Klimaat- en Energieverkenning 2022



Planbureau voor de Leefomgeving

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

TNO innovation for life

WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH

Colofon

Klimaat- en Energieverkenning 2022

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2022
PBL-publicatienummer: 4838

Deze publicatie is vervaardigd naar aanleiding van de Klimaatwet.

Eindverantwoordelijkheid
Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)

Projectcoördinatie
Pieter Hammingh, Heleen van Soest, Marijke Menkveld, Bert Daniels en Paul Koutstaal

Contact
KEV@pbl.nl
www.pbl.nl/kev

Auteurs, projectteam en inhoudelijke bijdragen
PBL: Pieter Hammingh, Marian Abels-van Overveld, Boris van Beijnum, Dieuwert Blomjous, Hidde Boom, Gert Jan van den Born, Corjan Brink, Bert Daniëls, Dick van Dam, Gerben Geilenkirchen, Hans Hilbers, Maarten 't Hoen, Marit van Hout, Olga Ivanova, Robert Koelemeijer, Paul Koutstaal, Sander Lensink, Jordy van Meerkerk, Jelle van Minnen, Folckert van der Molen, Marieke Nauta, Durk Nijdam, Eline Ooms, Özge Özdemir, Jeroen Peters, Arjan Plomp, Marian van Schijndel, Marc Schouten, Winand Smeets, Heleen van Soest, Inge Stammes, Michel Traa, Roel van der Veen, Paul Vethman, Cees Volkers, Wouter Wetzels, en Emma van der Zanden.
TNO: Marijke Menkveld, Emiel van Eijk, Joost Gerdes, Renee Kooger, Sam Lamboo, Robin Niessink, Koen Smekens, Joost van Stralen, Casper Tigchelaar en Omar Usmani.
CBS: Reinoud Segers, Arthur Denneman, Julius Hage, Haje Huffstadt, Krista Keller, Anne Miek Kremer, Maria José Linders, Sjoerd Schenau, Robbie Vrenken, Jurriën Vroom, Bart van Wezel, en Rutger Woolthuis.
RIVM: Margreet van Zanten, Erik Honig.
RVO: Marcel Seip, verschillende experts van RVO.
WUR: Jan Vonk, Eric Arets, verschillende experts van de WUR.

Adviesgroep
Frans Duijnhouwer (EZK), Ayolt de Groot (EZK), Annemiek van der Zande (LNV), Martin Bottema (BZK), Sabine Jansen (BZK), Niels Achterberg (IenW), Paul Rijkse (IenW), Martijn Oostdam (IenW), Fabrice Hoof (FIN), Martijn Badir (FIN), Alexander van der Vooren (Voortgangsoverleg klimaatakkoord), Bart Klein Nulent (RvS); Bas Hazeborg (RvS), Martine Uyterlinde (PBL), Jaco Stremler (PBL), Martin Scheepers (TNO), Henk Verduin (CBS), Corry Brooijmans (RIVM) en Bert Stuij (RVO).

Redactie figuren
Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie
Uitgeverij PBL

Opmaak omslag
Xerox/Osage

Fotoverantwoording

Omslagfoto: ANP/Hollandse hoogte/Peter Hilz; Hoofdstuk 1: ANP/Hollandse Hoogte/Peter Hilz; Hoofdstuk 2: ANP/Hollandse Hoogte/Kim van Dam; Hoofdstuk 3: ANP/Hollandse Hoogte/Hans van Rhoon; Hoofdstuk 4: ANP/Siese Veenstra; Hoofdstuk 5: ANP/Hollandse Hoogte/Robin Utrecht; Referenties: ANP/Hollandse Hoogte/Laurens van Putten; Bijlagen: ANP/Hollandse Hoogte/Peter Bakker

Toegankelijkheid

Het PBL hecht veel waarde aan de toegankelijkheid van zijn producten. Mocht u problemen ervaren bij het lezen ervan, dan kunt u contact opnemen via info@pbl.nl. Vermeld daarbij s.v.p. de naam van de publicatie en het probleem waar u tegenaan loopt.

Bronvermelding

U kunt deze publicatie downloaden. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: PBL, TNO, CBS en RIVM (2022), Klimaat- en Energieverkenning 2022. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Het KEV-consortium

De Klimaat- en Energieverkenning 2022 is tot stand gekomen door samenwerking tussen het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), TNO EnergieTransitie, het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Daarnaast stelt Wageningen University and Research (WUR) in opdracht van het PBL de ramingen op voor de veeteelt en akkerbouw en het landgebruik. Het PBL huurt ook kennis in bij diverse consultants zoals Significance (luchtvaart), Revnext en Muconsult (ontwikkeling en samenstelling wagenpark) en CE Delft (factsheets energiebesparing mobiliteit). In deze publicatie zijn de geïntegreerde resultaten opgenomen, waardoor de bijdragen van elk instituut afzonderlijk niet meer te herleiden zijn. Desalniettemin heeft elk instituut zijn eigen verantwoordelijkheid; we lichten die hierna toe.

Het PBL heeft als projectcoördinator de eindverantwoordelijkheid voor de hele KEV. Het PBL draagt bij aan vrijwel elk onderdeel van de KEV en beheert een belangrijk deel van het KEV-rekeninstrumentarium. Ook levert het PBL de meer beschouwende analyses, bijvoorbeeld over de ontwikkelingen in het buitenland of over de voortgang in het kader van het Klimaatakkoord. Het PBL is tot slot als enige verantwoordelijk voor de beleidsevaluatieve uitspraken die in de KEV staan.

Het CBS levert en beschrijft de energiegerelateerde data die het CBS ook zelf samenstelt. Dit zijn onder andere gegevens uit de energiestatistieken, prijzenstatistieken en economische statistieken.

TNO EnergieTransitie ondersteunt het PBL bij het vaststellen en duiden van de ramingen. Daarnaast brengt TNO EnergieTransitie voor verschillende thema's van de KEV kennis in, waaronder de gebouwde omgeving, de industrie, de gas- en oliewinning en de glastuinbouw.

Het RIVM levert naast alle monitoringscijfers uit de emissieregistratie ook een bijdrage aan de ramingen van niet-CO_2-broeikasgassen zoals methaan, lachgas en F-gassen uit de industrie.

RVO levert informatie die is verkregen door verschillende beleidsinstrumenten te monitoren op het gebied van energie-efficiëntie en hernieuwbare energie (zoals de SDE++ en ISDE). Dit betreft informatie over de trends in de afgelopen jaren, gerealiseerde projecten en, waar mogelijk, over voorgenomen activiteiten.

Wageningen University & Research (WUR) stelt in opdracht van het PBL de ramingen op voor de veehouderij en akkerbouw en het landgebruik.

Inhoud

Voorwoord 5

Samenvatting 6
Over de KEV 2022 6
Bevindingen 8
Kerntabellen Klimaat- en Energieverkenning 2022 (vastgesteld en voorgenomen beleid) 17

1 Inleiding 22
1.1 Aanleiding en doelstelling 22
1.2 Actuele ontwikkelingen en de KEV 25
1.3 Algemene aanpak en beleidsvarianten 32
1.4 Algemene uitgangspunten en definities 37
1.5 Leeswijzer 38

2 Internationale ontwikkelingen 39
2.1 Ontwikkeling energiemarkten en emissiehandel 40
2.2 Europees klimaatbeleid 47

3 Nationale ontwikkelingen in broeikasgasemissies 56
3.1 Nationale emissies van broeikasgassen 58
3.2 Nationale broeikasgasemissies door bedrijven in het emissiehandelssysteem 67
3.3 Nationale broeikasgasemissies van de ESD/ ESR-sectoren 69
3.4 Denkbare effecten van geagendeerd beleid 72
3.5 Indicatief beeld nationale emissies 2030-2040 78

4 Nationale ontwikkelingen in energie 83
4.1 Energieverbruik 84
4.2 Energievoorziening 92
4.3 Infrastructuur 110

5 Sectorale ontwikkelingen in broeikasgasemissies 115
5.1 Elektriciteit 116
5.2 Industrie 121
5.3 Gebouwde omgeving 133
5.4 Landbouw 149
5.5 Landgebruik 165
5.6 Mobiliteit 170
5.7 Bunkerbrandstoffen lucht- en scheepvaart 185

Referenties 195

Bijlagen 208

Voorwoord

De Klimaat- en Energieverkenning wordt dit jaar uitgebracht in een bijzondere context met grote onzekerheden. Zo zorgen de geopolitieke spanningen als gevolg van de inval van Rusland in Oekraine voor ongekende onrust en schaarste op de energiemarkten. De prijzen van brandstoffen zijn sterk gestegen en blijven naar verwachting ook voor langere tijd relatief hoog. De leveringsproblemen van aardgas door Rusland hebben in Europa geleid tot zorgen over de voorzieningszekerheid. Daarom is in het *REPowerEU*-plan het doel geformuleerd om in 2027 onafhankelijk te worden van Russisch gas. Dit zal een impuls geven aan de lidstaten om nog meer energie te besparen en hernieuwbare energie te produceren dan in 2021 voorgesteld in het Europese klimaatpakket *Fit for* 55.

De bijzondere context dit jaar blijkt verder uit de in september 2022 door Europa voorgestelde nood-interventie op de Europese energiemarkten om de huidige dramatische prijsstijgingen aan te pakken. In reactie op de hoge energieprijzen en de hoge inflatie kondigde het kabinet op Prinsjesdag 2022 onder meer een tijdelijk prijsplafond op gas en elektriciteit aan.

Andere onzekerheden die zich steeds sterker doen gelden betreffen beperkingen in de energie-infrastructuur, de elektriciteitsinfrastructuur in het bijzonder, en tekorten op de arbeidsmarkt. Beide vertragen het klimaatbeleid nu al. Ook nemen de risico's op vertragingen van nieuwe (energiebouw)projecten, die een natuurvergunning nodig hebben, toe vanwege de stikstofproblematiek. De KEV geeft, ook in deze context van grote onzekerheden en overheidsingrijpen, een beeld van de verwachte effecten van het klimaat- en energiebeleid op de nationale broeikasgasemissies in 2030. De KEV houdt daarbij rekening met een deel van de genoemde ontwikkelingen en onzekerheden, zoals de hogere verwachte energieprijzen en beperkingen in de infrastructuur.

Het nationale klimaatbeleid dat in deze KEV is meegenomen staat in het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (juni 2022). Dat programma sluit aan bij de flink aangescherpte klimaatambities van het kabinet Rutte IV in het Coalitieakkoord 2021. De reductiedoelstelling voor broeikasgassen is daarbij verhoogd van 49 naar 55 procent in 2030 ten opzichte van 1990. De ambities en plannen van zowel de Europese Commissie als het kabinet zijn meer en groter dan ooit. Daaruit blijkt dat men alles op alles wil zetten om de afspraken uit het Parijsakkoord te halen. Een groot deel van alle klimaatplannen is echter nog onvoldoende concreet uitgewerkt, zo stellen we in deze KEV vast. Om op korte termijn grote stappen te zetten is het in ieder geval noodzakelijk dat alle plannen zo snel mogelijk worden uitgewerkt en geïmplementeerd.

De KEV is tot stand gekomen in nauwe samenwerking tussen het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), TNO, het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Ook de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en Wageningen University & Research (WUR) werkten mee aan deze KEV. Het PBL was projectcoördinator en draagt daarmee de eindverantwoordelijkheid. De andere instituten zijn verantwoordelijk voor hun eigen inbreng in de KEV, die voor het CBS in overeenstemming is met zijn wettelijke taak. We willen alle betrokkenen zeer bedanken voor hun bijdrage.

Hans Mommaas (Directeur PBL)
Richard Braal (Managing Director TNO EnergieTransitie a.i.)
Angelique Berg (Directeur-Generaal CBS)
Hans Brug (Directeur-Generaal RIVM)

Samenvatting

Over de KEV 2022

Aanleiding en doelstelling van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV)

De Klimaatwet (2019) schrijft voor dat er jaarlijks door het PBL een Klimaat- en Energieverkenning (KEV) wordt uitgebracht. In de KEV schetst het PBL de ontwikkelingen van de broeikasgasemissies en het energiesysteem in Nederland in het verleden, het heden en de toekomst. Daarbij lichten we ook toe wat de bijdrage van het nationale klimaat- en energiebeleid aan die ontwikkelingen is, en houden we voor zover mogelijk rekening met actuele ontwikkelingen op andere beleidsterreinen die van invloed zijn op de broeikasgasemissies, zoals het stikstofbeleid, en ontwikkelingen buiten Nederland. Met de KEV toetsen we de geraamde ontwikkelingen aan de belangrijke nationale en Europese klimaat- en energiedoelen.

Onrust en schaarste op de energiemarkten zorgen voor extra onzekerheid in de ramingen

De Klimaat- en Energieverkenning wordt dit jaar uitgebracht in een bijzondere context met grote onzekerheden. De geopolitieke spanningen als gevolg van de inval van Oekraïne door Rusland zorgen voor ongekende onrust en schaarste op de energiemarkten. De prijzen van brandstoffen zijn sterk gestegen en Europa maakt zich zorgen over de voorzieningszekerheid van aardgas in de aankomende en volgende winter. Huishoudens maken zich zorgen of zij hun energierekening wel kunnen betalen. Door de hoge gasprijzen leggen sommige bedrijven hun productie stil. De oplopende inflatie zal een remmend effect hebben op de economische groei. Deze ontwikkelingen zullen de komende jaren grote invloed hebben op de economie en de energiemarkt.

In deze KEV zijn de verwachte energieprijzen voor toekomstige jaren overgenomen uit een advies van de Europese Commissie aan de lidstaten uit april 2022. Dit advies is bedoeld om te gebruiken bij de nationale rapportages van lidstaten in 2023 over onder meer de ramingen van emissies van broeikasgassen (EC 2022a). In dit advies liggen de verwachte prijzen voor de eerstkomende jaren aanzienlijk hoger dan waar we in de KEV 2021 van uitgingen. Voor de jaren daarna, tot 2030, vallen de veronderstelde prijzen uit het advies van de EC eveneens hoger uit dan de prijzen in de KEV 2021. De aardolieprijs in 2030 wordt 40 procent hoger ingeschat dan in de KEV 2021, de prijs voor aardgas 60 procent en de kolenprijs 23 procent hoger. De situatie is zo uitzonderlijk, dat de aardgas- en elektriciteitsprijzen in deze KEV-raming buiten de bandbreedte vallen die in de raming van de KEV 2021 was gehanteerd.

Door de hoge gasprijzen wordt met name in de chemische industrie en raffinage fors minder aardgas gebruikt en diverse bedrijven die veel aardgas of elektriciteit verbruiken hebben energie-intensieve installaties deels of volledig stilgelegd. In de KEV-raming gaan we ervan uit dat de productie de komende jaren weer op het niveau van de afgelopen jaren terugkomt, maar in de bandbreedte wordt er rekening mee gehouden dat een deel van de productiedaling beklijft. Door hoge gas- en elektriciteitsprijzen zal naar verwachting in de glastuinbouw een verschuiving plaatsvinden naar minder energie-intensieve teelten. In de gebouwde omgeving is in de KEV-raming rekening gehouden met een lagere warmtevraag door zuinig stoken. De hogere olieprijzen die in deze KEV zijn verondersteld dragen bij aan de snellere groei van het elektrische wagenpark. Een inschatting van

effecten van afwijkende – nog hogere of juist wat lagere – prijzen in 2030 is onderdeel van de onzekerheidsbandbreedtes in de KEV.

In reactie op de ingrijpende prijsstijgingen stelde Europa in september 2022 een noodinterventie voor op de Europese energiemarkten en ook het Nederlandse kabinet werkt sinds Prinsjesdag 2022 aan een tijdelijk prijsplafond op gas en elektriciteit. Beide actuele ontwikkelingen konden niet in de KEV worden meegenomen maar zijn vooral gericht op de korte termijn. Het is onzeker wat de gevolgen van de geopolitieke spanningen en de hogere energieprijzen op de langere termijn zullen zijn. Door de hoge energieprijzen zal de vraag afnemen en wordt het aantrekkelijk om nieuwe energiebronnen te ontwikkelen, waardoor verwacht mag worden dat energieprijzen in de loop der tijd zullen dalen ten opzichte van de huidige hoge niveaus. Maar hoe de markten zich zullen ontwikkelen en in welke mate en snelheid de prijzen zich zullen aanpassen blijft onzeker.

Extra onzekerheid door beperkingen in infrastructuur, schaarste aan arbeid en materialen en de problematiek rond natuurvergunningen en stikstof

Dan zijn er andere onzekerheden die zich steeds sterker doen gelden, zoals de beperkte capaciteit van het elektriciteitsnet, de krapte op de arbeidsmarkt en tekorten aan materialen. Ook nemen de risico's op vertragingen van nieuwe bouwprojecten, bijvoorbeeld in het kader van de energietransitie, toe vanwege de stikstofproblematiek. Bouwprojecten waarbij stikstof wordt uitgestoten in de aanlegfase, en die vergunningplichtig zijn onder de natuurregelgeving, maken nu gebruik van de zogenoemde bouwvrijstelling voor stikstof. Deze juridische oplossing wordt momenteel in een beroepszaak getoetst bij de Raad van State; een uitspraak wordt verwacht op 2 november 2022.

In de KEV houden we rekening met een aantal bekende beperkingen in de elektriciteitsinfrastructuur. Het gaat dan bijvoorbeeld om de (voorlopig) als maximaal haalbaar beschouwde hernieuwbare productie in 2030 van 35 terawattuur op land (volgend uit onderzoek van netbeheerders in het kader van de Regionale Energiestrategieën), beperkingen ten aanzien van de aansluiting van de extra 10 gigawatt aan windenergie op zee in 2030 en 2031, beperkingen ten aanzien van de infrastructuur voor de industrie en beperkingen in de laadinfrastructuur voor elektrische trucks en laadpleinen.

Ambitieniveau is met nieuwe klimaatdoelen omhoog gegaan

In het Coalitieakkoord van 2021 is het ambitieniveau van het klimaatbeleid in lijn gebracht met recente Europese ambities. Het nationale streefdoel uit 2019 van 49 procent reductie in 2030 is vervangen door een nationaal streefdoel van ten minste 55 procent reductie in 2030. Dit nieuwe nationale streefdoel omvat nu ook de emissies uit het landgebruik. Om dit streefdoel met voldoende zekerheid te kunnen halen, wil het kabinet zich bij de uitwerking van het klimaatbeleid richten op een emissiereductie van 60 procent in 2030, zodat ook bij tegenvallers de 55 procent niet in het geding is (EZK 2022b). Ervaring leert namelijk dat het lastig kan zijn om klimaat- en energiedoelen te halen. Zo was het Urgenda-doel voor 2020 gericht op 25 procent reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van 1990; dit is uiteindelijk in 2020 net gehaald, maar mede dankzij zacht weer en de effecten van de coronapandemie. Voor 2021 komen de emissies volgens de voorlopige cijfers echter weer net boven het Urgenda-doel uit.

Beleidsprogramma Klimaat moet in belangrijke mate nog concreet worden uitgewerkt

Het Nederlandse klimaat- en energiebeleid, dat is gericht op doelen voor 2030, is door het kabinet beschreven in het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* van juni 2022. Met dit programma bouwt het kabinet voort op het Klimaatakkoord uit 2019 en de afspraken uit het Coalitieakkoord van 2021.

Voor onze ramingen beschikten we op 1 mei over een concept van het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat*. Op basis van de informatie in dit concept hebben we het klimaatbeleid en ander relevant beleid ingedeeld in drie categorieën:

- Het *vastgestelde beleid* omvat al het klimaatbeleid dat op 1 mei 2022 in werking is.
- Het *voorgenomen beleid* omvat al het klimaatbeleid dat op 1 mei 2022 openbaar was, dat officieel was aangekondigd in Kamerbrieven en dat op die datum concreet genoeg was uitgewerkt.
- Het *geagendeerde beleid* omvat beleidsplannen en -intenties die op 1 mei 2022 wel openbaar waren, maar nog niet concreet genoeg waren uitgewerkt.

Het *vastgestelde en voorgenomen beleid* is doorgerekend in de KEV en vormt de basis voor de meeste figuren, tabellen en toelichtingen in deze KEV. Het *geagendeerde beleid* was nog onvoldoende concreet uitgewerkt om in de doorrekeningen mee te kunnen nemen. Zo hebben we op 1 mei moeten vaststellen dat een groot deel van de nieuwste nationale en Europese plannen nog onvoldoende concreet is uitgewerkt en daarmee in de KEV onder het geagendeerde beleid valt. Tot aan het zomerreces (8 juli 2022) hadden ministeries of andere partijen nog wel tijd om hierover aanvullende informatie aan te leveren. Voor een deel van de geagendeerde maatregelen zijn op hoofdlijnen inschattingen gemaakt van de denkbare emissiereductie-effecten in 2030. Voor een ander deel van de geagendeerde maatregelen is geen inschatting gemaakt van denkbare emissie-effecten, omdat hiervoor onvoldoende aanknopingspunten waren. Van dat eerste deel van het geagendeerde beleid zijn alleen de denkbare effecten op de totale broeikasgasemissies ingeschat, niet op andere indicatoren zoals het aandeel hernieuwbare energie en de hoeveelheid energiebesparing.

Bevindingen

1) *39-50 procent emissiereductie 1990-2030 bij vastgesteld en voorgenomen beleid, en 41-52 procent reductie inclusief gedeelte geagendeerd beleid*

In 2030 zijn de emissies naar verwachting gedaald met 39-50 procent ten opzichte van 1990, uitgaande van alleen het vastgestelde en voorgenomen beleid (figuur 1, kerntabel 2). De restopgave tot het streefdoel van 55 procent emissiereductie in 2030 ten opzichte van 1990 bedraagt daarmee nog 5-16 procentpunt, oftewel 12-36 megaton CO_2-equivalenten (figuur 2). De geraamde emissiereductie in 2030 is met 39-50 procent iets groter dan in de KEV 2021, die uitkwam op een reductie van 38-48 procent (beide berekend inclusief landgebruik). De iets verdergaande reductie in deze KEV komt vooral door de hoger verondersteld energie- en CO_2-prijzen en diverse beleidseffecten.

Om in 2030 aan de bovenkant van de raming uit te komen – een emissiereductie van 50 procent – moeten alle stuurbare en niet-stuurbare componenten in de vermelde bandbreedte tot maximale emissiereductie leiden. Dat is geen waarschijnlijk scenario. Een belangrijk deel van de genoemde onzekerheden is slechts in beperkte mate te verminderen (stuurbaar) door overheidsbeleid. De onzekerheden betreffen bijvoorbeeld de mate van import of export van elektriciteit, de economische groei, het weer, technologische ontwikkelingen en de verwachte beleidseffecten. De onzekerheden ten aanzien van de verwachte beleidseffecten betreffen onder meer de manier waarop en de mate waarin beleidsmaatregelen gedrag of investeringen van huishoudens en bedrijven beïnvloeden.

Wanneer het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een effectinschatting van de emissiereductie kon worden gemaakt, tijdig zou worden uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat daarmee de emissies in 2030 verder dalen en de emissiereductie uitkomt op 41-52 procent

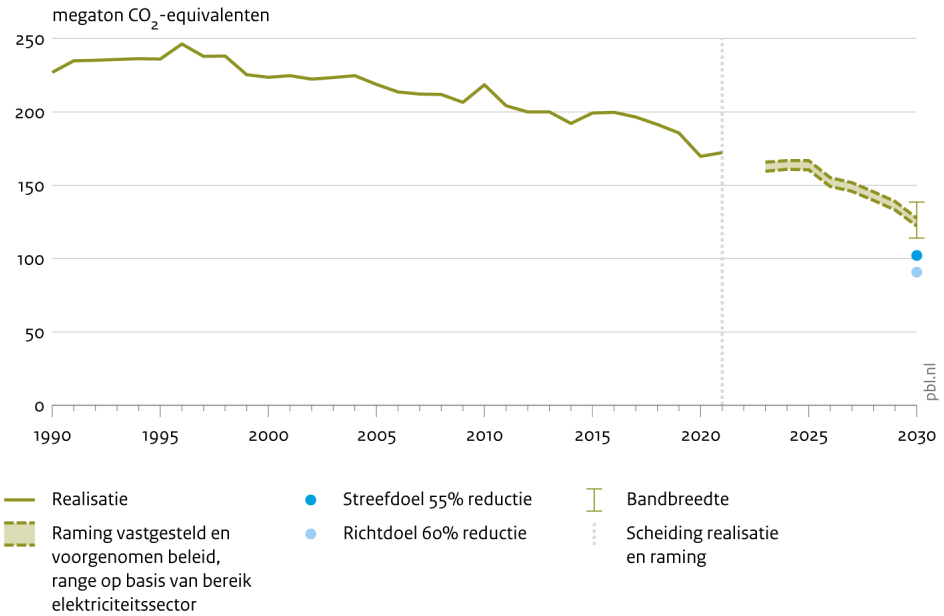
ten opzichte van 1990. In dat geval zou de restopgave tot het streefdoel van 55 procent in 2030 nog 3-14 procentpunt bedragen, oftewel 6-31 megaton CO_2-equivalenten (figuur 2). De belangrijkste geagendeerde maatregelen waarvoor een inschatting van de emissiereductie kon worden gemaakt worden toegelicht in bevinding nummer 3 evenals de belangrijkste geagendeerde maatregelen waarvoor geen effectinschatting mogelijk was.

Met het deel van de geagendeerde maatregelen voor 2030 waarvoor in deze KEV geen effectinschatting kon worden gemaakt, kan nog een aanvullende emissiereductie worden bereikt richting 2030 en daarna. Als we hierbij uitgaan van eerdere reductie-inschattingen van het kabinet in het Coalitieakkoord, dan tellen die op tot minder dan 10 megaton in 2030. Deze bijdrage kan hoger worden als er door Europa over de klimaat- en energievoorstellen in het kader van *Fit for* 55 en *REPowerEU* wordt besloten, wat tot extra Europees dan wel nationaal beleid leidt. Een completer beeld hierover is echter nog niet beschikbaar omdat de voorstellen zich in de Europese onderhandelingsfase bevinden.

Uit het bovenstaande volgt dat de huidige nationale beleidsinspanningen niet toereikend zijn om de restopgave van 12-36 megaton, tot het streefdoel van 55 procent, met voldoende zekerheid in te vullen. Dat betekent dat er naast de uitwerking van al het geagendeerde beleid ook nog nieuw beleid zal moeten worden ontwikkeld en geïmplementeerd en dat dit voor 2030 tot aanvullende emissiereductie moet leiden.

Figuur 1

Emissie broeikasgassen inclusief landgebruik



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

2) *Indicatieve emissiedoelen sectoren vergen in elke sector forse beleidsinspanning en zijn bij elkaar niet voldoende om met zekerheid 55 procent emissiereductie te realiseren*

In het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat is de nationale emissiereductieopgave voor 2030 vertaald naar zogenoemde indicatieve restemissies in 2030 voor sectoren (EZK 2022). Deze indicatieve restemissies worden door het kabinet gehanteerd als indicatieve emissiedoelen per sector. Het kabinet geeft daarbij wel nadrukkelijk aan dat deze voorlopig zijn en gewijzigd kunnen worden als

nieuwe inzichten daar aanleiding toe geven. Wanneer de indicatieve restemissies voor 2030 bij elkaar worden opgeteld, dan komen de totale emissies uit op 95-114 megaton CO_2-equivalenten. Daarmee zou ten opzichte van 1990 een emissiereductie van 50-58 procent kunnen worden bereikt (figuur 2). De indicatieve restemissies per sector zijn samen niet ambitieus genoeg om met voldoende zekerheid een emissiereductie van 55 procent te kunnen halen. Ook het doel van dit kabinet om zich bij de uitwerking van beleid te richten op 60 procent emissiereductie in 2030 vereist aanscherping van de indicatieve restemissies.

Als we de bandbreedte van de ramingen met het vastgestelde en voorgenomen beleid vergelijken met de bandbreedte voor indicatieve restemissies dan zien we dat de raming voor de elektriciteitssector in relatief ruime mate met de gegeven indicatieve restemissie overlapt (figuur 3, kerntabel 3). De onderkant van de indicatieve restemissie voor de elektriciteitssector wordt echter niet gehaald. De indicatieve restemissie voor de industrie ligt wel binnen de geraamde emissiebandbreedte, maar komt alleen in zicht als de emissieraming voor die sector aan de onderkant van de bandbreedte zou uitkomen. De indicatieve restemissies die de andere sectoren zouden moeten reduceren komen met de raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid nog niet binnen bereik.

Wanneer het deel van het geagendeerde beleid waarvoor in deze KEV een inschatting kon worden gemaakt, tijdig wordt uitgewerkt en gerealiseerd, dan is het denkbaar dat de emissies in 2030 van alle sectoren, behalve de sector elektriciteit, de indicatieve restemissies wel dichter benaderen (kerntabel 3). De elektriciteitssector is een uitzondering omdat de emissies richting 2030 namelijk juist toenemen vanwege de toegenomen vraag naar elektriciteit door het geschatte effect van geagendeerd beleid in andere sectoren. In dat geval overlapt de denkbare emissie van de elektriciteitssector in 2030 wat minder met de indicatieve restemissie voor 2030. Een gunstige ontwikkeling is dat in 2031 de emissies van de elektriciteitssector naar verwachting weer zullen dalen vanwege de realisatie van al geplande extra windparken op zee.

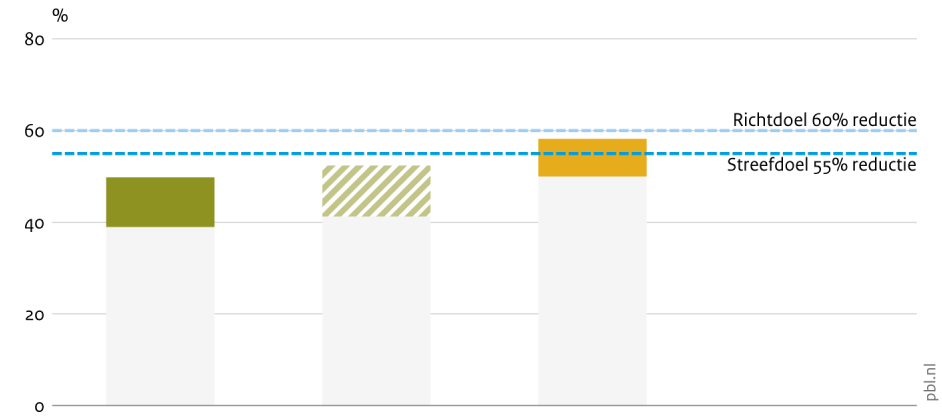
De emissieraming voor de industrie komt met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een inschatting kon worden gemaakt lager te liggen, waardoor de indicatieve restemissie meer in het midden van de raming komt te liggen (figuur 3). Er is echter nog steeds een gerede kans dat de toekomstige emissie van de industrie boven de indicatieve restemissie zou kunnen uitkomen. De emissieramingen met het deel van het geagendeerde beleid voor de gebouwde omgeving en de landbouw waarvoor een inschatting kon worden gemaakt, liggen nog helemaal boven de indicatieve restemissies voor deze sectoren. Bij de mobiliteitssector zien we dat de emissieraming inclusief het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een inschatting kon worden gemaakt, raakt aan de indicatieve restemissie, maar deze niet overlapt. De emissieraming met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een inschatting kon worden gemaakt voor het landgebruik overlapt in belangrijke mate met de indicatieve restemissie.

Om in al de sectoren te gaan voldoen aan de indicatieve restemissies moet in ieder geval al het vastgestelde en voorgenomen beleid helemaal worden gerealiseerd. Ook moet al het geagendeerde beleid, de delen met en zonder inschatting, maximaal worden uitgewerkt en zo spoedig mogelijk worden uitgevoerd. Zoals hiervoor aangegeven impliceren de nog in onderhandeling zijnde Europese klimaat- en energievoorstellen ook nog extra emissiereducties in Nederland richting 2030, maar een compleet beeld daarover is nog niet beschikbaar. Voor sommige sectoren zal er dan ook nog nieuw nationaal beleid noodzakelijk zijn indien men met voldoende zekerheid aan de onderkant van de huidige indicatieve restemissies wil uitkomen. Zoals hiervoor gesteld, zijn de

huidige indicatieve restemissies over alle sectoren opgeteld overigens nog niet ambitieus genoeg om met voldoende zekerheid een emissiereductie van 55 procent te realiseren.

Figuur 2

Ramingen emissiereductie broeikasgassen, indicatieve restemissies en nationale doelen inclusief landgebruik, 2030

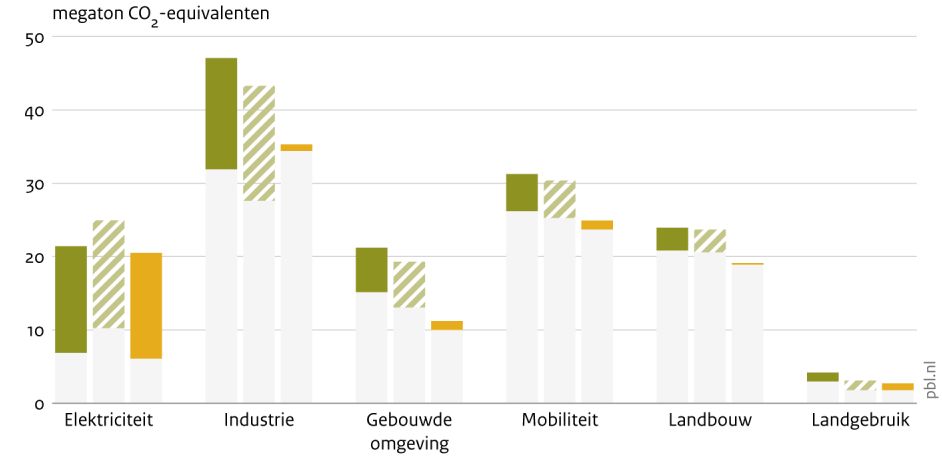


Bandbreedte
- Ramingen met vastgesteld en voorgenomen beleid
- Ramingen met vastgesteld, voorgenomen en deel geagendeerd beleid met inschatting
- Totaal indicatieve sectorale restemissies (EZK 2022)

Bron: KEV-raming 2022, EZK 2022

Figuur 3

Emissieramingen broeikasgassen en indicatieve restemissies per sector, 2030



Bandbreedte
- Ramingen met vastgesteld en voorgenomen beleid
- Ramingen met vastgesteld, voorgenomen en deel geagendeerd beleid met inschatting
- Indicatieve sectorale restemissies (EZK 2022)

Bron: KEV-raming 2022, EZK 2022

3) Belangrijk deel klimaatplannen nog onvoldoende uitgewerkt

In deze KEV hebben we moeten vaststellen dat een belangrijk deel van de nieuwste nationale en Europese energie- en klimaatplannen nog onvoldoende concreet is uitgewerkt en daarmee onder

het zogenoemde geagendeerde beleid valt. Van dit geagendeerde beleid kon vervolgens voor slechts een deel van de maatregelen op hoofdlijnen een inschatting worden gemaakt van de denkbare emissiereductie-effecten in 2030. Voor een ander deel van de geagendeerde maatregelen kon geen inschatting worden gemaakt van deze denkbare effecten, omdat er onvoldoende aanknopingspunten waren gegeven door het beleid.

De belangrijkste geagendeerde maatregelen waarvoor een effectschatting voor 2030 kon worden gemaakt, worden verwacht in de industrie en bij de gebouwde omgeving. In de industrie gaat het bijvoorbeeld om het budget uit het Klimaatfonds dat is gereserveerd om maatwerkafspraken met grote uitstoters te kunnen financieren, en om het gebruik van groene waterstof te stimuleren bij de industrie en raffinage. In de gebouwde omgeving gaat het bijvoorbeeld om de normering van hybride warmtepompen, prestatieafspraken met woningcorporaties na afschaffing van de verhuurderheffing, en verduurzaming van maatschappelijk vastgoed. De geagendeerde maatregel 'bijmengverplichting voor groen gas in de gebouwde omgeving' is niet toegekend aan de sector gebouwde omgeving, maar wel meegenomen in de bandbreedte voor het nationale totaal inclusief het deel van het geagendeerde beleid met een effectschatting. Groen gas wordt bijgemengd in het aardgasnet en leidt ook tot emissiereductie bij gasverbruikers in andere sectoren.

Kleinere bijdragen van het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een effectinschatting kon worden gemaakt, worden verwacht van de sectoren mobiliteit, landgebruik en landbouw. Het gaat bijvoorbeeld om maatregelen als de afschaffing van de bpm-vrijstelling voor bestelauto's van ondernemers, de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties, de veenweidestrategieën en de maatregelen uit de bossenstrategie.

Met het deel van de geagendeerde maatregelen voor 2030 waarvoor in deze KEV geen effectinschatting kon worden gemaakt, kan richting 2030 en daarna nog een aanvullende emissiereductie worden bereikt. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om geagendeerde plannen als het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG), vergroening personenvervoer en reisgedrag, Betalen naar Gebruik (BnG) voor personen- en bestelauto's, aanpassingen aan de energiebelastingen, het samenhangend pakket verduurzaming glastuinbouw, de aanscherping van de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED), delen van de aanscherping van de Europese Hernieuwbare energierichtlijn en de aanscherping van het Europese emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT).

Als we voor het deel van de geagendeerde maatregelen, waarvoor in deze KEV geen effectinschatting kon worden gemaakt, uitgaan van eerdere reductie-inschattingen van het kabinet in het Coalitieakkoord, dan tellen die op tot minder dan 10 megaton CO_2-equivalenten in 2030. In het Coalitieakkoord en in deze KEV kon nog geen compleet beeld worden opgenomen van alle mogelijke effecten van Europese voorstellen zoals uit het *Fit for* 55-pakket en *REPowerEU*. Dat kan ook niet want de Europese voorstellen bevinden zich op dit moment (oktober 2022) nog in verschillende fasen van onderhandeling tussen de Europese Raad en het Europese Parlement. De Europese voorstellen zullen uiteindelijk ook in Nederland leiden tot maatregelen die naar verwachting richting 2030 extra emissiereducties moeten opleveren.

Het geagendeerde beleid voor de elektriciteitssector is meer gericht op de langere termijn, richting 2040 en daarna. Het gaat dan om een verdere groei van windparken op zee, de subsidieregeling CO_2-vrije gascentrales, het langer openhouden van de kerncentrale in Borssele en de mogelijke

bouw van nieuwe kerncentrales. Voor deze maatregelen is in deze KEV geen effectinschatting gemaakt.

4) Huidig doel ESR-sectoren binnen bereik, nieuw EU-voorstel betekent extra opgave

De *Effort Sharing Regulation* (ESR) reguleert de emissies voor Nederland voor de activiteiten die buiten het Europese emissiehandelssysteem (ETS) voor de grote energie-intensieve industrie en de elektriciteitssector vallen. Het gaat om de emissies in de kleine industrie inclusief de afvalverwerking, de gebouwde omgeving, de mobiliteit en de landbouw; dit noemen we hier de ESR-sectoren.

Voor 2030 geldt nu nog een ESR-reductiedoelstelling voor Nederland van 36 procent ten opzichte van 2005. Als onderdeel van het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie voor om deze reductieopgave te vergroten naar 48 procent in 2030 ten opzichte van 2005. De ESR stelt verder per lidstaat een jaarlijks (in de tijd aflopend) emissieplafond vast tussen 2021 en 2030, waartussen uitmiddeling mogelijk is. De bindende opgaven voor de lidstaten bestaan daarmee de facto uit een maximaal cumulatief budget in de genoemde periode. Het huidige cumulatieve budget voor de periode 2021-2030 bedraagt 903 megaton CO_2-equivalenten, het voorstel tot aanscherping van de Europese Commissie komt uit op een cumulatief budget van 839 megaton CO_2-equivalenten.

Uit deze KEV volgt dat het huidige ESR-doel voor de periode 2021-2030 ruim binnen bereik is, want de geraamde cumulatieve ESR-emissies komen uit op 865 megaton CO_2-equivalenten volgens het vastgestelde en voorgenomen beleid (kerntabel 3). De door de Europa voorgestelde aanscherping van het Nederlandse ESR-doel naar 839 megaton CO_2-equivalenten, is daarmee nog niet binnen bereik, de restopgave voor de periode tot en met 2030 bedraagt nog 26 megaton CO_2-equivalenten.

De geraamde cumulatieve emissies voor de ESR-sectoren vallen in deze KEV bijna 39 megaton lager uit dan in de KEV 2021. Dit is te verklaren door onder meer de hogere veronderstelde energie- en CO_2-prijzen en diverse beleidseffecten die de emissies in de periode tussen nu en 2030 verminderen.

Wanneer al het geagendeerde beleid en eventueel nieuw beleid (zie bevinding 1) tijdig zouden worden uitgewerkt en geïmplementeerd, dan zullen ook de emissies in de ESR-sectoren dalen. De cumulatieve aard van de doelstelling betekent dat hoe eerder maatregelen worden uitgewerkt en geïmplementeerd, hoe meer zij bijdragen aan het doelbereik onder de ESR-richtlijn. Op basis van de Europese regelgeving mag Nederland ook een deel van de ESR-restopgave van 26 megaton tussen 2021 en 2030 compenseren met emissiecredits uit het landgebruik over dezelfde periode. De landgebruikscredits komen volgens deze KEV-raming uit op 8-11 megaton CO_2-equivalenten.

We concluderen dat de verwachte restopgave voor de ESR sinds de KEV 2021 substantieel kleiner is geworden, maar dat de kans bestaat dat er nog steeds een restopgave overblijft in het geval het geagendeerde beleid en eventueel toekomstig nieuw beleid niet tijdig genoeg worden uitgewerkt en geïmplementeerd.

5) Aandeel hernieuwbare elektriciteit stijgt sneller, groei hernieuwbare warmte onvoldoende

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik lag, uitgaande van het hernieuwbare energieverbruik op het Nederlands grondgebied, in 2020 op 11,5 procent. Met een administratieve inkoop ('statistische overdracht') van 2,5 procent (49 petajoule) van Denemarken, is door

Nederland vervolgens toch voldaan aan het Europese doel dat voor Nederland was gesteld: in 2020 een aandeel hernieuwbare energie van 14 procent (zie kerntabel 5). In 2021 lag het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik in Nederland tussen de 12,0 en 13,4 procent. Het exacte aandeel kan nog niet worden berekend door onzekerheden rondom het implementeren van duurzaamheidscriteria voor biomassa uit de herziene Europese Hernieuwbare energierichtlijn (REDII). Afhankelijk van de implementatie draagt een deel van de gebruikte biomassa in 2021 mogelijk niet bij aan het aandeel hernieuwbare energie.

De Hernieuwbare energierichtlijn (REDII) heeft als doel om het gebruik van hernieuwbare energie in de Europese Unie te vergroten naar 32 procent in 2030. In het Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan 2021-2030 heeft Nederland aangegeven te streven naar minimaal 19,6 procent in 2025 en minimaal 27,0 procent in 2030. Het aandeel hernieuwbare energie groeit in de KEV-raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid naar 21 procent in 2025 en stijgt verder naar afgerond 31 [26-34] procent in 2030 (kerntabel 5). Het aandeel in 2030 komt in deze KEV circa 5 procent hoger uit dan in de KEV 2021. Door beleidsaanpassingen die in het afgelopen jaar zijn ingezet, met name om extra windparken op zee te laten bouwen, neemt het aandeel sneller toe. Daardoor is het nu waarschijnlijker dat het indicatieve doel voor 2030 gehaald wordt, in vergelijking met de raming in de KEV 2021.

In het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie een herziening voor van de Hernieuwbare energierichtlijn (REDII). Daarbij gaat het onder andere om de bindende doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie in 2030 op Europees niveau te verhogen van 32 naar 40 procent. De Commissie rekent voor Nederland een aandeel hernieuwbare energie van 36 procent in 2030 als een kostenefficiënte bijdrage aan *Fit for* 55. De aan Nederland gevraagde bijdrage kan nog hoger gaan uitvallen als het voorstel uit *REPowerEU* wordt aangenomen om de doelstelling voor Europa te verhogen naar 45 procent hernieuwbare energie in 2030.

In de KEV-raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid ligt het scherpere *Fit for* 55-doel van 36 procent buiten de bandbreedte voor 2030; dat wordt dus naar verwachting niet gehaald. In 2031 neemt het aandeel hernieuwbare energie echter wel fors toe. Dat komt doordat er volgens de planning in de jaren 2030 en 2031 extra windparken op zee operationeel worden. Daardoor komt het verwachte aandeel hernieuwbare energie in 2031 op 36 procent te liggen, nagenoeg gelijk aan de kostenefficiënte bijdrage die door de Commissie voor 2030 voor Nederland wordt berekend. Om in 2030 al op een aandeel van 36 procent uit te komen, zal er waarschijnlijk naar andere hernieuwbare technologieën dan windenergie op zee gekeken moeten worden. Het lijkt namelijk niet waarschijnlijk dat de planning van de windparken naar voren kan worden gehaald. Wel kunnen bepaalde geagendeerde maatregelen (zoals de bijmengverplichting groen gas) nog bijdragen aan de groei van hernieuwbare energie richting 2030, maar hiervoor zijn in deze KEV geen inschattingen gemaakt.

In de KEV-raming neemt het aandeel hernieuwbare elektriciteit bij vastgesteld en voorgenomen beleid toe naar 85 procent in 2030. Dit aandeel is hoger dan in de KEV 2021 die nog een aandeel van 74 procent raamde. De toename komt vooral door de nieuwe windparken op zee, maar ook door een grotere toename van zonnestroom en windenergie op land.

Waar de verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening snel gaat, verloopt de verduurzaming van de warmtevoorziening en transportbrandstoffen relatief langzaam. Het aandeel hernieuwbare warmte stijgt naar verwachting van 8 procent in 2021 naar 14 procent in 2030. De groei van hernieuwbare warmte is met 0,7 procentpunt per jaar lager dan de doelstelling uit de Hernieuwbare

energierichtlijn (REDII). Die doelstelling is om het aandeel hernieuwbare warmte met 1,1 procentpunt per jaar te laten toenemen. Het voorstel van de Europese Commissie voor herziening van de REDII in het kader van *Fit for 55* is om het huidige indicatieve doel voor hernieuwbare warmte bindend te maken op lidstaatniveau. Het elektriciteitsverbruik voor warmte stijgt door de toepassing van warmtepompen en elektrische boilers in de gebouwde omgeving en industrie, maar de bijdrage van elektriciteit blijft beperkt tot enkele procenten van het totale finaal energieverbruik voor warmte. Het finaal energieverbruik voor warmte bestaat in de KEV-raming in 2030 voor 85 procent nog steeds uit aardgas, fossiele restgassen en uit warmtelevering op basis van fossiele brandstoffen.

Het aandeel hernieuwbaar in het energieverbruik van de binnenlandse mobiliteit neemt toe van 7 procent in 2021 naar 15 procent in 2030. Momenteel bestaat ongeveer 90 procent van de hernieuwbare energie in vervoer uit biobrandstoffen. De groei naar 2030 zit echter voornamelijk bij het gebruik van hernieuwbare elektriciteit. Het geraamde elektriciteitsverbruik in de binnenlandse mobiliteit ligt in 2030 bijna 3 keer zo hoog als in 2021. En een steeds groter deel van dat elektriciteitsverbruik is hernieuwbaar. Dit aandeel verdubbelt tussen 2021 en 2030. Ook het gebruik van biobrandstoffen neemt toe richting 2030. In 2030 zijn biobrandstoffen goed voor circa 9 procent van het energieverbruik door mobiliteit, waar dat in 2021 nog 6 procent was.

De toename van het gebruik van hernieuwbare energie in de binnenlandse mobiliteit is het gevolg van de snelle elektrificatie van het wegverkeer en de oplopende verplichting voor de levering van hernieuwbare energie aan vervoer. Brandstofleveranciers zijn verplicht om een steeds groter deel van de aan vervoer geleverde energie hernieuwbaar te maken. Deze jaarverplichting neemt toe van 17,5 procent in 2021 naar 28 procent in 2030. Dat deze percentages hoger liggen dan het hiervoor genoemde fysieke aandeel, heeft ermee te maken dat voor de Nederlandse regelgeving (boekhouding) sommige biobrandstoffen dubbel mogen meetellen en hernieuwbare elektriciteit in het wegvervoer met een factor 4 meetelt.

6) Huidige doelen energieverbruik en besparing niet gehaald, herziening EED betekent dat er nog meer energiebesparing nodig is

De EU-lidstaten moeten volgens artikel 3 van de Europese Energie efficiëntierichtlijn, de *Energy Efficiency Directive* (EED), indicatieve streefwaarden voor hun nationale energieverbruik in 2030 vaststellen. Opgeteld moeten deze verbruiken voldoende zijn om in 2030 op Europees niveau 32,5 procent minder energie te gebruiken ten opzichte van een referentiescenario. Nederland streeft voor artikel 3 naar een primair energieverbruik van 1.950 petajoule, en een finaal energieverbruik van 1.837 petajoule in 2030. De doelen zijn gericht op energetisch verbruik en laten non-energetisch verbruik, gebruik van energiedragers als grondstof in productieprocessen, buiten beschouwing. Het finaal energieverbruik is het energieverbruik bij eindgebruikers in de gebouwde omgeving, industrie, landbouw, mobiliteit en luchtvaart. Het primair energieverbruik is het finaal energieverbruik plus het eigen verbruik en omzettingsverliezen in de energiesector, zoals elektriciteitsproductie en raffinaderijen.

De streefwaarde voor primair verbruik wordt in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid niet gehaald, de bandbreedte voor primair energieverbruik komt uit op 2.061-2.416 petajoule. De streefwaarde voor het finaal energieverbruik ligt mogelijk wel binnen bereik: het finaal verbruik komt in de raming in 2030 uit op 1.850 [1.729-1.974] petajoule.

Artikel 7 van de Europese Energie efficiëntierichtlijn (EED) verplicht Nederland tot 924 petajoule energiebesparing, cumulatief voor de periode 2021-2030. Alleen besparingen die toe te schrijven zijn aan Nederlands beleid tellen hierbij mee. Cumulatief houdt in dat besparingen over de jaren heen worden opgeteld. Daardoor draagt een maatregel meer bij aan het halen van de doelstelling wanneer die eerder wordt toegepast. De geraamde energiebesparing met vastgesteld en voorgenomen beleid is waarschijnlijk niet toereikend om de artikel 7-doelstelling te halen. De bandbreedte van de verwachte energiebesparing komt uit op 721-939 petajoule (kerntabel 5), en daarmee valt de doelstelling van 924 petajoule maar net binnen de bandbreedte. Het kan echter lastig zijn deze besparing ook nog met monitoringsgegevens te onderbouwen. De energiebesparing voor artikel 7 valt in deze KEV lager uit dan in de vorige KEV. Door de hogere CO_2-prijzen in het Europese emissiehandelssysteem (ETS) en de hogere energieprijzen tot en met 2030, mag er nu een kleiner deel van de verwachte energiebesparing in de industrie als effect van nationaal beleid worden gezien.

Terwijl de huidige EED-doelen naar verwachting niet of mogelijk niet worden gehaald, worden er in de voorstellen uit het *Fit for* 55-pakket en *REPowerEU* over de herziening van de EED verdere aanscherpingen van de energieverbruiksdoelen voorgesteld. In *Fit for* 55 zou de artikel 7-doelstelling voor Nederland uitkomen op een besparing van 1.292 petajoule cumulatief, wat een aanscherping is van 368 petajoule. De voorstellen omvatten mogelijk ook scherpere eisen aan welke besparingen mee zouden mogen tellen. Alhoewel de onderhandelingen over de voorstellen nog niet zijn afgerond, is het al wel duidelijk dat de herziene EED betekent dat er een beleidsopgave ligt om in de periode tot en met 2030 nog meer energiebesparing te realiseren.

Kerntabellen Klimaat- en Energieverkenning 2022 (vastgesteld en voorgenomen beleid)

Kerntabel 1
Economische groei en energieprijzen[1]

	2005	2020	2021*	2030	Lage prijzen 2030	Hoge prijzen 2030	Band-breedte 2030
Bbp[2] (index 2021=100)	81	95	100	116			107 - 129
Olieprijs[3] (US$ per vat)[4]	72	45	71	117	89	136	
Gasprijs[3] (euro per m³)[4]		0,13	0,31	0,37	0,21	0,45	
Kolenprijs[3] (euro per ton)[4]	71	58	94	81	60	120	
Groothandelsprijs elek-triciteit (euro per MWh)[4]	56	33	103	73	50	93	
CO_2-prijs (euro per ton)[4]		26	53	110	87	149	

[1)] Historische gegevens prijzen afkomstig van het CBS: https://www.cbs.nl/nl-nl/maat-werk/2022/13/marktprijzen-energie-2000-2021. Voor 2005 heeft het CBS geen historische gasprij-zen.

[2)] Projecties: *CPB-Centraal Economisch Plan 2022* (CEP) (CPB 2022a)[1], *CPB-Actualisatie Verkenning middellange termijn tot en met 2030* (CPB 2022b).[2]

[3)] Projecties: *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023* (EC 2022).[3]

[4)] Constante prijzen 2021.

* Voorlopige gegevens.

[1] CPB (2022a), *Centraal Economisch Plan 2022 (CEP)*, Den Haag: Centraal Planbureau; https://www.cpb.nl/centraal-economisch-plan-cep-2022.

[2] CPB (2022b), *Actualisatie Verkenning middellange termijn tot en met 2030*, Den Haag: Centraal Planbureau; https://www.cpb.nl/actualisatie-verkenning-middellange-termijn-tot-en-met-2030-maart-2022.

[3] EC (2022a), *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023, unpublished document shared with Member States*, 26 April 2022. Brussel: Europese Commissie.

Kerntabel 2
Totaal broeikasgasemissies[1,2,3]

	1990	2020	2021*	Raming 2030	Band-breedte Raming 2030	Bandbreedte raming inclusief deel geagendeerd beleid met inschatting, 2030
Totaal (megaton CO_2-equivalenten)	227	170	172	122 - 128	114 - 139	108 - 133
Totaal koolstofdioxide (CO_2) (megaton CO_2-equivalenten)	168	142	145	98 - 104	91 - 115	
Totaal overige broeikasgassen (megaton CO_2-equivalenten)	59	27	27	24	22 - 24	
Reductie broeikasgasemissies t.o.v. 1990 (procent)	0	25	24	44 - 46	39 - 50	41 - 52
Streefdoel reductie broeikasgasemissies[4] (procent)					55	55

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het *Fifth Assessment Report* (AR5) van het IPCC.

[2)] De getoonde range in 2030 betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie (met name toekomstige ontwikkelingen in het buitenland en de brandstof- en CO_2-prijzen).

[3)] De hier genoemde cijfers zijn inclusief de emissies als gevolg van het landgebruik.

[4)] Het streefdoel van 55 procent is afgesproken in het Coalitieakkoord. Om dat zeker te halen richt het kabinet zijn beleid op 60 procent, zodat bij eventuele tegenvallers toch de 55 procent wordt gehaald.

* Voorlopige gegevens.

Kerntabel 3
Broeikasgasemissies[1,2,3] per sector in megaton CO_2-equivalenten

	2021*	Raming 2030	Bandbreedte raming 2030	Bandbreedte raming inclusief deel geagendeerd beleid met inschatting[4], 2030	Indicatieve restemissies 2030
Totaal[4]	172,2	122 - 128	114 - 139	108 - 133	94,9 - 113,5
Elektriciteit[5,6]	32,7	8 - 13	7 - 21	10 - 25	6,1 - 20,5
Industrie[7,8]	53,2	41	32 - 47	28 - 43	34,4 - 35,3
Gebouwde omgeving[8]	24,5	18	15 - 21	13 - 19	10,0 - 11,2
Mobiliteit[9]	30,5	28	26 - 31	25 - 30	23,7 - 24,9
Landbouw (inclusief glastuinbouw)[8,10]	27,1	23	21 - 24	21 - 24	18,9
Landgebruik[8]	4,3	3,7	3,0 - 4,2	1,8 - 3,1	1,8 - 2,7
ETS-sectoren	74,1	40 - 45	33 - 55		
ESD-/ESR-sectoren	93,8	78,6	74 - 83		
Cumulatief ESR-sectoren 2021-2030		865			
36% EU-doel cumulatief ESR-sectoren		903			
48% voorgesteld doel cumulatief ESR-sectoren		839			

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het *Fifth Assessment Report* (AR5) van het IPCC.

