energiebesparing. Het convenant bestaat uit verschillende bouwstenen, waarvan verbetering van het verbruiks- en kostenoverzicht (VKO) het belangrijkste is. Dit overzicht werd tot voor kort tweemaandelijks aangeboden aan huishoudens met een slimme meter. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) schatte eerder in dat huishoudens gemiddeld 3 procent kunnen besparen op hun energieverbruik, door de frequentie te verhogen naar één keer per maand, en de informatie te verbeteren (Menkveld et al., 2017). In haar voortgangsrapportage meldt RVO.nl dat inmiddels 4,2 miljoen woningen een verbeterd VKO krijgen, wat op basis van de ECN kentallen leidt tot 6,1 petajoule. Daarnaast zijn er 2,1 miljoen applicaties en displays afgenomen die mogelijk extra besparing op kunnen leveren, dat is ruim meer dan de in het convenant afgesproken 750 duizend (RVO.nl, 2019c).

De convenantpartijen liggen op koers om de feedback naar hun klanten over het energiegebruik te verbeteren. Als deze besparing in alle huishoudens gerealiseerd wordt, kan alleen dit al in 2020 een besparing van 10,4 petajoule opleveren, inclusief het effect van het VKO. Hiervan is 80 procent besparing op aardgas, wat een directe emissiereductie van 0,5 megaton CO₂ oplevert in de gebouwde omgeving.

Er is echter veel onzekerheid over de effectiviteit van deze feedback, daarom hanteren we een bandbreedte van 5,2-10,4 petajoule. Buitenlandse

studies laten een grote variëteit aan effecten zien. Eind 2019 wordt een evaluatiestudie verwacht waarin de werkelijke besparing wordt berekend. Bij tegenvallende resultaten kunnen andere elementen in het convenant, zoals het stimuleren van directe feedback van de energiegebruiker (bijvoorbeeld met in-home displays), meer aandacht krijgen.

Einde aansluitplicht aardgas woningen vanaf 2020 en energieneutraliteit

De Europese richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) stelt dat lidstaten per 2020 eisen moeten stellen aan nieuwe gebouwen en woningen, zodat ze bijna energieneutraal zijn. Nederland heeft dit inmiddels voor nieuwe woningen uitgewerkt in de 'eisen voor bijna energieneutrale gebouwen' (BENG). Daarnaast heeft de overheid de aansluitplicht op aardgas voor nieuwbouwwoningen afgeschaft. Hierdoor is het alleen in hoge uitzonderingen mogelijk om nieuwe woningen aan te sluiten op het aardgasnet. Beide beleidsinstrumenten zorgen er voor dat nieuwe woningen na 2020 zuiniger zullen zijn, en worden verwarmd met geleverde warmte of elektrische warmtepompen. Zonder de aanpassing van de aansluitplicht zou naar verwachting nog de helft van de nieuwe woningen geheel of gedeeltelijk met aardgas worden verwarmd. De BENG-eisen, en de aanpassingen van de aansluitplicht, zorgen er zo voor dat het aardgasverbruik in 2030 naar schatting 1,7 petajoule lager ligt, wat gelijk staat aan ongeveer 0,1 megaton CO₂-uitstoot.

Investeringsubsidie Duurzame Energie (ISDE)

In 2016 is de ISDE-regeling voor hernieuwbare warmte in werking getreden. Met deze regeling kunnen particulieren en organisaties subsidie aanvragen voor de aanschaf en installatie van biomassaketels, pelletkachels, zonneboilers en warmtepompen. Op basis van analyses van de subsidieaanvragen tot 2018 is gepronotiseerd dat in woningen

1,5 (1,4-1,8) petajoule extra bespaard wordt in 2020 door de ISDE regeling (Menkveld & Niessink, 2018). Deze 1,5 petajoule is een saldo van 2,1 (1,9-2,5) petajoule reductie in gasgebruik en een toename van 0,6 (0,5-0,7) petajoule elektriciteitsverbruik door de extra inzet van warmtepompen. De directe CO₂-emissiereductie in de gebouwde omgeving is 0,1 megaton. De regeling loopt tot 2020 en zal dus daarna niet tot extra CO₂-reductie leiden.

Ecodesign richtlijnen voor verlichting en elektrische apparaten

De Europese Unie stelt eisen aan de energie-efficiëntie van (elektrische) apparaten in haar Ecodesign-richtlijnen. Sinds 2017 zijn verschillende nieuwe of herziene Ecodesign verordeningen goedgekeurd binnen de Europese Unie. De meeste verordeningen zullen waarschijnlijk in 2019 officieel gepubliceerd en van kracht zijn. Ook is per maart 2019 de nieuwe energielabel richtlijn (EU) 2017/1369 van kracht, waarmee met ingang van 1 maart 2021 een nieuwe energielabel-verdeling geldt met labels A t/m G. Deze vervangt de oude energielabel-verdeling met labels beter dan A (zoals A+, A++ etc.), waardoor alle energielabels opnieuw zijn geschaald (ecede, 2019). Omdat het energielabel wijzigt verandert ook de energie-efficiency index 'EEI', de maat voor energiezuinigheid van nieuwe apparaten. De EEI dient als grondslag voor bestaande en nieuwe Ecodesign eisen voor alle apparaten met een energielabel. Formules en meetmethodes waarmee de EEI wordt bepaald zijn anders geworden (RVO.nl, 2019d).

Voor het voorgenomen beleid zijn schattingen gedaan van het effect van nieuwe en vernieuwde Ecodesign eisen, voor vaatwassers, wasmachines, koelkasten, vriezers, beeldschermen (waaronder televisies en computerschermen), en verlichting. In de berekeningen voor de KEV is rekening gehouden met wijzigingen in de EEI index.

Behalve voor verlichting, is voor elke energielabelklasse een maximale eis gesteld aan de EEI vanaf 2021. Voor deze apparaten is verondersteld dat eisen één labelstap beter zijn dan het bestaande vastgestelde beleid. Voor verlichting is aangenomen dat alle verkochte lampen vanaf 2024 LED-lampen zullen zijn. Bij de huidige Ecodesign eisen voor verlichting ligt het aandeel LED-lampen in huishoudens naar verwachting rond de 70 procent in 2030 (VHK, 2019). Aangenomen is dat bij het voorgenomen beleid bijna de hele voorraad lampen in 2030 zal bestaan uit het type LED, vanwege de kortere levensduur van de huidige lampen.

Beleid gericht op sociale huursector

Stimuleringsregeling energieprestatie huursector (STEP)

Het Rijk heeft tot 2019 in totaal 395 miljoen euro beschikbaar gesteld voor het verduurzamen van sociale huurwoningen. Het totaal van alle subsidieaanvragen door corporaties heeft het beschikbare budget van 395 miljoen overtroffen. In totaal zijn bijna 109 duizend woningen met deze subsidie energiezuiniger gemaakt (RVO.nl, 2019e). Met de ongeveer 4 labelstappen verbetering per woning is de additionele aardgasreductie die hiermee gerealiseerd wordt 1,3 petajoule, waarvan 0,3 petajoule overlapt met het effect als gevolg van het stroomversnellingsprogramma (zie volgende alinea). Het additionele effect is dus 1 petajoule aan gasbesparing, wat gelijkstaat aan 0,06 megaton CO₂-reductie. De additionele aardgasreductie van 1,3 petajoule leidt tot een extra elektriciteitsverbruik van 0,3 petajoule, waardoor het totale effect van de STEP regeling op 0,7 petajoule besparing uit komt.

Stroomversnelling

Het stroomversnellingsprogramma heeft als doel om bestaande sociale huurwoningen te renoveren naar Nul-op-de-meter niveau (NOM). Dit houdt in dat zowel het energiegebruik voor verwarming en warmwater, als al het andere huishoudelijke energiegebruik, in de woning zelf wordt gewonnen uit hernieuwbare energie. Meestal bestaat een NOM-concept uit een sterk verbeterde isolatie van de schil, in combinatie met een lucht-water warmtepomp en zonnepanelen.

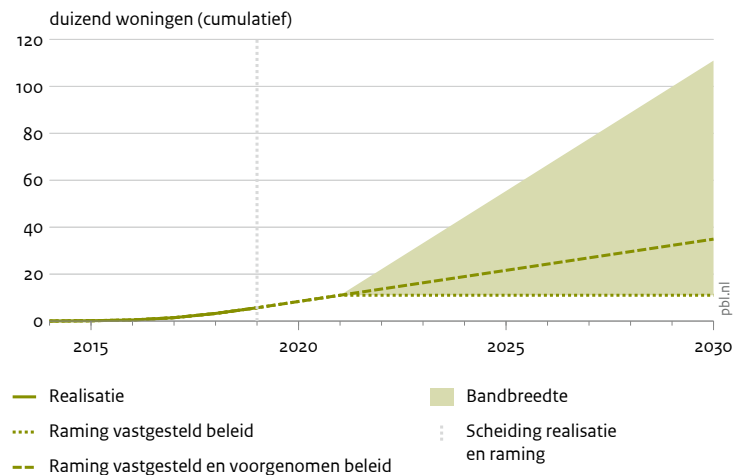
Uit de marktmonitor 2019 van de Stroomversnelling blijkt dat er in 2019, inclusief nog op te leveren renovaties, 5.684 bestaande woningen naar NOM-niveau verbeterd zijn (Stroomversnelling, 2019)¹³. Als dit aantal wordt doorgetrokken, wordt in 2021 de doelstelling van 11 duizend renovaties gerealiseerd. Oorspronkelijk was dit het doel voor 2020, zoals geformuleerd in het Energieakkoord van 2013. Bij bewezen succes is het voornemen om 100 duizend extra renovaties te laten plaatsvinden. Dit gaat zeker niet voor 2020 lukken.

Als vastgesteld beleid wordt nu uitgegaan van ruim 8.300 NOM-renovaties in 2020, en 11 duizend in 2021. Als voorgenomen beleid is de inschatting dat de trend van ruim 2.600 renovaties per jaar doorzet na 2020, hetgeen leidt tot circa 35 duizend NOM-renovaties in 2030, met een bandbreedte van 0 tot 100 duizend extra renovaties bovenop het vastgesteld beleid (zie figuur 5.11).

¹³ Naast bestaande woningen zijn er ook nieuwbouwwoningen volgens het NOM-concept gemaakt. Dit is echter geen onderdeel van de afspraken in het energieakkoord. Het effect hiervan overlapt met de eerder besproken eisen aan nieuwbouwwoningen.

Figuur 5.11

Aantal nul-op-de-meterrenovaties



Bron: Stroomversnelling

De onzekerheid in de resultaten van de Stroomversnelling wordt vooral veroorzaakt door de onzekerheid in de mogelijkheden voor opschaling van de productie. Verdere industrialisatie kan leiden tot kostendalingen, wat kan leiden tot een grotere vraag naar NOM-renovaties. Industrialisatie is echter pas rendabel bij een substantiële stabiele vraag, waarvoor kostendalingen nodig zijn. Of dit kip-ei probleem doorbroken kan worden zal het succes bepalen van deze aanpak. In 2020 levert de stroomversnelling een besparing op van 0,3 petajoule aardgas, gelijk aan een CO₂-reductie van 0,02 megaton. In 2030 kan dit bij het voor-

genomen beleid oplopen tot 1,3 (0,3-3,9) petajoule, of 0,07 (0,02-0,21) megaton CO₂-reductie.

Huurconvenant en alternatieve aanpak voor labelverbetering huursector

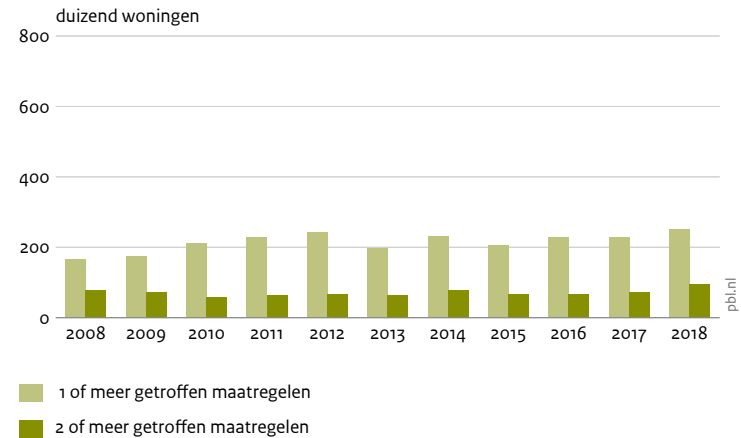
In het Energieakkoord 2013 is met de corporaties in de huursector afgesproken om extra energiebesparing te gaan realiseren door de energielabels van de sociale huurwoningen te verbeteren naar een gemiddeld energielabel B in 2020. Later zijn alternatieve plannen gemaakt waarmee 5 petajoule extra besparing moet worden gerealiseerd, bovenop het effect van de Stimuleringsregeling EnergiePrestatie (STEP) en Stroomversnelling. PBL heeft begin 2019 in de KTR aangegeven dat met de beschikbare monitoring niet is vast te stellen of en op welke wijze invulling gegeven wordt aan dit alternatieve plan (PBL, 2019).

Hoewel het bij de Borgingscommissie ingeleverde plan niet expliciet uitgevoerd lijkt te worden, zijn er wel tekenen dat de inspanningen van corporaties op het gebied van energiebesparing de laatste jaren toenemen. Het aantal aanvragen voor de eerder in deze paragraaf besproken STEP subsidie lag in 2018 aanzienlijk hoger dan in de jaren daarvoor (RVO.nl, 2019e). Het budget voor de Regeling Vermindering Verhuurderheffing Verduurzaming, een regeling waarbij corporaties fiscaal voordeel krijgen bij het met minimaal drie labelstappen verbeteren van een woning, was binnen een halfjaar uitgeput. Verder blijkt uit de investeringsplannen van corporaties dat geplande investeringen in verduurzaming van de bestaande woningvoorraad sterk zijn toegenomen (BZK, 2018).

Ook de realisaties van verbeterde sociale huurwoningen laten een stijgende lijn zien. Uit de monitoring energiebesparing in de gebouwde omgeving blijkt dat het aantal woningen waar maatregelen getroffen

Figuur 5.12

Aantal sociale huurwoningen waar energiebesparende maatregelen zijn genomen



Bron: GfK, 2019

zijn, na een terugval in 2013 en 2015, sinds 2015 stijgt. Het aantal woningen waar 2 of meer maatregelen zijn getroffen, was in 2018 het hoogst sinds het begin van de monitoring (zie figuur 5.12).

Aedes en het ministerie van BZK verwachten op basis van deze signalen dat in 2021 het doel van gemiddeld label B gerealiseerd wordt. Omdat de berekeningsmethode van de energie-index in de monitoring is gewijzigd, is moeilijk vast te stellen of dit ook de beoogde 5 petajoule extra besparing oplevert en hoeveel daarvan in 2020 gerealiseerd

wordt¹⁴. In onze raming hanteren we daarom een bandbreedte van 0 tot 5 petajoule met een middenwaarde van 2,5 petajoule. Dit betekent een CO₂-reductie van 0,14 (0-0,28) megaton in 2020.

Beleid gericht op koopwoningen

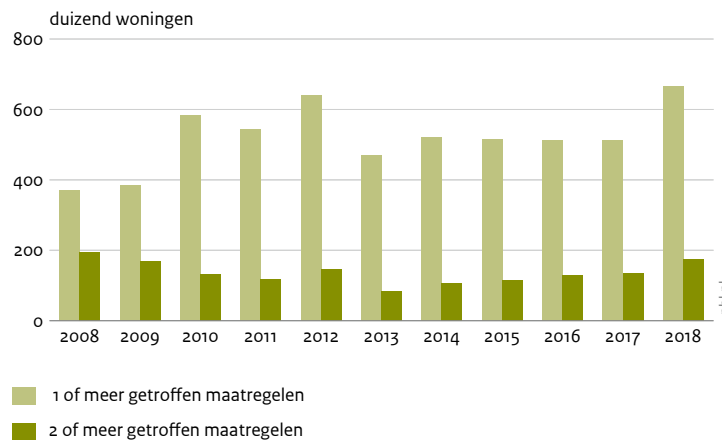
Om energiebesparing in koopwoningen te stimuleren is er een combinatie van lokale energieloketten, een informatiecampagne, een Nationaal Energiebespaarfonds en subsidie ingezet. De oorspronkelijke Subsidie energiebesparing eigen huis (SEEH), waarvan het budget al is uitgeput, heeft een besparing van 0,3 petajoule, of 0,01 megaton CO₂-reductie opgeleverd.

Eén van de pijlers van het eerder besproken 10 PJ convenant had tot doel om de markt voor energiebesparing een extra impuls te geven. De monitor van dit convenant stelt dat, in tegenstelling tot de activiteiten rond feedback, op dit specifieke punt de marktpartijen niet veel voortgang gemaakt hebben (RVO.nl, 2019c). Toch zien we, na een lange periode waarin het aantal getroffen (besparende) maatregelen in koopwoningen tussen 510 en 520 duizend schommelde, in 2018 een sterke toename van het aantal maatregelen (zie figuur 5.13). Mogelijk heeft dit te maken met de grote aandacht voor aardgasvrij wonen, en met het Klimaatakkoord. Het is moeilijk om te bepalen wat precies het effect is van deze aanpak. Conform de NEV 2017 schatten we dit op 2,4 (1,1-4,2) petajoule, wat overeenkomt met een CO₂-emissiereductie van 0,1 (0,1-0,2) megaton.

¹⁴ Zie PBL (2019) voor een uitgebreide toelichting op de wijziging van de monitoringsmethodiek

Figuur 5.13

Aantal koopwoningen waar energiebesparende maatregelen zijn genomen



Bron: Gfk, 2019

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

In de KTR (PBL, 2019) is begin 2019 met behulp van een partiële methodiek de emissieraming voor 2020 uit de NEV 2017 geactualiseerd. Het aardgasverbruik voor 2020 – en daarmee de directe broeikasgasemissies in de huishoudens – zijn in de KTR-raming 6 procent hoger geraamd dan in de NEV 2017 (tabel 5.4). Dit is met name het gevolg van kalibratie van het huishoudelijk energiemodel op een nieuwe statistiek voor aardgasverbruik. Deze kalibratie was ook al in de KTR verwerkt. Ten opzichte van die raming is het effect van besparing in de sociale huursector naar

Tabel 5.4
Vergelijking emissies en energie huishoudens tussen de KEV 2019, de KTR 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenumen beleid

Jaar	Finaal verbruik aardgas (petajoule)			Finaal elektrisch verbruik (petajoule)			BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		
	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17
2020	264	264	248	78,4	79	78,2	15,8	15,8	14,9
2030	234	-	215	71,4	-	76,2	14,1	-	12,7

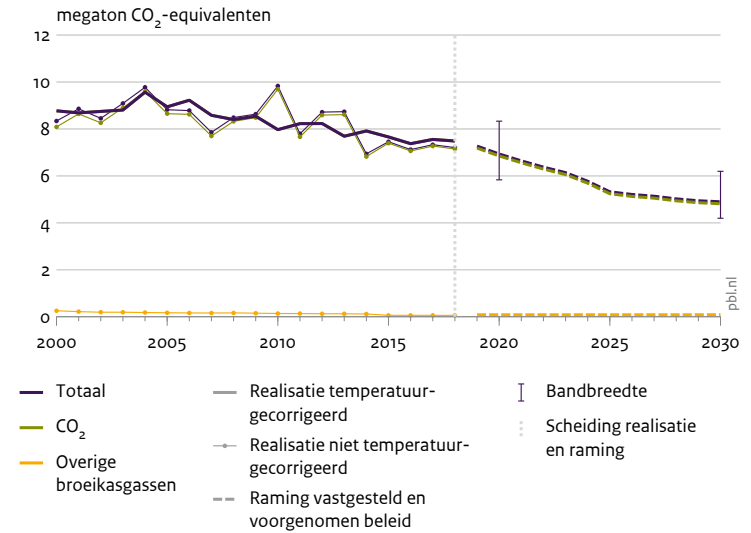
boven bijgesteld. In de KTR was nog alleen gekeken naar het effect van het 5 petajoule plan van Aedes. In de huidige raming is ook gekeken naar de toenemende investeringen die naast dit plan door corporaties worden gedaan. Het naar beneden bijstellen van de toename van de penetratiegraad van (hybride) warmtepompen in de afgelopen jaren ten opzichte van de ramingen in de NEV 2017, zorgt ervoor dat per saldo het gasgebruik in huishoudens voor 2020 vergelijkbaar is met de KTR.

Nieuwe Ecodesign richtlijnen en bijstelling van de ontwikkeling van warmtepompen, zorgen ervoor dat de projectie voor het elektriciteitsverbruik in 2030 naar beneden is bijgesteld ten opzichte van de NEV 2017.

5.3.2 Diensten

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de BKG-emissie van de dienstensector, zowel in de realisaties als ook de ramingen tot en met 2030. Ook de ontwikkelingen in het verbruik van fossiele brandstoffen door diensten worden in deze paragraaf toegelicht. Een meer gedetailleerde beschrijving van de ontwikkelingen in de (stads)

Figuur 5.14
Emissie broeikasgassen door diensten



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

warmtevoorziening is opgenomen in paragraaf 4.4. Een overzicht van de broeikasgasemissies, het aantal vierkante meters vloeroppervlak, en het energieverbruik door de dienstensector is opgenomen in de getallenbijlage.

Broeikasgasemissies

De broeikasgasemissie in de dienstensector daalt van 8,3 megaton CO₂-equivalenten per jaar in 2000 naar 7,2 megaton in 2018 en verder naar 4,9 [4,2-6,2] megaton CO₂-equivalenten in 2030, volgens de raming met voorgenomen beleid (figuur 5.14). De verschillen met de raming met vastgesteld beleid zijn klein. Van deze broeikasgasemissie is verreweg het grootste deel CO₂-emissie (99 procent in 2018). Van de CO₂-emissie valt slecht 6 procent onder het ETS (circa 0,4 megaton in 2018), het overgrote deel van de emissies valt onder de niet-ETS emissie.

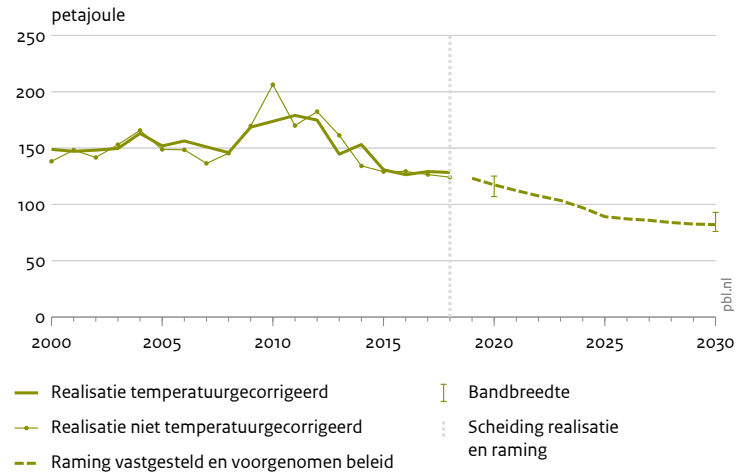
Energie

De ontwikkeling van broeikasgasemissies wordt verklaard uit een daling van het gasverbruik in de dienstensector van 138 petajoule in 2000 naar 124 petajoule in 2018, en een verdere daling naar 117 [107-125] petajoule in 2020 en 82 [76-93] petajoule in 2030 in de raming met voorgenomen beleid (figuur 5.15). De daling van het gasverbruik is het gevolg van de informatieplicht en handhaving Wet milieubeheer, in combinatie met een verplicht label C voor kantoren. Richting 2030 spelen daarnaast ook de BENG eisen voor de nieuwbouw na 2020 een rol.

Het elektriciteitsverbruik van de dienstensector is gestegen van 97 petajoule in 2000 naar 124 petajoule in 2018 (figuur 5.16). In de raming van voorgenomen beleid wordt een daling verwacht naar 118 [114-123] petajoule in 2030. Deze daling wordt veroorzaakt door energiebesparing als gevolg van de Wet milieubeheer in combinatie met een verplicht label C voor kantoren en door efficiency-eisen in het kader van de Ecodesign richtlijn. De besparing als gevolg van deze maatregelen is het grootst in de jaren tot en met 2020. De jaren daarna wordt de besparing minder en gecompenseerd door groei in de sector. De levering van elektriciteit daalt sneller dan de finale elektriciteitsvraag door eigen

Figuur 5.15

Finaal aardgasverbruik door diensten



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

productie van elektriciteit met zonnepanelen. De ontwikkelingen die het aardgas- en elektriciteitsverbruik beïnvloeden worden hierna in meer detail toegelicht.

Ontwikkelingen gebouwenvoorraad

Het CBS heeft in 2018 het vloeroppervlak in de dienstensector in kaart gebracht (CBS, 2018b). De dienstensector omvat een grote diversiteit aan activiteiten en (daarmee samenhangend) type gebouwen. Het gebruiksoppervlak in de dienstensector is 422 miljoen vierkante meter in 2018,

bestaande uit kantoren, winkels, scholen, zorginstellingen, sporthallen, restaurants, zwembaden, theaters en musea, maar ook bedrijfshallen van datacentra, garages en groothandels. Op 1 januari 2018 is de leegstand gemiddeld slechts 3 procent, een stuk lager dan enkele jaren geleden, hetgeen de stijging in het energieverbruik in recente jaren verklaart. De verwachte ontwikkelingen in de gebouwvoorraad door sloop en nieuwbouw tot 2030 zijn hetzelfde als in de NEV 2017.

Ontwikkelingen beleid

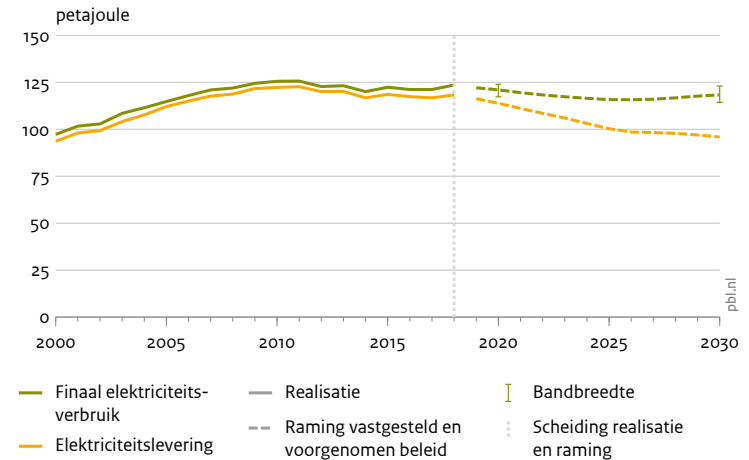
In de ramingen voor het vastgesteld beleid binnen de dienstensector zijn de huidige energieprestatie-eisen voor de nieuwbouw en de energie-efficiency eisen in het kader van de Ecodesign-richtlijn, meegenomen. Daarnaast zijn de afspraken uit het Energieakkoord verwerkt, zoals de ISDE subsidieregeling voor duurzame warmte en de subsidie voor sportaccommodaties. De verplichting voor kantoren om in 2023 minimaal energielabel C te hebben, is in het bouwbesluit vastgelegd en is nu ook vastgesteld beleid. Tot slot is in vastgesteld beleid de intensivering handhaving Wet milieubeheer meegenomen, inclusief de informatieplicht en het plan voor 2,5 petajoule besparing in het maatschappelijk vastgoed en de routekaarten. Ook de afschaffing van de aansluitplicht aardgas voor nieuwbouw is als vastgesteld beleid meegenomen. In de ramingen voor voorgenomen beleid zijn naast het vastgesteld beleid ook de BENG-eisen voor nieuwbouw meegenomen en de voorgenomen aanscherping van efficiency eisen in de Ecodesign richtlijn.

Besparing warmtepompen in de ISDE

Uit analyses is gebleken dat een deel van de ISDE subsidie voor warmtepompen ook naar de dienstensector gaat (Menkveld & Niessink, 2018). Het besparingseffect door warmtepompen in de dienstensector is ongeveer 0,5 petajoule in 2020. Verondersteld is dat de ISDE stopt na 2020.

Figuur 5.16

Finaal elektriciteitsverbruik en elektriciteitslevering aan diensten



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming

Plannen in het Klimaatakkoord om de ISDE te verlengen na 2020 zijn buiten beschouwing gelaten.

Verplicht label C kantoren

Uit de energielabeldatabase van RVO.nl blijkt dat in mei 2019 ongeveer 58 miljoen vierkante meter gebruiksoppervlak met een kantoorfunctie een energielabel heeft. Ten opzichte van de 67 miljoen vierkante meter gebruiksoppervlakte met een kantoorfunctie (CBS, 2018b) heeft dus ongeveer 90% van het *kantooroppervlak* een energielabel. Vooral grote

kantoren zijn gelabeld. RVO.nl schat dat, gemeten naar het *aantal gebouwen* (of verblijfsobjecten) met alleen een kantoorfunctie, ruim 40 procent van dit aantal gebouwen een energielabel heeft. Het aandeel aan kantooroppervlakte met een label slechter dan C werd in 2016 nog geschat op meer dan de helft (EIB, 2016). In 2019 is dat gedaald naar 27 procent van het gelabelde kantorenoppervlak. Op basis van deze trend in de monitoringcijfers mag worden verwacht dat in 2023 het merendeel van het kantorenoppervlak aan de label C verplichting zal voldoen. Direct na de aankondiging van een verplicht label C voor kantoren in november 2016 is op deze eis geanticipeerd, doordat banken eisen stellen aan het energielabel voor de financiering van vastgoed. De label C verplichting levert een besparing van circa 3 petajoule in 2020.

Subsidie sportaccommodaties

In de raming met vastgesteld beleid is een effect verondersteld van de subsidieregeling voor sportaccommodaties, die per 1 januari 2019 is vervangen door de nieuwe Subsidieregeling stimulering bouw en onderhoud sport accommodaties. In de oude regeling werd met name subsidie verstrekt voor LED verlichting en zon-PV. De nieuwe subsidieregeling is pas in 2019 gestart, waardoor de looptijd nog te kort is om een goed beeld te krijgen van de jaarlijkse hoeveelheid aanvragen, en voor welke energiemaatregelen subsidie wordt aangevraagd. De inschattingen zijn daarom gelijk aan de NEV 2017.

Informatieplicht Wet milieubeheer en update EML

Al sinds 1993 is er een energiebesparingsverplichting in de Wet milieubeheer opgenomen. Op 1 januari 2008 is dit gedefinieerd als de plicht om alle energiebesparingsmaatregelen te nemen die zich binnen 5 jaar terugverdienen. In het Energieakkoord (2013) is afgesproken de handhaving te intensiveren. Het bevoegd gezag (de provincies en

gemeenten, en de door hen gemandateerde Regionale Uitvoeringsdiensten en Omgevingsdiensten) is verantwoordelijk voor het toezicht op, en de handhaving van de energiebesparingsverplichting. Zij gaven aan dat dit moeilijk was: ten eerste omdat het overzicht ontbreekt welke bedrijven en instellingen daadwerkelijk maatregelen hebben genomen, en ten tweede omdat per inrichting discussie kan ontstaan over de te nemen maatregelen en de terugverdientijd daarvan. Daarom is in april 2019 een informatieplicht voor bedrijven ingevoerd.

Met ingang van 1 juli 2019 is de informatieplicht in werking getreden. Bedrijven zijn verplicht per inrichting¹⁵ in het e-loket van RVO.nl aan te geven welke energiebesparende maatregelen zij hebben getroffen. Bedrijven gebruiken daarvoor de erkende maatregellijsten die voor 19 bedrijfstakken zijn opgesteld. Geactualiseerde, erkende maatregellijsten zijn in februari 2019 openbaar gemaakt, begin maart formeel gepubliceerd in de Staatscourant en per 1 april in werking getreden. Als een bedrijf alle erkende maatregelen heeft genomen is melding in het e-loket eenvoudig. Heeft een bedrijf een erkende maatregel niet genomen, dan moet dat bedrijf laten zien dat het een alternatieve maatregel heeft toegepast, of dat de maatregel niet van toepassing is. De erkende maatregelen zijn vastgesteld op basis van branche-brede karakteristieken. Het kan dus zo zijn dat voor een individueel bedrijf de terugverdientijd hoger of lager ligt dan de branche-brede terugverdientijd. Wanneer een bedrijf afwijkt van de erkende maatregelenlijst, wordt niet meer automatisch aangenomen dat het bedrijf voldoet aan de energiebesparingsverplichting uit de Wet milieubeheer. Dan kan met de

15 Een inrichting is een begrip uit de Wet milieubeheer. In de meeste gevallen gaat het over een vestiging zoals een kantoor(verzamelgebouw), school, restaurant, etc. Het kan echter ook zijn dat een bedrijventerrein of recreatiepark door het bevoegd gezag als één inrichting wordt aanmerkt.

terugverdientijdmethodiek worden onderzocht welke andere maatregelen in plaats hiervan moeten worden getroffen. Het bevoegd gezag beoordeelt of dit specifieke pakket energie besparende maatregelen voldoet aan de eisen. In juli 2019 is de methodiek voor berekening van de terugverdientijd van energiebesparende maatregelen in een wijziging van het Activiteitenbesluit vastgelegd.