[2)] De getoonde range bij de raming 2030, en dan bij de totale emissie, de emissie van de sector elektriciteit en de emissie van de ETS-sectoren, betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie (met name toekomstige ontwikkelingen in het buitenland en de brandstof- en CO_2-prijzen).

[3)] De indicatieve restemissies staan in het *Ontwerp beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022b).

[4)] De reductie-effecten van de 'Bijmengverplichting groen gas' zijn meegenomen in de totale bandbreedte voor de raming inclusief het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een inschatting kon worden gemaakt en konden niet worden toegekend aan de gebouwde omgeving, zie tekst.

[5)] De bandbreedtes per sector laten zich niet bij elkaar optellen tot de nationale totale bandbreedte in 2030 omdat de nationale totale bandbreedte rekening houdt met interacties in onzekerheden tussen sectoren.

[6)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.

[7)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.

[8)] Exclusief mobiele werktuigen.

[9)] Inclusief mobiele werktuigen.

[10)] De raming voor de landbouw ligt lager dan in de KEV 2021. Dit wordt vooral veroorzaakt door een extra geraamde reductie van het energieverbruik in de glastuinbouw.

* Voorlopige gegevens.

Kerntabel 4
Energieverbruik[1] in petajoule

	2005	2020	2021*	2030	Bandbreedte 2030
Primair energieverbruik volgens CBS	3.366	2.946	3.024	2.711 - 2.753	2.555 - 2.911
Primair energieverbruik voor besparing (EED)[2]	2.935	2.444		2.219 - 2.261	2.061 - 2.416
Finaal energieverbruik volgens CBS	2.037	1.750	1.804	1.686	
Finaal energieverbruik voor besparing (EED)[2]	2.264	1.906		1.850	1.729 - 1.974
Bruto-eindverbruik[3] voor aandeel hernieuwbaar (RED)	2.301	1.944	2.010	1.878	1.626 - 2.103

[1)] De getoonde range in 2030 betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.

[2)] Volgens definities Eurostat voor berekening besparing EED artikel 3 (nog geen realisaties voor 2021). Bij Eurostat beschikbaar onder de indeling 'Europe 2020-2030'.

[3)] Volgens definities Eurostat voor berekening aandeel hernieuwbare energie.

* Voorlopige gegevens.

Kerntabel 5
Hernieuwbare energie (RED) en energiebesparing (EED)

	2005	2020	2021*	2030	Bandbreedte 2030
Hernieuwbare energie (petajoule)	57	223	241 - 269	577	506 - 608
Bruto finaal energieverbruik (petajoule)	2.301	1.944	2.010	1.878	1.626 - 2.103
Aandeel hernieuwbare energie[1,2] (procent)	2,5	11,5	12,0 - 13,4	31	27 - 33
Aandeel hernieuwbare energie inclusief statistische overdracht[3] (procent)		14			
(Streef)doelen aandeel hernieuwbare energie (procent)		14		27	
Energiebesparing EU Artikel 7 cumulatief (petajoule)[4]					721-939
EU-doel Artikel 7 cumulatief (petajoule)				924	
Primair energieverbruik EU Artikel 3 (petajoule)				2.219 - 2.261	2.061 - 2.416
EU-doel Artikel 3 primair (petajoule)				1.950	
Finaal energieverbruik EU Artikel 3 (petajoule)				1.850	1.729 - 1.974
EU-doel Artikel 3 finaal (petajoule)				1.837	

[1)] Exclusief statistische overdracht van 49 petajoule.

[2)] Vanwege de onzekerheid over de duurzaamheidscriteria voor biomassa staat er voor 2021 een bandbreedte. In de projecties wordt aangenomen dat deze onzekerheid niet meer bestaat.

[3)] In verband met het niet halen van het hernieuwbare energiedoel in 2020 is Nederland voor 2020 een statistische overdracht van 49 petajoule met Denemarken overeengekomen.

[4)] Energiebesparing conform artikel 7 betreft de gecumuleerde besparing over de jaren 2021-2030.

* Voorlopige gegevens.



Hoofdstuk 1

1 Inleiding

Introductie en methode

- In dit hoofdstuk lichten we de aanleiding en doelstelling van de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (KEV) toe.
- In dit hoofdstuk gaan we in op actuele ontwikkelingen, zoals de belangrijkste beleidswijzigingen, de hoge energieprijzen, nieuwe onderwerpen en de algemene aanpak van dit onderzoek, en enkele relevante definities.

1.1 Aanleiding en doelstelling

Kennisbasis voor het maatschappelijke debat en het beleid

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) geeft elk jaar een actueel overzicht van de ontwikkelingen op het gebied van broeikasgasemissies en energie. De focus ligt daarbij op het in beeld brengen van de verwachte toekomstige effecten op de broeikasgasemissies van het klimaat- en energiebeleid in Nederland (zie ook tekstkader 1.1).[4] Hierbij kijken we ook naar relevante beleidsontwikkelingen bij andere beleidsthema's, zoals op het gebied van stikstof, luchtkwaliteit, natuur en circulaire

[4] Niet inbegrepen zijn de overzeese gebieden van het Koninkrijk der Nederlanden.

economie. Dit jaar worden er in het kader van de KEV ook de tweejaarlijkse emissieramingen opgesteld voor de luchtverontreinigende stoffen. De publicatie daarvan vindt naar verwachting begin 2023 plaats. Omdat die ramingen eens in de twee jaar worden opgesteld zal de eerstvolgende keer daarna eind 2024 zijn.

In de KEV duiden we de toekomstige trends in de emissies en de activiteiten die die emissies veroorzaken, zoals energiegebruik of het houden van vee. Uiteraard besteden we ook aandacht aan wat met het beleid tot nu toe is bereikt. Daarnaast bekijken we in hoeverre Nederland met zijn beleid aan belangrijke doelstellingen kan voldoen. Deze actuele en onafhankelijke informatie is bedoeld als kennisbasis voor het maatschappelijke en politieke debat over de klimaat- en energietransitie en voor het maken van beleidskeuzes.

1.1 De KEV rekent beleid door, maar de KEV is geen scenario- of optiestudie
De KEV heeft als hoofddoel om de verwachte toekomstige effecten in beeld te brengen van het klimaat- en energiebeleid op de broeikasgasemissies. De KEV is echter geen studie waarin beleidsinstrumenten (opties) worden uitgedacht of waarin beleidspakketten of scenario's worden samengesteld waarmee aan bepaalde doelen kan worden voldaan. Tevens bevat de KEV als zodanig geen evaluatie van de doelmatigheid; de relatie tussen effecten en kosten van beleid.

De wettelijke status van de KEV
De Klimaatwet geeft de KEV een wettelijke status als verantwoordingsinstrument van het klimaat- en energiebeleid. De KEV wordt jaarlijks op een in de Klimaatwet vastgestelde datum naar de Tweede Kamer gestuurd. Het kabinet stuurt jaarlijks een klimaatnota en vijfjaarlijks een klimaatplan naar de Tweede Kamer. De Raad van State voorziet de klimaatnota van een eigen beschouwing die eveneens aan de Tweede Kamer wordt gestuurd.

De klimaat- en energiedoelen van Nederland
De huidige klimaat- en energiedoelen van Nederland staan in de Nederlandse Klimaatwet uit 2019 (Staatsblad 2019). Ook zijn er diverse Europese doelen die ook voor Nederland gevolgen hebben. In juni 2021 heeft de Europese Commissie verdergaande klimaatvoorstellen gedaan om de broeikasgasemissies in 2030 in de Europese Unie met 55 procent te reduceren ten opzichte van 1990 (EC 2021a) en om in 2050 klimaatneutraal te zijn (netto-nulbroeikasgasemissies). In december 2021 heeft het Nederlandse kabinet met de klimaat- en energieparagraaf in het Coalitieakkoord aansluiting gezocht bij de Europese ambities en heeft het zijn eerdere klimaatambities uit 2019 verhoogd. Het nationale streefdoel uit 2019 van 49 procent reductie in 2030 (exclusief landgebruik) is vervangen door een nationaal streefdoel van ten minste 55 procent reductie in 2030 (en inclusief landgebruik). Om met voldoende zekerheid het aangescherpte doel van 55 procent reductie in 2030 te kunnen halen, richt het kabinet zich bij de uitwerking van het klimaatbeleid op een emissiereductie van 60 procent, zodat ook bij tegenvallers de 55 procent niet in het geding is (EZK 2022a, EZK 2022b). Het nationale doel uit 2019 van 95 procent reductie in 2050 wordt door het kabinet aangescherpt tot een nationaal doel om in 2050 de netto-uitstoot van broeikasgassen tot nul te reduceren. In het kader van dit 2050-doel wordt er in Europa gesproken over salderingsmogelijkheden met andere lidstaten.

Naast de hiervoor genoemde emissiedoelen heeft Nederland ook diverse andere relevante toekomstige (streef)doelen voor emissies, hernieuwbare energie en energiebesparing. Zo heeft het kabinet op basis van de KEV 2021 en de voorgestelde maatregelen uit het Coalitieakkoord voor 2030

indicatieve restemissies per sector afgeleid en deze opgenomen in het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a, EZK 2022b). Deze indicatieve restemissies worden door het kabinet gehanteerd als indicatieve emissiedoelen per sector. Het kabinet geeft daarbij wel nadrukkelijk aan dat deze voorlopig zijn en gewijzigd kunnen worden als nieuwe inzichten daar aanleiding toe geven. Voor de Europese bestaande doelen voor de Nederlandse ESR-sectoren heeft de Europese Commissie in 2021 voorgesteld om ze aan te scherpen (EC 2021a). Dit betreft de sectoren die onder de *Effort Sharing Regulation* vallen (kleine industrie, gebouwde omgeving, mobiliteit en landbouw), het aandeel hernieuwbare energie en energiebesparing.

In de KEV komt het doelbereik van de meeste bestaande nationale en Europese (streef)doelen aan bod. Waar relevant en mogelijk gaan we in deze KEV in op de mogelijke implicaties van de recente Europese voorstellen.

Beleidsvarianten in de KEV: vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid

In deze KEV staat de beleidsvariant voor het vastgestelde plus voorgenomen beleid centraal. Het gaat daarbij om beleid dat per 1 mei 2022 concreet was uitgewerkt. Daar waar ontwikkelingen op basis van alleen het vastgestelde beleid substantieel afwijken, lichten we dat toe. Sinds de KEV 2021 gaan we ook in op de voortgang en denkbare effecten van beleidsplannen of -intenties die voor 1 mei nog niet concreet waren uitgewerkt. In de KEV noemen we dit het geagendeerde beleid. Van het geagendeerde beleid is alle relevante openbare informatie tot het zomerreces (8 juli 2022) nog meegenomen in de analyses in deze KEV. Een beeld van de mogelijke bijdrage van dit geagendeerde beleid is relevant voor de discussie over mogelijke restopgaves, waar eventueel extra beleid voor nodig is. We beperken ons in deze KEV tot de meest substantiële geagendeerde maatregelen waarvoor het beleid voldoende aanknopingspunten bood om een inschatting te kunnen maken van de denkbare emissiereductie-effecten in 2030. We geven daarbij een toelichting op hoofdlijnen en kunnen alleen een inschatting geven van de effecten op de broeikasgasemissies. Zie paragraaf 1.3 voor meer toelichting op de drie beleidsvarianten en de beleidsactualisatie.

Informatiebron voor nationale en internationale rapportageverplichtingen

Over de energiehuishouding en de broeikasgasemissies moet Nederland ook internationaal rapporteren. De KEV voorziet in de informatie voor verschillende rapportages aan de Europese Commissie en voor rapportages aan de Verenigde Naties en het Internationaal Energieagentschap (IEA). De cijfers in de KEV kunnen soms wel afwijken van cijfers in de internationale rapportages. Deze laatste hanteren namelijk soms afwijkende definities en vereisen vaak het gebruik van definitief vastgestelde statistieken, terwijl voor de KEV ook de recentste voorlopige statistieken worden gebruikt.

Vergelijking met de vorige KEV

In de KEV 2022 besteden we expliciet aandacht aan veranderingen sinds de KEV 2021, en herhalen we ongewijzigde inzichten alleen als deze relevant zijn voor het totaalbeeld. Zo biedt deze KEV meer ruimte om nieuwe inzichten en ontwikkelingen te duiden. De KEV 2022 is opgezet als zelfstandig leesbare rapportage. In eerdere edities van de KEV zijn gedetailleerde duidingen van al langer bekende ontwikkelingen terug te vinden.

KEV-producten

Naast dit hoofdrapport zijn enkele andere producten onderdeel van de KEV. Zo is een gedetailleerde set aan gegevens beschikbaar via de tabellenbijlage achter in deze KEV (Bijlage 2) en de uitgebreidere online tabellenbijlage. Ook publiceren we het nevenrapport *Beleidsoverzicht en factsheets*

beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL 2022a). Hierin staat al het beleid dat in de KEV is meegenomen, overzichtelijk weergegeven in de zogeheten beleidslijsten. In het rapport staan ook factsheets van een groot deel van de beleidsmaatregelen; hierin wordt de maatregel toegelicht en wordt aangegeven hoe deze in de KEV is meegenomen. Verder zijn er KEV-achtergrondrapporten over de ramingen voor het landgebruik (Arets et al. 2022) en over een herziening van de weerscorrectie voor ruimteverwarming (Volkers et al. 2022). En medio december 2022 wordt de rapportage over de emissieramingen voor de luchtverontreinigende stoffen gepubliceerd. Dan zal ook het achtergrondrapport over de ramingen voor de landbouw worden gepubliceerd (Vonk et al. 2022).

1.2 Actuele ontwikkelingen en de KEV

In deze paragraaf gaan we in op de actuele ontwikkelingen, zoals de belangrijkste beleidswijzigingen en de hoge energieprijzen. Ook besteden we aandacht aan de beperkingen in de capaciteit van de infrastructuur, de krapte op de arbeidsmarkt en tekorten aan materialen. We bespreken ook het toenemen van risico's op vertragingen van nieuwe (energie-bouw)projecten, die een natuurvergunning nodig hebben, vanwege de stikstofproblematiek.

Het Coalitieakkoord 2021 en het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat

In de KEV onderzoeken we ieder jaar de effecten van wijzigingen in het bestaande beleid en van nieuw beleid. De belangrijkste bronnen voor de 2022-editie zijn het Coalitieakkoord 2021, de voorlopige uitwerking daarvan in het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* van juni 2022 (EZK 2022b) en de Europese voorstellen uit het *Fit for* 55-pakket. Tabel 1.1 en 1.2 geven een overzicht van de belangrijkste wijzigingen in het vastgestelde en voorgenomen beleid per 1 mei 2022 ten opzichte van de KEV 2021.

Op 1 mei 2022 hebben we moeten constateren dat een groot deel van de nieuwe nationale en Europese plannen nog onvoldoende concreet is uitgewerkt en daarmee in deze KEV onder het zogenoemde geagendeerde beleid vallen. In tabel 1.3 staan de belangrijkste geagendeerde maatregelen waarvoor in deze KEV voor het zichtjaar 2030 een inschatting is gemaakt. In tabel 1.4 staan de belangrijkste geagendeerde maatregelen waarvoor in deze KEV geen inschatting kon worden gemaakt voor het zichtjaar 2030. De redenen daarvoor kunnen zijn dat er onvoldoende aanknopingspunten zijn gegeven door het beleid, dat politieke standpunten over een instrument te ver uiteen liggen of dat de maatregel pas na 2030 in werking treedt.

Vanwege de beperkte beschikbare capaciteit is de analyse van het geagendeerde beleid in deze KEV alleen gericht op het zichtjaar 2030 en op de reductie-effecten van broeikasgasemissies. Paragraaf 1.3 gaat nader in op de aanpak van de beleidsactualisatie en de definities van vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid. In paragraaf 2.2 lichten we de criteria toe die zijn gebruikt bij het indelen van de voorgestelde maatregelen uit het *Fit for* 55-pakket onder het voorgenomen en geagendeerde beleid. Meer gedetailleerde informatie over de beleidsactualisatie is ook te vinden in de KEV-nevenpublicatie *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten* (PBL 2022a).

Tabel 1.1
De belangrijkste wijzigingen in het vastgestelde klimaat- en energiebeleid ten opzichte van de KEV 2021

Sector	Beleidsinstrumenten vastgesteld beleid
Algemeen	Voorstel herziening EU ETS uit *Fit for 55*[5], regels SDE++ 2021, jaarlijkse aanpassing MIA/VAMIL/EIA 2022, subsidiestop SDE++ lage temperatuurwarmte uit houtige biogrondstoffen.
Elektriciteit	Routekaart wind op zee 2030 + 10,7 GW extra wind op zee (Kamerbrief 18 maart 2022).
Industrie	Verhoging subsidieplafond voor CCS naar 8,7 megaton, extra elektrolysevermogen o.a. door onvoorwaardelijke toekenning NGF-project Groenvermogen II.
Gebouwde omgeving	Meer budget en wijziging voorwaarden Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE) en Subsidieregeling energiebesparing eigen huis (SEEH) voor VvE, prestatieafspraken woningcorporaties tariefverlaging verhuurdersheffing.
Landbouw – veeteelt en akkerbouw	Regeling provinciale aankoop veehouderijen nabij natuurgebieden (Rpav).
Landbouw – energie (m.n. glastuinbouw)	Continueren CO_2-sectorsysteem 2021-2024, uitbreiding technieken in subsidie Energie-efficiëntie glastuinbouw (EG).
Landgebruik	Regionale veenweidestrategie van de provincies Friesland en Utrecht.
Mobiliteit	Aanschafregeling Zero-Emissie Trucks (AanZET), Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel (SSEB), Tijdelijke subsidieregeling walstroom zeeschepen, Besluit energie vervoer 2022-2030 (implementatie REDII), uitbreiding aantal ZE-zones voor stadslogistiek.

Tabel 1.2
De belangrijkste wijzigingen in het voorgenomen klimaat- en energiebeleid ten opzichte van de KEV 2021

Sector	Beleidsinstrumenten voorgenomen beleid
Algemeen	Voorstel herziening EU ETS uit *Fit for 55*[3], belastingschuif 1e schijf gas en elektriciteit – Coalitieakkoord 2021, regels SDE++ 2021.
Elektriciteit	Omvormen salderingsregeling voor zonnepanelen vanaf 2025.
Industrie	Verlaging dispensatierechten in 2030 met circa 4,85 megaton, verbreding energiebesparingsplicht Wet milieubeheer naar ETS-bedrijven en vergunningplichtige bedrijven, extra elektrolysevermogen o.a. door voorwaardelijke toekenning Nationaal Groeifondsproject Groenvermogen II, voorwaardelijke toekenning Nationaal Groeifondsproject Duurzame MaterialenNL (onderdeel circulaire plastics).
Gebouwde omgeving	Uitbreiding energiebesparingsplicht naar vergunningplichtige en ETS-bedrijven, het Nationale Groeifondsvoorstel Nieuwe Warmte Nu!, Investeringssubsidie duurzaam maatschappelijk vastgoed (DUMAVA).
Landbouw – veeteelt en akkerbouw	Subsidieregeling hoogwaardige mestverwerking (HMV).
Landbouw – energie (m.n. glastuinbouw)	Belastingplan 2024: afschaffing verlaagd tarief gas eerste twee schijven energiebelasting voor de glastuinbouw vanaf 2025.
Landgebruik	Geen wijzigingen.
Mobiliteit	CO_2-emissienormen nieuwe personen- en bestelauto's: aanscherping 2030 en 2035 (alles nulemissie 2035), Besluit CO_2-reductie werkgebonden

[5] De voorgestelde herziening (aanscherping) van het EU ETS betreft een richtlijn en wordt in principe beschouwd als geagendeerd beleid (paragraaf 2.2). Echter, omdat de CO_2-emissiehandelsmarkt al anticipeert op de ETS-herziening is deze indirect al wel meegenomen in de berekeningen voor vastgesteld en voorgenomen beleid in de vorm van een hogere CO_2-prijs.

Sector	Beleidsinstrumenten voorgenomen beleid
	personenmobiliteit, verhoging vliegbelasting, *ReFuelEU Aviation*, aanscherping EU ETS (o.a. voor luchtvaart), capaciteitsrestrictie 500.000 vliegbewegingen op Schiphol.

Tabel 1.3
De belangrijkste geagendeerde klimaat- en energiebeleidsmaatregelen met effectinschatting voor het jaar 2030 in de KEV 2022

Sector	Beleidsinstrumenten geagendeerd beleid met effectschatting
Algemeen	SDE++ volgens Kamerbrief van 1 juli 2022 inclusief hekjes, bijmengverplichting groen gas.
Elektriciteit[1]	Verplichting zonnepanelen op grote daken utiliteitsbouw.
Industrie	Stimulering productie van hoogwaardige hernieuwbare energiedragers (indicatief 15 miljard, inclusief IPCEI groene waterstof), bindende afspraken om te komen tot CO_2-reductie bij grote (industriële) uitstoters (indicatief 3 miljard), nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie (NIKI), afschaffen CCS-subsidieplafond SDE++, REDIII-verplichting voor toepassen groene waterstof in de industrie en productie van transportbrandstoffen, openstellen 'raffinageroute' voor groene waterstof tot 2030, afnameplicht voor groene waterstof, CO_2-minimumprijs industrie.
Gebouwde omgeving	Normering hybride warmtepompen, aanvullende prestatieafspraken woningcorporaties na afschaffing verhuurdersheffing, renovatieverplichting gebouwen publieke instellingen (artikel 6 EED), extra budget verduurzaming maatschappelijk vastgoed vanaf 2024, revolverend of waarborgfonds voor maatschappelijk vastgoed, normering gericht op uitfasering slechte labels utiliteitsbouw.
Landbouw – veeteelt en akkerbouw	Onderdelen uit de structurele aanpak stikstof (Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) en stimulering implementatie integraal emissiearme stallen, in combinatie met aanscherping normstelling ammoniak 2025).
Landbouw – energie (m.n. glastuinbouw)	Geen.
Landgebruik	Regionale veenweidestrategie in overige gebieden, bodemkoolstof via GLB-NSP, vergroten koolstofvastlegging via bestaande bossen, natuur en landschapselementen.
Mobiliteit	Afschaffen bpm-vrijstelling bestelauto's, routekaart en convenant Schoon en Emissieloos Bouwen, stimuleren laadinfrastructuur voor logistiek, stimulering nulemissievrachtauto's 2025-2026, CO_2-plafond vertrekkende vluchten, ETD: minimumaccijns kerosine, walstroomverplichting zeescheepvaart 2030.

1. De maatregel 'het loslaten van de beperking van de inzet van kolen in elektriciteitscentrales tussen 2022-2024' heeft geen impact op de emissies in 2030, en wordt daarom hier niet genoemd, maar wordt wel nader toegelicht in paragraaf 5.1.

Tabel 1.4
De belangrijkste geagendeerde klimaat- en energiebeleidsmaatregelen zonder effectinschatting voor het jaar 2030 in de KEV 2022

Sector	Beleidsinstrumenten geagendeerd beleid zonder effectschatting
Algemeen	Aanpassing vrijstelling energiebelasting gasinput WKK, vrijstellingen mineralogische en metallurgische procedés, beperking vrijstelling energiebelasting voor gastarieven voor WKK tot netlevering vanaf 2025 (onderdeel van belastingplan 2024), gedeeltelijke verhoging van maximale subsidie en afschaffen CCS-plafond per 2023 o.v.v. evaluatie, subsidies voor duurzame energie-infrastructuur (indicatief 4 miljard), Europese *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM), EU-herziening Gaspakket, EU-voorstel voor een verordening voor methaanemissies in de energiesector.
Elektriciteit	Subsidieregeling CO_2-vrije gascentrales, bouw kerncentrales, kerncentrale in Borssele langer open, minimaal 17 GW extra windenergie op zee in 2031-2040.
Industrie	Maatregelen grondstoffen en circulaire projecten.
Gebouwde omgeving	Herziening EPBD, verplichting gebruik volledig dak nieuwbouw voor hernieuwbare opwekking, emissiehandel voor gebouwen en wegtransport (ETS-BRT), lokale aanpak gemeenten in het kader van het Nationaal Isolatieprogramma, nationale subsidieregeling warmtenetten, prestatie-eisen nieuwbouw en bestaande bouw industriefunctie, eindnorm utiliteitsbouw 2050, verbeterde milieuprestatie, circulair bouwen en een continue bouwstroom.
Landbouw – veeteelt en akkerbouw	Sectorbrede uitrol enkele maatregelen structurele aanpak stikstof (Omschakelprogramma, vergroting uren weidegang, stimulering verlaging eiwitgehalte rantsoenen), Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG, met bijbehorend transitiefonds landelijk gebied en natuur), 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn (onderdeel grondgebondenheid).
Landbouw – energie (m.n. glastuinbouw)	Samenhangend pakket glastuinbouw uit de Tweede Kamer-brief van april 2022 met o.a. voorstellen voor een individueel CO_2-systeem 2025-2030 en een sectordoel (bandbreedte) voor 2030.
Landgebruik	GLB-NSP (effect van conditionaliteiten en effect van de overheveling van garantiefonds naar plattelandsfonds).
Mobiliteit	Betalen naar Gebruik personen- en bestelauto's, extra middelen voor vergroening personenvervoer en reisgedrag, REDIII, emissiehandel voor gebouwen en wegtransport (ETS-BRT), toevoegen zeescheepvaart aan EU ETS, koolstofreductie scheepsbrandstoffen *FuelEU Maritime*.

Geopolitieke spanningen en hoge(re) energieprijzen

De energieprijzen waren de afgelopen twee jaar sterk in beweging. In 2020 waren de prijzen van kolen, olie en aardgas nog erg laag vanwege de lagere vraag als gevolg van de COVID-19-pandemie. In 2021 herstelde de wereldwijde vraag naar fossiele brandstoffen zich, met stijgende prijzen als gevolg. Inmiddels stijgen de prijzen verder vanwege meerdere oorzaken (zie ook hoofdstuk 2), waarvan de oorlog als gevolg van de Russische inval in Oekraïne in februari 2022 het meest in het oog springt. In 2021 stegen de aardgasprijzen ook al doordat Rusland al minder aardgas leverde, en ook vanwege de lage vulgraad van de Europese aardgasopslagen door onder andere de strenge winter begin 2021. Andere oorzaken waren de wereldwijde stijging van de vraag naar aardgas, en de dollar die in 2021 steeds duurder werd. Met de stijgende gasprijzen zijn ook de kolenprijzen gestegen. De energieprijzen gingen ook omhoog door een stijging van de CO_2-prijzen in 2021; die stegen in reactie op het voorstel van de Europese Commissie in het *Fit for* 55-pakket om de uitgave van het aantal emissierechten in de komende jaren drastisch te beperken.

De hiervoor genoemde ontwikkelingen hebben geleid tot een stijging van de groothandelsprijzen waardoor ook de energierekening voor burgers en bedrijven flink is toegenomen. Om de huidige

dramatische prijsstijgingen aan te pakken heeft de Europese Commissie op 30 september 2022 een noodinterventie op de Europese energiemarkten vastgesteld. Vervolgens heeft de Commissie op 18 oktober 2022 een nieuwe noodverordening voorgesteld om de hoge gasprijzen in de Europese Unie aan te pakken en de bevoorradingszekerheid deze winter te waarborgen. Het Nederlandse kabinet heeft in reactie op de hoge energieprijzen en de hoge inflatie in oktober 2022 een prijsplafond vastgesteld op energie voor alle huishoudens en andere kleinverbruikers, dat ingaat op 1 januari 2023. Ook ontvangen alle kleinverbruikers voor november en december 2022 een vaste korting op de energierekening van 190 euro per maand. Kleinverbruikers zijn hier huishoudens, zzp'ers, winkels, verenigingen, kleine maatschappelijke organisaties en een deel van het kleine mkb.

De brandstofprijzen die we in de KEV 2022 hanteren voor de raming van de toekomstige jaren, zijn gebaseerd op een advies van de Europese Commissie (EC 2022a), zie paragraaf 2.1. In dat advies houdt de Commissie rekening met de hiervoor genoemde ontwikkelingen en daarmee liggen de verwachtingen voor de energie- en CO_2-prijzen, ook voor de wat verdere toekomst (2030), in deze KEV een stuk hoger dan in de vorige KEV (zie hoofdstuk 2). De verwachte groothandelsprijzen van aardgas liggen in 2030 in deze KEV 67 procent hoger dan in de KEV 2021, van kolen 26 procent, van olie 50 procent, en de CO_2-prijs ligt 77 procent hoger. De effecten van de hogere energie- en CO_2-prijzen op het energiesysteem (en op bijvoorbeeld de onrendabele top van CO_2-reductietechnieken) worden standaard meegenomen in de KEV. Een inschatting van de mogelijke onzekerheden in het energieprijsniveau in 2030 is onderdeel van de onzekerheidsbandbreedtes. In deze KEV zien we diverse effecten van de hogere energie- en CO_2-prijzen op dit moment en in de ramingen. Zo zorgen de hoge prijzen voor een forse daling van de uitstoot in de eerste helft van 2022 (hoofdstuk 3). Ook zijn er effecten van de hogere prijzen richting 2030 meegenomen in de KEV-ramingen (hoofdstuk 3 en 5).

Vanwege de druk op de energievoorzieningszekerheid door de geopolitieke spanningen voegen we in deze KEV informatie toe over de vulgraad van de Nederlandse en Europese gasopslagen. Ook gaan we in op de bijdrage – tot voor kort – van Rusland aan de Nederlandse import van fossiele brandstoffen.

Beperkingen in de energie-infrastructuur

Een andere ontwikkeling die veel aandacht vraagt zijn de beperkingen in de energie-infrastructuur waar Nederland tegenaan loopt. Anno 2022 halen knelpunten in de elektriciteitsinfrastructuur steeds vaker het nieuws. Door Netbeheer Nederland is onlangs (2022) geconstateerd dat er nog veel nieuw beleid nodig is om de noodzakelijke energie-infrastructuur te realiseren om de klimaatdoelen uit het Coalitieakkoord binnen bereik te brengen (NBNL 2022). In deze KEV nemen we een aantal bekende beperkingen in de elektriciteitsinfrastructuur mee in de ramingen voor het vastgestelde plus voorgenomen beleid. Voorbeelden daarvan zijn de door de netbeheerders voor 2030 als maximaal haalbaar beschouwde productie van 35 terawattuur aan hernieuwbare energie op land uit de Regionale Energiestrategieën, beperkingen ten aanzien van de aansluiting van de extra 10,7 gigawatt aan windenergie op zee in 2030 en 2031, en bepaalde beperkingen in de laadinfrastructuur voor elektrische trucks en laadpleinen.

Vanwege de toenemende relevantie van de infrastructuur voor de klimaattransitie is er in deze KEV een nieuwe paragraaf (4.3) opgenomen die hier nader op ingaat. Beperkingen in de infrastructuur komen ook in hoofdstuk 5 aan bod bij de toelichtingen op het geagendeerde beleid per sector.

Stikstofproblematiek en de klimaattransitie

Als belangrijk middel om te voldoen aan Europese natuurafspraken heeft het kabinet doelstellingen gesteld voor reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Dit is sinds juli 2021 vastgelegd in de Wet stikstofreductie en natuurverbetering. Veel aandacht gaat daarbij uit naar stikstofbeleid in de landbouwsector, voornamelijk in de veehouderij (paragraaf 5.4.5). Beleidsmaatregelen die onderdeel zijn van de Aanpak Stikstof, zoals de bronmaatregelen, hebben als primair doel het verminderen van de uitstoot en neerslag van stikstof, maar de stikstofaanpak is ook bedoeld om broeikasgasemissies te reduceren. Dit komt met name tot uiting in het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG), waarbij er is gekozen voor een integrale gebiedsgerichte aanpak gericht op het behalen van internationale verplichtingen voor natuur, klimaat en waterkwaliteit. Daarnaast is er aandacht voor doelen op het gebied van wonen, klimaatadaptatie en de energietransitie. Net als in de landbouw wordt er ook voor de andere sectoren gewerkt aan stikstof- en klimaatbeleid.

Voorlopig hebben grote delen van Nederland echter nog te maken met te hoge stikstofemissies en -deposities. Dat levert op dit moment een risico op voor de uitvoering van klimaatbeleid en kan tot serieuze vertragingen leiden. Bouwprojecten (in bijvoorbeeld de energiesector) waarbij stikstof wordt uitgestoten in de aanlegfase, en die vergunningplichtig zijn onder de natuurregelgeving, maken nu gebruik van de zogenoemde bouwvrijstelling voor stikstof (Energeia 2022; Wet stikstofreductie en natuurverbetering). Deze juridische oplossing wordt momenteel in een beroepszaak getoetst bij de Raad van State voor het Porthos-project en dat zorgt voor onzekerheid over de houdbaarheid van die vrijstelling. De uitspraak van de Raad van State is voorzien op 2 november 2022 en komt daarmee te laat om nog mee te kunnen nemen in deze KEV.

In deze KEV constateren we dat een aantal belangrijke beleidsplannen voor vermindering van stikstofdeposities (zoals in het Nationaal Programma Landelijk Gebied) vooralsnog niet concreet genoeg zijn uitgewerkt. Zolang die plannen niet concreet zijn uitgewerkt en niet uitgevoerd worden, blijft de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden te hoog. Daarmee blijven de uitvoeringsrisico's ook relatief hoog voor bouwprojecten die vergunningplichtig zijn onder de natuurregelgeving. Deze risico's zijn niet expliciet in de KEV meegenomen.

Bij het uitwerken van de integrale gebiedsgerichte aanpak moet ook rekening worden gehouden met het niet verlengen van de derogatie vanaf 2026, wat recent bekend is geworden. Dat houdt in dat de gebruiksnorm voor dierlijke meststoffen 170 kilogram stikstof per hectare zal worden op alle landbouwgronden, met in de periode tot 2026 een afbouwpad. Daarnaast worden ook de mestproductieplafonds verlaagd. Nederland had al langere tijd toestemming van de Europese Unie om af te wijken van deze gebruiksnorm. Ten tijde van het opstellen van de (beleids)uitgangspunten en de uitvoering van de berekeningen voor deze KEV was de verlenging van derogatie onzeker. In deze KEV is er daarom uitgegaan van de situatie dat de derogatie verlengd zou worden, maar is met een onzekerheidsanalyse ingeschat wat het effect van het vervallen van de derogatie zou zijn.

De economie, en ook klimaatbeleid, heeft te kampen met knelpunten op de arbeidsmarkt

De spanning op de arbeidsmarkt is anno 2022 flink toegenomen (CBS 2022c). De werkloosheidscijfers zijn historisch laag en in veel sectoren is er een groot tekort aan medewerkers. In de energiesector bijvoorbeeld, wordt in de komende vier jaar een tekort van 17.500 technici verwacht, waarvan 13.000 bij de netbeheerders (Netbeheer Nederland 2022). De krapte op de arbeidsmarkt raakt ook andere sectoren, zoals de woningbouw. In deze KEV is die krapte een van de factoren waardoor we veronderstellen dat de ambitie uit het Coalitieakkoord en de Nationale Woon- en

Bouwagenda, om een groei van 100.000 nieuwe woningen per jaar te realiseren, niet gerealiseerd kan worden (zie paragraaf 5.3).

Voor een goed beeld van de arbeidsmarktknelpunten en de invloed daarvan op de uitvoering van het klimaatbeleid, moet echter rekening worden gehouden met de vraag naar arbeidskrachten over de volle breedte van de economie. Het probleem is immers groter als overal extra technici nodig zijn. Uit een onderzoek van het PBL en het Researchcentrum voor Opleiding en Arbeidsmarkt (ROA) (Weterings et al. 2022) blijkt dat er vooral technici en ambachtslieden op mbo-niveau nodig zijn, maar dat het tekort aan hoogopgeleide technici het grootste knelpunt is. Voor die laatste groep is al jaren sprake van meer vraag dan aanbod en de verwachting is dat dit tekort ook groot blijft in de komende vijf jaar. Voor de klimaattransitie betekent een beperkte arbeidscapaciteit dat de komende jaren de uitvoering van beleid wordt vertraagd of dat de kosten van de klimaattransitie stijgen. Hogere lonen bijvoorbeeld, zullen met name in de gebouwde omgeving de prijs van aanpassingen verhogen door het arbeidsintensieve karakter van de transitie daar.

Andere risicovolle ontwikkelingen ten aanzien van de klimaattransitie

Daarnaast is er nog een aantal andere ontwikkelingen die het klimaat- en energiebeleid kunnen vertragen. We noemen daarbij de ruimte die nodig, maar wellicht niet beschikbaar is voor de energietransitie, en de potentiële schaarste aan essentiële grondstoffen (zoals zeldzame aardmetalen) voor de energietransitie (zie bijvoorbeeld Wieclawska 2021). In de KEV-ramingen voor hernieuwbare energie is de beschikbare of toegekende ruimte een van de factoren die een rol speelt bij de verwachte implementatie van een bepaalde techniek (zoals windenergie op land en zee). In deze KEV was het niet mogelijk om rekening te houden met de potentiële impact van schaarse grondstoffen. Dit omdat er nog te weinig zicht is op het type schaarste, de omvang ervan en de uiteindelijke impact daarvan op productieketens binnen en buiten Nederland.

Publicatie van enkele voorlopige hoofdcijfers uit de KEV op Prinsjesdag

Op verzoek van minister Jetten heeft het PBL op Prinsjesdag 2022 al enkele voorlopige emissieramingen voor 2030 gepubliceerd (PBL 2022c). Deze voorlopige KEV-cijfers waren ook opgenomen in de concept-Klimaatnota 2022 die de minister gelijktijdig met de Miljoenennota 2023 heeft aangeboden aan de Tweede Kamer. Het doel hiervan was om deze informatie beschikbaar te hebben bij de algemene beschouwingen na Prinsjesdag.

De voorlopige emissieramingen omvatten de geraamde nationale en sectorale broeikasgasemissies in 2030, waarbij alleen is uitgegaan van het concrete vastgestelde en voorgenomen klimaatbeleid. Daarbij is een beknopte toelichting gegeven op het beleid dat is meegenomen en de context waarin deze voorlopige ramingen zijn gepubliceerd. De informatie over de voortgang en de denkbare effecten van het geagendeerde klimaat- en stikstofbeleid was met Prinsjesdag nog niet beschikbaar; die geven we in deze KEV. De ramingen in deze KEV wijken niet af van de voorlopige emissieramingen op Prinsjesdag.

CO_2 uit biomassa voor energiedoeleinden

Over de rol en de bijdrage van duurzame biomassa aan de Nederlandse klimaatdoelen verschillen de meningen in Nederland en daarbuiten (zie argumentenkaart in Strengers & Elzenga 2020). In het Coalitieakkoord 2021 geeft het kabinet aan het gebruik van houtige biomassa voor energiedoeleinden te willen afbouwen. Onlangs heeft het kabinet in dat kader besloten onmiddellijk te stoppen met het afgeven van nieuwe subsidies voor lagetemperatuurwarmte uit houtige biogrondstoffen (EZK 2022c). Biomassa blijft echter nog wel nodig bij de gewenste groei in de productie van

geavanceerde biobrandstoffen (zoals kerosine), groen gas en hogetemperatuurtoepassingen in de industrie. Wat betreft de duurzaamheid van biomassa zet het kabinet daarbij in op verdere aanscherping van het certificeringsproces van biomassa door duurzaamheidscriteria te implementeren en het toezicht daarop aan te scherpen (EZK 2022c).

Om het debat over de energietoepassingen van biomassa van actuele gegevens te voorzien gaan we in deze KEV voor het eerst in op de gerealiseerde en geraamde CO_2-emissie in Nederland die is gerelateerd aan de toepassing van biomassa voor energiedoeleinden. Een belangrijke notie daarbij is dat alhoewel Nederland deze CO_2-emissies ('aan de schoorsteen') niet hoeft mee te tellen bij de nationale emissies, diezelfde CO_2 wel moet worden meegeteld bij de nationale emissies van het land waar de biomassa is geoogst ('land van oorsprong'). Zo wordt dubbeltelling voorkomen. Voor meer toelichting en cijfers verwijzen we naar hoofdstuk 3.

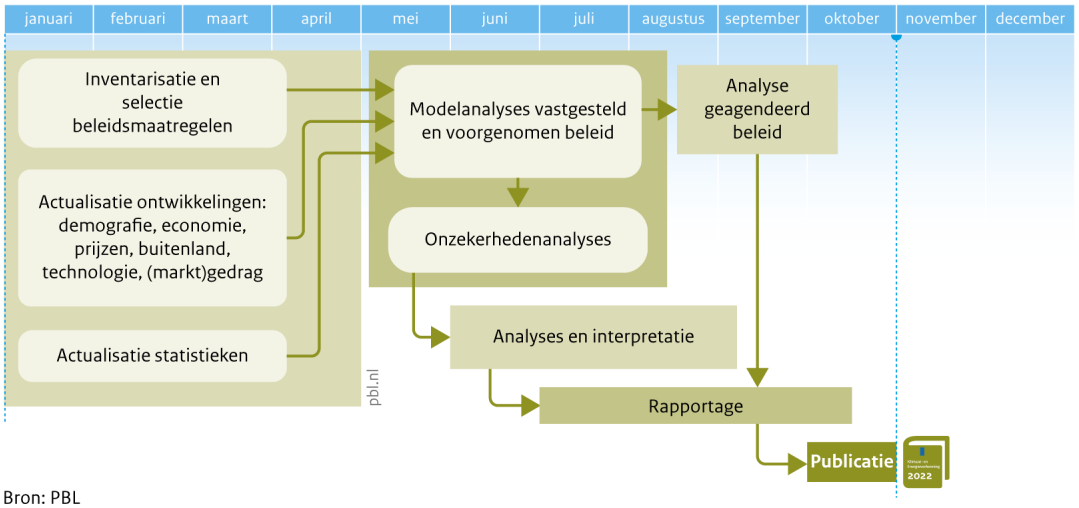
Emissie uit het landgebruik nu integraal onderdeel van de nieuwe (streef)doelen en de KEV
In de recente Nederlandse klimaatambities zijn de emissies uit het landgebruik integraal onderdeel gemaakt van de (streef)doelen voor 2030 en 2050, waar dat daarvoor nog niet het geval was. Vandaar dat we voor de KEV vanaf nu standaard de nationale totale emissies berekenen inclusief de landgebruiksemissies. Op enkele plekken zijn, vanwege de vergelijkbaarheid met de vorige KEV, ook totalen berekend zonder de landgebruiksemissies.

1.3 Algemene aanpak en beleidsvarianten

Algemene aanpak en planning
De KEV wordt binnen een looptijd van circa tien maanden opgesteld (figuur 1.1). In de eerste vier maanden vinden de voorbereidingen plaats: het actualiseren van statistieken en van relevante projecties voor exogene factoren, het inventariseren van beleidswijzigingen en het indelen van beleid naar beleidsvariant: 'vastgesteld', 'voorgenomen' of 'geagendeerd' beleid (voor een toelichting zie verderop). Het vastgestelde en voorgenomen beleid dat voldoende concreet is uitgewerkt, en alle andere nieuwe gegevens, worden daarna in de KEV-modellen ingevoerd. Daarna vinden de berekeningen plaats, worden de ramingen opgesteld en de onzekerheidsanalyses uitgevoerd. In aansluiting op de berekeningen analyseren en interpreteren de KEV-experts trends in de ramingen en beleidseffecten en maken ze vergelijkingen met doelstellingen. Voor de zomer wordt begonnen met het opstellen van de rapportage. De analyses van het geagendeerde beleid vinden plaats in augustus en september. De rapportage wordt vervolgens afgerond in oktober. De datum voor publicatie (de vierde donderdag van oktober, tenzij die dag in een reces valt) is vastgelegd in de Klimaatwet. Het onderhoud aan en de ontwikkeling van de KEV-modellen vindt deels binnen en deels buiten deze tien maanden plaats.

Figuur 1.1

Aanpak en planning KEV



Bron: PBL

Actualisatie beleid en beleidsvarianten

Het energie- en klimaatbeleid beïnvloedt de ontwikkeling van de broeikasgasemissies. Het Nederlandse kabinet en de Europese Commissie stellen dit beleid regelmatig bij om de ontwikkelingen in de gewenste richting te sturen. Daarom actualiseren we voor de KEV elk jaar de beleidsinzichten; dat doen we in de periode februari tot en met april. De KEV-sectorexperts voeren hiertoe zogeheten domeingesprekken met vertegenwoordigers van de ministeries en andere relevante betrokkenen. Naast het compleet maken van het overzicht van nieuw beleid en beleidswijzigingen is het doel van die gesprekken om de uitwerking, financiering, timing en draagvlak van beleidsmaatregelen helder te krijgen. Daarbij wordt er ook gekeken naar wie de maatregel gaat uitvoeren, monitoren, waarborgen en handhaven. Verder wordt er gelet op overlap met andere maatregelen.
Is de uitwerking van een beleidsmaatregel helemaal compleet, dan is deze in principe door ons door te rekenen. Op de peildatum van 1 mei wordt het beleid ingedeeld bij de beleidsvarianten 'vastgesteld beleid', 'voorgenomen beleid' of 'geagendeerd beleid'. Voor het zomerreces (8 juli 2022) inventariseert het KEV-consortium of er beleidswijzigingen zijn sinds 1 mei die nog moeten worden meegenomen onder het geagendeerde beleid. We omschrijven de beleidsvarianten als volgt:

- 'vastgesteld beleid' omvat de beleidsmaatregelen die de Rijksoverheid of de Europese Unie uiterlijk op 1 mei 2022 heeft gepubliceerd of de afspraken van marktpartijen, maatschappelijke organisaties en andere overheden die op of voor die datum concreet zijn uitgewerkt en bindend zijn vastgelegd;
- 'voorgenomen beleid' betreft beleidsvoornemens van de Rijksoverheid, de Europese Unie, marktpartijen, maatschappelijke organisaties en andere overheden die voor of op 1 mei 2022 openbaar waren, officieel waren medegedeeld en die concreet genoeg waren uitgewerkt. De voornemens moeten alleen nog bindend worden vastgelegd;
- 'geagendeerd beleid' omvat beleidsplannen, -intenties of -contouren die voor het zomerreces op 8 juli 2022 openbaar waren, officieel waren medegedeeld, maar die op 1 mei nog onvoldoende concreet waren uitgewerkt om mee te nemen in de doorrekening in de KEV.

Meer gedetailleerde informatie over de beleidsactualisatie tot 1 mei 2022 is ook te vinden in de KEV-nevenpublicatie *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten* (PBL 2022a). In tabel 1.1 staat een overzicht van de belangrijkste beleidswijzigingen en nieuwe maatregelen sinds 1 mei 2021. In

hoofdstuk 2 lichten we de belangrijkste veranderingen in het Europese beleid toe; in de andere hoofdstukken bespreken we vooral het nationale beleid en de wijzigingen daarin, en waar relevant bespreken we ook de implicaties van beleidswijzigingen van de Europese Unie.

Het doorrekenen van het vastgestelde en voorgenomen beleid

Om de effecten van nieuw of gewijzigd beleid op de uitstoot van broeikasgassen in beeld te kunnen brengen, wordt er allereerst een actueel en zo plausibel mogelijk 'referentiepad' opgesteld. Het referentiepad omvat in feite alle relevante ontwikkelingen in activiteiten binnen en buiten Nederland die van invloed zijn op de Nederlandse energiehuishouding en de nationale broeikasgasemissies. Het gaat daarbij om ontwikkelingen in het verleden en richting 2040. Voor dat referentiepad worden eerst alle relevante energie- en emissiestatistieken geactualiseerd, die het startpunt vormen van het referentiepad. Deze statistieken komen van het CBS en het RIVM. RVO levert daarnaast een raming van de ontwikkeling van hernieuwbare energie voor de jaren tot en met 2024 op basis van informatie uit diverse subsidieregelingen waaronder de SDE++-regeling.

Vervolgens worden voor het referentiepad de verwachte ontwikkelingen voor de relevante exogene factoren geactualiseerd, meestal op basis van de meest recente literatuur, soms met eigen aanvullende analyses. De exogene factoren omvatten onder andere de verwachte ontwikkelingen in de economie (CPB 2022a, b), demografie (CBS 2021a, b), brandstof- en CO_2-prijzen (zie hoofdstuk 2) en technologie. Daarbij worden ook de inzichten geactualiseerd in de verwachte ontwikkelingen in de energiesystemen van omringende landen. Deze zijn van belang voor de ontwikkelingen in het Nederlandse energiesysteem vanwege allerlei verbindingen, zoals de elektriciteitsnetwerken. Deze actualisaties van externe factoren worden met name in de periode januari tot en met april uitgevoerd.

Met de nieuwe inzichten in de statistieken, de exogene factoren en het beleid wordt vervolgens de raming opgesteld, dat wil zeggen een kwantitatief beeld van de verwachte ontwikkelingen van de relevante activiteiten in Nederland. Dit gebeurt met behulp van computermodellen die waar nodig aan elkaar zijn gekoppeld. Daardoor kan uiteindelijk een zo integraal en consistent mogelijk beeld worden verkregen van de effecten van de beleidswijzigingen op de verwachte uitstoot van broeikasgassen.

Het kwantitatieve beeld wordt in stappen opgebouwd. Het begint met de verwachte ontwikkelingen in activiteiten zoals die van de productie in de industrie, de woning- en gebouwenvoorraad, het aantal gereden kilometers, het aantal stuks vee en de verwachte ontwikkeling van het areaal aan glastuinbouw. Met deze fysieke ontwikkelingen kunnen we ook de bijbehorende energievraag, zoals de elektriciteitsvraag, gasvraag of brandstoffenvraag, berekenen. Daarna wordt bepaald hoe in die energievraag kan worden voorzien. Zo kan bijvoorbeeld de warmtevoorziening van huishoudens worden gerealiseerd met met HR-combigasketels, warmtenetten en warmtepompen. Hoe de inzet van dit soort technieken in de loop der tijd wijzigt hangt onder andere af van beleid, kosteneffectiviteit en technologische ontwikkeling.

Aan de elektriciteitsvraag kan worden voldaan met binnenlandse of buitenlandse fossiele, nucleaire dan wel hernieuwbare opwekking. Zoals in de KEV 2021 aangegeven bepalen we, specifiek voor de elektriciteitssector, een bereik (range) aan mogelijke toekomstpaden voor de elektriciteitsvoorziening. Dit omdat de activiteiten in de Nederlandse elektriciteitssector – veel sterker dan in de andere sectoren – afhankelijk zijn van ontwikkelingen buiten Nederland, zoals de brandstof- en

CO_2-prijzen en de vraag naar en aanbod van elektriciteit in de andere Europese landen. Dit bereik omvat dus alleen de onzekerheid in de buitenlandse ontwikkelingen.

Nadat de ontwikkelingen in toekomstige activiteiten en de energievoorziening zijn geraamd, kan de broeikasgasuitstoot van die activiteiten worden berekend en opgeteld. Naast energiegerelateerde emissies zijn er ook procesgerelateerde emissies zoals die uit de industrie, de veehouderij en akkerbouw en het landgebruik. In het landgebruik is sprake van processen die leiden tot broeikasgasuitstoot (zoals bij veenweides), maar ook van processen die leiden tot opname van CO_2 (zoals bij bossen).

De belangrijkste modelberekeningen vinden plaats van mei tot en met augustus. Op de KEV-website van het PBL staat meer informatie over de gebruikte modellen (PBL 2022b).

Analyses van het geagendeerde beleid

Op 1 mei stellen we vast welk beleid nog onvoldoende concreet is uitgewerkt en bij het geagendeerde beleid wordt ingedeeld. De informatie over het geagendeerde beleid was tegelijk verzameld met de beleidsactualisaties voor het vastgestelde en voorgenomen beleid tijdens de zogeheten domeingesprekken tot 1 mei (zie de eerdere paragraaf over actualisatie beleid en beleidsvarianten). Voor het geagendeerde beleid was er tot het zomerreces (8 juli 2022) nog wel tijd voor ministeries of andere partijen[6] om aanvullende informatie aan te leveren aan het KEV-team.

Van het geagendeerde beleid wordt vervolgens eerst bekeken in welke mate het is uitgewerkt. Zo zijn er plannen of intenties die zodanig beperkt zijn uitgewerkt, of waarbij de politieke standpunten erg ver uiteen liggen, dat het niet verantwoord is om op basis daarvan emissiereducties in te schatten voor 2030. Van andere plannen volstaat de mate uitwerking of politiek draagvlak wel om er inschatting voor te gaan maken. De analyse en inschattingen voor het geagendeerde beleid worden in augustus en september uitgevoerd. We hebben ons vanwege capaciteitsbeperkingen meestal beperkt tot de meer substantiële plannen voor een sector. Daarbij is een drempel gehanteerd voor het denkbare reductie-effect van 0,5 megaton CO_2-equivalenten. De effectinschattingen zijn alleen bepaald voor de effecten op de broeikasgasemissies. Omdat geagendeerd beleid per definitie nog onvoldoende is uitgewerkt, moeten de KEV-onderzoekers zelf nog extra aannames doen over mogelijke beleidsmatige uitwerkingen of verwachte gedragsreacties, voordat een inschatting van denkbare effecten mogelijk is. De denkbare effecten van het geagendeerde beleid zijn vervolgens bepaald met behulp van partiële modelberekeningen of expertinschattingen. Met behulp van een statistische techniek (Monte Carlo-analyse) wordt er vervolgens per sector een samengesteld effect bepaald van alle geagendeerde maatregelen voor die sector. Met dezelfde techniek wordt ook een samengesteld effect bepaald van het vastgestelde, voorgenomen en geagendeerde beleid. De denkbare effecten van het geagendeerde beleid worden in deze KEV gegeven met één bandbreedte per sector en één bandbreedte voor het nationaal totaal. Zie ook de toelichting hierna op de onzekerheden en bandbreedtes voor 2030.

Aanvullende analyses en interpretatie

Tijdens en na de berekeningen worden allerlei aanvullende analyses uitgevoerd. De modeluitkomsten worden dan geanalyseerd, geïnterpreteerd, en geraamde trends worden geduid. Ook worden

[6] Dit kan gaan om bijvoorbeeld provincies, brancheorganisaties of grote bedrijven.

de diverse indicatoren dan bepaald. De bijdragen van de verschillende sectoren worden opgeteld voor energie en emissies en geraamde ontwikkelingen worden vergeleken met gestelde doelen.

Onzekerheden en bandbreedtes voor 2030

Bij het opstellen van de KEV-energie- en emissieramingen spelen veel verschillende onzekerheden een rol waarmee rekening wordt gehouden. Het gaat om onzekerheden in statistieken en in verwachte ontwikkelingen in bijvoorbeeld de economie, de demografie, de brandstof- en CO_2-prijzen, technologie, menselijk gedrag en het weer en klimaat. Ook worden in de KEV onzekerheden bepaald voor de verwachte effectiviteit van beleidsinstrumenten. Zo kan de vormgeving van instrumenten ruimte overlaten voor interpretatie of is de respons van actoren op een beleidsprikkel nog onzeker. Een andere onzekere factor betreft de verwachte activiteiten van de Nederlandse elektriciteitssector. Deze hangen sterk af van de ontwikkelingen in de vraag en het aanbod van elektriciteit in het buitenland waarmee de Nederlandse elektriciteitssector nauw is verbonden. In de KEV worden ook veel rekenmodellen gebruikt die ook hun onzekerheden kennen omdat modellen per definitie de werkelijkheid vereenvoudigen.

In de KEV worden de belangrijkste onzekerheden daarom verwerkt in bandbreedtes. Om tot die bandbreedtes te komen worden eerst voor elke sector de belangrijkste onzekerheden geïnventariseerd. Met behulp van een statistische techniek (de Monte Carlo-analyse) wordt er vervolgens een samengesteld effect bepaald per sector en voor het nationaal totaal van relevante onzekerheden. Daarbij wordt rekening gehouden met interacties tussen onzekerheden. Van der Welle et al. (2017) geven een gedetailleerde toelichting op de rekenmethode van de onzekerheidsanalyse.

Voor de sectoren industrie, gebouwde omgeving, mobiliteit, landbouw en het landgebruik presenteren we in de KEV de sectorramingen voor 2030 met een puntwaarde en een bandbreedte. De puntwaarde is een met behulp van modellen en expertkennis bepaalde waarde waarbij onder meer rekening is gehouden met de gemiddelde verwachte ontwikkelingen voor factoren als economische groei en brandstofprijzen. De bandbreedte schetst de mogelijke afwijking van de puntwaarde. Voor de sector elektriciteit is het zoals we al zeiden echter niet verantwoord om één puntwaarde te schetsen voor de verwachte ontwikkeling. De genoemde afhankelijkheid van het buitenland is voor deze sector te groot. In de KEV hebben we deze specifieke 'buitenlandonzekerheid' voor de elektriciteitssector verwerkt in een zogenoemd bereik, daar waar andere sectoren een puntwaarde hebben. Naast dit bereik kent de raming voor de elektriciteitssector ook nog een bandbreedte, hierin zitten alle binnenlandse en buitenlandse onzekerheden verwerkt. De geraamde totale nationale emissie en de nationale emissiereductie in 2030 ten opzichte van 1990 worden sinds de KEV 2021 alleen gegeven met een bandbreedte. Voor meer toelichting hierop, zie hoofdstuk 1 uit de KEV 2021.

Rapportage en publicatie

In de periode van juni tot en met oktober wordt het KEV-rapport geschreven en gereviewd. De review wordt uitgevoerd door verschillende ministeries en door het KEV-consortium. Soms worden derden met een specifieke expertise gevraagd om bij te dragen aan de review. In september en oktober vindt de redactie en opmaak plaats en wordt de publicatie van de KEV voorbereid. De KEV wordt op de vierde donderdag van oktober gepubliceerd, tenzij deze dag in een reces valt. In dat geval wordt de KEV in de week na het reces gepubliceerd. De KEV vormt na afronding een kennisbasis waartegen de effecten van nieuw beleid kunnen worden afgezet.

1.4 Algemene uitgangspunten en definities

Interpretatie 'doelbereik'

Voor de Nederlandse energiehuishouding en de emissies zijn in nationaal en Europees verband bepaalde doelen afgesproken. In de KEV maken we inzichtelijk of deze doelen naar verwachting worden bereikt en we betrekken daarbij voor zover beschikbaar de informatie over de onzekerheidsbandbreedtes. Naarmate een doel binnen de onzekerheidsbandbreedte meer aan de 'ongunstige kant' ligt, is het minder waarschijnlijk dat het doel wordt gehaald, als het doel aan de 'ongunstige kant' buiten de bandbreedte ligt is het onwaarschijnlijk dat het doel wordt gehaald. Andersom, naarmate een doel binnen de onzekerheidsbandbreedte meer aan de 'gunstige kant' van de onzekerheidsbandbreedte ligt, is het waarschijnlijker dat het doel wordt gehaald, als het doel aan de 'gunstige kant' buiten de bandbreedte ligt is het waarschijnlijk dat het doel wordt gehaald. De verwachtingen in de KEV over het doelbereik kunnen dienen als basis voor het politiek-maatschappelijke debat over het klimaatbeleid en voor beleidskeuzes daarin.

Zoveel mogelijk aansluiting bij nationale en internationale definities

In de KEV sluiten we zoveel mogelijk aan bij de in het nationale of Europese energie- en klimaatbeleid gangbare definities van energieverbruik, energiebesparing en broeikasgasemissies. Voor het vaststellen van de definities van broeikasgassen (de 'opwarmpotentiëlen') zijn we, zoals in de KEV 2021 al toegelicht, uitgegaan van de richtlijnen van het IPCC uit 2014 (het vijfde *assessment report,* AR5). De definitie van de sectoren in de KEV volgt de indeling van de zogenoemde klimaattafels van het Klimaatakkoord: elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw en landgebruik, en mobiliteit (EZK 2019). De methode waarmee we het aandeel hernieuwbare energie in het bruto eindverbruik berekenen volgt de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie (EC 2018; RVO & CBS 2022).

Methodiek correctie voor weersinvloeden

Koudere of warmere seizoenen hebben een forse invloed op het energieverbruik van huishoudens, diensten en de glastuinbouw. Dit is terug te zien in de grafieken over de gerealiseerde emissies en het energieverbruik van huishoudens en diensten; deze grafieken worden zowel met als zonder correctie voor temperatuur getoond (Volkers et al. 2022), zie ook hoofdstuk 5. Door het presenteren van trends zonder weersinvloeden zijn ontwikkelingen door andere oorzaken beter waar te nemen.

De gerealiseerde broeikasgasemissies van de afgelopen jaren moeten internationaal en nationaal echter zonder temperatuurcorrectie worden gerapporteerd. Bij de bepaling van het gerealiseerde aandeel hernieuwbare energie in de afgelopen jaren geldt het niet-voor-temperatuur-gecorrigeerde finaal eindverbruik.

Gehanteerd klimaatscenario

De energie- en emissieramingen in de KEV gaan uit van een verwachte gemiddelde temperatuur in een betreffend zichtjaar, rekening houdend met de trend van stijgende temperaturen (KNMI 2015). De mogelijke jaar-op-jaar-afwijkingen in de temperatuur (in het weer) worden in de bandbreedtes meegenomen.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 beschrijven we de exogene en omgevingsfactoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van de Nederlandse energiehuishouding, zoals de ontwikkeling van de energie- en CO_2-prijzen. We gaan ook in op de ontwikkelingen in het Europese klimaat- en energiebeleid en ontwikkelingen in de omringende landen ten aanzien van de elektriciteitsvoorziening. Hoofdstuk 3 laat zien hoe de broeikasgasemissies van Nederland zich volgens de ramingen tot 2030 ontwikkelen en gaat op hoofdlijnen in op de ontwikkeling binnen de verschillende sectoren. In dat hoofdstuk bespreken we ook het geagendeerde beleid en het indicatieve beeld voor de verwachte emissies in 2030-2040. In hoofdstuk 4 behandelen we de ontwikkeling van de energievraag en de energievoorziening op nationaal niveau. Daarbij besteden we aandacht aan energiebesparing en hernieuwbare energie. Ook beschrijven we in dit hoofdstuk de ontwikkelingen in de energievoorziening van elektriciteit, warmte, aardgas, motorbrandstoffen en bunkerbrandstoffen, evenals ontwikkelingen in de infrastructuur. Hoofdstuk 5, ten slotte, gaat in meer detail over de energie- en emissieontwikkelingen binnen de sectoren elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw en landgebruik en mobiliteit.

De cijfermatige resultaten zijn te raadplegen in de tabellenbijlage achterin deze KEV. Een uitgebreide online tabellenbijlage is te vinden op de KEV-pagina op de PBL-website.



Hoofdstuk 2

2 Internationale ontwikkelingen

Belangrijkste bevindingen

- De oorlog in Oekraïne zorgt momenteel voor grote onrust en schaarste op de energiemarkten met ongekend hoge prijzen. Op de korte termijn zijn de onzekerheden groot, maar ook op de lange termijn leidt dit tot extra onzekerheid in de ramingen.
- Terwijl het *Fit for* 55-pakket de laatste ronde van de onderhandelingen ingaat noopt de huidige energiecrisis de Europese Commissie tot het verder aanscherpen van doelstellingen en maatregelen. Hoewel de *REPowerEU*-voorstellen nog niet zijn vastgesteld, is het duidelijk dat er een schep boven op de toch al stevige ambities van *Fit for* 55 gaat. Ook van Nederland zal dit extra inspanningen vragen.

In dit hoofdstuk gaan we in op de relevante internationale ontwikkelingen op de energiemarkten en in het beleid. Daarbij besteden we in paragraaf 2.1 aandacht aan de brandstof- en CO_2-prijzen en de West-Europese elektriciteitsmarkt. In paragraaf 2.2 behandelen we het Europese klimaatbeleid, waaronder *Fit for* 55, *REPowerEU* en andere plannen en maatregelen in reactie op de energiecrisis, en overige ontwikkelingen in Europees klimaatbeleid.

2.1 Ontwikkeling energiemarkten en emissiehandel

Inleiding

Ontwikkelingen op de markten voor brandstoffen en CO_2-emissierechten spelen een grote rol bij het functioneren van het energiesysteem. De toekomstige ontwikkeling van de prijzen op deze markten is inherent onzeker en gevoelig voor onverwachte gebeurtenissen, zoals ook wordt geïllustreerd door de impact op de brandstofprijzen van de Russische inval in Oekraïne in februari 2022. De onzekerheid zal ook op de langere termijn groter zijn door de oorlog in Oekraïne. De prijzen van energie zijn eveneens afhankelijk van de economische groei. Hoe het bruto binnenlands product (bbp) zich zal ontwikkelen is door de oorlog in Oekraïne ook onzekerder geworden. De economische groei in deze KEV is overgenomen uit het Centraal Economisch Plan (CEP) van het CPB van maart 2022 voor de periode tot en met 2030 (CPB 2022). Ten tijde van het opstellen van de raming van het CPB was de onzekerheid rond de oorlog in Oekraïne en het effect op de economische groei nog dermate groot dat dit geen onderdeel uitmaakte van het reguliere scenario in het CEP. In de bandbreedte wordt voor sommige sectoren wel rekening gehouden met een lagere vraag in 2030 vanwege de huidige hoge prijzen. Voor de periode 2031 tot 2040 is de economische groei gebaseerd op het rapport *Actualisatie invoer mobiliteitsmodellen 2020* (PBL 2020).

Een manier om met deze onzekerheden om te gaan is door gebruik te maken van verschillende prijsscenario's. Naast het centrale scenario waarmee de KEV integraal wordt doorgerekend, zijn er dit jaar daarom twee alternatieve prijsscenario's voor olie, kolen, gas en CO_2 gebruikt: een prijspad met hogere en een met lagere prijzen. Met deze alternatieve prijsscenario's zijn ook elektriciteitsprijzen berekend voor alle zichtjaren van de KEV, en de verschillende prijzen voor 2030 zijn gebruikt in de onzekerheidsanalyses van alle sectoren.

In tegenstelling tot de KEV in eerdere jaren hanteren we in de KEV 2022 geen bandbreedte, maar alternatieve scenario's voor de prijzen. Bij een bandbreedte is het uitgangspunt dat alle mogelijke toekomstige prijsontwikkelingen met een zekere waarschijnlijkheid binnen de bandbreedte vallen. Een nadeel hiervan is dat de uitersten van de bandbreedtes eerder de hoeken van het speelveld laten zien dan mogelijke alternatieve realistische uitkomsten. De alternatieve prijsscenario's voor de KEV 2022 daarentegen zijn niet noodzakelijk minder waarschijnlijk dan het integraal doorgerekende centrale prijsscenario. De resultaten voor de alternatieve prijsontwikkeling van bijvoorbeeld de elektriciteitsprijs in het hoge en lage prijsscenario zijn daarmee eveneens waardevol voor andere analyses en studies. Bovendien onderstreept het gebruik van alternatieve prijsscenario's de onzekerheid waarmee de uitkomsten van de analyses in de KEV per definitie zijn omgeven. Voor de resultaten van de onzekerheidsanalyse heeft de keuze voor scenario's in plaats van voor bandbreedtes bij de prijzen niet of nauwelijks consequenties, terwijl het voordeel is dat prijsscenario's relevanter zijn.

Hogere prijzen door herstel van de vraag na de pandemie

De vraag naar fossiele brandstoffen is met de afname van de COVID-19-maatregelen in de loop van 2021 weer sterk gestegen ten opzichte van eerdere jaren. Hierdoor was het wereldwijde verbruik van kolen in 2021 1 procent en het gasverbruik 3 procent hoger dan het verbruik in 2019 (IEA 2022a). De forse toename van de vraag ten opzichte van 2020 heeft tot een sterke stijging van de prijzen geleid. De prijs van aardgas was gemiddeld 31 eurocent per m^3 tegen 13 cent in 2020. In het laatste kwartaal kwam de aardgasprijs gemiddeld op 56 cent per m^3 uit (CBS 20222a). De steenkoolprijs lag

gemiddeld op 94 euro per ton, ten opzichte van een prijs in 2020 van 58 euro. In december 2021 was de prijs verder gestegen naar 133 euro per ton (CBS 2022a).

Het olieverbruik heeft nog niet hetzelfde niveau bereikt en valt 3 procent lager uit dan in 2019 (IEA 2022b). De prijs van olie is wel gestegen vanwege een afname van het aanbod en kwam uit op bijna 71 dollar per vat gemiddeld in 2021; in 2020 was dat nog ruim 43 dollar per vat (CBS 2022a).

Ongekende stijging energieprijzen door inval in Oekraïne

De Russische inval in Oekraïne heeft tot een ongekende verdere stijging van de energieprijzen geleid, waardoor de brandstofprijzen naar historisch hoge niveaus zijn gestegen. De levering van Russisch gas aan de landen in Europa is onzeker geworden en deels gestopt voor afnemers die niet bereid zijn om, al dan niet via een omweg, te voldoen aan de Russische eis om in roebels te betalen. De Europese Unie en andere landen hebben de invoer van steenkool en aardolie uit Rusland beperkt of volledig gestopt. De vraag naar olie, gas en steenkool moet nu worden ingevuld uit andere en deels duurdere bronnen, zoals LNG, met als gevolg een sterke toename van de prijzen.

Methodiek ramingen brandstofprijzen

De brandstofprijzen in de raming voor toekomstige jaren in de KEV 2022 zijn gebaseerd op een advies van de Europese Commissie aan de lidstaten ten behoeve van hun rapportage in 2023 over de emissies van broeikasgassen (EC 2022a). De prijzen voor de eerstkomende jaren in dit advies zijn gebaseerd op de prijzen op de termijnmarkten; in de KEV werd de afgelopen jaren eenzelfde aanpak gevolgd voor de prijzen op de kortere termijn.

Voorheen baseerden we ons voor de prijzen op de langere termijn, 2030 en verder, op de meest recente World Energy Outlook (WEO) van het International Energy Agency (IEA). Daar wijken we dit jaar met de keuze voor de prijspaden van de Europese Commissie vanaf. De reden hiervoor is dat de laatste WEO in november 2021 is gepubliceerd, waardoor de inval in Oekraïne en de gevolgen daarvan voor beleid en prijzen nog geen onderdeel waren van de WEO-analyses. Bovendien worden de prijzen voor de WEO enkele maanden voor publicatie vastgesteld, waardoor de sterke stijging van de prijzen in de tweede helft van 2021 ook slechts beperkt is meegenomen in de prijzen in de WEO. Het advies van de Europese Commissie is beschikbaar gesteld aan de lidstaten in april 2022.

De prijzen voor de eerstkomende jaren waarmee we in de KEV 2022 hebben gerekend zijn aanzienlijk hoger dan in de KEV 2021, omdat de prijzen waarmee gerekend was in de KEV 2021 zijn vastgesteld in april 2021, vóór de sterke stijging in de tweede helft van 2021. Voor de langere termijn, 2030, vallen de veronderstelde prijzen uit het advies van de Europese Commissie eveneens hoger uit dan de prijzen in de KEV 2021. De aardolieprijs in dollars is in 2030 40 procent hoger dan in de KEV 2021, de prijs voor aardgas 60 procent en de kolenprijs 23 procent.

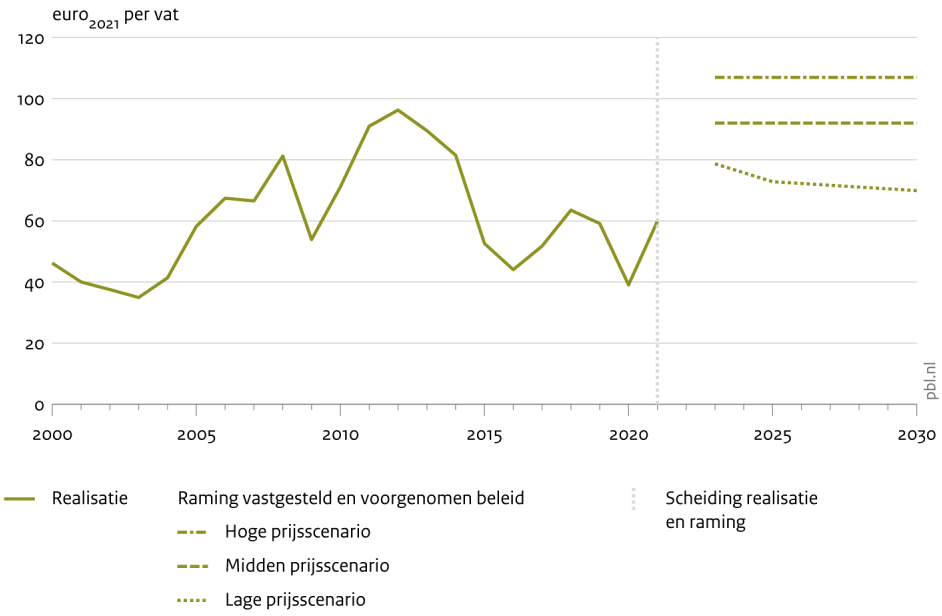
Het hoge en het lage prijsscenario zijn ook afgeleid van het advies van de Europese Commissie, waarin twee aanvullende prijspaden worden gegeven voor de prijs van aardgas. Het PBL heeft aardolie- en steenkoolprijzen vastgesteld die in lijn zijn met deze aardgasprijzen. Daarnaast zijn in het lagere prijsscenario vanaf 2030 prijzen overgenomen uit het *Stated Policies*-scenario van de WEO, waarvan de gasprijs overeenkomt met de lage gasprijs uit het advies van de Europese Commissie.

Ontwikkelingen in de brandstofprijzen

Na een lage prijs van ongeveer 40 dollar per vat gedurende de eerste lockdowns vanwege de COVID-19 pandemie, is de prijs van aardolie gestaag gestegen naar bijna 84 dollar per vat in oktober 2021[7] (CBS 2022a). In juni 2022 bereikte de prijs van een vat Brent aardolie een piek van bijna 124 dollar per vat (ICE 2022a).

Figuur 2.1

Jaargemiddelde aardolieprijs



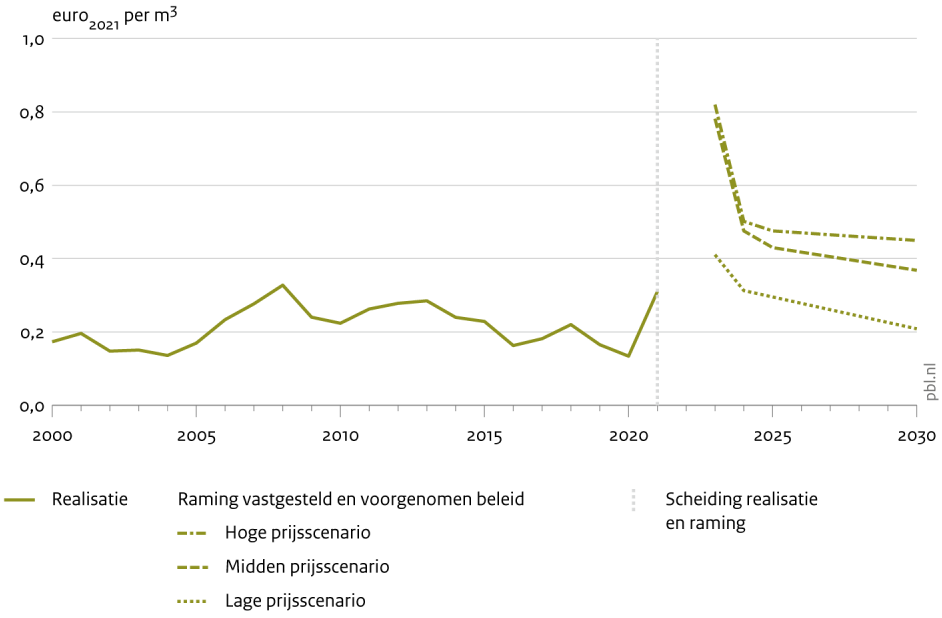
Bron: CBS (realisatie); EC 2022 (raming)

De aardgasprijzen zijn in 2021 sterk gestegen, in het laatste kwartaal van 2021 lag de aardgasprijs in Nederland gemiddeld op 56 eurocent per m^3 (CBS 2022a). Er zijn verschillende oorzaken aan te wijzen voor de sterke prijsstijgingen. Door de strenge winter begin 2021 was het niveau in de aardgasopslagen in Europa laag. Door de hoge vraag in Azië en Zuid-Amerika was er relatief weinig aanvoer van LNG naar Europa. De vraag naar aardgas was wereldwijd gestegen na de afname van de COVID-19-maatregelen. Het aanbod in Europa bleef achter omdat de levering vanuit Rusland lager was dan verwacht. Na de Russische inval in Oekraïne en de afname van de gaslevering door Rusland aan Europa heeft de aardgasprijs zelfs een piek bereikt van 1,55 euro per m^3 (ICE 2022b).

[7] Merk op dat figuur 2.1 de *jaargemiddelde* prijs in *euro per vat* geeft.

Figuur 2.2

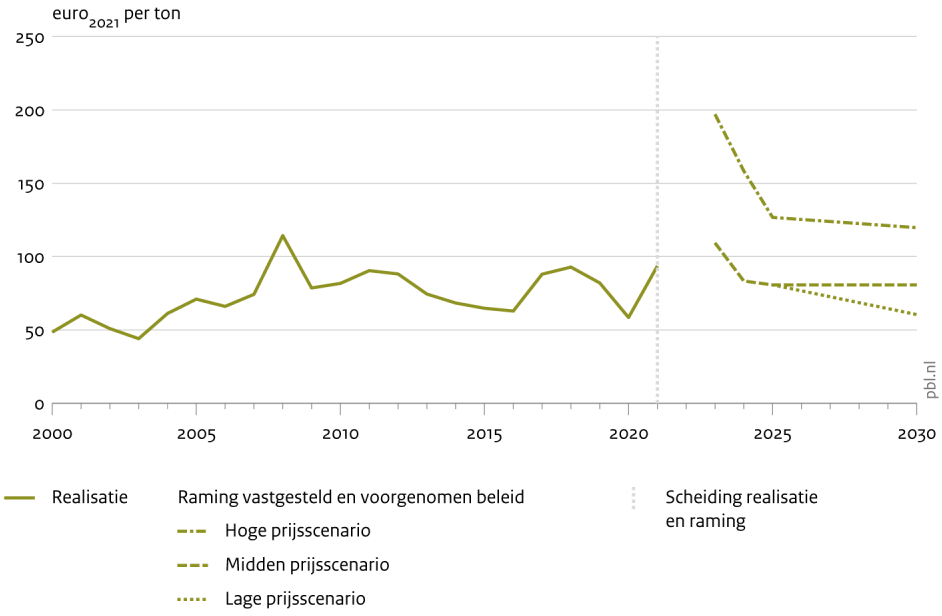
Jaargemiddelde groothandelsprijs aardgas



Bron: CBS (realisatie); EC 2022 (raming)

Figuur 2.3

Jaargemiddelde steenkoolprijs



Bron: CBS (realisatie); EC 2022 (raming)

Met het economisch herstel na de COVID-19-pandemie is de vraag naar kolen wereldwijd fors toegenomen. Dit is nog versterkt door de hoge gasprijzen, waardoor de vraag naar kolen voor de elektriciteitsopwekking fors steeg in 2021. In 2021 nam de elektriciteitsopwekking met kolen wereldwijd toe met 9 procent en bereikte een historisch niveau (IEA 2022a). De prijs van kolen heeft door deze ontwikkelingen een niveau bereikt van 131 euro per ton in het laatste kwartaal van 2021, tegen een

gemiddeld niveau van circa 57 euro per ton in 2020 (CBS 2022a). In 2021 kwam 38 procent van de totale import van steenkool van 8.751 kiloton in Nederland uit de Russische Federatie (CBS 2022b). Met het EU-besluit om geen steenkool uit Rusland meer te gaan importeren zal het aanbod uit de rest van de wereld moeten komen, waardoor de prijzen naar verwachting hoger uit zullen vallen.

Ondanks grote onzekerheden forse stijging ETS-prijs

De prijsstijging die in het laatste kwartaal van 2020 werd ingezet op de Europese markt voor CO_2-emissierechten heeft zich gedurende het hele jaar 2021 voortgezet. Begin februari 2022 lag de prijs zelfs een tijdje boven 90 euro per ton. Kort na de inval van Rusland in Oekraïne zakte de prijs tot onder de 60 euro per ton, maar snel daarna lag de prijs alweer rond een niveau van 80 euro per ton (ICE 2022c).

Een belangrijke verklaring voor deze spectaculaire ontwikkeling van de ETS-prijs ligt in het voorstel van de Europese Commissie in het *Fit for* 55-pakket om de uitgave van het aantal emissierechten in de komende jaren drastisch te beperken. Concreet heeft de Commissie voorgesteld om de zogenoemde lineaire reductiefactor op te hogen van 2,2 procent nu naar 4,2 procent, wat concreet betekent dat het aanbod van emissierechten jaarlijks niet met 43 miljoen maar met circa 82 miljoen zal afnemen. Daarmee zal het emissieplafond in 2030 61 procent onder de 2005-emissies van de ETS-sectoren komen te liggen. Als deze lineaire reductiefactor ook na 2030 zal blijven gelden, zullen er na 2040 nagenoeg geen nieuwe emissierechten meer op de markt komen (PBL 2021). Inmiddels is duidelijk dat zowel de EU-lidstaten als het Europees Parlement de aanscherping van het Europese ETS steunen, maar de definitieve politieke besluitvorming moet nog plaatsvinden. Marktpartijen anticiperen echter al op de toenemende schaarste op de markt voor emissierechten en daarom hebben de voorstellen nu al tot een hogere prijs voor CO_2-emissierechten geleid.

Figuur 2.4

Jaargemiddelde CO_2-prijs EU ETS



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

Naast het voorstel voor aanscherping bevat het *Fit for* 55-pakket ook nog een aantal andere voorstellen voor aanpassing van het EU ETS (zie ook paragraaf 2.2.1). Zo wordt voorgesteld om de internationale scheepvaart op te nemen in het EU ETS (dat wil zeggen alle emissies van de scheepvaart binnen de Europese Unie en de helft van de emissies van inkomende en uitgaande vaart van en naar havens buiten de Unie). Verder stelt de Commissie voor om een koolstofheffing aan de buitengrens in te voeren (*Carbon Border Adjustment Mechanism,* CBAM) om er zo voor te zorgen dat bedrijven op een gelijk speelveld opereren met concurrenten in landen waar er geen of een minder verregaand klimaatbeleid is.

Terwijl de voorstellen voor aanpassing van het Europese ETS een structurele invloed zullen hebben op de ETS-prijs, zijn er diverse ontwikkelingen in de markt die ook van invloed zijn op de ETS-prijs, maar die meer op kortere termijn spelen. Zo zorgen de hoge gasprijzen voor een grotere inzet van kolen in de elektriciteitsproductie. Doordat die met meer CO_2-emissies gepaard gaan leidt dat tot een grotere vraag naar emissierechten vanuit de elektriciteitssector, wat een opwaartse druk geeft op de ETS-prijs. Aan de andere kant zullen hoge energieprijzen leiden tot energiebesparing, wat zorgt voor minder vraag naar emissierechten. Bovendien brengen de oorlog in Oekraïne en de hoge inflatie veel onzekerheid over de economische groei en over de ontwikkelingen op de energiemarkten, wat ook een neerwaartse druk op de ETS-prijs zal hebben. Vooralsnog houdt de forse prijsstijging die in 2021 was ingezet door de voorgestelde aanscherping van het EU ETS in het *Fit for* 55-pakket redelijk stand. Ook al is de prijs in september 2022 onder de 80 euro per ton gezakt, de opwaartse en neerwaartse factoren door de recente ontwikkelingen op de energiemarkten lijken elkaar in evenwicht te houden.

Zoals blijkt uit het voorgaande ligt de projectie van de ETS-prijs in deze KEV fors hoger dan in de KEV 2021. De onzekerheden in de ontwikkeling van de ETS-prijs zijn groot en hangen ook nauw samen met de onzekerheid over de ontwikkelingen in economie en beleid, zowel in de EU als mondiaal. Om in de projectie van de ETS-prijs rekening te houden met de onzekerheid als gevolg van de oorlog in Oekraïne, is de projectie gebaseerd op de gemiddelde prijs op de Europese markt voor CO_2-emissierechten in de periode van half maart tot half april 2022. Tussen 2022 en 2030 stijgt de jaargemiddelde prijs naar verwachting van 74 naar 110 euro per ton (prijspeil 2021). Door verder toenemende schaarste stijgt de prijs ook na 2030 naar verwachting door naar 140 euro per ton in 2035 en 179 euro per ton in 2040. Vanwege de grote onzekerheden nemen we voor de onzekerheidsanalyse ook een hoog en een laag prijsscenario voor de brandstof- en CO_2-prijzen mee in de analyses. In het hoge prijsscenario is de jaargemiddelde CO_2-prijs in 2030 149 euro per ton CO_2, in het lage prijsscenario 87 euro.

Ontwikkelingen in de West-Europese elektriciteitsmarkt

De Nederlandse elektriciteitsmarkt is sterk geïntegreerd in de Europese markt. Voor de ontwikkelingen in deze markt, zoals de productie binnen Nederland, de import en export en de prijs van elektriciteit, zijn—naast de verhoudingen tussen de prijzen van kolen, aardgas en emissierechten—ook de technologische ontwikkelingen en de beleidsontwikkelingen van groot belang, vooral in de omringende landen.

Groei hernieuwbaar verving in 2021 vooral gas en nucleair en niet zozeer steenkool

Het vermogen hernieuwbare elektriciteit in de Europese Unie groeide tussen 2020 en 2021: de geïnstalleerde windcapaciteit nam toe met 8 procent (plus 15 gigawatt) en het vermogen aan zon-PV met 16 procent (plus 22 gigawatt) (Ember 2022). In 2021 produceerden wind- en zonne-energie 19 procent van de elektriciteit binnen de Europese Unie, vergeleken met 17 procent in 2019. De 547

terawattuur elektriciteit uit zon en wind was een nieuw record en voor het eerst hoger dan de elektriciteitsproductie uit aardgas (524 terawattuur). De groei van de productie uit zon en wind was beperkt, 1 procent ten opzichte van 2020, vanwege de lager dan gemiddelde windsnelheden (waar 2020 juist wel een winderig jaar was).

In de periode 2011 tot 2019 ging de groei van de elektriciteitsproductie uit hernieuwbaar in de EU voor 80 procent ten koste van de productie uit kolen. In 2021 ging de groei van de productie van hernieuwbaar echter voor ruim de helft ten koste van gas en voor een derde van de productie van nucleair, terwijl de productie van steenkool slechts met een zesde van de hernieuwbare productie afnam. De belangrijkste reden hiervoor was de sterke stijging van de gasprijs in de tweede helft van 2021, waardoor elektriciteit uit kolen goedkoper werd dan elektriciteit opgewekt met aardgas (Ember 2022).

Ontwikkeling opwekkingscapaciteit in Noordwest-Europa kent forse onzekerheid

De ontwikkelingen op de Noordwest-Europese markt zijn gebaseerd op analyses van de organisatie van samenwerkende beheerders van het Europese transmissienet (ENTSO-E). Voor de periode tot en met 2030 is dit de *Midterm Adequacy Forecast* (ENTSO-E 2020a) en voor de langere termijn het *Ten-Year Network Development Plan* (ENTSO-E 2020b). In deze studies zijn verschillende scenario's (*National Trends*, *Decentral Energy* en *Global Ambition*) en verschillende klimaatjaren doorgerekend. De informatie uit de ENTSO-E-studies is aangevuld met recente informatie uit landen die voor de Nederlandse elektriciteitsmarkt belangrijk zijn, zoals Duitsland, Frankrijk en België, en met informatie uit modelanalyses over (des)investeringen in de opwekkingscapaciteit (zie Schure & Vethman 2020 voor een toelichting op de methodiek).

In het algemeen geldt dat het beleid een grote invloed heeft op de opwekkingscapaciteit. Zo hebben in Nederland de stimulering van hernieuwbare energie via de SDE++-regeling en de sluiting van de kolencentrales grote invloed op het opgestelde vermogen. In Duitsland hebben de in 2011 besloten *Atomausstieg*, het stimuleringsbeleid voor hernieuwbare energie, en de wettelijk vastgelegde uitfasering van kolencentrales grote invloed gehad op het opgestelde vermogen. In België is besloten om niet alle kerncentrales in 2025 te sluiten, maar om de twee nieuwste, Doel 4 en Tihange 3, 10 jaar langer open te houden. In Frankrijk, ten slotte, is het in bedrijf nemen van de nieuwe kerncentrale in Flamandville wederom uitgesteld vanwege vertragingen bij de bouw. De beschikbaarheid van het nucleaire park in Frankrijk is momenteel laag vanwege veiligheidscontroles, reparaties en grootschalig onderhoud dat gedurende de COVID-19-pandemie was uitgesteld.

De ontwikkeling in de opwekkingscapaciteit wordt in West-Europa sterk beïnvloed door politieke interventies. Dit creëert onzekerheid in de markt. Zo is vooralsnog onzeker in welke mate de wegvallende capaciteit van steenkool-, bruinkool- en kerncentrales vervangen gaat worden door andere capaciteit en of landen een gericht capaciteitsbeleid gaan voeren, bijvoorbeeld in de vorm van capaciteitsmechanismen. Na de Russische inval in Oekraïne worden in verschillende landen maatregelen genomen om de afhankelijkheid van Russisch gas te verminderen die van invloed zijn op de elektriciteitsmarkt, zoals meer ruimte voor productie met kolencentrales en het langer openhouden van kerncentrales.

De hernieuwbare capaciteit van zonne- en windenergie zal verder toenemen, maar ook daar laten de scenario's van ENTSO-E verschillende ontwikkelingen zien. Om de leveringszekerheid te garanderen, is daarnaast elektriciteitsproductie nodig die op elk gewenst moment kan leveren. De capaciteit van gascentrales neemt naar verwachting toe, maar in welke mate is onzeker. Dit kan

aanzienlijke consequenties hebben voor de import en export van elektriciteit in Duitsland en België, en daarmee voor de productie van Nederlandse centrales.

Ontwikkeling netwerkverbindingen in Noordwest-Europa
Een belangrijk aspect van de geïntegreerde elektriciteitsmarkt is de ontwikkeling in netwerkverbindingen tussen landen: de interconnecties. Momenteel heeft Nederland verbindingen met Duitsland, België, Groot-Brittannië, Denemarken en Noorwegen. De verbindingen met Duitsland en België worden in de komende jaren nog verder uitgebreid. Dit komt grotendeels overeen met de in de KEV 2021 geschetste ontwikkeling.

Sinds 2015 zijn de markten in Centraal- en West-Europa verbonden door middel van het *Flow-Based-Market-Coupling*-mechanisme. Dit mechanisme verdeelt de capaciteit van de netwerkverbindingen van uur tot uur (Greunsven 2020). Hierdoor varieert de beschikbare capaciteit van de interconnecties van uur tot uur en was de beschikbaar gestelde capaciteit in 2019 tot en met 2021 gedurende naar schatting zes maanden van het jaar regelmatig lager dan de standaardcapaciteit (*Net Trading Capacity*). Dit is deels meegenomen in de analyse (zie voor de gehanteerde methodiek Schure & Vethman 2020).

2.2 Europees klimaatbeleid

2.2.1 Fit for 55

Met het aannemen van de Europese Klimaatwet in juni 2021 is het broeikasgasemissiereductiedoel van de Europese Unie aangescherpt naar ten minste 55 procent in 2030, ten opzichte van 1990. Om deze doelstelling te kunnen halen heeft de Europese Commissie in juli 2021 een ambitieus beleidspakket gepresenteerd onder de noemer *Fit for* 55. Dit pakket, 'het meest omvangrijke dat de Commissie ooit heeft voorgesteld' (CSIS 2022), bestaat uit (afhankelijk van hoe je telt) 17-19 wetsvoorstellen die samen de kern vormen van het Europese energie- en klimaatbeleid.

In deze paragraaf beschrijven we eerst kort hoe in de KEV wordt omgegaan met de *Fit for* 55-wetsvoorstellen, waarna we dieper ingaan op het beleidspakket en de ontwikkelingen sinds de KEV van 2021.

In hoofdstuk 1.3 is beschreven hoe beleid in de KEV wordt ingedeeld naar beleidsvariant (vastgesteld, voorgenomen of geagendeerd beleid) en hoe deze varianten worden meegenomen in de raming. Hierin staat onder meer dat beleid als 'geagendeerd' wordt beschouwd wanneer dit op 1 mei 2022 nog onvoldoende concreet was uitgewerkt. Voor de meeste wetsvoorstellen uit *Fit for* 55 is dit het geval, omdat deze nog in onderhandeling zijn en/of omdat deze nog moeten worden omgezet in nationaal beleid.

De *Fit for* 55-wetsvoorstellen worden daarom in principe als geagendeerd beschouwd. Wanneer ze echter aan beide volgende voorwaarden voldoen kunnen ze als voorgenomen beleid worden meegenomen in de raming:

1. Het is een verordening (en daarom direct toepasbaar in de lidstaten).[8]
2. Zowel Raad als Parlement hebben een standpunt ingenomen dat bovendien op de belangrijkste punten overeenkomt.

Van deze lijn is in enkele gevallen afgeweken wanneer dit om praktische redenen niet werkbaar bleek, bijvoorbeeld wanneer een verordening dermate verknoopt is met een richtlijn (geagendeerd) dat het effect ervan niet in isolatie kan worden doorgerekend.

In tabel 2.1 wordt per *Fit for* 55-wetsvoorstel (EC 2021a)[9] kort aangegeven hoe dit in de KEV is meegenomen. Hier wordt elders in de KEV dieper op ingegaan (zie hoofdstuk 3, hoofdstuk 5, en het nevenrapport *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten*, PBL 2022).

Tabel 2.1
Overzicht van hoe *Fit for* 55-wetsvoorstellen in de KEV zijn meegenomen

***Fit for* 55-wetsvoorstel**	**Beleidsvariant in de KEV**
Herziening verordening Effort Sharing Regulation (ESR)	ESR is een doelstelling en daarmee geen onderdeel van de berekeningen. Er wordt wel getoetst of de doelstelling onder vastgesteld en voorgenomen beleid naar verwachting wordt gehaald.
Herziening richtlijn[1] broeikasgasemissies door landgebruik, verandering van landgebruik en bossen (LULUCF)	Deze verordening is in de KEV als voorgenomen beleid beschouwd.
EU-emissiehandelssysteem (ETS): Herziening richtlijn EU-emissiehandelssysteem (ETS) en voorstel voor een besluit over de marktstabiliteitsreserve (MSR)	Het ETS-voorstel betreft een richtlijn en wordt dus beschouwd als geagendeerd. Echter, omdat de CO_2-markt al bestaat en deze anticipeert op de ETS-herziening is deze indirect al wel meegenomen in de berekeningen voor vastgesteld en voorgenomen beleid in de vorm van een hogere CO_2-prijs.
EU-emissiehandelssysteem (ETS): Herziening richtlijn EU ETS voor luchtvaart en implementatie CORSIA	De aanpassing van de ETS-voorwaarden voor luchtvaart is evenals de ETS-richtlijn meegenomen als voorgenomen beleid.
EU-emissiehandelssysteem (ETS): Voorstel voor een emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en het wegvervoer (ETS-BRT)	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid. Er is in tegenstelling tot het bestaande ETS nog geen CO_2-prijs waarop al geanticipeerd wordt.
EU-emissiehandelssysteem (ETS): Voorstel tot opname zeescheepvaart in EU ETS	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid. Er is in tegenstelling tot het bestaande ETS nog

[8] Richtlijnen moeten nog worden omgezet in nationale wetgeving en zijn daarom onvoldoende concreet om als voorgenomen beleid te worden beschouwd.

[9] Alle wetsvoorstellen van het *Fit for* 55-pakket van juli 2021 zijn te vinden op de website van de Europese Commissie over de European Green Deal.

Fit for 55-wetsvoorstel	Beleidsvariant in de KEV
	geen CO_2-prijs waarop al geanticipeerd wordt.
Voorstel voor een verordening voor een Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)	Omdat de positie van Europees Parlement en Europese Raad op dit wetsvoorstel op enkele belangrijke punten verschilt, zijn er nog grote onzekerheden over de uiteindelijke uitwerking en effect van CBAM. CBAM wordt daarom in de KEV als geagendeerd beschouwd en er wordt geen effect aan toegekend.
Herziening Hernieuwbare energierichtlijn (RED)	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid.
Herziening Energie efficiency-richtlijn (EED)	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid.
Herziening van de verordening ter bepaling van CO_2-emissiestandaarden van personenauto's en bestelwagens	Deze verordening is in de KEV als voorgenomen beleid beschouwd.
Herziening van de richtlijn[1] inzake de infrastructuur van alternatieve brandstoffen (AFIR)	Deze verordening is in de KEV als voorgenomen beleid beschouwd.
Voorstel voor een verordening voor duurzame luchtvaartbrandstoffen (***ReFuelEU Aviation***)	Deze verordening is in de KEV als voorgenomen beleid beschouwd.
Voorstel voor een verordening voor vergroening van de Europese scheepvaart (***FuelEU Maritime***)	Wegens sterke samenhang met onder meer de RED-richtlijn en opname van de zeescheepvaart in het EU ETS (beide geagendeerd) is besloten deze verordening ook als geagendeerd te beschouwen.
Voorstel voor een verordening tot oprichting van een Sociaal Klimaatfonds (SKF)	Na vaststelling van dit voorstel wordt op nationaal niveau besloten hoe deze middelen worden besteed (sociaal klimaatplan). Tot die tijd kan dit voorstel niet in de KEV-raming worden meegenomen.
Herziening energiebelastingrichtlijn (ETD)	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid.
Herziening richtlijn energieprestatie van gebouwen (EPBD)	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid.
Herziening Gaspakket: Voorstel voor een richtlijn betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markten voor hernieuwbare gassen, aardgas en waterstof	Is een richtlijn, dus geagendeerd beleid.
Herziening Gaspakket: Voorstel voor een verordening inzake de interne markten voor hernieuwbare gassen, aardgas en waterstof	Onderdeel van het 'decemberpakket'. Europese Raad en Europees Parlement hebben nog geen positie ingenomen, dus de uitwerking is nog onzeker. Daarom beschouwd als geagendeerd beleid.
Voorstel voor een verordening voor methaanemissies in de energiesector	Onderdeel van het 'decemberpakket'. Europese Raad en Europees Parlement hebben nog geen positie ingenomen, dus de

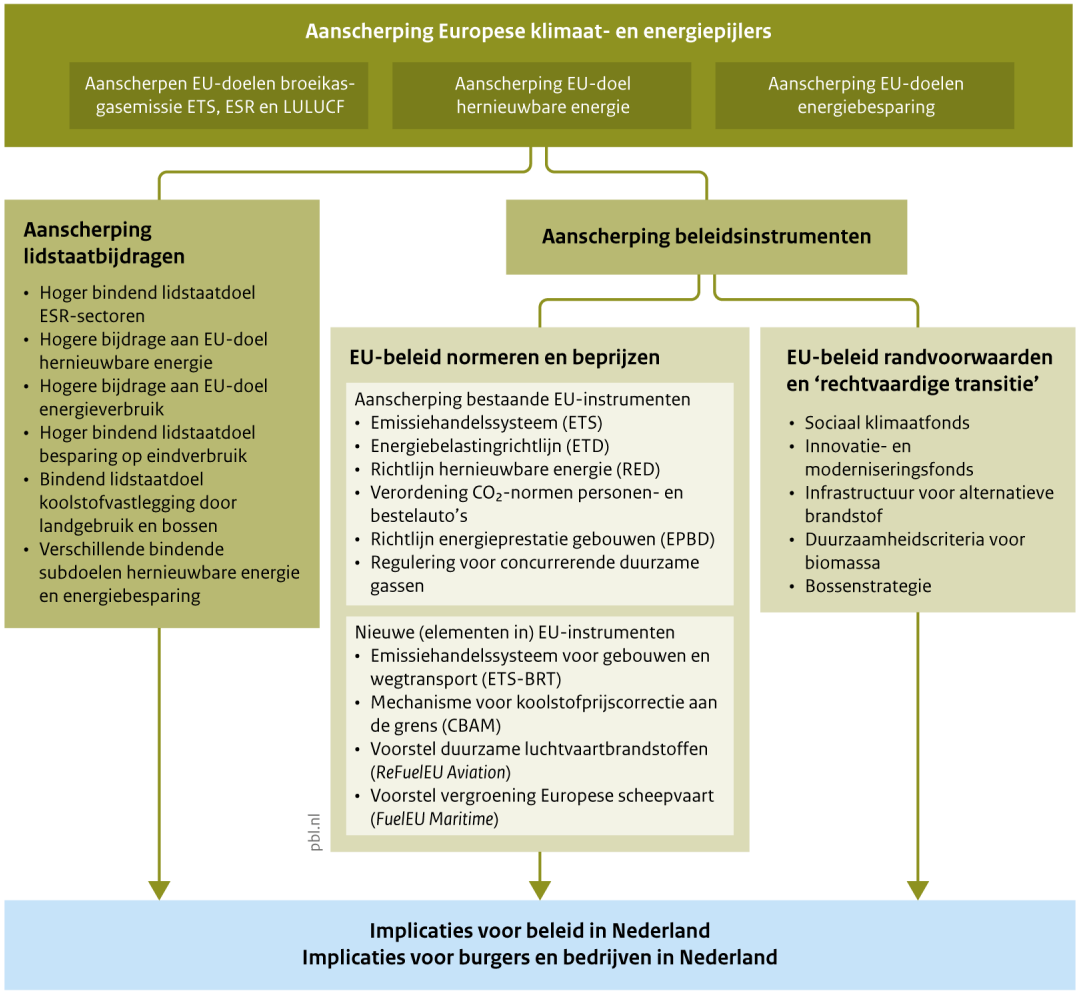
Fit for 55-wetsvoorstel	Beleidsvariant in de KEV
	uitwerking is nog onzeker. Daarom beschouwd als geagendeerd beleid.

1) Wordt nu een verordening

Voor een uitgebreide beschouwing van *Fit for* 55 verwijzen we naar onze policy brief *Nederland Fit for 55? Mogelijke gevolgen van het voorgestelde EU-klimaatbeleid* van september 2021 (PBL 2021). In dat rapport beschrijven we de belangrijkste voorstellen en analyseren we de mogelijke gevolgen ervan voor Nederland. In dit hoofdstuk van de KEV gaan we in op de belangrijkste ontwikkelingen die sindsdien op het vlak van Europees klimaatbeleid hebben plaatsgevonden. Figuur 2.5 geeft weer hoe de voorstellen uit *Fit for* 55 doorwerken op beleid, burgers en bedrijven in Nederland.

Figuur 2.5

Bouwstenen van het *Fit for* 55-pakket



Bron: PBL

Tweede deel Fit for 55

Op 15 december 2021 heeft de Europese Commissie het tweede deel van *Fit for* 55 gepresenteerd. Dit 'decemberpakket' bevat slechts enkele voorstellen, waarvan de herziening van de richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) en de herziening van het derde energiepakket voor gas de belangrijkste zijn (zie tekstkader 2.1).

2.1 *Fit for* 55-'decemberpakket'

Herziening van de richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) (EC 2021b)

Doel van de richtlijn is het verbeteren van de energieprestatie van gebouwen, onder meer door de volgende maatregelen:

- Vanaf 2030 alle nieuwe gebouwen emissievrij
- Slechtst presterende 15 procent van gebouwenbestand tegen 2030 opgewaardeerd
- Verplichting energieprestatiecertificaat uitgebreid
- Introductie van renovatiepaspoort voor gebouwen
- Geleidelijke afschaffing fossiele brandstoffen voor verwarming en koeling tegen 2040

Herziening van het derde energiepakket voor gas: Richtlijn betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markten voor hernieuwbare gassen, aardgas en waterstof (EC 2021c); Verordening inzake de interne markten voor hernieuwbare gassen, aardgas en waterstof (EC 2021d)

De voorstellen betreffen de regulering van de gasmarkt met als doel deze te versterken en open te stellen voor hernieuwbare en koolstofarme gassen en waterstof.

Verordening methaanemissies in de energiesector (EC 2021e)

In de verordening zijn regels gesteld voor het meten, rapporteren en verifiëren en reduceren van methaanemissies in de energiesector. De verordening is in lijn met het methaanpact dat de EU (en ook Nederland) op de COP26 in 2021 heeft ondertekend.

Mededeling duurzame koolstofcycli (EC 2021f)

De mededeling richt zich op kortetermijnacties om zogenoemde koolstoflandbouw op te schalen en een nieuwe industriële waardeketen voor duurzame afvang, recycling, transport en opslag van koolstof te bevorderen.

Onderhandelingen

Na presentatie van de *Fit for* 55-wetsvoorstellen door de Europese Commissie in juli en december 2021 zijn deze voorgelegd aan de Europese Raad en het Europees Parlement. Zij kunnen middels amendementen de oorspronkelijke voorstellen aanpassen. Hoewel het een samenhangend pakket is, worden ze elk apart in de Europese Raad en het Europese Parlement behandeld. De Europese Commissie stelt daarom dat afzwakking van voorgestelde ambities alleen mogelijk is als elders meer ambitie wordt getoond, omdat het wettelijk bindende klimaatdoel vastligt.

Inmiddels is er een jaar verstreken en heeft zowel Raad als Parlement op het grootste deel van de *Fit for* 55-wetsvoorstellen een positie ingenomen. Deze wetsvoorstellen zijn nu in de laatste onderhandelingsfase terechtgekomen (triloog). Deze fase, die doorgaans enkele maanden duurt, is bij het schrijven van dit rapport (augustus 2022) nog niet gestart voor de wetsvoorstellen uit de tweede tranche (zie tekstkader 2.1) en voor de herzieningen van de RED, EED en ETD. Zodra een overeenstemming tussen Raad en Parlement is bereikt kan het wetsvoorstel worden aangenomen.

2.2.2 Energiecrisis

Toen de Europese Commissie in 2021 het ambitieuze *Fit for* 55-pakket presenteerde leek het onwaarschijnlijk dat enkele van de belangrijkste voorstellen 10 maanden later al zouden worden aangescherpt. Als reactie op de Russische inval in Oekraïne van 24 februari 2022 stelt de Europese Commissie een reeks maatregelen voor, in aanvulling op *Fit for* 55, die de Europese Unie versneld

onafhankelijk moet maken van Russische fossiele brandstoffen, met name aardgas. Deze maatregelen zijn gericht op a) reductie van de vraag, b) diversificatie van het aanbod en c) versnellen van de transitie naar hernieuwbare energie. Evenals *Fit for 55* zijn deze voorstellen nog niet vastgesteld en worden ze daarom in deze KEV beschouwd als geagendeerd beleid.

2.2 Belangrijkste voorstellen *REPowerEU*

Reductie van de vraag

- De Europese Commissie stelt voor om de bindende energie-efficiëntiedoelstelling uit de EED te verhogen van 9% tot 13%.
- In de EU-mededeling "Bespaar energie" beschrijft de Commissie mogelijke gedragsveranderingen op korte termijn die de vraag naar gas en olie ieder met 5% kunnen doen dalen.
- De Commissie moedigt de lidstaten aan om energie efficiëntie te bevorderen, onder meer door prijsprikkels voor energiebesparing in de gebouwde omgeving.

Diversificatie van het aanbod

- De externe energiestrategie is er op gericht om de gaslevering aan de Europese Unie te diversifieren en partnerschappen met leveranciers op te bouwen (inclusief samenwerking op het gebied van waterstof of andere groene technologieën).

Versnellen van de transitie naar hernieuwbare energie

- De Commissie stelt voor om de hernieuwbare energiedoelstelling voor 2030 te verhogen van 40 naar 45 procent. Naast deze overkoepelende ambitie stelt de Commissie meer specifieke initiatieven voor, waaronder:
- Een EU-strategie voor zonne-energie om de PV-capaciteit te verdubbelen tegen 2025 en 600 gigawatt aan zonnepanelen te installeren tegen 2030.
- Een initiatief voor PV op daken met een gefaseerde wettelijke verplichting om zonnepanelen te installeren op nieuwe openbare en bedrijfsgebouwen en nieuwe woningen.
- Verdubbeling van de inzet van warmtepompen en maatregelen om geothermische en thermische zonne-energie te integreren in stadsverwarmingssystemen.
- Streven naar 10 miljoen ton aan productie van hernieuwbare waterstof in Europa en 10 miljoen ton aan invoer tegen 2030.[10]
- Een actieplan voor groen gas om de productie in de Europese Unie te verhogen van de huidige 3 miljard m³ (Guidehouse 2022) naar 35 miljard m³ in 2030.
- Een wetgevingsvoorstel om de vergunningverlening voor hernieuwbare energieprojecten te versnellen.

De Europese Commissie is van plan om bijna 300 miljard euro vrij te maken voor het realiseren van deze plannen, 72 miljard in de vorm van subsidies en 225 miljard in de vorm van leningen. Hiervoor wil de Commissie onder meer 20 miljard genereren door de verkoop van ETS-rechten uit het Marktstabiliteitsmechanisme.

[10] CE Delft (2022) schat de Nederlandse vraag naar waterstof in 2030 op bijna 1 miljoen ton in het 'middenscenario'.

REPowerEU

Op 8 maart, twee weken na de inval in Oekraïne, presenteerde de Europese Commissie al een plan op hoofdlijnen om de afhankelijkheid van Russisch gas te verminderen. Een nadere uitwerking van dit zogeheten *REPowerEU*-plan (EC 2022b) volgde op 18 mei. De meest in het oog springende maatregelen uit *REPowerEU* zijn de aanscherpingen van de doelstellingen voor hernieuwbare energie (RED), energie-efficiëntie (EED) en de energieprestatie van gebouwen (EPBD, EC 2022c, zie tekstkader 2.2). Omdat het *REPowerEU*-plan na de peildatum van 1 mei is gepresenteerd zijn deze voorstellen als geagendeerd beschouwd.

Waar het *Fit for* 55-pakket vooral beoogt om klimaatverandering tegen te gaan, is het aanvullende *REPowerEU*-pakket primair gericht op leveringszekerheid. De voorkeursroute om dit te bereiken is het versnellen van de energietransitie, maar een deel van de maatregelen kan ook leiden tot (tijdelijk) verhoogde emissies. Als lidstaten tijdelijk meer kolen stoken, maar tegelijkertijd de transitie naar hernieuwbare energie versnellen dan kan dit nog steeds een netto positief of gelijkblijvend effect hebben op de CO_2-emissies, volgens Eurocommissaris Frans Timmermans. In deze situatie zijn er volgens Timmermans 'geen taboes' (Mathiesen et al. 2022), mits maatregelen passen binnen de Europese klimaatdoelstellingen. Volgens onderzoek van de onafhankelijke Britse denktank Ember (Brown 2022) heeft het tijdelijk opstarten van kolencentrales door onder meer Nederland beperkte impact op de emissies en klimaatdoelstellingen.

REPowerEU heeft grotendeels zijn beslag gekregen in amendementen die boven op de *Fit for* 55-voorstellen komen. Het liefst zou de Commissie zien dat de *REPowerEU*-plannen direct worden meegenomen in de posities van Raad en Parlement. In de praktijk blijkt dat men de positiebepaling van enkele gevoelige voorstellen vooruitschuift naar de triloog.

Het *REPowerEU*-plan zou het Europese verbruik van Russisch gas in 2022 al met twee derde terug moeten dringen en moeten leiden tot onafhankelijkheid van Russisch gas in 2027. De doelstelling voor 2022 bleek erg ambitieus want deze is al op 16 juni gemist; de Europese Unie had op die datum meer Russisch gas geïmporteerd dan onder *REPowerEU* was gepland voor 2022 (Hernandez & Jack 2022).