Op 1 juli hadden ruim 22 duizend inrichtingen een melding gedaan in het e-loket. In totaal zijn er naar verwachting ongeveer 100 duizend inrichtingen die onder de reikwijdte van de Wet milieubeheer vallen. Echter, duizend MJA₃ bedrijven hoeven zich niet te melden en 5000 grote bedrijven met een auditplicht onder de EED hebben uitstel tot eind 2019. Daarbij hebben veel bedrijven meerdere inrichtingen en zo komt het dat het aantal inrichtingen dat zich op 1 juli nog niet hoefde te melden vele malen hoger ligt dan deze 6 duizend bedrijven. Het aantal meldingen op 1 juli 2019 ligt nog niet op het niveau dat uiteindelijk wordt beoogd. In de Nota van Toelichting bij de wijziging van het Activiteitenbesluit is de verwachting uitgesproken dat 80% van de bedrijven aan de informatieplicht zou voldoen door middel van het treffen van de erkende maatregelen. Onzeker is in welk tempo het aantal meldingen na 1 juli 2019 nog zal toenemen.

De bedrijven en instellingen die zich wel gemeld hebben, geven in veel gevallen aan dat een deel van de maatregelen niet is genomen of voor hen niet van toepassing is. Tijdens de voorbereiding van de invoering van de informatieplicht werd verwacht dat de meeste bedrijven eerst maatregelen zouden nemen en dan zouden melden dat ze voldoen aan de Wet milieubeheer. Gezien de korte termijn waarop de meldingen moesten plaatsvinden, was dat waarschijnlijk minder goed mogelijk. Het feit dat veel bedrijven aangeven dat maatregelen niet van toepassing

zijn, benadrukt dat er nog onzekerheid rond het besparingspotentieel bestaat. Het is nu nog onbekend in welk deel van de bedrijven en instellingen de erkende maatregelen daadwerkelijk toepasbaar zijn.

Omgevingsdiensten hebben in het afgelopen jaar gewacht op de informatie uit het e-loket. Omdat nog niet alle inrichtingen zich gemeld hebben en de melders niet alle erkende maatregelen hebben genomen, is er nog veel handhaving door bevoegd gezag nodig. Het is onzeker of daarvoor voldoende capaciteit beschikbaar is. Daardoor is het nu nog steeds onzeker welk deel van de bedrijven en instellingen in 2020 aan de energiebesparingsverplichting voldoet. Wel maakt de informatie uit het e-loket het mogelijk om in de handhaving de prioriteit te leggen bij grootverbruikers en daarmee te sturen op een zo groot mogelijk besparingseffect.

De verwachte besparing in 2020 van de handhaving van de Wet milieubeheer is in deze KEV 2019 lager ingeschat dan in de KTR. Dit wordt verklaard door het lagere aantal meldingen in juli 2019 dan uiteindelijk werd beoogd, het lagere aantal meldingen waarin de erkende maatregelen niet zijn genomen en de onzekerheid rond de toepasbaarheid van maatregelen, en de handhavingcapaciteit bij het bevoegd gezag. De verwachte besparing is gebaseerd op de veronderstelling dat niet de beoogde 60 tot 80 procent uit de KTR, maar 30 tot 60 procent van het besparingspotentieel wordt gerealiseerd in 2020. In de ramingen wordt verondersteld dat richting 2030 uiteindelijk alle bedrijven en instellingen wel voldoen aan de energiebesparingseisen in de Wet milieubeheer, en het volledige besparingspotentieel wordt gerealiseerd.

Het besparingspotentieel is groter dan verondersteld in de KTR. De reikwijdte van enkele erkende maatregellijsten is uitgebreid naar subbranches

of andere gebouwtypen. En er is nu ook een maatregelenlijst voor bedrijfshallen, een gebouwtype dat een derde van het vloeroppervlak in de dienstensector beslaat. Daarnaast zijn er besparingsmaatregelen aan de geactualiseerde, erkende maatregelenlijsten toegevoegd, zoals LED verlichting. Het besparingseffect van handhaving van de Wet milieubeheer is 7 petajoule in 2020, met een bandbreedte van 4 tot 15 petajoule. De bandbreedte wordt bepaald door het tempo waarin maatregelen worden gerealiseerd en welk deel van het besparingspotentieel daadwerkelijk in de praktijk toepasbaar zal zijn (zoals bijvoorbeeld bij spouwmuurisolatie).

Ecodesign eisen

De energie-efficiency eisen uit de Ecodesign richtlijn hebben effect op het energieverbruik van ICT, productkoeling in winkels, cv-pompen en ventilatoren. Daarnaast wordt door Ecodesign eisen de toepassing van vr-ketels en vr-boilers en conventionele tl-verlichting uitgefaseerd. In de raming van voorgenomen beleid is verondersteld dat vanaf 2024 alleen nog led-verlichting mag worden geïnstalleerd in de dienstensector vanwege aangescherpte Ecodesign eisen. Er zijn geen wijzigingen ten opzichte van de NEV 2017.

Sectorale routekaarten voor maatschappelijk vastgoed

In het Energieakkoord is afgesproken 2,5 petajoule extra energie te besparen in het maatschappelijk vastgoed. Aan de Klimaattafel is afgesproken dat er sectorale routekaarten komen, en is besloten geen nieuw convenant af te sluiten, maar de 2,5 petajoule als eis op te nemen in de routekaarten voor het maatschappelijk vastgoed. Op 1 mei 2019 lagen er 8 concept routekaarten voor vastgoed van gemeenten, provincies en Rijk, universiteiten, lagere en middelbare scholen, instellingen voor

langdurige zorg, ziekenhuizen en sportaccommodaties. Slechts in sommige routekaarten is benoemd welke activiteiten sectoren zelf ondernemen om een bijdrage te leveren aan de 2,5 petajoule besparing in 2020. De besparing wordt gerealiseerd door te voldoen aan de Wet milieubeheer en overlapt daarom volledig met de inschatting van het effect van de informatieplicht en de update van de EML. Er is ook nog geen aanvullend besparingseffect verondersteld voor maatschappelijk vastgoed door de routekaarten richting 2030 omdat de routekaarten een conceptuele status hebben en financiële budgetten als knelpunt worden genoemd. Naast de Wet milieubeheer wordt qua maatregelen ook gedacht aan de inkoop van groene stroom en groen gas. Het is onzeker of dat leidt tot CO₂-reductie, omdat de aankoop van groencertificaten niet bepalend is voor de groei van hernieuwbare energie in een door de SDE+ regeling en wind op zee tenders gedreven markt voor hernieuwbare energie.

Naast de routekaarten zijn er diverse andere activiteiten ondernomen om invulling te geven aan de 2,5 petajoule extra energiebesparing in 2020 in het maatschappelijk vastgoed:

- het tweejarige voorlichting- en ondersteuningsprogramma “Scholen besparen energie”
- financiële ondersteuning van de “Schooldakrevolutie”
- de mogelijkheid van een energiebespaarlening voor scholen bij het Nationaal Energie bespaar Fonds
- eerder genoemde subsidieregelingen voor sportaccommodaties
- extra ondersteuning van gemeenten bij verduurzaming gemeentelijk vastgoed
- de oprichting van een Kennis- en Innovatieplatform Energietransitie Maatschappelijk vastgoed.

In de KEV 2019 is voor deze activiteiten geen aanvullende besparing verondersteld. De subsidieregelingen voor sportaccommodaties zijn al in de ramingen opgenomen. Programma's gericht op scholen en gemeentelijk vastgoed overlappen qua energiebesparing met de invoering van de informatieplicht, de update van de erkende maatregelen lijsten, en qua groei van zonnepanelen met de ramingen voor hernieuwbaar vanuit de SDE+ en salderingsregeling.

Aardgasvrije nieuwbouw

De afschaffing van de aansluitplicht voor aardgas bij nieuwbouw voor kleinverbruikers heeft weinig effect in de dienstensector. Het aandeel kleinverbruikers is beperkt en bij een aantal bouwtypen worden in de nieuwbouw al warmtepompen toegepast. De BENG-eisen leiden naar verwachting wel tot meer warmtepompen. Of deze dan volledig elektrisch dan wel hybride zullen zijn is onzeker. De BENG-eisen leveren 1,0 petajoule extra hernieuwbare energie.

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

De geraamde broeikasgasemissie van de dienstensector in 2020 is in de KEV 2019 gelijk aan de NEV 2017. De KTR van begin 2019 week voor de dienstensector ook nauwelijks af van de NEV 2017.

In 2030 is de raming in de KEV 2019 wel 0,6 megaton CO₂ lager dan in de NEV 2017. Dit betreft alleen directe broeikasgasemissies door brandstofverbruik in de dienstensector, voornamelijk aardgasverbruik. De indirecte broeikasgas emissies van elektriciteitsverbruik in de dienstensector worden meegenomen bij de elektriciteitsproductie.

Tabel 5.5

Vergelijking emissies en energie dienstensector tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid

Jaar	Finaal verbruik aardgas (petajoule)		Finaal elektrisch verbruik (petajoule)		Broeikasgasemissie (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV 2019	NEV 2017	KEV 2019	NEV 2017	KEV 2019	NEV 2017
2020	117	116	121	115	6,9	6,9
2030	82	90	118	113	4,9	5,5

Deze lagere verwachte emissies zijn het gevolg van een lagere inschatting van het gasverbruik in deze KEV 2019 van bijna 8 petajoule vergeleken met de NEV 2017. Er is in deze KEV 2019 meer aardgasbesparing geraamd als gevolg van de Wet milieubeheer en door de nieuwe BENG-eisen. Het elektriciteitsverbruik in de ramingen in de KEV 2019 ligt iets hoger dan in de KTR en de NEV 2017 vanwege kalibratie op recente statistiek, waardoor een iets hoger elektriciteitsverbruik per vierkante meter is verondersteld.

5.4 Landbouw

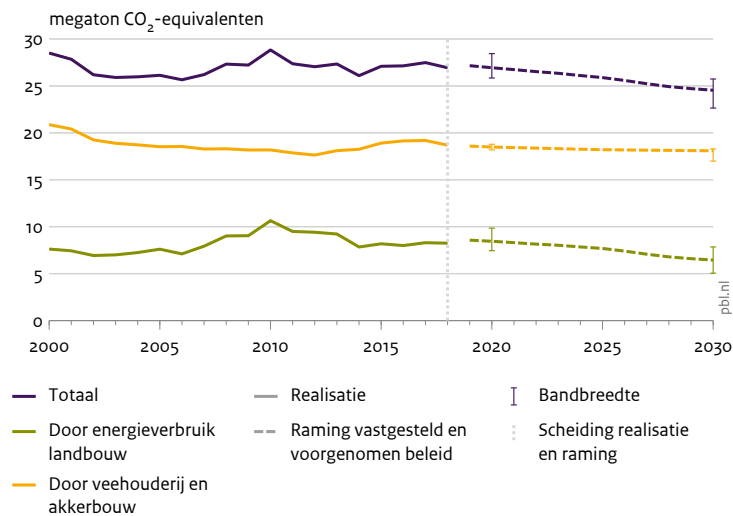
In de landbouw leiden de verschillende, specifieke activiteiten ieder tot de uitstoot van specifieke broeikasgassen. Zo leidt het energieverbruik in de landbouw voornamelijk tot CO₂-emissie. Het energieverbruik in de landbouw vindt vooral plaats in de glastuinbouw. De emissies uit energieverbruik worden in subparagraaf 5.4.1 behandeld. In de veehouderij en akkerbouw is vooral sprake van procesemissies, van voornamelijk methaan en lachgas. Deze procesemissies worden in subparagraaf 5.4.2 behandeld. De emissies van mobiele werktuigen in de landbouw zijn meegenomen bij mobiliteit (Paragraaf 5.6).

De totale broeikasgasemissies van de landbouw, en de bijdragen daaraan vanuit het energieverbruik in de landbouw en de procesemissies uit de veehouderij en akkerbouw, zijn weergegeven in figuur 5.17. In 2018 bedroegen de totale broeikasgasemissies van de landbouw 26,9 megaton CO₂-equivalenten, waarvan 8,2 megaton CO₂-equivalenten uit energieverbruik, en 18,7 megaton CO₂-equivalenten uit overige processen. De procesemissies uit de veehouderij en akkerbouw leveren met ongeveer 70 procent de grootste bijdrage aan de totale broeikasuitstoot van de landbouw. De totale uitstoot van broeikasgassen door de sector landbouw daalt tussen 1990 en 2030 naar verwachting met 25 procent naar 24,5 [22,6-25,7] megaton CO₂-equivalenten (getallenbijlage).

5.4.1 Landbouw – Energie

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie door energiegebruik in de landbouw in de realisaties tot 2018, en de ramingen tot en met 2030. Deze emissies omvatten naast de emissies uit de (glas)tuinbouw ook de emissies uit het energieverbruik in de andere

Figuur 5.17
Emissie broeikasgassen door landbouw



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: Realisaties 2000-2018 zijn niet gecorrigeerd voor temperatuur.

subsectoren van de landbouw. De ontwikkelingen in het verbruik van fossiele brandstoffen in de landbouw worden ook in deze paragraaf toegelicht. Een overzicht van de broeikasgasemissies, het areaal aan glastuinbouw, en het energieverbruik door de landbouw is opgenomen in de getallenbijlage.

Broeikasgasemissies

Uitstoot door energieverbruik door aardgas-WKK

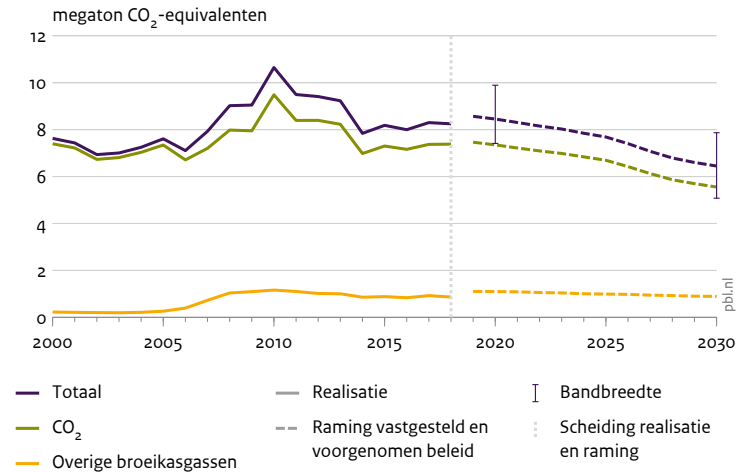
Tussen de jaren 2000 en 2018 nemen de broeikasgasemissies uit energieverbruik licht toe, van 7,6 naar 8,2 megaton CO₂-equivalenten (figuur 5.18 en 5.19). Deze toename is het gevolg van een toename van CO₂-emissies door de inzet van aardgas-warmtekrachtkoppeling (WKK) voor de opwekking van warmte en elektriciteit, voornamelijk in de glastuinbouw. In 2010 bereikte de inzet van WKK zijn hoogtepunt, en dus ook de emissies uit energie: 10,6 megaton CO₂-equivalenten. Deze aardgas-WKK installaties, alsmede de biogas-WKK installaties, stoten meer methaan uit dan gasketels door methaanslip (niet verbrand aardgas): de methaanemissies namen toe van 0,2 megaton CO₂-equivalenten in 2000, tot 0,9 megaton CO₂-equivalenten in 2018. De CO₂-emissies uit energieverbruik in de veehouderij en akkerbouw bedroegen ongeveer 0,5 megaton CO₂-equivalenten in 2010 en daalde tot 0,4 megaton CO₂-equivalenten in 2018. De daling wordt verklaard door energiebesparing en toename hernieuwbaar energieverbruik.

De broeikasgasemissies door het energieverbruik in de landbouw namen tussen 2000 en 2018 eerst toe, en daarna weer iets af (figuur 5.18). Dit komt doordat tussen 2005 en 2010 de capaciteit en inzet van WKK eerst is toegenomen, van ruim 1.200 tot ruim 3.000 megawatt¹⁶. De laatste paar jaren, met name 2012-2016, werden echter gekenmerkt door een steeds minder gunstig wordende situatie voor gasmotor-WKK. De zogenaamde spark spread, het verschil tussen de verkoopprijs van elektriciteit en de inkoopprijs van gas, werd in die periode steeds ongunstiger. Hierdoor werd WKK steeds minder ingezet. Dit gold in het bijzonder voor WKK installaties die voornamelijk voor netlevering van

¹⁶ Opgesteld vermogen is uitgedrukt in megawatt elektrisch

Figuur 5.18

Emissie broeikasgassen door energieverbruik landbouw



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

NB: Emissierealisaties 2000-2018 zijn niet gecorrigeerd voor temperatuur.

elektriciteit produceerden. WKK installaties die voornamelijk voor eigen benutting van stroom (voor belichting) en warmte produceerden konden zich beter handhaven. Vandaar dat de laatste jaren de broeikasgasemissies uit (bio)gas-WKK weer iets is teruggelopen. Naast de terugloop van gasmotor-WKK wordt er sinds 2006 meer biomassa ingezet in ketels en biogas in WKK, wat ook bijdraagt tot emissiedaling. Verder zijn er sinds 2010 geothermieprojecten gerealiseerd in de glastuinbouw.

Uitstoot blijft stabiel tot 2020

Uit voorlopige statistieken volgt dat 2018 een wat gunstiger jaar was voor aardgas-WKK, als gevolg van een betere verhouding tussen aardgas- en elektriciteitsprijzen. De gunstige prijssituatie uit 2018 blijft naar verwachting voor aardgas-WKK aanhouden tot 2020, waardoor de broeikasgasemissies uit energieverbruik iets toenemen tot 8,5 megaton CO₂-equivalenten in 2020.

Daling emissies 2020-2030 door toename hernieuwbare energie

De verwachting is dat tussen 2020 en 2030 de broeikasgasemissies van energieverbruik in de landbouw afnemen van 8,5 naar 6,4 megaton CO₂-equivalenten (figuur 5.18). Met name de CO₂-emissies dalen met 1,8 megaton, dit vanwege een afname van de inzet van fossiele energiedragers in gasketels en gas-WKK. Deze fossiele inzet wordt vervangen door een grotere inzet van hernieuwbare energie onder de invloed van de SDE+ (biomassaketels en geothermie), een iets grotere externe warmtelevering aan kassen door de verdere uitrol van (rest) warmtenetten in met name het Westland, en door reductie van de warmtevraag door (beperkte) nieuwbouw en de installatie van extra energieschermen. In de genoemde energie-ontwikkelingen is al verwerkt dat door een trend naar verdere intensivering van de teelten (meer product per vierkante meter, en langere teeltseizoenen), de vraag naar warmte en elektriciteit zal toenemen. Verder speelt dat de vraag naar externe CO₂ voor plantbesteding in de glastuinbouw zal toenemen door de verduurzaming van de warmte-opwekking met CO₂-vrije bronnen. Door de lagere inzet van (bio)gas-WKK richting 2030 nemen ook de methaanemissies af, en wel met 0,2 megaton CO₂-equivalenten.

CO₂-sectordoel glastuinbouw voor 2020 wordt niet gehaald

De glastuinbouw heeft een eigen CO₂-sectordoelstelling, vastgelegd in het Convenant Glastuinbouw 2013-2020. Het doel voor 2020, bijgesteld in 2017, bedraagt 4,6 megaton CO₂-equivalenten. Bij overschrijden van dat doel worden de kosten voor de aankoop van emissierechten om het doel te halen verdeeld over alle tuinbouwbedrijven. De verwachting is dat, mede door de inzet van aardgas-WKK, de CO₂-emissies voor alleen de glastuinbouw in 2020 6,9 megaton CO₂-equivalenten zullen bedragen.

Bijdrage aan ETS-emissies door energiegebruik in de landbouw

De ETS emissies van de landbouw zijn beperkt, slechts enkele grote glastuinbouwbedrijven vallen momenteel nog onder het ETS. Er zijn plannen (in het Klimaatakkoord) om alle glastuinbouwbedrijven uit het ETS te halen, en onder het sectorsysteem te plaatsen. Ook worden enkel de CO₂-emissies meegenomen in de ETS emissies, niet de methaanslip van de (bio)gasmotoren.

Energie

Een van de belangrijkste factoren voor het energieverbruik in de landbouw is de areaalontwikkeling van de glastuinbouw. Tussen 2000 en 2018 is dit areaal met 1.530 hectare (14,5 procent) afgenomen. Tussen 2017 en 2018 daalde het glasareaal nog eens met 80 hectare, dit ondanks recente berichten dat de (ver)nieuwbouw van kassen (na een aantal jaren van stagnatie) weer wat aantrekt. De verdeling over de teelten laat zien dat met name voor groenten de kasoppervlakte licht toeneemt, terwijl voor (snij)bloemen het areaal krimpt. Voor vaste planten blijft het areaal vrijwel constant. De reeds ingezette trend naar opschaling van bedrijfs-grootte houdt aan, in 2018 is de gemiddelde bedrijfsgrootte bijna 3 hectare per bedrijf. In 2000 was dit minder dan 1 hectare per bedrijf. De reductie

in energieverbruik door deze areaaldaling wordt deels gecompenseerd doordat telers intensiever gaan kweken en belichten (meer product per oppervlakte), ook gedurende een langer teeltseizoen.

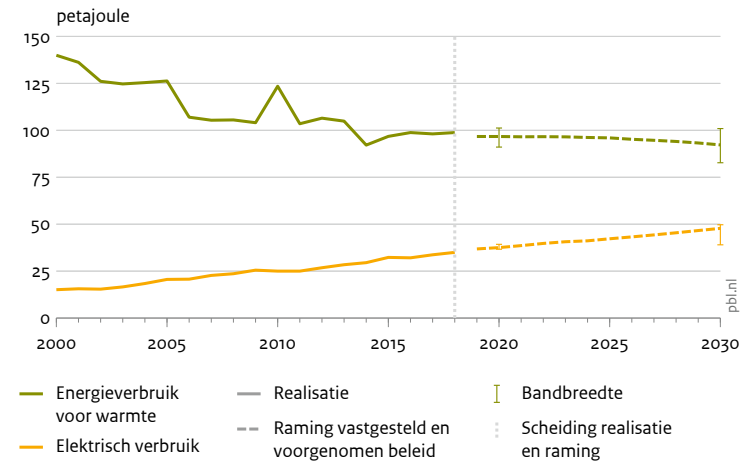
Na enkele moeilijke jaren voor de WKK, ziet de spark spread er voor nu en de komende jaren (tot 2025) gunstig uit. Zelfs nieuwe (her)investeringen in aardgas-WKK zijn volgens de huidige verwachtingen economisch gunstig. Dit vertaalt zich voor 2018 niet meteen in een vermogenstoename, maar wel in een toename van het aantal vollastdraaiuren van de geïnstalleerde WKK.

Verder groeit de bijdrage van geothermie als warmtebron voor kassen. In 2018 zijn er 17 producerende projecten, goed voor een productie van 3,7 petajoule aan warmte. Ook de inzet van biomassa, voornamelijk in ketels, maar ook in enkele WKK installaties, neemt toe. Dit is te danken aan de SDE+-regeling, waarvan tuinders gebruik maken om hun warmteaanbod te verduurzamen, door te investeren in geothermie-installaties. Daarentegen loopt de inzet van biogas uit (mest)vergisting terug: waar in het piekjaar 2010 nog 6 petajoule biogas werd ingezet, was dit in 2018 nog 5 petajoule. Na een dalende trend tot 2014, neemt de externe warmtelevering weer iets toe: van 15 petajoule in 2000, naar 3 petajoule in 2014, en 4 petajoule in 2018 (voornamelijk aan de glastuinbouw).

Het energieverbruik (met CO₂-emissies) door veeteelt en akkerbouw (exclusief mobiele werktuigen) – voor verwarming van stallen en voor warm water – is beperkt, en wordt in 2018 geschat op 7,8 petajoule. Deze warmtevraag blijft vrij constant in de tijd. Het elektriciteitsverbruik voor koeling, pompen en ventilatoren in veeteelt en akkerbouw wordt geschat op 9,5 petajoule in 2018.

Figuur 5.19

Finaal energieverbruik voor warmte en elektriciteit in landbouw



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

NB: Realisaties 2000-2018 zijn niet gecorrigeerd voor temperatuur.

De areaalontwikkeling tot 2030 is onzeker, de financiële draagkracht om te investeren in nieuwe kassen of om uit te breiden wordt bepaald door de marktprijzen voor producten. Aangezien de Nederlandse glastuinbouw een exportgerichte sector is, spelen internationale marktontwikkelingen, en de plant- en productgezondheid, een grote rol. Kleine en/of tijdelijke verstoringen kunnen een grote impact hebben op het voortbestaan en de financiële draagkracht van bedrijven. Omdat dergelijke effecten niet zijn te voorspellen, wordt hier voorzichtigheidshalve aangenomen dat

zonder nader areaalgericht beleid, het areaal tot en met 2030 op het niveau van 2018 blijft (8.915 hectare). Deze aanname valt net binnen de bandbreedte die het Wageningen Economic Research (WEcR)(2018) aangeeft in prognoses voor 2030 (6.945–9.055 hectare).

Omdat de SDE+ in deze KEV volledig beschikbaar blijft voor subsidiering van duurzame warmte, stroom en groen gas (Paragraaf 4.6), kunnen geothermie en biomassa-inzet zich naar verwachting verder ontwikkelen, ook in de land- en tuinbouw. In 2030 dragen geothermie met 14,9 petajoule en biomassa-inzet met 14,3 petajoule bij aan het finaal verbruik voor warmte. In 2018 was de bijdrage van elk nog ongeveer 4 petajoule. De inzet van biogas uit (mest)vergisting neemt, ondanks de beschikking over SDE+-middelen, af van 5 petajoule in 2018 naar 1,5 petajoule in 2030.

De gunstige vooruitzichten voor aardgas-WKK sinds 2017-2018 vertalen zich in het behoud van, en vervanging van een substantieel aandeel van het huidige vermogen. In 2030 wordt verwacht dat er nog ruim 2.400 megawatt aan capaciteit staat, vergeleken met ruim 2.600 megawatt capaciteit in 2020. Aardgas-WKKs, zowel die elektriciteit produceren voor het net als voor eigen benutting, profiteren van de gunstige spark spread, en zorgen voor het merendeel van het finaal energieverbruik (79 petajoule) in 2030. Aardgasverbruik in warmteketels valt terug naar 19 petajoule in 2030 door de opkomst van duurzaam en het behoud van WKK.

Externe warmtelevering neemt naar verwachting toe door de uitbreiding van bestaande warmtenetten (Westland, Zuid-Holland) en de aanleg van nieuwe netten naar kasgebieden (Noord-Holland): van 3,7 petajoule in 2019 tot 5,5 petajoule in 2030.

De elektriciteitsvraag in de glastuinbouw blijft toenemen door een verdergaande intensivering van belichte teelten, en een groeiende elektrificatie van de warmtevoorziening (o.a. bijkomende stroomvraag voor geothermie en warmtepompen). De doorbraak van LED-verlichting laat wat op zich wachten doordat er nog onderzoek nodig is naar de effecten en mogelijkheden van LED voor belichting in de glastuinbouw. Pas na 2025 verwachten we een groeiende uitrol van LED in kassen.

De warmtevoorziening voor veeteelt en akkerbouw schakelt naar 2030 toe deels over op biomassa en andere duurzame bronnen, ten koste van aardgas en lpg. Het elektriciteitsverbruik neemt iets af door een krimp van landbouwgrond en de veestapel, en door besparingen.

In de glastuinbouw draagt ook het kennis- en innovatieprogramma Kas als Energiebron (KaE) bij aan zowel het verduurzamen van de warmtevraag in de kassen, als aan de vermindering van de warmtevraag. Belangrijke instrumenten voor dit laatste binnen het programma zijn 'Het Nieuwe Telen' (HNT), en de specifieke subsidieregeling voor 'Energiebesparing in de Glastuinbouw' (EG). Met dit laatste wil de overheid de sector stimuleren om de warmtevraag in kassen te reduceren, door te investeren in energiebesparende technieken. HNT is een combinatie van het aanleren van nieuwe teeltwijzen, en de verspreiding van kennis die toelaat de productie te optimaliseren. Zo kan het specifieke energieverbruik worden verlaagd. Binnen KaE vallen ook de garantieregeling RNES voor geothermie en de innovatiesubsidieregeling MEI.

Minder besparing door Regeling Energie-efficiëntie

Onder de intensivering (extra subsidies) van de regeling Energie-efficiëntie en hernieuwbare energie (EHG) worden onder meer extra energieschermen gesubsidieerd. Deze intensivering levert volgens de

actuele verwachtingen in 2020 circa 1,1 petajoule besparing op. Dit is circa 0,2 petajoule minder dan in de KTR werd verwacht voor 2020 (PBL, 2019). De verklaring hiervoor is dat het areaal glastuinbouw dat met de intensivering extra bespaart in 2018 minder groot was dan verwacht: geen 150 hectare, maar 125 hectare per jaar. Tot en met 2020 is verondersteld dat de besparing voor dit kleinere areaal zich per jaar doorzet.

Uitbreiding OCAP vertraagd

OCAP (Organische koolstofdioxide voor assimilatie door planten) is de naam van een bedrijf die CO₂ levert aan tuinders via een pijpleiding uit Rotterdam. De uitbreiding van de CO₂-levering door OCAP levert volgens de actuele verwachtingen in 2020 circa 1,3 petajoule besparing op. Dit is ongeveer 0,9 petajoule minder dan in de KTR werd verwacht voor 2020 (PBL, 2019). Dit komt doordat de uitbreiding van de CO₂-levering door OCAP vertraging oploopt en in 2020 uitkomt op 0,05 megaton. In de KTR werd nog verwacht dat OCAP 0,15 megaton extra zou kunnen gaan leveren.

Tabel 5.6

Vergelijking emissies en energie voor landbouw-energieverbruik tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid

Jaar	Finaal verbruik aardgas (petajoule)		Finaal elektrisch verbruik (petajoule)		BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	128,5	114,3	37,5	33,3	8,5	7,2
2030	98,3	82,3	47,8	33,7	6,4	4,9

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

De KEV 2019 raamt zowel voor 2020 als 2030 een hoger energieverbruik, en hogere bijhorende emissies in de landbouw, dan de NEV 2017. Dit is voor beide zichtjaren het saldo van drie verschillen. Ten eerste is dat de areaalontwikkeling: waar die voor de NEV 2017 (op basis van berichten uit de markt over een aantrekkende nieuwbouw) nog werd geschat op 9.390 hectare in 2030, bedraagt die in deze KEV (na bijstelling op basis van nieuwe statistiek en vooruitzichten) 8.915 hectare in 2030. Deze lagere areaalinschatting was ook al meegenomen in de KTR voor 2020 (PBL, 2019). Een tweede belangrijke parameter is de inzet van aardgas-WKK. Ten tijde van de NEV 2017 waren de vooruitzichten voor de spark spread, de belangrijkste drijfveer voor inzet van aardgas-WKK, veel ongunstiger dan nu. Dit betekende dat in de NEV 2017, het geraamde geïnstalleerde WKK-vermogen in 2030 slechts 1.080 megawatt bedroeg, ruim de helft minder dan in de KEV 2019. De aardgasinzet in warmteketels (met een hoger warmterendement) in 2030 was in de NEV 2017 vervolgens veel hoger (48 petajoule, tegenover 19 petajoule in de KEV 2019).

Ten derde raamt de KEV 2019 ook een hoger elektriciteitsverbruik richting 2030 in vergelijking met de NEV 2017. Op basis van nieuwe inzichten verwachten we in de KEV 2019 dat de toename van de vraag naar elektriciteit niet zo snel gecompenseerd gaat worden door besparing door bijvoorbeeld de inzet van LED-verlichting. De NEV 2017 veronderstelde nog een relatief snelle besparing door onder andere LED-verlichting.

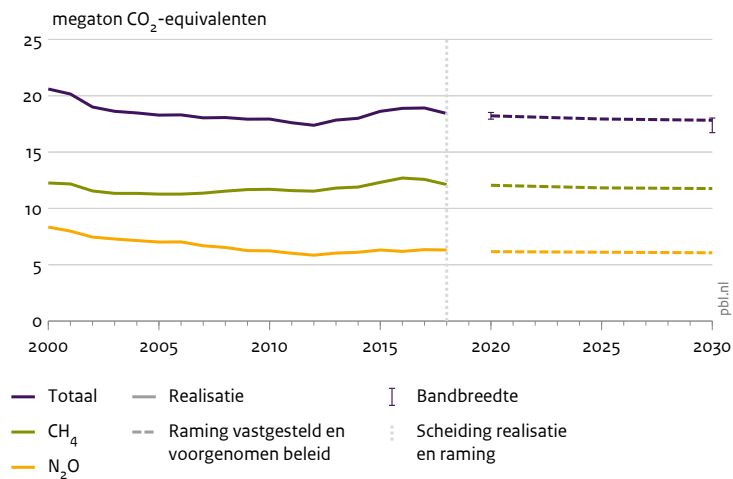
5.4.2 Landbouw – Veehouderij en akkerbouw

Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de emissie van de overige broeikasgassen (OBKG) – methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) – door de veehouderij en de akkerbouw, in de realisaties en de ramingen tot en met 2030. Ook worden de ontwikkelingen in de veestapel, mestgebruik en kunstmestgebruik in deze paragraaf toegelicht. Een overzicht van de broeikasgasemissies, aantallen dieren en (kunst)mestgebruik door de veehouderij en akkerbouw is opgenomen in de getallenbijlage. Details over de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen zijn uitgewerkt in de achtergrondrapportage hierover (Velthof et al, 2019).