Gasopslag en gezamenlijke gasinkoop

Om de leveringszekerheid van gas voor de aankomende winters te vergroten heeft de Europese Unie naast *REPowerEU* nog een aantal specifieke maatregelen genomen. In april is een EU-platform gelanceerd waarbinnen EU-lidstaten, stakeholders en de industrie samen energie kunnen inkopen (European Council 2022). Dit geldt voor aardgas, LNG, waterstof en hernieuwbare energie. In juni is een verordening over gasopslag aangenomen die ervoor moet zorgen dat de gasopslagcapaciteit in de Europese Unie vóór de winter wordt aangevuld en tussen de lidstaten kan worden gedeeld (EU 2022).

Save gas for a safe winter

Onder druk van de aanhoudende gascrisis heeft de Europese Raad in augustus aanvullende maatregelen aangenomen onder de noemer '*Save Gas for a Safe Winter*'. De kern van dit plan is een verordening (EC 2022d) die voorschrijft dat lidstaten van augustus 2022 tot en met maart 2023 vrijwillig hun nationale gasverbruik met 15 procent verminderen. Dit kan in geval van ernstig gasleveringstekort of een uitzonderlijk hoge gasvraag een verplichting worden.

Deze verordening werd vergezeld door een mededeling (EC 2022e) over gasbesparing en een gasvraagreductieplan waarin, voortbouwend op de besparingsplannen uit *REPowerEU*, een reeks maatregelen wordt voorgesteld om de vraag naar gas te beperken.

Noodinterventie van de EU om elektriciteitsrekeningen in Europa te verlagen

De hierboven genoemde interventies van de Europese Unie waren vooral gericht op de leveringszekerheid van gas. Vanwege de relatie tussen de gas- en elektriciteitsprijs zijn echter ook de elektriciteitsprijzen naar recordhoogte gestegen. De Europese Commissie stelde daarom op 30 september 2022 een noodinterventie met vier instrumenten vast om de Europeanen te helpen hun rekeningen te betalen (EC 2022f):

1. Vermindering van het elektriciteitsverbruik;
2. Een inkomstenplafond voor goedkope elektriciteitsopwekking;
3. Een solidariteitsbijdrage van bedrijven die actief zijn in de sector fossiele brandstoffen;
4. Ondersteuningsmogelijkheden voor het MKB.

Deze recente ontwikkelingen zijn nog niet meegenomen in de KEV, maar zorgen wel voor extra onzekerheid.

Onder punt 2 en 3 worden overwinsten uit de energiesector door de lidstaten afgeroomd en aan de energieconsumenten doorgegeven om de gevolgen van de hoge energieprijzen te verzachten. Door niet in te grijpen op de marktprijs zelf maar op de overwinsten laat de Commissie de prijsprikkel in stand die tot de gewenste energiebesparingen en -investeringen moet leiden. Er zijn wel zorgen geuit over de praktische uitvoerbaarheid van het plan. Op de complexe elektriciteitsmarkt, met onder meer wederverkoop en handel over meerdere tijdspannen, is het lastig om daadwerkelijk gerealiseerde inkomsten te bepalen (Energie Nederland 2022).

Volgende stappen

De verwachting is dat er de komende tijd nog meer maatregelen volgen om de energiecrisis het hoofd te bieden. De twee laatstgenoemde ingrepen zijn tijdelijke interventies. De Commissie werkt echter ook aan een structurele hervorming van de elektriciteitsmarkt.

Daarnaast wordt er een ingreep verwacht om de sterk gestegen gasprijzen te beteugelen, mogelijk door een Europees plafond op de inkoopprijs voor gas.

2.2.3 Overige ontwikkelingen Europees klimaatbeleid

Alle aandacht gaat momenteel uit naar *Fit for* 55 en *REPowerEU*, maar onder de paraplu van de *Green Deal* zijn er veel meer ontwikkelingen in het Europese klimaatbeleid die direct of indirect impact hebben op emissiereductie in Nederland. Met name op het gebied van duurzame financiering en de circulaire economie zijn het afgelopen jaar belangrijke voorstellen gedaan, die hier kort worden toegelicht.

De EU-taxonomie en de *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) vormen in samenhang de kern van het *Sustainable Finance Package* dat als doel heeft om meer privaat geld naar duurzame investeringen te laten stromen. Dit pakket is in 2021 gepresenteerd en in 2022 aangenomen. Dit staat los van het investeringsplan voor de Europese *Green Deal* (EC 2020a), waaronder de Europese Commissie tussen 2021 en 2030 ten minste 1 biljoen (1000 miljard) euro aan investeringen wil mobiliseren ter ondersteuning van een rechtvaardige en groene transitie.

EU (groene) taxonomie

De EU-taxonomie (EC 2022g) is een leidraad voor investeringen in duurzaamheid en bestaat uit een lijst van economische activiteiten die bijdragen aan het halen van het doel van de Europese Unie om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Eind december 2021 kwam de Commissie met het voorstel om investeringen in aardgas en kernenergie, onder een aantal voorwaarden, als groen te classificeren. Dit zeer controversiële voorstel is op 6 juli 2022 definitief goedgekeurd door het Europees Parlement. Hoewel lidstaten voorheen ook al de vrijheid hadden om aardgas en kernenergie op te nemen in de energiemix vrezen critici dat deze groene classificatie investeringen aantrekt die anders richting hernieuwbare energie zouden vloeien.

Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)

Deze voorgestelde richtlijn (EC 2021g), de opvolger van de *Non-Financial Reporting Directive* (NFRD), betekent dat het aantal Europese bedrijven dat moet voldoen aan de EU-vereisten voor duurzaamheidsverslaggeving zal stijgen van ruim 11.000 naar 50.000 (EC 2021h), waarvan bovendien de rapportage-eisen inhoudelijk worden uitgebreid. Ondernemingen moeten in 2025 voor het eerst, over het rapportagejaar 2024, duurzaamheidsrapportages uitbrengen op basis van de CSRD.

Staatssteunregels

In het verlengde van het *Sustainable Finance Package* liggen de richtsnoeren inzake staatssteun voor klimaat, milieubescherming en energie (CEEAG) en de algemene groepsvrijstellingsverordening (GBER), die de Commissie in 2022 herziet. Deze regels schrijven voor welke investeringen mogen worden gesubsidieerd en onder welke voorwaarden en vormen daarmee ook het kader van Nederlandse subsidieregelingen. De verouderde regelgeving wordt meer in lijn gebracht met de *Green Deal* en *Fit for* 55 door een uitbreiding van activiteiten die voor steun in aanmerking komen, zoals hernieuwbare waterstof, elektriciteitsopslag en -vraagrespons, en decarbonisatie van productieprocessen (EC 2022h).

Circular Economy Package

In maart 2022 presenteerde de Europese Commissie het eerste deel van de *Circular Economy Package*, een van de bouwblokken van de *Green Deal*.[11] Dit pakket bestaat uit een aantal wetsvoorstellen die moeten bijdragen aan verminderd grondstofgebruik en een klimaatneutrale Europese Unie in 2050 (EC 2020b). Een belangrijk onderdeel van dit pakket is het *Sustainable Products Initiative* (SPI), inclusief de *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*.

De Ecodesign-richtlijn stelt eisen aan energie- en grondstofgebruik van een product. De bestaande richtlijn zou alleen in 2021 al tot 120 miljard euro minder energie-uitgaven hebben geleid bij consumenten in de Europese Unie (EC 2022i). Onder de nieuwe SPI (geagendeerd beleid) is de scope niet langer beperkt tot energiegerelateerde producten, wat zou moeten leiden tot een forse extra besparing.[12]

[11] Het tweede deel van de Circular Economy Package volgt op 30 november.

[12] Tegen 2030 kan met het nieuwe kader voor duurzame producten 132 megaton olie-equivalent aan primaire energie worden bespaard, wat ongeveer overeenkomt met 150 miljard m^3 aardgas, bijna evenveel als de hoeveelheid gas die de Europese Unie uit Rusland invoert (EC 2022i).



Hoofdstuk 3

3 Nationale ontwikkelingen in broeikasgasemissies

Belangrijkste bevindingen

- De geraamde broeikasgasemissie (inclusief landgebruik) met vastgesteld en voorgenomen beleid ligt in 2030 naar verwachting 39 tot 50 procent lager dan in 1990. Inclusief het geagendeerde beleid is het denkbaar dat de broeikasgasemissie in 2030 41-52 procent lager uitkomt dan in 1990. Het streefdoel van het kabinet van 55 procent reductie tussen 1990-2030 is daarmee niet binnen bereik.
- Om te voldoen aan het voorgestelde Europese emissiereductiedoel van 48 procent voor de kleinere bronnen (*Effort Sharing Regulation* – ESR) resteert er nog een beleidsopgave van 26 megaton CO_2-equivalenten. Een deel van deze restopgave zou ingevuld kunnen worden met een overschot aan emissiereducties (credits) uit het landgebruik, deze komen voor Nederland tussen 2021 en 2030 mogelijk uit op 8 tot 11 megaton CO_2-equivalenten.
- In 2021 kwam de totale broeikasgasemissie in Nederland uit op 172 megaton CO_2-equivalenten, waarmee de uitstoot 24,1 procent lager was dan in 1990.
- In de eerste helft van 2022 ligt de broeikasgasuitstoot (exclusief landgebruik) 10 procent lager (min 9 megaton) dan in de eerste helft van 2021.

- Het tempo waarmee broeikasgasemissies dalen neemt af tussen 2030 en 2040 omdat er nog weinig beleid is uitgewerkt voor die periode.

In dit hoofdstuk beschrijven we de nationale ontwikkelingen in de broeikasgasemissies. We gaan in op de emissies (statistiek) van 1990 tot aan 2021. Daarna behandelen we de emissieramingen tot en met 2030. Ook presenteren we een indicatief beeld van de verwachte ontwikkelingen tussen 2030 en 2040.

In deze KEV hebben we een aantal wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van de KEV 2021. Zo maken de emissies van het landgebruik nu integraal onderdeel uit van de nationale emissietotalen. Dit is gedaan omdat de landgebruiksemissies nu integraal onderdeel zijn van de emissiedoelen van het kabinet (zie hoofdstuk 1). Om een vergelijking met eerdere verkenningen mogelijk te maken worden ook de emissietotalen zonder landgebruik gegeven. Verder gaan we in deze KEV voor het eerst in op de CO_2-emissies die zijn gerelateerd aan het biomassagebruik voor energiedoeleinden in Nederland en op de boekhouding daarvan (tekstkader 3.2).

In deze KEV gaan we net als de vorige KEV weer in op het zogenoemde geagendeerde beleid (zie hoofdstuk 1). Dat betreft beleidsplannen en intenties die op 1 mei 2022 nog onvoldoende concreet waren uitgewerkt om goed te kunnen doorrekenen. We behandelen daarbij de voortgang en denkbare effecten van die plannen en intenties op hoofdlijnen. Een belangrijk deel van de plannen en voorstellen uit het Coalitieakkoord en *Fit for* 55 valt anno 1 mei 2022 nog onder dat geagendeerde beleid.

In deze KEV is ook doorgegaan met een aantal andere wijzigingen die ingevoerd zijn in de KEV 2021. Zo wordt ook dit jaar bij de geraamde nationale totalen alleen een bandbreedte gepresenteerd en geen puntwaarde. Dit vanwege de grote onzekerheden in ontwikkelingen in de elektriciteitssector, met name in het buitenland (zie ook toelichting paragraaf 4.2.1). Ook wordt in deze KEV 2022 net als in de KEV 2021 gebruik gemaakt van opwarmingspotentiëlen voor broeikasgassen (*Global Warming Potentials* oftewel GWP-waarden) uit het 5e IPCC *assessment report* (AR5), zie voor toelichting de KEV 2021. In tabel 8a in de tabellenbijlage 2 staan de nationale en sectorale emissies gebaseerd op AR5 GWP-waarden, en in tabel 8b op AR4 GWP-waarden.

In paragraaf 3.1 bespreken we de totale broeikasgasemissies op nationaal niveau voor de periode 1990 tot en met 2030. Er wordt in een tekstkader apart aandacht besteed aan de emissie-ontwikkelingen in de eerste helft van 2022 vanwege de verwachte effecten van de oorlog in Oekraïne en de daaraan gekoppelde stijging van brandstofprijzen en inflatie. Ook gaan we hier voor het eerst in op de aan biomassa gerelateerde CO_2-emissies (tot 2021). Ten slotte gaat deze paragraaf in op het doelbereik van de door het kabinet afgeleide indicatieve restemissies per sector, naar aanleiding van het Coalitieakkoord. In paragraaf 3.2 behandelen we vervolgens de nationale broeikasgasemissies tot en met 2030 die onder het Europese emissiehandelssysteem vallen (*EU Emission Trading System*: ETS). In paragraaf 3.3 komen de nationale broeikasgasemissies aan bod die onder Europese ESD/ESR-sectoren (*Effort Sharing Decision* en *Effort Sharing Regulation)* vallen (kleine industrie inclusief afvalverwerking, gebouwde omgeving, mobiliteit en landbouw). We geven ook eerste inzichten in de mogelijke gevolgen van de nieuwe klimaatvoorstellen van de Europese Commissie voor de ESR-emissiedoelstelling (*Fit for* 55, zie ook paragraaf 2.3.2). Paragraaf 3.4 gaat in op de denkbare emissie-effecten van het geagendeerde beleid tot 2030. Ten slotte wordt in paragraaf 3.5 een indicatief beeld gegeven van de ontwikkelingen in de nationale broeikasgasemissies tussen 2030 en 2040.

3.1 Nationale emissies van broeikasgassen

***Broeikasgasemissies liggen in 2020 en 2021 rond Urgenda-doel*[13]**

In 2020 bedroegen de broeikasgasemissies in Nederland 170 megaton CO_2-equivalenten (inclusief landgebruik, figuur 3.1, tabel 3.1a). Dat is 25,2 procent minder dan in het basisjaar 1990. Voorlopige cijfers voor 2021 laten weer een lichte stijging zien naar ruim 172 megaton, -24,1 procent ten opzichte van 1990 (om vervolgens in 2022 mogelijk weer sterk te dalen, zie tekstkader 3.1). De relatieve emissieontwikkelingen tussen 1990 en 2020 en 2021 zijn vergelijkbaar als we naar de emissies kijken exclusief landgebruik. In 2020 werd net voldaan aan de minimaal vereiste reductie van 25 procent ten opzichte van 1990 uit de Urgenda-zaak, in 2021 werd daar net niet aan voldaan.

3.1 Broeikasgasuitstoot daalt sterk in de eerste helft van 2022

De broeikasgasuitstoot (exclusief landgebruik) is in de eerste helft van 2022 9 megaton CO_2-equivalenten lager (-10 procent) dan in de eerste helft van 2021. De belangrijkste redenen hierachter zijn de hoge energieprijzen in het algemeen, en de hoge gasprijs in het bijzonder, waardoor de gasinzet sterk is verminderd. Bovendien was de eerste helft van 2022 relatief warm, waardoor er minder gestookt hoefde te worden in de gebouwde omgeving. Ook was de productie van hernieuwbare energie hoger dan in de eerste helft van 2021. Daarentegen werden er meer kolen gebruikt bij de elektriciteitsproductie. Al met al waren de emissies in de industriesector hierdoor in de eerste helft van 2022 ruim 4 megaton CO_2-equivalenten lager dan in dezelfde periode in 2021, bij de gebouwde omgeving ruim 2 megaton lager, en in de elektriciteitsproductie en de glastuinbouw beide ruim 1 megaton lager. De uitstoot door de sector mobiliteit is in de periode min of meer onveranderd ten opzichte van 2021.

In de tweede helft van 2022 zullen de aardgasprijzen naar verwachting nog steeds relatief hoog blijven. Ook heeft de Europese Commissie de lidstaten verzocht om het gasverbruik flink terug te schroeven. Beide factoren zullen dan ook een drukkend effect uitoefenen op het gasverbruik in de tweede helft van 2022. Als de forse emissiedaling uit de eerste helft van 2022 niet wordt gecompenseerd in de tweede helft van 2022 (bijvoorbeeld als gevolg van een sterk hogere inzet van kolen bij de elektriciteitsproductie), dan komen de emissies in 2022 naar verwachting weer uit onder het Urgenda-plafond. De Urgenda-doelstelling luidt dat er vanaf 2020 een structurele reductie van de broeikasgasuitstoot moet zijn in Nederland van minimaal 25 procent ten opzichte van 1990 (zie ook Rijksoverheid 2021). Om in 2022 dit Urgenda-doel te halen is er een reductie van minimaal 2 megaton CO_2-equivalenten nodig ten opzichte van 2021.

Met een emissie van 170 megaton CO_2-equivalenten (inclusief landgebruik) in 2020 is er een daling van 16 megaton ten opzichte van 2019. Deze daling komt deels door beleidsmaatregelen, met name in de energiesector (bijvoorbeeld ruim meer hernieuwbare elektriciteit en afschalen kolencentrales, zie hoofdstuk 4), deels door exogene ontwikkelingen, met name COVID-19-gerelateerde ontwikkelingen in de mobiliteitssector. De stijging in 2021 naar 172 megaton CO_2-equivalenten is vooral het gevolg van het herstel na de COVID-19-pandemie en extra emissies vanuit de gebouwde

[13] Het Urgenda-doel is berekend met gebruikmaking van GWP's uit IPCC AR4; alle cijfers in deze KEV 2022 worden gegeven volgens GWP's uit IPCC AR5. Maar verschillen zijn minimaal (zie ook KEV 2021 voor verschilanalyse).

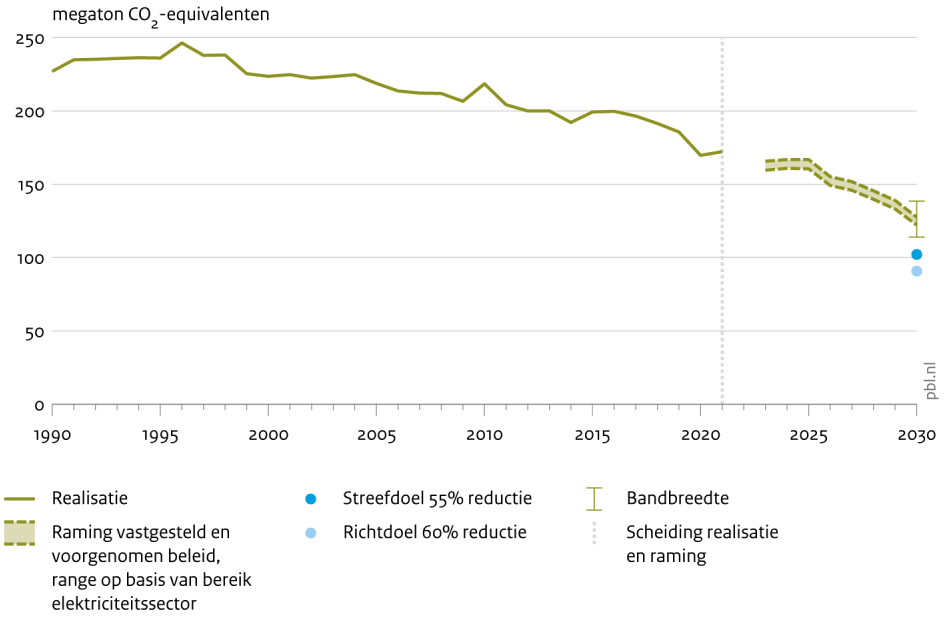
omgeving. Die laatste zijn het gevolg van een relatief koud voorjaar in 2021, terwijl 2020 relatief warm was (CBS 2022).[14]

Emissiedaling sinds 1990 voor meer dan de helft door daling niet-CO_2-broeikasgassen

De emissiedaling in 2021 ten opzichte van 1990 (bijna 55 megaton) komt voor 58 procent door een vermindering van de uitstoot van de overige (niet-CO_2-)broeikasgassen, en voor 42 procent door reducties in CO_2 (zie tabellen 3.1b en 3.1c). Substantiële reducties van overige (niet-CO_2-)broeikasgassen komen voor rekening van de industrie en in mindere mate de landbouw. De reductie van CO_2 is behaald in meerdere sectoren, met name de elektriciteitssector, gebouwde omgeving en landgebruik.

Figuur 3.1

Emissie broeikasgassen inclusief landgebruik



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

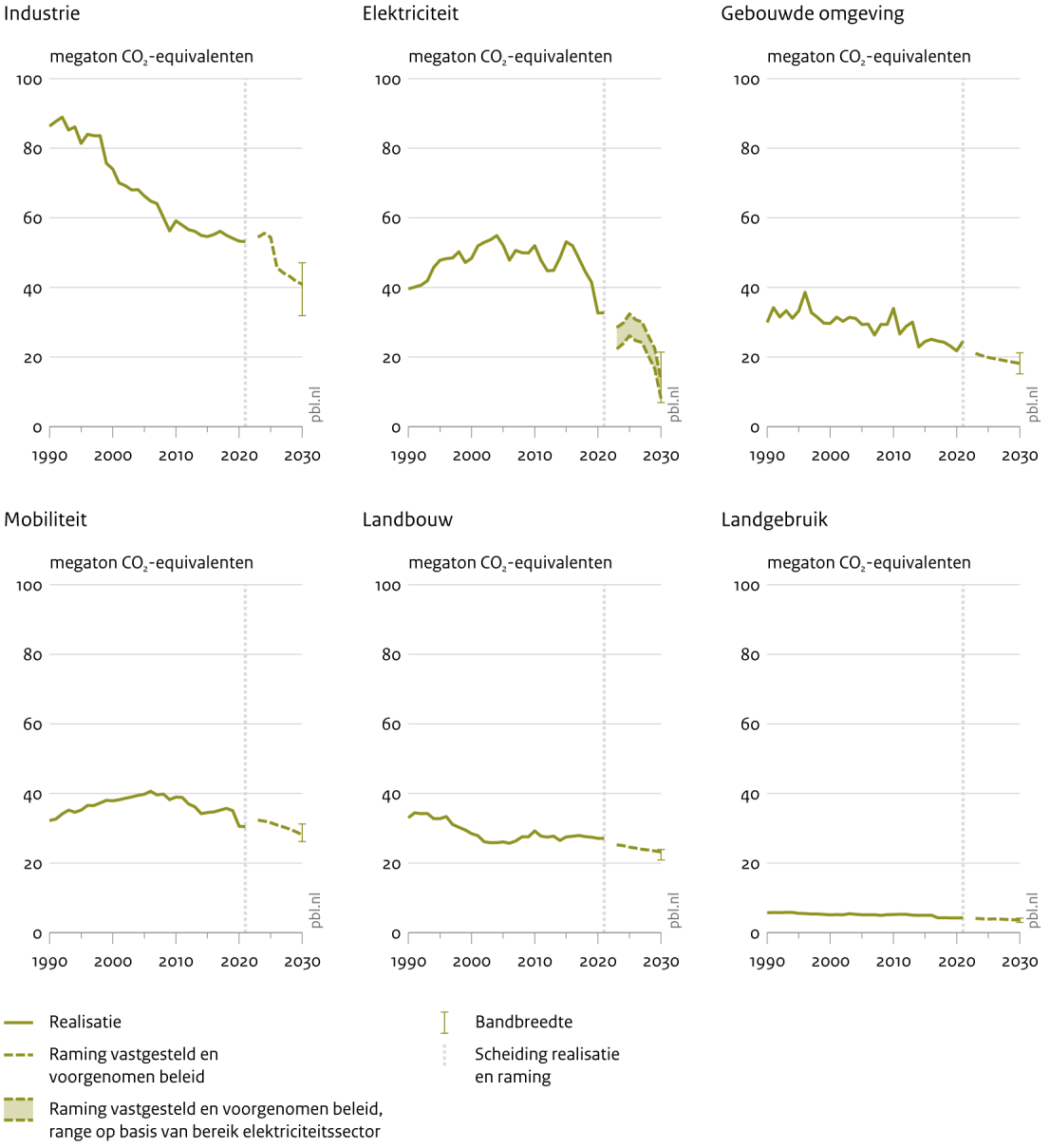
Broeikasgasemissies richting 2025 dalen, maar onzekerheden zijn groot

In de raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid dalen de nationale emissies richting 2025 (figuur 3.1, en tabellenbijlage). Echter, de emissieraming tot 2025 is met grote onzekerheden omgeven. Zo wordt er voor de raming van uitgegaan dat de gas- en kolenprijzen weer dalen richting 2025 (paragraaf 2.1). Maar als de gasprijzen langer hoog zouden blijven dan zou dat naar verwachting tot minder gasverbruik leiden. Een andere aanname in deze raming is dat de kolencentrales in Nederland tussen 2022 en 2024 maar maximaal 35 procent van hun capaciteit mogen gebruiken om elektriciteit uit kolen te produceren. Dat was het vastgestelde beleid op 1 mei 2022. In juni 2022 is vanwege het beperkte aanbod van aardgas en de hoge gasprijzen de beperking van de inzet van kolen in elektriciteitscentrales losgelaten. Dat kan gezien over de periode 2022 tot en met 2024 leiden tot een stijging van de emissies uit de elektriciteitssector met een ordegrootte van cumulatief 10-13 megaton CO_2-equivalenten, zie paragraaf 5.1.

[14] Zie www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/11/uitstoot-broeikasgassen-2-1-procent-hoger-in-2021.

Figuur 3.2

Emissie broeikasgassen per sector



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Broeikasgasemissie in 2030: 39-50 procent reductie ten opzichte van 1990

De nationale emissies van broeikasgassen zullen naar verwachting tussen 2020 en 2030 dalen en komen met het vastgestelde en voorgenomen beleid in 2030 uit op 114-139 megaton CO_2-equivalenten (figuur 3.1, tabel 3.1a). Dat is een reductie van 39-50 procent ten opzichte van 1990. Daarmee ligt de geraamde reductie tussen 1990 en 2030 5-16 procentpunt lager dan de streefwaarde van 55 procent uit het Coalitieakkoord. Dit komt neer op een resterende beleidsopgave van 12-36 megaton CO_2-equivalenten in 2030. Dan hanteert het kabinet nog een richtdoel van 60 procent reductie ten opzichte van 1990. Door de uitwerking van het beleid op deze 60 procent te richten zou ook bij tegenvallers de 55 procent niet in het geding komen, aldus het kabinet (EZK 2022a).

Tabel 3.1a

Totale emissies van broeikasgassen[1,2,3] per sector volgens het vastgestelde en voorgenomen beleid, in megaton CO_2-equivalenten

Sector	1990	2020	2021*	Raming 2030	Bandbreedte bij raming 2030
Elektriciteit[4,5]	39,6	32,7	32,7	8 – 13	7 - 21
Industrie	86,4	53,3	53,2	41	32 - 47
Gebouwde omgeving	30,0	21,8	24,5	18	15 - 21
Mobiliteit[6]	32,2	30,6	30,5	28	26 - 31
Landbouw	33,1	27,1	27,1	23	21 - 24
Landgebruik	5,7	4,2	4,3	3,7	3,0– 4,2
Totaal [megaton]	227,0	169,7	172,2	122-128	114 – 139 (Voetnoot 7)
Reductie vanaf 1990, [procent]	-	25,2%	24,1%	44%-46%	39% - 50% (Voetnoot 8)
Totaal exclusief landgebruik [megaton]	221,2	165,5	167,9	119-124	110 – 135 (Voetnoot 7)
Reductie vanaf 1990, exclusief landgebruik [procent]	-	25,2%	24,1%	44%-46%	39% - 50% (Voetnoot 8)

1 De statistieken zijn niet gecorrigeerd voor temperatuur (RIVM/Emissieregistratie 2021).

2 Door afrondingen kunnen kleine verschillen ontstaan tussen totalen en onderliggende cijfers.

3 Alle emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.

4 Hier elektriciteit en (rest)warmteproductie.

5 De raming voor de elektriciteitssector in 2030 heeft een bereik in plaats van een puntwaarde.

6 Inclusief mobiele werktuigen.

7 De sectorale bandbreedtes zijn niet bij elkaar op te tellen tot de nationaal totale bandbreedte, vanwege de toegepaste methodiek die rekening houdt met interacties tussen onzekerheden in sectoren (zie hoofdstuk 1).

8 Reductiepercentage is gebaseerd op totale bandbreedtes die samenhangen met onzekerheden.

* Voorlopige emissies (RIVM/Emissieregistratie 2021).

Tabel 3.1b

CO_2-emissies[1,2,3] per sector volgens het vastgestelde en voorgenomen beleid, in megaton CO_2-equivalenten (voor alle voetnoten zie tabel 3.1a)

Sector	1990	2020	2021*	Raming 2030	Bandbreedte bij raming 2030
Elektriciteit[4,5]	39,5	32,4	32,4	8 – 13	7 – 21
Industrie	54,4	47,1	47,1	37	28 – 43
Gebouwde omgeving	29,1	21,3	23,9	18	15 -21
Mobiliteit[6]	31,9	30,0	29,9	28	26 – 31
Landbouw	8,0	7,5	7,8	5.0	3,3 – 6.0
Landgebruik	5,6	4,2	4,2	3,6	3,0 – 4,2
Totaal [megaton]	168,4	142,4	145,3	98-104	91 – 115 (voetnoot 7)
Totaal exclusief landgebruik [megaton]	162,7	138,3	141,1	95-100	87 – 112 (voetnoot 7)

Tabel 3.1c
Emissies van overige broeikasgassen[1,2,3] (OBKG) per sector volgens het vastgestelde en voorgenomen beleid, in megaton CO_2-equivalenten (voor alle voetnoten, zie tabel 3.1a)

Sector	1990	2020	2021*	Raming 2030	Bandbreedte bij raming 2030
Elektriciteit[4,5]	0,1	0,2	0,2	0,2	
Industrie	32,0	6,3	6,1	4.3	4,0 – 4,7
Gebouwde omgeving	0,9	0,5	0,6	0,5	
Mobiliteit[6]	0,4	0,6	0,6	0,4	
Landbouw	25,1	19,6	19,3	18.2	17,0 – 18,4
Landgebruik	0,1	0,1	0,1	0,1	
Totaal [megaton]	58,6	27,3	26,9	23,8	22,4 – 24,0 (Voetnoot 7)
Totaal excl. landgebruik [megaton]	58,5	27,2	26,8	23,7	22,3 - 24,0 (Voetnoot 7)

De verwachte daling van de broeikasgasemissies in de periode 2020-2030 (in 2030 46 megaton CO_2-equivalenten lager dan in 2020) wordt voor een groot deel veroorzaakt door emissiereducties in de elektriciteitssector en de industriesector, en is bij de andere sectoren een stuk kleiner. De raming voor 2030 wordt in deze KEV voor de elektriciteitssector alleen gegeven met een range (tabel 3.1a-c). Voor die range is gekozen vanwege de onzekere (markt)omstandigheden in deze sector en de resulterende onzekerheid in de omvang van de import of export van elektriciteit (zie ook paragraaf 4.1.2). De emissies van broeikasgassen door de elektriciteitssector dalen naar verwachting van 33 megaton CO_2-equivalenten in 2020 tot [7-21] megaton in 2030, een reductie van [11-26] megaton. De emissiereductie is het gevolg van een sterke toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie, een daling van de kolen- en met name gasinzet bij de elektriciteitsproductie na 2025 en een dalende inzet van restgassen uit de industrie (zie paragraaf 5.1). Het verbod op het stoken van kolen in Nederland na 2029 levert een forse daling op van ruim 5 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De verminderde hoeveelheid aan elektriciteit uit kolen wordt naar verwachting beperkt opgevangen door een extra inzet van gas, maar vooral door een afname van de elektriciteitsexport in 2030 ten opzichte van 2029 (voor meer details zie hoofdstuk 4).

De verwachte emissiereductie in 2030 bij de industrie (van 53 megaton CO_2-equivalenten in 2020 naar 41 [32-47] megaton in 2030, tabel 3a) komt vooral door een daling van de CO_2-emissies (ruim 10 megaton CO_2-equivalenten); de daling bij de overige broeikasgassen lijkt in die periode beperkt (2 megaton). De daling komt voornamelijk door de introductie van CO_2-uitstootbesparende technieken die rendabel worden door de combinatie van de hoge CO_2-prijs in het Europese ETS, de SDE++ en de nationale CO_2-heffing voor de industrie. De grootste bijdrage komt daarbij van CO_2-afvang en -opslag (CCS), elektrificatie, energiebesparing, en reducties in methaan- en lachgasuitstoot.

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid zullen naar verwachting de broeikasgasemissies uit de gebouwde omgeving tussen 2020 en 2030 dalen met bijna 4 megaton CO_2-equivalenten (van 22 naar 18 [15-21] megaton). De ingezette daling van de broeikasgasemissies gaat in deze sector dus gestaag verder. Hoewel het aantal huishoudens stijgt, dalen naar verwachting het gasverbruik en de bijbehorende emissies. Dit komt door duurzame nieuwbouw, verduurzaming tijdens reguliere woningverbetering, warmere winters en zuinig stookgedrag door hoge gasprijzen. Bij gebouwen in de dienstensector zien we dezelfde ontwikkelingen (zie paragraaf 5.3).

De verwachting voor de mobiliteitssector is dat de emissies tussen 2020 en 2030 dalen van bijna 31 megaton CO_2-equivalenten naar 28 [26-31]; een daling van ruim 2 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.1a). Deze daling is groter dan verwacht in de KEV 2021. De (extra) daling is vooral het gevolg van een versnelde groei van het aantal elektrische auto's en het gebruik van meer hernieuwbare brandstoffen. Een uitdaging bij versneld elektrificeren van het wagenpark is de nog niet overal aangelegde laadinfrastructuur (zie paragraaf 5.6).

In de landbouwsector zullen in de periode 2020 – 2030 de emissies naar verwachting met bijna 4 megaton CO_2-equivalenten dalen (tabel 3.1a). Hierbij gaat het vooral om een reductie van de CO_2-emissie door een lager gasverbruik. In de glastuinbouw wordt een daling van de warmtevraag verwacht door de stijgende energieprijzen, met name door een verschuiving naar minder energie-intensieve teelten (zie paragraaf 5.4.2) en een 10 procent kleiner areaal aan glastuinbouw (paragraaf 5.4.3). De emissies bij de veeteelt en akkerbouw dalen naar verwachting tussen 2020 en 2030 met 1 megaton CO_2-equivalenten, met name door minder kunstmestgebruik (door hogere prijzen, paragraaf 5.4.5 en een kleinere veestapel, paragraaf 5.4.6).

In deze KEV worden voor het eerst de netto-emissies van landgebruik meegeteld bij het nationale totaal. Deze netto-emissies komen naar verwachting in 2030 uit op 3,7 [3,2-4,2] megaton CO_2-equivalenten, een daling van 0,5 megaton ten opzichte van 2020 (tabel 3.1a). De daling is het gevolg van minder areaal grasland, beleidsmaatregelen waardoor veen- en moerige gronden minder CO_2 emitteren en een grotere CO_2-vastlegging in de bestaande Nederlandse bossen.

De hiervoor gerapporteerde nationale emissietotalen zijn consistent met de eisen uit de Nederlandse en Europese wet- en regelgeving. De CO_2-emissies uit de verbranding van biomassa ('aan de schoorsteen') zijn geen onderdeel van dit nationale totaal. De CO_2-emissies, die zijn gerelateerd aan de toegepaste biomassa, moeten worden geboekt in de vorm van landgebruiksemissies door de landen waar de biomassa is geoogst. Een verdere toelichting op het gebruik van biomassa en de omvang van de daaraan gerelateerde CO_2-emissies staat in tekstkader 3.2.

Indicatieve restemissiedoelen grotendeels nog niet in zicht met vastgesteld en voorgenomen beleid

Het kabinet heeft de nationale opgave ook naar sectoren verdeeld met een indicatieve restemissie per sector (EZK 2022a; 2022b). Het kabinet geeft daar nadrukkelijk bij aan dat deze verdeling van de emissiereductie over de sectoren niet definitief is maar indicatief, de verdeling kan wijzigen als nieuwe inzichten daar aanleiding toe geven.

In tabel 3.2 vergelijken we de ramingen met het vastgestelde en voorgenomen beleid met de indicatieve restemissies. Alleen de raming voor de elektriciteitssector overlapt in ruime mate met de gegeven indicatieve restemissie. De indicatieve restemissie voor de industrie komt alleen in zicht als de raming voor die sector aan de onderkant zou uitkomen. De indicatieve restemissies voor de andere sectoren komen nog niet in beeld met de raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid. In paragraaf 3.4 gaan we in op de denkbare bijdrage van het geagendeerde beleid aan de nationale klimaatdoelstellingen en de indicatieve restemissies.

Tabel 3.2
Indicatieve restemissies uit het Coalitieakkoord in het licht van de KEV-raming (in megaton CO_2-equivalenten[15]

Sector	1990	Raming 2030	Bandbreedte bij raming 2030	Indicatieve[16] rest-emissies Coalitie-akkoord voor 2030
Elektriciteit	39,6	8 – 13	7 - 21	6,1 – 20,5
Industrie	86,4	41	32 - 47	34,4 – 35,3
Gebouwde omgeving	30,0	18	15 - 21	10,0 – 11,2
Mobiliteit	32,2	28	26 - 31	23,7 – 24,9
Landbouw	33,1	23	21 - 24	18,9
Landgebruik	5,7	3,7	3,2 – 4,2	1,8 -2,7
Totaal [megaton]	227,0	122-128	114 – 139	94,9 – 113,5
Reductie vanaf 1990, [procent]		44%-46%	39% - 50%	50% - 58%

Emissieraming in de KEV 2022 lager dan in de KEV 2021 door hogere energieprijzen en diverse beleidseffecten

De raming in deze KEV valt voor 2030 ruim 4 megaton CO_2-equivalenten lager uit dan de KEV 2021. Die grotere reductie valt te verklaren door met name de hogere veronderstelde energieprijzen in 2030 en diverse beleidseffecten. Deze verwachte ontwikkeling wordt hieronder op hoofdlijnen nader toegelicht en in meer detail in hoofdstuk 5.

In de landbouwsector zijn de effecten van de hogere energieprijzen vooral zichtbaar in de emissieramingen voor de glastuinbouw (reductie van 1,5 megaton ten opzichte van de KEV 2021). Daar leiden de veronderstelde hogere gasprijzen naar verwachting tot minder intensieve teelten met een lagere warmtevraag, minder belichten en een versnelde introductie van led-verlichting. Ook in de akkerbouw en veeteelt komen de emissies voor 2030 in de KEV 2022 lager uit dan in de KEV 2021. Hier leiden de hogere prijzen naar verwachting tot minder kunstmestgebruik en bijbehorende lachgasemissies (-0,5 megaton). Bovendien verwachten we hier een snellere reductie van methaanemissies (-0,2 megaton) door kleinere aantallen varkens (als gevolg van extra beleid en budget in de Rpav-regeling) en een methodewijziging (zie paragraaf 5.4).

De emissies uit de gebouwde omgeving liggen in deze KEV ruim een halve megaton lager ten opzichte van de KEV 2021. Dat komt vooral door een zuiniger stookgedrag vanwege de hoge gasprijzen. De daling wordt enigszins gecompenseerd door een aangepaste methodiek voor de weerscorrectie in de gebouwde omgeving die tot een iets hoger gasverbruik leidt (zie paragraaf 5.3).

In de sector mobiliteit vallen de emissies in deze KEV 2022 ruim een halve megaton lager uit dan in KEV 2021. Door een combinatie van beleid, hoge prijzen en ook een methodewijzing wordt de

[15] Zie tabel 3.1 voor meer uitleg.

[16] De term 'indicatieve restemissie' komt uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (Juni 2021). Restemissies zijn 'indicatief' omdat de verdeling over sectoren nog niet definitief is (EZK 2022b).

instroom van elektrische voertuigen (inclusief bussen) versneld en komt het aantal afgelegde elektrische autokilometers hoger te liggen. Hierdoor dalen de emissies (zie paragraaf 5.6).

De bandbreedte van geraamde emissies in 2030 door de elektriciteitssector ligt in deze KEV 2022 ongeveer een halve megaton lager dan die in de vorige KEV. Dit ondanks een hogere elektriciteitsvraag. Deze grotere emissiedaling in de KEV 2022 is vooral een gevolg van verondersteld extra beleid, met name voor de aanleg van extra windparken op zee rond 2030 (zie paragraaf 5.1).

De bandbreedte van de geraamde emissies door de industrie is in deze KEV 2022 groter dan in de vorige KEV. De raming in de KEV 2021 kwam uit op 34-46 megaton CO_2-equivalenten in 2030; in de KEV 2022 komen we nu uit op een verwachte bandbreedte van 32-47 megaton CO_2-equivalenten voor 2030. De lagere onderkant van de emissiebandbreedte wordt onder andere veroorzaakt door een mogelijk blijvend productieverlies in verband met de hoge energieprijzen. Daarnaast betekenen de hogere ETS-prijzen een grotere kans dat emissies lager uitvallen. Maar ook de onzekerheid aan de bovenkant van de emissies is groter geworden, door toegenomen risico's op uitstel of afstel van emissiereductieprojecten ten gevolge van infrastructuurbeperkingen of het niet-verkrijgen van omgevingsvergunningen (zie paragraaf 5.2).

De raming voor de landgebruiksemissies in 2030 is in deze KEV niet significant anders dan die in de KEV 2022. Er zijn wel diverse aanpassingen gedaan waardoor de emissies bij sommige onderdelen omhoog zijn gegaan en bij andere delen omlaag (zie paragraaf 5.5). Daarbij gaat het om het rekening houden met beleidsmaatregelen bij de uitstoot van bossen en veenweidegebieden (waardoor minder emissies), methodische wijzigingen (minder emissies), en aanpassingen in de landgebruiksraming (meer emissies) (zie paragraaf 5.5).

3.2 CO_2-emissies door het gebruik van biomassa voor energiedoeleinden

In dit tekstkader lichten we de boekhouding van de aan biomassagerelateerde CO_2-emissies nader toe en geven we de voor Nederland relevante emissiecijfers.

Biomassagebruik voor energiedoeleinden

Er zijn verschillende vormen en bronnen, verwerkingstechnieken en toepassingen van biomassa[17] (ook wel biogrondstoffen genoemd; Strengers & Elzenga 2020). We gaan hier alleen in op toepassingen van biomassa voor energiedoeleinden; dat is inclusief biobrandstoffen (vloeibaar dan wel gasvormig). Alle sectoren gebruiken biomassa als energiebron.

Inzet duurzame biomassa kan bijdrage leveren aan bereiken klimaatdoelen

Over de rol en de bijdrage van duurzame biomassa aan klimaatdoelen verschillen de meningen in Nederland en daarbuiten (zie argumentenkaart in Strengers & Elzenga 2020). Het vorige en ook het huidige kabinet geven aan dat ze het gebruik van duurzame biomassa noodzakelijk achten om de klimaatdoelen op de lange termijn te realiseren (IenW 2020). Zowel in Nederland (EZK 2022c; SER 2020) als in Europa (EC 2021a) wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een duurzaamheidskader en

[17] Biomassa is organisch materiaal. De Europese richtlijn voor Hernieuwbare Energie (RVO 2017; EC 2018b) definieert biomassa als: 'De biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en restanten van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw, de visserij- en aquacultuursector en aanverwante bedrijfstakken en ook de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval.'

duurzaamheidscriteria. Bij duurzame biomassa gaat het er, bijvoorbeeld, om dat de oogst en de hergroei in de landbouw en bossen in evenwicht zijn. In het duurzaamheidskader wordt niet alleen rekening gehouden met klimaatdoelen maar bijvoorbeeld ook met de gezondheidseffecten door emissies van luchtverontreinigende stoffen als gevolg van biomassaverbranding.

Boekhouding biomassa en de daaraan gerelateerde CO_2-emissies

Volgens internationale klimaatverdragen moeten de CO_2-emissies die zijn gerelateerd aan de oogst van biomassa worden geboekt in de vorm van landgebruiksemissies[18] door de landen waar de biomassa wordt geoogst. Ze hoeven dus niet te worden meegeteld in de nationale CO_2-boekhouding van het land dat de biomassa gebruikt ('aan de schoorsteen'). Dit om dubbeltelling[19] te voorkomen (zie Pulles et al. 2022 voor discussie rond deze wijze van boekhouden). Het verbranden van (geïmporteerde) biomassa of biobrandstoffen in plaats van fossiele brandstoffen draagt daarom bij aan het halen van binnenlandse klimaatdoelen.

Om de Nederlandse biomassaemissies zichtbaar te maken worden hieronder de emissies 'aan de schoorsteen' gegeven. In de berekening is gebruik gemaakt van emissiefactoren (zie ook RVO 2022) op basis van de *Common Reporting Format (CRF) Table* horend bij de voor het UNFCCC opgestelde *National Inventory Report (NIR)* uit 2021 (RIVM 2022).

CO_2-emissies uit biomassagebruik (aan de schoorsteen) fors gestegen, verwachtingen zijn onzeker

Het gebruik van biomassa voor energiedoeleinden is tussen 2000 en 2020 fors toegenomen. De hieraan gerelateerde CO_2-emissies 'aan de schoorsteen' stegen van 7 megaton CO_2-equivalenten in 2000 tot ruim 19 megaton CO_2-equivalenten in 2020 (figuur 3.3). Dit komt overeen met ongeveer 14 procent van de totale Nederlandse CO_2-uitstoot (en 11 procent van de totale broeikasgasuitstoot) inclusief landgebruik in 2020 (tabel 3.1a). In 2020 kwamen de meeste biomassa-gerelateerde emissies vrij door gebruik bij het meestoken in kolencentrales en als biogeen afval in afvalverbrandingsinstallaties (ruim 11 megaton). Ook huishoudens droegen met bijna 2 megaton CO_2-equivalenten bij aan de biomassa-gerelateerde emissies in 2020.

De verwachting op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid is dat het gebruik van biomassa voor brede energietoepassingen tot 2030 zal afnemen. Verschillende ontwikkelingen spelen daarbij een rol. Zo heeft het integrale duurzaamheidskader (EZK 2022c) onder andere tot gevolg dat er geen nieuwe beschikkingen meer komen van subsidies voor houtige biomassa voor lage-temperatuur-toepassingen.[20] Daarnaast is de verwachting dat de resterende kolencentrales uiterlijk in 2030 sluiten, waardoor ook meestook minder relevant wordt. Ook lijken bedrijven en banken anno 2022 terughoudend te zijn in het ontwikkelen en financieren van nieuwe projecten waarbij biomassa voor energie wordt gebruikt, vanwege het imago van (met name houtige) biomassa en de maatschappelijke discussie. Het is wel de verwachting dat de vraag naar biomassa voor andere energietoepassingen gaat groeien met het oog op de gewenste groei in geavanceerde biobrandstoffen (zoals kerosine), groen gas en hoge-temperatuur-toepassingen in de industrie. Maar die

[18] LULUCF: *Land Use, Land-Use Change and Forestry*, Emissies uit landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw. Zie ook paragraaf 5.5.

[19] Bijvoorbeeld houtpellets uit Canada, die gebruikt worden bij de Nederlandse elektriciteitsproductie, komen niet in de emissiecijfers van Nederland terecht, maar wel in die van Canada als landgebruiksemissies.

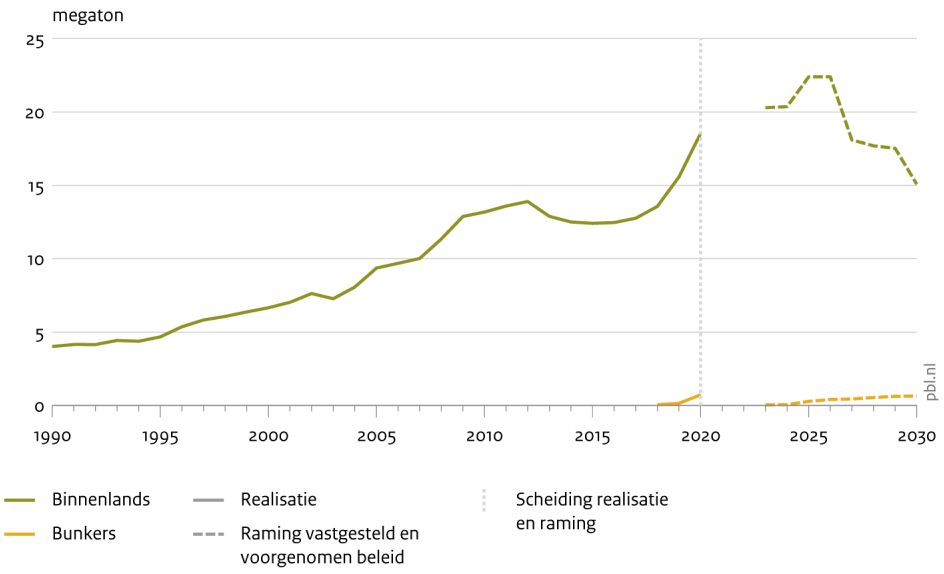
[20] Bestaande beschikkingen voor bij- en meestook lopen nog wel door tot 2028.

ontwikkelingen komen met het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid nog maar beperkt van de grond tot 2030.

Uitgaande van het vastgestelde en voorgenomen beleid zal het aandeel biomassa in de energievoorziening naar verwachting afnemen (zie paragraaf 4.2.5). De verwachting is dat de CO_2-emissies van biomassagebruik voor energietoepassingen zullen dalen naar bijna 16 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De daling wordt vooral veroorzaakt door een reductie van 3,4 megaton CO_2-equivalenten bij de elektriciteitsopwekking. Subsidies voor dergelijke biomassatoepassingen worden afgebouwd, maar gebruik gaat (nog) niet naar nul. Daar staan stijgende emissies in de mobiliteitssector (+1,1 megaton) en landbouw (+0,4 megaton) tegenover. De stijging bij mobiliteit is het gevolg van een stijgende mobiliteit in het algemeen en een uitbreiding van de bijmengverplichting. Verder zijn de CO_2-emissies door bijmenging van biobrandstoffen in bunkerbrandstoffen (lucht- en scheepvaart) onder voorgenomen beleid geraamd op 0,6 megaton CO_2-equivalenten in 2030 (zie ook paragraaf 5.7.2).

Figuur 3.3

CO_2-emissie van biomassa voor energietoepassingen



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

3.2 Nationale broeikasgasemissies door bedrijven in het emissiehandelssysteem

Een belangrijk deel van de totale Nederlandse broeikasgasemissies valt onder het Europese emissiehandelssysteem (ETS). Het gaat daarbij vooral om de elektriciteitsproductie en grote industriële bedrijven. Er zitten ook nog een beperkt aantal ETS-bedrijven in de sectoren glastuinbouw en diensten. Bedrijven hebben in het ETS-systeem te maken met een afname in beschikbare CO_2-emissierechten. De CO_2-prijs van een emissierecht gaat daardoor omhoog, want die wordt bepaald door vraag en aanbod van rechten. De stijgende CO_2-prijs maakt investeren in schone technieken

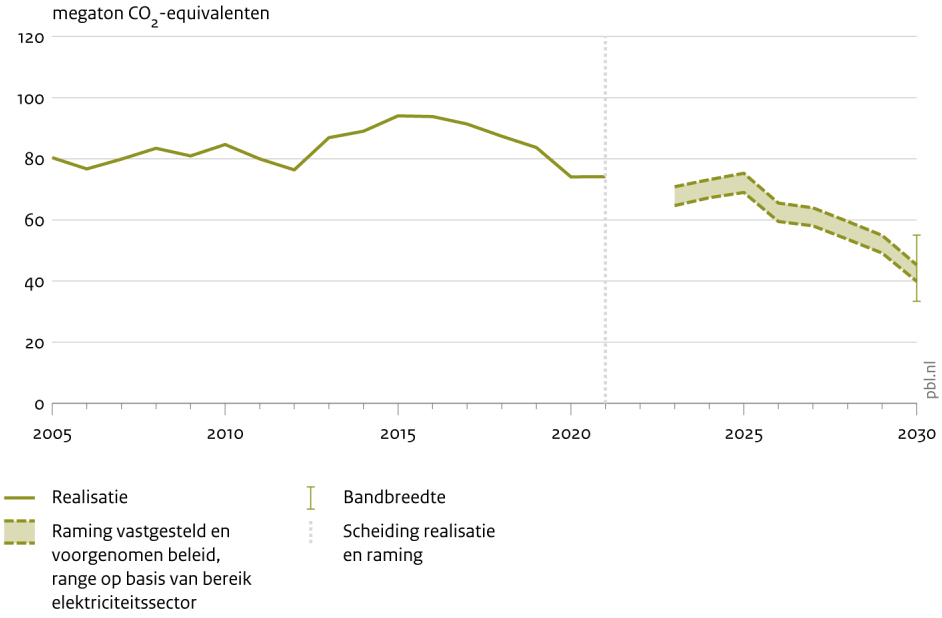
steeds aantrekkelijker. Dat maakt emissiehandel een belangrijk instrument binnen het internationale klimaatbeleid.[21]

CO_2-uitstoot van Nederlandse ETS-bedrijven is de afgelopen jaren gedaald, met name in 2020

Bij de broeikasgasemissies van Nederlandse bedrijven die deelnemen aan het ETS gaat het vrijwel uitsluitend om CO_2. Deze ETS-emissies stegen tussen 2013 en 2015 naar bijna 94 megaton CO_2-equivalenten, en daalden vervolgens tot 74 megaton CO_2-equivalenten in 2020 en 2021 (figuur 3.4). Deze daling in ETS-emissies tot 2021 is vooral veroorzaakt door afnemende emissies in de elektriciteitssector (van 50 megaton in 2015 naar 32 megaton in 2021). Voor deze trend zijn er diverse redenen, met name het toegenomen gebruik van hernieuwbare energie en een lagere elektriciteitsproductie uit kolen. De ETS-emissies uit de Nederlandse industrie lagen op ongeveer 44 megaton CO_2-equivalenten in 2013 en dalen naar 42 megaton CO_2-equivalenten in 2021.

Figuur 3.4

Emissie broeikasgassen door ETS-sectoren



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Richting 2025 en 2030 dalen de ETS-emissies naar verwachting fors

Naar verwachting dalen de ETS-emissies na 2020 verder (figuur 3.4, bijlage 2 tabel 9). Hierbij geven we een bandbreedte vanwege de aanzienlijke onzekerheid over ontwikkelingen in de elektriciteitssector. Met het vastgestelde en voorgenomen beleid komen de ETS-emissies in 2030 naar verwachting uit op 33-55 megaton CO_2-equivalenten, een daling van 19-41 megaton, oftewel 26-55 procent ten opzichte van 2020. Het overgrote deel van deze daling, 11-25 megaton CO_2-equivalenten, komt voor rekening van de elektriciteitssector. De verwachte ETS-emissies van de industrie nemen af van 42 megaton CO_2-equivalenten in 2020 naar 32 [23-37] megaton in 2030.

[21] Zie voor meer details https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/wat-is-emissiehandel.

De raming voor de ETS-emissies in 2030 met alleen het vastgestelde beleid is min of meer hetzelfde als de raming inclusief het voorgenomen beleid. Hierbij spelen wel twee processen een rol, die elkaar min of meer opheffen. Aan de ene kant is er onder voorgenomen beleid een grotere elektriciteitsvraag, wat tot hogere ETS-emissies zou kunnen leiden. Aan de andere kant wordt die mogelijke uitstoot gecompenseerd door extra maatregelen die weer tot lagere emissies leiden in de ETS-sectoren.

De verwachte ETS-uitstoot richting 2030 met vastgesteld en voorgenomen beleid is in de KEV 2022 1,5 megaton CO_2-equivalenten hoger dan die in de KEV 2021. Hierbij zijn de ETS-emissies uit de industrie in de KEV 2022 ruim 2 megaton hoger dan in de KEV 2021, terwijl de emissies uit met name de elektriciteitssector nu wat lager liggen dan in de KEV 2021.