De emissie van methaan en lachgas door de veehouderij en de akkerbouw vindt in hoofdzaak plaats vanuit drie bronnen: methaanemissie door fermentatie van voer in maag en darmen van vee, methaanemissie door mestmanagement (mestopslag, en mestbewerking en verwerking), en lachgasemissies als gevolg van de toevoer van stikstof naar de bodem (door gebruik van dierlijke mest en kunstmest, en beweiding).

Figuur 5.20

Emissie overige broeikasgassen door veehouderij en akkerbouw



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

Broeikasgasemissies

Emissie veehouderij en akkerbouw daalt tussen 2000 en 2017 door minder bemesting

Tussen 2000 en 2017 daalde de totale emissie van methaan en lachgas vanuit de veehouderij en akkerbouw van circa 20,6 naar 18,9 megaton CO₂-equivalenten (zie figuur 5.20). Deze daling van 1,7 megaton CO₂-equivalenten is het saldo van twee ontwikkelingen. Zo daalden enerzijds de lachgasemissie met 2 megaton CO₂-equivalenten door een daling van de totale bemesting van landbouwgrond. Anderzijds steeg de

methaanemissie netto met ongeveer 0,3 megaton CO₂-equivalenten. Dit kan worden verklaard door een toename van de methaanemissie door melkvee (met 1,5 megaton CO₂-equivalenten), en een daling van de methaanemissies (met 1,2 megaton CO₂-equivalenten) door andere diercategorieën. Daarbij is de daling bij varkens – als gevolg van een afname van de varkensstapel – het grootst (0,9 megaton CO₂-equivalenten). De stijging bij melkvee komt vooral door een toename van het aantal melkkoeien, in combinatie met een toename van de melkproductie per koe.

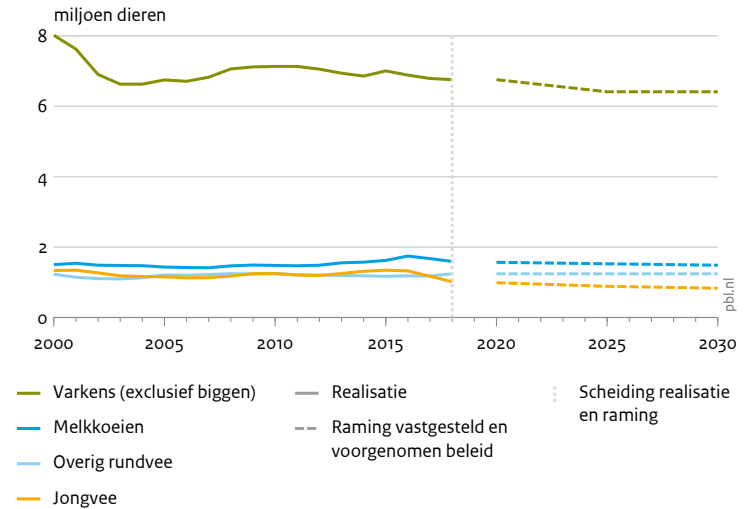
Emissie daalt met 0,7 megaton tussen 2017 en 2020 door krimp melkveestapel

De OBKG-emissie door de landbouw daalt tussen 2017 en 2020 naar verwachting van circa 18,9 naar 18,2 (17,9–18,5) megaton CO₂-equivalenten. De methaanemissie daalt in deze periode met ongeveer 0,5 megaton CO₂-equivalenten, de lachgasemissie met 0,2 megaton CO₂-equivalenten. De daling van de methaanemissie is het gevolg van krimp van de melkveestapel: in 2020 ligt het aantal melkkoeien en jongvee respectievelijk 6 en 16 procent lager dan in 2017 (figuur 5.21). Er is verondersteld dat melkveehouders minder jongvee zullen aanhouden, en dat het aantal jongvee per melkkoe tussen 2017 en 2020 daalt van 0,70 naar 0,63. De daling van 0,5 megaton CO₂-equivalenten methaan – als gevolg van de krimp van de melkveestapel – heeft op basis van een voorlopige schatting vrijwel volledig tussen 2017 en 2018 plaatsgevonden. Dit was het gevolg van het fosfaatreductieplan 2017, en de invoering van het fosfaatrechtenstelsel voor melkvee vanaf 2018.

De daling van 0,2 megaton CO₂-equivalenten lachgasemissie tussen 2017 en 2020, is het gevolg van een lagere stikstoftoevoer naar de bodem via dierlijke mest. Dit vindt vooral plaats bij beweiding door jongvee. De belangrijkste oorzaak is het veronderstelde, lagere stikstofgehalte

Figuur 5.21

Veestapel met grootste bijdrage aan emissie overige broeikasgassen



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

van het rantsoen, en de daling in het aantal jongvee in 2020 in vergelijking met 2017. Voor alle rantsoencomponenten is voor 2020 het gemiddelde stikstofgehalte van de afgelopen 5 jaar gebruikt (exclusief de hoogste en laagste waarde).

Emissiedaling door minder jongvee en varkens in 2020-2030

De OBKG-emissie uit de landbouw daalt tussen 2020 en 2030 verder met 0,4 megaton CO₂-equivalenten naar een niveau van 17,8 (16,7-18,0)

megaton CO₂-equivalenten. De methaanemissie daalt in die periode met circa 0,3 megaton CO₂-equivalenten, en de lachgasemissie met circa 0,1 megaton CO₂-equivalenten. De daling van de methaanemissie komt vooral door een veronderstelde afname van het aantal stuks jongvee (met nog eens 16 procent), door verdere verlaging van het aandeel jongvee per melkkoe van 0,63 in 2020, naar 0,56 in 2030. Daarbij komt nog een daling van het aantal varkens met 5 procent als gevolg van de afspraken uit het Regeerakkoord 2017 (over een warme sanering van de varkenshouderij).

Het aantal melkkoeien daalt ook met 5 procent tot 2030, maar dit leidt desondanks niet tot een daling van de methaanemissie. De reden hiervoor is dat de melkproductie per koe met 1,25 procent per jaar toeneemt tot 2030, evenals de daaraan gekoppelde extra voeropname. Hoewel de voeropname per koe minder snel stijgt dan de melkproductie per koe, leidt dit per saldo tot een hogere methaanemissie per koe.

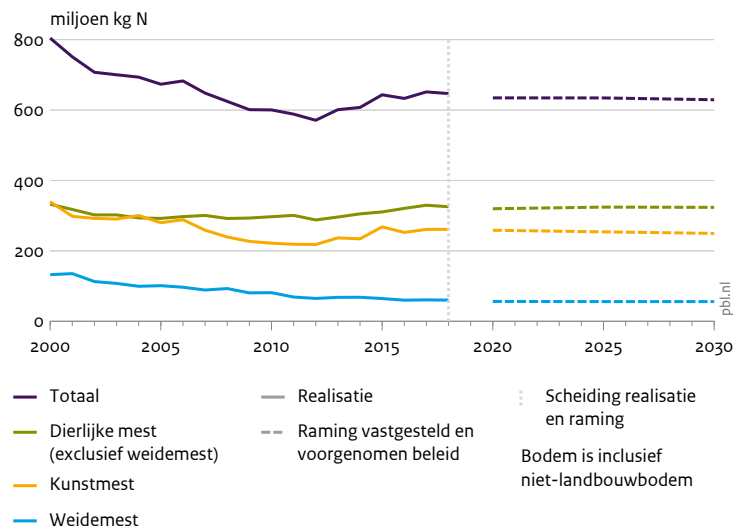
Veestapel, (kunst)mestgebruik en mestvergisting

Fosfaatplafond voor dierlijke mest in 2017 en 2018 niet meer overschreden

De belangrijkste nieuwe ontwikkeling in de afgelopen jaren is de verandering in de omvang van de melkveestapel. Deze groeide sterk vanaf 2015 na afschaffing van het melkquotum, met als gevolg overschrijding van de mestproductieplafonds in 2015 en 2016. Hierdoor werd niet meer voldaan aan de voorwaarden om voor de bemesting met dierlijke mest te mogen afwijken van de in de EU algemeen geldende bemestingsnorm van maximaal 170 kg stikstof per hectare, de zogenoemde derogatie. Om te voorkomen dat Nederland na 2017 de derogatie zou verliezen is in 2017 een maatregelenpakket fosfaatreductie in het leven geroepen, en zijn vanaf 2018 fosfaatrechten ingevoerd.

Figuur 5.22

Stikstoftoevoer naar bodem via bemesting en beweiding



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

Het maatregelenpakket fosfaatreductie 2017 bestond uit drie maatregelen. Allereerst de Regeling fosfaatreductieplan 2017, die melkveebedrijven verplichtte het aantal vrouwelijke runderen te reduceren tot het op 2 juli 2015 geregistreerde aantal runderen, minus 4 procent. Daarnaast was er de Subsidierегeling beëindiging melkveehouderij. Een derde maatregel was het Voerspoor melkveehouderij, waarbij door de veevoerindustrie het fosfaatgehalte van mengvoer (krachtvoer) is verlaagd.

Met deze drie maatregelen kwam de mestproductie in 2017 circa 2 procent onder het fosfaatplafond te liggen. De invoering van fosfaatrechten in 2018 heeft geleid tot een verdere daling van de fosfaatproductie tot ongeveer 6 procent onder het fosfaatplafond.

Geen overschrijding stikstofplafond voor dierlijke mest meer in 2018

Ondanks de tussen 2016 en 2017 ingezette daling van de melkveestapel (4 procent minder melkkoeien, 11 procent minder jongvee), werd in 2017 het stikstofplafond voor dierlijke mest nog overschreden met 2 procent. Dit werd onder andere veroorzaakt door een relatief hoog gehalte aan stikstof in het ruwvoer. De relatief lage snijmaisopbrengst in 2017 – als gevolg van slechte weersomstandigheden – leidde ertoe dat het snijmais door andere voedermiddelen met een relatief hoger stikstofgehalte werd vervangen. Door de verdere krimp van de melkveestapel tussen 2017 en 2018 (5 procent melkkoeien en 13 procent jongvee) is de overschrijding van het stikstofplafond op basis van een voorlopige schatting inmiddels teniet gedaan.

Lichte daling tot 2030 van stikstoftoevoer naar landbouwbodems

Tussen 2000 en 2017 is de totale toevoer van stikstof naar de bodem via bemesting en beweiding afgenomen met 150 miljoen kilo stikstof (van circa 800 naar 650 miljoen kilo stikstof), zie figuur 5.22. De daling vond in ongeveer gelijke mate plaats bij beweiding en kunstmestgebruik, terwijl bij het gebruik van dierlijke mest de emissie nauwelijks veranderde. Tussen 2017 en 2030 neemt de stikstofbemesting naar verwachting verder af (door afname van het landbouwareaal) tot circa 630 miljoen kilo stikstof.

Beperkte bijdrage mestvergisting aan daling methaanemissie

Sinds 2006 neemt mestvergisting – in de vorm van co-vergisting – tot 2014 langzaam toe, om vervolgens te stabiliseren. De huidige subsidie-regeling richt zich alleen op de energieproductie (en dus op de vermeden CO₂-emissie): er wordt geen rekening gehouden met de vermeden methaanemissie vanuit de mestopslag. In 2017 bedraagt de emissiereductie door mestvergisting 0,13 megaton CO₂-equivalenten methaan. De hoeveelheid melkvee- en varkensmest die in 2017 vergist wordt is respectievelijk 2 en 15 procent van de in de stal geproduceerde melkvee- en varkensmest (op basis van fosfaatproductie). De emissiereductie is niet maximaal omdat de meeste mest centraal wordt vergist en daarvoor getransporteerd dient te worden van de boerderij naar de verwerker. De mest ligt dan enige tijd opgeslagen in de mestkelder, waarbij een deel van het methaan dat ontstaat tijdens mestopslag verdampt.

Er is verondersteld dat de omvang van de mestvergisting, alsmede de reductie van methaan, vanuit de mestopslag zonder extra beleid tot en met 2030 beperkt zal blijven. Wel wordt een verschuiving verwacht naar monomestvergisting ten koste van co-vergisting (mede door SDE+ regeling). De hoeveelheid mest die vergist kan worden stijgt naar verwachting tussen 2017 en 2030 van 2 naar 3 procent (melkveemest), en van 15 naar 20 procent (varkensmest), van de in de stal geproduceerde hoeveelheid mest (op basis van fosfaatproductie). Hierbij is verondersteld dat varkensmest vooral centraal en melkveemest vooral decentraal (op boerderijschaal) vergist zal worden. Door de extra mestvergisting daalt de methaanemissie in 2030 met bijna 0,05 megaton CO₂-equivalenten, en heeft daarmee een aandeel van circa 5 procent in de totale methaanemissiedaling van 0,8 megaton CO₂-equivalenten tussen 2017 en 2030.

Tabel 5.7

Vergelijking emissies OBKG landbouw en omvang veestapel en kunstmestgebruik tussen de KEV 2019 en KTR (2020) en de NEV 2017 (2030), bij vastgesteld en voorgenumen beleid

Jaar	Stikstofbemesting kunstmest (miljoen kg)			Aantal melkkoeien (miljoen)			Aantal jongvee fokkerij (miljoen)			Aantal varkens (miljoen)			BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		
	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17
2020	259	223		1,57	1,62		0,99	1,3		6,8	6,7		18,2	18,2	
2030	250		217	1,48		1,62	0,83		1,0	6,4		7,0	17,8		18,7

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

Emissie 2020 gelijk door kleinere veestapel en hoger kunstmestgebruik

De OBKG-emissie door de landbouw ligt volgens de KEV 2019 raming in 2020 naar verwachting op hetzelfde niveau als volgens de KTR (PBL, 2019). De methaanemissie is circa 0,4 megaton CO₂-equivalenten lager, en de lachgasemissie circa 0,4 megaton CO₂-equivalenten hoger. De verklaring voor de lagere methaanemissie is een veronderstelde kleinere jongveestapel, terwijl de hogere lachgasemissie vooral komt doordat een hoger kunstmestgebruik (0,3 megaton) is verondersteld in de KEV 2019.

Emissie 2030 in de KEV circa 1 megaton lager door kleinere veestapel en wijziging berekeningsmethoden

De OBKG-emissie van de landbouw bedraagt volgens de KEV 2019 raming in 2030 naar verwachting circa 17,8 megaton CO₂-equivalenten,

en ligt daarmee circa 1 megaton lager dan volgens de NEV 2017. De methaanemissie is ongeveer 1,5 megaton CO₂-equivalenten lager, en de lachgasemissie circa 0,5 megaton CO₂-equivalenten hoger. De lagere methaanemissie in 2030 is het gecombineerde effect van een kleinere veestapel (0,9 megaton minder door 8 procent minder melkkoeien en varkens, en 19 procent minder jongvee t.o.v. 2030 in de NEV 2017), en een methodewijziging in de berekening van de methaanemissie uit mestopslag (0,6 megaton)(van Bruggen et al, 2015).

De hogere lachgasemissie in 2030 in de KEV 2019 komt vooral door toepassen van nieuwe gegevens over het kunstmestgebruik (0,2 megaton meer lachgas) en het meenemen van nieuwe bronnen, zoals onder andere bewerking en verwerking van mest (0,3 megaton meer lachgas) (van Bruggen et al, 2019).

5.5 Landgebruik

In het Akkoord van Parijs is afgesproken dat landgebruik integraal onderdeel is van het internationaal klimaatbeleid. De Europese uitwerking daarvan heeft geresulteerd in een EU LULUCF (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*) verordening, waarin afspraken zijn gemaakt over de periode 2021-2030. Landgebruik kan leiden tot emissies van broeikasgassen en ook tot opname van broeikasgassen (via vastlegging van CO₂ door planten). Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van deze processen in de realisaties en de ramingen tot en met 2030. Een overzicht van deze ontwikkelingen is opgenomen in de getallenbijlage.

In de rapportages van de jaarlijkse emissies en opname van broeikasgassen zijn landgebruik en landbouw twee afzonderlijke maar samenhangende sectoren. Alle CO₂ bronnen en niet-CO₂ bronnen uit de bodem (lachgas en methaan) die gerelateerd zijn aan het gebruik, of verandering van gebruik, van (landbouw)grond, worden onder LULUCF gerapporteerd. De overige niet-CO₂ bronnen uit bijvoorbeeld de veehouderij, mest (stal, opslag en aanwending) en kunstmestgebruik worden onder landbouw gerapporteerd. Deze paragraaf beschrijft alleen de emissies en opname van broeikasgassen als gevolg van landgebruik.

Net als voor alle sectoren wordt voor de landgebruikssector een jaarlijkse UNFCCC rapportage gemaakt van emissies en opname. De uitgangspunten voor deze rapportage zijn vastgelegd in de richtlijnen van het IPCC (2006) voor de nationale emissie-inventarisaties van broeikasgassen¹⁷. Er wordt onderscheid gemaakt naar zes landgebruiksklassen: bos, bouwland, grasland, wetlands, bebouwing en overig land.

Op dit moment zijn er, naast de hierboven genoemde UNFCCC inventarisatierapportage, twee prestatierapportageverplichtingen voor landgebruik. De eerste betreft het Kyoto Protocol voor de periode 2013-2020. Hierbij heeft Nederland ervoor gekozen om alleen het verplichte deel te rapporteren, namelijk de verandering van en naar bos. Deze verplichting vervalt vanaf 2021, omdat het Kyoto Protocol dan eindigt. De tweede verplichting betreft de EU-LULUCF verordening voor de periode 2021-2030, en deze geldt voor alle klassen van landgebruik.

Om de voortgang van de inspanningen te kunnen monitoren gelden voor beide rapportages boekhoudregels. In de LULUCF-verordening komt een groot deel van de in het Kyoto Protocol vastgelegde regels weer terug. In enkele gevallen worden beoogde verbeteringen, versimpelingen, of aanvullingen toegevoegd. Zo vervalt het verschil in bosdefinitie tussen het Kyoto Protocol en de UNFCCC richtlijnen, en worden er afwijkende basisjaren toegepast. In plaats van het meestal toegepaste basisjaar 1990 wordt voor bouwland, grasland en wetlands het gemiddelde genomen van 2005-2009. Voor bossen wordt gerekend met een zogenaamde *Forest Reference Level* voor de prestatieperioden 2021-2025 en 2026-2030.

Het algemene uitgangspunt van de EU-LULUCF verordening is dat de LULUCF-sector geen netto emissies veroorzaakt (*no net-debit rule*) bij toepassing van de aannames die in de boekhoudregels zijn vastgelegd. Daarvan zou een prikkel moeten uitgaan om niet slechter te gaan presteren: emissies uit LULUCF-sectoren niet te laten stijgen, en bestaande koolstofvoorraden – zoals in bossen en bodems – op zijn minst in stand te houden. Eventuele netto debits (emissietoenames) moeten, gerekend over de prestatieperiode, gecompenseerd worden

17 <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

met extra emissiereductie (in laatste instantie in de niet-ETS-sectoren, of via aankoop van LULUCF-credits van andere EU-landen).

Hieronder wordt ingegaan op de gerealiseerde emissies (bepaald volgens de UNFCCC richtlijnen) de raming en de accountancy resultaten voor zowel de EU-LULUCF verordening als het Kyoto Protocol.

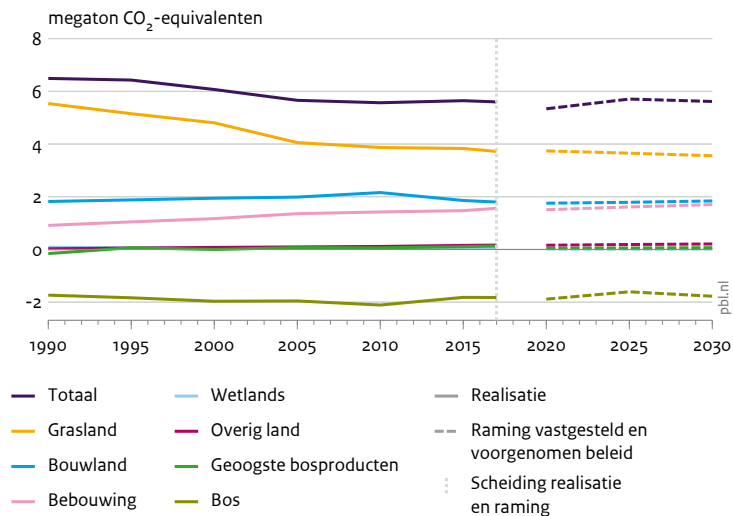
Broeikasgasemissies

Totale emissie landgebruik in 2000-2017 gedaald

De netto emissie van alle landgebruikscategorieën samen laat vanaf 2000 tot en met 2017 een dalende trend zien van 6,1 naar 5,6 megaton CO₂-equivalenten per jaar (figuur 5.23). Deze emissie bestaat, naast een kleine bijdrage van lachgas (0,06 megaton CO₂-equivalenten in 2000, daarna oplopend tot 0,1 megaton CO₂-equivalenten in 2017) bijna volledig uit CO₂. De cijfers zijn gebaseerd op de *National Inventory Report (NIR)* (RIVM, 2019a) en bijbehorende *Common Reporting Formats (CRF)*. In de periode tussen 2000 en 2010 heeft een geleidelijke daling van de emissie plaatsgevonden. Vanaf 2010 is deze stabiel gebleven op een jaarlijks niveau van circa 5,6 megaton CO₂. De gerealiseerde daling van de netto emissie in 2000-2017 is het resultaat van dalende emissies door veranderd agrarisch landgebruik (kleiner areaal, minder veengronden), een toename als gevolg van uitbreiding van het bebouwde areaal, en een geringere netto opname door bossen. De opname door bossen is in de periode 2000-2017 geleidelijk afgenomen, van 2,0 naar 1,8 megaton CO₂-equivalenten. Deze daling hangt samen met toegenomen ontbossing, en het geleidelijk ouder worden van het Nederlandse bos, waardoor in de bestaande bossen minder koolstof wordt vastgelegd. De emissie door agrarische landgebruik (bouwland en grasland) over de

Figuur 5.23

Emissie en verwijdering broeikasgassen door landgebruik



Bron: RIVM, 2019a (realisatie); KEV-raming

periode 2000-2017 laat een dalende trend zien, van 6,7 naar 5,5 megaton CO₂-equivalenten. Deze trend is het gevolg van afname van het landbouwareaal en het areaal veengronden. De emissie door toename van het stedelijk areaal (bebouwing) is in deze periode toegenomen van 1,2 naar 1,5 megaton CO₂-equivalenten.

Emissies landgebruik dalen verder tussen 2017 en 2020

De verwachte totale netto emissie uit landgebruik in 2020 is 5,3 megaton CO₂-equivalenten per jaar. Deze is circa 0,3 megaton CO₂-equivalenten lager dan in 2017, hetgeen voornamelijk wordt veroorzaakt door een iets lagere emissie door bebouwing, een toename van vastlegging van koolstof als gevolg van bebouwing, en een afname van emissies door bouwland.

Emissies landgebruik stijgen tussen 2020 en 2030

De verwachte totale netto emissie van landgebruik neemt na 2020 toe tot 5,6 megaton CO₂-equivalenten in 2030. Deze toename is het saldo van verschillende ontwikkelingen. De KEV verwacht dat de emissie als gevolg van bebouwing geleidelijk toeneemt tussen 2020 en 2030: van 1,5 naar 1,7 megaton CO₂-equivalenten. Deze trend wordt bepaald door een geleidelijke afname van het areaal landbouwgrond¹⁸, een verschuiving van bouwland naar grasland, en een toename van het stedelijk areaal ('bebouwd'). Ook wordt in deze periode verwacht dat de bossen per saldo 0,1 megaton CO₂-equivalenten minder broeikasgassen gaan vastleggen. De emissie door bouwland neemt licht toe tussen 2020 en 2030 van 1,7 naar 1,8 megaton CO₂-equivalenten. De emissie van grasland neemt in deze periode met bijna 0,2 megaton CO₂-equivalenten af, en komt uit op 3,5 megaton CO₂-equivalenten in 2030. De totale netto emissie door agrarisch landgebruik (bouwland, grasland en geoogste bosproducten) neemt af tussen 2020 en 2030 van 5,5 naar 5,4 megaton CO₂-equivalenten.

¹⁸ De gemiddelde jaarlijkse afname van het areaal grasland en bouwland tot 2030 is geraamd op 5.300 ha. Dit is bepaald door extrapolatie van de ontwikkelingen over de periode 2009-2017. Deze afname is iets kleiner dan geraamd t.b.v. de landbouwraming in deze KEV (circa 6.000 ha). Ook de door landbouw gehanteerde gelijkmatige verdeling van de afname over grasland en bouwland wijkt iets af. Het kleine verschil in aannames heeft geen wezenlijk effect op de resultaten voor de LULUCF-emissies.

Voor details over de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen zie achtergrondrapportage door Velthof et al. (2019).

Bijdrage OBKG door landgebruik aan de totale BKG-emissie

De bijdrage door landgebruik van overige broeikasgassen (OBKG) aan het totaal van alle broeikasgassen (BKG), is circa 0,06 megaton CO₂-equivalenten in 2000, en circa 0,10 megaton CO₂-equivalenten in 2017. In de ramingen neemt deze toe tot 0,12 megaton CO₂-equivalenten in 2030. De emissie van OBKG bestaat voornamelijk uit lachgas (N₂O). Dit gas wordt in de bodem gevormd als gevolg van verstoring door veranderingen in landgebruik. Daarnaast komt er een kleine hoeveelheid methaan (CH₄) vrij als gevolg van bosbranden. De gerealiseerde en geraamde emissie van lachgas en methaan, afkomstig van landbouw, is toegelicht in paragraaf 5.4.2.

Betekenis voor emissieboekhouding en non-ETS richtlijn

In de toekomstige EU LULUCF verordening, die van toepassing is op de twee prestatieperiodes (2021-2025 en 2026-2030), staat het volgens de boekhoudregels bepalen van de debits (emissies) en credits (opnames) centraal. Als input voor het bepalen van de debits en credits wordt gebruik gemaakt van de onder UNFCCC per landgebruikscategorie gerapporteerde emissies en opnames.

De analyse van de emissies (debits) en opnames (credits) in de huidige raming tot 2030 laat zien dat er aan het einde van beide prestatieperiodes een jaarlijkse netto debit is van gemiddeld 0,30 megaton CO₂-equivalenten (2025), en 0,25 megaton CO₂-equivalenten (2030). In de eerste prestatieperiode (2021-2025) is de netto emissie daardoor 1,5 megaton CO₂-equivalenten (voor de hele periode), en in de tweede prestatieperiode (2026-2030) is dit 1,2 megaton CO₂-equivalenten. Het is vooral

Tabel 5.8
Vergelijking van emissies en opname van broeikasgassen door landgebruik tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld beleid

Jaar	Totaal bronnen van BKG-emissies (megaton CO ₂ -equivalenten)		Totaal opname van BKG-emissies (megaton CO ₂ -equivalenten)		Netto BKG-emissie uit landgebruik (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	7,2	8,9	-1,9	-2,6	5,3	6,3
2030	7,4	9,0	-1,8	-2,2	5,6	6,8

Opmerking: inclusief OBKG

de categorie 'ontbost land' die zorgt voor emissie, door verlies van koolstof uit biomassa en strooisel. De categorieën 'bebost land', 'bouwland' en 'grasland' leveren credits op. Beleidsmatig betekent dit dat de netto emissie uiterlijk in 2030 gecompenseerd zou moeten zijn. Die compensatie kan worden gerealiseerd met aanvullende maatregelen in de landgebruikssector zelf, maar deze mogen ook in de niet-ETS sectoren worden genomen (zie Paragraaf 3.3).

Voor de beoordeling van het halen van de nationale doelen van de 2^e commitment periode van het Kyoto Protocol (2013-2020) is het voor landgebruik relevant hoeveel de cumulatieve emissie dan wel opname, als gevolg van ontbossing, (her)bebossing en bosbeheer, over de hele prestatieperiode bedraagt ten opzichte van de aan Nederland voor landgebruik toegekende emissieruimte. Voor de eindafrekening kunnen 'onderprestaties' van landgebruik eventueel worden gecompenseerd door 'overprestaties' van andere sectoren. In 2017 was de emissie als

gevolg van ontbossing 1,3 megaton CO₂-equivalenten, de opname door (her)bebossing 0,6 megaton CO₂-equivalenten en de opname als gevolg van bosbeheer 1,0 megaton CO₂-equivalenten.

Verschillen met de NEV 2017

De analyse van de verschillen in emissiebeeld uit de KEV 2019 en de NEV 2017 geeft aan dat de raming van de netto emissie door landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw voor 2030 in de KEV 2019 circa 1,2 megaton CO₂ lager ligt dan de raming in de NEV 2017. Uitgesplitst naar bronnen en opname gaat het in de NEV 2017 voor 2030 om een 1,5 megaton CO₂ hogere emissie, en een 0,3 megaton hogere opname. De verschillen zijn vooral het gevolg van verbeteringen in de methode van berekenen. Er is geen samenhang met aanpassingen als gevolg van beleid.

Er zijn vier factoren te benoemen die samen dit verschil verklaren. Ten eerste is er een verbeteringslag gemaakt in de wijze van modellering van de LULUCF emissieberekeningen (zowel t.b.v. realisaties als ramingen). In de NEV 2017 werden de emissies en opname nog bepaald door een combinatie van modelberekening voor bossen en extrapolaties van eerdere trends voor overige landgebruiks-categorieën. Ten tweede is door Wageningen University & Research (WUR) een verfijnder bosmodel ontwikkeld (Arets & Schelhaas, 2018). Ten derde is gebruik gemaakt van een geactualiseerde veenbodemkaart. Hierdoor was het mogelijk om een inschatting te maken van de jaarlijkse afname van het veenareaal. Het effect hiervan heeft er mede aan bijgedragen dat de berekende emissie uit grasland in 2015 is gedaald met 0,7 megaton CO₂ (naar 3,7 megaton CO₂). De vierde factor is de trend in bossen: in de NEV 2017 is voor de realisatie (2015) een netto vastlegging door bos gerapporteerd van 2,4 megaton CO₂. In de herberekening is voor dat jaar een netto vastlegging gerapporteerd die 0,6 megaton CO₂ lager ligt, en

uitkomt op 1,8 megaton CO₂. Deze aanpassingen hebben samen een significant effect gehad op de raming voor 2030 in de KEV 2019.

Voortschrijdende inzichten, nieuwe inventarisaties van bossen, bodem en landgebruik, en methodische verbeteringen, hebben tot gevolg dat de jaarreeksen regelmatig worden geactualiseerd. De actuele historische cijfers kunnen daardoor afwijken van rapportages in voorgaande jaren. Voor een uitgebreide toelichting op de wijze van berekenen, en de resultaten voor 2017, zie Arets et al. (2019).

5.6 Mobiliteit

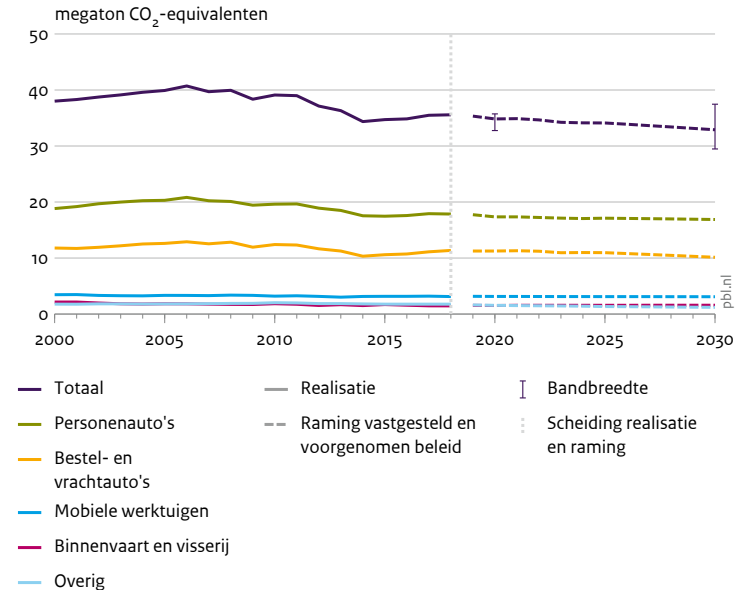
Deze paragraaf beschrijft de verwachte ontwikkeling van de broeikasgasemissies door de binnenlandse mobiliteit (inclusief mobiele werktuigen), voor de periode 2000-2030. Een overzicht van de vervoersvolumes, het energieverbruik, en de daaruit resulterende broeikasgasemissies voor de sector mobiliteit, is opgenomen in de getallenbijlage. De emissies die zijn gerelateerd aan de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen voor de internationale luchtvaart en scheepvaart worden in paragraaf 5.7 besproken.

Broeikasgasemissies

Uitstoot broeikasgassen door mobiliteit hoger dan in 1990

De uitstoot van broeikasgassen door de sector mobiliteit lag in 2017 en 2018 circa 10 procent hoger dan in 1990. Wel lag de uitstoot in beide jaren ongeveer 5 megaton lager vergeleken met het hoogste niveau dat in 2006 werd bereikt (figuur 5.24).

Figuur 5.24
Emissie broeikasgassen door mobiliteit



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

De uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit daalde van 38 megaton CO₂-equivalenten in 2000, naar 35,5 megaton CO₂-equivalenten in 2017. Tussen 2011 en 2014 daalde de uitstoot van broeikasgassen relatief snel. Dit was mede het gevolg van de accijnsteruggaveregeling voor professionele vervoerders in België, waardoor het tanken van diesel in België aanzienlijk goedkoper werd dan in Nederland (Geilenkirchen et

al., 2017). Er werd hierdoor minder diesel in Nederland getankt. Conform de richtlijnen van de IPCC wordt alleen de uitstoot van broeikasgassen die gepaard gaat met de in Nederland verkochte brandstof aan het wegverkeer tot het nationale emissietotaal gerekend. Als er door prijsveranderingen meer in het buitenland wordt getankt, daalt de uitstoot van broeikasgassen die aan Nederland wordt toegerekend. Omgekeerd geldt dat de Nederlandse uitstoot stijgt als er meer binnen de landsgrenzen wordt getankt. Dit was in 2017 het geval. Toen steeg de uitstoot van broeikasgassen met 0,6 megaton ten opzichte van 2016. Dit kan deels worden verklaard uit het groeiende aantal gereden kilometers en deels door een stijging van de dieselprijzen in België (waardoor het aantrekkelijk was om in Nederland te tanken).

Voorlopige cijfers voor 2018 wijzen erop dat de uitstoot van broeikasgassen door de sector mobiliteit op ongeveer hetzelfde niveau lag als in 2017. De relatief forse groei van de vervoersvolumes in 2018 werd gecompenseerd door een efficiënter wagenpark, en een toenemend gebruik van biobrandstoffen voor mobiliteit¹⁹. De CO₂-uitstoot die voortvloeit uit het gebruik van biobrandstoffen wordt niet tot het nationale emissietotaal gerekend, omdat, in lijn met internationale afspraken, wordt aangenomen dat deze emissie van CO₂ wegvalt tegen de vastlegging van CO₂ door planten welke direct of indirect de grondstof zijn voor de biobrandstoffen. De toename van het gebruik van biobrandstoffen van 9 petajoule in 2018 resulteerde daarmee in een

19 Medio 2019 zijn er berichten verschenen over mogelijke fraude bij de certificering van biodiesel in Nederland. Bij het schrijven van de KEV 2019 was niet bekend in hoeverre dit betrekking had op biobrandstoffen die aan de Nederlandse markt zijn geleverd. Daarmee was ook niet bekend of de gerapporteerde broeikasgasemissies van de sector mobiliteit in de afgelopen jaren moeten worden bijgesteld als gevolg van de mogelijke fraude. De uitstootcijfers zijn dus voorsnog niet gewijzigd.

daling van de CO₂-uitstoot van circa 0,6 megaton. Deze daling compenseerde de stijging van de uitstoot die voortvloeide uit de groei van de verkeersvolumes en de effecten in verband met 'grenstanken'.

Lichte daling uitstoot broeikasgassen verwacht tot 2020 door groeiende inzet biobrandstoffen

De uitstoot van broeikasgassen door de sector mobiliteit neemt tussen 2018 en 2020 naar verwachting af met 0,8 megaton CO₂-equivalenten, en bedraagt daarmee circa 34,8 megaton in 2020 [32,8-35,7 megaton]. Deze daling is hoofdzakelijk het gevolg van de verdere groei van het gebruik van hernieuwbare energie voor vervoer, met name in de vorm van biobrandstoffen (zie onder Energie). De groei van in totaal 15 petajoule aan biobrandstoffen tussen 2018 en 2020 resulteert in een daling van de CO₂-uitstoot van 1,1 megaton. Zonder die extra inzet van biobrandstoffen zou de uitstoot van broeikasgassen dus licht toenemen tot 2020, onder invloed van de verwachte stijging van de vervoersvolumes.

Lichte daling uitstoot tussen 2020 en 2030 door strengere Europees bronbeleid nieuwe voertuigen

Ondanks de verwachte verdere groei van de vervoersvolumes tot 2030 wordt tussen 2020 en 2030 een daling verwacht van de uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit van ongeveer 2 megaton. De uitstoot in 2030 wordt geraamd op 32,9 megaton [29,5-37,5 megaton]. De daling tussen 2020 en 2030 is grotendeels toe te schrijven aan het aangescherpte Europese bronbeleid voor de CO₂-uitstoot van nieuwe voertuigen, dat in 2030 resulteert in een daling van de CO₂-uitstoot van circa 2,4 megaton (zie onder Energie). Met de daling die van 2020 tot 2030 wordt verwacht ligt de uitstoot in 2030 nog een paar procent hoger dan in 1990. Het terugdringen van de uitstoot blijkt weerbarstig door de groeiende vervoersvolumes en de relatief lange levensduur van voer- en vaartuigen.

De daling van de uitstoot van het personenautoverkeer tussen 2020 en 2030 bedraagt naar schatting 0,5 megaton. Bij het bestel- en vrachtautoverkeer is de daling van de uitstoot geraamd op 0,5 (2020) en 0,6 megaton (2030) (zie ook vrachtautoheffing hierna). Door stimulering van nulmissie voor lijnbussen daalt de uitstoot van bussen met ongeveer 0,2 megaton in die periode. Per saldo daalt de uitstoot van het wegverkeer met circa 1,7 megaton tussen 2020 en 2030.

De afspraken uit het Klimaatakkoord over extra inzet van hernieuwbare energie in 2030, stimulering van elektrische auto's tussen 2021 en 2030 en het inrichten van nulmissiezones voor stadsdistributie in binnensteden, zijn niet meegenomen in de KEV 2019. De inzet van biobrandstoffen in de periode 2021-2030 is geraamd op circa 35 petajoule per jaar, net als in voorgaande edities van de NEV. Voor elektrische auto's is alleen de reeds bestaande stimulering tot en met 2020 meegenomen. Ondanks dat het elektriciteitsverbruik voor mobiliteit vooralsnog relatief klein is, wordt een relatief snelle groei verwacht onder invloed van met name de bestaande stimulering en de nieuwe CO₂-normen (zie onder Energie).

Personenautoverkeer grootste emissiebron binnen mobiliteit

Het wegverkeer is met een aandeel van circa 85 procent in het totaal veruit de grootste bron van broeikasgasemissies binnen de binnenlandse mobiliteit. Binnen het wegverkeer vormen personenauto's de grootste emissiebron met een aandeel van circa 50 procent in de totale uitstoot van mobiliteit (figuur 5.24). Vrachtauto's en bestelauto's zijn goed voor achtereenvolgens 19 en 13 procent van de uitstoot. Bussen, motorfietsen en bromfietsen leveren een kleine bijdrage aan de uitstoot. Deze aandelen per vervoersmiddel zijn tussen 2000 en 2030 nagenoeg stabiel.

Buiten het wegverkeer vormen de zogenoemde mobiele werktuigen de belangrijkste emissiebron van broeikasgassen. Hiertoe behoren onder andere de graafmachines, landbouwtractoren, vorkheftrucks en bladblazers. Deze werktuigen worden niet primair voor vervoer gebruikt, maar hun uitstoot van broeikasgassen van ruim 3 megaton CO₂-equivalenten wordt wel tot de sector mobiliteit gerekend. Daarmee zijn de mobiele werktuigen goed voor circa 10 procent van de totale uitstoot van deze sector. De binnenvaart en de visserij leveren een bescheiden bijdrage aan de uitstoot van circa 2 à 3 procent. Railvervoer is hoofdzakelijk elektrisch aangedreven en levert daarmee nauwelijks een bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen²⁰. De luchtvaart en zeescheepvaart vanuit Nederland ten slotte zijn vrijwel volledig internationaal georiënteerd. De uitstoot van broeikasgassen door de internationale lucht- en scheepvaart wordt niet tot de nationale emissietotalen gerekend. Deze uitstoot wordt in paragraaf 5.7 beschreven.

20 De uitstoot van broeikasgassen bij elektriciteitsopwekking wordt bij de elektriciteitssector meegenomen.

CO₂ is dominant in de totale uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit

CO₂ is met een aandeel van 98 procent in de totale uitstoot in 2018, veruit het belangrijkste broeikasgas dat door de sector mobiliteit wordt uitgestoten. HFK's (fluorkoolwaterstoffen) zijn verantwoordelijk voor 1 procent van de totale uitstoot, N₂O (lachgas) voor 0,8 procent, en CH₄ (methaan) voor de resterende 0,2 procent. Deze verhoudingen veranderen maar beperkt in de tijd: richting 2030 neemt het belang van CO₂ in de totale uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit nog iets verder toe tot bijna 99 procent. De uitstoot van met name de HFKs daalt namelijk aanzienlijk sneller dan die van CO₂, waardoor het belang van de HFKs afneemt.

De uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit valt vrijwel volledig buiten het ETS. De enige modaliteit die momenteel wel deels binnen het ETS valt is de luchtvaart. De brandstofverkopen aan de internationale luchtvaart vallen echter onder de bunkers. De resulterende uitstoot van broeikasgassen uit verbranding van bunkerbrandstoffen wordt niet tot het nationale emissietotaal gerekend.

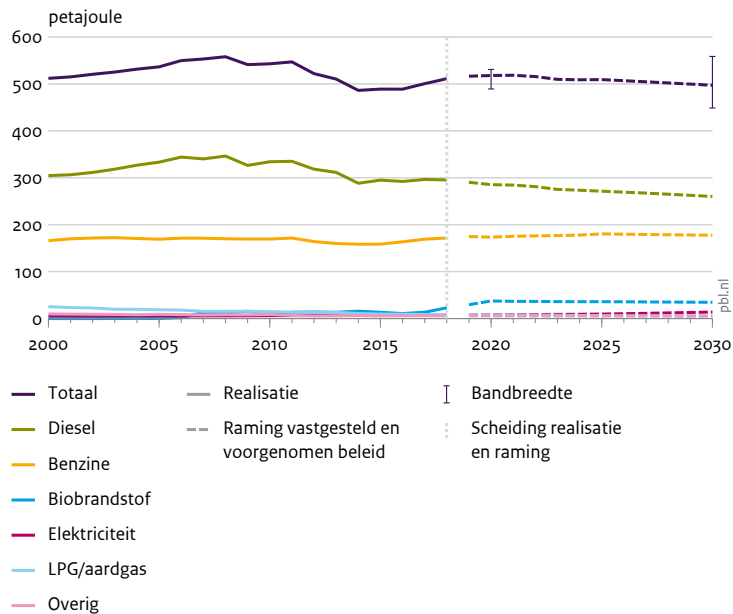
Energie

Beleid leidt tot forse groei van de inzet van biobrandstoffen vanaf 2018

Het verbruik van biobrandstoffen voor binnenlandse mobiliteit groeit naar verwachting van 23 petajoule in 2018 naar 37 petajoule [31-46 petajoule] in 2020 (figuur 5.25). Biobrandstoffen zijn daarmee in 2020 goed voor 7 procent van het totale energieverbruik door mobiliteit. De sterke groei van het verbruik van biobrandstoffen tot 2020 is het gevolg van de oplopende wettelijke verplichting voor inzet van hernieuwbare energie in vervoer van 8,5 procent van het totale energiegebruik in 2018, naar 16,4 procent in 2020.

Figuur 5.25

Finaal binnenlands energieverbruik mobiliteit per energiedrager



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

Het groeiende verbruik van biobrandstoffen voor vervoer wordt deels gerealiseerd met de introductie van E10 op de Nederlandse markt. E10 is een brandstofmengsel dat maximaal 10 procent ethanol bevat. Vanaf najaar 2019 zijn pompstations verplicht om E10 aan te bieden als zij minimaal twee vulpunten hebben voor benzine. De inzet van benzine

vervangende biobrandstoffen moet hiermee in 2020 aanzienlijk hoger komen te liggen dan in voorgaande jaren. Ook de inzet van dieselvervangers moet flink omhoog om aan de genoemde jaarverplichting van 16,4 procent (voor 2020) te voldoen. De afgelopen jaren werd er vooral FAME ingezet als dieselvervanger (NEa, 2019). Er geldt echter een wettelijk maximum voor bijmenging van FAME in diesel van 7 procent. Met alleen de inzet van E10 en B7 (diesel met 7 procent biodiesel) voor het wegverkeer wordt niet voldaan aan de jaarverplichting voor 2020.

Om de jaarverplichting te halen bestaan verschillende andere mogelijkheden, waaronder:

1. Inzet van HVO als dieselvervanger. HVO kan in veel grotere hoeveelheden worden bijgemengd dan FAME, maar de prijs is hoger dan die van FAME (TNO, 2019). In de raming is verondersteld dat in 2020 hoofdzakelijk FAME wordt ingezet als dieselvervanger, maar dat het gebruik van HVO wel toeneemt tot circa 6 petajoule.
2. Hogere inzet van dubbeltellende biobrandstof. Sommige soorten biobrandstof (zoals biodiesel gemaakt uit gebruikt frituurvet) tellen dubbel voor het halen van de jaarverplichting. Door inzet van dubbeltellende biobrandstoffen hoeven er fysiek minder biobrandstoffen op de markt gebracht te worden om aan de verplichting te voldoen. Het merendeel van de dieselvervangers was de afgelopen jaren al dubbeltellend van aard, maar bij benzinevervangers is vooral enkeltellende ethanol bijgemengd (Nea, 2019). De verwachting is dat dit niet wezenlijk verandert tot 2020.
3. Inzet van spaartegoed. Een deel van de verplichting kan worden ingevuld door de inzet van spaartegoed. Door in de jaren voorafgaand aan 2020 meer biobrandstof op de markt te brengen dan wettelijk verplicht is kunnen brandstofleveranciers spaartegoed opbouwen, dat in 2020 (of daarna) kan worden ingezet om aan de verplichting te

voldoen. Begin 2019 was er circa 7 petajoule aan spaartegoed opgebouwd (Nea, 2019). In de raming voor 2020 is verondersteld dat er dat jaar 6 petajoule aan spaartegoed wordt ingezet. De fysieke inzet van biobrandstof valt daardoor lager uit.

4. Inzet van biobrandstof in de scheepvaart. Het gebruik van biobrandstof voor de scheepvaart telt ook mee voor het halen van de jaarverplichting voor inzet van hernieuwbare energie in vervoer. In 2018 is voor het eerst een kleine hoeveelheid biobrandstof geleverd aan de scheepvaart (Nea, 2019). Dit zal de komende jaren naar verwachting toenemen. De fysieke inzet van biobrandstof voor scheepvaart in 2020 is op basis van TNO (2019) geraamd op 4 petajoule.

De CO₂-reductie uit inzet van biobrandstof in de scheepvaart telt alleen mee voor het nationale emissietotaal als het binnenlandse scheepvaart betreft. Dit zijn scheepsbewegingen met herkomst en bestemming in Nederland. Alle brandstof voor de internationale binnenvaart wordt tot de bunkerbrandstoffen gerekend (zie paragraaf 5.7). De daaruit resulterende uitstoot van broeikasgassen wordt conform de richtlijnen van de IPCC niet tot het nationale emissietotaal gerekend. De reductie van de uitstoot in de internationale scheepvaart door inzet van biobrandstof in de bunkers heeft daarmee geen invloed op het nationale emissietotaal. Van de in Nederland geleverde brandstof aan de binnenvaart is circa 80 procent bestemd voor het internationale vervoer. Bij de zeescheepvaart is vrijwel de volledige afzet bestemd voor het internationale vervoer. Het overgrote deel van de in de KEV 2019 veronderstelde inzet van biobrandstof in de scheepvaart (4 petajoule in 2020), gaat naar de bunkers en draagt daarmee niet bij aan het realiseren van de nationale CO₂-doelen.

Vanwege de dubbeltellingsregeling, de mogelijkheid om spaartegoed in te zetten, en de mogelijkheid om de verplichting voor 2020 deels in te vullen met bijmenging van biobrandstoffen in de bunkers, is de raming van de fysieke inzet van biobrandstoffen voor binnenlandse mobiliteit in 2020 relatief onzeker. Dit geldt ook voor de resulterende CO₂-reductie.

Vervoersvolumes blijven groeien tot 2030

Mede onder invloed van de verwachte groei van de economie en de bevolking, wordt tot 2030 een groei geraamd van de vervoersvolumes in zowel het personen- als het goederenvervoer. Het personenvervoer, uitgedrukt in reizigerskilometers, groeit tussen 2017 en 2030 naar verwachting met circa 1 procent per jaar, waarbij de groei van het spoorvervoer het hoogst is met circa 1,6 procent per jaar. Ook het autogebruik groeit met ruim 1 procent per jaar. In absolute zin is het autogebruik dominant in het binnenlandse personenvervoer, met een aandeel van 73 procent in het totale aantal reizigerskilometers. De dalende kosten voor autogebruik als gevolg van een zuiniger wordend wagenpark dragen bij aan de verwachte groei van het personenautoverkeer, evenals de (extra) investeringen in het wegennet tot 2030.

Het goederenvervoer, uitgedrukt in het aantal tonkilometers in Nederland, groeit tussen 2017 en 2030 naar verwachting eveneens met circa 1 procent per jaar. Deze groei is primair het gevolg van de verwachte economische groei. Verdere dematerialisatie van de economie en de verwachte verbetering van de vervoersefficiëntie, leiden ertoe dat de vervoersvolumes minder hard groeien dan de economie. Ook in het goederenvervoer is de verwachte groei bij het railvervoer het grootst. In het totale goederenvervoer zijn het wegvervoer en de binnenvaart echter dominant met een aandeel van

respectievelijk 52 en 41 procent in het totale aantal tonkilometers in 2030.

Hoewel het wegvervoer en de binnenvaart allebei een groot aandeel hebben in het vervoersvolume, is voor de binnenlandse uitstoot van broeikasgassen vooral het wegvervoer relevant. Het merendeel van de binnenvaart betreft internationaal vervoer. De uitstoot van broeikasgassen die voortvloeit uit het brandstofverbruik door de internationale binnenvaart wordt niet tot het Nederlandse emissietotaal gerekend. Daarmee heeft de binnenvaart maar een bescheiden bijdrage aan de binnenlandse uitstoot van mobiliteit in Nederland. Ook het wegvervoer is voor een wezenlijk deel internationaal van aard, maar daar geldt dat de uitstoot van broeikasgassen, die resulteert uit alle in Nederland getankte brandstof, tot het nationale emissietotaal wordt gerekend. Bij het wegvervoer is dus vooral het tankgedrag van vervoerders van belang, waar bij de binnenvaart juist de herkomst en bestemming van belang zijn voor de aan Nederland toegerekende uitstoot van broeikasgassen.

Nieuwe Europese CO₂-normen voor wegverkeer

Afgelopen jaar is in de EU overeenstemming bereikt over strengere CO₂-normen voor nieuwe personen-, bestel- en vrachtauto's. Voor personenauto's gold reeds een norm van 95 gram CO₂ per kilometer voor 2021²¹. Deze norm wordt in 2025 en 2030 verlaagd met respec-

21 Deze normen gelden voor autofabrikanten en geven een maximum voor de gemiddelde uitstoot van alle door de fabrikant in de EU verkochte nieuwe auto's in dat jaar.

tievelijk 15 en 37,5 procent²². De bestaande norm voor bestelauto's van 147 gram CO₂ per kilometer voor 2020 wordt in 2025 en 2030 met respectievelijk 15 en 31 procent verlaagd. Voor vrachtauto's waren er nog geen CO₂-normen. De nieuwe normen die zijn afgesproken gelden eveneens vanaf 2025 en 2030 en vereisen een daling van de CO₂-uitstoot van nieuwe voertuigen van 15 respectievelijk 30 procent ten opzichte van het niveau in 2019. Alle CO₂-normen gelden voor nieuwe voertuigen.

De nieuwe CO₂-normen leiden ertoe dat er tussen 2020 en 2030 steeds meer zuinige auto's worden verkocht in de EU met een lagere CO₂-uitstoot per kilometer. Het wagenpark wordt hierdoor ook geleidelijk zuiniger, hoewel dit aanzienlijk minder snel gaat dan bij de nieuwe auto's vanwege de steeds langere levensduur van met name personenauto's. De strengere EU-normen geven ook een impuls aan de elektrificatie van het wagenpark. Gecombineerd leiden de nieuwe CO₂-normen tot een CO₂-reductie van circa 2,4 megaton in 2030.

De reeds bestaande Europese CO₂-normen voor nieuwe personen- en bestelauto's voor 2015 en 2020 resulteren in 2020 ten slotte in een energiebesparing van circa 12,3 petajoule [10-13 petajoule] en leveren daarmee een grote bijdrage aan het realiseren van de in het Energieakkoord afgesproken energiebesparing door de mobiliteitssector van 15 tot 20 petajoule in 2020 (zie ook paragraaf 4.7.3). De effectschatting van dit beleid is niet gewijzigd ten opzichte van de NEV 2017.

22 Voor de normen in 2025 en 2030 wordt een nieuwe testprocedure gebruikt (de WLTP). De absolute hoogte van de normen in 2025 en 2030 wordt pas na 2020/2021 bepaald als bekend is wat de gemiddelde uitstoot van de nieuwe auto's die in die jaren zijn verkocht was volgens deze nieuwe testprocedure.

Reductie uitstoot door voorgenomen vrachtautoheffing en nulemissiebussen

De voorgenomen invoering van een vrachtautoheffing, en de (deels voorgenomen) verdere groei van het aantal nulemissie lijnbussen, leveren eveneens een bijdrage aan de geraamde daling van de uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit tussen 2020 en 2030.

De vrachtautoheffing moet per 2023 worden ingevoerd en gaat gelden op het hoofdwegenet en een deel van het onderliggende wegennet. Dit resulteert in een verbetering van de vervoersefficiëntie, een kleine modal shift van de weg naar het spoor en de binnenvaart en een lichte daling van de vervoersvraag. Per saldo resulteert dit in een daling van de uitstoot van broeikasgassen in 2030 van naar schatting 0,2 tot 0,3 megaton. Er is daarbij geen rekening gehouden met mogelijke effecten op de samenstelling van het wagenpark, omdat nog niet bekend is welke tariefdifferentiatie wordt gehanteerd. De opbrengsten van de vrachtautoheffing worden teruggestuurd naar de mobiliteitssector en aangewend voor verduurzaming. Over de manier waarop die terugsluis wordt ingevuld moet nog besluitvorming plaatsvinden. Daardoor kunnen in de KEV 2019 nog geen effecten van deze terugsluis worden ingeboekt.

In 2016 is het 'Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer per Bus' getekend. Daarin zijn betrokken partijen, waaronder 14 concessiehouders, overeengekomen dat uiterlijk in 2030 alle bussen die voor het regionaal openbaar vervoer worden ingezet, emissievrij zijn. Vanaf 2025 zouden alle nieuwe OV-bussen nulemissiebussen moeten zijn. Eind 2018 reden er in Nederland circa 400 elektrische bussen rond. In 2020 zijn dit er naar verwachting ongeveer 900. Dit resulteert in een energiebesparing van 0,8 petajoule [0,5 tot 1 petajoule] in 2020. De instroom van elektrische bussen is sneller op gang gekomen dan in de NEV 2017 is geraamd, daarom

is de energiebesparing in 2020 hoger ingeschat dan in de NEV 2017. Dit wordt toegelicht in CE Delft (2019). Na 2020 groeit het aantal elektrische bussen naar verwachting snel verder. Het tempo waarin is onzeker, en mede afhankelijk van het aantal concessieverleners dat bereid is om het gebruik van nulemissiebussen voor te schrijven in de concessieverlening.

Elektriciteitsgebruik wegverkeer groeit snel maar bijdrage aan totale energiegebruik blijft klein

De elektrificatie van het wegverkeer in Nederland is de afgelopen jaren op gang gekomen. Vanaf 2013 is het aantal (semi-)elektrische auto's in het wagenpark snel toegenomen. Tussen 2013 en 2015 werden er vooral plug-in hybriden verkocht, maar door de afbouw van de belastingvoordelen voor plug-in hybriden zijn er sinds 2017 vooral meer volledig elektrische auto's verkocht (RVO.nl, 2019f).

Het totale elektriciteitsgebruik van het wegverkeer bedroeg in 2018 circa 1,3 petajoule, ofwel 0,3 procent van het totale energiegebruik door het wegverkeer in Nederland. Door de fiscale voordelen voor elektrische auto's die tot en met 2020 gelden, groeit het aantal elektrische auto's de komende twee jaar naar verwachting snel verder. Ook het aantal elektrische lijnbussen groeit snel als gevolg van de afspraken die zijn gemaakt in het Bestuursakkoord Nulemissiebussen. Het totale elektriciteitsgebruik van het wegverkeer groeit tussen 2018 en 2020 als gevolg hiervan naar schatting met 75 procent en bedraagt in 2020 circa 2,2 petajoule. Ook dan is de bijdrage aan het totale energiegebruik overigens nog klein, deels omdat het aandeel van elektrische auto's in het wagenpark nog klein is en deels omdat het rendement van een elektrische motor aanzienlijk hoger ligt dan die van een verbrandingsmotor. Een elektrische auto heeft per kilometer grofweg drie keer minder energie nodig dan een auto met een verbrandingsmotor.

Dat zorgt ervoor dat het aandeel van elektriciteit in het totale energiegebruik van het wegverkeer grofweg een factor drie lager is dan het aandeel van elektrische voertuigen in het verkeersvolume.

Het Nederlandse stimuleringsbeleid voor elektrische auto's resulteert in 2020 in een energiebesparing van naar schatting 2,5 petajoule [1,5-3 petajoule] en draagt daarmee bij aan het halen van de beoogde 15 tot 20 petajoule energiebesparing bij mobiliteit die in het Energieakkoord is afgesproken (zie ook paragraaf 4.7.3). Dit beleid omvat onder meer de belastingvoordelen voor elektrische auto's die tot 2020 gelden, de Green Deal elektrisch vervoer 2016-2020, en de Green Deal openbaar toegankelijke elektrische laadinfrastructuur. Als gevolg van deze stimulering is het aantal volledig elektrische auto's in 2018 ruimschoots verdubbeld (RVO.nl, 2019f). Het aantal verkopen van elektrische auto's in 2018 was hoger dan in de NEV 2017 was geraamd. Ook voor 2019 en 2020 worden hogere verkoopaantallen verwacht dan eerder was geraamd. De energiebesparing die voortvloeit uit deze maatregelen valt daarmee hoger uit: in de NEV 2017 was de besparing op 1,5 petajoule geraamd.

Na 2020 neemt de elektrificatie van het wagenpark verder toe. Het tempo waarin dit gebeurt is sterk afhankelijk van de vormgeving van het beleid. Het Europese beleid voor 2030 ligt inmiddels vast. De nationale afspraken voor de periode 2021-2030 zijn gemaakt in het Klimaatakkoord dat niet is meegenomen in de KEV 2019. Voor de KEV 2019 is het beleid verondersteld dat per 1 mei 2019 gold. Dit betekent dat de belastingvoordelen voor elektrische auto's in de motorrijtuigenbelasting (mrb) en de fiscale bijtelling voor privégebruik van auto's van de zaak, per 2021

komen te vervallen²³. Dit zou resulteren in een piek in de verkopen van elektrische auto's in 2020 en een forse terugval in 2021, zoals dat eerder al het geval was bij het aflopen van de fiscale voordelen voor plug-in hybriden. Onder invloed van het aangescherpte Europese bronbeleid voor nieuwe personenauto's per 2025 en 2030, neemt de verkoop van elektrische auto's richting 2030 echter weer toe, tot naar schatting 30 procent van de nieuwverkopen in 2030. Deze inschatting is onzeker en houdt geen rekening met de stimuleringsmaatregelen voor elektrische auto's die resulteren uit het Klimaatakkoord en de verdere uitwerking daarvan.

Het totale elektriciteitsgebruik door mobiliteit bedroeg 7 petajoule in 2017, en groeit naar verwachting tot 8,1 petajoule in 2020 [8,0 tot 8,4 petajoule] en 14 petajoule [11 tot 16 petajoule] in 2030. Het railvervoer was in 2017 verantwoordelijk voor ruim 85 procent van het totale elektriciteitsgebruik door vervoer. De groei van het elektriciteitsgebruik tussen 2017 en 2030 zit echter grotendeels bij het wegverkeer, zoals hiervoor is toegelicht.

Lichte energiebesparing door gedragsveranderingen personenvervoer en maatregelen in logistiek

Het beleid gericht op gedragsverandering in het personenvervoer resulteert in een energiebesparing van 3 petajoule [1-5 petajoule] in 2020. Dit betreft onder meer de campagne 'Kies de beste band', het programma 'Het Nieuwe Rijden 3.0', het stimuleren van het

fietsgebruik, het programma 'Anders Reizen', en de Green Deal autodelen. Deze maatregelen resulteren in een kleine afname van het autogebruik, en een efficiënter autogebruik door zuiniger rijgedrag en een toenemend gebruik van zuinige banden met juiste bandenspanning.

De maatregelen voor energiebesparing in de logistieke sector resulteren in een energiebesparing van 2,2 petajoule [1 tot 4,5 petajoule] in 2020. Het betreft hier onder meer het programma 'Lean & Green Logistics', de inzet van Lange Zware Voertuigen, het programma 'Lean & Green Synchromodaal' en de Green Deal 'Zero Emission Stadslogistiek'. De effectschatting van deze maatregelen is grofweg gelijk aan die in de NEV 2017. Voor een toelichting op de effectschatting voor de maatregelen in het personenvervoer en in de logistiek wordt verwezen naar CE Delft (2019).

Verschillen met de NEV 2017 en de KTR

Uitstoot broeikasgassen in 2030 iets hoger geraamd dan in NEV 2017

De geraamde uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit in 2030 valt in de KEV 2019 circa 0,5 megaton hoger uit dan in de NEV 2017. De onderliggende ramingen van de vervoersvolumes en de brandstofefficiëntie zijn op een aantal punten wezenlijk veranderd. Die veranderingen zijn deels het gevolg van andere aannames over de ontwikkeling van omgevingsfactoren zoals de energieprijzen, deels van nieuwe beleidsmaatregelen die in de KEV 2019 zijn meegenomen, en deels van verbeteringen in de modellering.

De belangrijkste wijziging in de omgevingsfactoren is de circa 15 procent lagere olieprijs die in 2030 is verondersteld in de KEV 2019. Dit is toegelicht in paragraaf 2.1.1. De brandstofprijzen voor het wegverkeer vallen hierdoor in 2030 circa 6 procent lager uit dan in de NEV 2017, met

²³ In het Klimaatakkoord is afgesproken dat de fiscale bijtelling voor nulemissieauto's in 2020 wordt verhoogd van 4% naar 8%. Deze verhoging is eveneens niet meegenomen in de KEV 2019. De hogere bijtelling in 2020 leidt tot een lagere verkoop in 2020 en daarmee tot een kleiner aantal nulemissieautos' in het wagenpark. De omvang van dit effect is niet onderzocht in de KEV 2019.

Tabel 5.9**Vergelijking emissies en energie mobiliteit tussen de KEV 2019, de KTR 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid**

Jaar	Finaal verbruik fossiele brandstoffen (petajoule)			Finaal verbruik biobrandstoffen (petajoule)			Finaal elektrisch verbruik (petajoule)			BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)		
	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17	KEV '19	KTR '19	NEV '17
2020	472	471	443	37	44	41	8,1	7,2	7,6	34,8	34,8	33,1
2030	448	nvt	438	35	nvt	33	14,0	nvt	14,7	32,9	nvt	32,4

als gevolg een hogere verwachte mobiliteitsgroei tot 2030. Ook de bevolkingsgroei tot 2030 ligt iets hoger dan in de NEV 2017 is verondersteld, wat eveneens resulteert in een hogere mobiliteitsgroei. De wijzigingen in de omgevingsfactoren resulteren daarmee in 2030 in een hogere uitstoot van broeikasgassen.

In de KEV 2019 is ook een aantal nieuwe beleidsmaatregelen meegenomen die niet in de NEV 2017 waren verwerkt. De belangrijkste nieuwe maatregelen zijn de nieuwe Europese CO₂-normen voor personenauto's, bestelauto's en vrachtauto's voor de jaren 2025 en 2030, en de voorgenomen invoering van de vrachtautoheffing in Nederland. Deze maatregelen zijn hiervoor toegelicht en resulteren in een lagere geraamde uitstoot van broeikasgassen in 2030. In de NEV 2017 was overigens wel een (toen nog voorgenomen) aanscherping van de CO₂-norm voor personenauto's meegenomen per 2025. De uiteindelijk afgesproken CO₂-norm in 2025 is minder streng dan in de NEV 2017 was verondersteld, maar daar staat tegenover dat er in de NEV 2017 geen verdere aanscherping van de norm was verondersteld in 2030. Per saldo is de impact van de CO₂-normen voor personenauto's op de uitstoot van broeikasgassen in 2030 in de KEV 2019 daarmee grofweg gelijk aan die in

de NEV 2017. Alleen de nieuwe CO₂-normen voor bestelauto's en vrachtauto's dragen dus bij aan de verschillen in de geraamde CO₂-uitstoot van mobiliteit in 2030, evenals de voorgenomen invoering van de vrachtautoheffing. Gecombineerd resulteren die drie maatregelen in een CO₂-reductie van circa 1,5 megaton in 2030. Zoals hiervoor is toegelicht zijn de afspraken uit het Klimaatakkoord over extra inzet van hernieuwbare energie in vervoer in 2030, stimulering van elektrische auto's na 2020 en emissieloze stadslogistiek niet meegenomen in deze KEV.