3.3 Nationale broeikasgasemissies van de ESD/ESR-sectoren

In Europa zijn nationale doelen afgesproken voor de broeikasgasemissies die onder de *Effort Sharing Decision* (ESD, periode 2013-2020) en *Effort Sharing Regulation* (ESR, periode 2021-2030) vallen. Het gaat daarbij om alle emissies die buiten het Europese emissiehandelssysteem (ETS) voor de grote industrie en de energiesector vallen (paragraaf 3.2) en niet gerelateerd zijn aan landgebruik. In detail gaat het om emissies die voortkomen uit mobiliteit, vrijwel alle emissies uit de gebouwde omgeving en de landbouw, en emissies uit wat kleinere industrie inclusief afvalverwerking. De emissies uit landgebruik (paragraaf 5.6) vallen niet onder de ESD/ESR. Er is wel een connectie tussen de twee: op basis van de Europese landgebruiksverordening (LULUCF) mogen eventuele landgebruikscredits worden gebruikt om resterende nationale reductieopgaven onder de ESR deels te compenseren (EC 2021b). Omgekeerd, mocht er een beleidstekort worden geconstateerd in de Nederlandse landgebruiksemissies, dan mag dit tekort ook (deels) worden gecompenseerd met aanvullende reducties binnen de Nederlandse ESR-sectoren.

Doelen voor twee periodes: 2013-2020 en 2021-2030

Voor de periode 2013 tot en met 2020 zijn de doelen en regelgeving voor elke Europese lidstaat vastgelegd in de *Effort Sharing Directive* (ESD, EC 2009). Daarin is voor Nederland een emissiereductiepad vastgelegd voor de periode 2013-2020 met een reductiedoel van 16 procent in 2020 ten opzichte van 2005. Voor de periode 2021-2030 staat de emissiereductieopgave in de *Effort Sharing Regulation* (ESR, EC 2018a, 2020). Daarin heeft Nederland nu nog een reductieopgave van 36 procent in 2030 ten opzichte van 2005. Dit komt overeen met een emissieplafond in 2030 van maximaal 82 megaton CO_2-equivalenten. Onder de ESD en ESR gelden er ook cumulatieve doelen waarvoor per periode (2013-2020 en 2021-2030) de jaarlijkse emissieplafonds moeten worden opgeteld (zie EC 2020). Bij de ESR moet Nederland de door de Europese Commissie vastgestelde emissiewaarde voor 2005 van 128,1 megaton CO_2-equivalenten gebruiken (EC 2020b). De 2005-emissiewaarden van de Europese Commissie liggen lager dan de formeel door Nederland zelf gerapporteerde emissiewaarde voor 2005 voor de ESR. Dit heeft onder andere te maken met verschillende aannames die de Europese Commissie heeft gedaan voor boekhoudkundige herallocatie van activiteiten tussen de ETS- en ESD/ESR-sectoren in het verleden en het gebruik van andere modellen.

De Europese Commissie heeft in 2021 voorstellen gedaan voor een aanscherping van de huidige reductiedoelen van de ESR-emissies (EC 2022). Dit als onderdeel van de *Green Deal* en de Europese Klimaatwet. Voor Nederland is het voorstel om de reductieopgave voor 2030 aan te scherpen naar 48

procent. Dat betekent voor 2030 een emissieplafond van 67 megaton CO_2-equivalenten. In tegenstelling tot het huidige lineaire pad van emissieplafonds tussen 2021-2030 is bij het nieuwe voorstel de periode 2021-2030 opgedeeld in 3 tijdvakken (2021-2022; 2023-2025 en 2026-2030). Elk tijdvak heeft daarbij een eigen berekeningswijze en reductiepercentages om tot een jaarlijks emissieplafond te komen (zie EC 2022 voor meer details over de methodiek). Door deze jaarlijkse plafonds vervolgens per tijdvak op te tellen, ontstaat een cumulatieve doelstelling per tijdvak en een totale doelstelling voor de periode 2021-2030.

EU-verplichting voor ESD voor 2013-2020 definitief ruim gehaald

In de periode 2013-2020 daalden de ESD-emissies in Nederland van circa 108 naar 91 megaton CO_2-equivalenten (figuur 3.5, tabellenbijlage 2 tabel 10). Vooral de emissies in de gebouwde omgeving daalden, met ruim 8 megaton CO_2-equivalenten. Ook bij de mobiliteit daalden de emissies met bijna 6 megaton CO_2-equivalenten, waarvan ruim 4 megaton tussen 2019 en 2020, deels als gevolg van COVID-19 (zie paragraaf 5.6).

De emissies voor 2020 zijn in 2022 definitief vastgesteld. Daardoor kan nu ook de EU-verplichting onder de ESD voor de periode 2013-2020 definitief worden vastgesteld. De maximaal toegestane cumulatieve ESD-emissie voor Nederland voor deze periode bedraagt 921 megaton CO_2-equivalenten. Daadwerkelijk komen de cumulatieve ESD-emissies voor die periode uit op 787 megaton CO_2-equivalenten.[22] Hiermee blijven de emissies ruim onder het verplichte cumulatieve emissie-plafond (figuur 3.5).

ESR-emissies dalen tot en met 2030 in alle sectoren

Naar verwachting dalen tussen 2021 en 2030 de geraamde emissies uit de ESR-sectoren met het vastgestelde en voorgenomen beleid met ruim 15 megaton CO_2-equivalenten tot bijna 79 megaton (figuur 3.5). Dit komt door dalende emissies in alle betrokken sectoren (gebouwde omgeving ruim 6 megaton, landbouw bijna 4 megaton, en mobiliteit en de kleine industrie beide rond de 2 megaton), zie hoofdstuk 5 voor meer duiding per sector.

Europese ESR-verplichting van -36 procent voor 2021-2030 naar verwachting ruim binnen bereik

Eind 2020 heeft de Europese Commissie de jaarlijkse emissieruimte voor de lidstaten voor de periode 2021-2030 vastgesteld (EC 2020b). Hiermee komt de maximaal toegestane ESR-emissie in het jaar 2030 neer op bijna 82 megaton CO_2-equivalenten. De bijbehorende cumulatieve emissieruimte voor de periode 2021-2030 voor Nederland komt afgerond uit op 903 megaton CO_2-equivalenten.

Uitgaande van het vastgestelde en voorgenomen beleid komt de verwachte cumulatieve emissie voor 2021-2030 uit op 865 megaton CO_2-equivalenten; dit ligt dan ruim 37 megaton CO_2-equivalenten lager dan de maximaal toegestane emissieruimte.

Deze verwachte cumulatieve emissie ligt in deze KEV bijna 38 megaton CO_2-equivalenten lager dan in de KEV 2021 (zie hierna voor een verklaring). Met alleen het vastgestelde beleid komen de

[22] De emissie van 787 megaton is berekend met de GWP's uit IPCC AR4, dit in tegenstelling tot alle andere emissies in deze KEV). Dit is gedaan omdat het ESD-doel dit zo voorschrijft. In AR5 GWP zou de cumulatieve emissie uitkomen op 797 megaton.

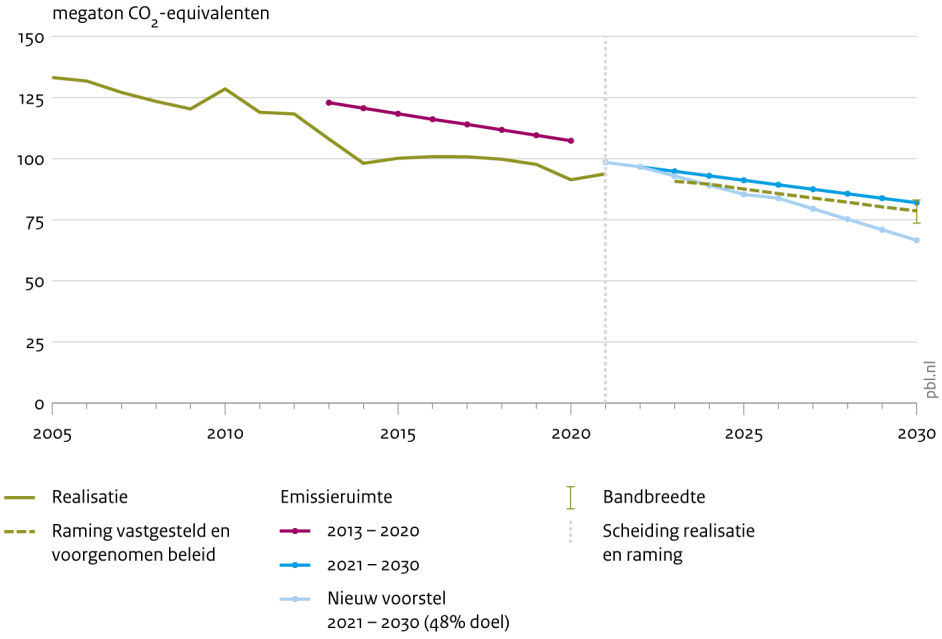
cumulatieve emissies ruim 2 megaton CO_2-equivalenten hoger uit, waardoor het overschot ten opzichte van de maximaal toegestane emissieruimte op 35 megaton uitkomt.

Europees ESR-voorstel van -48 procent voor periode 2021-2030 nog niet binnen bereik

Met het Europese voorstel, om de ESR-opgave aan te scherpen tot 48 procent, komt het emissieplafond in 2030 voor Nederland met de huidige kennis neer op 67 megaton CO_2-equivalenten (ruim 27 megaton minder dan de emissies van 2021). De bijbehorende cumulatieve emissieruimte voor de periode 2021-2030 komt afgerond uit op 839 megaton CO_2-equivalenten. Zoals hiervoor aangegeven komt de verwachte cumulatieve ESR-emissie voor 2021-2030 uit op 865 megaton CO_2-equivalenten, uitgaande van vastgesteld en voorgenomen beleid. Ten opzichte van het voorgestelde aangescherpte doel blijft er dan een beleidsopgave over van circa ruim 26 megaton CO_2-equivalenten. Met alleen vastgesteld beleid liggen de cumulatieve emissies naar verwachting 2 megaton hoger en dan komt de beleidsopgave uit op bijna 29 megaton CO_2-equivalenten.

Figuur 3.5

Emissie broeikasgassen door ESD- en ESR-sectoren



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Daling ESR-emissies tot en met 2030 volgens deze KEV groter, bijdrage door alle sectoren

In deze KEV liggen de broeikasgasemissies in 2030 voor de ESR-sectoren bij elkaar ongeveer 5 megaton CO_2-equivalenten lager dan in de KEV 2021. De cumulatieve ESR-emissies voor de periode 2021-2030 liggen in de KEV 2022 met 865 megaton CO_2-equivalenten bijna 38 megaton lager dan in de KEV 2021. Hogere energieprijzen zoals die nu in de KEV 2022 worden meegenomen zijn hierbij een belangrijke verklaring. Ook extra beleidsmaatregelen hebben een drukkend effect op de emissies.

Met name in de landbouwsector worden nu lagere emissies verwacht dan in de KEV 2021 (in 2030 ruim 2 megaton, cumulatief 19 megaton). Dit komt vooral door een daling van de energiegerelateerde emissies in de glastuinbouw (minder areaal, minder energie-intensieve teelten). Het lagere energieverbruik heeft vooral te maken met hogere energieprijzen, die al meteen vanaf 2021 een

effect hebben. De verwachte extra daling in de akkerbouw en veeteelt (minder kunstmest, minder dieren) ten opzichte van de KEV 2021 is beperkter. Ook bij mobiliteit (die geheel onder de ESR valt) zijn de emissies in de KEV 2022 ruim lager dan in de KEV 2021 (-9 megaton cumulatief). Zo wordt er in deze KEV richting 2030 een snellere instroom verwacht van elektrisch vervoer (en van het aantal gereden kilometers daarmee), zowel in het personenverkeer als bij bestelauto's en bussen (zie details paragraaf 5.6). Wederom spelen hier de hogere energieprijzen een rol, evenals beleid (bijvoorbeeld aangescherpte normeringen). In de kleine industrie en gebouwde omgeving liggen de ESR-emissies in de KEV 2022 ook wat lager dan in de KEV 2021, maar de verschillen zijn kleiner (elk ruim 5 megaton cumulatief). De hogere energieprijzen spelen in deze twee sectoren ook een rol. En bij industrie speelt dat er in de KEV 2022 extra maatregelen meegenomen worden die naar verwachting leiden tot meer emissiereducties onder de ESR (zie paragraaf 5.2). Het gaat dan bijvoorbeeld om de afvang en opslag van CO_2 bij de afvalverbrandingsinstallaties.

Landgebruikscredits kunnen deel van extra ESR-opgave compenseren

Op basis van de huidige Europese regelgeving mogen lidstaten een deel van de ESR-opgave (voor Nederland 26 megaton onder vastgesteld en voorgenomen beleid, zie hiervoor) compenseren met eventuele emissiecredits uit het landgebruik over dezelfde periode (zie paragraaf 5.5, details Vonk et al. 2021; Arets et al. 2022). De omvang van deze landgebruikscredits komt voor Nederland volgens deze KEV-raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid uit op cumulatief bijna 5 megaton CO_2-equivalenten voor 2021-2025 (de eerste commitmentperiode) en bijna 6 megaton CO_2-equivalenten in 2026-2030, kortom bijna 11 megaton in totaal.

In het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie nieuwe rekenregels voor ten aanzien van landgebruik in de tweede periode. Als deze rekenregels zouden gaan gelden, dan zal de omvang van de credits in de tweede commitmentperiode mogelijk dalen naar 3 megaton CO_2-equivalenten. Het totale aantal credits dat Nederland dan mag gebruiken onder de ESR-opgave daalt dan tot 8 megaton CO_2-equivalenten. In aanvulling hierop moet worden opgemerkt dat de LULUCF-doelen en boekhoudregels voor emissies uit het landgebruik vanaf 2023 mogelijk aangepast gaan worden, wat zou kunnen betekenen dat de credits nog lager gaan uitvallen.

Met de landgebruikscredits kan Nederland dus een substantieel deel van de ESR-opgave gaan invullen, indien dat nodig blijkt. Hierbij is het belangrijk te realiseren dat de precieze omvang van deze credits onzeker is en door toekomstige aanpassingen in de boekhoudregels nog kan wijzigen.

3.4 Denkbare effecten van geagendeerd beleid

Inclusief ingeschat geagendeerd beleid is een reductie van broeikasgasemissies denkbaar van 41-52 procent in 2030 ten opzichte van 1990

In aanvulling op de doorgerekende emissie-effecten van vastgesteld en voorgenomen beleid (paragraaf 3.1) geven we in de KEV ook een inschatting van de denkbare emissie-effecten in 2030 van geagendeerd beleid (zie hoofdstuk 1). In de KEV is het geagendeerde beleid onderverdeeld in geagendeerd beleid waarvoor een (kwantitatieve) inschatting kon worden gemaakt, en geagendeerd beleid waarvoor dit nog niet mogelijk bleek. Voor sommige maatregelen bleken er onvoldoende aanknopingspunten te zijn om de effecten van de maatregelen te kunnen inschatten. Tabellen 1.3 en 1.4 in hoofdstuk 1 geven een overzicht van de belangrijke geagendeerde maatregelen met inschattingen en die zonder inschattingen. Meer details zijn te vinden in het KEV-nevenrapport *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten* (PBL 2022). Hierna lichten we eerst op

hoofdlijnen toe welke bijdrage aan de emissiereductie tot en met 2030 denkbaar is van het deel van het geagendeerde beleid waarvan de effecten konden worden ingeschat. Daarna vergelijken we de ramingen inclusief het ingeschatte geagendeerde beleid per sector met de indicatieve restemissies per sector (EZK 2022d). We benoemen vervolgens enkele voorbeelden van belangrijke geagendeerde maatregelen 'met inschatting' en 'zonder inschatting'. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste geagendeerde maatregelen en effectschattingen in meer detail toegelicht.

Wanneer het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een effectschatting kon worden gemaakt in alle sectoren tijdig zou zijn uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de totale broeikasgasemissie in 2030 5 tot 6 megaton CO_2-equivalenten lager uitkomt ten opzichte van de raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid (tabel 3.3). Het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en het deel van het geagendeerde beleid met inschatting is een emissiereductie van broeikasgassen in 2030 van 41 tot 52 procent ten opzichte van 1990. Ten opzichte van het streefdoel van -55 procent, 125 megaton reductie ten opzichte van 1990, blijft er voor 2030 naar verwachting een resterende beleidsopgave over van 6 tot 31 megaton CO_2-equivalenten emissiereductie (3 tot 14 procentpunt).

De relatief grootste emissiereducties door geagendeerd beleid worden verwacht in de industrie en bij de gebouwde omgeving. In de industrie gaat het daarbij om het budget uit het Klimaatfonds dat is gereserveerd voor de maatwerkafspraken met grote uitstoters en de stimulering van de inzet van groene waterstof bij de industrie en raffinage. In de gebouwde omgeving gaat het bijvoorbeeld om de normering van hybride warmtepompen, prestatieafspraken met woningcorporaties na afschaffing van de verhuurderheffing en verduurzaming van maatschappelijk vastgoed. De geagendeerde maatregel 'bijmengverplichting voor groen gas in de gebouwde omgeving' is niet toegekend aan de sector gebouwde omgeving, maar wel meegenomen in de bandbreedte voor het nationale totaal inclusief ingeschat geagendeerd beleid. Groen gas wordt bijgemengd in het aardgasnet en leidt ook tot emissiereductie in andere sectoren. Kleinere bijdragen van het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een effectinschatting kon worden gemaakt, worden verwacht van de sectoren mobiliteit, landgebruik en landbouw. Het gaat dan bijvoorbeeld om maatregelen als de afschaffing van de bpm-vrijstelling voor bestelauto's van ondernemers, de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv), de veenweidestrategieën en de maatregelen uit de bossenstrategie.

Het geagendeerde beleid waarvan de effecten wel zijn ingeschat, leidt in een aantal sectoren tot een extra elektriciteitsvraag. Dit zien we vooral in de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteit. Daardoor nemen de emissies van de elektriciteitssector in 2030 toe ten opzichte van de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid. In de eerste jaren na 2030 zullen de emissies van de elektriciteitssector naar verwachting weer dalen door de verdere toename van windenergie op zee.

Omdat er ook geagendeerd beleid is in de ESR-sectoren (mobiliteit, gebouwde omgeving, landbouw en kleinere industrie inclusief afvalverwerking), is te verwachten dat dit ook een bijdrage kan leveren aan de ESR-restopgave voor Nederland. Deze restopgave is op basis van het concrete vastgestelde en voorgenomen beleid (paragraaf 3.3) geraamd op 26 megaton CO_2-equivalenten. Omdat die ESR-opgave een cumulatieve opgave is voor de periode 2021-2030 zal het daadwerkelijke effect afhangen van hoe snel geagendeerde maatregelen geïmplementeerd kunnen worden.

Met het deel van de geagendeerde maatregelen voor 2030 waarvoor in deze KEV geen effectinschatting kon worden gemaakt, kan richting 2030 en daarna nog een aanvullende emissiereductie worden bereikt. Voorbeelden van geagendeerde maatregelen voor 2030 zonder effectinschatting in

deze KEV zijn het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG), Betalen naar Gebruik (BnG) voor personen- en bestelauto's, aanpassingen aan de energiebelastingen, het samenhangende pakket verduurzaming glastuinbouw en het emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT). Er zijn ook voorbeelden van geagendeerde maatregelen zonder effectinschatting die meer gericht zijn op de periode na 2030. Dat zijn onder andere extra windenergie op zee (17 gigawatt), de bouw van twee nieuwe kerncentrales, het langer openhouden van Borssele en een subsidieregeling voor CO_2-vrije gascentrales.

Tabel 3.3
Raming broeikasgasemissies in 2030, inclusief geagendeerd beleid, in relatie tot indicatieve restemissies uit het Coalitieakkoord (in megaton CO_2-equivalenten)

Sector	Raming vastgesteld en voorgenomen beleid, 2030	Bandbreedte raming vastgesteld en voorgenomen beleid, 2030	Bandbreedte raming, inclusief deel geagendeerd beleid met inschatting, 2030	Indicatieve restemissies, 2030
Elektriciteit	8 - 13	7 - 21	10 - 25	6,1 - 20,5
Industrie	41	32 - 47	28 - 43	34,4 - 35,3
Gebouwde omgeving	18	15 - 21	13 - 19	10,0 - 11,2
Mobiliteit	28	26 - 31	25 - 30	23,7 - 24,9
Landbouw	23	21 - 24	21 - 24	18,9
Landgebruik	3,7	3,0 - 4,2	1,8 - 3,1	1,8 - 2,7
Totaal[1]	122 - 128	114 - 139	108 - 133	94,9 - 113,5
Reductie vanaf 1990	44% - 46%	39% - 50%	41% - 52%	50% - 58%

1 De reductie-effecten van de 'Bijmengverplichting groen gas' zijn alleen meegenomen in het totaal voor de raming inclusief een schatting van de bijdrage van geagendeerd beleid. Deze geagendeerde maatregel kan nog niet worden toegekend aan de gebouwde omgeving.

We gaan hierna per sector kort in op de belangrijkste geagendeerde maatregelen en we vergelijken de sectorale emissieramingen met de indicatieve sectorale restemissies.

Emissies elektriciteitssector gaan omhoog door toename elektriciteitsvraag als gevolg van geagendeerd beleid in andere sectoren, geagendeerd beleid voor de elektriciteitssector zelf richt zich op periode na 2030

Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid in alle sectoren tijdig zou zijn uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de broeikasgasemissie van de elektriciteitssector met 3-5 megaton toeneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid, komt de denkbare emissie van de elektriciteitssector in 2030 uit op 10-25 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.3). Deze denkbare emissiebandbreedte ligt boven de indicatieve restemissie voor de elektriciteitssector (EZK 2022) van 6,1-20,5 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De indicatieve restopgave voor deze sector ligt daarmee in 2030 tussen 0 en 19 megaton.

Het deel van het geagendeerde beleid waarvoor een inschatting is gemaakt, kan er dus toe leiden dat de emissies van de elektriciteitssector in 2030 hoger uitkomen dan volgens de raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid (tabel 3.3, zie paragraaf 5.1.2 voor meer toelichting). De toename richting 2030 komt doordat het ingeschatte geagendeerde beleid in andere sectoren tot een toename leidt van de vraag naar elektriciteit (ordegrootte 13-31 terawattuur). Zo zal de

elektriciteitsvraag van de industrie en gebouwde omgeving toenemen met het geagendeerde beleid voor elektrificatie en waterstofproductie. Verondersteld is dat circa de helft van de extra elektriciteitsvraag binnenlands met extra inzet van gascentrales wordt opgewekt; dit verklaart de toename van de emissies. Het andere deel van de extra gevraagde elektriciteit gaat ten koste van de geraamde export en leidt dus niet tot extra emissies.

Het geagendeerde beleid voor de elektriciteitssector zelf zal in 2030 nog geen effect hebben want is meer gericht op de langere termijn, richting 2040 en later. Het gaat dan om een verdere groei van windenergie op zee, de subsidieregeling CO_2-vrije gascentrales, het langer openhouden van kerncentrale Borssele en de mogelijke bouw van nieuwe kerncentrales. Dit beleid zal dan ook pas na 2030 gaan bijdragen aan een afname van de broeikasgasemissies uit de Nederlandse elektriciteitssector.

In de sector industrie is met geagendeerd beleid 2-6 megaton reductie denkbaar

Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid in de industriesector tijdig zou zijn uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de emissie van de industrie met 2-6 megaton afneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid, komt de denkbare emissie van de industrie in 2030 uit op 28-43 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.3, zie paragraaf 5.2.3 voor meer toelichting). De bandbreedte voor de indicatieve restemissie voor de industrie (EZK 2022), van 34,4-35,3 megaton CO_2-equivalenten in 2030, valt binnen de emissiebandbreedte inclusief het ingeschatte geagendeerde beleid. De indicatieve restopgave voor deze sector in 2030 ligt daarmee tussen 0 en 9 megaton. Met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt, zou een deel van die indicatieve restopgave mogelijk kunnen worden ingevuld.

Het deel van het geagendeerde beleid voor de industrie waarvoor een effectschatting kon worden gemaakt betreft onder andere het budget uit het Klimaatfonds dat is gereserveerd voor de maatwerkafspraken met grote uitstoters en de stimulering van de inzet van groene waterstof bij de industrie en raffinage. De emissiereductie in 2030 ten gevolge van het groenewaterstofbeleid kan echter kleiner worden of zelfs teniet worden gedaan wanneer daardoor geplande CCS-projecten bij de bestaande, aardgasgestookte waterstoffabrieken worden geannuleerd (zie ook paragraaf 5.2.3).

Voor een aantal geagendeerde maatregelen kon geen effectschatting worden gemaakt. Het gaat om maatregelen zoals plannen voor aanpassingen in de energiebelastingen en de Opslag Duurzame Energie (ODE), de *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) en maatregelen die meer circulair materiaalgebruik moeten bevorderen.

In de sector gebouwde omgeving is met geagendeerd beleid 1-3 megaton reductie denkbaar

Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid tijdig wordt uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de emissie van de gebouwde omgeving met 1-3 megaton afneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid komt de denkbare emissie van de gebouwde omgeving in 2030 uit op 13-19 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.3, zie paragraaf 5.3.4 voor meer toelichting). Daarmee is de indicatieve restemissie voor de gebouwde omgeving uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022), van 10,0-11,2 megaton CO_2-equivalenten in 2030, nog niet binnen bereik. De indicatieve restopgave voor deze sector in 2030 ligt tussen 2 en 9 megaton. Met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt, zou een deel van die indicatieve restopgave mogelijk kunnen worden ingevuld.

Het deel van het geagendeerde beleid voor de gebouwde omgeving waarvoor een effectschatting kon worden gemaakt betreft de normering van hybride warmtepompen, de aanvullende prestatie-afspraken met woningcorporaties na afschaffing van de verhuurderheffing en de verduurzaming van utiliteitsgebouwen in het kader van de Europese EED- en EPBD-richtlijnen.

Het effect van de bijmengverplichting voor groen gas wordt geschat op 0-1 megaton reductie in 2030. Dit denkbare effect is niet aan de sector gebouwde omgeving toegerekend, maar wel aan het nationaal totaal. Groen gas wordt bijgemengd in het aardgasnet en leidt ook tot emissiereductie in andere sectoren.

Er zijn ook geagendeerde maatregelen waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt. Het gaat om maatregelen zoals het voorstel voor een emissiehandelssysteem in de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT), de uitfasering van slechte labels door verduurzaming van particuliere huur- en koopwoningen in het kader van de EPBD, een subsidieregeling voor de onrendabele top van warmtenetten, en maatregelen gericht op innovatief en duurzaam bouwen.

In de sector mobiliteit is met geagendeerd beleid 0,6-1,2 megaton reductie denkbaar

Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid tijdig wordt uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de emissie van de mobiliteit met 0,6-1,2 megaton afneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid, komt de denkbare emissie van de mobiliteit in 2030 uit op 25-30 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.3, zie paragraaf 5.6.3 voor meer toelichting). Daarmee zou de indicatieve restemissie voor de mobiliteit (EZK 2022) van 23,7-24,9 megaton CO_2-equivalenten in 2030 nog niet binnen bereik komen. De indicatieve restopgave voor deze sector in 2030 ligt tussen 0 en 6 megaton. Met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt, zou een deel van die indicatieve restopgave mogelijk kunnen worden ingevuld.

Het deel van het geagendeerde beleid voor de sector mobiliteit waarvoor een effectschatting gemaakt kon worden betreft de afschaffing van de bpm-vrijstelling voor bestelauto's van ondernemers, de versnelde uitrol van schoon en emissieloos bouwen (schone (mobiele) werktuigen), een versnelde uitrol van laadinfrastructuur voor logistiek en het stimuleren van nulemissievrachtauto's van 2024-2026. De verhoging van de onbelaste reiskostenvergoeding leidt daarentegen tot een lichte stijging van de geraamde uitstoot in 2030.

Er zijn ook geagendeerde maatregelen waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt. Het gaat om maatregelen zoals de aangekondigde invoering van 'Betalen naar Gebruik' voor personen- en bestelauto's, extra middelen voor vergroening personenvervoer en reisgedrag, het gelijktrekken van de accijnzen op motorbrandstoffen en het door de Europese Commissie aangekondigde emissiehandelssysteem in de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT).

Bij de bunkerbrandstoffen is met geagendeerd beleid ruim 1 megaton reductie denkbaar

De emissies van broeikasgassen die ontstaan door de verbranding van de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen aan de internationale lucht- en scheepvaart, tellen niet mee voor het nationale totaal en de nationale emissiedoelen. Deze emissies bedroegen in 2021 circa 43,8 megaton CO_2-equivalenten. Ook voor bunkerbrandstoffen is er geagendeerd beleid. Bij de luchtvaart is er in 2030 een extra reductie van 1-1,2 megaton CO_2-equivalenten denkbaar door de nationale

bijmengverplichting van 14 procent biobrandstoffen in 2030 en de mogelijke introductie van accijns op kerosine. Bij de zeescheepvaart zou een verplichte toepassing van walstroom in 2030 kunnen leiden tot een emissiereductie van 0,3-0,5 megaton.

Bij de zeescheepvaart kon geen schatting gemaakt worden van het emissie-effect van de Europese voorstellen voor een emissiehandelssysteem voor de scheepvaart, minimumaccijnzen voor bunkerbrandstoffen en eisen voor een lagere koolstofintensiteit van bunkerbrandstoffen in het kader van de herziening van de REDII-richtlijn. Dit type maatregelen heeft een prijsopdrijvend effect op de bunkerbrandstofprijzen waardoor met name schepen mogelijk elders buiten Europa gaan bunkeren.

In de sector landbouw is met geagendeerd beleid 0,1-0,4 megaton reductie denkbaar

Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid tijdig wordt uitgewerkt en geïmplementeerd, dan is het denkbaar dat de emissie van de landbouw met 0,1-0,4 megaton afneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid, komt de denkbare emissie van de landbouw in 2030 uit op 21-24 megaton CO_2-equivalenten in 2030 (tabel 3.3, zie paragrafen 5.4.1, 5.4.4 en 5.4.7 voor meer toelichting). Met afronding zien we in het samengestelde effect het kleine denkbare effect van het deel van het geagendeerde beleid met inschatting dus niet terug. Met het ingeschatte geagendeerde beleid komt de indicatieve restemissie voor de landbouw (EZK 2022) van 18,9 megaton CO_2-equivalenten in 2030 nog niet in beeld. De indicatieve restopgave voor deze sector in 2030 ligt tussen 2 en 5 megaton. Met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt, zou een deel van die indicatieve restopgave mogelijk kunnen worden ingevuld.

De ingeschatte emissie-effecten van het geagendeerde beleid voor de landbouw zijn in deze KEV alleen het gevolg van het geagendeerde beleid in de veehouderij en akkerbouw. Het gaat daarbij om de extra subsidieregeling voor integraal emissiearme stallen met de bijbehorende aanscherping van de normstelling voor ammoniakemissie en om de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv). Beide zijn afkomstig uit de structurele aanpak stikstof.

Er zijn ook geagendeerde maatregelen voor de veehouderij en akkerbouw waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt. Het gaat dan vooral om het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) en bijbehorende Transitiefonds landelijk gebied en natuur, dat is aangekondigd in het Coalitieakkoord. Het NPLG gaat onder meer om de beëindiging van bedrijven en financiële afwaardering van grond, extensivering en een spoor gericht op omschakeling en innovatie. Een kwantitatieve inschatting is op dit moment niet mogelijk omdat deze sterk afhankelijk is van het uiteindelijke budget, de vergoedingen en voorwaarden aan deelname. Wel wordt voor toekomstige beëindigingsregelingen de bereidheid van veehouders om hun bedrijf vrijwillig te beëindigen geïdentificeerd als een beperkende factor. Andere maatregelen waarvoor geen inschatting kon worden gemaakt betreffen het Omschakelprogramma naar duurzame landbouw en het streven naar een volledig grondgebonden melk- en rundveehouderij in 2032 (7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn 2022-2025).

Voor het emissie-effect van geagendeerde maatregelen voor de energie-gerelateerde emissies uit de landbouw, met name bij de glastuinbouw, kon in deze KEV geen inschatting worden gemaakt. Het gaat om maatregelen als de beperking van de vrijstelling voor energiebelasting over de aardgasinzet in warmte-krachtkoppeling en een samenhangend pakket aan maatregelen voor de

verduurzaming van de glastuinbouw. Voor al deze elementen geldt dat er nog te veel onduidelijkheid was over de uitwerking.

In de sector landgebruik is met geagendeerd beleid 0,9-1,4 megaton reductie denkbaar
Wanneer het ingeschatte geagendeerde beleid tijdig wordt uitgewerkt en gerealiseerd, dan is het denkbaar dat de emissie van het landgebruik met 0,9-1,4 megaton afneemt ten opzichte van het vastgestelde en voorgenomen beleid. Met het samengestelde effect van het vastgestelde, voorgenomen en ingeschatte geagendeerde beleid, komt de denkbare emissie van het landgebruik in 2030 uit op 1,8-3,1 megaton CO_2-equivalenten (tabel 3.3, zie paragraaf 5.5.2 voor meer toelichting). Deze emissiebandbreedte met het ingeschatte geagendeerde beleid overlapt grotendeels met de indicatieve restemissie voor het landgebruik (EZK 2022) van 1,8-2,7 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De indicatieve restopgave voor deze sector in 2030 ligt tussen 0 en 1,3 megaton. Met het deel van het geagendeerde beleid waarvoor geen effectschatting kon worden gemaakt, zou een deel van die indicatieve restopgave mogelijk kunnen worden ingevuld.

Het belangrijkste geagendeerde beleid voor het landgebruik waarvan de effecten konden worden ingeschat betreft de maatregelen uit de bossenstrategie (bijvoorbeeld aanplant van nieuwe bossen in en buiten het Natuurnetwerk Nederland, en ander beheer van bestaande bossen), verdere uitwerking van regionale veenweidestrategieën en maatregelen ter bevordering van de koolstofvastlegging in landbouwbodems (via de Ecoregeling, waarbij bedrijven subsidies ontvangen voor gerichte klimaatmaatregelen zoals de toepassing van vanggewassen/groenbemesters en het verhogen van het aandeel rustgewassen ten koste van het aandeel intensieve gewassen).

Er zijn ook geagendeerde maatregelen voor het landgebruik waarvoor geen effectinschatting kon worden gemaakt. Het gaat dan om maatregelen voor de vastlegging van koolstof in landbouwbodems in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid en het National Strategisch programma.

3.5 Indicatief beeld nationale emissies 2030-2040

Indicatief beeld van de emissieontwikkelingen na 2030
Voor de jaren 2030-2040 geven we zoals gezegd een indicatief beeld van de verwachte ontwikkelingen in de broeikasgasemissies, met specifieke aandacht voor de ontwikkelingen binnen de sectoren. Die verwachte ontwikkelingen zijn alleen gebaseerd op de voortzetting van het concrete vastgestelde en voorgenomen beleid per 1 mei 2022. We betrekken hierbij dus niet het geagendeerde beleid (zoals in paragraaf 3.4 beschreven), en lopen ook niet vooruit op nieuw Nederlands beleid en de nieuwe Europese plannen.

Daarmee vormt dit beeld vooral een startpunt voor de verkenning van verdergaande doelen en beleid, en niet zozeer een ‘raming van wat er zou gebeuren als ook alle plannen en toekomstvisies zouden zijn gerealiseerd’. Naast beleid spelen uiteraard ook andere ontwikkelingen een belangrijke rol, zoals ontwikkelingen in exogene factoren (bijvoorbeeld oplopende energie- en CO_2-prijzen) en autonome ontwikkelingen (bijvoorbeeld kostendalingen bij bepaalde technieken). Op de termijn tot 2040 zijn de onzekerheden nog groter dan voor 2030, de belangrijkste lichten we verderop toe. Alhoewel de indicatieve energie- en emissiecijfers voor de jaren 2035 en 2040 wel in de online

tabellenbijlage[23] zijn opgenomen, is deze paragraaf vooral kwalitatief van aard vanwege het indicatieve karakter van deze doorkijk.

Het bestaande vastgestelde en voorgenomen beleid tot en met 2030 omvat nog maar beperkt aanscherpingen of aanpassingen voor na 2030. In het Europese emissiehandelssysteem (ETS) is een voortgaande daling van het aantal beschikbare uitstootrechten voorgeschreven, die tot een stijging van de CO_2-prijs leidt. Een andere aanscherping is die van de Europese CO_2-normering voor nieuwe personen- en bestelauto's, waarbij deze auto's vanaf 2035 helemaal geen CO_2 meer mogen uitstoten. Verder gaan we ervan uit dat de SDE++-regeling na 2030 doorloopt en dat er jaarlijks 3,5 miljard euro beschikbaar blijft voor de stimulering van CO_2-emissiereductie. Maar daarbij is niet verondersteld dat de SDE++ opengesteld wordt voor (nieuwe) technieken die nu (nog) niet voor de SDE++ in aanmerking komen. Afgezien van de sector mobiliteit is er voor de andere ESR-sectoren (kleine industrie, gebouwde omgeving en landbouw) na 2030 weinig concreet vastgesteld of voorgenomen beleid dat voorziet in een verdere aanscherping of aanpassing. Omdat het beleid voor na 2030 nog maar beperkt is ingevuld zullen bepaalde technieken, die een prominente rol spelen in toekomstvisies en plannen van overheid en bedrijven, nog niet of zeer beperkt voorkomen in de doorkijk tot 2040. Voorbeelden zijn de productie van groene waterstof, de toepassing van biomassa-CCS en de productie van synthetische brandstoffen.

Tempo in afname broeikasgasemissies wordt lager tussen 2030 en 2040

Ondanks het grotendeels ontbreken van extra beleidsprikkels blijven in alle sectoren de broeikasgasemissies ook na 2030 wel dalen. De nationale emissies (inclusief landgebruik) dalen van de geraamde 114-139 megaton CO_2-equivalenten in 2030 met het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid in de periode 2030-2040 nog met maximaal enkele tientallen megatonnen. De verwachte daling is na 2030 wel minder groot dan de daling tussen 2020 en 2030. Dat komt vooral door de verwachte geringere daling in de industrie- en elektriciteitssector na 2030, sectoren die tot 2030 juist het grootste deel van de nationale emissiedaling voor hun rekening nemen (zie hierna). Bij de gebouwde omgeving en bij landgebruik is de trendmatige daling na 2030 vergelijkbaar met die tussen 2020 en 2030. In de sector landbouw is de daling na 2030 veel lager dan daarvoor. Alleen in de sector mobiliteit treedt een substantiële versnelling van de daling op.

Emissies van de elektriciteitssector na 2030 in grote lijnen stabiel

De verdere verduurzaming van de elektriciteitsopwekking in Nederland stagneert na 2030 onder het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid, in weerwil van de verder stijgende CO_2-prijzen in het ETS. Dat hangt samen met het ontbreken van ander stimulerend en faciliterend beleid. Zo is er geen verdere uitbreiding van windenergie op zee na 2030 verondersteld (dit is onderdeel van het geagendeerde beleid). Verder zijn er vanaf 2025 geen nieuwe SDE++-beschikkingen voor hernieuwbare elektriciteit, en dat wordt vanaf 2030 zichtbaar in een lichte afname van de hoeveelheid windenergie op land. Afgedankte windturbines worden dan vaak niet meer vervangen. Alleen het aantal zonnepanelen neemt nog toe na 2030. Kostendalingen compenseren hierbij de afbouw van de salderingsregeling. Een onzekere factor is of er na 2030 nog beperkingen zijn voor de groei van zon- en windenergie op land vanwege de beperkingen in de capaciteit van elektriciteitsnetten.

[23] Zie: www.pbl.nl/kev.

De elektriciteitsvraag stijgt wel fors na 2030; de nettogroei is groter dan tussen 2020 en 2030. De stijging komt door elektrificatie in verschillende sectoren, zoals een toename van elektrische voertuigen, van warmtepompen in de gebouwde omgeving en van omzetting van elektriciteit in warmte (power-to-heat) in de industrie. Onder vastgesteld en voorgenomen beleid is de rol van groene waterstof in Nederland tot 2040 nog beperkt, omdat het beleid en de marktomstandigheden nog ontoereikend zijn om groene waterstof rendabel te maken. Het geagendeerde beleid zorgt wel voor een versnelling. In de extra elektriciteitsvraag in Nederland wordt in deze KEV-doorrekening vooral voorzien door minder export van elektriciteit, waardoor de broeikasgasemissies van de elektriciteitssector in Nederland naar verwachting ruwweg stabiel blijven. Bij een elektriciteitsvoorziening met (internationaal) veel meer hernieuwbare energie is het belangrijk dat de vraag voldoende flexibel is en zich kan aanpassen aan het wisselende aanbod. Ook zullen andere opties voor flexibiliteit, zoals opslag in bijvoorbeeld batterijen en goede netwerkverbindingen tussen en binnen landen belangrijk worden. Op dit moment is nog niet duidelijk in hoeverre de markt kan zorgen voor de vereiste flexibiliteit, en in hoeverre daar extra beleid voor nodig is.

Hoogte ETS-prijs bepaalt na 2030 emissiereductie in de industrie, toekomstige beleidskeuzes en innovatie belangrijk

Er is voor de industrie nog niet veel beleid bekend voor na 2030, afgezien van het dalende emissieplafond in het ETS, en een CO_2-heffing die mogelijk doorloopt tot en met 2040. Beide leiden tot een steeds hogere CO_2-prijs. De stijgende CO_2-prijs zet druk op de energie-intensieve industrie om maatregelen te nemen waarmee de broeikasgasemissies in de periode 2030-2040 verder zullen dalen. De onzekerheid rond de ETS-prijs blijft groot: voor 2040 gaan we in het lage prijsscenario uit van 118 euro per ton en in het hoge prijsscenario van 257 euro per ton. Onder andere de lineaire reductiefactor van het ETS-plafond na 2030, andere inrichtingsaspecten van het ETS en marktomstandigheden zijn bepalend voor de prijs.

Waar keuzes met betrekking tot het ETS vooral van belang zijn voor het tempo van de emissiereductie na 2030, zijn andere beleidskeuzes op Europees en nationaal niveau en technologische innovatie bepalend voor de manier waarop de emissiereductie plaatsvindt. Beleid kan bijvoorbeeld sturen richting elektrificatie (al dan niet via groene waterstof) of CCS, en ook de inzet van biomassa is sterk beleidsafhankelijk. Eventuele voortzetting van en het tarief van de CO_2-heffing na 2030 zijn ook belangrijk voor het tempo van de emissiereductie.

Het vastgestelde en voorgenomen Nederlandse beleid na 2030 biedt maar beperkte prikkels voor verdergaande verduurzaming. Het is nog niet duidelijk of en hoe de CO_2-heffing na 2030 wordt voortgezet; aangenomen is dat het tarief na 2030 niet verder oploopt. Dat tarief is na 2030 naar verwachting niet of niet veel hoger dan de ETS-prijs in de middenraming, waardoor de CO_2-heffing dan geen significante prikkel voor emissiereductie biedt. Bij ETS-prijzen in het lage prijsscenario is de prikkel voor emissiereductie, ook in combinatie met de CO_2-heffing, ontoereikend voor de meeste belangrijke additionele reductieopties, terwijl bij ETS-prijzen in het hoge prijsscenario wel forse verdere reducties te verwachten zijn, bijvoorbeeld door extra CCS en verdere elektrificatie. Tijdige aanleg van energie-infrastructuur is randvoorwaardelijk voor veel emissiereductieprojecten, zoals besproken in paragraaf 4.3.

De industriële emissie na 2030 hangt ook af van structuurveranderingen in de industrie. De omvang van de industriële productie na 2030 hangt samen met de mondiale vraag naar producten en de toekomstige concurrentiepositie van de Nederlandse industrie. Door blijvende veranderingen van energie- en transportkosten en andere vestigingsfactoren kan de omvang van bepaalde energie-

intensieve industriesectoren in Nederland krimpen of groeien. De internationale ontwikkelingen zijn ook relevant voor de opschaling van groenewaterstofproductie, biobrandstoffenproductie en CCS in Nederland.

Vastgesteld en voorgenomen beleid leidt niet tot een trendbreuk in de ontwikkeling van emissies uit de gebouwde omgeving, landbouw en landgebruik

Voor de gebouwde omgeving is de verwachting dat de dalende trend in gasverbruik en emissies die tot 2030 zichtbaar is zich ook na 2030 voortzet. Deze trend wordt voornamelijk veroorzaakt door voortgaande klimaatverandering (met warmere winters als gevolg), sloop van woningen en gebouwen, aardgasvrije nieuwbouw en reguliere verbeteringen in de bestaande woning- en gebouwenvoorraad. Het vastgestelde en voorgenomen beleid heeft zowel voor 2030 als na 2030 slechts een beperkt versnellend effect op deze trends. Wetgeving en subsidies voor de aardgasvrije wijkaanpak en normstelling voor verduurzaming van de utiliteitsbouw uit het Klimaatakkoord hebben in de uitvoering vertraging opgelopen. Nieuw nationaal beleid uit het Coalitieakkoord en Europees beleid uit de herziening van de richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) en de energie-efficiëntierichtlijn (EED) moeten nog worden vastgesteld en geïmplementeerd. Zonder dat dit aanvullende geagendeerde beleid concreet uitgewerkt wordt zal de verduurzaming van de bestaande bouw niet versnellen.

Voor de sectoren landbouw en landgebruik geldt een vergelijkbare conclusie. Met alleen het vastgestelde en voorgenomen beleid zullen de broeikasgasemissies tot 2040 slechts licht dalen. De CO_2-emissies uit gasverbruik door de glastuinbouw nemen iets af door het volledig uitfaseren van gasketels, terwijl aardgas-WKK-installaties naar verwachting blijven standhouden, en mogelijk zelfs kunnen toenemen in de periode 2030-2040. Dat komt dan door de veronderstelde situatie op de energiemarkt en doordat de gecombineerde opwekking van elektriciteit, warmte en CO_2 voor plantbemesting goed aansluit bij de behoeftes van de glastuinbouw. De methaanemissies uit de veehouderij dalen door een verwachte hogere melkproductie per koe, gecombineerd met een verdere daling van het aantal stuks melkvee om binnen de sectorplafonds voor mestproductie te blijven. De lachgasemissies dalen door afname van het (kunst)mestgebruik vanwege een kleiner landbouwareaal. Ook bij landgebruik is de verwachting dat de netto-emissies na 2030 verder zullen dalen. Net als in de periode tot 2030 is dit het effect van een afnemend areaal landbouwgrond, een toenemend areaal grasland dat koolstof vastlegt en een autonome afname van het areaal veen- en moerassige gronden. Daarnaast beginnen nieuwe bossen, bijvoorbeeld aangeplant in het kader van het Klimaatakkoord, richting 2040 ook substantieel CO_2 vast te leggen. De verwachte emissie door landgebruik is onzeker omdat het beleid voor 2030 en daarna nog nauwelijks is uitgewerkt.

Daling emissies in de sector mobiliteit gaat verder door toename elektrische auto's

De uitstoot van broeikasgassen door de sector mobiliteit neemt na 2030 naar verwachting verder af. Voor 2040 wordt een uitstoot geraamd van circa 20 megaton CO_2-equivalenten, terwijl de raming voor 2030 circa 28 megaton bedraagt. De belangrijkste reden voor die daling is de verdere instroom van elektrische auto's in het wagenpark die na 2030 doorzet. Tot 2030 stijgt het marktaandeel van elektrische auto's in de nieuwverkopen relatief snel, maar blijft het aandeel in het totale wagenpark nog bescheiden (circa 16 procent). Na 2030 neemt dit aandeel snel toe onder invloed van de aangekondigde Europese CO_2-norm die voorschrijft dat alle nieuwe personen- en bestelauto's vanaf 2035 emissievrij moeten zijn 'aan de uitlaat'. Als gevolg daarvan bestaat in 2040 ruim de helft van het personen- en bestelautopark uit elektrische auto's. Omdat nieuwe auto's op jaarbasis meer kilometers maken dan oude auto's en alle nieuwe auto's vanaf 2035 elektrisch zijn,

is hun aandeel in het totale kilometrage groter dan in het wagenpark. Bij huidig beleid is circa twee derde van alle personen- en bestelautokilometers elektrisch in 2040.

Bij deze doorkijk naar 2040 is verondersteld dat de laadinfrastructuur meegroeit met de verkoop van elektrische auto's en geen remmende factor is. Al is dit wel onzeker voor de periode na 2030 (paragraaf 5.6), wat een effect zou kunnen hebben op het tempo waarin het aantal elektrische voertuigen toeneemt.

Voor vrachtauto's ontbreekt het nog aan beleid dat verdere elektrificatie na 2030 stimuleert. Dit geldt ook voor de andere vervoerswijzen, zoals de binnenvaart, het goederenvervoer per spoor en de mobiele werktuigen. Het tempo van emissiedaling tussen 2030 en 2040 gaat bij huidig beleid dan ook aanzienlijk minder snel bij die vervoerswijzen dan bij de personen- en bestelauto's.

De jaarverplichting voor hernieuwbare energie in het vervoer geldt momenteel tot en met het jaar 2030 (zie paragraaf 5.6). Voor de periode daarna is nog niets besloten. In de doorkijk naar 2040 is verondersteld dat de jaarverplichting op het niveau blijft van het jaar 2030. Dit is een aanname die is gedaan ten behoeve van de berekeningen. Het beleid voor de periode na 2030 moet nog worden uitgewerkt. Door de groei van het aantal elektrische auto's wordt in de ramingen na 2030 een steeds groter deel van deze veronderstelde jaarverplichting ingevuld met elektrisch vervoer (oftewel met hernieuwbare elektriciteit). Dat maakt dat de geraamde inzet van biobrandstoffen in de mobiliteitssector tot 2040 snel afneemt en dat de daling van de uitstoot van broeikasgassen wat minder snel gaat dan bij gelijkblijvende (of toenemende) inzet van biobrandstoffen of andere hernieuwbare brandstoffen. Overigens is een dalende inzet van biobrandstoffen in het wegtransport in lijn met de adviezen uit het duurzaamheidskader van de SER (2020) voor de inzet van biogrondstoffen.

Emissies door lucht- en scheepvaartbunkers gaan na 2030 licht dalen

De uitstoot van broeikasgassen uit de in Nederland gebunkerde brandstoffen voor de internationale luchtvaart daalt bij huidig beleid tussen 2030 en 2040 van 11 naar circa 9 megaton CO_2-equivalenten. Deze afname is hoofdzakelijk het gevolg van de oplopende Europese verplichting om in de luchtvaart hernieuwbare energie in te zetten. Het verplichte aandeel hernieuwbaar neemt toe van 5 procent in 2030 naar 32 procent in 2040 aldus de nieuwe plannen van de Europese Commissie uit het *ReFuelEU Aviation*-pakket. Deze plannen worden in paragraaf 5.7 toegelicht. Het energiegebruik van de internationale luchtvaart groeit naar verwachting tussen 2030 en 2040 als gevolg van de verwachte toename van het aantal passagiers. Maar de uitstoot van broeikasgassen neemt dus af omdat een steeds groter deel van het energiegebruik van hernieuwbare oorsprong moet zijn.

De uitstoot van broeikasgassen uit de in Nederland gebunkerde brandstoffen door de internationale scheepvaart blijft bij huidig beleid ongeveer stabiel tussen 2030 en 2040. In deze raming zijn de nieuwe Europese plannen voor de verduurzaming van de scheepvaart uit het *FuelEU Maritime*-pakket en het voorstel om de zeescheepvaart op te nemen in het Europese ETS niet meegenomen. Deze plannen zijn in deze KEV onder het geagendeerde beleid geschaard en zijn daarmee alleen onderzocht op hun effecten in 2030.



Hoofdstuk 4

4 Nationale ontwikkelingen in energie

Belangrijkste bevindingen

- De toename in het finaal energieverbruik door elektrificatie van mobiliteit, verwarming van gebouwen en industriële processen wordt meer dan gecompenseerd door de daarmee gepaard gaande daling van het fossiele energieverbruik.
- De doelen voor energiebesparing in het kader van de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED) worden niet gehaald en nieuwe Europese voorstellen betekenen een forse extra opgave.
- De onzekerheden bij de elektriciteitsproductie zijn te groot om hiervoor een betekenisvolle puntwaarde te kunnen geven. Op de lange termijn zijn meerdere scenario's denkbaar voor de opwekkingscapaciteit in het buitenland en de brandstof- en CO_2-prijzen. Die bepalen in hoge mate de netto-import of -export van elektriciteit, en daarmee de Nederlandse productie. Naar verwachting wordt Nederland structureel netto-exporteur.
- De toename in het gebruik van hernieuwbare warmte is te laag om de doelstelling uit artikel 23 van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (RED) te halen. Het aandeel hernieuwbare energie nadert de indicatieve doelstelling, maar de toename van hernieuwbare warmte en transportbrandstoffen blijft achter bij de stijging van hernieuwbare elektriciteit.
- Gas- en lng-import en tijdelijke ondergrondse gasopslag spelen een steeds belangrijkere rol in de Nederlandse gasvoorziening.
- De energie-infrastructuur werpt in toenemende mate belemmeringen op, vooral voor de elektriciteitsproductie.

In dit hoofdstuk beschrijven we de ontwikkelingen in het energieverbruik op nationaal niveau. Energieverbruik en energiebesparing komen aan de orde in paragraaf 4.1. Paragraaf 4.2 gaat over het energieaanbod, en paragraaf 4.3 gaat in op de energie-infrastructuur.

4.1 Energieverbruik

4.1.1 Het energieverbruik door eindverbruikers

Het energieverbruik door eindverbruikers betreft het verbruik binnen de sectoren gebouwde omgeving, nijverheid, landbouw en mobiliteit.[24] De nijverheid omvat het grootste deel van de industrie. Industriële activiteiten in de energiesector, zoals raffinaderijen, vallen voor het overgrote deel niet onder het finaal energieverbruik. Mobiliteit heeft in deze context betrekking op binnenlands vervoer; de internationale lucht- en scheepvaart vallen erbuiten. Het finaal energieverbruik bestaat uit het energieverbruik voor warmte, het elektriciteitsverbruik en het verbruik van transportbrandstoffen. In deze paragraaf gaan we in op de ontwikkeling van het nationale energieverbruik op hoofdlijnen, als optelling van de sectortotalen. De specifieke ontwikkelingen binnen de eindverbruikssectoren komen aan de orde in hoofdstuk 5.

De meeste energie wordt gebruikt voor warmte

In 2020 bedroeg het finaal energieverbruik 1.750 petajoule. Meer dan de helft daarvan bestond uit energieverbruik voor warmte. Bijna een kwart van het verbruik betrof motorbrandstofverbruik en iets meer dan een vijfde elektriciteitsverbruik.

Finaal energieverbruik laat dalende trend zien

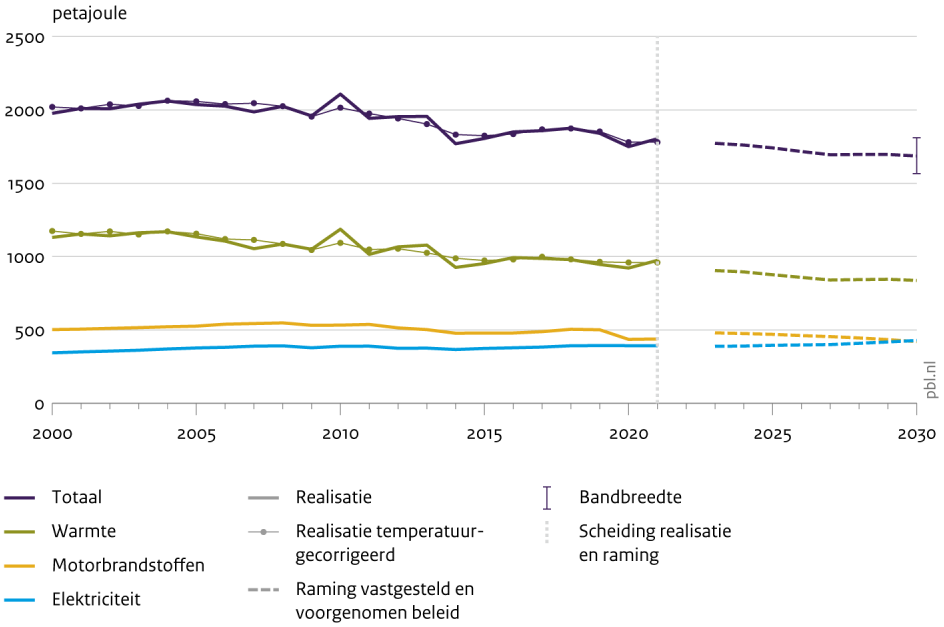
Het finaal energieverbruik is tussen 2005 en 2015 relatief sterk gedaald. Het verbruik voor warmte daalde in deze periode met 16 procent het sterkst, dat van motorbrandstoffen met 9 procent iets minder en het elektriciteitsverbruik veranderde nauwelijks (zie figuur 4.1). Tussen 2015 en 2018 leidde de aantrekkende economie tot een stijging van het verbruik, maar in 2020 daalde het weer sterk door de coronacrisis.