In de KEV 2019 zijn ten slotte een aantal verbeteringen aangebracht in de modellering van de vervoersvolumes en de samenstelling en brandstofefficiëntie van de verschillende wagenparken. Dit wordt uitgebreid toegelicht in Geilenkirchen et al. (2019). Belangrijke wijzigingen zijn:

- De toegenomen import van relatief onzuinige tweedehands personenauto's in recente jaren is verwerkt in de ramingen. Dit leidt ertoe dat de brandstofefficiëntie van het wagenpark tot 2030 minder snel verbetert dan in de NEV 2017 was verondersteld, met als gevolg een hogere geraamde uitstoot van broeikasgassen.

- De modellering van de groei van het vrachtvervoer over de weg is verbeterd. Dit resulteert in een hogere groeiverwachting tot 2030 dan in de NEV 2017, en dus een hogere uitstoot van broeikasgassen.
- De raming van de omvang van het over de grens tanken van diesel is aangepast. Als gevolg van achtereenvolgende verhogingen van de dieselaccijns in België is de diesel voor het wegverkeer in België de afgelopen jaren duurder geworden dan in Nederland. Daarvoor was diesel juist goedkoper in België. Deze ontwikkelingen zijn verwerkt in de ramingen en resulteren in een hogere uitstoot van broeikasgassen in 2030.

De gewijzigde aannames over de omgevingsfactoren en de verbeteringen in de modellering leiden tot een hogere raming van de uitstoot van broeikasgassen in 2030. Die stijging wordt grotendeels gecompenseerd door de nieuwe beleidsmaatregelen die in de KEV 2019 zijn meegenomen, waarmee per saldo een lichte stijging van de raming resulteert in 2030.

Ramingen voor 2020 beperkt gewijzigd

Het geraamde energiegebruik en de resulterende uitstoot van broeikasgassen in 2020 door mobiliteit in de KEV 2019 (tabel 5.9) is vrijwel gelijk aan de KTR (PBL, 2019). De verwachte ontwikkeling van de omgevingsfactoren is maar beperkt gewijzigd in de KEV 2019 en de beleidsuitgangspunten voor 2020 zijn hetzelfde. De drie hiervoor beschreven modelmatige verbeteringen waren reeds verwerkt in de ramingen voor 2020 uit de KTR, waardoor de ramingen voor 2020 vrijwel gelijk zijn gebleven.

De raming van het gebruik van biobrandstoffen in 2020 valt lager uit in de KEV 2019 dan in de KTR. Dit is primair het gevolg van andere inschattingen over de inzet van spaartegoed en van biobrandstof voor de scheepvaart, zoals die hiervoor zijn toegelicht. Het geraamde elektriciteitsgebruik in 2020 valt juist hoger uit in de KEV 2019 dan in de KTR. Dit is het gevolg van de hiervoor toegelichte hogere raming van het aantal elektrische auto's in het wagenpark in 2020.

5.7 Bunkerbrandstoffen

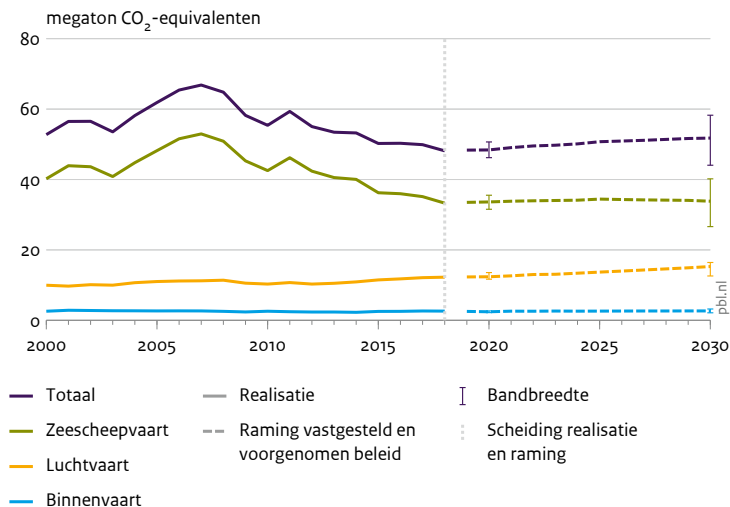
Deze paragraaf beschrijft de ontwikkeling van de broeikasgasemissies tussen 2000 en 2030 die zijn gerelateerd aan de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen. Via Schiphol en de Rotterdamse haven worden grote hoeveelheden bunkerbrandstoffen verkocht aan de internationale lucht- en scheepvaart. Een overzicht van deze broeikasgasemissies is opgenomen in de getallenbijlage. De broeikasgasemissies die gepaard gaan met het verbruik van de in Nederland verkochte brandstoffen aan de internationale lucht- en scheepvaart worden conform de richtlijnen van de IPCC wel door Nederland gerapporteerd, maar worden niet tot het nationale emissietotaal gerekend.

Broeikasgasemissies

De uitstoot van broeikasgassen die voortvloeit uit de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen aan de scheepvaart en luchtvaart is tussen 2000 en 2007 toegenomen van 53 naar 67 megaton CO₂-equivalenten. Sindsdien daalt de uitstoot, zoals is weergegeven in figuur 5.26. In 2017 bedroeg de uitstoot 50 megaton, waarmee die praktisch op hetzelfde niveau lag als in 2016. Voorlopige cijfers voor 2018 laten een verdere daling zien naar 48 megaton.

Figuur 5.26

Emissie broeikasgassen uit in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming

Deze uitstoot gerelateerd aan de bunkerbrandstoffen is substantieel en ligt hoger dan de uitstoot van de binnenlandse mobiliteit (paragraaf 5.6). Net als bij de binnenlandse mobiliteit is CO₂ veruit het belangrijkste broeikasgas, met een aandeel van 99 procent in de totale uitstoot van broeikasgassen uit het verbruik van bunkerbrandstoffen. De bijdrage van N₂O en CH₄ bedraagt respectievelijk 0,8 en 0,2 procent.

Daling uitstoot broeikasgassen sinds 2006 door zeescheepvaart

De daling van de uitstoot van broeikasgassen uit bunkerbrandstoffen sinds 2006 komt volledig op het conto van de zeescheepvaart, zoals blijkt uit figuur 5.26. De afzet van bunkerbrandstoffen aan de zeescheepvaart is tussen 2007 en 2017 met 34 procent gedaald. In 2018 is de afzet nog eens met 5 procent gedaald ten opzichte van 2017, zo blijkt uit voorlopige cijfers van het CBS. De daling in de afgelopen 12 jaar is het gevolg van verschillende factoren. Tijdens de economische crisis zijn de transportvolumes gedaald, waardoor er ook minder brandstof is verkocht. Door de overcapaciteit in de markt hebben veel rederijen tijdens de crisisjaren bovendien hun vaarsnelheden verlaagd. Dat leidt tot een aanzienlijke besparing van het brandstofverbruik per afgelegde kilometer, wat eveneens resulteert in lagere brandstofverkoop. Na de crisisjaren zijn de transportvolumes weer gegroeid, maar de trend naar lagere vaarsnelheden heeft zich voortgezet (TNO, 2019). Tegelijkertijd hebben de Nederlandse zeehavens marktaandeel verloren op de Noordwest-Europese bunkermarkt, wat ook heeft bijgedragen aan de daling van de bunkermarkten in de afgelopen jaren.

Uitstoot broeikasgassen zeescheepvaart stabiliseert tot 2030

De afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale zeescheepvaart blijft de komende jaren naar verwachting stabiel. De uitstoot van broeikasgassen in 2030 is geraamd op 34 megaton CO₂-equivalenten [27-40 megaton] en ligt daarmee op hetzelfde niveau als in 2018. De bunkerafzet is geraamd op basis van de verwachte groei van vervoersvolumes, een efficiënter wordende vloot en het marktaandeel van Nederlandse zeehavens in de wereldwijde bunkerafzet (CE Delft, 2019). Het marktaandeel in de wereldwijde bunkerafzet van de Nederlandse zeehavens kent structureel een lichte daling, die is doorgetrokken in de ramingen. Dit is een onzekere inschatting, de afgelopen jaren is dit

marktaandeel gedaald maar onduidelijk is waarom en daarmee ook of die daling aanhoudt. De onzekerheid rond de geraamde afzet van bunkerbrandstoffen aan de zeescheepvaart in 2030 is daarmee relatief groot.

Uitstoot broeikasgassen uit bunkerbrandstoffen binnenvaart stabiel

De uitstoot van broeikasgassen door de internationale binnenvaart lag in 2017 op 2,6 megaton CO₂-equivalenten. In de periode 2000 tot 2017 fluctueerde deze uitstoot tussen 2,3 en 2,9 megaton, maar er was geen sprake van een trendmatige groei of daling (figuur 5.26). De afzet van brandstof aan de internationale binnenvaart, met herkomst of bestemming buiten Nederland, wordt bij de bunkercijfers gerekend. Conform de richtlijnen van de IPCC wordt de hieruit resulterende uitstoot van broeikasgassen niet tot het Nederlandse emissietotaal gerekend. Het merendeel van de binnenvaart op de Nederlandse binnenwateren heeft een herkomst of bestemming buiten Nederland. De uitstoot van de binnenlandse binnenvaart bedroeg in 2017 circa 0,6 megaton CO₂-equivalenten.

Naar de toekomst toe wordt een lichte stijging geraamd van de afzet van bunkerbrandstoffen aan de binnenvaart. De uitstoot van broeikasgassen in 2030 is geraamd op 2,7 megaton CO₂-equivalenten [2,1-3,2 megaton]. De vervoersvolumes in de binnenvaart nemen naar verwachting toe tot 2030. Dit is toegelicht in paragraaf 5.6. Deze groei wordt grotendeels gecompenseerd door een efficiëntere vloot, waardoor per saldo een minimale groei resteert van de geraamde brandstofafzet en de daaruit resulterende emissie van broeikasgassen. Met name de trend naar steeds grotere binnenvaartschepen die zich de afgelopen jaren heeft voorgedaan en die naar verwachting doorzet in de komende jaren maakt de binnenvaart efficiënter.

Uitstoot broeikasgassen uit bunkerbrandstoffen luchtvaart groeit

De afzet van bunkerbrandstoffen aan de luchtvaart in Nederland groeide tussen 2013 en 2017 met gemiddeld 3 procent per jaar. De uitstoot van broeikasgassen groeide navenant en lag in 2017 op 12 megaton CO₂-equivalenten. Ook in 2018 nam de afzet van bunkers aan de luchtvaart licht toe, hoewel de groei minder groot was dan in voorgaande jaren. Dit kwam doordat Schiphol tegen haar plafond aan zat voor het maximale aantal vluchten dat op jaarbasis mag worden afgehandeld. Het marktaandeel van Schiphol in het totale aantal luchtreizigers via Nederlandse luchthavens ligt op circa 90 procent. De ontwikkeling van Schiphol is daarmee van grote invloed op de afzet van de bunkerbrandstoffen aan de luchtvaart in Nederland.

Omdat het aantal vluchten op Schiphol tot en met 2020 niet verder kan groeien, groeit ook de afzet van bunkerbrandstoffen aan de luchtvaart maar beperkt tot 2020. De totale groei tussen 2018 en 2020 is geraamd op 1 procent. De uitstoot van broeikasgassen groeit navenant mee. Na 2020 mag Schiphol bij voorgenomen beleid wel verder groeien en ook op de regionale luchthavens wordt tot 2030 een wezenlijke groei verwacht van het aantal vluchten. Deze groei van de vervoersvolumes is aanzienlijk groter dan de verwachte verbetering van de brandstofefficiëntie in de luchtvaart tot 2030, waardoor per saldo een groei wordt verwacht van de afzet van luchtvaartbunkers van 26 procent tussen 2020 en 2030. De totale afzet van bunkerbrandstoffen aan de luchtvaart in 2030 is geraamd op 215 petajoule [177-231 petajoule]. De hieruit resulterende uitstoot van broeikasgassen bedraagt 15 megaton [13-16 megaton]. De voorgenomen introductie van een vliegbelasting voor de luchtvaart in Nederland per 2021 is meegenomen in de ramingen maar heeft nauwelijks impact op de vraag naar bunkerbrandstoffen. Dit komt door de knellende capaciteitsrestricties op met name Schiphol. Door de vliegbelasting daalt

de vraag naar luchtvaart licht, waardoor de capaciteitsrestricties iets minder knellend worden in de ramingen van de KEV 2019. De vliegbelasting leidt vooral tot een andere verdeling van het type vluchten en reizigers, maar per saldo wordt er niet minder gevlogen. Het effect op de uitstoot van broeikasgassen is dan ook minimaal.

Gebruik van biokerosine neemt toe

De uitstoot van broeikasgassen uit luchtvaartbunkers groeit minder hard tussen 2020 en 2030 dan de afzet van bunkerbrandstoffen zelf. Dit komt door het gebruik van biobrandstoffen voor luchtvaart. In 2022 staat de opening gepland van een biobrandstofproductiefaciliteit in Nederland (SkyNRG, 2019), waar jaarlijks 100.000 ton aan hernieuwbare vliegtuigbrandstof geproduceerd gaat worden. KLM heeft aangekondigd daarvan minimaal 75 procent te gaan afnemen. De geraamde inzet van biobrandstof voor luchtvaart in 2030 bedraagt op basis hiervan 4 petajoule (ongeveer 2 procent van het totaal). Daarbij is verondersteld dat de volledige 100.000 ton via Nederlandse luchthavens wordt geleverd aan de luchtvaart. De daarmee gepaard gaande reductie van CO₂-uitstoot bedraagt 0,3 megaton. Deze reductie telt niet mee voor de nationale beleidsdoelen omdat de uitstoot van broeikasgassen door de internationale luchtvaart niet tot het nationale emissietotaal wordt gerekend.

Verschillen met de NEV 2017

Geraamde afzet van bunkerbrandstoffen aanzienlijk lager dan in de NEV 2017

De geraamde afzet van bunkerbrandstoffen aan de zeescheepvaart in Nederland in 2030 valt in de KEV 2019 circa 22 procent lager uit dan in de NEV 2017. Dit is deels het gevolg van een bijstelling van de historische reeks. De afzet van bunkers aan de zeescheepvaart in het jaar 2015 ligt 5 procent lager dan ten tijde van de NEV 2017 werd gerapporteerd. Ook

Tabel 5.10

Vergelijking emissies en energie bunkerbrandstoffen tussen de KEV 2019 en de NEV 2017, bij vastgesteld en voorgenomen beleid

Jaar	Afzet bunkerbrandstoffen (petajoule)		BKG-emissie (megaton CO ₂ -equivalenten)	
	KEV '19	NEV '17	KEV '19	NEV '17
2020	638	727	48	55
2030	687	771	52	58

de groeiverwachting tot 2030 is naar beneden bijgesteld, met name voor de korte termijn. De geraamde afzet van bunkerbrandstoffen in 2020 ligt 17 procent lager dan in de NEV 2017. Deze verlaging vloeit grotendeels voort uit het verlies van marktaandeel van de Nederlandse havens in de afgelopen jaren, waardoor de afzet van bunkerbrandstoffen is gedaald ondanks een groei in de vervoersvolumes in de Nederlandse havens van circa 1,5 procent per jaar sinds 2013.

De geraamde afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale luchtvaart in Nederland in 2030 valt in de KEV 2019 circa 22 procent hoger uit dan in de NEV 2017. Deze verhoging is het gevolg van een lagere inschatting van het tempo waarmee de brandstoefficiëntie in de luchtvaart verbetert in combinatie met een verbeterde modellering van de bunkerafzet. In de NEV 2017 was voor de luchtvaart een efficiëntieverbetering verondersteld van 1,5 procent per jaar, gebaseerd op de WLO-scenario's (CPB & PBL, 2016). De aannames in de WLO-scenario's zijn sindsdien echter grofweg gehalveerd (Uitbeijerse et al., 2019), daarom is ook de inschatting in de KEV 2019 naar beneden bijgesteld. Dit vertaalt zich in een hogere groei van de bunkerafzet en de daaruit

resulterende uitstoot van broeikasgassen. Daarnaast wordt in de modellering van de afzet van bunkerbrandstoffen nu expliciet rekening gehouden met de toename van de vliegafstanden. Voorheen was dit niet het geval. Dit draagt eveneens bij aan de hoger geraamde uitstoot van broeikasgassen.

De lagere inschatting van de brandstofafzet aan de zeescheepvaart in 2030 overtreft de hoger geraamde afzet aan de luchtvaart, waardoor de totale afzet van bunkerbrandstoffen en de daaruit resulterende uitstoot van broeikasgassen in 2030 in deze KEV lager is dan de NEV 2017.

Belangrijkste bevindingen

- Door een daling in de conventionele energieactiviteiten is de bijdrage van de totale energieactiviteiten aan het bruto binnenlands product de laatste jaren afgenomen. Deze bijdrage zal in de toekomst weer toenemen doordat de bijdrage vanuit hernieuwbare energie zal toenemen.
- In de komende jaren is er een lichte stijging in de investeringen, maar deze zullen daarna afvlakken en op een gelijkwaardig niveau blijven.
- De energiegerelateerde werkgelegenheid zal in de komende jaren op ongeveer hetzelfde niveau blijven als nu. De werkgelegenheid in de conventionele energieactiviteiten neemt echter af en die in de activiteiten rondom hernieuwbare energie en besparing neemt toe.





6

Economische aspecten van de energievoorziening

In dit hoofdstuk wordt de economische doorwerking beschreven van de in deze KEV besproken ontwikkelingen in de Nederlandse energievoorziening. Aan de hand van de economische indicatoren investeringen, toegevoegde waarde, productiewaarde, werkgelegenheid, innovatie-indicatoren en internationale handel worden zowel de huidige stand van zaken als de toekomstige ontwikkelingen beschreven. De focus in dit hoofdstuk ligt hiermee op de economische effecten van een transitie naar een broeikasgasvrije toekomst.

Het hoofdstuk start met een beschrijving van de conceptuele verschillen tussen de NEV 2017 en de KEV 2019 in paragraaf 6.1. Vervolgens wordt een algemeen beeld geschetst over de huidige en verwachte economische situatie, in relatie tot klimaat en energie (paragraaf 6.2). Daarna wordt in meer detail ingegaan op de ontwikkelingen in energie-exploitatieactiviteiten (paragraaf 6.3) en de economische activiteiten die voortkomen uit investeringen (paragraaf 6.4). In paragraaf 6.5 wordt ingegaan op het specifieke aspect van innovatie.

6.1 Economische afbakening Klimaat- en Energieverkenning

In van Dril (2019) wordt een eerste verkenning gedaan naar activiteiten die onder toekomstig klimaatbeleid een grotere rol gaan spelen, zoals verbreding van de scope naar niet-energiegerelateerde broeikasgas-uitstoot en nieuwe infrastructuur. Hierin wordt duidelijk dat de economische doorwerking nu ook betrekking heeft op meer sectoren dan voorheen in de Nationale Energieverkenning. Waar het eerst voornamelijk ging om de energiegerelateerde investeringen, is het nu

ook van belang om te kijken naar de niet-energiegerelateerde investeringen zoals in de landbouw.

De afbakening van nieuwe ontwikkelingen in sectoren zoals de landbouw en de mobiliteit is echter complex, omdat ze niet alleen worden gedreven door klimaatoverwegingen. Het is niet wenselijk om een hele sector, zoals de landbouw mee te nemen, want een groot gedeelte van de economische activiteiten is niet direct gekoppeld aan een reductie van broeikasgassen. Hoewel de scope van economische activiteiten met betrekking tot het klimaat ruimer is dan de energiegerelateerde activiteiten, wordt in deze KEV enkel ingegaan op energiegerelateerde activiteiten.

Het laatste verschil tussen de Nationale Energieverkenning en de KEV heeft betrekking op de netto werkgelegenheid. In het Energieakkoord is een doelstelling opgenomen om “in de periode 2014-2020 in totaal ten minste 90.000 arbeidsjaren extra te realiseren” (SER, 2013). Een belangrijke reden om deze doelstelling op te nemen was de relatief hoge werkloosheid in deze periode door de economische recessie rond 2010. In de laatste jaren is de vraag naar arbeid aanzienlijk gestegen door het economische herstel. Met name in de bouw, een sector waar veel vraag naar werkgelegenheid als gevolg van het Energieakkoord voorzien was, is er de laatste jaren sprake van krapte op de arbeidsmarkt. In de berekening van de netto werkgelegenheid werd uitgegaan van voldoende arbeidskrachten om de verwachte vraag naar arbeid volledig in te vullen. Door de gewijzigde situatie op de huidige arbeidsmarkt is dit uitgangspunt niet langer houdbaar en is gekozen om deze analyse niet meer uit te voeren in de KEV.

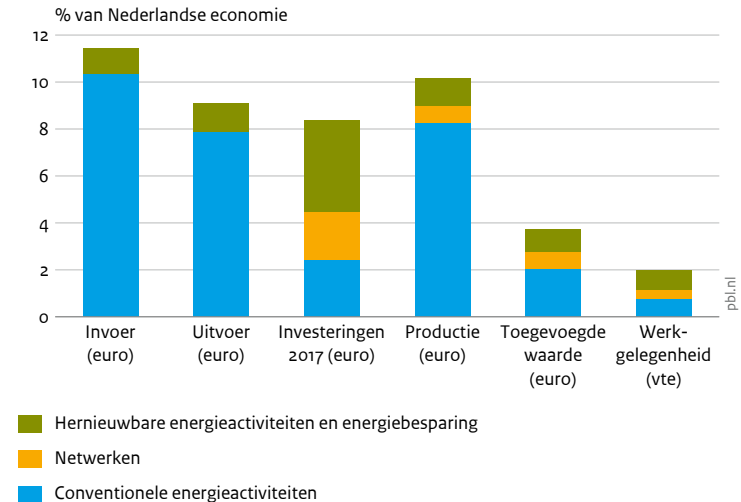
De economische indicatoren zoals beschreven in dit hoofdstuk zijn voor een groot deel afgeleid uit de nationale rekeningen van het CBS. De nationale rekeningen bieden een samenhangend en consistent overzicht van de gehele Nederlandse economie, waaronder energiegerelateerde activiteiten. In 2018 zijn de nationale rekeningen gereviseerd, wat betekent dat er nieuwe bronnen, methoden en concepten zijn doorgevoerd. Dit heeft geresulteerd in een herberekening van de economische cijfers. Deze herberekening heeft ook zijn weerslag op de KEV 2019, waardoor er bijstellingen hebben plaatsgevonden ten opzichte van de NEV 2017. Het ijkjaar voor de revisie was 2015, maar ook de gehele tijdreeks van 1995-2014 is gereviseerd (CBS, 2018). Daarnaast zijn er nog een aantal methodologische verbeteringen doorgevoerd, die met name effect hebben op de cijfers over investeringen in hernieuwbare energie. Deze methodewijzigingen worden verder toegelicht in het achtergrondrapport (CBS, 2019).

6.2 Klimaat en energie economisch verkend

Om een indruk te krijgen van de economische impact van energie binnen de Nederlandse economie als geheel, worden in figuur 6.1 enkele economische kernindicatoren gepresenteerd. De totale bijdrage van energie aan het bruto binnenlands product bedraagt 3,7 procent in 2018. Het kapitaalintensieve karakter van energie komt duidelijk terug in dit figuur. Het aandeel van de investeringen (8,4 procent) is vier maal zo hoog als het aandeel werkgelegenheid (2,0 procent) gerelateerd aan energie.

Figuur 6.1

Aandeel van energieactiviteiten per economische indicator, 2018



Bron: CBS

Figuur 6.1 laat zien dat de in- en uitvoerwaarde van energie een relatief hoog aandeel heeft van de in- en uitvoerwaarde van de Nederlandse economie. Dit heeft zowel te maken met de directe invoer en uitvoer van fossiele energiedragers als met de handel in bewerkte energieproducten (zie ook tekstbox 6-1). Het aandeel van energie-activiteiten in de gehele Nederlandse economie is teruggelopen, onder andere door de afbouw van de gaswinning in Groningen. Nederland heeft decennialang veel aardgas gewonnen, waarvan een deel jaarlijks werd geëxporteerd. Deze

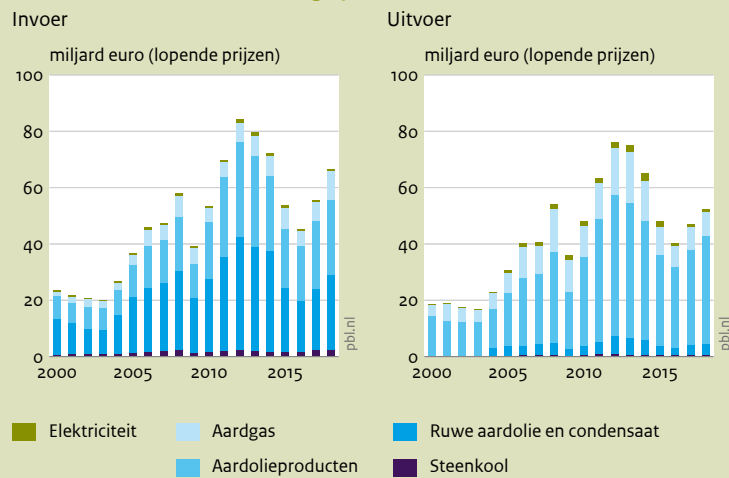
6-1 In- en uitvoer van energiedragers van 2000 tot 2018

Figuur 6.2 laat de in- en uitvoerwaarde van verschillende energieproducten zien. De waarde van de internationale handel fluctueert sterk. In de afgelopen 4 jaar is een variatie te zien in de totale invoerwaarde van 45 miljard tot 66 miljard en de uitvoerwaarde van 40 miljard tot 52 miljard. Deze variatie wordt verklaard door zowel schommelingen in prijs als volume. De waarde van de internationale handel kende een piek rond 2012, toen de prijs van aardolie en aardgas hoog was. Tussen 2012 en 2016 is de prijs van energiedragers gedaald. Met name tussen 2014 en 2015 daalde de olieprijs sterk, wat te zien is in de invoer- en uitvoerwaarde van energieproducten. Sinds 2016 zijn de energieprijzen weer aangetrokken.

Niet alleen de prijsschommelingen spelen een belangrijke rol, ook de ontwikkelingen rondom de gaswinning in Groningen. De waarde van de uitvoer van aardgas piekte in 2013, mede als gevolg van de hoge gaswinning in Groningen. In de daaropvolgende jaren daalde de uitvoer van aardgas, mede als gevolg van de verminderde gaswinning in Groningen en een daling in de gasprijs, waardoor de waarde van de uitvoer in 2018 meer dan gehalveerd was ten opzichte van 2013. De invoer van aardgas is sinds 2016 juist gestegen, wat er toe heeft geleid dat Nederland in 2018 voor het eerst netto-importeur van aardgas is geworden.

Figuur 6.2

In- en uitvoerwaarde van energieproducten



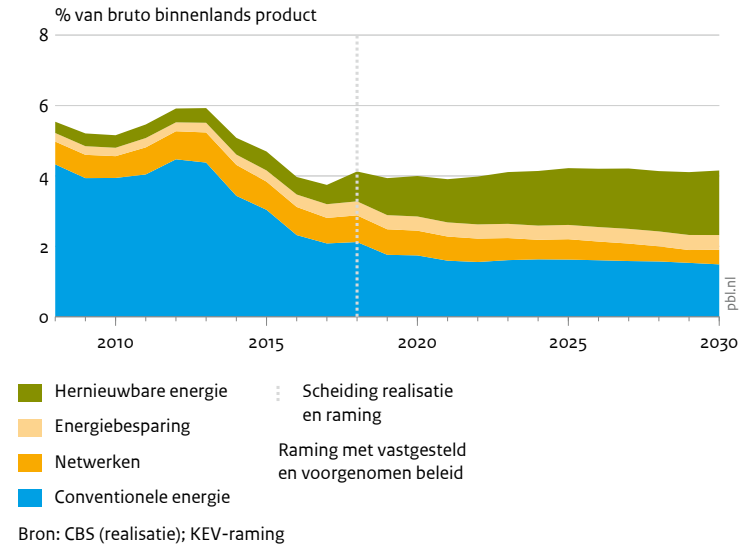
Bron: CBS

export is teruggelopen en slaat nu om naar import. Aan de andere kant importeert Nederland veel ruwe aardolie die door de Nederlandse raffinagesector wordt verwerkt tot allerlei aardolieproducten, die vervolgens grotendeels worden uitgevoerd.

De bijdrage van energiegerelateerde activiteiten¹ aan het totale bruto binnenlands product (bbp) was in 2017 lager dan in 2008 (figuur 6.3). In 2018 steeg deze bijdrage tot rond 4 procent en blijft daarna naar verwachting constant. De piek van de jaren 2012 en 2013 was voornamelijk gerelateerd aan een relatief hoge hoeveelheid aardgaswinning, investeringen in nieuwe kolencentrales en hoge energieprijzen, waardoor de conventionele energiesectoren een tijdelijke stijging in de toegevoegde waarde lieten zien. Na deze piek zijn er geen grote investeringen meer gedaan in conventionele energiecentrales en is de aardgaswinning teruggelopen. Dit is ook te zien in de forse daling in de toegevoegde waarde van de conventionele sectoren in recente jaren. In de projecties neemt deze nog licht af, maar stabiliseert in 2022 (rond 1,6 procent). Deze stabilisering is het gevolg van tegengestelde trends in de onderliggende sectoren, die verder worden toegelicht in paragraaf 6.3. De toegevoegde waarde van hernieuwbare energie laat vanaf 2008 een stijgende trend zien, van 0,3 procent in 2010 tot 0,8 procent in 2018.

¹ Energiegerelateerde activiteiten zijn opgedeeld in activiteiten die betrekking hebben op de winning, productie, omzetting, handel, opslag, transport en levering van energie, samengevat in de term energie-exploitatie en de activiteiten uit investeringen. Om te zorgen dat de energie-exploitatieactiviteiten op peil blijven of meegroeien met de vraag van eindverbruikers, worden investeringen gedaan. Deze investeringen leiden tot economische activiteiten binnen andere sectoren zoals bouwen en installatiebedrijven, producenten van technologie, R&D, overheid, consultancy en overige dienstverlening, samengevat in de term activiteiten uit investeringen.

Figuur 6.3
Bijdrage energiegerelateerde activiteiten aan Nederlandse economie

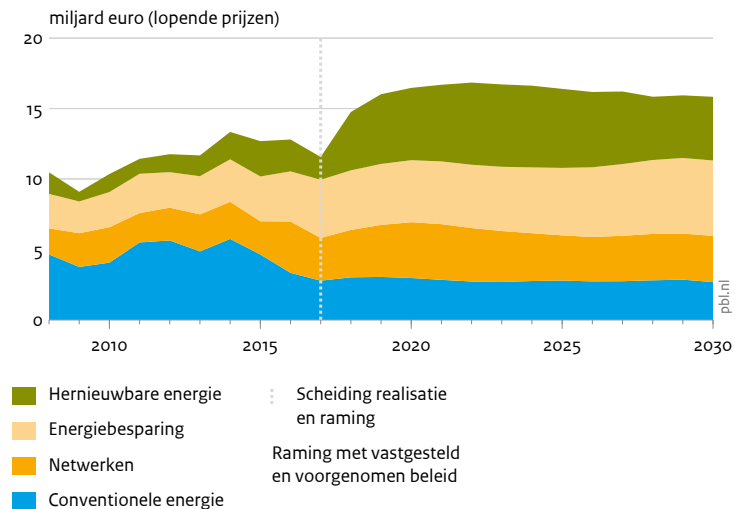


Deze stijgende trend is ook zichtbaar in de projecties, waarbij in 2030 de bijdrage van hernieuwbare energie aan het totale bruto binnenlands product ongeveer 1,8 procent bedraagt.

De toegevoegde waarde van hernieuwbare energie is opgebouwd uit verschillende componenten, zoals de opbrengsten van elektriciteitsproductie met installaties die hernieuwbare energie opwekken, maar bijvoorbeeld ook bedrijven die (onderdelen) van windmolens en

zonnepanelen produceren en installeren. De verwachte toegevoegde waarde van hernieuwbare energie is in 2030 voor meer dan een kwart (0,5 procent van het bruto binnenlands product) gerelateerd aan de investeringsactiviteiten van bedrijven die profiteren van de investeringen. De investeringen in hernieuwbare energie stijgen fors om de transitie naar een broeikasgasvrije energievoorziening te realiseren. Figuur 6.4 toont dat de investeringen in hernieuwbare energie en energiebesparing behoorlijk zijn toegenomen sinds 2008, de komende jaren nog fors toe zullen nemen en vervolgens zullen stabiliseren. De investeringen stijgen flink in 2018. Deze stijging komt voor een belangrijk deel door de start van de aanleg van verschillende nieuwe windparken op zee (RVO.nl, 2019a). Een gedeelte van deze investeringen betreft de betalingen die moeten worden gedaan voor vergunningen. Deze vinden plaats in de jaren voor de daadwerkelijke plaatsing van de installaties. Naast de investeringen in hernieuwbare energie is ook een lichte stijging te zien in de investeringen voor netwerken. Investeringen in conventionele energie blijven redelijk stabiel; dit zijn voornamelijk investeringen om de bestaande installaties in goede conditie te houden.

Figuur 6.4
Investeringen in energie-exploitatie en energiebesparing



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

NB: De ontwikkeling van de inflatie binnen de projecties is opgenomen in de tabellenbijlage.