Het finaal energieverbruik wordt beïnvloed door drie onderliggende ontwikkelingen. Als eerste door toe- of afnemende activiteitenniveaus (volume-effecten, bijvoorbeeld samenhangend met economische groei of bevolkingsgroei). De tweede ontwikkeling betreft verschuivingen tussen subsectoren of deelactiviteiten (structuureffecten, zoals een verschuiving naar producten waarvan het productieproces minder energie-intensief is, of een verschuiving naar andere vervoermiddelen). De derde ontwikkeling bestaat uit verbeteringen van de energie-efficiëntie (energiebesparing: hetzelfde doen met minder energie). Dat het finaal energieverbruik ten opzichte van 2000 is gedaald terwijl de economie en de bevolking zijn gegroeid maakt duidelijk dat structuureffecten en energiebesparing samen de toename van activiteiten meer dan hebben gecompenseerd. In hoofdstuk 5 gaan we in op de ontwikkelingen per sector.

[24] Het verbruik door eindverbruikssectoren wordt het finaal energetisch verbruik genoemd (voor de leesbaarheid spreken we in deze paragraaf verder over finaal energieverbruik). Het verbruik door eindverbruikssectoren en energiebedrijven zoals elektriciteitscentrales en raffinaderijen wordt het primair verbruik genoemd.

Figuur 4.1

Finaal energetisch verbruik per verbruikstype



Bron: CBS, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Daling van het finaal energieverbruik zet in gematigd tempo door

Bij voorgenomen beleid zal de dalende trend, gerekend vanaf 2010, voor het finaal energieverbruik naar verwachting doorzetten in een wat lager tempo, naar rond de 1.690 petajoule in 2030. Het elektriciteitsverbruik stijgt weliswaar, maar het effect van energiebesparing bij mobiliteit is per saldo groter. Het verbruik van elektriciteit stijgt bij een overstap van auto's met een verbrandingsmotor naar elektrische auto's minder dan het motorbrandstofverbruik daalt. Het verschil tussen vastgesteld beleid en vastgesteld inclusief voorgenomen beleid blijft beperkt tot ongeveer 14 petajoule. Dit komt doordat het voorgenomen beleid slechts weinig verschilt van het vastgestelde beleid. Binnen de onzekerheidsbandbreedte is het overigens mogelijk dat het verbruik zowel sterker afneemt als stijgt. De grootste onzekerheid daarbij is de omvang van de economische activiteiten.

De geraamde daling van het finaal energieverbruik tot 2030 ten opzichte van 2021 hangt vooral samen met een verdere daling van het energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving van 77 petajoule. Het energieverbruik van de nijverheid ligt in 2030 naar verwachting op ongeveer hetzelfde niveau als in 2021. Het verbruik van motorbrandstoffen zal in 2030 onder vastgesteld en voorgenomen beleid met 18 petajoule zijn gedaald ten opzichte van de – door de coronapandemie relatief lage – waarde in 2021. Door een toename van het verbruik van elektriciteit met 28 petajoule stijgt het verbruik door mobiliteit echter per saldo met 10 petajoule.[25]
Het aandeel van elektriciteit in het finaal energieverbruik stijgt in de raming van 21 procent in 2021 tot 25 procent in 2030. Dit hangt samen met de toenemende elektrificatie van het verbruik in de nijverheid en de mobiliteit. In de gebouwde omgeving is er ook elektrificatie door toepassing van

[25] Ten opzichte van 2019, waarin het effect van de coronapandemie nog geen rol speelde, is de daling van het motorbrandstoffenverbruik ruim 80 petajoule, en de totale daling van de energievraag van mobiliteit ruim 50 petajoule.

elektrische warmtepompen voor verwarming, maar tegenover de extra elektriciteit die nodig is voor warmtepompen staat besparing op het overige elektriciteitsverbruik door efficiëntere apparaten, waardoor per saldo het totaal finaal elektriciteitsverbruik in de gebouwde omgeving in 2030 naar verwachting zelfs iets zal zijn gedaald.

Het totaal finaal verbruik in 2030 komt in deze KEV 37 petajoule (2,2 procent) lager uit dan in de KEV 2021, met name door een lager geraamd verbruik van warmte en motorbrandstoffen.

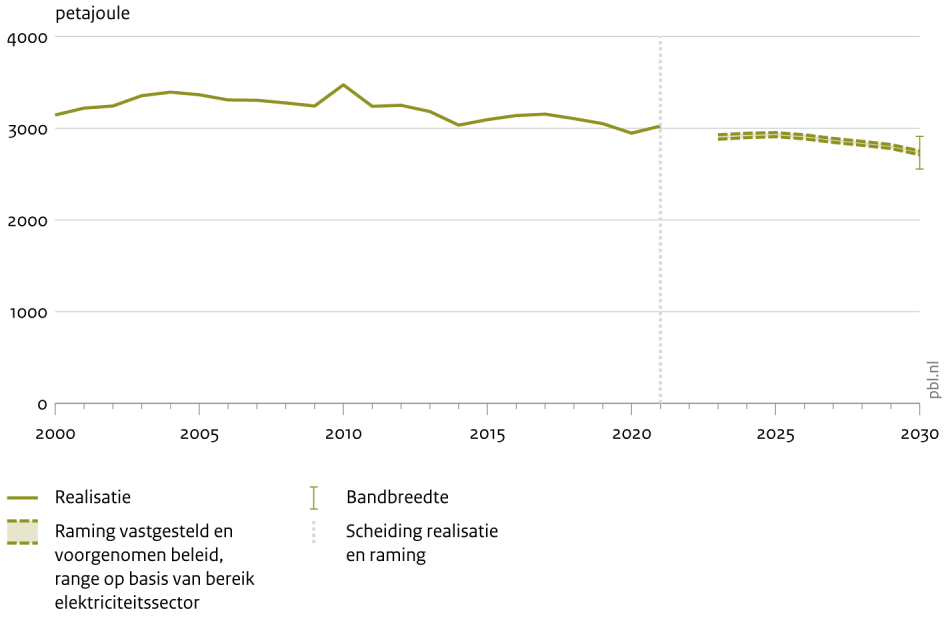
4.1.2 Primair energieverbruik en de energiemix

Aardgasverbruik daalt, olieverbruik stabiel

Het primair energieverbruik – inclusief het gebruik van energiedragers als grondstof – vertoont sinds 2005 een licht dalende trend. Dat verbruik daalde van 3.394 petajoule in 2004 naar 3.024 petajoule in 2021 (figuur 4.2). De grootste absolute verandering sinds 2000 is te zien bij het aardgasverbruik, dat afnam van 1.476 petajoule in 2000 naar 1.256 petajoule in 2021 (figuur 4.3). Dit komt vooral door de afname van het finaal energieverbruik voor warmte. Olie en olieproducten blijven, met een relatieve bijdrage van 36 procent in 2021, een belangrijke energiedrager. Olie en olieproducten worden vooral gebruikt in de sector mobiliteit en als grondstof voor de petrochemische industrie.

Figuur 4.2

Primair energieverbruik



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

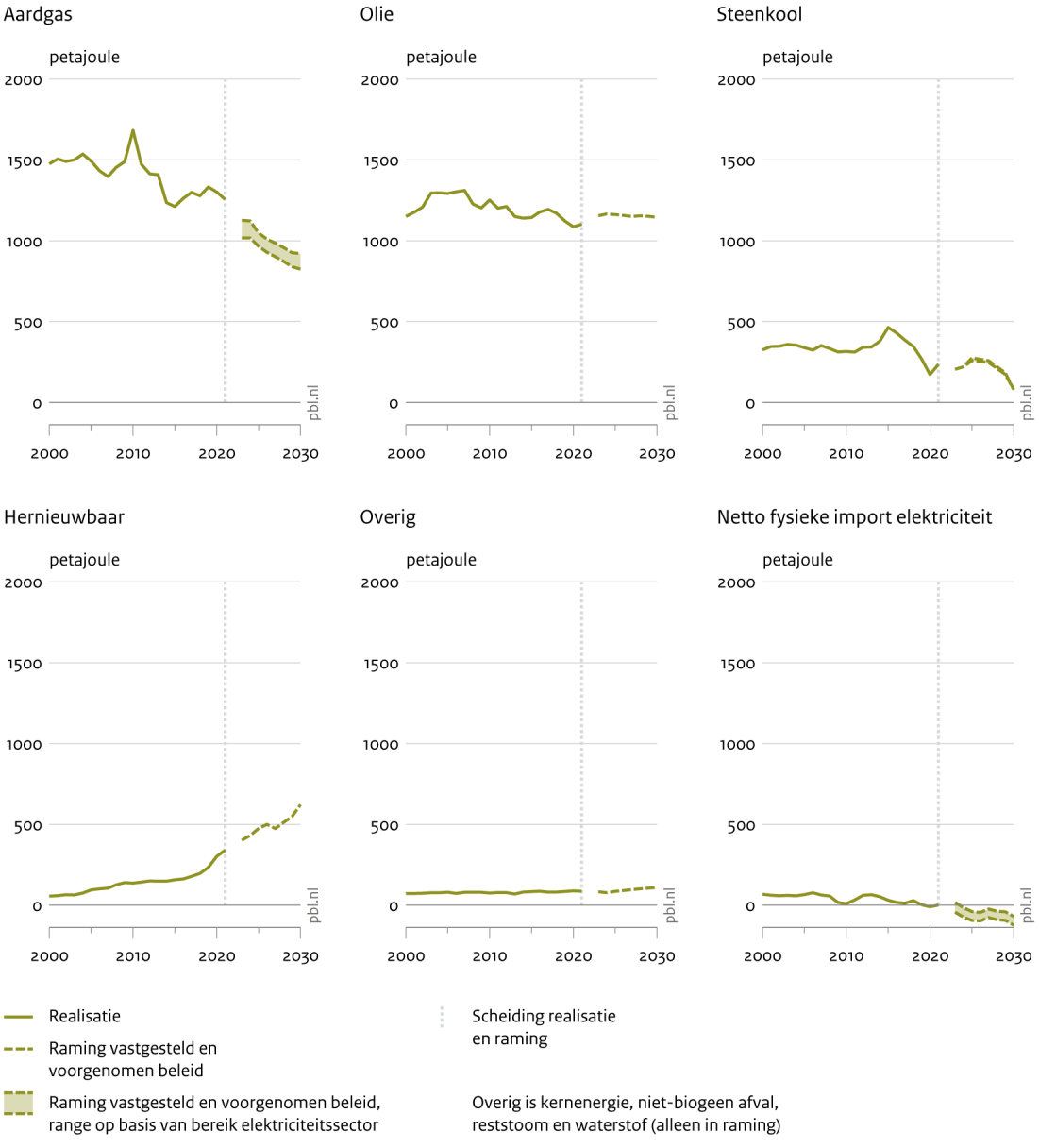
Verbruik hernieuwbare energie passeert het steenkoolverbruik

Het kolenverbruik is na de ingebruikname van drie nieuwe kolencentrales tussen 2013 en 2015 met ruim een derde gestegen, en daarna flink gedaald, tot 235 petajoule in 2021. De eerste fase van deze daling was een gevolg van de sluiting van vijf oudere kolencentrales. Daarna speelde de verslechterde concurrentiepositie van de kolencentrales ten opzichte van de gascentrales een rol (zie ook paragraaf 4.2.1 voor ontwikkelingen in 2021), en (vooral vanaf 2020) de toename van het meestoken van biomassa en het tijdelijk stilliggen van de kolencentrale Onyx op de Maasvlakte

door een storing. Het verbruik van hernieuwbare energiebronnen is sinds 2000 toegenomen met een factor 6. Met een primair verbruik van 341 petajoule in 2021 heeft hernieuwbare energie sinds 2020 een groter aandeel in de gehele energievoorziening dan steenkool . Ook het primair verbruik voor hernieuwbare elektriciteitsproductie is sinds 2020 groter dan de koleninzet voor elektriciteits-productie.

Figuur 4.3

Primair energieverbruik per energiebron



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

In de komende jaren daalt het primair energieverbruik verder

Bij voorgenomen beleid zal het primair energieverbruik in de komende jaren naar verwachting verder dalen, naar 2.711 tot 2.753 petajoule in 2030 (figuur 4.2). Voor 2030 geven we geen puntwaarde maar een bereik vanwege de grote onzekerheden in de elektriciteitssector (zie paragraaf 4.2.1). Het primair energieverbruik daalt door een afname van het aardgas- en steenkoolverbruik (respectievelijk door onder andere besparingsbeleid in de gebouwde omgeving en het stoppen van elektriciteitsproductie met steenkool in 2030) en de toename van hernieuwbare energie. Wat hier meespeelt, is dat de conventionele elektriciteitsproductie (en daarmee de conversieverliezen) afneemt door de toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon en wind.[26] De toename van elektriciteit uit wind en zon levert daardoor een belangrijke bijdrage aan de daling van het primair energieverbruik.

Aardgasverbruik neemt verder af, steenkoolverbruik voor elektriciteitsopwekking stopt in 2030, verbruik hernieuwbare energie blijft toenemen

Tot 2030 zijn er enkele belangrijke verschuivingen in de energievoorziening, maar desondanks blijven olie en aardgas de energievoorziening in de raming domineren (figuur 4.3). Wel daalt het aardgasverbruik in het komende decennium naar verwachting verder naar 825 tot 920 petajoule in 2030. Dit komt omdat het finaal gebruik voor warmte in de verschillende sectoren en in de industrie bij de inzet voor elektriciteitsproductie met warmte-krachtkoppeling blijven afnemen.

Door het productieplafond voor kolencentrales (zie paragraaf 4.2.1) en de hoge CO_2-prijs in het Europese emissiehandelssysteem (ETS) zal het kolenverbruik in de raming de komende jaren lager uitvallen dan in 2019, maar hoger dan in 2020. In 2020 was de inzet van kolen voor elektriciteitsopwekking extra laag door de zeer lage aardgasprijs. Ook de meestook van biomassa zal het kolenverbruik in de komende jaren drukken. Het kolenverbruik zal in 2030 in de raming sterk afnemen, omdat er met ingang van dat jaar geen elektriciteit meer mag worden opgewekt met behulp van steenkool. Wat aan steenkoolverbruik overblijft (3 procent van het primair verbruik), komt voor het grootste deel op het conto van de staalindustrie.

Het verbruik van olie neemt bij het voorgenomen beleid ten opzichte van 2021 in de eerste jaren toe, en blijft dan tot 2030 ongeveer gelijk. Zoals beschreven in paragraaf 5.6, neemt het verbruik van olieproducten in de sector mobiliteit af, terwijl het verbruikssaldo van olie in raffinaderijen en het gebruik van olie als grondstof in de chemie toenemen. De bijdrage van hernieuwbare bronnen in de energiemix zal in de komende jaren sterk stijgen, vooral door de toename van hernieuwbare elektriciteit (zie paragraaf 4.2.5).

Het totaal primair verbruik[27] in 2030 is in deze KEV ongeveer hetzelfde als in de KEV 2021.

---

[26] Dit komt doordat, in overeenstemming met internationale conventies, de productie van elektriciteit uit wind, zon en waterkracht niet gepaard gaat met conversieverliezen, terwijl er wel conversieverliezen zijn bij de productie van elektriciteit uit aardgas en steenkool.

[27] De hier gehanteerde definitie van primair verbruik wijkt af van de definitie die wordt gebruikt voor de doelen van de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED) (zie paragraaf 4.1.3).

4.1.3 Energieverbruiksdoelen

Voor Nederland zijn er doelen voor het energieverbruik (artikel 3) en energiebesparing (artikel 7) afgesproken in het kader van de in 2018 herziene Europese energie-efficiëntierichtlijn (*Energy Efficiency Directive* [EED]). In de KEV rapporteren we voor Nederland over de verwachte effecten op energieverbruik of energiebesparing volgens deze richtlijn. De verwachte realisatie van deze doelen is op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid berekend; voor alleen het vastgestelde of het geagendeerde beleid zijn geen effecten op energieverbruik of energiebesparing ingeschat.

In de KEV gaan we ook beknopt in op de voorstellen voor aangescherpte doelen in de nieuwe Europese regelgeving volgens *Fit for* 55 en *REPowerEU* waarover momenteel wordt onderhandeld. In het voorstel van de Europese Commissie voor een aangepaste energie-efficiëntierichtlijn corresponderen de artikelen 4 en 8 met de huidige artikelen 3 en 7. We ontlenen de informatie over de aangescherpte doelen aan Menkveld et al. (2022).

Voorstellen voor aanscherping artikel 3 van de Europese energie-efficiëntierichtlijn vergroten de beleidsopgave voor energiebesparing

De EU-lidstaten moeten volgens artikel 3 van de Europese efficiëntierichtlijn (EED) indicatieve streefwaarden voor hun nationale energieverbruik in 2030 vaststellen. Opgeteld moeten deze verbruiken voldoende zijn om in 2030 op Europees niveau 32,5 procent minder energie te gebruiken ten opzichte van de door Primes[28] voor 2030 geraamde verbruiken in de referentiescenario's uit 2007. Voor artikel 3 gelden de definities van Eurostat voor het energieverbruik van voor de wijziging in 2019[29] (Eurostat-definitie 'Europe 2020-2030'), omdat de doelen ook op basis daarvan vastgesteld zijn. Nederland streeft – volgens deze EED-definitie – naar een primair energieverbruik van 1.950 petajoule in 2030. Het bijhorende finaal energieverbruik bedraagt 1.837 petajoule in 2030 (EZK 2019a).

Het primair energieverbruik in 2030 voor artikel 3 ligt in deze KEV in het bereik tussen 2.219 en 2.261 petajoule, met een bandbreedte van 2.061 tot 2.416 petajoule.[30] Op basis van het doorgerekende vastgestelde en voorgenomen beleid in de KEV haalt Nederland de streefcijfers voor primair energieverbruik dus niet. Het finaal energieverbruik komt in 2030 uit op 1.850 [1.729-1.974] petajoule. Hierbij lijkt de streefwaarde mogelijk wel binnen bereik. Zowel het primair[31] als finaal energieverbruik voor artikel 3 ligt lager dan in de KEV 2021, onder andere door lagere vervoersvolumes in de luchtvaart en een lager energieverbruik in de glastuinbouw.

De voorstellen in het *Fit for* 55-pakket (EC 2021) en *REPowerEU* (EC 2022) van de Europese Commissie omvatten aanscherpingen van de huidige EED-doelen, en een aangepaste definitie van het finaal

[28] Primes is het energiemodel dat ten behoeve van de Europese Unie wordt gebruikt, bijvoorbeeld om referentiewaarden voor beleidsdoelen vast te stellen.

[29] Een belangrijk verschil is dat in de oude definitie de door warmtepompen geconsumeerde omgevingswarmte niet telt als verbruik, terwijl die in de nieuwe definitie wel telt als verbruik.

[30] Omdat er voor de elektriciteitsproductie en netto-import van elektriciteit geen puntwaarde is, is die ook niet te geven voor het primair verbruik.

[31] Conform de Eurostat-definitie voor de EED (exclusief niet-energetisch gebruik, inclusief luchtvaart), in tegenstelling tot de CBS-definitie in paragraaf 4.1.2.

verbruik.[32] Volgens het voorstel uit *Fit for* 55 zou voor Nederland voor het finaal verbruik een streefwaarde gelden van 1.650 petajoule. Wanneer de bijdragen van lidstaten op dezelfde manier zouden worden bepaald, zou de streefwaarde voor Nederland volgens *REPowerEU* op 1.580 petajoule uitkomen. Door de nieuwe definitie van finaal verbruik zou het finaal verbruik uit de KEV 2022 in de puntwaarde voor 2030 ongeveer 45 petajoule lager uitkomen. Voor primair energieverbruik zou volgens *Fit for* 55 een streefwaarde gelden van 2.006 petajoule, en volgens *REPowerEU* 1.923 petajoule. Onduidelijk is nog of en hoe in de streefwaarden rekening zal worden gehouden met maatregelen voor emissiereductie die een opwaarts effect kunnen hebben op het energieverbruik, zoals CO_2-afvang en -opslag (CCS) en de productie en inzet van groene waterstof. Desondanks is wel duidelijk dat de nieuwe voorstellen per saldo de beleidsopgave voor energiebesparing flink vergroten.

Minder energiebesparing meegeteld voor artikel 7 van de Europese energie-efficiëntierichtlijn door hoge CO_2-prijs in het Europese emissiehandelssysteem en energieprijzen

Artikel 7 verplicht Nederland tot 924 petajoule energiebesparing, cumulatief voor de periode 2021-2030. Alleen besparingen die toe te schrijven zijn aan Nederlands beleid – dus extra ten opzichte van autonome ontwikkelingen en Europees beleid – tellen mee voor dit artikel. Cumulatief betekent dat het om de over de jaren heen opgetelde besparingen gaat, rekening houdend met de levensduur van besparingen. Dit leidt ertoe dat de besparing die meetelt voor de doelstelling groter is naarmate een maatregel eerder in de periode wordt toegepast.

Tabel 4.1
Bandbreedte mogelijke bijdrage per sector aan de doelstelling voor artikel 7 van de EED in de periode 2021-2030

Sector	Petajoule (cumulatief voor de periode 2021 tot en met 2030)
Huishoudens	229-343
Diensten	266-323
Industrie	74-243
Verkeer en vervoer	61-100
Landbouw	0-27
Totaal	721-939

Bij het in deze KEV doorgerekende beleid – waarin niet het geagendeerde beleid is opgenomen – is de energiebesparing die meetelt voor artikel 7 waarschijnlijk niet toereikend om de doelstelling van 924 petajoule voor de periode 2021-2030 te halen. De bandbreedte van de verwachte energiebesparing is 721 tot 939 petajoule (tabel 4.1), en daarmee valt de doelstelling net binnen de band-

[32] De nieuwe definitie laat bij de hoogovens de totale omzettingsverliezen bij de omzetting van cokes en kolen in hoogovengas buiten beschouwing, evenals het eigen verbruik van hoogovengas voor ondervuring. Het verbruik van omgevingswarmte door warmtepompen wordt niet en het energieverbruik door internationale luchtvaart juist wel meegeteld. Dit is in de huidige definitie ook al het geval.

breedte. Deze besparing zou dan nog wel op basis van monitoringsgegevens moeten kunnen worden aangetoond.[33]

De totale op te voeren EED-besparingen bij de raming voor vastgesteld en voorgenomen beleid liggen per saldo duidelijk lager dan in de KEV 2021 (dat was 814 tot 994 petajoule). Dat komt niet doordat de totale energiebesparing lager is, maar doordat een kleiner deel van de verwachte besparingen meetelt voor de Europese energie-efficiëntierichtlijn. Dit speelt vooral een rol in de industrie. In de KEV 2021 zorgden de nationale CO_2-heffing en de SDE++-subsidie voor een forse extra besparingsprikkel boven op de prikkel die uitging van de CO_2-prijs binnen het Europese emissiehandelssysteem. Dat leidde onder meer tot extra besparingen door elektrificatie van de warmtevraag. Die besparingen zijn er in de huidige KEV nog steeds, maar de CO_2-prijs in het Europese emissiehandelssysteem (ETS) en de energieprijzen zijn zo hoog dat deze al voldoende zijn om deze besparingen te realiseren. De CO_2-heffing en de SDE++ bieden dus nauwelijks nog een aanvullende prikkel ten opzichte van autonome ontwikkelingen en Europees beleid (zie paragraaf 5.2.1). Daardoor kan van de besparing in de industrie veel minder meegeteld worden voor het artikel 7-doel. Hiertegenover staan wel wat extra besparingen door de nieuwe energiebesparingsplicht voor ETS-bedrijven en vergunningplichtige bedrijven, maar die zijn onvoldoende om deze negatieve effecten te compenseren.

Er zijn ook sectoren met wat hogere cumulatieve besparingen dan in de KEV 2021, zoals de gebouwde omgeving. Nadere analyse lijkt erop te wijzen dat hier een iets groter deel van de besparingen door bijvoorbeeld warmtepompen aan nationaal beleid kan worden toegewezen dan in de KEV 2021.

In het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie voor om in een herziening van de EED het verplichte doel van artikel 7 voor Nederland te verhogen. Uit berekeningen van TNO blijkt dat de doelstelling voor Nederland een cumulatieve besparing van 1.292 petajoule bedraagt. Dat is een extra opgave van 368 petajoule boven op het huidige doel (Menkveld et al. 2022). Daarnaast stelt het voorstel van de Commissie scherpere eisen aan het meetellen van besparingen voor de doelstelling. Zo mogen met ingang van 2024 energiebesparing op directe verbranding van fossiele brandstoffen en energiebesparing door beleid dat niet primair op energiebesparing gericht is niet meer meetellen. In de onderhandelingen tussen de Europese Commissie en de lidstaten over het *Fit for* 55-voorstel voor herziening van de EED wordt gesproken over uitzonderingen op de strengere voorwaarden aan beleid waarvan de besparingseffecten mogen meetellen voor artikel 8 van de Europese energie-efficiëntierichtlijn. Daardoor is nu ook nog niet goed vast te stellen welk deel van de voor deze KEV berekende besparingen komt te vervallen als het voorstel van kracht wordt. Alleen al de aanscherping van het doel zal extra energiebesparingsbeleid noodzakelijk maken, en het eventueel niet meetellen van besparingen zal deze noodzaak alleen maar vergroten.

[33] Nederland kan er – bijvoorbeeld vanwege de uitvoeringskosten en administratieve lasten bij de monitoring – voor kiezen om bij de monitoring niet van alle beleidsmaatregelen de besparingen op te voeren voor de doelstelling. In dat geval vallen de besparingen die Nederland aan de Europese Commissie rapporteert lager uit dan de hier vermelde maximaal op te voeren besparingen. Ook zal de Europese Commissie de door Nederland opgevoerde besparingen moeten goedkeuren.

4.2 Energievoorziening

4.2.1 Elektriciteitsvoorziening

Vanaf 2030 geen inzet van kolen meer in de elektriciteitsopwekking

Na jaren van afname is de beschikbare conventionele kolencapaciteit in 2021 toegenomen ten opzichte van 2020 omdat de Onyxcentrale op de Maasvlakte, die gedurende 2020 een groot deel van het jaar buiten bedrijf was, in 2021 weer beschikbaar was. In de analyses voor deze KEV is aangenomen dat de beperking van de elektriciteitsopwekking met kolen nog vastgesteld beleid is.[34] In juni 2022 heeft de minister van EZK echter aangegeven dat deze beperking zal worden losgelaten vanwege de aardgascrisis als gevolg van de Russische inval in Oekraïne (zie ook tekstkader 5.1; deze beleidswijziging is namelijk van na de peildatum voor vastgesteld en voorgenomen beleid). Op de langere termijn neemt het kolenvermogen af met het verbod op kolenstook in Nederland (de Amercentrale sluit in 2025 en de Rotterdamcentrale, de Eemshavencentrale en de Onyxcentrale in 2030).

Sterke toename wind- en zonvermogen

Het wind- en zonvermogen neemt sterk toe onder vastgesteld en voorgenomen beleid (figuur 4.4). Daarnaast neemt de flexibiliteit uit andere bronnen toe, zoals bij de vraag naar elektriciteit voor elektrische voertuigen of voor warmte in de industrie en door opslag in batterijen. Het centrale gasgestookte vermogen was in 2021 ruim 12 gigawatt; dit blijft ruwweg gelijk tot 2030. De mate waarin het gasvermogen zich ontwikkelt is echter wel onzeker, omdat dit ook zal afhangen van de ontwikkeling van de capaciteit in de rest van Europa.

In 2021 sterke afname van de elektriciteitsproductie uit gas

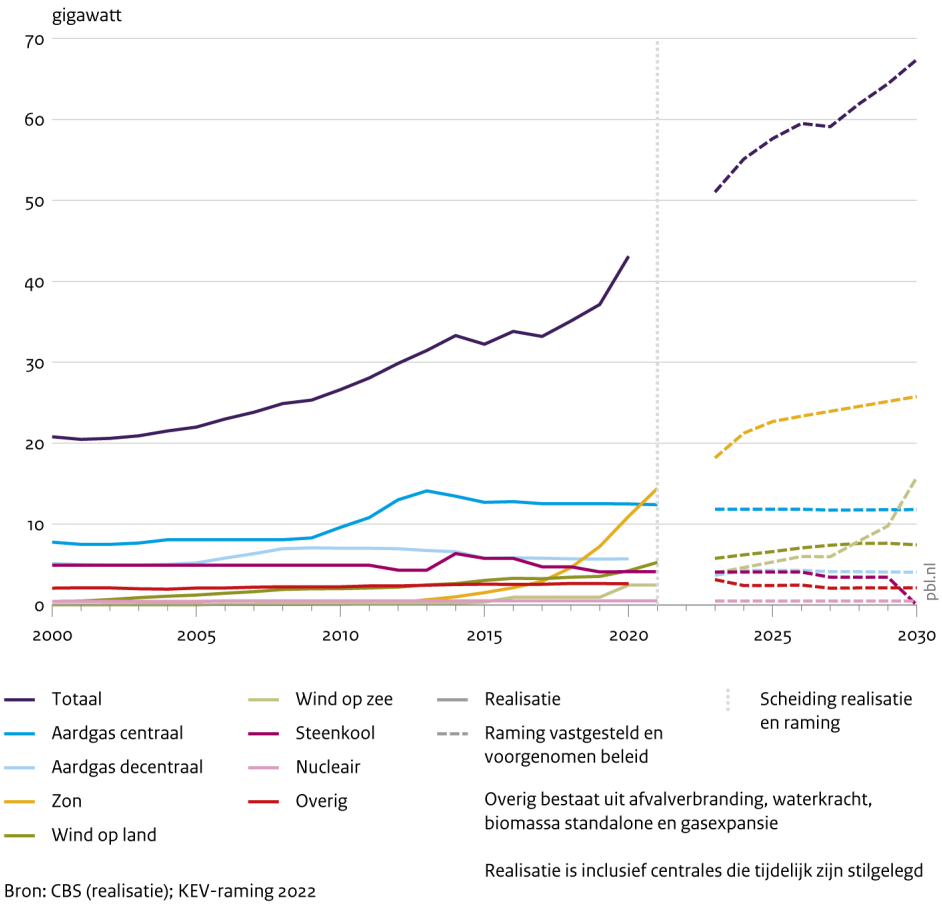
De totale elektriciteitsproductie nam in 2021 af met 2 terawattuur, ondanks een beperkte toename van de vraag met 0,6 terawattuur ten opzichte van 2020. De import en export van elektriciteit waren in Nederland in 2021 zo goed als in balans, terwijl er in 2020 nog een netto-export was van 2,7 terawattuur. Een belangrijke reden voor de exportafname was de forse daling – met 16 terawattuur – van de productie van gascentrales ten opzichte van 2020 vanwege de sterke stijging van de gasprijzen in 2021. Hierdoor werd het goedkoper om elektriciteit uit kolen te produceren. Dit zien we ook terug in de sterke stijging van de elektriciteitsopwekking uit steenkool met 7 terawattuur ten opzichte van 2020. In 2020 zagen we juist een toename van aardgas in de elektriciteitsopwekking en een sterke afname van de productie uit steenkool. Dit illustreert hoe gevoelig de Nederlandse elektriciteitsopwekking is voor ontwikkelingen in de brandstof- en CO_2-prijzen, omdat de Nederlandse elektriciteitsmarkt sterk verbonden is met de andere markten in Noordwest-Europa.

De lagere productie van elektriciteit uit fossiele bronnen is voor een deel opgevangen door de groei van hernieuwbare energie. De windproductie nam toe met 2,6 terawattuur, een beperkte toename gegeven de gestegen capaciteit van windturbines op zee, wat verklaard kan worden doordat 2021 een relatief matig windjaar was. De productie van elektriciteit met zonne-energie nam in 2021 toe met 2,6 terawattuur.

[34] Van 2022 tot en met 2024 mogen de kolencentrales in Nederland maximaal 35 procent van hun capaciteit gebruiken om elektriciteit uit kolen te produceren.

Figuur 4.4

Opgesteld elektrisch vermogen



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

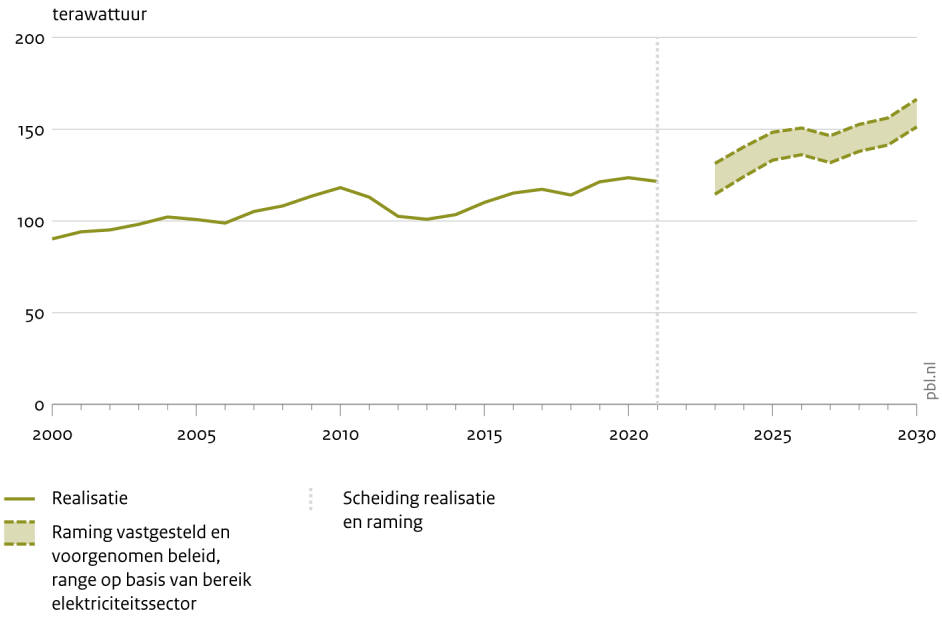
Raming elektriciteitsproductie kent niet één specifiek meest waarschijnlijk scenario

Voor de elektriciteitssector zijn er meerdere mogelijke toekomstige ontwikkelingen denkbaar, waarbij er niet één specifiek scenario is dat het meest waarschijnlijk is. Een reden hiervoor is de grote onzekerheid in de ontwikkeling van de vraag naar en het aanbod van elektriciteit in het buitenland (zie ook hoofdstuk 2). Daarnaast is de ontwikkeling van de brandstof- en CO_2-prijzen onzeker; wijzigingen in de relatieve prijzen (ook op de korte termijn) kunnen een forse impact hebben op de marktpositie van de Nederlandse kolen- en gascentrales en daarmee op de import en export van elektriciteit. Bovendien hebben incidentele ontwikkelingen, zoals sterk stijgende prijzen door de oorlog in Oekraïne, de uitval van centrales zoals de huidige lage beschikbaarheid van kerncentrales in Frankrijk, en de invloed van het weer op waterkracht en elektriciteit uit wind- en zonne-energie, eveneens een grote impact op de handel in elektriciteit tussen landen, en daarmee op de elektriciteitsopwekking in Nederland.

Om deze redenen laten we in de KEV geen puntwaarde zien voor de ontwikkeling van de elektriciteitsproductie, maar geven we slechts een bereik aan dat gebaseerd is op mogelijke toekomstige ontwikkelingen in het buitenland en in de brandstof- en CO_2-prijzen (figuur 4.5).[35]

Figuur 4.5

Elektriciteitsproductie



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

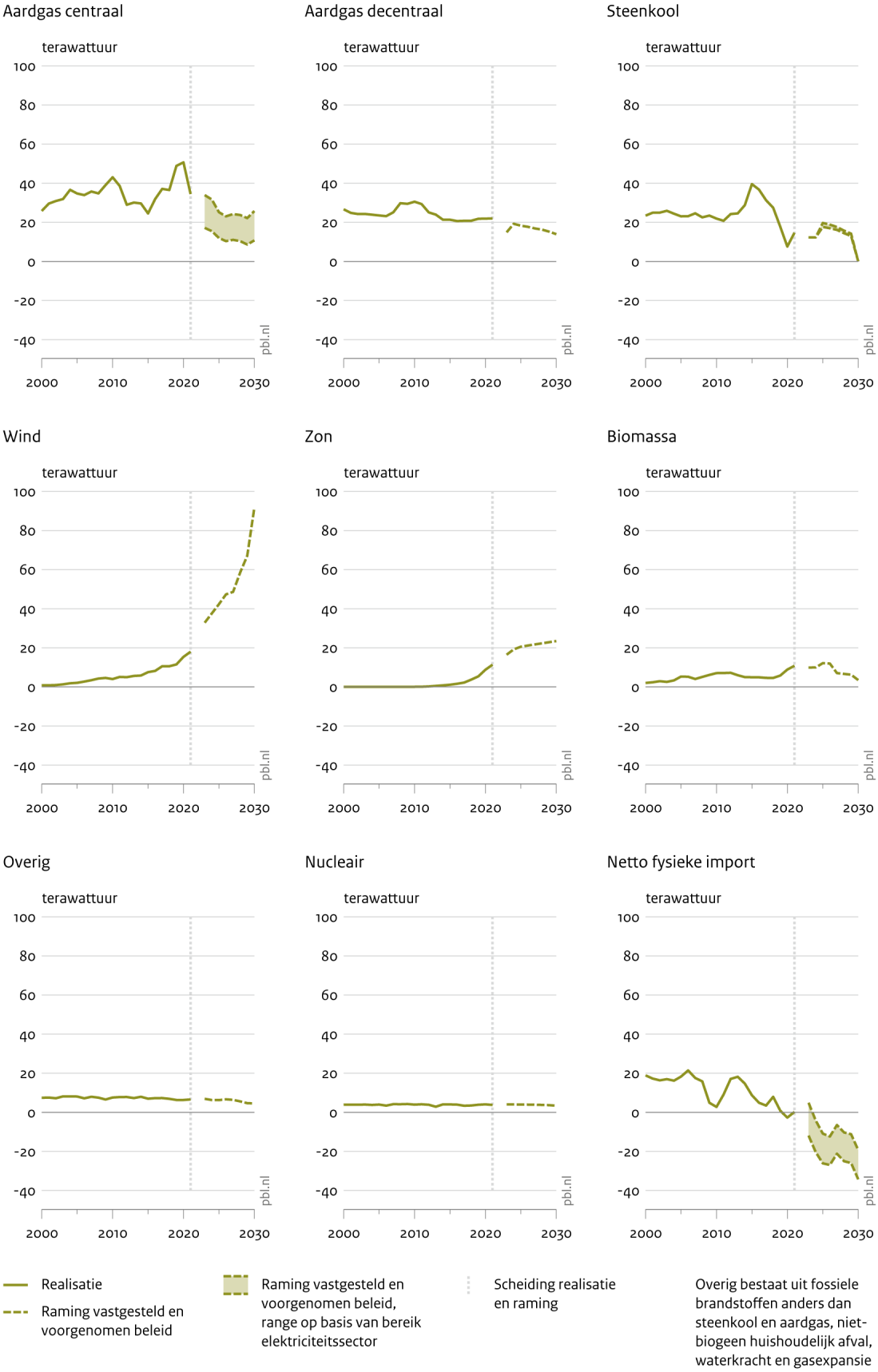
Afname van elektriciteitsopwekking uit kolen en gas is op de lange termijn robuust

Ondanks de onzekerheid over de toekomstige elektriciteitsproductie zijn er wel enkele trends aan te wijzen. Een eerste trend is dat de opwekking van elektriciteit uit kolen en gas op de lange termijn over de hele bandbreedte afneemt (figuur 4.6). De belangrijkste redenen voor deze dalende trend zijn het verbod op kolen in de elektriciteitsproductie in 2030 en de toename van hernieuwbare elektriciteitsopwekking in zowel Nederland als andere landen. Daarnaast stijgt de transportcapaciteit tussen Nederland en omliggende landen (interconnectie), waardoor er meer ruimte is voor de uitwisseling van elektriciteit tussen landen. Dit leidt ertoe dat er in een land minder conventionele productie nodig is om periodes met een lage hernieuwbare productie op te vangen, omdat deze periodes en de vraagpieken niet in alle verbonden landen tegelijk vallen. De geraamde toename van de hernieuwbare elektriciteitsopwekking leidt ertoe dat in 2025 rond de 55 procent en in 2030 rond de 76 procent van het Nederlandse elektriciteitsverbruik wordt opgewekt uit hernieuwbare energie in Nederland.

[35] Naast de onzekerheid over de ontwikkelingen in het buitenland en de brandstof- en CO_2-prijzen, zijn er ook onzekerheden binnen Nederland over bijvoorbeeld de elektriciteitsvraag of het aanbod van elektriciteit uit zon en wind. Dit heeft ook effect op de elektriciteitsproductie in Nederland. Deze onzekerheden worden meegenomen in de bandbreedte op basis van de onzekerheidsanalyse voor 2030, die in hoofdstuk 3 en 5 wordt toegelicht.

Figuur 4.6

Elektriciteitsproductie per bron



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

Nederland wordt naar verwachting structureel netto-exporteur

De ontwikkeling van de import en export van elektriciteit in Nederland bij het voorgenomen beleid is op hoofdlijnen vergelijkbaar met die in de vorige edities van de KEV: op de langere termijn zal Nederland naar verwachting op jaarbasis netto-exporteur zijn. Dit komt onder andere doordat in Duitsland en België nucleaire elektriciteitscentrales uit productie worden genomen en in Duitsland ook de capaciteit van steenkool- en bruinkoolcentrales wordt afgebouwd.

In de jaren vanaf 2030 neemt de export toe ten opzichte van de KEV 2021. Dit is onder andere het gevolg van de toename van elektriciteitsproductie uit wind op zee ten opzichte van de vorige KEV door de stijging van het windvermogen op zee. Ondanks de toenemende interconnectiecapaciteit is het echter onzeker of er voldoende transportcapaciteit is in het hoogspanningsnetwerk op land om de toegenomen export mogelijk te maken. Indien dit niet het geval is, zal dit naar verwachting inhouden dat er elektriciteitsproductie uit wind op zee moet worden afgeschakeld op momenten dat er onvoldoende vraag en transportcapaciteit is.

Hoe de import en export van elektriciteit zich in de komende jaren zullen ontwikkelen is door de oorlog in Oekraïne nog onzekerder dan in andere jaren. Zo is het de vraag in hoeverre in andere landen extra productiecapaciteit beschikbaar zal worden gemaakt om minder gas in te hoeven zetten, zoals kolencentrales en kerncentrales die eerder op nominatie voor sluiting stonden. Het zal ook afhangen van hoe de aanvoer van alternatief aardgas voor het Russische gas zich zal ontwikkelen en daarmee samenhangend de prijs van aardgas. Het opheffen van de beperking van de productie van kolencentrales tot en met 2024 (de beperking was ingevoerd als onderdeel van de Urgenda-maatregelen) zal in deze jaren vermoedelijk ook tot meer netto-export (of minder netto-import) leiden.

Sterke stijging van de elektriciteitsprijs

De gemiddelde elektriciteitsprijs was in 2021 ruim driemaal zo hoog als in 2020, met een gemiddelde *day-ahead*-prijs[36] van 103 euro per megawattuur. Die hoge prijs heeft te maken met de sterke stijging van de gas- en kolenprijzen (zie hoofdstuk 2). De elektriciteitsprijs is begin 2022 na de Russische inval in Oekraïne verder gestegen vanwege de sterke verdere stijging van de gas- en kolenprijzen. Ook in de toekomst wordt de hoogte van de elektriciteitsprijs voor een belangrijk deel bepaald door de brandstof- en CO_2-prijzen. De onzekerheid over de prijsontwikkeling daarvan is dan ook terug te zien in de onzekerheid over de elektriciteitsprijs. Ook het beeld van de afgelopen jaren laat zien dat de prijzen sterk kunnen variëren (zie figuur 4.7).

Verschillende scenario's voor de elektriciteitsprijs

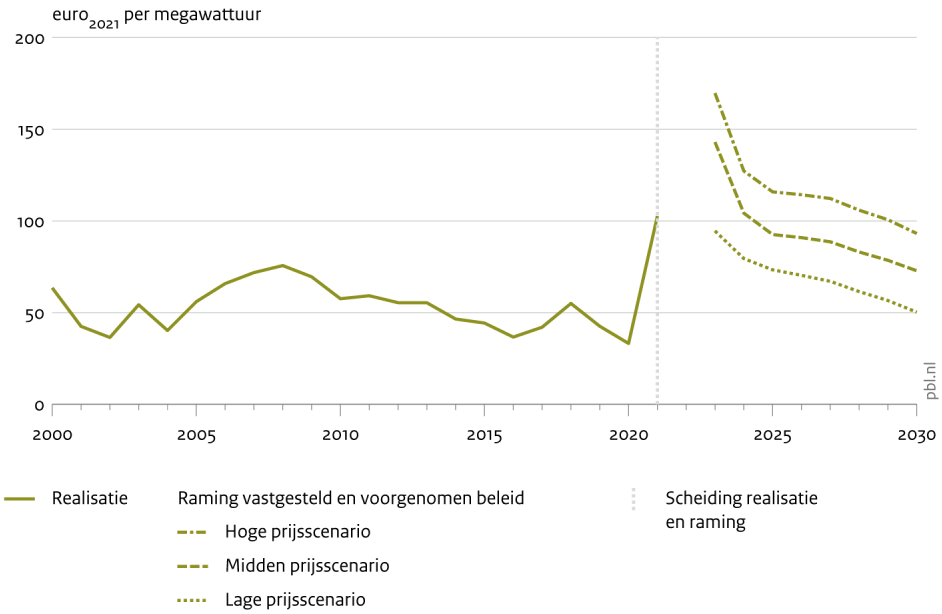
Om de onzekerheid over de toekomstige ontwikkeling van energieprijzen weer te geven, hebben we in deze KEV gekozen voor een drietal prijsscenario's voor brandstoffen en CO_2 (zie hoofdstuk 2). Voor deze prijsscenario's zijn ook elektriciteitsprijzen berekend, waarbij is uitgegaan van de brandstof- en CO_2-prijzen in de scenario's. De aannames over de ontwikkeling van de brandstof- en CO_2-prijzen zijn gebaseerd op cijfers van de Europese Commissie (zie paragraaf 2.1). Deze aannames bepalen in hoge mate de ontwikkeling van de elektriciteitsprijs, andere prijsontwikkelingen voor kolen, gas en CO_2 zullen tot andere elektriciteitsprijzen leiden. In het hoge prijsscenario komt de

[36] Marktprijs voor de levering van energie op de dag volgend op de handelsdag.

elektriciteitsprijs richting 2030 uit op 93 euro per megawattuur. In het lage prijsscenario wordt de elektriciteitsprijs in 2030 50 euro per megawattuur (figuur 4.7).

Figuur 4.7

Jaargemiddelde groothandelsprijs elektriciteit



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

4.2.2 Warmtevoorziening

Deze paragraaf gaat over het energieverbruik voor warmte. Warmte is nodig voor de ruimteverwarming van woningen, gebouwen en kassen en voor processen in de industrie.

De helft van het finaal energieverbruik is voor warmte

Figuur 4.1 liet zien dat ruim de helft van het finaal energieverbruik naar warmte gaat. In 2021 was dat 974 petajoule (960 petajoule klimaatgecorrigeerd) en dit daalt in de raming met voorgenomen beleid naar 838 petajoule in 2030. Dit is berekend als het totaal finaal energieverbruik in de gebouwde omgeving, de industrie en de landbouw minus het finaal elektriciteitsverbruik in die sectoren. Bijna de helft van het finaal energieverbruik voor warmte hoort bij de gebouwde omgeving, ruim 40 procent bij de industrie en 10 procent bij de landbouw (voornamelijk glastuinbouw). Deze verdeling naar sectoren verandert tot 2030 naar verwachting bijna niet.

Grootste deel finaal energieverbruik voor warmte bestaat nog steeds uit aardgas

Het finaal energieverbruik voor warmte bestaat voor het grootste deel uit aardgasverbruik; in 2021 was dat circa 70 procent en het aandeel daalt naar circa 60 procent in 2030. Het gaat dan om het verbranden van aardgas in ketels, maar ook om warmte afkomstig uit warmte-krachtinstallaties. Het finaal aardgasverbruik voor warmte daalt in de raming met voorgenomen beleid van circa 700 petajoule in 2021 naar circa 500 petajoule in 2030 door meer gebruik van hernieuwbare energie en elektriciteit. Het gebruik van overige energiedragers was in 2021 goed voor ongeveer een zesde deel van het finaal energieverbruik voor warmte. Dit betreft restgassen uit aardolie en steenkool, restwarmte die met behulp van warmtepompen in industriële processen wordt opgewaardeerd tot nuttige warmte, en het niet-biogene deel van afval. De bijdrage van deze overige energiedragers

stijgt van 165 petajoule in 2021 naar circa 200 petajoule in 2030. In het finaal energieverbruik voor warmte ontbreekt waterstof, omdat waterstof in de KEV-raming wordt gebruikt als product in industriële processen en niet voor ondervuring.

Groei aandeel hernieuwbare warmte lager dan RED-doelstelling

Het gebruik van hernieuwbare warmte neemt in de raming met voorgenomen beleid toe van circa 88 petajoule in 2021 naar 128 petajoule in 2030. Daarmee stijgt het aandeel hernieuwbare warmte van 8 procent in 2020 en 2021 naar 14 procent in 2030. Dit betreft warmte uit biomassa, geothermie, aquathermie, zonthermie, omgevingswarmte (warmtepompen) en groen gas.

In de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (*Renewable Energy Directive* [RED]) is in artikel 23 als indicatief doel opgenomen dat lidstaten ernaar streven het aandeel hernieuwbare warmte met 1,1 procentpunt per jaar te laten toenemen. Het voorstel van de Europese Commissie voor herziening van deze richtlijn (REDIII) in het kader van *Fit for* 55 maakt het huidige indicatieve doel bindend op lidstaatniveau. De Europese Commissie geeft per lidstaat ook een niet-bindende 'top-up', die nodig is om het overall aandeel op EU-niveau conform de *impact assessment* te bereiken. Voor Nederland bedraagt deze niet bindende 'top-up' nog 0,3 procentpunt groei per jaar extra (PBL 2021). In de raming stijgt het aandeel hernieuwbare warmte tussen 2020 en 2030 met 0,4 procentpunt per jaar, te laag om het RED-doel te halen.

Eind 2021 heeft de Europese Commissie de methode vastgesteld voor het berekenen van hernieuwbare koude, wat met ingang van verslagjaar 2021 mag meetellen bij hernieuwbare energie volgens de in 2018 herziene Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDII). Koude is nog niet meegenomen in de CBS-statistiek en in deze KEV-raming omdat er nog tijd nodig is om de methode van de Europese Commissie te implementeren.

Met geagendeerd beleid in het Coalitieakkoord zou het aandeel hernieuwbare warmte sneller kunnen toenemen. De bijmengverplichting van groen gas en stimulering van hybride warmtepompen kunnen de hoeveelheid hernieuwbare warmte vergroten. Daarnaast kan extra energiebesparing door geagendeerd beleid het finaal energieverbruik voor warmte verlagen, de noemer in het aandeel hernieuwbare warmte.

Forse stijging van elektriciteitsverbruik voor warmte

Het elektriciteitsverbruik voor warmte stijgt door de toepassing van warmtepompen en elektrische boilers. Het elektriciteitsverbruik van warmtepompen in de gebouwde omgeving was in 2021 8,5 petajoule en stijgt naar 20 petajoule in 2030. Voor warmte in de industrie is de raming in 2030 een elektriciteitsverbruik van 18 petajoule, waarvan 10 petajoule voor warmtepompen en 8 petajoule voor elektrische boilers. In de landbouw wordt in 2030 een elektriciteitsverbruik van 1 petajoule voor geothermie verwacht.

De warmte uit warmtepompen in de gebouwde omgeving komt niet alleen uit de elektriciteit die deze verbruiken, maar vooral uit de warmte die ze uit de bodem of buitenlucht halen. Deze gewonnen warmte telt mee als hernieuwbare energie. In 2021 was dit 16 petajoule en volgens de raming stijgt dit naar 38 petajoule in 2030. Inclusief de warmte uit de bodem en buitenlucht stijgt het finaal energieverbruik van warmtepompen in 2030 naar 58 petajoule; dat is 15 procent van het totale finaal energieverbruik voor warmte in de gebouwde omgeving. Aardgas is ook in 2030 nog steeds de dominante energiedrager voor de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving.

Warmtelevering stadsverwarming in 2030 voor helft hernieuwbaar

Een deel van het finaal energieverbruik voor warmte bestaat uit warmtelevering via warmtenetten, ook wel stadsverwarming genoemd. De omvang van deze warmtelevering is in Nederland beperkt, en bedraagt circa 5 procent van het totale finaal energieverbruik voor warmte. De warmtelevering uit warmtenetten aan eindgebruikers stijgt in de raming met voorgenomen beleid, van circa 25 petajoule in 2021 naar 30 petajoule in 2030. Het gaat hierbij alleen om stadsverwarming, dus exclusief stoomleveringen aan de industrie. De warmtelevering uit warmtenetten bestaat in 2030 uit 18 petajoule warmtelevering aan huishoudens, 8 petajoule aan diensten en 3,5 petajoule aan de landbouw. De toename van de warmtelevering aan de gebouwde omgeving is het gevolg van de beleidsmaatregelen aardgasvrije nieuwbouw, de Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) en het Nationale Groeifondsvoorstel Nieuwe Warmte Nu! Met een nationale subsidieregeling voor warmtenetten als geagendeerd beleid zou warmtelevering sneller kunnen toenemen.

Een steeds groter deel van de warmteproductie voor stadsverwarming komt uit hernieuwbare energie. Het Expertise Centrum Warmte (ECW) heeft de warmte-etiketten geanalyseerd van grote warmtenetten met een minimale warmteafzet van 150 terajoule in 2020 (ECW 2021). Uit die analyse blijkt dat het aandeel hernieuwbare energie van de totaal geproduceerde warmte op 36,5 procent ligt (2020). Het grootste deel hiervan bestaat uit warmte uit afvalverbrandingsinstallaties en biomassacentrales. Hierbij is het biogene deel hernieuwbaar. De overige warmte komt vooral uit elektriciteitscentrales en hulpketels. Het aandeel restwarmte van de totale geproduceerde warmte is 8 procent. In de raming stijgt het aandeel hernieuwbare energie in de warmteproductie van warmtenetten naar 51 procent in 2030 en het aandeel restwarmte naar 13 procent.

De warmteproductie door afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) voor stadsverwarming blijft in de raming ongeveer constant op 4 petajoule, waarvan ongeveer de helft telt als hernieuwbare warmte. De warmteproductie uit biomassa voor warmtenetten stijgt op basis van de SDE++-beschikkingen niet verder dan 8 petajoule in 2030 door de subsidiestop in de SDE++ voor lagetemperatuurwarmte uit houtige biogrondstoffen (PBL 2020). Daarnaast neemt de warmteproductie uit geothermie in de raming toe naar circa 4 petajoule in 2030 en de warmteproductie uit aquathermie naar 2 petajoule. Verder is rekening gehouden met 0,7 petajoule warmtelevering uit warmte- en koudeopslag (WKO). Ook de warmtelevering met elektrische boilers neemt toe naar circa 3 petajoule in 2030. Samen is dat 20 petajoule hernieuwbare warmteproductie. Daarnaast neemt de levering toe van restwarmte uit de industrie aan warmtenetten, van circa 2 petajoule in 2020 naar circa 5 petajoule in 2030. In totaal gaat het dus om 25 petajoule warmteproductie zonder directe CO_2-emissie. Na aftrek van het warmteverlies in het net blijft hiervan circa 19 petajoule over voor levering aan eindverbruikers.

Ook stoomlevering binnen industriesector via stoomnetten

Niet alleen warm water voor de gebouwde omgeving maar ook stoom voor de industrie kan via leidingen van de producent naar een of meer verbruikers worden getransporteerd. Stoom is veel lastiger over grote afstanden te transporteren dan warm water en de lengte van stoompijpen is doorgaans hooguit een paar kilometer. Onder de Europese definitie van stadsverwarming (*district heating*) valt naast warmtelevering voor gebouwen ook levering van stoom indien deze verloopt via een net met twee of meer afnemers. In Nederland bevinden de stoomnetten zich bij grote industriele clusters, zoals Chemelot in Geleen of het industriegebied bij Delfzijl. Ook in de Rotterdamse haven zijn een paar industrieclusters waar stoom wordt uitgewisseld.

De totale warmtelevering aan de industrie (inclusief raffinaderijen) daalde van 84 petajoule in 2019 naar 73 petajoule in 2021. Deze daling hangt samen met een verandering van eigendomsverhoudingen waarbij een grote WKK-installatie uit een joint venture werd overgenomen door een bedrijf dat de stoom gebruikt. De levering via stoomnetten was 41 petajoule in 2019 en 39 petajoule in 2020. Data over 2021 voor stoomnetten zijn nog niet beschikbaar.

Net als bij warmte die wordt geleverd via warmtenetten komt de meeste geleverde stoom uit WKK-installaties die worden gestookt op fossiele brandstoffen; vaak aardgas maar ook restgassen. De stoomlevering uit deze installaties daalt, deels gecompenseerd door levering van stoom uit afvalverbrandingsinstallaties aan de industrie (van 8 petajoule in 2019 naar 10 petajoule in 2021) en vaste biomassa (van 4 petajoule in 2019 naar 5 petajoule in 2021). Stoom uit afvalverbranding telt voor ongeveer de helft als hernieuwbaar. De stoomlevering uit hernieuwbare bronnen steeg daarmee van 10 naar 14 procent van de totaal geleverde stoom aan de industrie.

In de KEV-raming wordt gekeken naar de ontwikkeling van het energieverbruik van de sector industrie en subsectoren. De uitwisseling van warmte en stoom tussen individuele industriële bedrijven onderling wordt daarin niet berekend, waardoor we geen uitspraken kunnen doen over het aandeel stoomlevering uit hernieuwbare bronnen in 2030. De toename van het gebruik van hernieuwbare bronnen, elektriciteit en waterstof bij de eigen warmte- en stoomproductie in de industrie wordt beschreven in paragraaf 5.2.

4.2.3 Gasvoorziening

Kabinet houdt vast aan afbouw gasproductie uit Groningen

In zijn Kamerbrief van 19 september 2019 kondigde de toenmalige minister van Economische Zaken en Klimaat aan dat, volgens de meest recente prognoses van de Gasunie Transport Services (GTS), de gaswinning uit Groningen al vanaf medio 2022 nihil kan zijn in een qua weersomstandigheden gemiddeld jaar (EZK 2019b). Vanwege het aardbevingsrisico in Groningen is besloten de winning uit het Groningenveld zo snel te beëindigen als verantwoord is. Dit plan geldt nog steeds, waarbij elk jaar de winningshoeveelheid wordt vastgesteld. Op 1 april 2022 heeft de minister de winning uit Groningen voor het gasjaar[37] 2021-2022 vastgesteld op 4,5 miljard kubieke meter (EZK 2022a). Eerder werd uitgegaan van 3,9 miljard kubieke meter. Ondanks deze relatief beperkte verhoging wordt vastgehouden aan de mogelijkheid om het Groningenveld in 2023 definitief te sluiten. Toch is het niet uit te sluiten dat gaswinning in Groningen ook na 2023 nodig blijft als reservemiddel voor uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld om op een koude winterdag te kunnen voorzien in de dan hoge gasvraag. Om de geplande afbouw van de winning van laagcalorisch aardgas uit Groningen te realiseren, zijn maatregelen genomen om meer laagcalorisch gas te produceren uit hoogcalorisch gas en dit tijdelijk ondergronds op te slaan, om de export van laagcalorisch gas af te bouwen en om grootverbruikers om te laten schakelen naar hoogcalorisch gas. In het eerste kwartaal van 2022 is begonnen met de ingebruikname van de opslag in Grijpskerk (2,7 miljard kubieke meter capaciteit) als opslag van laag- in plaats van hoogcalorisch gas. De overheid werkt ook aan een middellangetermijnplan voor de gaswinning op zee, dat eind 2022, begin 2023 verwacht wordt.

[37] Een gasjaar loopt van 1 oktober tot en met 30 september.

Nederland blijft spil in Europese aardgasmarkt

De aardgasvoorziening in Nederland was jarenlang volledig gedekt door binnenlandse winning. In 2010 was de binnenlandse winning nog goed voor ongeveer 81,4 miljard kubieke meter[38] (NLOG.nl 2021a), anderhalf keer zoveel als de totale binnenlandse vraag (figuur 4.9). De totale gaswinning in Nederland in het kalenderjaar 2021 inclusief kleine velden en winning op zee bedroeg 20,6 miljard kubieke meter (CBS 2022a), ruim 10 procent minder dan in 2020.

Nederland is sinds 2018 veranderd van een netto-exporteur in een netto-importeur van aardgas. Nederland importeerde in 2021 44,7 miljard kubieke meter gasvormig aardgas (CBS Statline 2022a); dit is een afname met 6 procent ten opzichte van 2020. Het ingevoerde aardgas kwam Nederland binnen via diverse pijpleidingen uit Noorwegen, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Denemarken (Eurostat 2022). De uiteindelijke oorsprong van dit gas is niet precies bekend. Wel duidelijk is dat het meeste gas dat via Duitsland Nederland binnenkwam, oorspronkelijk uit Noorwegen en Rusland (24 procent) kwam. Nederland exporteerde in 2021 via pijpleidingen ook 39,7 miljard kubieke meter aardgas, al dan niet na hervergassing van vloeibaar aardgas (lng); dat is 7,4 procent meer dan in 2020. De import van lng nam toe: in 2021 werd ongeveer 9,8 miljard kubieke meter vloeibaar gas ingevoerd, tegenover 9,1 miljard kubieke meter in 2020 (CBS Statline 2022a). Van die import kwam 80 procent uit Rusland (40 procent), de Verenigde Staten en Noorwegen (Eurostat 2022). Nederland voerde in 2021 ook ongeveer 1,3 miljard kubieke meter lng door (CBS Statline 2022a). Gasunie Transport Services heeft plannen om al in 2022 de jaarcapaciteit voor opslag van lng in Rotterdam te verhogen van 12 naar 16 miljard kubieke meter. Ook is er in 2022 een drijvende lng-terminal (4 miljard kubieke meter op jaarbasis) voor vijf jaar gecontracteerd die bij Eemshaven komt te liggen en vandaaruit in het gasnet zal voeden. Dit brengt de totale lng-aanvoercapaciteit op jaarbasis op 20 miljard kubieke meter.

Toenemende aandacht voor de rol van gasopslag

Sinds eind 2021 staat gasopslag in Nederland volop in de belangstelling, met zorgen over voldoende gasaanbod in tijden van hoge vraag. Omdat de vulgraad van de gasopslagen tot discussie leidt, gaan we hier in deze KEV dieper op in (zie tekstkader 4.1).

De invoer op jaarbasis in gasopslagen in Nederlandse bodem bedroeg in 2021 6,8 miljard kubieke meter en er werd 11,6 miljard kubieke meter uit teruggeleverd (NLOG.nl 2022). Nederland bezat twee ondergrondse locaties voor opslag van hoogcalorisch gas (Bergermeer en Grijpskerk). In 2021 is Grijpskerk omgebouwd naar een opslag voor laagcalorisch gas en in 2022 is deze opslag als zodanig in gebruik genomen. Dit komt bij de drie bestaande opslagen voor laagcalorisch gas (Norg, Zuidwending en Alkmaar). In 2020 is er een vijfde zoutcaverne in Zuidwending in gebruik genomen als gasopslag (NLOG.nl 2021b). Tevens is er sinds 2022 een gasopslag bij Nüttermoor, Duitsland, exclusief aangemerkt voor de Nederlandse markt (AGSI 2022). Dit betreft een opslag van hoogcalorisch gas met 0,1 miljard kubieke meter opslagcapaciteit. De totale ondergrondse gasopslag in Nederland heeft een volume van 14,9 miljard kubieke meter, waarbij Norg de grootste opslag is, met een maximale opslagcapaciteit van 6 miljard kubieke meter (EZK 2022b).

[38] Het gaat in deze paragraaf bij kubieke meter in alle gevallen om *normaal* kubieke meter, dat is een kubieke meter aardgas bij 1 bar en 15 graden Celsius.

4.1 Vulgraden gasopslag in Nederland en Europa

Gasopslag in Nederland is er in twee smaken: opslag van laagcalorisch gas (typisch gebruikt door kleinverbruikers als huishoudens, landbouw, diensten en kleine industrie, maar ook ingezet voor (een afnemende) uitvoer naar met name België en Duitsland) en opslag van hoogcalorisch gas (voor onder andere elektriciteitscentrales, grondstoffen voor de industrie en uitvoer). De totale opslagcapaciteit is 14,9 miljard kubieke meter, waarvan twee derde voor opslag van laagcalorisch gas.

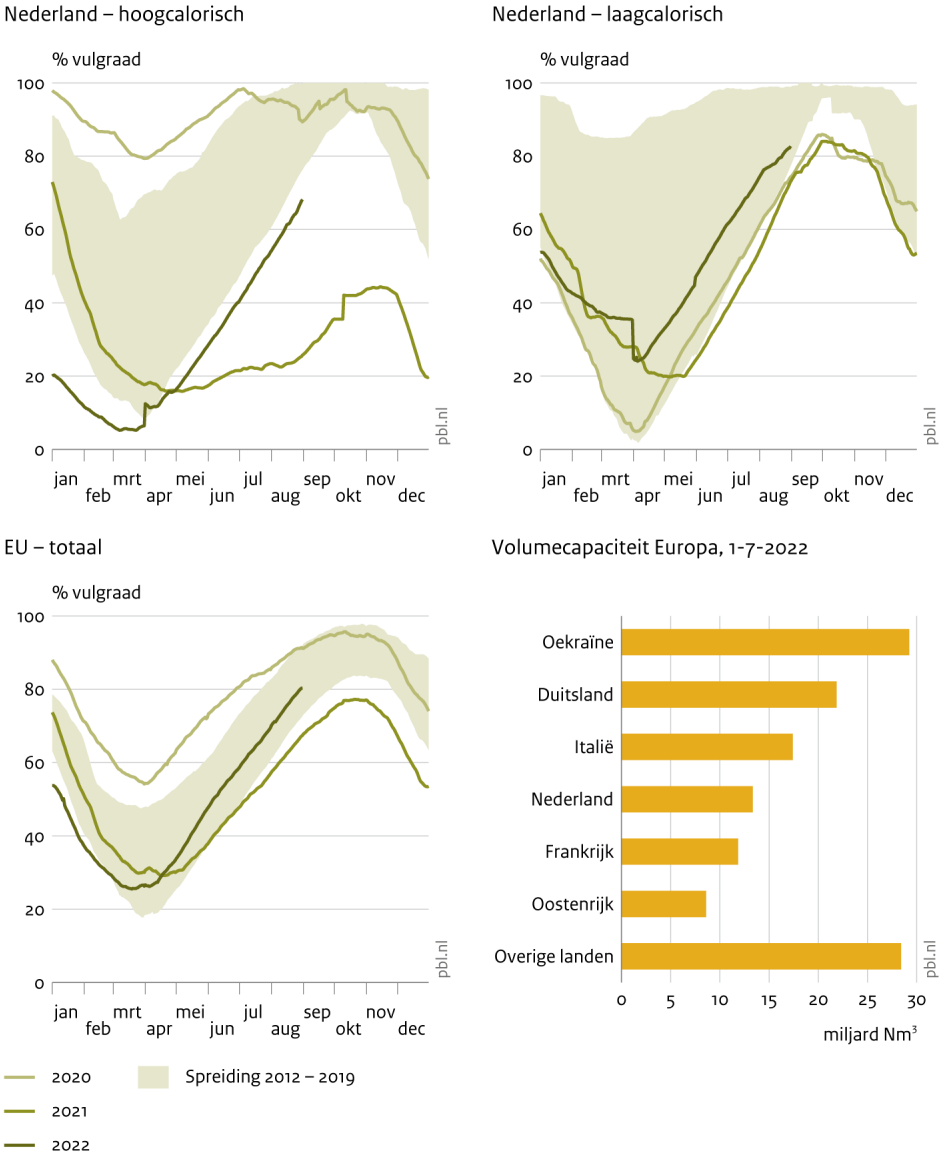
Ondergrondse gasopslag is niets nieuws, het gebeurt al jaren. De vulgraad van opslagen heeft een min of meer regelmatig jaarpatroon: in het late voorjaar en in de zomer worden de opslagen bijgevuld omdat de gasvraag dan laag is. Bij het begin van het stookseizoen, rond september-oktober van elk jaar, wordt begonnen met extra gas uit de opslagen te halen om aan de vraag te voldoen. Aan het eind van de winterperiode (rond maart) bereiken de vulgraden hun laagste punt.

Figuur 4.8 geeft voor een aantal historische jaren de procentuele vulgraad aan voor de twee gaskwaliteiten. Het valt op dat ook in het verleden grote verschillen op jaarbasis voorkwamen, zeker voor de hoogcalorische opslag. In 2022 is de situatie beter dan in 2021, wat samenhangt met gecoördineerd beleid in Nederland en de Europese Unie. De Nederlandse hoogcalorische opslag was eind augustus 2022 voor 68,2 procent gevuld, een equivalent van 3,3 miljard kubieke meter. De laagcalorische opslagen waren voor 82,7 procent gevuld, wat iets meer is dan het percentage in voorgaande jaren. Er is 8,6 miljard kubieke meter opgeslagen, wat in gasvolume wel beduidend hoger is dan in vorige jaren wegens de vergrote opslagcapaciteit (AGSI 2022). Samen middelt dit uit tot een nationale vulgraad van ongeveer 77,8 procent (eind augustus 2022), met 11,9 miljard kubieke meter opgeslagen gas.

Gasopslag vindt ook elders in Europa plaats, meestal zijn dit opslagen voor hoogcalorisch gas. Ook hier laat de huidige situatie (eind augustus 2022), ondanks de internationale crisis, geen beduidende afwijking zien ten opzichte van historische jaren (figuur 4.8). Binnen Europa hebben slechts een beperkt aantal landen een substantiële opslagcapaciteit: Oekraïne, Duitsland, Italië, Frankrijk, Nederland en Oostenrijk hebben samen meer dan driekwart van de Europese opslagcapaciteit. De huidige (eind augustus 2022) vulgraad van alle Europese opslagen bedraagt 80,4 procent (AGSI 2022). Het Europese doel om voor het stookseizoen een vulgraad van 80 procent te bereiken is nu (eind augustus 2022) reeds gehaald.

Figuur 4.8

Vulgraad gasopslagen



Bron: Gas Infrastructure Europe – AGSI+ (www.gie.eu); bewerking PBL (realisatie)

Binnenlandse gasproductie neemt af, maar de gasvraag laat nog geen echte transitie zien

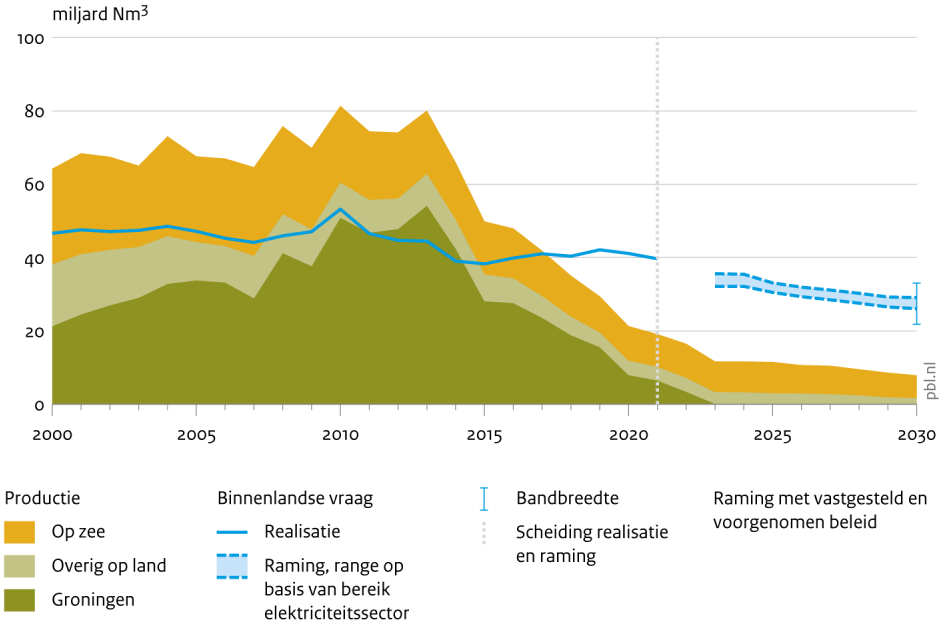
De projecties voor de gaswinning uit Groningen volgen het scenario van Gasunie Transport Services (GTS) en zijn, conform de beleidsbeslissing hierover, vanaf 2023 op nul gesteld. De projecties voor de gaswinning uit andere velden, zowel op land als offshore, zijn op basis van de recentste projecties van het ministerie van EZK (2022) bijgesteld ten opzichte van de KEV 2021. In deze projecties wordt rekening gehouden met de economische exploiteerbaarheid van de toekomstige velden en met het feit dat de overheid geen nieuwe vergunningen meer afgeeft voor gaswinning op land. In 2030 wordt naar verwachting nog 7,9 miljard kubieke meter aardgas gewonnen uit Nederlandse bodem. Dit dekt naar verwachting iets minder dan 30 procent van de binnenlandse vraag.

De binnenlandse gasvraag daalt volgens deze raming van 39,7 miljard kubieke meter in 2021 naar 22 tot 33 miljard kubieke meter in 2030 (figuur 4.9). Omdat de gebouwde omgeving, de landbouw

en een deel van de industrie naar verwachting laagcalorisch gas blijven gebruiken, de binnenlandse gasproductie afneemt en geïmporteerd gas meestal hoogcalorisch is, zal er ook meer stikstof nodig zijn om het geïmporteerde gas via kwaliteitsconversie om te zetten naar laagcalorisch gas. Om dit te kunnen doen, is besloten in Zuidbroek een nieuwe stikstofproductiefaciliteit te bouwen. Wegens vertraging in de oplevering wordt deze echter naar verwachting niet voor het einde van 2022 in gebruik genomen. Daarnaast draaiden de bestaande conversiefaciliteiten in 2022 op vol vermogen.

Figuur 4.9

Nederlandse aardgasproductie en aardgasvraag



Bron: Nlog.nl, CBS (realisatie); Ministerie EZK, KEV-raming 2022

In Nederland wordt ook groen gas geproduceerd: tot 2030 is dit volgens de raming van deze KEV vrij constant, namelijk ongeveer 0,6 tot 0,7 miljard kubieke meter aardgasequivalenten. De inzet verandert wel over de jaren heen: in 2021 is ongeveer 39 procent omgezet naar aardgaskwaliteit en in het gasnet geïnjecteerd, in 2030 neemt dit aandeel volgens deze raming toe naar 62 procent. Het overige groen gas wordt naar verwachting direct gebruikt in ketels, met een afnemend aandeel van 11 procent in 2021 tot 3 procent in 2030, of in warmte-krachtkoppeling op de groengasproductielocatie (afnemend van 50 tot 35 procent). In 2021 was het geïnjecteerde groen gas goed voor 0,5 procent van de binnenlandse gasvraag, in 2030 is dit in deze KEV naar verwachting gestegen naar amper 1,5 procent. De bijmengambitie van 20 procent uit het Coalitieakkoord (in deze KEV beschouwd als geagendeerd beleid) wordt dus niet gehaald bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid.

4.2.4 Voorziening motorbrandstoffen en bunkerfuels

Stagnatie olieverbruik in Europa

De consumptie van aardolieproducten in Europa laat reeds jaren een stagnerend beeld zien (Eurostat, statistieken 2010-2020). In 2020 was de olieconsumptie wat lager door de coronacrisis, maar in 2021 was de consumptie weer marginaal hoger dan in 2020. De Nederlandse raffinaderijen hebben een internationale afzetmarkt, wat van groot belang is voor de rentabiliteit van Europese

raffinaderijen (CBS Statline 2022b). Deze afzetmarkt bevindt zich met name binnen Noordwest-Europa, maar voor een kleiner deel ook intercontinentaal, hoofdzakelijk in landen gelegen aan de Atlantische Oceaan. De toekomstige ontwikkeling van deze afzetmogelijkheden wordt deels bepaald door de toekomstige vraagontwikkeling, maar ook door concurrerende raffinaderijen op andere continenten.

Verwachte afname productie raffinaderijen

Naar verwachting neemt de vraag naar olieproducten in ontwikkelde economieën – zoals die in Noordwest-Europa – verder af, en dat zet ook de raffinaderijen onder economische druk (IEA 2021). Deels wordt deze druk opgevangen door zoveel mogelijk kwaliteitsproducten te destilleren en zo min mogelijk residuale olie op de markt te brengen. In de KEV 2021 is reeds melding gemaakt van een aantal substantiële investeringen in de Nederlandse raffinagesector die zijn gerealiseerd. Maar daar staat tegenover dat er ook investeringsplannen zijn stilgelegd en dat de destillatiecapaciteit van de Gunvor-raffinaderij (voorheen Kuwait Petroleum Europoort) is stilgelegd. Dit illustreert het spanningsveld voor deze sector.

De productie van aardolieproducten lag in 2021 hoger dan in 2020 en is vergelijkbaar met het niveau van voor de coronacrisis (CBS Statline 2022c). De terugval in doorzet bij de Nederlandse raffinaderijen door de coronacrisis was in 2020 circa 10 procent. Bij zowel vastgesteld als voorgenomen beleid is aangenomen dat de doorzet van olie tot 2030 met circa 15 procent zal krimpen ten opzichte van het niveau in 2021.

Hoewel deze krimp richting 2030 een neerwaarts effect op het energieverbruik van de Nederlandse raffinagesector zal hebben, verandert ook het productportfolio van aardolieproducten. Dit leidt weer tot meer energieverbruik per eenheid geproduceerde brandstof. Dit komt doordat stookolie voor scheepvaartbunkers door de eisen van de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) sinds 2020 aan strengere zwaveleisen moet voldoen. In de laatste paar jaar was reeds een toename zichtbaar van de geproduceerde hoeveelheid laagzwavelige stookolie. De statistieken voor 2021 laten zien dat de Nederlandse raffinaderijen veel minder hoogzwavelige stookolie produceerden. In de periode 2010-2018 fluctueerde de jaarlijkse productie tussen 4,7 en 6,8 miljoen ton hoogzwavelige stookolie. Die is daarna gedaald en kwam in 2021 uit op 0,6 miljoen ton hoogzwavelige stookolie (CBS Statline 2022c).

In Rotterdam is er veel vraag naar en aanbod van laagzwavelige stookolie. Deze olie wordt vooral verhandeld onder de naam VLSFO (*very low sulphur fuel oil*) en kent een (aanzienlijk) hogere prijs dan hoogzwavelige stookolie (Ship&Bunker 2022), wat wordt verklaard door de benodigde *blending*-componenten om aan de zwaveleis te voldoen. In eerdere analyses van de KEV is altijd verondersteld dat een groot deel, maar niet alle brandstof zal voldoen aan de zwaveleisen. In deze KEV is dit eveneens blijvend verondersteld voor 2030. Volledige ontzwaveling van alle geproduceerde brandstoffracties zou resulteren in een stijging van het verbruik ten opzichte van eerdere analyses.

Mogelijke impact van importstop Rusland en hoge gasprijzen

Binnen de Nederlandse importmix is de import van ruwe olie en olieproducten (vooral gasolie en stookolie) uit Rusland aanzienlijk. In de afgelopen jaren voorzag de Russische olie-import in ongeveer een kwart tot een derde van de totale ruwe olie-import in Nederland en was Nederland een belangrijk doorvoerland van minerale brandstoffen naar met name België en Duitsland. Andersom is Nederland een belangrijke afnemer van Russische olie (CBS 2022b). Het wederzijdse belang wat betreft oliehandel en olievoorziening lijkt daarmee dus aanzienlijk te zijn.

Door de oorlog in Oekraïne zal de inzet van ruwe olie en olieproducten vanuit Rusland sterk afnemen vanwege het Europese besluit tot een importban op Russische olie via zee (Energeia 2022). Hoewel de exacte gevolgen hiervan zich niet eenvoudig laten voorzien, hebben we aangenomen dat er geen tekort aan ruwe olie voor verwerking in Nederlandse raffinaderijen zal ontstaan. Olie is immers goed te transporteren vanuit diverse delen van de wereld. Wel kan de importstop prijsopdrijvend werken. Verder is aangenomen dat de ruwe-oliemix relatief zwaarder zal worden op de lange termijn; we gaan er dus niet van uit dat Brentolie (een relatief lichtere oliesoort) op de lange termijn kan voorzien in het ontstane gat in de olievoorziening.

Daarnaast is de gasprijs momenteel erg hoog en dat effect is ook opgenomen in het prijsscenario (zie paragraaf 2.1). Hierdoor stijgt de inzet van aardoliefracties in de eigen energie- en grondstofvoorziening. Dit kan bijvoorbeeld via de inzet van lpg-fracties in het eigen raffinaderijgasnetwerk. Maar daarnaast is opwerking van residuale olie via technieken zoals vergassing tot bijvoorbeeld raffinaderijgas of waterstof voor eigen inzet, aantrekkelijk. Dit kan tot een hogere CO_2-emissie leiden, maar dit wordt gemitigeerd door een verwachte combinatie met inzet van CO_2-afvang en -opslag.

Opties voor koolstofarme technologie bij raffinage en toeleveranciers

De Nederlandse raffinagesector zal naar verwachting in de toekomst gebruik gaan maken van mogelijkheden om de CO_2-emissie omlaag te brengen, vooral gedreven door de CO_2-heffing en de SDE++-regeling. Deze financiële instrumenten voor koolstofarme technologie zijn van toepassing voor de industriesector als geheel. Naar verwachting zal CO_2-afvang en -opslag een belangrijke bijdrage leveren, en daarbij ligt toepassing bij de waterstofproductie voor de Nederlandse raffinagesector voor de hand, zowel binnen als buiten de raffinagesector zelf (zie ook paragraaf 5.2). Daarnaast zal ook beperkt waterstofproductie gaan plaatsvinden middels elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit (zogeheten groene waterstof): Shell heeft recent plannen openbaar gemaakt voor een capaciteit van 200 megawatt (60.000 kilogram waterstof per dag; Shell 2022). De CO_2-emissie van de sector zal daarom richting 2030 ongeveer constant blijven. De onzekerheden hierbij zijn groot: het effect bij de Nederlandse raffinaderijen hangt sterk samen met de toekomstige ontwikkelingen in de olie- en gasprijzen en de waterstofproductie binnen of buiten de raffinaderij.

Aangekondigde investeringen in biobrandstoffabrieken

Daarnaast zijn er investeringen in biobrandstoffenfabrieken aangekondigd op het terrein van Shell in Pernis (820.000 ton per jaar, hoofdzakelijk duurzame luchtvaartbrandstoffen en hernieuwbare diesel; grondstoffen zijn hoofdzakelijk afvalvetten en gebruikte (frituur)vetten; Shell 2021). Ook Neste Oil wil zijn biobrandstoffenraffinaderij (met een huidige capaciteit van 1,4 miljoen ton hernieuwbare producten per jaar; grondstoffen zijn hoofdzakelijk afval- en reststromen) uitbreiden tot een capaciteit van 2,7 miljoen ton hernieuwbare producten per jaar (Neste 2022). Neste meldt duurzame luchtvaartbrandstoffen, hernieuwbare diesel en hernieuwbare grondstoffen voor chemicaliën te gaan produceren. Shell meldt ook CO_2-afvang te willen toepassen bij de biobrandstoffenfabriek en op te slaan met hulp van het Porthos-project.

Gebruikte typen biobrandstoffen en herkomst van grondstoffen

De Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) stelt jaarlijks rapportages op over de hoeveelheden en typen biobrandstoffen, die worden gebruikt om te voldoen aan de verplichting tot het bijmengen van biobrandstof (NEa 2022). Het NEa-rapport van 2022 laat zien dat aan deze verplichting is voldaan. De hoeveelheid biobrandstoffen is in 2021 beperkt toegenomen tot 69,2 petajoule om aan 17,5 procent aandeel hernieuwbare energie te voldoen, tegen 65,7 petajoule biobrandstoffen oftewel 16,5

procent aandeel hernieuwbare energie in 2020. Deze getallen zijn inclusief de dubbeltelling van biobrandstof: zogenaamde tweede-generatie biobrandstoffen, op basis van afval, residuen, non-food cellulosemateriaal en lignocellulosisch materiaal, tellen dubbel. Overigens bedroeg de fysieke levering (dus zonder dubbeltelling) 37,6 petajoule in 2021 (dit was 36,5 petajoule in 2020).

De hoeveelheid biobrandstoffen wordt meer en meer bepaald door dubbeltellende biobrandstoffen, met name voor dieselvervanging. Net als in voorgaande jaren is FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*, een type biodiesel) veruit de belangrijkste biobrandstof. Deze is vooral afkomstig van gebruikt frituurvet en mag voor het grootste deel dubbel meetellen. Bio-ethanol is met 12,7 petajoule de tweede biobrandstof qua ingezet volume; daarbij gaat het zowel om enkeltellend als dubbeltellend bio-ethanol. Belangrijke grondstoffen voor bio-ethanol zijn maïs, laagwaardige zetmeelslurry en tarwe. Het gebruik van afvalstoffen voor bio-ethanol, met name laagwaardige zetmeelslurry, is de laatste paar jaar toegenomen, zodanig dat de omvang van dubbeltellend bio-ethanol nu groter is dan die van enkeltellend bio-ethanol. Daarnaast is dubbeltellend HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*, behandelde plantaardige olie van dieselkwaliteit) sterk in productie toegenomen; dit is de derde biobrandstof, met 9,4 petajoule. HVO wordt, net als FAME, hoofdzakelijk geproduceerd van gebruikt frituurvet.

De grondstoffen voor biobrandstoffen zijn afkomstig uit diverse werelddelen, maar gebruikt frituurvet, dat heel veel wordt toegepast, is voornamelijk afkomstig uit Azië (in het bijzonder China en Maleisië). Europese landen zoals Duitsland, Nederland, België en Frankrijk zijn direct daarna de belangrijkste leveranciers van grondstoffen voor biobrandstoffen, maar dan voornamelijk voor bio-ethanol. In Nederland staat een tiental fabrieken voor de productie van biobrandstoffen. Deze fabrieken leveren net als de aardolieraffinaderijen niet alleen aan de Nederlandse markt, maar (vooral) aan de buitenlandse markt. Zoals hiervoor beschreven, heeft zowel Shell als Neste Oil recent uitbreidingen aangekondigd van biobrandstoffabrieken.

Voor meer informatie over het biobrandstoffenbeleid en de jaarverplichting voor hernieuwbare energie voor het vervoer verwijzen we naar paragraaf 5.6.

4.2.5 Totaalbeeld hernieuwbare energie

Aandeel hernieuwbare energie uit binnenlandse bronnen stijgt

Het aandeel hernieuwbare energie in het eindverbruik is in de afgelopen jaren gestegen. Het aandeel van hernieuwbare energie in het binnenlandse verbruik was 11,5 procent in 2020 en 12,0 tot 13,4 procent in 2021. De onzekerheid over het aandeel hernieuwbare energie in 2021 komt voort uit de herkomst van een deel van de gebruikte biomassa. Op 1 juli 2021 is de herziene Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDII) in werking getreden. Het is nu nog niet bekend in hoeverre de in 2021 gebruikte biomassa op grond van de duurzaamheidscriteria in die herziene richtlijn als duurzaam meegeteld mag worden bij het aandeel hernieuwbare energie. De bindende doelstelling van 14 procent hernieuwbare energie in 2020 zoals Nederland die afgesproken heeft in de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie, is gehaald door 2,5 procentpunt aan hernieuwbare energie te ‘kopen’ van Denemarken via een statistische overdracht. Voor 2021 is vooralsnog geen extra hernieuwbare energie statistisch ingekocht.

Aandeel hernieuwbare energie nadert indicatieve doelstelling

Voor de komende jaren zit de onzekerheid niet zozeer in de vraag óf maar vooral hoe snel het aandeel hernieuwbare energie stijgt. Het verwachte aandeel hernieuwbare energie komt volgens het

vastgestelde en voorgenomen beleid uit op circa 16,7 procent in 2023, op circa 20,5 procent in 2025 en 30,7 [27,1-32,7] procent in 2030 (figuur 4.10). Het doel van 16 procent hernieuwbare energie in 2023 uit het Energieakkoord blijft daarmee in beeld, net als in de KEV 2020 en KEV 2021. In het *Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan 2021-2030* (EZK 2021) dat Nederland heeft ingediend bij de Europese Commissie, is een indicatief traject opgenomen waarin de bijdrage van hernieuwbare energie in 2025 minimaal 19,6 procent bedraagt en in 2030 27 procent. Door beleidsaanpassingen die in het afgelopen jaar zijn ingezet, vooral om extra windparken op zee te laten bouwen, is het vergeleken met de KEV 2021 waarschijnlijker dat het indicatieve doel voor 2030 gehaald wordt.

In het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie voor om de bindende doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie in 2030 op Europees niveau te verhogen van 32 naar 40 procent. De Commissie rekent voor Nederland (als een kostenefficiënte bijdrage) met een aandeel hernieuwbare energie van 36 procent. In deze KEV-raming is het aandeel bij voorgenomen beleid in 2030 op iets minder dan 31 procent geraamd. Om het aandeel tot de genoemde kostenefficiënte bijdrage op te hogen, zou dus een aanzienlijke extra inspanning nodig zijn. Die extra inspanning zou nog groter worden als de aangescherpte doelen die vanuit *REPowerEU* zijn voorgesteld (45 procent hernieuwbare energie in 2030, op Europees niveau) worden aangenomen.

Verduurzaming warmte en transportbrandstoffen blijft achter bij elektriciteit

In 2030 bedraagt het genormaliseerde[39] aandeel hernieuwbare elektriciteit in de elektriciteitsproductie 85 procent. De nettoproductie van hernieuwbare elektriciteit ligt dan naar verwachting op 118 terawattuur. Hiervan is 68 terawattuur afkomstig van windenergie op zee, 23 terawattuur van windenergie op land en eveneens 23 terawattuur van zonne-energie (figuur 4.11). De verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening gaat snel, maar de verduurzaming van de warmtevoorziening en transportbrandstoffen blijft verhoudingsgewijs achter. Het aandeel hernieuwbare warmte stijgt naar verwachting van 7 tot 8 procent in 2021 naar 14 procent in 2030. Het aandeel biobrandstoffen in de transportbrandstoflevering neemt toe van 6 procent in 2021 naar 9 procent in 2030. Het aandeel hernieuwbare energie voor vervoer dat is berekend in de Europese richtlijn is veel groter, onder andere omdat voor die richtlijn sommige biobrandstoffen dubbel mogen tellen en ook elektriciteitsgebruik een bijdrage levert.

Transport en afname van hernieuwbare elektriciteitsproductie knellender

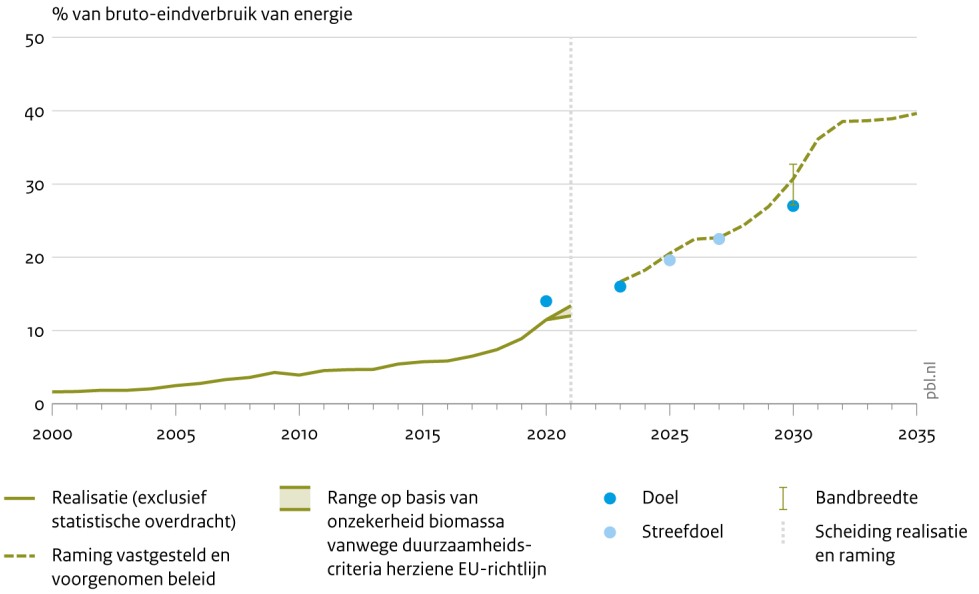
Het transport van de geproduceerde hernieuwbare elektriciteit naar de afnemers kan de toename van windenergie op land en zonnestroom gaan beperken (zie ook paragraaf 4.3). In de Monitor RES 1.0 (Matthijsen 2021) is op basis van bestuurlijk draagvlak en projectontwerpplannen een potentieel vastgesteld van 55 terawattuur. Op nationaal niveau is er voldoende ruimte om 35 terawattuur aan windenergie op land en grootschalige zonne-energie te transporteren via de distributie- en transportnetwerken. Mocht de regionale afstemming tussen ruimtelijke beleidsplannen, projectontwikkeling en netwerkversterkingen verzwakken, dan kan ook de ontwikkeling van nieuwe wind- en zonneparken vertraging oplopen. Daardoor is zelfs de productie van 35 terawattuur op basis van het vaststaand en voorgenomen beleid met onzekerheid omgeven. Naast de noodzaak tot het

[39] Genormaliseerd betekent hier onder andere dat windparken die gedurende het jaar 2030 in productie gaan, slechts gedeeltelijk meetellen in het aandeel hernieuwbare elektriciteit. Het kan zijn dat de bijdrage aan het aandeel hoger is dan de werkelijke productie in het jaar 2030, maar die bijdrage kan ook lager uitvallen.

versterken van elektriciteitsnetten wordt in de KEV 2022 ook voldoende afstemming tussen projectontwikkeling en resterende netcapaciteit verondersteld.

Figuur 4.10

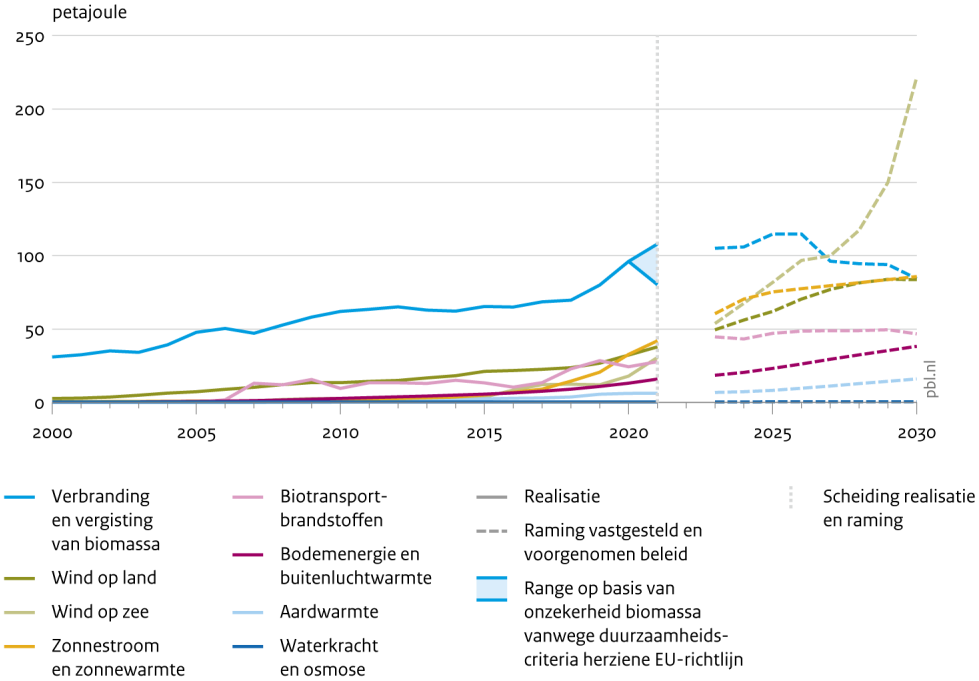
Aandeel hernieuwbare energie



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

Figuur 4.11

Bruto-eindverbruik hernieuwbare energie per technologie



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

De inzet van biomassa in elektriciteitscentrales en de industrie neemt af

De meestook van biomassa in kolencentrales zal in de periode tussen 2025 en 2030 worden beëindigd. De vraag naar biomassa voor inzet in warmteketels in de industrie neemt ook af. In de SDE++-regeling is vanaf 2021 het criterium opgenomen dat verbranding van houtige biomassa enkel ondersteund wordt als de warmte boven de 100 graden wordt benut. Bedrijven waren vanwege de maatschappelijke discussie hierover al terughoudend om in te zetten op biomassa, waardoor de extra eis in de SDE++ niet leidt tot een groot verschil tussen de KEV 2022 en de KEV 2021 wat betreft biomassagebruik voor lagetemperatuurwarmte. Wel is er een toename in het biomassagebruik in de industrie voor hogetemperatuurwarmte, waar alternatieven voor de inzet van hogetemperatuurwarmte anders dan biomassa ingrijpender zijn, als ze al beschikbaar zijn.

Beleid loopt tegen andere grenzen aan dan budget

De SDE++-regeling biedt ruimte voor duurdere opties zoals de inzet van waterstof en groen gas. Deze opties hebben echter tijd nodig; de inzet van groen gas uit vergassing van biomassa neemt naar verwachting vooral na 2035 toe. Daarbij is het wel onzeker hoeveel binnenlandse of buitenlandse biomassastromen beschikbaar komen voor vergassing op een schaal van enkele miljarden kubieke meters groen gas per jaar. Voor waterstof is het huidige beleidsinstrumentarium onvoldoende voor grootschalige uitrol (zie ook paragraaf 5.2.3).

4.3 Infrastructuur

Energie-infrastructuur krijgt een steeds centralere rol in de energie- en klimaattransitie. Zo vraagt de verwachte elektrificatie in diverse sectoren om een fors groter elektriciteitsnetwerk. Ook zullen de netwerken voor de levering van duurzame warmte en restwarmte en netwerken voor CO_2-opslag en -gebruik en waterstof moeten worden uitgebreid.

Die uitbreiding gaat niet vanzelf. Anno 2022 zien we bijvoorbeeld dat het elektriciteitsnet op onderdelen al tegen zijn grenzen aanloopt. De netwerkbedrijven maken de bezettingsgraad op de elektriciteitsnetwerken inzichtelijk met de zogenoemde capaciteitskaart.[40] Zowel voor de afname van elektriciteit als de invoeding ervan kleurt de capaciteitskaart anno 2022 in grote delen van het land oranje of rood, een indicatie van verwachte of reeds bestaande congestie. Vervolgens blijkt dat de voorziene investeringen en het wegnemen van knelpunten in de elektriciteitsnetten in de meest recente versies van de investeringsplannen van de netbeheerders niet altijd kunnen worden gerealiseerd binnen de termijn die wenselijk is voor andere ontwikkelingen in het energiesysteem. Voorbeelden hiervan zijn het bouwen van hoogspanningsstations, waarvan de verwachte realisatie in sommige gevallen enkele jaren later is dan vanuit de Cluster Energiestrategieën[41] gewenst is. Daarbij kampen netbeheerders met tekorten aan technisch geschoold personeel en materialen. Mede door deze omstandigheden zullen de netten in het komende decennium de toename van de elektriciteitsproductie en het gebruik ervan met moeite, of zelfs niet kunnen bijhouden.

[40] Zie: Capaciteitskaart afname en invoeding elektriciteitsnet op de website van Netbeheer Nederland.

[41] De industriële clusters in Nederland hebben in 2021 elk een strategie opgesteld voor het verminderen van de broeikasgasuitstoot. De strategieën beschrijven ook welke energie-infrastructuur dit vereist.

In deze paragraaf lichten we toe welke randvoorwaarden, netwerkbeperkingen en andere overwegingen ten aanzien van infrastructuur zijn meegenomen in deze KEV. Daarbij bespreken we eerst de periode tot 2030. Daarna gaan we op hoofdlijnen in op de infrastructurele opgaven in het kader van de klimaatdoelstellingen voor 2030 en 2050.

4.3.1 Knelpunten tot 2030

In deze KEV zijn in een aantal sectoren voor vastgesteld en voorgenomen beleid randvoorwaarden gehanteerd vanwege voorziene knelpunten op het vlak van de energie-infrastructuur.

Toename hernieuwbare elektriciteit wordt beperkt vanwege knelpunten op de elektriciteitsnetten

De extra productiecapaciteit uit wind en zon tot 2030 is in deze KEV op onderdelen beperkt vanwege knelpunten op de elektriciteitsnetten. De productie van hernieuwbare elektriciteit op land (uit wind en zon) in 2030 is in deze KEV vrijwel gelijk aan die in de KEV 2021. Met de huidige kennis van de distributie- en transportnetwerken verwachten we dat de netwerken deze hoeveelheid in 2030 kunnen transporteren, maar niet meer. Voor grootschalige zonne- en windenergie-installaties is de productie gemaximeerd op 35 terawattuur. Voor kleinschalige zon-PV zijn ten opzichte van de KEV 2021 geen extra netwerkbeperkingen gehanteerd, maar er kunnen lokaal of regionaal wel knelpunten ontstaan. Dit is meegewogen in de onzekerheidsanalyse.

Voor windparken op zee neemt het geïnstalleerde vermogen naar verwachting toe tot 16 gigawatt in 2030 en 21 gigawatt in 2031. Dit betekent in 2030 18 terawattuur extra productie ten opzichte van de KEV 2021. Uit deze KEV-raming met het vastgestelde en voorgenomen beleid volgt dat de extra productie vooral zal leiden tot extra export, waarvoor transportcapaciteit is verondersteld, en daarnaast tot een beperkt deel tijdelijke inperking van de productie van windmolens op momenten dat er meer aanbod dan vraag is (*curtailment*). De onzekerheid omtrent de (tijdig) beschikbare transportcapaciteit kan ertoe leiden dat er meer inperking zal plaatsvinden.

Netten op onderdelen beperkend voor elektrificatie in de industrie

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid zal de grootste bijdrage aan elektrificatie in de industrie in de periode tot en met 2030 bestaan uit de installatie van warmtepompen en elektrische boilers. In deze raming is verondersteld dat het ingroeitempo van elektrificatietechnieken ten opzichte van het geraamde potentieel belemmerd wordt door knelpunten in de elektriciteitsnetten, omdat niet alle benodigde netuitbreidingen en -aansluitingen tijdig kunnen worden aangelegd. Voor de glastuinbouw zijn er in deze KEV geen expliciete beperkingen gehanteerd; de vervanging van bestaande warmte-krachtkoppelingsinstallaties door elektrische boilers kan meestal plaatsvinden zonder aanpassingen in de bestaande aansluitingen. Voor nieuwe elektrificatieprojecten kunnen er wel lokale netcapaciteitsbeperkingen zijn die de uitrol vertragen. Beperkingen ten aanzien van de warmte-infrastructuur zijn meegenomen in de onzekerheidsanalyse.

Extra toename elektriciteitsverbruik in de sector mobiliteit, maar met beperkingen

In de KEV 2021 werd het elektriciteitsverbruik in het wegverkeer in 2030 geraamd op 19 petajoule. In deze KEV stijgt dit naar 27 petajoule. Het grootste deel van deze extra groei komt voor rekening van het personenvervoer. Alhoewel de ingroei van elektrisch personenverkeer tot en met 2030 in deze KEV niet wordt beperkt, is een belangrijke onzekerheid (meegewogen in de onzekerheidsanalyse) de snelheid waarmee de uitrol van laadinfrastructuur kan worden opgeschaald (zie ook tekstkader 5.2). Voor het elektrische vrachtvervoer is de uitrol in deze KEV wel beperkt vanwege de

bestaande en verwachte knelpunten in de aanleg van de benodigde zware netaansluitingen bij distributiecentra en bedrijventerreinen (zie ook paragraaf 5.6). Voor walstroom voor elektrische container- en passagiersschepen is een stijging naar 1,3 petajoule geraamd. Een onzekere factor is of de vereiste zware netaansluitingen voor walstroom tijdig gereed zullen zijn. De genoemde onzekerheden in de laadinfrastructuur en bij walstroom zijn ook meegenomen in de onzekerheidsanalyse.

Beperkte extra groei elektriciteitsverbruik in gebouwde omgeving

Ten opzichte van de KEV 2021 neemt het geraamde elektriciteitsverbruik door huishoudens in 2030 nauwelijks toe. In deze KEV zijn daarom vanuit netwerkperspectief geen beperkingen gehanteerd. Ook in de dienstensector zijn er op dit vlak geen verschillen met de KEV 2021.

Gas- en warmte-infrastructuur tot 2030 niet belemmerend

De opschaling van de waterstofproductie en het gebruik ervan zal in 2030 bij vastgesteld en voorgenomen beleid relatief beperkt zijn. Er worden in deze KEV voor waterstof geen infrastructurele knelpunten verondersteld. Een deel van de vrijkomende aardgasinfrastructuur kan voor waterstof worden ingezet en de benodigde aanpassingen daarvoor worden haalbaar geacht. Ook voor de aanleg van CO_2-leidingen voor CO_2-afvang en -opslag worden geen beperkingen gehanteerd (zie verder paragraaf 5.2). Voor warmtenetten geldt dat het aantal aansluitingen vooral in nieuwbouwwijken wordt uitgebreid. In bestaande wijken worden slechts een beperkt aantal woningen van het aardgas gehaald en op een warmtenet aangesloten. Er is subsidie vanuit de Stimuleringsregeling aardgasvrije woningen (SAH) en het Nationale Groeifondsproject Nieuwe Warmte Nu!, maar een nationale subsidieregeling voor opschaling van warmtenetten in bestaande bouw is nog geagendeerd beleid.

Het belang van flexibiliteit neem toe

Met de toename van elektriciteitsproductie uit wind en zon neemt het belang van flexibiliteit in het elektriciteitssysteem toe. In de analyses van de KEV komt flexibiliteit onder andere terug in de elektriciteitsvraag van de industrie en de productie van warmte-krachtkoppeling, die deels reageren op de elektriciteitsprijzen. Daarnaast neemt door de jaren heen in de verschillende Europese landen de batterijcapaciteit toe en wordt er gerekend met enige flexibiliteit in het laden van elektrische auto's. Ook kunnen elektrolysers in toenemende mate een bijdrage aan flexibiliteit leveren. Ook de mogelijkheid om overschotten te exporteren naar het buitenland of om bij tekorten te kunnen importeren via de interconnecties met andere landen draagt bij aan de benodigde flexibiliteit in het elektriciteitssysteem. Dit kan echter wel belemmerd worden door knelpunten in de binnenlandse hoogspanningsnetwerken.

4.3.2 Opgaven tot 2030 én daarna

De tot nu toe in deze paragraaf beschreven randvoorwaarden hebben betrekking op het vastgestelde en voorgenomen beleid per sector. Ontwikkelingen die voortvloeien uit wat we in deze KEV onder geagendeerd beleid scharen, zijn hierin nog niet meegenomen. Deze ontwikkelingen kunnen de infrastructurele uitdagingen, zowel in de sectoren als sectoroverstijgend, verder vergroten. Ook in de periode na 2030 zullen er knelpunten en beperkingen zijn.

In deze KEV is voor 2030 gerekend met 16 gigawatt aan opgesteld vermogen aan windenergie op zee. Dit valt binnen de bandbreedte van de scenario's die aan de basis liggen van de investeringsplannen van de netbeheerders. De extra 5 gigawatt in 2031 is hierin nog niet opgenomen. De netbeheerders geven aan dat de groei naar 21 gigawatt in 2031 hand in hand moet gaan met een

stijgende, flexibele industriële elektriciteitsvraag aan de kust, omdat de transportcapaciteit niet voldoende zal zijn voor transport van de extra elektriciteit landinwaarts. Het geagendeerde beleid kan in de industrie leiden tot 15-29 terawattuur extra elektriciteitsvraag, waarvan het grootste deel voor waterstofproductie. Deze extra vraag zal zich voor een aanzienlijk deel aan de kust voordoen, en sluit daarmee aan bij de groei van het opwekvermogen. Het is echter onzeker of de ontwikkeling van deze vraag gelijke tred houdt met de ontwikkeling van het aanbod, ook in het licht van de al benoemde knelpunten voor elektrificatie bij vastgesteld en voorgenomen beleid.

In de sector mobiliteit wordt onder andere ingezet op een versnelde uitrol van de laadinfrastructuur. De netbeheerders schatten in dat dit zonder aanvullende maatregelen in 2030 zal leiden tot een aanzienlijke toename van de piekbelasting op het elektriciteitsnet. Dit kan resulteren in nog meer (lokale) knelpunten dan waarmee al rekening is gehouden met vastgesteld en voorgenomen beleid. Daarnaast vergt deze versnelde uitrol een veel hoger installatietempo van laadpunten ten opzichte van vandaag, met een bijbehorende vraag naar schaars technisch personeel. In de Nationale Agenda Laadinfrastructuur wordt gezocht naar oplossingen voor deze knelpunten, bijvoorbeeld via het combineren van aansluitingen op laadpleinen. Na 2030 zet de elektrificatie naar verwachting versneld door, vanwege het voorgenomen verbod op verbrandingsmotoren. Dit heeft tussen 2030 en 2040 een verdriedubbeling van het elektriciteitsgebruik voor wegtransport als gevolg.

In de gebouwde omgeving kan het geagendeerde beleid leiden tot een sterke toename van het aantal hybride warmtepompen, met bijbehorende aanvullende eisen aan het elektriciteitsnet. De netbeheerders geven aan dat de toename van hybride warmtepompen aan de hoge kant valt van de bandbreedte van de scenario's in hun investeringsplannen. Daarnaast benoemen zij de potentieel zeer grote impact op de elektriciteitsnetten in de wijk van de mogelijke keuze van gemeenten voor *all-electric* oplossingen.

Tijdige duidelijkheid nodig voor investeringen in gas-, waterstof- en warmtenetten

De gasinfrastructuur biedt voldoende capaciteit voor het transport van groen gas en waterstof. Grootschalige uitbreiding is hier dus niet noodzakelijk. Wel zijn aanpassingen aan de netten nodig. Om bijvoorbeeld de extra waterstofproductie als gevolg van geagendeerd beleid te kunnen faciliteren, moet tijdig duidelijk zijn op welke locaties deze aanpassingen gedaan moeten worden. Maar duidelijkheid ontbreekt vaak nog op het vlak van de warmtetransitie. In de gebouwde omgeving hebben gemeenten hiervoor volgens netbeheerders nog weinig concrete plannen. Doordat definitieve keuzes voor een warmteoplossing nog niet zijn gemaakt, kunnen investeringen in de netten niet goed worden gepland.