Verdeling werkgelegenheid energiesector verandert

De totale werkgelegenheid in de energiesector steeg in 2014 tot ongeveer 154 duizend arbeidsjaren². Vervolgens daalde de werkgelegenheid tot 148 duizend arbeidsjaren in 2018. Het totaal aantal arbeidsjaren zal tot 2030 naar verwachting variëren tussen de 155 duizend en 139 duizend (figuur 6.5). Hierin wordt wel een verschuiving verwacht van arbeid in de conventionele sectoren naar hernieuwbare energie en energiebesparing. In 2008 was 56 procent van de werkgelegenheid gerelateerd aan de conventionele sectoren en 29 procent aan hernieuwbare energie en energiebesparing. In 2018 was dit 38 procent voor conventionele energie en 43 procent voor hernieuwbare energie en energiebesparing. Naar verwachting is in 2030 33 procent van de werkgelegenheid in de energiesector gerelateerd aan de conventionele sectoren en 48 procent aan hernieuwbare energie en energiebesparing. Het aandeel werkgelegenheid bij netwerken blijft relatief stabiel.

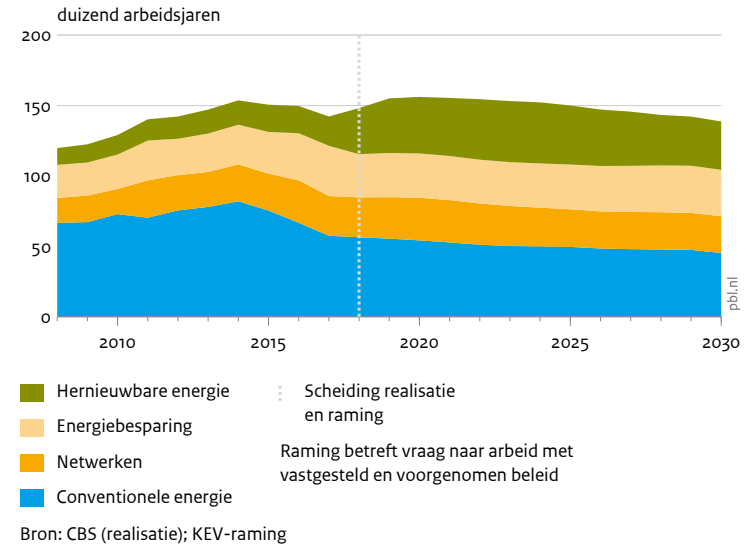
6.3 Exploitatieactiviteiten

Toegevoegde waarde neemt sterk af

Energie-exploitatieactiviteiten omvatten de winning, productie, distributie en verkoop van zowel hernieuwbare als conventionele energieproducten. Hieronder vallen onder andere de winning van olie en gas, de aardolie-industrie (raffinaderijen), de productie van

- 2 De totale werkgelegenheid in de energiesector betreft zowel de werkgelegenheid bij energie-exploitatieactiviteiten als de werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen. Het gaat om zowel de medewerkers die bijvoorbeeld werken binnen de raffinaderijen, elektriciteitscentrales en benzinestations als bijvoorbeeld, de installateurs, bouwvakkers en consultants die werkzaamheden verrichten als gevolg van energiegerelateerde investeringen.

Figuur 6.5
Energiegerelateerde werkgelegenheid



elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen (centraal en decentraal), de handel in fossiele energieproducten (groothandel, benzinestations) en de opslag van fossiele brandstoffen. Figuur 6.6 geeft de ontwikkeling in de toegevoegde waarde van de energie-exploitatieactiviteiten van deze onderliggende sectoren weer. Dit is gemiddeld ongeveer tweederde van de totale toegevoegde waarde (figuur 6.3). Netwerken voor de distributie van energie worden als aparte categorie meegenomen,

omdat deze niet enkel tot hernieuwbare energie of energie uit fossiele brandstoffen behoren.

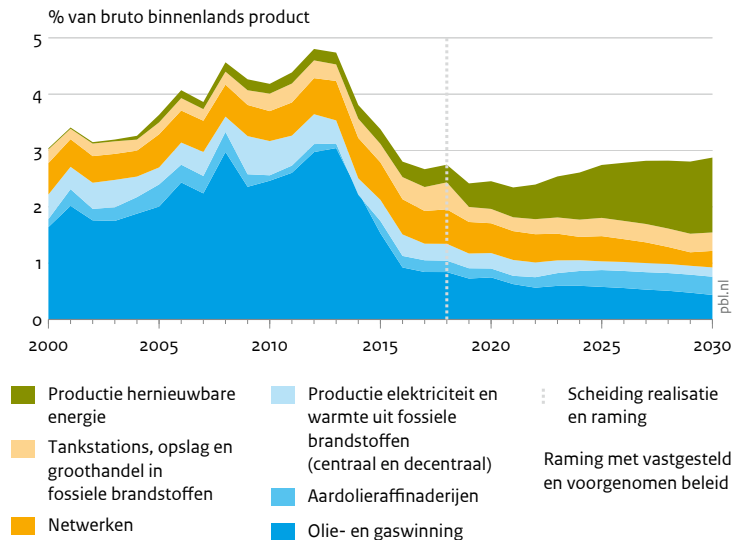
De Nederlandse aardgaswinning heeft sinds de jaren '60 voor een groot deel bijgedragen aan de toegevoegde waarde die gegenereerd werd door de Nederlandse (conventionele) energiesector. De hoogste bijdrage werd geleverd in 2013, toen zowel de binnenlandse winning als de gasprijs een hoog niveau bereikten. Sinds 2013 heeft er een omslag plaatsgevonden, met name door het beperken van de gaswinning in Groningen.

Als gevolg daarvan is de toegevoegde waarde van de aardolie- en gaswinning in 2016 met bijna 70 procent gedaald ten opzichte van 2013. Hierna zal de toegevoegde waarde van de olie- en gaswinning naar verwachting blijven dalen tot 2030, maar dit gaat niet in hetzelfde tempo als de afbouw in de volumevraag voor deze periode. Tussen 2020 en 2030 neemt de winning van aardgas af met ongeveer 60 procent, maar tegelijkertijd neemt de geprojecteerde prijs van aardgas toe met ongeveer 30 procent, waardoor de totale toegevoegde waarde van aardgaswinning over deze periode met 50 procent afneemt.

Eenzelfde trend is ook zichtbaar bij de winning van olie. Het volume daalt hier ook, maar door de stijgende olieprijs is er nauwelijks een verschil in de toegevoegde waarde van oliewinning. Naar verwachting daalt hierdoor de toegevoegde waarde van de gas- en oliewinning als totaal met ongeveer 45 procent tussen 2020 en 2030. De werkgelegenheid binnen de gas- en oliewinning volgt een soortgelijke trend als de toegevoegde waarde. De werkgelegenheid laat in de afgelopen jaren een stabiel verloop zien, maar verwacht wordt dat de vraag naar arbeid tussen 2020 en 2030 afneemt met 40 procent (figuur 6.7).

Figuur 6.6

Bijdrage energie-exploitatieactiviteiten aan bruto binnenlands product



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

Toegevoegde waarde raffinaderijen neemt in de toekomst weer licht toe

De toegevoegde waarde van de raffinaderijen heeft de laatste jaren behoorlijk onder druk gestaan, waarbij in 2014 zelfs een negatieve toegevoegde waarde is gerealiseerd. Hierna is de toegevoegde waarde gestabiliseerd rond de 1,5 miljard euro, maar verwacht wordt dat deze licht zal toenemen. De afzet zal daarbij in de toekomst licht dalen, maar door de stijging van de olieprijs stijgen ook de prijzen van olieproducten.

In totaal levert dit een lichte stijging op van de toegevoegde waarde van de raffinagesector. Binnen de raffinagesector is geen sterke koppeling tussen de toegevoegde waarde en de werkgelegenheid, wat terug is te zien in de raming van de verwachte vraag naar arbeid. Verwacht wordt dat deze vraag binnen de raffinagesector in de komende jaren licht terug zal lopen.

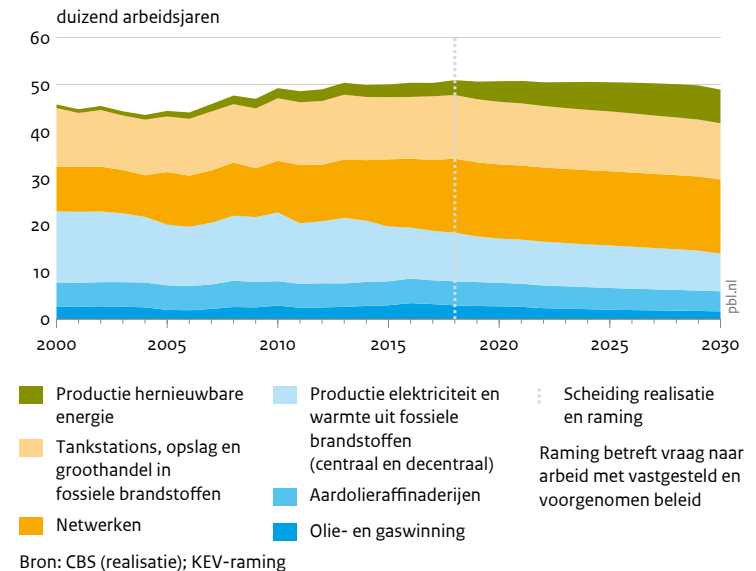
Volume productie van elektriciteit uit fossiele brandstoffen neemt af

De fluctuatie in toegevoegde waarde is ook zichtbaar voor de sector 'productie elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen (centraal en decentraal)'. Deze is de afgelopen jaren meer onder druk komen te staan en naar verwachting verbetert dit beeld in de toekomst niet (figuur 6.6). Dit heeft verschillende oorzaken. Zo neemt de gemiddelde prijs van elektriciteit tussen 2020 en 2030 toe en neemt het totale volume van elektriciteit geproduceerd door conventionele centrales af (paragraaf 4.3). Tussen 2020 en 2029 neemt het geproduceerde volume met meer dan 20 procent af. In 2030 zal de kolenstook worden beëindigd en mede daardoor neemt de geproduceerde hoeveelheid elektriciteit door conventionele centrales met circa 50 procent af ten opzichte van 2020. De centrales die er nog wel staan, zullen meer gaan produceren wanneer de hernieuwbare installaties niet genoeg elektriciteit produceren.

Over het geheel daalt de geprojecteerde toegevoegde waarde van deze sector tot 2025 licht. Na 2025 zal dit aandeel redelijk stabiel blijven doordat, onder andere, de prijs waartegen deze centrales elektriciteit kunnen afzetten hoger zal liggen dan de jaargemiddelde elektriciteitsprijs. De verwachte vraag naar arbeid binnen deze sector neemt wel af in de komende jaren, maar minder sterk dan de toegevoegde waarde. Dit wordt veroorzaakt doordat een significant deel van de werknemers in deze sector werkt binnen de handels- en retailkant. Dit werk zal de komende jaren doorgaan, omdat de handel in elektriciteit niet vermindert.

Figuur 6.7

Werkgelegenheid in exploitatieactiviteiten



Hernieuwbare energie neemt het stokje over

Sinds 2000 laat de toegevoegde waarde van de exploitatie van hernieuwbare energie een stijgende trend zien. Deze bedroeg 100 miljoen euro in 2000 en ruim 2,3 miljard euro in 2018. Terwijl de meeste conventionele sectoren de toegevoegde waarde zien slinken, wordt verwacht dat de totale toegevoegde waarde van hernieuwbare energie in 2030 uitkomt op ongeveer 10 miljard euro.

Eén van de bronnen die een bijdrage levert aan deze groei in de toegevoegde waarde van de exploitatie van hernieuwbare energie is energie uit biomassa. De productiewaarde van deze sector is gegroeid van ongeveer 1,9 miljard euro in 2016 naar bijna 2,7 miljard euro in 2017, waarbij de toegevoegde waarde steeg van bijna 1 miljard euro naar 1,2 miljard euro. Een belangrijke factor in deze stijging is een groei van de productie van biobrandstoffen voor transport. Verwacht wordt dat de groei van de vraag naar biobrandstoffen tot 2020 toeneemt en daarna stabiliseert (paragraaf 5.6).

Naast de toename van de vraag naar biobrandstoffen stijgt ook de productie van zonnestroom aanzienlijk. Tussen 2020 en 2030 neemt de productie van zonnestroom naar verwachting met 200 procent toe (paragraaf 4.3). Deze zonnepanelen worden geplaatst op de daken van woningen en andere gebouwen of in zonnevelden, waarbij afhankelijk van het type aansluiting, een andere elektriciteitsprijs geldt. De groei in het aantal zonnepanelen vertaalt zich ook in een stijging van de toegevoegde waarde van deze technologie. Daarnaast leveren andere vormen van hernieuwbare energie, zoals de productie van warmte met behulp van aardwarmte, ook een bijdrage aan de verwachte stijging van de toegevoegde waarde. De toename zit hier, net als bij zon-PV, vooral in het winstinkomen en niet in het arbeidsinkomen en de werkgelegenheid. Dit is terug te zien in de verwachte vraag naar arbeid in figuur 6.7. Er is wel een stijging te zien in de vraag naar arbeid gerelateerd aan de energie-exploitatie van hernieuwbare energie, maar deze is niet zo sterk als de stijging in de toegevoegde waarde van energie-exploitatie van hernieuwbare energie.

6.4 Investerings in energie en de daardoor gecreëerde vraag naar arbeid

In de totale energiegerelateerde werkgelegenheid is ongeveer een derde gerelateerd aan energie-exploitatie en tweederde is gerelateerd aan investeringen. In paragraaf 6.3 zijn de (toekomstige) ontwikkelingen binnen energie-exploitatie beschreven. In deze paragraaf wordt ingegaan op de werkgelegenheid gerelateerd aan investeringen. Paragraaf 6.4.1 geeft een beschrijving van de ontwikkelingen in de investeringen. In paragraaf 6.4.2 wordt ingegaan op de gerelateerde werkgelegenheid.

6.4.1 Investerings in energie

De totale investeringen in energie zijn tot en met 2014 geleidelijk toegenomen, maar zijn in de jaren 2015 tot en met 2017 weer iets afgenomen (figuur 6.8). De daling in de deze periode is het resultaat van tegengestelde trends in de onderliggende sectoren. De investeringen in conventionele sectoren zijn sinds 2014 sterk gedaald, terwijl de investeringen in hernieuwbare energie en energiebesparing zijn gestegen. De investeringen in netwerken zijn in deze periode ook licht gestegen. Naar verwachting stabiliseren de investeringen in conventionele energie na 2017, maar de investeringen in hernieuwbare energie, energiebesparing en netwerken zullen verder stijgen. De totale hoeveelheid investeringen neemt daarmee toe naar gemiddeld 16 miljard euro in 2030.

Investerings conventioneel stabiliseren na sterke daling

Binnen de conventionele sectoren werd tot 2014 fors geïnvesteerd in onder andere een drietal nieuwe kolencentrales in de elektriciteitssector en additionele boringen voor olie- en gaswinning. Na 2014 zijn de investeringen van deze twee conventionele sectoren gedaald van 4,9 miljard in 2014 tot 2,1 miljard in 2017. De investeringen van aardolieraffinaderijen daarentegen zijn gedurende deze periode stabiel gebleven tussen de 600 en 800 miljoen euro.

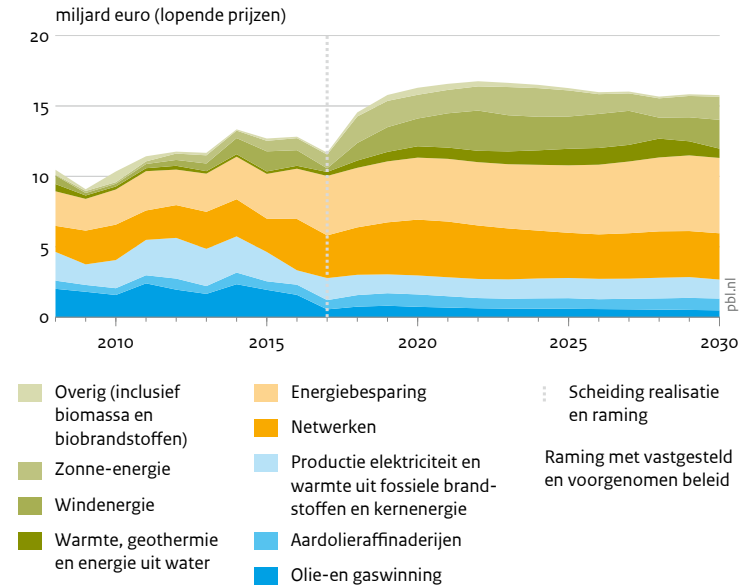
Naar verwachting blijven de investeringen in de conventionele energievoorziening op ongeveer hetzelfde niveau als in 2017. Dit is onder andere gerelateerd aan de ontwikkelingen in de capaciteit van gasgestookte elektriciteitscentrales en warmtekrachtkoppelingen(WKK)-installaties (paragraaf 4.3). Hierbij gaat het niet om investeringen in nieuwe centrales, maar om onderhoudsinvesteringen van bestaande centrales. Zoals in hoofdstuk 3 wordt toegelicht is de rentabiliteit van WKK-installaties in de industrie (paragraaf 5.2) en de landbouw (paragraaf 5.4) verbeterd ten opzichte van de ramingen in de NEV 2017. Veel van de bestaande WKK-installaties in de landbouw blijven daarom langer staan, en om te zorgen dat ze goed blijven functioneren zijn meer investeringen nodig dan werd geraamd in de NEV 2017.

Toename in investeringen in hernieuwbare energie en energiebesparing zet door

De totale investeringen in hernieuwbare energie zijn tussen 2008 en 2016 toegenomen, maar dalen in 2017, waardoor ze ongeveer op het niveau van 2014 uitkomen (figuur 6.8). De belangrijkste oorzaken van de stijging tussen 2010 en 2016 zijn de investeringen in wind- en zonne-energie. De investeringen in zonne-energie zijn gegroeid van 500 miljoen euro in 2014 tot bijna 1 miljard in 2017. Ook de investeringen in windenergie laten over een langere periode een zeer sterke groei zien,

Figuur 6.8

Investerings per energieactiviteit



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

NB: De ontwikkeling van de inflatie binnen de projecties is opgenomen in de tabellenbijlage.

maar zijn jaar-op-jaar volatiel. Dit heeft te maken met de bouw van grote windparken op zee. Offshore windparken als Luchterduinen en Gemini resulteerden in forse investeringspieken, maar na de in gebruikname van deze parken vielen de investeringen in 2017 terug. Na 2017 nemen ze

naar verwachting weer sterk toe door de bouw van nieuwe windparken (RVO.nl, 2019a). De investeringen in de overige hernieuwbare energiebronnen, zoals geothermie, biomassa en biobrandstoffen zijn sinds 2014 gestegen, maar zijn relatief klein ten opzichte van de investeringen in wind- en zonne-energie.

In de projecties wordt het grootste deel van de investeringen in hernieuwbare energie bepaald door investeringen in zonne- en windenergie. De enorme toename in het opgestelde vermogen van zonne- en windenergie (zie paragraaf 4.6) resulteert in investeringen die tussen 2020 en 2030 ongeveer 70 tot 80 procent van de totale investeringen in hernieuwbare energie beslaan. De investeringen in overige hernieuwbare energie groeien ook, maar zijn relatief klein ten opzichte van de investeringen in zonne- en windenergie.

De investeringen in energiebesparing stegen van 2,5 miljard euro in 2010 naar 4,2 miljard euro in 2017. In de ramingen zit ook een toename van de investeringen in energiebesparing, maar in de ramingen neemt de toekomstige groei wel af. Geraamd wordt dat deze investeringen in 2030 rond de 5 miljard euro bedragen. Eén van de redenen voor de groei in investeringen is de instelling van de informatieplicht voor bedrijven in het kader van de Wet milieubeheer, zoals beschreven in de paragrafen 5.2 en 5.3. Door de regelgeving aan te passen wordt verwacht dat bedrijven sneller overgaan tot investeringen in energiebesparende maatregelen.

Infrastructuur

De investeringen in de benodigde infrastructuur voor het transporteren en distribueren van gas en elektriciteit zijn toegenomen van 2,6 miljard euro in 2014 tot 3 miljard euro in 2017. Volgens de raming blijven deze

doorgroeien, met name in de elektriciteitsinfrastructuur. Hierbij kan worden gedacht aan de aansluiting van windmolenparken in de Noordzee op het elektriciteitsnet aan de kust, maar ook aan verzwaring van bestaande netten, door bijvoorbeeld de aanleg van een windpark of een zonneveld.

6.4.2 Werkgelegenheid uit investeringen

De ontwikkelingen in de investeringen kunnen worden vertaald naar economische activiteiten die hieruit voortkomen, oftewel de verwachte directe vraag naar arbeid uit investeringen. Of deze vraag naar arbeid ook wordt omgezet in werkgelegenheid hangt af van de arbeidsproductiviteit en of bedrijven geschikte werknemers kunnen vinden. Daar wordt hier verder niet op ingegaan.

De directe vraag naar arbeid in Nederland verschilt voor verschillende technologieën (figuur 6.9). Een groot deel van de gebruikte energietechnologie wordt geïmporteerd, waardoor dit niet resulteert in vraag naar arbeid in Nederland om deze technologie te produceren. De installatie van de technologie wordt doorgaans wel gedaan door Nederlandse bedrijven. Dit is verwerkt in de realisaties en ramingen van de activiteiten uit investeringen (van Dril, 2019).

Met name de activiteiten gerelateerd aan energiebesparing en zonne-energie resulteren in relatief veel vraag naar arbeid binnen Nederland. Het gaat hierbij om activiteiten zoals het isoleren van woningen en het plaatsen van zonnepanelen. Dit is arbeidsintensief werk. Voor zonne-energie steeg de werkgelegenheid tussen 2014 en 2017 met bijna 60 procent en voor energiebesparing met circa 25 procent. Ook de gestegen investeringen in andere technologieën, zoals windenergie, leveren een additionele vraag naar arbeid op. De werkzaamheden voor

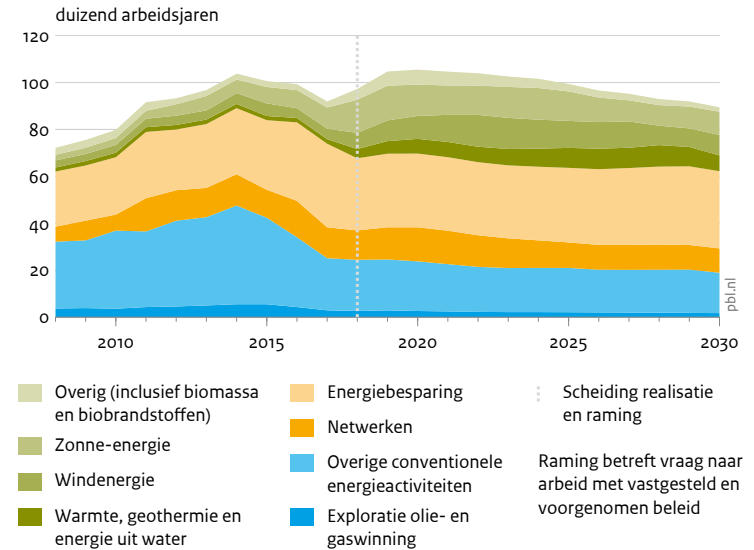
deze technologieën kennen echter een hoger importaandeel en door de hogere kosten per arbeidsjaar resulteert een even hoge investering in minder voltijdbanen. De stijging in de investeringen in windenergie van de afgelopen jaren heeft zich daarom niet direct vertaald naar een stijging in de werkgelegenheid in de windenergie-sector. Deze is nu weer op het niveau van 2014.

In 2017 leverden investeringen in elektrisch vervoer ruim 4200 arbeidsjaren op in Nederland. Het ging hierbij om een verscheidenheid aan activiteiten, zoals het plaatsen van de laadpalen, maar ook om de ontwikkeling en productie van batterijen, software, aandrijftechniek en voertuigen. Sinds 2008 stijgt de Nederlandse werkgelegenheid in elektrisch vervoer continu. Zo kwamen er in 2017 800 arbeidsjaren bij ten opzichte van 2016. In paragraaf 5.6 wordt toegelicht dat de verwachte groei van elektrisch vervoer tot 2020 groot is, maar dat dit daarna terugvalt doordat er na 2020 geen aanvullend beleid is opgenomen in deze KEV. Vanaf 2025 neemt de verkoop van elektrische auto's naar verwachting weer toe. Hierdoor komt de verwachte vraag naar arbeid in 2030 op een gelijkwaardig niveau als in 2017.

De totale verwachte vraag naar arbeid³ in Nederland als gevolg van investeringen in de conventionele sectoren, hernieuwbare sectoren, netwerken en energiebesparing laat een daling zien tot 2030. Hierbij komt de totale verwachte vraag naar arbeid uit investeringen op ongeveer hetzelfde niveau als als de werkgelegenheid uit investeringen in 2017. Het is onzeker of er in de toekomst voldoende aanbod van arbeid

3 Dit betreft voor energie-exploitatieactiviteiten de directe vraag naar arbeid en voor activiteiten uit investeringen de directe en de eerstegraads indirecte vraag naar arbeid.

Figuur 6.9
Werkgelegenheid in energieactiviteiten uit investeringen



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming

en geschikte arbeidskrachten is om te voldoen aan deze vraag (PBL, 2018, 2019).

6.5 Energie-innovatie

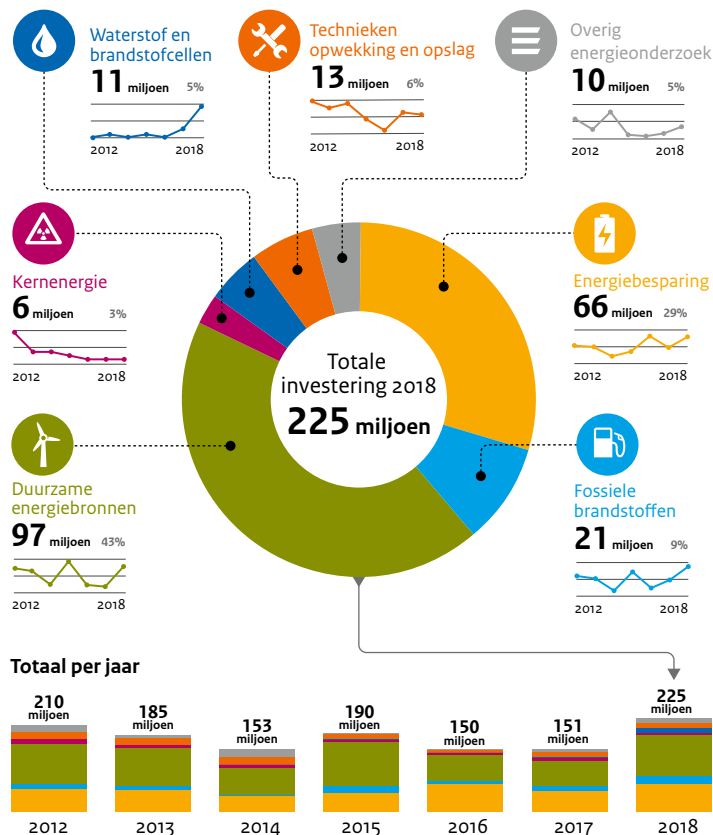
Paragraaf 6.4 beschrijft de investeringen in diverse energietechnologieën. Sommigen van deze technologieën zijn nog volop in ontwikkeling. Om deze technologieën te verbeteren wordt geïnvesteerd in onderzoek en ontwikkeling en in de demonstratie van nieuwe technologieën en diensten. Deze investeringen in innovatie dragen mogelijk bij aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en creëren van nieuwe economische kansen. Dit is in lijn met het algemene Nederlandse innovatiebeleid, dat gericht is op de aanpak van maatschappelijke uitdagingen, het verhogen van de welvaart en het op peil houden van de concurrentiepositie (Rijksoverheid, 2019). Deze paragraaf brengt in kaart welke publieke bestedingen in energie-innovatie plaatsvinden en in welke onderwerpen wordt geïnvesteerd. De private bestedingen door bedrijven zijn alleen bekend als deze van toepassing zijn op gesubsidieerde projecten. Hiermee zijn niet alle investeringen in energie-innovatie in beeld gebracht, omdat bedrijven ook zelf investeren in energie-innovatie, maar deze informatie niet altijd publiekelijk beschikbaar stellen.

Publieke bestedingen in energieonderzoek flink gestegen in 2018 naar 225 miljoen euro

In 2018 heeft de Rijksoverheid 225 miljoen euro aan publieke middelen geïnvesteerd in energieonderzoek en ontwikkeling (RVO.nl, 2019b). Dit is een flinke stijging ten opzichte van voorgaande jaren (figuur 6.10). In 2018 zijn additionele middelen ingezet voor energie-innovatie en ontwikkeling vanuit de Klimaatenvlop. De Klimaatenvlop is beschikbaar gesteld door het kabinet voor maatregelen die bijdragen aan de ambitie om de CO₂-uitstoot in Nederland met 49 procent te verminderen in 2030 (Rijksoverheid, 2018). De maatregelen die gefinancierd worden uit de Klimaatenvlop komen terug in veel

Figuur 6.10

Verdeling over thema's van publieke investeringen aan energieonderzoek op basis van gecommiteerde subsidie



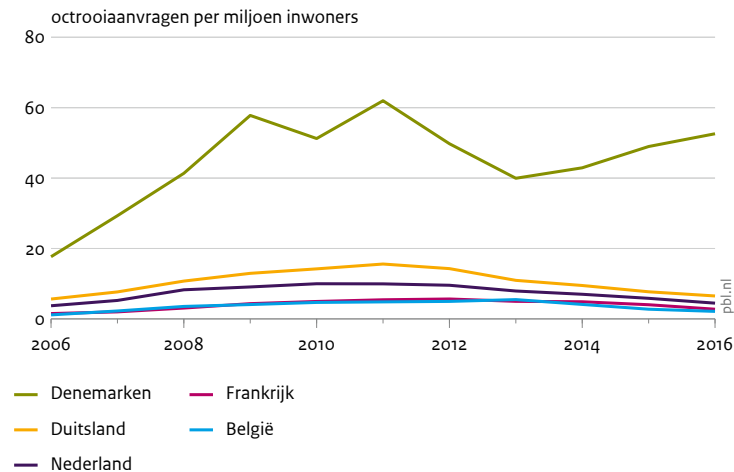
Bron: RVO.nl, 2019b, in lopende prijzen

verschillende sectoren. Bij energie-innovatieprojecten moet gedacht worden aan bijvoorbeeld een project waarbij een nieuw type windturbine wordt ontwikkeld en getest, of het onderzoeken en ontwikkelen van nieuwe producten en concepten voor een aardgasvrije gebouwde omgeving. In Nederland is er een breed scala aan energie-innovatieprojecten. Deze variëren in onderwerp, omvang en betrokken partijen. Figuur 6.10 geeft ook de publieke investeringen weer in verschillende categorieën. Van de investeringen in energieonderzoek en ontwikkeling in 2018 is ruim 43 procent (97 miljoen euro) besteed in innovatieprojecten voor hernieuwbare energie. Daarnaast is er in 2018 ongeveer 66 miljoen euro besteed aan onderzoek in, en ontwikkeling van energiebesparende maatregelen. Dit zijn de twee grootste categorieën die zich tevens richten op energietechnologiecategorieën waar ook grootschalige uitrol plaatsvindt (zie paragraaf 6.4). Energieonderzoek naar waterstof en brandstofcellen groeit al enkele jaren en in 2018 werd er in totaal 11 miljoen euro besteed in deze categorie. Investeringen in onderzoek naar fossiele brandstoffen (conventionele energie) zijn beperkt en richten zich met name op carbon capture and storage (CCS).

In figuur 6.10 zijn de eigen (private) uitgaven van bedrijven binnen de energie-innovatie projecten niet weergegeven. In de Topsector Energie schommelt de omvang hiervan sinds de start van het Topsectorbeleid in 2012 rond de 100-150 miljoen euro per jaar⁴, circa 40 procent van de totale investeringen. De totale investering in de Topsector Energie, publiek en privaats, bedraagt vanaf 2012 circa 2 miljard euro (RVO.nl, 2019c).

4 De omvang van private bestedingen aan energie-innovatie buiten het topsectorbeleid is onbekend. Dit wordt niet specifiek waargenomen.

Figuur 6.11
Aantal octrooiaanvragen hernieuwbare energie per land



Bron: RVO.nl

Octrooiaanvragen in hernieuwbare energie

De cijfers over het aantal octrooiaanvragen geven een beeld van de resultaten van de inspanningen op het gebied van innovatie, zoals die hierboven zijn beschreven. Figuur 6.11 laat het aantal internationale octrooiaanvragen zien dat vanuit Nederland en een aantal andere Europese landen is ingediend bij het Europees Octrooibureau (EOB) of de World Intellectual Property Organization (WIPO). Sinds 2011 is er een dalende trend in de octrooiaanvragen op het gebied van hernieuwbare energie. Dit treedt op in de meeste andere landen die zijn weergegeven in figuur 6.11. Een mogelijke verklaring is dat de betreffende technologieën volwassen zijn geworden en dat ze nu vooral in een opschalingsfase zitten.





Referenties

Hoofdstuk 1

- CBS** (2013). Economic Radar of the Sustainable Energy Sector in the Netherlands, 2008 – 2011. Edition 2013, Den Haag/Heerlen.
- CBS** (2019). Statline: <http://statline.cbs.nl>. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CPB & PBL** (2015). Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO). Den Haag.
- EC** (2009). Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de raad van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG. Europese Commissie, Brussel.
- EC** (2018). Een schone planeet voor iedereen. Een Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie. COM(2018) 773 definitief. Europese Commissie, Brussel.
- EC** (2019). Clean energy for all Europeans. Europese Commissie, Brussel.
- ECN** (2013). Leaflet National Energy Outlook Modelling System. ECN-F--13-046. Petten.
- ECN & PBL** (2010). Referentieraming energie en emissies 2010-2020. ECN-E--10-004. Petten.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat** (2019a). Klimaatakkoord. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat** (2019b). Voortgang uitvoering routekaart windenergie op zee 2030. Kamerbrief. Den Haag.
- M. Hekkenberg & M. Verdonk** (2014). Nationale Energieverkenning 2014. ECN-O--14-036. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- KNMI** (2015). KNMI'14-klimaatsscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie. De Bilt.
- PBL** (2019a). Kortetermijnraming voor emissies en energie in 2020. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- PBL** (2019b). Analyse Klimaatakkoord. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- PBL & ECN** (2012). Referentieraming Energie en Emissies: Actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030. Publicatienummer: 500278001. Den Haag.
- RIVM** (2019). Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2017. National Inventory Report 2019, RIVM rapport 2019-2020.
- RVO.nl & CBS** (2015). Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, Herziening 2015: Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen. Centraal Bureau voor de Statistiek en Rijksdiens voor Ondernemend Nederland, Den Haag.
- K. Schoots & P. Hammingh** (2015). Nationale Energieverkenning 2015. ECN-O--15-033. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- K. Schoots, M. Hekkenberg, P. Hammingh** (2016). Nationale Energieverkenning 2016. ECN-O--16-035. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- K. Schoots, M. Hekkenberg, P. Hammingh** (2017). Nationale Energieverkenning 2017. ECN-O--17-018. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.
- Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden** (2019). 253. Wet van 2 juli 2019, houdende een kader voor het ontwikkelen van beleid gericht op onomkeerbaar en stapsgewijs terugdringen van de Nederlandse emissies van broeikasgassen teneinde wereldwijde opwarming van de aarde en de verandering van het klimaat te beperken (Klimaatwet). Den Haag.

- G.L. Velthof, C. van Bruggen, E. Arets, C.M. Groenestein, J.F.M. Helming, M.J. Schelhaas, J.F.M., Huijsmans, L.A. Lagerwerf, J. Vonk** (2019) Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en LULUCF tot 2030. Achtergronddocument bij Klimaat en Energie Verkenning 2019, met ramingen van emissies van methaan, lachgas, ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en NMVOC uit de landbouw en LULUCF. Wageningen UR.
- A.J. Van der Welle et al.** (2017) Achtergronddocument Onzekerheden in de NEV 2017. ECN--O-17-049. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten

Hoofdstuk 2

- Agora Energiewende** (2019a). European Energy Transition 2030: The Big Picture. Ten Priorities for the next European Commission to meet the EU's 2030 targets and accelerate towards 2050. Agora Energiewende, Berlin.
- Agora Energiewende** (2019b). Die Kohlekommission. Ihre Empfehlungen und deren Auswirkungen auf den deutschen Stromsektor bis 2030. Agora Energiewende, Berlin.
- BMWi** (2019). Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende. Die Energie der Zukunft. Berichtsjahr 2017. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Bundesregierung** (2016). Klimaschutzplan 2050. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin.
- C. Brink** (2018). Projectie ETS-prijs volgens uitgangspunten concept wetvoorstel minimum CO₂-prijs elektriciteitsproductie, Den Haag: PBL.
- CCC** (2018). Reducing UK emissions. 2018 Progress Report to Parliament. Committee on Climate Change, London.
- CCC** (2019a). Net Zero. The UK's contribution to stopping global warming. Committee on Climate Change, London.
- CCC** (2019b). Reducing UK emissions. 2019 Progress Report to Parliament. Committee on Climate Change, London.
- CD-LINKS** (2018) Opportunities for Enhanced Action to Keep Paris Goals in Reach - Contribution to the Talanoa Dialogue by the COMMIT and CD-LINKS projects.
- CDU, CSU, SPD** (2018). Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode. Berlin.
- Climact** (2018). Belgium National Debate on Carbon Pricing. Belgian Federal Climate Change Section of the Federal Public Service Health, Food Chain Safety and Environment, in close collaboration with Climact, PwC and SuMa Consulting, Brussels.
- CO₂ Abgabe e.V.** (2019). Energiesteuern klima- & sozialverträglich gestalten. Wirkungen und Verteilungseffekte des CO₂-Abgabekonzeptes auf Haushalte und Pendelnde. Studie des CO₂ Abgabe e.V. in Zusammenarbeit mit dem Institut für Soziologie, Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, Freiburg im Breisgau.
- CPB & PBL** (2015). Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's, Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving.
- M. Cremers, J. Daey Ouwens, B. Strengers** (2019). Conceptadvies verbranding en vergassing van biomassa, Den Haag: PBL.
- EC** (2011). Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050. COM(2011) 112 definitief. Europese Commissie, Brussel.

- EC** (2018a). Directive 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814”.
- EC** (2018b). Een schone planeet voor iedereen. Een Europese strategische langetermijnvisie voor een bloeiende, moderne, concurrerende en klimaatneutrale economie. COM(2018) 773 definitief. Europese Commissie, Brussel.
- EC** (2019a). EU Emissions Trading System verified emissions for 2018, https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/registry_en#tab-0-1 Partially analysed by Sandbag.org, <https://sandbag.org.uk/project/ets-emissions-2018/>.
- EC** (2019b). European Commission communication. United in delivering the Energy Union and Climate Action - Setting the foundations for a successful clean energy transition, June 2019.
- EC** (2019c). United in delivering the Energy Union and Climate Action - Setting the foundations for a successful clean energy transition. COM(2019) 285 final. European Commission, Brussels.
- EC-JRC & PBL** (2018). Global Emissions EDGAR v5.0/v4.3.2 FT 2017.
- O. Edenhofer, C. Flachsland, M. Kalkuhl, B. Knopf, M. Pahle** (2019). Optionen für eine CO₂-Preisreform. MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC), Berlin.
- EEA** (2019). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017 and inventory report 2019. EEA/PUBL/2019/051.
- M. den Elzen, T. Kuramochi, N. Höhne, J. Cantzler, K. Esmeijer, H. Fekete, T. Fransen, K. Keramidas, M. Roelfsema, F. Sha, H. van Soest, T. Vandyck** (2019). Are the G20 economies making enough progress to meet their NDC targets? Energy Policy 126: 238-250.
- ENTSO-E** (2018). Ten Year Network Development Plan 2018.
- S. Fankhauser, A. Averchenkova, J. Finnegan** (2018). 10 years of the UK Climate Change Act. Policy brief. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment and Centre for Climate Change Economics and Policy, London.
- M. Gagnebin, P. Graichen, T. Lenck** (2019). Die Gelbwesten-Proteste: Eine (Fehler-)Analyse der französischen CO₂-Preispolitik. Agora Energiewende, Berlin.
- O. Geden & F. Schenuit** (2019). Climate Neutrality as Long-term Strategy. The EU's Net Zero Target and Its Consequences for Member States. SWP Comments, 33. Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin.
- HCC** (2019). Agir en cohérence avec les ambitions. Rapport annuel Neutralité Carbone. Haut Conseil pour le Climat, Paris.
- HM Government** (2017). The Clean Growth Strategy Leading the way to a low carbon future. Department for Business, Energy and Industrial Strategy, London.
- R.A. Houghton & A.A. Nassikas** (2017). Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015. Global Biogeochem. Cycles, 31, 457–472.
- IEA** (2018). World Energy Outlook 2018.
- IEA** (2019a). Global Energy & CO₂ Status Report. The latest trends in energy and emissions in 2018. International Energy Agency, Paris.
- IEA** (2019b). World Energy Investment 2019. Investing in our energy future. International Energy Agency, Paris.
- IPCC** (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M.

- Tignor, en T. Waterfield (eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IRENA** (2019). Renewable Power Generation Costs in 2018. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- KWSB** (2019). Abschlussbericht Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin.
- A. Löschel, G. Erdmann, F. Staiß, H.-J. Ziesing** (2019). Stellungnahme zum zweiten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2017. Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, Berlin, Münster, Stuttgart.
- F. Chr. Matthes** (2019a). Die Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ hinsichtlich Klimaschutz und Energiewirtschaft. Stellungnahme zur Anhörung des Ausschusses für Wirtschaft, Energie und Landesplanung des Landtags Nordrhein-Westfalen am 13. Februar 2019. Öko-Institut e.V., Berlin.
- F. Chr. Matthes** (2019b). Ein Emissionshandelssystem für die nicht vom EU ETS erfassten Bereiche: Praktische Umsetzungsthemen und zeitliche Erfordernisse. Agora Energiewende, Berlin.
- F. Chr. Matthes, H. Hermann, C. Loreck, R. Mendelevitch, V. Cook** (2019). Die deutsche Kohle-Verstromung bis 2030. Eine modellgestützte Analyse der Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Öko-Institut e.V., Berlin.
- N. McEwen & A. Remond** (2019). The repatriation of competences in climate and energy policy after brexit. Implications for devolution and multi-level government. Centre on Constitutional Change, London.
- MTES** (2018). Projet de Stratégie Nationale Bas-Carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone. Ministère de Transition Écologique et Solidaire, Paris.
- MTES** (2019). Stratégie Française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie. 2019 2023 2024 2028. Project pour consultation. Ministère de Transition Écologique et Solidaire, Paris.
- NewClimate Institute, PBL, IIASA** (2019). GHG mitigation policies in major emitting countries: an overview of recently adopted policies. May 2019 update. NewClimate Institute, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, International Institute for Applied Systems Analysis.
- NGFS** (2019). A call for action. Climate change as a source of financial risk. Network for Greening the Financial System. First comprehensive report. NGFS Secretariat/Banque de France, Paris.
- J. Notenboom & N. Hoogervorst** (2017). Brusselse steun en kaders voor de Nederlandse Energieagenda. Tijdschrift Milieu, 5.
- J.G.J. Olivier & J.A.H.W. Peters** (2018). Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions. PBL report, december 2018.
- Özdemir, Ö., B. Hobbs, M. van Hout, P.R. Koutstaal** (2019). Capacity vs Energy Subsidies for Renewables: Benefits and Costs for the 2030 EU Power Market, Cambridge Working Papers in Economics 1927, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- C. Le Quéré et al.** (2018) Global Carbon Budget 2018. Earth Syst. Sci. Data 10:2141–2194.
- RTE** (2017). Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France. Le réseau de transport d'électricité (RTE), La Defense.
- A. Rüdinger** (2018). Best practices and challenges for effective climate governance frameworks: A case study on the French experience.

- IDDRI Study N°3/18 May 2018. Institut du développement durable et des relations internationales, Paris.
- RUG** (2019). Transparant over klimaatimpact. Rijksuniversiteit Groningen.
- I. Staffell, M. Jansen, A. Chase, E. Cotton, C. Lewis** (2018). Energy Revolution: Global Outlook. Drax, E4tech, Imperial College London.
- SVRW** (2019). Aufbruch zu einer neuen Klimapolitik. Sondergutachten. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Wiesbaden.
- TCFD** (2019). Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Status Report.
- TEG** (2019). Technical Expert Group (TEG) on sustainable finance. Taxonomy technical report, financing a sustainable European economy. European Commission, Brussels.
- S. Tomlinson** (2018). Brexit and climate cooperation implications for the paris agreement and net-zero. Briefing Paper. E3G, London.
- S. Tomlinson, J. Dutton, L. Fischer** (2018). Brexit: Cooperation track for climate change and energy. Article 50 future relationship. Briefing Paper. E3G, London.
- UBA** (2019). CO₂-Bepreisung in Deutschland. Ein Überblick über die Handlungsoptionen und ihre Vor- und Nachteile. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- UNEP** (2018). The Emissions Gap Report 2018. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- C. Vailles, É. Alberola, B. Farrokhi, C. Cassisa, J. Bonnefous** (2018). Mind the gap. Aligning the 2030 EU climate and energy policy framework to meet long-term climate goals. For a better coordination of climate and energy policies through the regulation on the governance of the energy union. I4CE Institute for Climate Economics, Paris.

Hoofdstuk 3

- ECN & PBL** (2016). Effort sharing regulation; gevolgen voor Nederland. ECN publicatienummer: ECN-E--16-047, PBL-publicatienummer: 2795.
- EEA** (2016). Estimates of historical emissions for stationary installations to reflect the current scope of the EU ETS (2013-2020). ETC/ACM Technical Paper 2016/1. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark
- EZK** (2019a). Kamerbrief 'Uitvoering Urgenda-vonnis' van de Minister van Economische Zaken en Klimaat, Brief DGKE-K / 19119755.
- EZK** (2019b). Kamerbrief 'Kabinetsaanpak Klimaatbeleid' van de Minister van Economische Zaken en Klimaat, brief 32 813 Nr. 303.
- Gerechtshof Den Haag** (2018). Zaak-/rolnummer rechtbank: C/09/456689/ HA ZA 13-1396.
- M. Hekkenberg & R. Koelemeijer** (2018), Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord, Den Haag: PBL.
- PBL** (2019a). Aanvullende notitie KA-Analyse. Den Haag: Planbureau voor de leefomgeving.
- PBL** (2019b). Kortetermijnraming emissies en energie in 2020. Zijn de doelen uit de Urgenda-zaak en het Energieakkoord binnen bereik? Den Haag: Planbureau voor de leefomgeving
- RIVM** (2019a). Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2017. National Inventory Report 2019, RIVM rapport 2019-2020.
- RIVM** (2019b). Emissieregistratie: www.emissieregistratie.nl
- K. Schoots, M. Hekkenberg, P. Hammingh** (2017). Nationale Energieverkenning 2017. ECN-O—17-018, Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- K. Schoots, M. Hekkenberg, P. Hammingh** (2018). Tabellenbijlage bij de NEV 2017: variant 'Vastgesteld en voorgenomen beleid zonder

nieuwe SDE+-openstellingen na 2019', Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Hoofdstuk 4

- R. van den Bergh, M. Nivard, M. Kreijkes** (2016). Long-Term Prospects for Northwest European Refining. Asymmetric Change: a looming government dilemma? CIEP, Clingendael International Energy Programme, 2016-01.
- BNetzA** (2018). Genehmigung des Szenariorahmens 2019-2030. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn, Duitsland.
- CBS Statline** (2019). Internationale handel; aardolie, aardolieproducten; aanvoer en afvoer, land. Geraadpleegd Juli 2019
- CBS & ECN part of TNO** (2019). Monitoring Warmte 2017. TNO rapportnr. 2019 P10792.
- ENTSO-E** (2018). TYNDP 2018 – Maps & Data. <https://tyndp.entsoe.eu/maps-data/>
- Eurostat** (2017). Energy Statistics. Supply, transformation and consumption of oil - annual data. 2017.
- EZK** (2017). Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, jaarverslag 2017. Den Haag, juni 2018.
- Financieel Dagblad** (2018). Fgunvor zet grote investering in Rotterdamse raffinaderij stop. Berichtgeving van het Financieel Dagblad op 28 augustus 2018.
- Hier opgewekt** (2018). Lokale energiemonitor 2018.
- IEA** (2013). World Energy Outlook 2013. Chapter 16 Implications for oil refining and trade; the Great Migration. ISBN: 978-92-64-20130-9
- IEA** (2017). World Energy Outlook 2017. ISBN: 978-92-64-28230-8
- IEA** (2018). World Energy Outlook 2018. ISBN: 978-92-64-30677-6

National Grid (2018). Future Energy Scenarios, 2 degrees.

NEa (2018). Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2018. Nederlandse Emissieautoriteit, 18 juni 2019

Oil&Gas Journal (2016-2019). Worldwide Construction Update, May 2016, November 2016, May 2017, November 2017, May 2018

PBL (2019). Kortetermijnraming voor emissies en energie in 2020. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

A. J. Plomp, P. Kroon, M. Mozaffarian, Ch. Barry, I. McAlpine (2015). Refinery Emissions from a Competitive Perspective. ECN-E--15-003, Maart 2015.

RTE (2018). Bilans Previsionnel – Ampere scenario.

TenneT (2019). Annual Market update 2018,

Hoofdstuk 5

Abf (2019). Abf Syswov prognoses, <https://syswov.datawonen.nl/>

E.J.M.M. Arets & M. J. Schelhaas (2018). National Forestry Accounting Plan. Submission of the Forest Reference Level 2021-2025 for the Netherlands. Wageningen.

E.J.M.M. Arets, J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman, M.J. Schelhaas (2019). Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), Wageningen. WOT-technical report 146.

C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof, J. Vonk (2015). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met

- het model NEMA. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu Wageningen, november 2015
- C. van Bruggen, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof, J. Vonk** (2019). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Wageningen (in bewerking)
- BZK** (2018). Kamerbrief (32847 nr. 441) 'Integrale visie op de woningmarkt'.
- CBS** (2018a), Emissie-intensiteit broeikasgassen Nederlandse industrie, CBS, Dan Haag, 2018.
- CBS** (2018b): Gebouwenmatrix energie.
- CBS** (2019a). Statline, Bevolking, huishoudens en bevolkingsontwikkeling; vanaf 1899, bekeken 15-7-2019
- CBS** (2019b). Statline, Prognose huishoudens op 1 januari; kerncijfers 2019-2060, bekeken 15-7-2019
- CE-Delft** (2019). Energiebesparing verkeer en vervoer in de KEV 2019, CE Delft, Delft.
- CPB & PBL** (2016). Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Mobiliteit – Luchtvaart, Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- EC** (2014). Regulation (eu) no 517/2014 of the european parliament and of the council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006.
- eceee** (2019). Status Ecodesign verordeningen voor producten. eceee website www.eceee.org/ecodesign, mei 2019.
- EIB** (2016). https://www.eib.nl/pdf/verplicht_energielabel_voor_%20kantoren.pdf
- EZK** (2019). Delfstoffen en aardwarmte in Nederland. Jaarverslag 2018, Den Haag, 2019.
- G.P. Geilenkirchen, M. 't Hoen, M. Traa** (2017) Verkeer en vervoer in de Nationale Energieverkenning 2016, Den Haag: PBL
- G.P. Geilenkirchen, et al.** (2019, in voorbereiding): Mobiliteit in de KEV 2019, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
- Gfk** (2019). Brondata uit onderzoek naar energiebesparende maatregelen consumenten.
- E. Honig** (2019). Overige broeikasgasemissies in de Klimaat en Energieverkenning 2019. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag (nog te publiceren).
- M. Menkveld, et al.** (2017). Besparingseffecten van slimme meters met feedbacksystemen en slimme thermostaten, ECN-N--17-017
- M. Menkveld & R. Niessink** (2018). Analyse ISDE cijfers RVO 2016-2018 met projectie tot en met 2020, ECN part of TNO.
- NEa** (2019). Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2018. Nederlandse Emissieautoriteit, Den Haag.
- PBL** (2019). Kortetermijnraming voor emissies en energie in 2020. Zijn de doelen uit de Urgenda -zaak en het energieakkoord binnen bereik?, Den Haag, Januari 2019, PBL -publicatienummer: 3430
- RIVM** (2019a). Emissieregistratie 2019. <http://emissieregistratie.nl/>
- RIVM** (2019b). Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2017 : National Inventory Report 2019. RIVM report no. 2019-0020, Bilthoven, the Netherlands
- RVO.nl** (2019a). Resultatenbrochure convenanten, Meerjarenafspraken energie-efficiëntie, RVO.nl, 2019 (nog te publiceren).
- RVO.nl** (2019b), Monitoring Energiebesparing Gebouwde Omgeving 2018, www.energiecijfers.nl. Met één isolatiemaatregel wordt hier bedoeld het isoleren van een dak, een vloer, een gevel of het plaatsen van isolatieglas. Als bijvoorbeeld in een woning en de vloer en het dak geïsoleerd wordt, geldt dat hier als twee maatregelen.

RVO.nl (2019c). Monitoringrapportage 2018 convenant Gebouwde Omgeving.

RVO.nl (2019d). Herziening energielabel en Ecodesign verordeningen. Hans-Paul Siderius, RVO, 14 februari 2019.

RVO.nl (2019e). Stimuleringsregeling energieprestatie huursector – STEP, bekeken op 18-7-2019.

RVO.nl (2019f). Elektrisch Rijden – Personenauto's en laadpunten. Analyse over 2018.

J.M. Sipma (2017). Het besparingspotentieel van elektrische aandrijfsystemen in de Nederlandse industrie en dienstensector, ECN, ECN-E--17-021, 2017.

SkyNRG (2019). <https://skynrg.com/press-releases/klm-skynrg-and-shv-energy-announce-project-first-european-plant-for-sustainable-aviation-fuel/>

Stroomversnelling (2019). Marktmonitor nul-op-de-meter, april 2019.

C. Tigchelaar (2013). Methodiek voor opsplitsing CBS statistiek huishoudelijk gas- en elektriciteitsverbruik, ECN-E--13-075

TNO (2019): TNO Kennisinbreng Mobiliteit voor Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019

G. Uitbeijerse, J. Schuur, H. Hilbers, G. Geilenkirchen (2019). Parijsakkoord en luchtvaart. Mogelijke gevolgen van het Parijse klimaatakkoord voor de omvang van de luchtvaart via Nederland, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

G.L. Velthof, C. van Bruggen, E. Arets, C.M. Groenestein, J.F.M. Helming, M.J. Schelhaas, J.F.M., Huijsmans, L.A. Lagerwerf, J. Vonk (2019). Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en LULUCF tot 2030. Achtergronddocument bij Klimaat en Energie Verkenning 2019, met ramingen van emissies van methaan, lachgas, ammoniak, stikstofoxide, fijnstof en NMVOC uit de landbouw en LULUCF. Wageningen UR.

VHK (2019). Ecodesign Impact Accounting – Overview report. Van Holsteijn & Kemna, 16 december 2018 (revision jan 2019).

WEcR (2018). Prognoses CO₂-emissies glastuinbouw 2030, 2018-056.

Hoofdstuk 6

CBS (2018). Nationale rekeningen Revisie 2015.

CBS (2019). Economische indicatoren energiegerelateerde activiteiten 2019, methode overzicht.

T. van Dril (2019). Verkenning werkgelegenheidseffecten van klimaatmaatregelen. TNO, P10369.

PBL (2018). Effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt – een quickscan. Den Haag.

PBL (2019). Frictie op de arbeidsmarkt door de energietransitie - een modelverkenning. Den Haag.

Rijksoverheid (2018). Kabinet investeert 300 miljoen euro in klimaat.

Rijksoverheid (2019). Kamerstuk 33009, Innovatiebeleid; nr. 70. Den Haag, 26 april 2019

RVO.nl (2019a). Routekaart windenergie op zee

RVO.nl (2019b). Publiek gefinancierd energieonderzoek 2018.

RVO.nl (2019c). Topsector Energie; Terugblik in cijfers 2012-2018.

SER (2013). Energieakkoord voor duurzame groei.





Bijlage

Tabellen bij de KEV 2019

Tabel 1

Demografische ontwikkelingen (zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid) met peildatum 1 januari van het betreffende jaar)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017	2018	2020	2025	2030
Bevolking (miljoen)	16,3	16,9	17,1	17,2	17,4	17,7	18,0
Potentiële beroepsbevolking ¹ (miljoen)	11,0	11,1	11,2	11,3	11,5	11,7	11,6
Particuliere huishoudens (miljoen)	7,1	7,7	7,8	7,9	8,0	8,3	8,5
waarvan eenpersoonshuishoudens (miljoen)	2,4	2,9	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5
Gemiddelde huishoudensgrootte	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1

1) De potentiële beroepsbevolking bestaat uit alle personen tussen 15 jaar en de AOW-leeftijd. Er zijn geen gegevens voor het jaar 2000 beschikbaar.

Tabel 2

Macro-economie¹ (zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

Index (2018=100)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Economische groei (groei BBP)	83,3	92,7	97,5	100,0	103,0	111,2	120,1
Consumptie huishoudens	93,6	94,7	97,8	100,0	102,8	110,6	118,5
Consumptie overheid	80,0	96,3	98,4	100,0	104,8	111,2	114,6
Investerings vaste activa bedrijven	81,2	100,3	96,9	100,0	105,2	119,9	147,2
Uitvoer van goederen en diensten	61,9	89,0	96,4	100,0	103,4	124,5	148,7
Invoer van goederen en diensten	62,8	93,0	96,8	100,0	104,5	127,4	152,1
Aandeel productie naar sector² (%)							
Landbouw, bosbouw en visserij	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9
Industrie, excl. aardolie-industrie	21,1	20,8	21,0	21,0	20,8	20,5	19,9
Energiesector ³	5,0	4,6	3,9	3,8	3,7	3,3	3,2
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	8,3	7,1	7,7	7,9	7,5	7,2	6,8

Index (2018=100)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	47,4	49,5	50,0	50,2	50,8	51,5	52,2
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	15,8	15,7	15,2	15,0	15,0	15,5	16,0
Aandeel bruto toegevoegde waarde naar sector² (%)							
Landbouw, bosbouw en visserij	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Industrie, excl. aardolie-industrie	12,6	11,8	12,2	12,4	11,8	11,6	11,3
Energiesector ³	4,3	3,5	2,9	2,7	2,6	2,3	2,2
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	5,8	4,9	5,4	5,6	5,1	4,8	4,5
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	53,2	55,5	55,9	56,1	57,2	57,6	58,0
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	22,3	22,3	21,7	21,4	21,5	21,9	22,3
Aandeel werkgelegenheid naar sector² (%)							
Landbouw, bosbouw en visserij	2,7	2,3	2,3	2,3	2,1	2,0	2,0
Industrie, excl. aardolie-industrie	11,6	9,9	9,6	9,6	9,3	8,8	8,4
Energiesector ³	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	7,8	6,6	6,6	6,6	6,4	6,0	5,7
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	50,1	52,1	53,2	53,4	53,6	53,0	52,3
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	27,3	28,5	27,8	27,6	28,0	29,6	31,2

- 1) Projecties zijn gebaseerd op de realisaties zoals deze medio maart beschikbaar waren op CBS-Statline. Nadien zijn de economische gegevens door het CBS herzien. De herziene gegevens zijn in deze tabel weergegeven. De herziening van de macro-economische gegevens heeft echter weinig invloed op de resultaten van de KEV 2019. Van de sectorale gegevens zijn de recente jaren voor de productie (2017), bruto toegevoegde waarde en werkgelegenheid (2016 en 2017) gewijzigd en voor alle drie de variabelen is de realisatie voor 2018 nieuw toegevoegd. In de meest recente gegevens van het CBS groeien de sectoren 'Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie', 'Landbouw, bosbouw en visserij' en de 'Energiesector' minder hard dan waar in de KEV 2019 vanuit wordt gegaan, terwijl de overige sectoren juist harder groeien dan waar in de KEV 2019 vanuit wordt gegaan. De gevolgen van deze herzieningen voor het energieverbruik en de emissie van broeikasgassen vallen echter ruimschoots binnen de bandbreedten die in de KEV 2019 gepresenteerd worden.
 - 2) Indeling naar sector op basis van hoofdactiviteit van bedrijf op basis van de Standaard Bedrijfsindeling van het CBS.
 - 3) Aardolie- en aardgaswinning, raffinaderijen, producenten elektriciteit en warmte, netwerkbedrijven.
- * Voorlopige gegevens.

Tabel 3**Prijzen (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

			Realisaties ¹				Projecties		
Nadere omschrijving		Eenheid (constante prijzen 2018)	2005	2015	2017	2018	2020	2025	2030
Olie	North Sea Brent ²	Euro per vat	56	50	49	61	53	81	88
Gas	Groothandelsprijs ³	Euro per m ³		0,22	0,17	0,21	0,19	0,23	0,25
Kolen	Import ketelkolen Nederland ⁴	Euro per ton	68	62	84	89	66	72	75
Elektriciteit	Groothandelsprijs basislast ⁵	Euro per MWh	53	42	40	52	43	53	57
CO ₂	Europees emissiehandelssysteem (ETS) ⁶	Euro per ton		8	6	16	22	33	47
Conversiefactoren									
Prijsindex	Jaarlijkse inflatie (HICP) ⁷	Index (2018=100)	79,5	96,3	98,1	100,0	103,7	111,7	120,4
Wisselkoers	Dollar/Euro koers ⁸	USD/Euro	1,24	1,11	1,13	1,18	1,20	1,18	1,18

- 1) CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2019/18/marktprijzen-energie>. Voor 2000 en 2005 heeft het CBS geen historische gasprijzen.
- 2) Projecties: 2019 t/m 2021 o.b.v. Brent Crude futures – North Sea; 2022 t/m 2030 IEA World Energy Outlook New Policies scenario, interpolatie PBL.
- 3) Projecties: 2019-2021 TTF futures; 2022 t/m 2030 IEA World Energy Outlook New Policies scenario, interpolatie PBL.
- 4) Projecties: 2019 t/m 2021 Rotterdam coal futures (ARA); 2022 t/m 2030 IEA World Energy Outlook New Policies scenario, interpolatie PBL.
- 5) Projecties op basis modelresultaat KEV 2019.
- 6) Projecties: 2019 t/m 2021 CO₂-futures; 2022 t/m 2030 PBL.
- 7) Projecties: 2019 t/m 2021 CEP 2019, daarna doorgetrokken naar 2030.
- 8) Projecties: 2019 CEP 2019; 2020 en 2021 Actualisering middellangetermijnverkenning 2019-2021; daarna de euro-dollar koers van het basisjaar waarin de projectie van de reële prijzen is opgesteld.

Tabel 4

Broeikasgasemissies (vastgesteld en voorgenomen beleid)

(megaton CO ₂ -equivalenten)	Realisaties				Projecties		
	1990	2015	2017	2018*	2020	2025	2030
Nationaal totaal exclusief landgebruik							
Koolstofdioxide	163,3	166,9	164,9	161,2	143,2	137,2	118,6
Methaan	31,8	18,2	18,0	17,3	17,3	16,3	15,7
Lachgas	18,0	8,8	8,7	8,5	8,6	8,5	8,5
Fluorhoudend	8,5	2,1	2,0	2,2	2,1	1,8	1,5
HFK	5,6	1,8	1,8	1,9	1,8	1,6	1,3
PFK	2,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
SF ₆	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Totaal	221,7	196,0	193,7	189,3	171,3	163,9	144,3
ETS		94,1	91,4	87,4	73,2	70,8	56,0
niet-ETS		101,9	102,3	101,9	98,1	93,0	88,3
Elektriciteit¹							
Koolstofdioxide	39,5	53,1	48,3	45,0	29,6	27,2	13,5
Methaan	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal	39,6	53,3	48,5	45,2	29,8	27,5	13,7
ETS		52,6	48,0	44,9	29,3	27,0	13,3
niet-ETS		0,8	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3
Industrie²							
Koolstofdioxide	54,9	48,5	50,4	50,1	49,8	49,8	48,6
Methaan	16,3	4,4	3,9	3,7	3,5	2,8	2,4
Lachgas	7,3	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9

(megaton CO ₂ -equivalenten)	Realisaties				Projecties		
Industrie (vervolg)	1990	2015	2017	2018*	2020	2025	2030
Fluorhoudend	8,5	1,6	1,6	1,8	1,8	1,6	1,4
HFK	5,6	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,2
PFK	2,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
SF ₆	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Totaal	87,0	56,4	57,7	57,2	56,9	56,1	54,2
ETS		40,6	42,5	41,7	43,0	43,1	42,0
niet-ETS		15,9	15,2	15,5	13,9	13,0	12,2
Gebouwde omgeving²							
Koolstofdioxide	29,1	23,9	24,0	23,8	22,2	19,6	18,3
Methaan	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lachgas	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal	29,9	24,5	24,6	24,4	22,8	20,3	19,0
ETS		0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
niet-ETS		24,1	24,2	24,0	22,4	20,0	18,7
Mobiliteit³							
Koolstofdioxide	31,9	33,9	34,6	34,8	34,1	33,5	32,4
Methaan	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fluorhoudend	0,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1
HFK	0,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1
PFK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF ₆	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	32,3	34,7	35,5	35,6	34,8	34,1	32,9
ETS		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
niet-ETS		34,7	35,5	35,6	34,8	34,1	32,9

(megaton CO ₂ -equivalenten)	Realisaties				Projecties		
	1990	2015	2017	2018*	2020	2025	2030
Landbouw²							
Koolstofdioxide	8,0	7,5	7,6	7,6	7,6	7,0	5,8
Methaan	14,7	13,2	13,5	13,0	13,2	12,8	12,7
Lachgas	10,2	6,3	6,4	6,3	6,2	6,1	6,1
Totaal	32,9	27,0	27,4	26,9	26,9	25,9	24,5
ETS		0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
niet-ETS		26,5	27,0	26,5	26,5	25,5	24,2
Aandeel per sector in nationaal totaal broeikasgasemissies (%)							
Elektriciteit	17,9	27,2	25,0	23,9	17,4	16,8	9,5
Industrie	39,2	28,8	29,8	30,2	33,2	34,2	37,6
Gebouwde omgeving	13,5	12,5	12,7	12,9	13,3	12,4	13,2
Mobiliteit	14,5	17,7	18,3	18,8	20,3	20,8	22,8
Landbouw	14,8	13,8	14,2	14,2	15,7	15,8	17,0
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nationaal totaal inclusief landgebruik⁴							
Koolstofdioxide	169,8	172,5	170,4		148,5	142,8	124,1
Methaan	31,9	18,2	18,0		17,3	16,3	15,7
Lachgas	18,0	8,9	8,8		8,7	8,6	8,6
Fluorhoudend	8,5	2,1	2,0		2,1	1,8	1,5
HFK	5,6	1,8	1,8		1,8	1,6	1,3
PFK	2,7	0,1	0,1		0,2	0,2	0,2
SF ₆	0,2	0,1	0,1		0,1	0,0	0,0
Totaal	228,2	201,7	199,3		176,6	169,6	149,9
ETS		94,1	91,4		73,2	70,8	56,0
niet-ETS		107,6	107,9		103,4	98,7	93,9

(megaton CO ₂ -equivalenten)	Realisaties				Projecties		
	1990	2015	2017	2018*	2020	2025	2030
Landgebruik⁴							
Koolstofdioxide	6,5	5,5	5,5		5,2	5,6	5,5
Methaan	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Lachgas	0,0	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1
Totaal	6,5	5,6	5,6		5,3	5,7	5,6
ETS		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
niet-ETS		5,6	5,6		5,3	5,7	5,6

- 1) Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
 - 2) Exclusief mobiele werktuigen.
 - 3) Inclusief mobiele werktuigen.
 - 4) Voor 2018 zijn er nog geen voorlopige gegevens over de emissies door landgebruik bekend.
- * Voorlopige gegevens.

Tabel 5
Energieverbruik (vastgesteld en voorgenomen beleid)

(petajoule)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Primair energieverbruik ¹							
Totaal	3366	3108	3150	3100	3026	2943	2802
Aardgas	1493	1227	1299	1281	1095	1013	944
Kolen	339	461	383	344	283	277	129
Olie	1292	1144	1196	1166	1219	1207	1198
Overig	39	42	45	43	49	50	50
Kernenergie	41	39	33	35	43	43	41
Hernieuwbaar	95	160	182	199	280	407	490
Importsaldo elektriciteit ²	67	35	12	30	56	-54	-51
Primair energieverbruik ³	2936	2670	2702		2601	2529	2397
Finaal energieverbruik ³	2264	2060	2108		2080	2045	2025
Bruto eindverbruik ⁴ totaal	2301	2074	2116	2119	2090	2044	2007

1) Volgens definities CBS Energiebalans.

2) Een negatief getal is per saldo meer uitvoer dan invoer.

3) Volgens definities Eurostat voor berekening besparing EED artikel 3 (nog geen realisaties voor 2018).

4) Volgens definities Eurostat voor berekening aandeel hernieuwbare energie.

* Voorlopige gegevens.

Tabel 6

Bruto eindverbruik hernieuwbare energie (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020**	2023***	2030***
Bruto eindverbruik hernieuwbare energie (petajoule)							
Waterkracht genormaliseerd ¹	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Wind genormaliseerd ¹	7,3	24,9	34,7	36,1	54,9	112,2	231,2
op land	7,3	21,2	22,6	23,7	32,8	47,5	63,4
op zee	0,0	3,7	12,2	12,4	22,1	64,8	167,8
Zon	0,8	5,1	9,1	12,7	26,9	48,8	88,7
Elektriciteit	0,1	4,0	7,9	11,5	25,6	47,8	87,8
Warmte	0,7	1,1	1,1	1,1	1,3	1,0	0,9
Aardwarmte	0,0	2,4	3,0	3,7	7,4	11,2	24,7
Bodemenergie en buiten-luchtwarmte	0,7	5,7	7,5	8,8	10,2	13,3	21,7
Biomassa	48,4	80,7	85,0	95,3	139,4	145,2	135,2
Meestook elektriciteitscentrales	13,1	1,8	2,3	3,1	24,0	24,1	0,0
Afvalverbrandings-installaties	9,8	20,7	19,9	16,9	16,9	20,1	20,4
Biomassa huishoudens	16,1	18,6	19,5	19,9	16,2	15,7	15,6
Biomassa ketels, Bedrijven	5,5	15,3	19,2	21,2	32,6	33,1	48,2
Biogas	3,8	10,9	10,6	11,4	12,2	12,6	12,8
Vloeibare Biotransportbrandstoffen	0,1	13,3	13,5	22,8	37,5	39,6	38,3
Totaal genormaliseerd¹	57,6	119,2	139,6	157,0	239,0	331,2	501,9
Totaal bruto eindverbruik	2304	2076	2116	2119	2090	2058	2007
<i>Aandeel hernieuwbare energie genormaliseerd¹ (%)</i>	2,5	5,7	6,6	7,4	11,4	16,1	25,0
<i>Aandeel hernieuwbaar in bruto elektriciteitsverbruik (%)</i>	6,3	11,0	13,8	14,9	29,8	46,0	74,4

1) Volgens procedure uit Richtlijn Hernieuwbare Energie.

* Voorlopige gegevens.

** Bottom up korte termijn projectie RVO.nl. Behalve bodemenergie en buitenluchtwarmte, deze komen vanuit de modelberekeningen KEV 2019. In andere tabellen worden de resultaten uit de modelberekeningen gebruikt.

*** Projectie modelberekeningen KEV 2019.

Tabel 7

Emissies en energieverbruik elektriciteit¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	51,9	53,1	48,3	45,0	29,6	27,2	13,5
Methaan (CH ₄)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas (N ₂ O)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen	52,1	53,3	48,5	45,2	29,8	27,5	13,7
ETS	48,5	52,6	48,0	44,9	29,3	27,0	13,3
niet-ETS	3,6	0,8	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3
Aandeel Elektriciteit in totale broeikasgasemissies² (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	29,1	31,8	29,3	27,9	20,7	19,8	11,3
Methaan (CH ₄)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lachgas (N ₂ O)	1,0	1,9	1,6	1,4	1,7	1,7	1,7
Totaal broeikasgassen	24,3	27,2	25,0	23,9	17,4	16,8	9,5
ETS	60,4	55,8	52,5	51,4	40,1	38,1	23,8
niet-ETS	2,7	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4
Verbruikssaldo³ (petajoule)	376,9	375,4	350,5	330,3	231,2	212,5	120,3
Aardgas	420,5	263,7	323,1	321,9	166,1	135,8	135,9
Kolen	207,5	336,6	256,5	222,1	156,0	147,2	0,0
Overig fossiel	63,2	44,3	40,2	41,1	25,4	26,1	26,1
Kernenergie	41,3	39,2	33,1	34,7	42,6	42,6	41,3
Hernieuwbaar	38,6	38,2	51,4	53,0	146,9	236,5	280,2
Biomassa	33,4	15,0	16,4	17,3	70,5	47,3	17,3
Windenergie	4,9	22,9	34,5	34,5	65,0	161,3	228,3
Zonnestroom	0,0	0,0	0,3	0,9	11,0	27,5	34,1
Waterkracht	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
Geothermie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	5,4

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Eigen verbruik + distributieverliezen							
Elektriciteit	20,0	21,8	21,2	22,0	18,2	21,1	21,0
Warmte	5,5	5,7	5,4	6,2	7,5	8,9	10,1
Netto productie							
Elektriciteit	292,3	303,0	323,1	306,9	265,6	359,8	357,7
Warmte	127,4	71,0	57,4	63,9	66,0	46,5	42,0
<i>Aandeel Elektriciteit in totaal verbruikssaldo¹ (%)</i>	11,2	12,1	11,1	10,7	7,6	7,2	4,3

- 1) Sector energiebedrijven uit de CBS-Energiebalans.
 - 2) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies in tabel 4.
 - 3) Het verbruikssaldo is de som van het verbruik (van aardgas, kolen, overig fossiel, kernenergie, hernieuwbaar en eigen verbruik + distributieverliezen) min de netto productie.
 - 4) Ten opzichte van het totaal primair verbruik in tabel 5.
- * Voor 2017 zijn alleen de energiegegevens voorlopig, 2018 zijn alle gegevens voorlopig.

Tabel 8

Emissies en energieverbruik industrie¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	50,7	48,5	50,4	50,1	49,8	49,8	48,6
Methaan (CH ₄)	7,5	4,4	3,9	3,7	3,5	2,8	2,4
Lachgas (N ₂ O)	7,0	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9
Fluorhoudend	2,0	1,6	1,6	1,8	1,8	1,6	1,4
HFK	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,2
PFK	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
SF ₆	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Totaal broeikasgassen	67,3	56,4	57,7	57,2	56,9	56,1	54,2
ETS	31,6	40,6	42,5	41,7	43,0	43,1	42,0
niet-ETS	35,7	15,9	15,2	15,5	13,9	13,0	12,2
Aandeel Industrie in totale broeikasgasemissies² (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	29	29	31	31	35	36	41
Methaan (CH ₄)	38	24	21	21	20	17	15
Lachgas (N ₂ O)	48	22	21	20	22	22	22
Fluorhoudend	86	78	77	79	83	86	90
HFK	82	75	74	76	81	84	89
PFK	100	100	100	100	100	100	100
SF ₆	100	100	100	100	100	100	100
Totaal broeikasgassen	31	29	30	30	33	34	38
ETS	39	43	46	48	59	61	75
niet-ETS	27	16	15	15	14	14	14

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Nijverheid³							
Toegevoegde waarde vanuit productie (2018=100)	80	91	97	100	102	106	111
Verbruikssaldo (petajoule)	1267	1122	1190	1145	1193	1194	1190
Finaal verbruik elektriciteit ⁴	150	126	129	129	130	132	134
Finaal verbruik voor warmte ⁵	478	410	427	416	413	404	396
Finaal gebruik voor grondstoffen	558	504	556	525	570	575	582
Inzet voor elektriciteit/WKK-omzetting ⁶	101	63	73	69	68	68	55
Productie elektriciteit uit elektriciteit/WKK-omzetting ⁶	21	14	19	18	18	17	15
Productie warmte uit WKK-omzetting	58	31	40	37	36	36	29
Saldo overige omzettingen	58	65	65	61	66	67	67
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂)	33,1	30,8	34,3	33,6	32,6	33,1	32,6
Industriële activiteiten in de energiesector							
Doorzet aardoliegrondstoffen raffinaderijen (petajoule)	2465	2406	2441	2456	2401	2252	2157
Aardgaswinning (miljard Nm ³)	69	50	42	35	31	16	11
Verbruikssaldo (petajoule)	301	301	283	276	304	289	271
Eigen en finaal verbruik elektriciteit	21	27	27	28	26	22	21
Eigen en finaal verbruik voor warmte ⁷	165	165	156	155	173	164	153
Finaal gebruik voor grondstoffen	0	0	0	0	0	0	0
Inzet voor elektriciteit/WKK-omzetting ⁶	99	118	115	115	122	119	114
Productie elektriciteit uit elektriciteit/WKK-omzetting ⁶	21	24	23	24	21	20	19
Productie warmte uit WKK-omzetting	30	36	34	27	38	37	35
Saldo overige omzettingen	68	50	41	29	52	50	46
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂)	17,7	17,7	16,2	16,5	17,2	16,8	16,0

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Totaal verbruiksaldo Industrie (petajoule)	1568	1423	1473	1421	1498	1483	1461
<i>Aandeel Industrie in totaal verbruiksaldo⁸ (%)</i>	46,6	45,8	46,8	45,9	49,5	50,4	52,1

- 1) Nijverheid en de energiegerelateerde industrie (raffinaderijen, cokesfabrieken, olie- en gaswinning, waterbedrijven en afvalbeheer).
 - 2) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies in tabel 4.
 - 3) Exclusief mobiele werktuigen.
 - 4) Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
 - 5) Finaal energetisch verbruik exclusief elektriciteit.
 - 6) Exclusief windenergie en zonne-energie.
 - 7) Totaal eigen verbruik exclusief eigen verbruik elektriciteit.
 - 8) Ten opzichte van het totaal primair verbruik in tabel 5.
- * Voor 2017 zijn alleen de energiegegevens voorlopig, 2018 zijn alle gegevens voorlopig.

Tabel 9

Emissies en energieverbruik gebouwde omgeving (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	28,6	23,9	24,0	23,8	22,2	19,6	18,3
Methaan (CH ₄)	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lachgas (N ₂ O)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen	29,3	24,5	24,6	24,4	22,8	20,3	19,0
ETS	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
niet-ETS	29,1	24,1	24,2	24,0	22,4	20,0	18,7
Aandeel Gebouwde omgeving in totale broeikasgasemissies¹ (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	16,1	14,3	14,5	14,7	15,5	14,3	15,5
Methaan (CH ₄)	3,2	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,4
Lachgas (N ₂ O)	0,9	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
Totaal broeikasgassen	13,7	12,5	12,7	12,9	13,3	12,4	13,2
ETS	0,3	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5
niet-ETS	21,7	23,6	23,6	23,6	22,8	21,5	21,1
Woningen							
Bewoonde woningen (miljoen)	6,6	7,2	7,3	7,4	7,4	7,7	7,9
Verbruik (petajoule)							
Finaal verbruik elektriciteit ²	78	81	81	82	78	74	71
Verbruik aardgas, temperatuur gecorrigeerd	350	289	293	295	264	249	234
Verbruik aardgas, temperatuur ongecorrigeerd	344	285	288	286			
Levering warmte	9	12	12	12	13	14	15
Verbruik hernieuwbaar	17	24	28	30	31	42	54
Biomassa	16	19	20	20	16	15	15
Zonnestroom	0	3	5	6	11	18	26

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Zonnewarmte	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6
Omgevingsenergie	0	2	2	3	4	8	13
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur gecorrigeerd	20,3	16,7	17,0	17,1	15,3	14,4	13,5
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur ongecorrigeerd	19,9	16,5	16,7	16,6			
Diensten³							
Vloeroppervlak (miljoen m ²)	360	406	416	422	432	448	466
Verbruik (petajoule)							
Finaal verbruik elektriciteit ²	115	122	121	124	121	116	118
Verbruik aardgas, temperatuur gecorrigeerd	152	131	129	128	117	89	82
Verbruik aardgas, temperatuur ongecorrigeerd	149	129	126	124			
Aanvoer warmte	8	5	7	7	8	10	11
Verbruik hernieuwbaar	1	5	7	9	13	25	33
Biomassa	0	1	1	1	1	3	1
Zonnestroom	0	1	2	2	6	15	22
Zonnewarmte	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Omgevingsenergie	0	4	5	5	6	7	9
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur gecorrigeerd	8,9	7,7	7,6	7,5	6,8	5,2	4,8
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur ongecorrigeerd	8,7	7,4	7,3	7,1			
Totaal verbruikssaldo Gebouwde omgeving (petajoule)	735	681	683	691	633	589	573
Aandeel Gebouwde omgeving in totaal verbruikssaldo ⁴ (%)	21,8	21,9	21,7	22,3	20,9	20,0	20,5

1) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies in tabel 4.

2) Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.

3) Exclusief mobiele werktuigen.

4) Ten opzichte van het totaal primair verbruik in tabel 5.

* Voor 2017 zijn alleen de energiegegevens voorlopig, 2018 zijn alle gegevens voorlopig.

Tabel 10

Emissies en energieverbruik mobiliteit¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	39,2	33,9	34,6	34,8	34,1	33,5	32,4
Methaan (CH ₄)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas (N ₂ O)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fluorhoudend	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1
HFK	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1
PFK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF ₆	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal broeikasgassen	39,9	34,7	35,5	35,6	34,8	34,1	32,9
ETS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
niet-ETS	39,9	34,7	35,5	35,6	34,8	34,1	32,9
Aandeel Mobiliteit in totale broeikasgasemissies² (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	22,0	20,3	21,0	21,6	23,8	24,4	27,4
Methaan (CH ₄)	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Lachgas (N ₂ O)	1,9	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0
Fluorhoudend	13,7	22,0	23,2	21,1	16,9	14,2	9,5
HFK	18,1	24,9	25,8	24,2	19,5	16,1	11,1
PFK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SF ₆	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal broeikasgassen	18,6	17,7	18,3	18,8	20,3	20,8	22,8
ETS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
niet-ETS	29,7	34,1	34,7	34,9	35,5	36,7	37,3

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Voertuigkilometers ³ (miljard)	129	135	139	143	147	151	160
Tonkilometers ⁴ (miljard)	110	114	117	116	119	124	132
Reizigerskilometers ⁵ (miljard)	184	188	189	193	197	202	212
Verbruikssaldo (petajoule)	536	488	501	512	517	509	497
Olieproducten	530	481	492	502	507	497	480
Benzine	169	164	174	179	185	193	190
waarvan Biobenzine	0	6	5	7	12	13	12
Diesel	334	303	305	312	311	296	283
waarvan Biodiesel	0	7	8	16	26	23	22
LPG	19	8	7	6	5	4	3
Overige olieproducten	9	5	5	5	5	5	5
Aardgas	0	2	2	2	3	3	3
Elektriciteit	6	6	7	8	8	10	14
Waterstof	0	0	0	0	0,03	0,09	0,21
<i>Aandeel Mobiliteit in totaal verbruikssaldo⁶ (%)</i>	15,9	15,7	15,9	16,5	17,1	17,3	17,7

1) Inclusief mobiele werktuigen, exclusief bunkerbrandstoffen voor internationale lucht- en scheepvaart.

2) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies in tabel 4.

3) Personenauto's, bestelauto's, vrachtverkeer en overig.

4) Wegvervoer, railvervoer en binnenvaart.

5) Auto, trein, bus, tram, metro, fiets, lopen en overig.

6) Ten opzichte van het totaal primair verbruik in tabel 5.

* Voor 2017 zijn alleen de energiegegevens voorlopig, 2018 zijn alle gegevens voorlopig.

Tabel 11

Emissies en energieverbruik landbouw¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide	7,6	7,5	7,6	7,6	7,6	7,0	5,8
Methaan	11,5	13,2	13,5	13,0	13,2	12,8	12,7
Lachgas	7,0	6,3	6,4	6,3	6,2	6,1	6,1
Totaal broeikasgassen	26,1	27,0	27,4	26,9	26,9	25,9	24,5
ETS	0,1	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
niet-ETS	26,1	26,5	27,0	26,5	26,5	25,5	24,2
Aandeel Landbouw in totale broeikasgasemissies² (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	4,2	4,5	4,6	4,7	5,3	5,1	4,9
Methaan (CH ₄)	58,1	72,5	74,9	74,9	75,9	78,5	80,7
Lachgas (N ₂ O)	48,1	71,6	72,8	74,0	72,1	71,9	71,6
Totaal broeikasgassen	12,2	13,8	14,2	14,2	15,7	15,8	17,0
ETS	0,1	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
niet-ETS	19,4	26,0	26,4	26,0	27,0	27,4	27,4
Areaal glastuinbouw (duizend hectare)	10,6	9,2	9,1	9,0	8,9	8,9	8,9
Vermogen warmtekrachtkoppeling ³ (MW _e)	1240	3000	2750		2651	2422	2412
Aantal dieren (miljoen)⁴							
Melkkoeien	1,4	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
Jongvee voor de melkveehouderij	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8
Overig rundvee	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Varkens (excl. biggen)	6,7	7,0	6,8	6,8	6,8	6,4	6,4
Pluimvee ⁵	95,2	108,6	105,8	102,8	101,0	101,0	101,0
Overig vee	1,0	0,9	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Stikstoftoevoer naar de bodem (miljoen kg stikstof)⁶							
Drijfmest en vaste mest	292	311	330	325	320	324	324
Weidemest	101	65	61	60	56	56	56
Kunstmest	280	268	261	261	259	254	250
Verbruikssaldo (petajoule)	150	140	143	145	147	149	150
Finaal verbruik elektriciteit ⁷	21	32	34	35	38	42	48
Verbruik aardgas, temperatuur gecorrigeerd	129	128	129	129	128	117	97
Verbruik aardgas, temperatuur ongecorrigeerd	127	127	127	127			
Inzet aardgas voor elektriciteit/WKK-omzetting	24	83	84	86	94	86	79
Inzet biomassa voor elektriciteit/WKK-omzetting	0	6	5	5	4	4	4
Productie elektriciteit uit elektriciteit/WKK-omzetting ⁸	9	35	36	37	41	38	34
Productie warmte uit WKK-omzetting	12	43	43	44	50	47	44
Aanvoer warmte	9	4	4	4	4	5	5
Totaal verbruik hernieuwbaar	2	13	15	17	19	24	37
Biomassa	0	8	9	10	10	9	17
Windenergie	2	2	2	2	2	2	2
Zonnestroom	0,0	0,6	1,1	1,5	0,8	2,1	3,0
Aardwarmte	0	2	3	4	6	11	15
Omgevingsenergie	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur gecorrigeerd	7,6	7,6	7,7	7,8	7,6	7,0	5,8
CO ₂ -emissie (megaton CO ₂), temperatuur ongecorrigeerd	7,6	7,5	7,6	7,6			
<i>Aandeel Landbouw in totaal verbruikssaldo⁹ (%)</i>	4,5	4,5	4,5	4,7	4,9	5,1	5,4

- 1) Exclusief mobiele werktuigen.
 - 2) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies in tabel 4.
 - 3) Nog geen statistische gegevens beschikbaar voor 2018.
 - 4) Aantal dieren zoals gebruikt voor de berekening van emissies. In geval van calamiteiten kan dit voor het verleden afwijken van het aantal dieren zoals vastgelegd via de Landbouwtelling (peildatum 1 april).
 - 5) Recentelijk is de methode voor het vaststellen van het aantal kippen in de Landbouwtelling aangepast. Deze methodewijziging is nog niet in deze tabel meegenomen waardoor er voor 2018 een verschil is tussen de cijfers in de Landbouwtelling op CBS-StatLine en in deze tabel.
 - 6) Inclusief 7% naar niet-landbouwbodems.
 - 7) Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
 - 8) Exclusief windenergie en zonne-energie.
 - 9) Ten opzichte van het totaal primair verbruik in tabel 5.
- * Voor 2017 zijn alleen de energiegegevens voorlopig, 2018 zijn alle gegevens voorlopig.

Tabel 12

Emissies vanwege landgebruik en landverandering (zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017	2018 ¹	2020	2025	2030
Broeikasgasemissies (megaton CO₂-equivalenten)							
Koolstofdioxide	5,6	5,5	5,5		5,2	5,6	5,5
uit bos	-2,0	-1,8	-1,8		-1,9	-1,6	-1,8
uit bouwland	1,9	1,8	1,8		1,7	1,7	1,8
uit grasland	4,1	3,8	3,7		3,7	3,6	3,5
uit wetlands	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
uit bebouwing	1,3	1,4	1,5		1,5	1,6	1,7
uit overig land	0,1	0,1	0,2		0,2	0,2	0,2
uit geoogste houtproducten	0,1	0,1	0,1		0,0	0,1	0,1
Methaan	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Lachgas	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen	5,7	5,6	5,6		5,3	5,7	5,6
ETS	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
niet-ETS	5,7	5,6	5,6		5,3	5,7	5,6
Aandeel Landgebruik in totale broeikasgasemissies² (%)							
Koolstofdioxide (CO ₂)	3,0	3,2	3,2		3,5	3,9	4,4
Methaan (CH ₄)	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Lachgas (N ₂ O)	0,6	1,1	1,1		1,2	1,3	1,4
Totaal broeikasgassen	2,6	2,8	2,8		3,0	3,4	3,7
ETS	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
niet-ETS	4,0	5,2	5,2		5,2	5,8	6,0

- 1) Voor 2018 zijn er nog geen voorlopige gegevens over de emissies door landgebruik bekend.
- 2) Ten opzichte van de totale broeikasgasemissies inclusief landgebruik in tabel 4.

Tabel 13
Aanbod van elektriciteit (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Productie (petajoule)							
Totaal	363	396	422	409	376	482	485
Aardgas	210	165	208	207	129	120	120
Centraal	125	88	134	132	49	55	66
Decentraal	85	77	75	75	80	65	54
Kolen	83	142	113	98	74	71	0
Overig fossiel	19	15	14	14	13	13	14
Nucleair	14	15	12	13	15	15	15
Hernieuwbaar	27	49	63	67	135	254	329
Wind	7	27	38	38	67	163	230
Zon	0	4	8	12	29	64	88
Waterkracht	0	0	0	0	0	0	0
Biomassa	19	18	17	17	39	27	10
Overig	10	10	12	10	8	8	8
Internationale handel (petajoule)							
Invoersaldo ¹	66	32	13	29	56	-54	-51
Invoer	85	111	81	96	124	107	108
Uitvoer	19	79	68	68	67	161	158
Rendement en CO₂-emissiefactor elektriciteit bij gebruiker, volgens referentieparkmethode							
Rendement op primair fossiel (%) ²	40,3	41,3	44,6		43,3	44,4	48,3
CO ₂ -emissiefactor (kg CO ₂ /kWh) ²	0,62	0,68	0,59		0,58	0,56	0,28

	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Rendement en CO₂-emissiefactor elektriciteit bij gebruiker, volgens integrale methode							
Rendement op primair fossiel (%) ²	45,5	49,1	54,5		78,0	110,9	189,6
CO ₂ -emissiefactor (kg CO ₂ /kWh) ²	0,51	0,53	0,45		0,30	0,21	0,09

1) Een negatief getal is per saldo meer uitvoer dan invoer.

2) Voor 2018 zijn deze gegevens nog niet beschikbaar.

* Voorlopige gegevens.

Tabel 14**Verbruik van elektriciteit per sector¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

(petajoule)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Totaal	411	417	421	427	420	417	427
Elektriciteit ²	20	22	21	22	18	21	21
Industrie	172	153	156	157	157	155	155
<i>Nijverheid³</i>	151	126	129	129	130	132	134
<i>Industriële activiteiten in de energiesector⁴</i>	21	27	27	28	26	22	21
Gebouwde omgeving	193	204	203	206	199	189	190
<i>Woningen</i>	78	81	81	82	78	74	71
<i>Diensten⁵</i>	115	122	121	124	121	116	118
Mobiliteit	6	6	7	8	8	10	14
Landbouw	21	32	34	35	38	42	48

- 1) Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking en de inzet voor andere omzetting.
 - 2) Eigen verbruik en distributieverliezen.
 - 3) Inclusief het verbruik van de sector '33 Reparatie en installatie van machines'.
 - 4) Eigen en finaal verbruik.
 - 5) Inclusief het verbruik van de sector 'overige afnemers onbekend'.
- * Voorlopige gegevens.

Tabel 15**Aardgasbalans (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

(petajoule)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Winning	2352	1651	1389	1162	1054	560	396
Invoer	688	1224	1624	1769	1564	1787	1725
Uitvoer ¹	1565	1663	1682	1577	1523	1334	1177
Voorraadmutaties	4	-14	-37	-69	0	0	0
Statistisch verschil ²	-13	-28	-5	4	0	0	0
Verbruik, waarvan	1493	1227	1299	1281	1095	1013	944
voor elektriciteitsproductie ³	550	422	488	486	320	277	255
finaal verbruik en eigen verbruik ⁴	849	703	704	695	666	627	577
voor grondstoffen	94	102	107	100	109	110	112

1) Dit is inclusief levering van aardgas als internationale bunkerbrandstof.

2) Het statistisch verschil is het verschil in de waarneming tussen winning, invoer, uitvoer en voorraadmutaties enerzijds en het verbruik anderzijds.

3) Al dan niet in warmtekraftkoppeling.

4) Inclusief het saldo van andere omzetting.

* Voorlopige gegevens.

Tabel 16**Eindverbruik van energie voor warmte¹ (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

(PJ)	Realisaties				Projecties		
	2005	2015	2017*	2018*	2020	2025	2030
Nijverheid	478	410	427	416	413	404	396
Gebouwde omgeving, temperatuur gecorrigeerd	538	465	472	475	432	399	383
Gebouwde omgeving, temperatuur ongecorrigeerd	529	459	464	462			
Landbouw	126	97	98	99	97	96	92
Totaal	1133	966	989	976	942	899	871

1) Finaal energetisch verbruik exclusief elektriciteit en exclusief diesel voor mobiele werktuigen.

* Voorlopige gegevens.

Tabel 17**Energiebesparing in primaire termen volgens Protocol Monitoring Energiebesparing (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

(% per jaar)	Realisaties	Projecties	Projecties
	2000-2010 ¹	2013-2020	2020-2030
Nationaal totaal ²	1,1	1,5	0,9
Huishoudens	1,3	2,1	1,0
Diensten	0,7	1,9	1,5
Mobiliteit	-0,1	1,2	1,2
Nijverheid	1,0	0,7	0,5
Landbouw	3,8	0,6	0,3

1) Bron: Energiebesparing in Nederland 2000-2010, ECN-E--12-061, 2012.

2) Binnen de berekening van de nationale besparing volgens het Protocol Monitoring Energiebesparing worden naast de besparingen van eindgebruikers ook de besparingen binnen de energieleverende sectoren meegenomen. Het nationaal totaal is hierdoor hoger dan het gemiddelde van de eindgebruikssectoren.

Tabel 18**Energiebesparing volgens Energy Efficiency Directive (vastgesteld en voorgenomen beleid)**

(petajoule cumulatief)	Verwachte realisatie ¹	Projectie ²
	2014-2020	2021-2030
Nationaal totaal	minstens 516	556 - 691
Huishoudens		180 - 256
Diensten		207 - 256
Mobiliteit		29 - 45
Nijverheid		66 - 159
Landbouw		11 - 24

1) Dit is wat nu al zeker is vanuit de Monitoringsgegevens RVO.nl. Waarschijnlijk dat dit nog wel hoger wordt. Alleen beschikbaar voor nationaal totaal.

2) Alleen bandbreedte.

Tabel 19
Totale werkgelegenheid (vastgesteld en voorgenomen beleid)

(arbeidsjaren in duizenden voltijdsequivalenten)	Realisaties				Projecties		
	2008	2015	2017	2018	2020	2025	2030
Totale werkgelegenheid	119,8	150,6	142,2	148,2	156,2	149,8	138,3
Exploitatie							
Olie- en gaswinning	2,6	2,9	3,2	2,9	2,7	2,0	1,6
Aardolieraffinaderijen	5,6	5,1	5,1	5,1	5,0	4,6	4,3
Productie elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen (centraal en decentraal)	13,8	11,7	10,5	10,4	9,4	9,1	8,0
Netwerken	11,3	14,3	15,1	15,8	15,8	15,8	15,8
Tankstations en opslag en groothandel in fossiele brandstoffen	12,5	13,2	13,6	13,6	13,3	12,8	12,0
Productie hernieuwbare energie	1,8	2,7	2,8	3,2	4,4	6,2	7,2
Activiteiten uit investeringen							
Elektriciteitsproductie op basis van fossiele brandstoffen en overige conventionele energiesectoren (exclusief exploratie)	28,5	36,9	22,2	21,8	21,2	18,9	17,2
Exploratie van olie- en gaswinning	3,7	5,5	2,9	2,7	2,6	2,1	1,7
Netwerken	6,4	11,9	13,1	12,5	14,5	10,9	10,4
Warmte, geothermie en energie uit water ¹	1,7	1,8	1,9	3,9	6,3	8,5	6,7
Biomassa, -gas, -brandstoffen en -raffinage ¹	3,0	2,5	2,6	4,6	6,4	3,2	1,9
Wind ¹	3,0	5,4	4,5	6,9	9,8	11,5	8,7
Zon ¹	2,4	7,0	9,0	14,1	13,3	12,6	9,9
Elektrisch vervoer	0,4	3,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,7
Energiebesparing ²	23,1	26,6	31,4	26,4	27,0	27,3	28,3

1) Voor deze categorieën is 2018 een projectie.

2) Dit is inclusief smart grids, waterstoftechnologie en CO₂-afvang en -opslag (CCS).

Tabel 20

Toegevoegde waarde van energiegerelateerde activiteiten, als percentage van het bbp (vastgesteld en voorgenomen beleid)

(% van bbp)	Realisaties				Projecties		
	2008	2015	2017	2018	2020	2025	2030
Totaal	5,54	4,69	3,74	4,13	4,00	4,22	4,15
Exploitatie							
Olie- en gaswinning	2,97	1,53	0,84	0,84	0,75	0,58	0,44
Aardolieraffinaderijen	0,36	0,22	0,21	0,20	0,16	0,30	0,32
Productie elektriciteit en warmte uit fossiele brandstoffen (centraal en decentraal)	0,27	0,37	0,30	0,30	0,27	0,16	0,17
Netwerken	0,57	0,67	0,58	0,61	0,53	0,45	0,29
Benzinestations en op opslag en groothandel in fossiele brandstoffen	0,23	0,33	0,42	0,48	0,25	0,32	0,33
Productie hernieuwbare energie	0,17	0,26	0,32	0,31	0,49	0,94	1,33
Activiteiten uit investeringen							
Conventionele energie	0,50	0,59	0,31	0,30	0,31	0,27	0,24
Netwerken	0,08	0,13	0,14	0,14	0,17	0,13	0,12
Hernieuwbare energie ¹	0,15	0,28	0,23	0,54	0,66	0,67	0,50
Energiebesparing ²	0,24	0,32	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42

1) Voor deze categorie is 2018 een projectie.

2) Dit is inclusief elektrisch vervoer, smart grids, waterstoftechnologie en CO₂-afvang en -opslag (CCS).

Contact:

kev@pbl.nl

www.pbl.nl

www.cbs.nl

www.rivm.nl

www.rvo.nl

www.tno.nl