Ruimte, personeel en materialen zijn zorgpunten

De ontwikkelingen in de energie-infrastructuur brengen ruimtelijke opgaven met zich. Netbeheerders benoemen de beschikbaarheid van ruimte en de doorlooptijd van vergunningprocedures als knelpunt of risico. Het kabinet geeft aan via het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK) onder andere de ruimtelijke inpassing van projecten van nationaal belang te willen versnellen (EZK 2022c). Naast deze grootschalige projecten, zal er echter ook door het hele land extra ruimte nodig zijn voor de aanleg van nieuwe laag- en middenspanningskabels, transformatorhuisjes en laadpunten. De netbeheerders schatten in dat voor de aanleg van nieuwe laag- en middenspanningskabels tot 2050 tussen de 210 en 280 vierkante kilometer extra ruimte nodig is. Met de bestaande vergunningprocedures is het risico op vertraging van de aanleg van energie-infrastructuur aanwezig.

Ook de beschikbaarheid van technisch geschoold personeel is onzeker. De netbeheerders verwachten in de komende jaren een tekort aan technici dat kan oplopen tot 28.000 (TenneT 2022), waarvan 13.000 in de komende vier jaar (Netbeheer Nederland 2022). Het tekort aan technisch personeel speelt breder dan alleen in de energie-infrastructuur. Ook bij installatie-, bouw-, warmte- en isolatiebedrijven zijn tekorten. Het PBL ziet vooral voor techniekberoepen op hoger onderwijsniveau al zonder extra klimaatbeleid een groot knelpunt. Het geagendeerde beleid zal dit knelpunt nog vergroten (PBL 2022).

Steeds vaker zijn materialen en onderdelen die nodig zijn voor uitbreidingen van de netten (kabels, transformatoren, meters, enzovoort) slecht beschikbaar. Hierdoor lopen uitbreidings- of vervangingswerkzaamheden nu al vertraging op. Met de toenemende investeringen in energie-infrastructuur, binnen en buiten Nederland, zal de beschikbaarheid van materialen een potentieel knelpunt blijven, met vertragingen als gevolg.

Haalbaarheid van alle ambities tezamen twijfelachtig

In de raming voor 2030 van het vastgestelde en voorgenomen beleid is in deze KEV al op onderdelen rekening gehouden met knelpunten op het vlak van energie-infrastructuur. Worden ook de kabinetsambities en het geagendeerde beleid beschouwd, dan nemen de knelpunten in aantal en omvang verder toe. De toename van de elektriciteitsvraag zorgt nu al voor vertragingen bij uitbreiding en aanpassing van de netten, waarbij het zwaartepunt op de elektriciteitsnetten ligt. Dit zal de komende jaren niet minder worden. En omdat ontwikkelingen in de vraag- en aanbodsectoren veelal in zowel tijd als ruimte van elkaar afhankelijk zijn, is de kans aanzienlijk dat bij vastgesteld, voorgenomen en geagendeerd beleid niet alle ambities waargemaakt kunnen worden.



Hoofdstuk 5

5 Sectorale ontwikkelingen in broeikasgasemissies

Belangrijkste bevindingen

- De emissies in de sector elektriciteit dalen vooral door meer inzet van hernieuwbare energie en minder inzet van kolen, maar de omvang van die daling is onzeker. Het loslaten van de beperking op de inzet van kolen zal in de jaren 2022-2024 tot hogere emissies leiden.
- De emissies in de industrie nemen sterk af, voornamelijk door emissiereductiemaatregelen die rendabel worden door beprijzing en subsidies. De onzekerheden over de emissies zijn wel groot, onder meer vanwege de hogere energieprijzen.
- Onzekere ontwikkelingen rond de hoogte van de energieprijzen en krapte op de arbeidsmarkt zijn moeilijk te kwantificeren, maar kunnen grote impact hebben op het energieverbruik, de verduurzaming en de emissies van de gebouwde omgeving.
- De daling van de broeikasgasemissies in de landbouw hangt hoofdzakelijk samen met een lager energieverbruik, met name in de glastuinbouw.
- De methaan- en lachgasemissies door de landbouw dalen beperkt; veel beleid uit het Klimaatakkoord en relevante stikstofmaatregelen bevinden zich nog in een uitwerkings- of pilotfase.
- De emissies als gevolg van landgebruik dalen door een afname van het areaal grasland, beleidsmaatregelen waardoor moerige en veengronden minder CO_2 uitstoten en door meer CO_2-vastlegging in de Nederlandse bossen.

- Een aanscherping van het Europese bronbeleid leidt tot een versnelde elektrificatie van nieuwe personenauto's, maar de ambitie van 100 procent nulemissieverkopen in 2030 is nog niet in zicht.
- Nieuw nationaal en Europees beleid voor verduurzaming van de luchtvaart leidt tot een daling van de uitstoot van broeikasgassen door de luchtvaart.

In dit hoofdstuk gaan we per sector dieper in op de in hoofdstuk 3 besproken sectorale ontwikkelingen en de gerealiseerde en geraamde broeikasgasemissies. In de KEV hanteren we dezelfde sectorindeling als die in het Klimaatakkoord. Het gaat om de sectoren elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw, landgebruik en mobiliteit. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk lichten we de broeikasgasemissies toe uit bunkerbrandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart. Deze laatstgenoemde emissies worden beleidsmatig niet aan Nederland toegerekend.

We beginnen de paragrafen telkens met een beschrijving van de ontwikkelingen in de sectorale broeikasgasemissies. Daarna behandelen we de onderliggende relevante ontwikkelingen binnen een sector, zoals het kolenverbruik door elektriciteitscentrales, het aardgasverbruik door huishoudens, of de ontwikkeling in het aantal elektrische auto's. Als laatste onderdeel van de paragrafen verklaren we de belangrijkste verschillen ten opzichte van de vorige KEV-raming.

5.1 Elektriciteit

In deze paragraaf beschrijven we de ontwikkelingen in de broeikasgasemissies van de elektriciteitssector tot en met 2030. Omdat de ontwikkelingen in het gebruik van fossiele brandstoffen voor de elektriciteitsproductie al in paragraaf 4.2.1 uitgebreid aan de orde zijn geweest, lichten we deze hier alleen op hoofdlijnen toe.

De sector elektriciteit omvat de elektriciteits- en warmteproductie van de elektriciteitsproductiebedrijven en die van de joint ventures. De productie van elektriciteit en warmte door WKK-installaties die in volledig eigendom zijn van andere bedrijven, nemen we mee bij de sectoren waar deze installaties staan. Enkele industriële activiteiten die internationaal gezien onder de energiesector vallen (zoals raffinaderijen), zijn in het Nederlandse Klimaatakkoord bij de sector industrie geplaatst; deze komen daarom niet hier, maar in paragraaf 5.2 aan bod.

5.1.1 Broeikasgasemissies en energieverbruik

Emissies in de elektriciteitssector in 2021 gelijk aan die in 2020

Tussen 2000 en 2015 varieerden de emissies van broeikasgassen in de elektriciteitssector rond de 50 megaton, afhankelijk van de omvang van de netto-import van elektriciteit en de rol van de kolen- en gascentrales in die jaren (zie paragraaf 4.2.1). Na 2015 daalden de emissies, met een sterke afname van 41,5 megaton in 2019 naar 32,7 megaton in 2020. Die daling hangt samen met de sluiting of het uitvallen van kolencentrales, een toename van hernieuwbare energie en met een afnemende vraag als gevolg van de COVID-maatregelen. In 2021 kwamen de emissies in de elektriciteitssector op hetzelfde niveau uit als in 2020, 32.7 megaton. Weliswaar nam de totale elektriciteitsproductie in Nederland af en de productie uit hernieuwbare bronnen toe, maar de elektriciteitsproductie uit aardgas daalde vanwege een sterke stijging van de aardgasprijs vanaf het tweede kwartaal van 2021. De marktomstandigheden voor de kolencentrales werden daarom gunstiger en de productie uit kolen steeg. Hierdoor bleef de uitstoot van CO_2 per saldo gelijk.

Grote onzekerheid over de toekomstige broeikasgasemissies in de elektriciteitssector

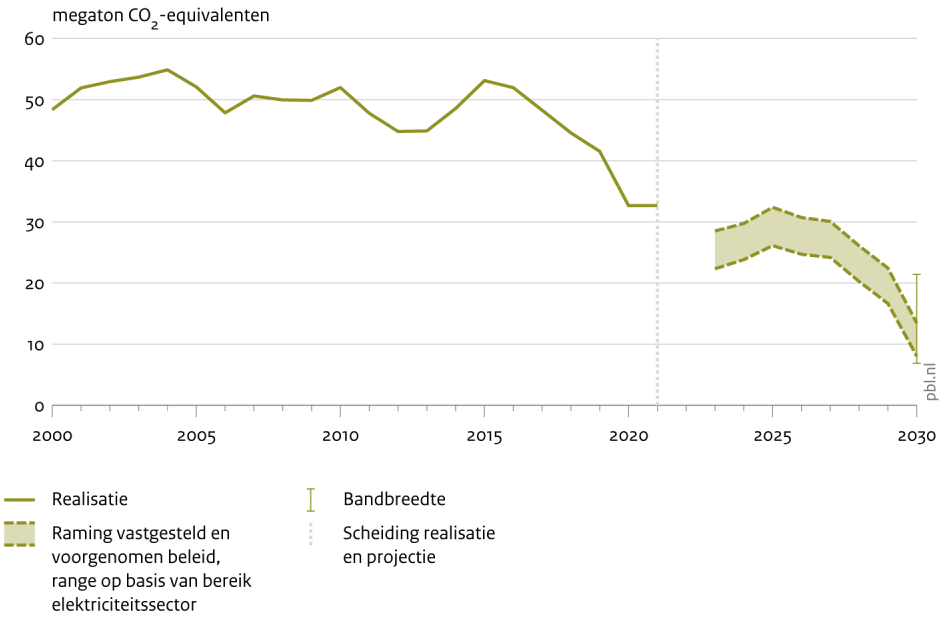
De Nederlandse elektriciteitsmarkt is onderdeel van de grotere Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt. Elektriciteit wordt daar geproduceerd waar de productiekosten het laagst zijn, rekening houdend met de capaciteit van de netwerkverbindingen tussen landen. De concurrentiepositie van de kolen- en gascentrales in Nederland hangt onder andere af van de brandstof- en CO_2-prijzen, de beschikbare capaciteit in andere landen én van het weer dat de productie van elektriciteit uit wind, zon en waterkracht bepaalt. De raming van de broeikasgasemissies in de elektriciteitssector kent daardoor een inherent grote onzekerheid. Een meest waarschijnlijk middenscenario voor de raming van de elektriciteitsproductie in de KEV is niet aan te wijzen, maar meerdere scenario's zijn denkbaar. Daarom geven we alleen een bereik voor de toekomstige ontwikkeling van de broeikasgasemissies in de elektriciteitssector, rekening houdend met de onzekerheid over de ontwikkelingen in het buitenland en de prijzen van brandstoffen en CO_2. Onzekerheid over de ontwikkelingen binnen Nederland zijn alleen meegenomen in de bandbreedte voor 2030 die is gebaseerd op de onzekerheidsanalyse.

Dalende trend emissies door een toename van de hernieuwbare-elektriciteitsproductie

Tot voor kort gold voor de periode tot en met 2024 een wettelijke beperking van de productie van elektriciteit uit kolen. In de raming vallen de emissies in deze jaren dan ook lager uit dan in 2025. Het loslaten van de beperking in juni 2022 is in deze analyse niet meegenomen; de emissies van de elektriciteitssector zullen hierdoor in de jaren 2022-2024 hoger uitvallen (zie tekstkader 5.1). Hoe de emissies zich vanaf 2025 verder zullen ontwikkelen is onzeker. Dit hangt onder andere af van de marktomstandigheden voor de kolen- en gascentrales en van de wijze waarop vraag en aanbod buiten Nederland zich ontwikkelen.

Figuur 5.1

Emissie broeikasgassen door sector elektriciteit



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Na 2025 vertonen de emissies een dalende trend (figuur 5.1). Een belangrijke reden hiervoor is de verdere toename van de elektriciteitsproductie uit zon en wind richting 2030 in Nederland en in andere Europese landen. Hierdoor daalt de productie uit kolen en gas (figuur 5.2), en daarmee de

emissie van broeikasgassen. De bandbreedte inclusief onzekerheden in de Nederlandse situatie bedraagt 7 tot 21 megaton in 2030 (figuur 5.1).

De emissies dalen dus, hoewel de vraag naar elektriciteit in Nederland stijgt van 116 terawattuur in 2021 naar 131 [123-140] terawattuur in 2030. De stijging van de elektriciteitsvraag is beperkt; in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid wordt een beperkte groei van elektrificatie in de industrie verwacht.

Net als in de KEV 2021 is in deze KEV de onzekerheid rond afname van de levering van restgassen van Tata Steel aan de elektriciteitscentrale Velsen in de bandbreedte meegenomen. Aan de bovenkant vallen de emissies ruim 4 megaton hoger uit, aan de onderkant van de bandbreedte is ervan uitgegaan dat de reductie van restgassen doorgang vindt en is de emissiereductie wel meegenomen (zie ook paragraaf 5.2 voor meer informatie over maatregelen bij Tata Steel).

5.1 Effecten van het opheffen van de productiebeperking voor kolencentrales
Vanwege het risico op gastekorten heeft het kabinet op 20 juni 2022 de productiebeperking voor kolencentrales per direct opgeheven (Rijksoverheid 2022a). Deze productiebeperking hield in dat de Nederlandse kolencentrales in de jaren 2022-2024 maar op 35 procent van hun capaciteit mochten draaien op kolen. Het opheffen van de productiebeperking is na 1 mei bekendgemaakt en daarom geen onderdeel van de KEV-raming.

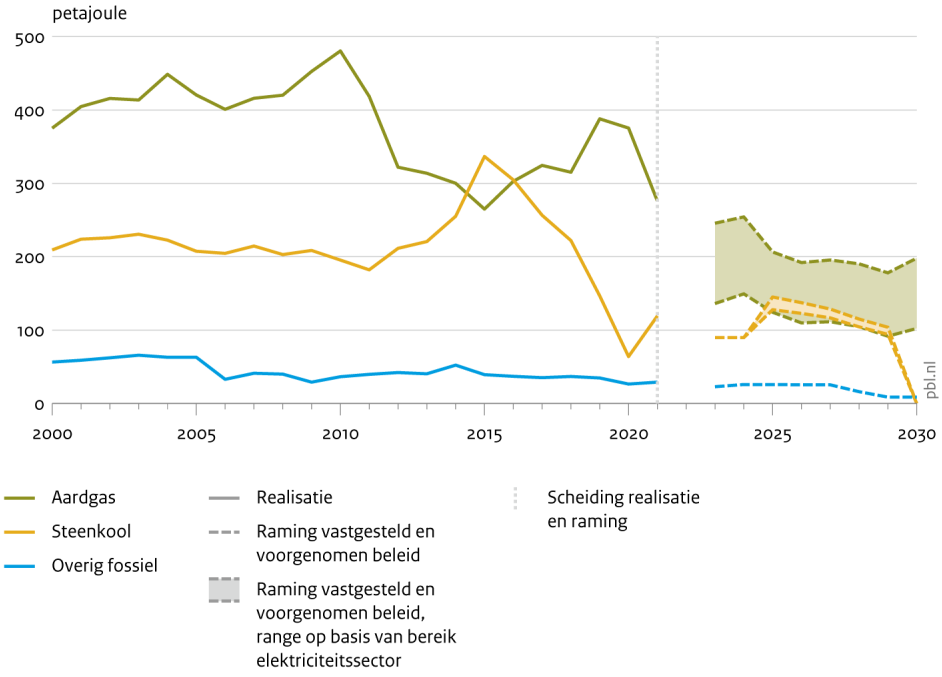
In de huidige markt met de hoge gasprijzen zijn de kosten van productie van elektriciteit uit kolen lager dan van elektriciteitsproductie uit aardgas. Daarom zullen de kolencentrales meer elektriciteit gaan produceren. De inzet van gascentrales zal dalen, maar de mate waarin dat zal gebeuren, zal ook afhangen van veranderingen in import en export. De stijgende productie van de kolencentrales zal vermoedelijk ook leiden tot meer export (of minder import), vanwege de lagere kosten van de kolencentrales. De emissies van de elektriciteitssector kunnen naar schatting cumulatief 10 tot 13 megaton hoger uitvallen in de totaal tweeëneenhalf jaar waarin de productiebeperking niet meer geldt. Dit is afhankelijk van de mate waarin het opheffen van de productiebeperking voor kolencentrales leidt tot meer netto-export.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De bandbreedte voor de broeikasgasemissies van de elektriciteitssector in 2030 ligt in deze KEV iets lager dan die in de KEV 2021, namelijk 7 tot 21 megaton in plaats van 8 tot 21 megaton. De belangrijkste reden hiervoor is de toename van de productie van elektriciteit uit wind op zee als gevolg van de aanleg van extra windparken op zee.

Figuur 5.2

Verbruik fossiele brandstoffen door sector elektriciteit



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

5.1.2 Geagendeerd beleid

Beleidseffecten van geagendeerd beleid in de elektriciteitssector in 2030

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid komt deze KEV-raming voor de elektriciteitssector uit op een broeikasgasemissie van 7-21 megaton in 2030. Het geagendeerde beleid voor deze sector zal grotendeels pas in de periode na 2030 effect hebben. Het geagendeerde beleid in andere sectoren leidt per saldo echter wel tot een toename van de vraag naar elektriciteit en daarmee van de emissies in de elektriciteitssector. Wanneer het geagendeerde beleid tijdig zou zijn uitgewerkt en uitgevoerd, dan is het denkbaar dat daardoor de emissie van de elektriciteitssector uitkomt op 10-25 megaton in 2030. Daarmee komt de denkbare bandbreedte hoger uit dan de indicatieve rest-emissie voor de elektriciteitssector uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a) van 6,1 tot 20,5 megaton. Er resteert nog een beleidsopgave van 4 megaton. De emissies zullen naar verwachting in de eerste jaren na 2030 weer afnemen als de productie van hernieuwbare elektriciteit toeneemt door de verdere groei van het vermogen van windparken op zee.

Het grootste deel van de toename van de elektriciteitsvraag komt voor rekening van de industrie, waar als gevolg van het geagendeerde beleid een stijging van enkele tientallen terawattuur denkbaar is (de huidige elektriciteitsvraag van de industrie is ruim 40 terawattuur). Deze extra elektriciteitsvraag is bestemd voor de productie van waterstof via elektrolyse. Waterstof zal vooral geproduceerd worden in de uren met een lage elektriciteitsprijs, als er een hoog aandeel van elektriciteit uit wind en zon is. De verwachting is ook dat de productie vooral aan de kust zal plaatsvinden. Voor een deel zal er dan gebruikgemaakt kunnen worden van elektriciteit uit wind op zee die anders afgeschakeld zou moeten worden omdat er onvoldoende vraag is en er geen capaciteit op het hoogspanningsnet is om de elektriciteit verder het land in te kunnen transporteren. De extra

elektriciteitsvraag zal voor dat deel niet leiden tot extra emissies. Dit is meegenomen in de bandbreedte voor de emissies als gevolg van het geagendeerde beleid.

In de gebouwde omgeving neemt de elektriciteitsvraag door het geagendeerde beleid toe met maximaal 2,5 terawattuur. De productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen laat verder een kleine toename zien door de extra stimulering van zonnepanelen op daken. Daarnaast neemt de opwekking uit wind en zonnepanelen iets af vergeleken met het voorgenomen beleid, omdat er minder budget voor hernieuwbare energie is in de SDE++-regeling door de introductie van zogenoemde hekjes (zie paragraaf 5.2.3). Per saldo neemt hierdoor de productie van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit iets af, maar het effect is naar verwachting slechts klein.

Het effect van geagendeerd beleid op de elektriciteitsvraag kent een forse onzekerheid. Voor het effect op de emissies in Nederland wordt die onzekerheid nog versterkt doordat aan de additionele vraag niet alleen door extra Nederlandse elektriciteitsopwekking kan worden voldaan, maar ook door mogelijke veranderingen in import en export van elektriciteit. Dit is meegenomen in de berekening van de bandbreedte van de emissies.

Geagendeerd beleid in de elektriciteitssector na 2030

Het geagendeerde beleid in de elektriciteitssector voor CO_2-vrije gascentrales, nieuwe kerncentrales en het mogelijk langer openhouden van de kerncentrale in Borssele, zal nog geen effect in 2030 hebben, maar is meer gericht op de langere termijn, richting 2040 en later. De effecten hiervan moeten dan ook gezien worden binnen de context van het Europese beleid voor de elektriciteitssector en de ontwikkelingen rond vraag en aanbod van elektriciteit in de andere Europese landen op de langere termijn. Dit is van belang gegeven de sterke verwevenheid van de Nederlandse markt met de andere elektriciteitsmarkten in Europa.

Van groot belang voor de ontwikkeling van de elektriciteitssector is de afname van het emissieplafond voor de sectoren die onder het Europese emissiehandelssysteem (ETS) vallen. In de voorstellen van de Europese Commissie daalt dit plafond naar nul in 2040. Dat betekent niet dat er dan geen emissies meer mogen zijn in de ETS-sectoren; bedrijven kunnen emissierechten die eerder beschikbaar zijn gekomen ook na 2040 gebruiken, maar er komt geen nieuw aanbod van emissierechten meer op de markt. Dit zal zich ook vertalen in de prijs van emissierechten; zo wordt in de KEV met prijsscenario's gerekend, met prijzen tussen de 118 tot 257 euro per ton CO_2.
De afname van het emissieplafond zal ook effect hebben op de ontwikkeling van het aanbod van elektriciteit in het buitenland, zoals een toename van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit. De vraag naar elektriciteit zal in Europa naar verwachting toenemen door elektrificatie van de energievraag in andere sectoren. Hoe de vraag en het aanbod buiten Nederland zich precies zullen ontwikkelen is op dit moment nog niet te zeggen. De gevolgen voor de emissies van de elektriciteitssector in Nederland en de effecten daarop van het geagendeerde beleid zijn daarom ook ongewis.

Gegeven de forse verlaging van het emissieplafond van het handelssysteem is het voor de langere termijn ook niet zozeer de vraag wat precies het effect op de emissies zal zijn van de maatregelen uit het geagendeerde beleid, maar eerder of dat beleid past in de ontwikkelingen die nodig zijn om in 2040 een drastische vermindering van de emissies in de elektriciteitssector te bewerkstelligen. Dit komt aan de orde in de *Trajectverkenning Klimaatneutraal Nederland*, een studie waarin het PBL bekijkt welke mogelijke routes er zijn richting netto-nulbroeikasgasemissies in 2050, die in 2023 zal worden gepubliceerd.

5.2 Industrie

In deze paragraaf staat de sector industrie centraal: hoe ontwikkelen de broeikasgasemissies en het energieverbruik zich daar? De sector industrie omvat de voedings- en genotmiddelenindustrie, de basismetaalindustrie, de chemische industrie, de papier- en kartonindustrie, de bouwmaterialenindustrie, de overige industrie, de bouwnijverheid, de raffinaderijen, de cokesfabrieken, de winning, het transport en de distributie van energie, afvalbeheer (inclusief afvalverbrandingsinstallaties en stortplaatsen), en waterbedrijven. Mobiele werktuigen in deze sector komen aan de orde bij de sector mobiliteit (paragraaf 5.6).

In paragraaf 5.2.1 en 5.2.2 beschrijven we de ontwikkeling van de broeikasgasemissies respectievelijk het energieverbruik bij vastgesteld en voorgenomen beleid, waarna we in paragraaf 5.2.3 ingaan op het geagendeerde beleid.

5.2.1 Broeikasgasemissies

In deze paragraaf bepreken we eerst de ontwikkeling van de broeikasgasemissies door de industrie in de periode 2000-2021 en de raming richting 2030. Daarna gaan we in op de effecten van het Europese emissiehandelssysteem, de nationale CO_2-heffing en de SDE++-subsidies voor de industrie. Vervolgens belichten we de rol van enkele specifieke technologieën zoals groene waterstof en circulaire materialen. Tot slot beschrijven we enkele belangrijke onzekerheden.

Broeikasgasemissies van de industrie zijn gedaald, vooral daling overige broeikasgassen

De broeikasgasemissies van de industrie bestaan uit emissies van CO_2 en die van overige broeikasgassen (methaan, distikstofoxide en F-gassen). De CO_2-uitstoot van de industrie is licht gedaald, van een kleine 50 megaton CO_2 in 2000 naar ruim 47 megaton CO_2 in 2021, waarbij met name de lage waarde in 2009 door de economische crisis opvalt (figuur 5.3). De uitstoot van overige broeikasgassen (anders dan CO_2) is sinds 2000 fors afgenomen, vooral in het eerste decennium van deze eeuw. Dit komt voornamelijk door een geleidelijke reductie van de methaanuitstoot bij afvalstortplaatsen en een sterke afname van lachgasemissies bij de salpeterzuurproductie in 2008.

De coronacrisis heeft slechts een beperkt effect gehad op de totale emissies van de industrie in 2020. Ook in 2021 bleef de CO_2-uitstoot in de industrie op jaarbasis vrijwel gelijk aan de voorgaande jaren. In het tweede kwartaal van 2021 waren de emissies weliswaar flink hoger doordat de industrie meer produceerde dan in hetzelfde kwartaal een jaar eerder, maar de uitstoot in het vierde kwartaal was fors lager. Door de hogere aardgasprijzen in de tweede helft van het jaar is minder aardgas afgenomen door industriële gebruikers.

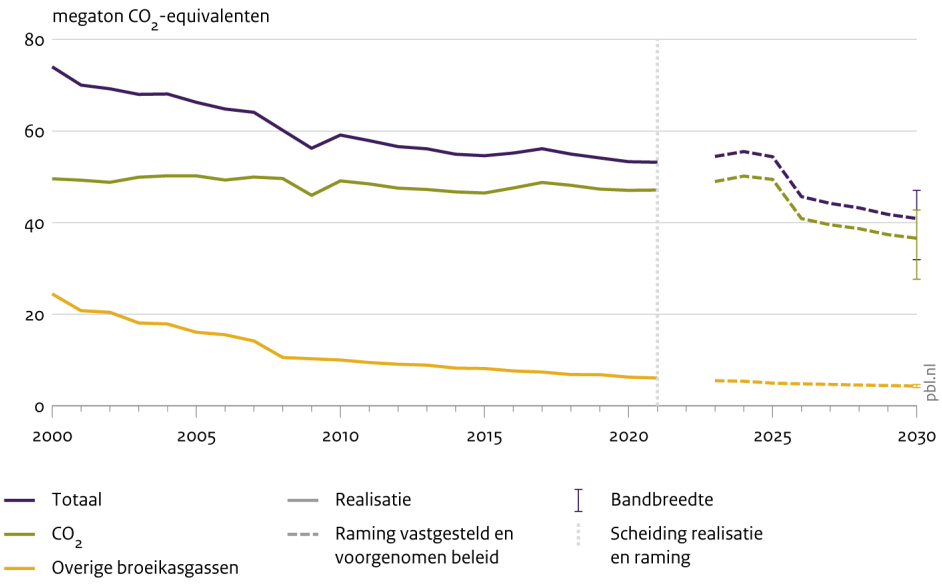
Sterkere daling van de broeikasgasuitstoot verwacht in de periode tot 2030

De emissies van de industrie lijken in 2022 veel lager uit te komen dan in de afgelopen jaren, met name door de hoge aardgasprijzen (CBS 2022a; 2022b). Bij het veronderstelde prijspad in het middenscenario (zie paragraaf 2.1) is het aannemelijk dat de emissies in de periode 2023 tot 2025 terugveren naar het niveau van de afgelopen jaren. Bij aanhoudend hogere prijzen – en vooral voortdurende prijsverschillen tussen Europa en andere delen van de wereld – kan de uitstoot in deze periode lager uitvallen. In de jaren vanaf 2025 laat de raming een scherpe daling van de uitstoot zien, voornamelijk door realisatie van een aantal grote projecten voor CO_2-afvang en -opslag.

Naar verwachting daalt de broeikasgasemissie van de industrie van 53 megaton CO_2-equivalenten in 2021 naar 41 [32-47] megaton CO_2-equivalenten in 2030, waarvan 37 [28-43] megaton CO_2 en 4,3 [4,0-4,7] megaton CO_2-equivalenten overige broeikasgassen, onder vastgesteld en voorgenomen beleid. De ontwikkeling van de broeikasgasemissies van de industrie is getoond in figuur 5.3.

Figuur 5.3

Emissie broeikasgassen door industrie



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

De daling in de CO_2-uitstoot van de industrie richting 2030 komt voornamelijk door de introductie van CO_2-emissiereducerende technieken, die mede onder invloed van het Europese emissiehandelssysteem, de SDE++-subsidie en de CO_2-heffing aantrekkelijk worden. De grootste bijdrage wordt geleverd door de afvang en opslag van CO_2, met ongeveer 9 [5-11] megaton CO_2-emissiereductie per jaar. CO_2-afvang en -opslag vindt vooral plaats bij de chemie, raffinage en afvalverbrandingsinstallaties (AVI's). Overige bijdragen aan de emissiereductie in de industrie worden geleverd door elektrificatie (2-4 megaton CO_2), energiebesparing (2-3 megaton CO_2), reducties in methaanuitstoot (ruim 1 megaton CO_2-equivalenten, met name bij aardgaswinning en afvalverwerking) en lachgasuitstoot (ongeveer 0,5 megaton CO_2-equivalenten).

De uitstoot van de industrie binnen het Europese emissiehandelssysteem neemt af van 42,1 megaton CO_2-equivalenten in 2021 naar 31,7 [23-37] megaton CO_2-equivalenten in 2030. De industrie-uitstoot in de sectoren die onder de *Effort Sharing Regulation* (ESR) vallen, daalt van 11,0 megaton in 2021 naar 9,2 [8-10] megaton in 2030.

De industriële emissies worden gedomineerd door een beperkt aantal bedrijven: de twintig bedrijven met de grootste uitstoot dragen meer dan 80 procent bij aan het totaal. De aard en het tijdstip van de realisatie van emissiereductieprojecten bij deze bedrijven hebben grote invloed op de precieze emissies in 2030, en juist de afzonderlijke projecten zijn met grote onzekerheden omgeven. Daarom besteden we in de KEV vooral aandacht aan de bandbreedte van de emissies. Die emissies kunnen aan de boven- of onderkant van de bandbreedte anders uitvallen door bijvoorbeeld veranderingen in de omvang van de industriesector, en het al dan niet doorgaan van afzonderlijke

emissiereductieprojecten. Dit hangt mede af van de rentabiliteit van projecten (bepaald door de CO_2-heffing, de ETS-prijs, de energieprijzen en waar relevant de SDE++-subsidie), en ook van de tijdige beschikbaarheid van energie-infrastructuur en voortgang bij vergunningtrajecten. Deze aspecten worden hierna verder toegelicht.

Hoge energie- en CO_2-prijzen vanaf 2020

Sinds 2020 (en met name sinds medio 2021) zijn de prijzen van energie, CO_2-uitstoot en de meeste grondstoffen fors gestegen. Met name in de chemische industrie en raffinage wordt daardoor sinds medio 2021 fors minder aardgas gebruikt (CBS 2022c) en diverse bedrijven die veel aardgas of elektriciteit verbruiken hebben energie-intensieve installaties deels of volledig stilgelegd. In deze KEV raming is ervan uitgegaan dat de productie in de komende jaren weer op het niveau van de afgelopen jaren terugkomt, maar in de bandbreedte is er rekening mee gehouden dat een deel van de productiedaling beklijft. Dit kan bijvoorbeeld komen doordat het verschil in energieprijs met concurrerende bedrijven (met name buiten Europa) een rendabele exploitatie van energie-intensieve installaties onmogelijk maakt. Dit heeft een reductie van nationale industriële emissies en energieverbruik tot gevolg.

Aangescherpt doel van CO_2-heffing wordt waarschijnlijk niet gehaald

Het additionele effect van het voorgenomen beleid, ten opzichte van het vastgestelde beleid, is beperkt. In het voorgenomen beleid wordt het doel van de CO_2-heffing met bijna 5 megaton CO_2-equivalenten aangescherpt, maar dit leidt nauwelijks tot extra reductie. Dit komt doordat er bijna geen extra projecten mogelijk zijn door de aangescherpte heffing bij de hoge ETS-prijs. Voor een deel van de CO_2-reductieprojecten in de industrie is de onrendabele top hoger dan de vergoeding die SDE++-subsidie biedt en is de extra prikkel van de CO_2-heffing onvoldoende om de projecten rendabel te maken bij de veronderstelde ETS-prijs (zie ook figuur 5.4). Daarnaast spelen ook infrastructuurbeperkingen een rol. Met het geagendeerde beleid verwachten we wel extra emissiereductie (zie daarvoor paragraaf 5.2.3).

De bandbreedte van de emissies liggen met het voorgenomen beleid iets lager dan die van vastgesteld beleid. Het aangescherpte doel van de CO_2-heffing leidt tot zekerheid over hogere uitstootkosten bij bedrijven. Dit kan ervoor zorgen dat meer reductieprojecten geïnitieerd worden, waardoor er in 2030 meer projecten gerealiseerd zijn en er ook meer ruimte is om tegenvallers op te vangen. Ook omvat het voorgenomen beleid extra beleidsinstrumenten gericht op energiebesparing.

Aangepaste koers Tata Steel Nederland

In september 2021 kondigde Tata Steel aan om de koers te verleggen van CO_2-afvang en -opslag (CCS) naar direct-gereduceerd ijzer (DRI). Tata Steel zou DRI (op basis van aardgas) vlak voor 2030 kunnen inzetten, maar de onzekerheid hierover is nog groot.

Veranderingen bij raffinage

De emissies van de raffinage nemen tot 2030 iets af. Inzet van CO_2-afvang en -opslag en een afname van het totale productievolume leiden tot emissiereductie, waartegenover ook wat kleinere opwaartse effecten staan. De emissies nemen onder andere toe doordat de hoge gasprijzen het aantrekkelijk maken om een deel van het aardgas voor ondervuring te vervangen door olieproducten (met een hogere emissiefactor). Daarnaast verwachten we dat er diepere ontzwaveling nodig is vanwege de aangescherpte regelgeving voor stookolie, met extra energieverbruik en emissies tot gevolg. De ontwikkelingen in de raffinagesector worden verder toegelicht in paragraaf 4.2.4.

Het Europese emissiehandelssysteem en de CO_2-heffing beprijzen de uitstoot

Circa 250 industriële installaties in Nederland die de grootste broeikasgasuitstoot hebben, zijn onder het Europese emissiehandelssysteem verplicht elk jaar voor elke uitgestoten ton CO_2 een CO_2-emissierecht in te leveren. Het totale aantal emissierechten dat voor de Europese industrie beschikbaar is neemt steeds verder af, waardoor emissierechten schaarser worden. Als gevolg hiervan neemt de prijs per emissierecht (de ETS-prijs) toe en wordt het steeds aantrekkelijker voor bedrijven om te investeren in emissiereducerende opties.

Sinds 1 januari 2021 geldt voor Nederlandse ETS-bedrijven, afvalverbrandingsinstallaties en enkele installaties met lachgasemissies een nationale CO_2-heffing op het deel van hun broeikasgasuitstoot dat zij moeten vermijden. Ieder bedrijf dat onder de heffing valt, krijgt een aantal uitstootrechten dat niet wordt belast. Dit is het aantal dispensatierechten. Stoot een bedrijf meer uit dan het aantal dispensatierechten, dan moet het een heffing betalen over de te veel uitgestoten emissies. Het tarief van de heffing loopt op van 30 euro in 2021 tot 129 euro per ton CO_2-equivalenten in 2030, uitgaande van het prijspeil van 2021. De ETS-prijs wordt voor ETS-installaties in mindering gebracht op het tarief van de CO_2-heffing; wanneer de ETS-prijs hoger is dan het tarief, is de resterende CO_2-heffing nul euro per ton CO_2-equivalenten. Het aantal dispensatierechten dat een bedrijf jaarlijks ontvangt, is gebaseerd op zijn productievolume, vermenigvuldigd met de bij dit bedrijf behorende EU-benchmark, vermenigvuldigd met een nationale reductiefactor. De nationale reductiefactor gaat ieder jaar tot 2030 omlaag, en daarmee neemt ook het aantal dispensatierechten af.

SDE++-subsidie voor de onrendabele top van emissiereducerende technieken

Bedrijven kunnen SDE++-subsidie aanvragen voor de onrendabele top van CO_2-emissiereducerende technieken. Het gaat om een vergoeding van zowel investeringskosten als operationele kosten. Ontvangers van SDE++-subsidie krijgen een subsidie voor de onrendabele top van een maatregel op basis van een basisbedrag (kostprijs) ten opzichte van een vast correctiebedrag, dat afhangt van de kosten van het bestaande alternatief. Bij een hoger correctiebedrag (door bijvoorbeeld een hoge ETS-prijs of hoge aardgasprijs) is de vergoeding dus kleiner dan bij een lager correctiebedrag.

Het plafond voor de CO_2-afvang en opslag in de industriesector die voor SDE++-subsidie in aanmerking komt is in 2021 aangepast van 7,2 megaton naar 8,7 megaton per jaar. In 2022 is het plafond aangepast naar 7,8 megaton, maar dit is nog niet meegenomen in de berekeningen van deze KEV (Rijksoverheid 2022b; 2022c).

Effect van hoge ETS-prijs op de CO_2-heffing en SDE++

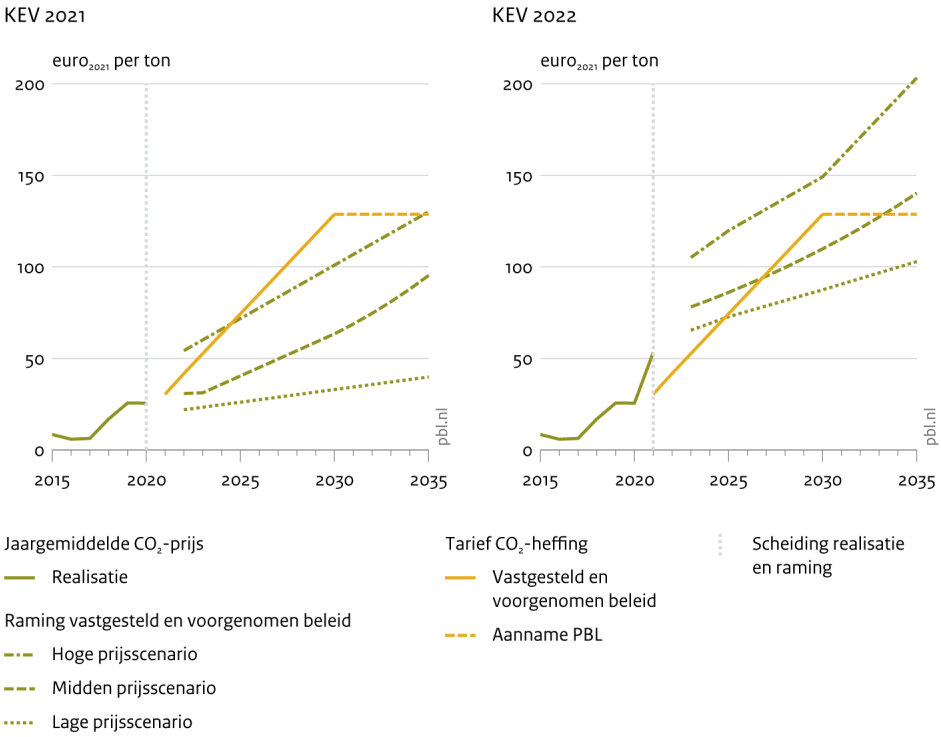
De combinatie van de nationale CO_2-heffing en de SDE++-subsidie geeft een prikkel voor CO_2-reductie, boven op de ETS-prijs. Maar de ETS-prijs is in de afgelopen jaren sterk toegenomen, van ongeveer 26 euro per ton CO_2-equivalenten in 2020 tot ruim 80 euro per ton CO_2-equivalenten medio 2022 (zie ook paragraaf 2.1). De verwachting in deze KEV is dat de ETS-prijs doorstijgt naar 110 euro per ton CO_2-equivalenten in 2030. De ontwikkeling van de ETS-prijs is evenwel onzeker. Daarom houden we in alternatieve prijspaden rekening met 87 tot 149 euro per ton CO_2-equivalenten in 2030. Bij de hogere ETS-prijzen uit de bandbreedte biedt de nationale CO_2-heffing geen relevante additionele prikkel meer, bij lagere ETS-prijzen uit de bandbreedte is dit wel het geval, maar minder dan in de KEV 2021.

Figuur 5.4 (links) laat zien dat de CO_2-heffing fors hoger is dan de ETS-prijs zoals geraamd in de KEV 2021, voor vrijwel de gehele periode 2022-2035. Uit dezelfde figuur (rechts) blijkt dat voor de

geraamde ETS-prijzen uit de KEV 2022 het tarief van de CO_2-heffing voor een veel kortere periode boven het middenscenario uitkomt, en dan ook nog in beperkte mate. Dat illustreert dat de CO_2-heffing in de raming van de KEV 2022 ten opzichte van het ETS-prijs nauwelijks nog een extra prikkel biedt voor verduurzaming.

Figuur 5.4

Jaargemiddelde CO_2-prijs EU ETS en tarief CO_2-heffing industrie



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2021, KEV-raming 2022, Ministerie Fin

In de KEV 2021 werd de onderwaarde van de emissies (dus de bovenkant van het beleidseffect) begrensd door de hoeveelheid dispensatierechten: bij lagere emissies dan de hoeveelheid dispensatierechten, viel een groot deel van de prikkel om verder te reduceren weg. Maar bij de veel hogere ETS-prijzen in de KEV 2022 is dat niet langer per definitie het geval. Zeker bij de ETS-prijzen in het hoge prijsscenario is meer emissiereductie dan waar de heffing toe aanzet waarschijnlijker geworden. Tegelijkertijd biedt het aanscherpen van het aantal dispensatierechten onder de CO_2-heffing alleen geen zekerheid voor het halen van het doel. Er kan namelijk een situatie ontstaan dat het nemen van reductiemaatregelen voor een deel van de bedrijven duurder is dan het betalen van de heffing, bijvoorbeeld doordat subsidies zoals SDE++ niet adequaat zijn voor alle projecten.

De hogere ETS-prijs betekent ook dat voor de investeringen minder subsidie (zoals SDE++) nodig is, waardoor met hetzelfde budget meer emissiereductie mogelijk is. De werking van de subsidie in combinatie met de heffing krijgt bij hogere ETS-prijzen steeds meer het karakter van een verzekering die investeringen van industriële bedrijven zekerder maakt.

Een ander effect van de hoge ETS-prijs is dat het verschil in de kostprijs van uitstoot van Nederlandse bedrijven ten opzichte van Europese concurrenten vervalt of kleiner wordt. Ten opzichte van concurrenten buiten Europa die geen vergelijkbare uitstootbeprijzing kennen, neemt bij een hogere

ETS-prijs het verschil in kostprijs wel toe, hoewel de gratis allocatie van emissierechten dit effect tempert.

Circulaire-economiebeleid leidt nog niet tot een substantiële daling van industriële emissies

Er zijn diverse beleidsinstrumenten ter stimulering van de circulaire economie. Dit betreft onder andere enkele subsidieregelingen en circulair inkopen en aanbesteden door de Rijksoverheid. De subsidieregelingen zijn vooral gericht op het realiseren van pilots en demo's en circulaire initiatieven binnen het mkb, met budgetten van in totaal enkele tientallen miljoenen euro's per jaar. Ook is er in het Nationaal Groeifonds 220 miljoen euro subsidie toegekend voor de ontwikkeling en opschaling van circulaire plastics. Het bevorderen van circulariteit kan emissie-effecten hebben in de keten van productie, gebruik en afdanking, vooral omdat minder productie nodig is van primaire materialen.

Met het huidige beleid worden er tot 2030 echter nog geen substantiële emissie-effecten in Nederland zelf verwacht. Een emissie-effect kan pas worden verwacht wanneer er een significante afname is van de Nederlandse productie van primaire materialen (zoals plastics) of van de hoeveelheid fossiel afval die in Nederland wordt verbrand. Hoewel dergelijke ontwikkelingen niet volledig zijn uit te sluiten, wordt daar in de deze KEV-raming niet van uitgegaan. Bij veel van de beleidsinstrumenten is er sprake van het financieren van innovatieprojecten, pilots en demonstraties, die nog onvoldoende omvang hebben voor een substantieel emissie-effect. In de bandbreedte is wel een beperkte afname meegenomen van de inzet van afval in afvalverbrandingsinstallaties door recycling en circulariteit.

Waterstofproductie uit elektrolyse

De productie van waterstof uit elektrolyse (groene waterstof) krijgt veel aandacht, maar is in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid nog beperkt. In de SDE++ wordt de onrendabele top van de waterstofproductie uit elektrolyse niet volledig afgedekt. Wel is er in 2022 een opschalingsinstrument voor de productie van groene waterstof ingesteld, met een cumulatief budget van 250 miljoen euro. Daarnaast is er vanuit het Nationaal Groeifonds een subsidie van enkele honderden miljoenen euro toegekend aan de productie van groene waterstof. Op basis van deze ondersteuning voorzien we in de raming onder vastgesteld en voorgenomen beleid een opgesteld elektrolysevermogen (input) van zo'n 0,5 gigawatt. De geplande herziening van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII) zijn in het vastgestelde en voorgenomen beleid nog niet meegenomen. Daarbij gaat het om doelen voor het gebruik van groene waterstof in de transportsector en de industrie, de ondersteuning van het gebruik van groene waterstof in raffinage tot 2030 door middel van hernieuwbare brandstofeenheden (de 'raffinageroute') en de subsidietoekenningen uit het *EU Innovation Fund*. De effecten van geagendeerd beleid en de plannen die in de industrie zijn aangekondigd gaan aanzienlijk verder dan deze 0,5 gigawatt; deze worden besproken in paragraaf 5.2.3.

Tijdige uitbreiding van energie-infrastructuur is belangrijk voor het behalen van emissiereductie; programma voor energie-infrastructuur is opgestart

De emissiereductiemaatregelen in de industrie vereisen voldoende beschikbaarheid en tijdige uitbreiding van infrastructuur voor elektriciteit, waterstof, warmte en CO_2. Voor de grote CCS-projecten is tijdige aanleg van CO_2-opslaginfrastructuur noodzakelijk. Een aantal projecten leidt tot nieuwe waterstofproductie die elders ingezet moet kunnen worden en waar in een aantal gevallen waterstofpijpleidingen voor nodig zijn (EZK 2022b).

Met het Programma Infrastructuur Duurzame Industrie (PIDI), waarin het Rijk samenwerkt met industriële bedrijven, netbeheerders. energieproducenten en decentrale overheden, wordt de uitvoering van infrastructuurprojecten gefaciliteerd. In 2021 zijn de eerste Cluster Energiestrategieën (CES'en) opgeleverd. Op basis hiervan zijn 9 projecten opgenomen in het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK), dat moet leiden tot snellere, goed onderbouwde investeringsbeslissingen. Het MIEK wordt jaarlijks geactualiseerd. Vijf van de MIEK-projecten zijn gerelateerd aan verzwaring van de elektriciteitsnetten in en naar de industriële clusters, twee voor CO_2-infrastructuur, een voor de zogeheten Delta Corridor, een bundel pijpleidingen tussen Rotterdam en Chemelot voor verschillende producten waaronder CO_2 en waterstof, en een voor een landelijke waterstofinfrastructuur (EZK 2021). Gasunie heeft in juni 2022 bekendgemaakt de landelijke 'waterstofbackbone' te gaan aanleggen (Gasunie 2022). Het landelijke waterstofnetwerk wordt grotendeels gerealiseerd door bestaande leidingen voor aardgas geschikt te maken voor waterstof, zodat uitwisseling van waterstof tussen industriële clusters mogelijk wordt.

De ingroei van elektrificatie in de industrie wordt beperkt door de fysieke begrenzing in de aanleg van noodzakelijke elektriciteitsinfrastructuur. Deels kan dit worden ondervangen door elektrificatieprojecten direct te koppelen aan hernieuwbare-elektriciteitsproductie, maar dit is slechts voor een klein aantal bedrijven mogelijk. De onzekerheid over de aanwezigheid van infrastructuur is verwerkt in de bandbreedte van de emissiereductie in 2030 zoals getoond in figuur 5.3 (zie ook paragraaf 4.3).

Omgevingsvergunningen onzeker in verband met stikstofuitstoot

De verstrekking en rechtsgeldigheid van omgevingsvergunningen in verband met de stikstofuitstoot zijn een voortdurende onzekerheid. In 2022 speelt een rechtszaak bij de Raad van State over de partiële vrijstelling voor stikstof (bouwvrijstelling) rond de aanleg van de CO_2-infrastructuur van het Porthos-project in Rotterdam. Afwijzing van de bouwvrijstelling kan tot gevolg hebben dat diverse grote emissiereductieprojecten niet, of pas veel later kunnen doorgaan. Als grote projecten, met effecten van meer dan een megaton CO_2-reductie per project, niet doorgaan, is onduidelijk wat tijdig het geslagen gat zou kunnen dichten, vooral als bedrijven en andere partijen al geanticipeerd hebben op het doorgaan van deze projecten en geen alternatieven voorbereid hebben.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

Het belangrijkste verschil met de KEV 2021 is dat de bandbreedte in de emissies van de industrie in 2030 in de huidige KEV groter is. De onzekerheden zijn zowel aan de onder- als bovenkant groter geworden; waar de raming in de KEV 2021 uitkwam op 34-46 megaton CO_2-equivalenten in 2030, verwachten we in de KEV 2022 een uitstoot van 32-47 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De lagere onderkant van de emissiebandbreedte wordt onder andere veroorzaakt door een toegenomen risico op blijvend productieverlies in verband met de hoge energieprijzen. Daarnaast betekenen de hogere ETS-prijzen (zie figuur 5.4) een grotere kans op lager uitvallende emissies. Maar ook de onzekerheid aan de bovenkant van de emissiebandbreedte is groter geworden, door toegenomen risico's op uitstel of afstel van emissiereductieprojecten ten gevolge van infrastructuurbeperkingen of het niet verkrijgen van omgevingsvergunningen.

5.2.2 Energieverbruik

Energieverbruik stabiel, afname aardgasverbruik

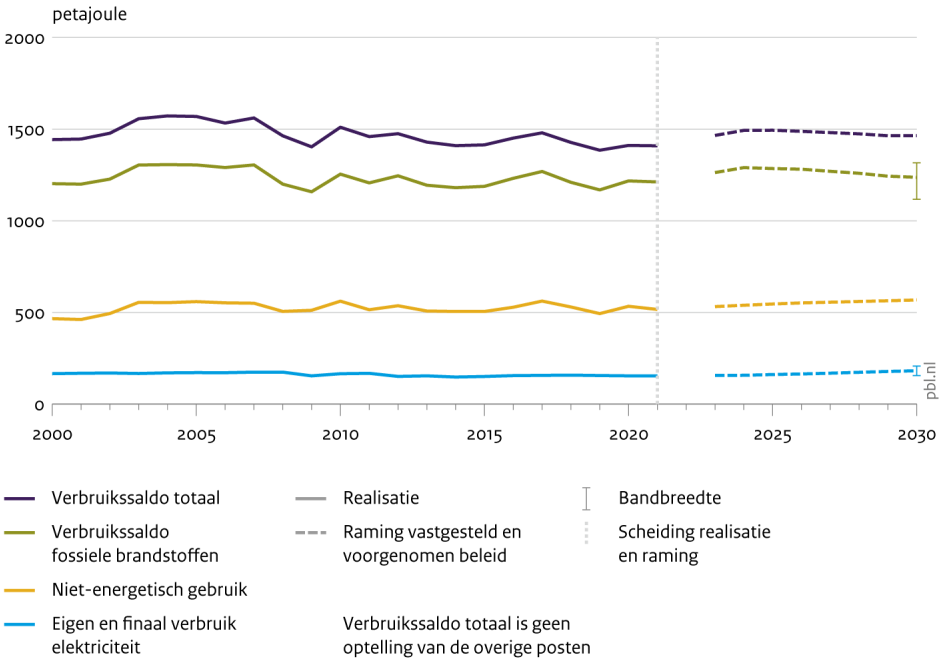
Het totale energieverbruikssaldo van de industrie fluctueert in de laatste jaren tussen de 1.400 en 1.500 petajoule (figuur 5.5). Ook in de jaren tot 2030 blijft het saldo rond dit niveau. Het aandeel

hiervan dat wordt ingevuld door fossiele brand- en grondstoffen blijft ongeveer gelijk, op ruim 80 procent. Het verbruik van aardgas was in 2021 ongeveer 420 petajoule, en neemt tot 2030 met ongeveer 20 procent af, vooral door elektrificatie, een afname van warmte-krachtkoppeling en door een toename van de verbranding van restgassen uit olie. De afname van het aardgasverbruik hangt wel sterk af van de energieprijzen.

In de raming neemt het niet-energetisch verbruik iets toe. Deze ontwikkeling hangt met name samen met een beperkte groei van de petrochemische industrie (CE Delft 2021a), maar dit volume-effect is onzeker. Het verbruik van biomassa blijft ongeveer stabiel rond het niveau van 2021 (73 petajoule).

Figuur 5.5

Energieverbruik en niet-energetisch verbruik door industrie



Bron: CBS, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Toename elektrisch verbruik

Het finaal elektrisch verbruik neemt toe van 158 petajoule in 2021 tot ongeveer 180 [155-208] petajoule in 2030. De toename van verbruik komt door de inzet van elektrische boilers, industriële warmtepompen, CCS-installaties en door de productie van waterstof door middel van elektrolyse.

Afname energieverbruik decentrale industriële warmte-krachtkoppeling

In de industrie wordt een deel van de warmtevraag voorzien door warmte-krachtkoppeling (WKK), waarbij gelijktijdig warmte en elektriciteit wordt geproduceerd. Door ingroei van alternatieve warmteproductie, bijvoorbeeld door biomassaketels en elektrificatie van de warmtevoorziening, neemt de rol van met name fossiel gestookte WKK-installaties af. Daarnaast resulteren de hoge brandstofprijzen, ondanks dat de prijs voor elektriciteit ook hoger ligt, in een verslechtering van de rentabiliteit of *spark spread* van zulke installaties. Hierdoor komen fossiel gestookte WKK-installaties extra onder druk te staan. Onzekerheden over de mate van rentabiliteit zijn meegenomen in de bandbreedte. De rol van hernieuwbare warmte-krachtkoppeling in de industrie blijft beperkt (uitgezonderd de afvalverbrandingsinstallaties).

Verbreding energiebesparingsplicht Wet milieubeheer

De energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer verplicht bedrijven en instellingen ertoe om alle energiebesparende maatregelen te nemen die zich binnen vijf jaar terugverdienen. Om de handhaving op de naleving van de energiebesparingsplicht te intensiveren, zijn erkende maatregellijsten opgesteld, is de informatieplicht geïntroduceerd en kan gebruik worden gemaakt van een ondersteuningsregeling. Dit leidt voor de huidige doelgroep naar verwachting in 2030 tot een aardgasbesparing van 2 [1-5] petajoule en een elektriciteitsbesparing van 2 [1-4] petajoule.

Per 1 januari 2023 wordt de energiebesparingsplicht aangevuld met de verplichting om – naast energiebesparende maatregelen – ook andere CO_2-reducerende maatregelen te nemen waarvan de terugverdientijd binnen de vijf jaar valt. Ook wordt de doelgroep uitgebreid met ETS-bedrijven en milieuvergunningplichtige bedrijven. Bij deze nieuwe doelgroep is er mogelijk handhaafbaar potentieel voor onder andere isolatie, verbeterde procescontrole, warmteterugwinning en optimalisatie van elektromotorsystemen (Van Lieshout & Keuken 2021). Voor handhaving bij deze bedrijven is maatwerk nodig en dat vergt veel kennis en handhavingscapaciteit. Het daadwerkelijke effect van de verplichting zal sterk afhangen van de precieze vormgeving van de handhaving en de snelheid waarmee die uitgevoerd wordt. Het besparingspotentieel overlapt deels met de extra besparing die al optreedt door de CO_2-heffing, de hogere ETS-prijs en de gestegen energieprijzen.

Energiebesparingsdoel van het MEE-addendum van 9 petajoule niet gehaald

Het addendum Meerjarenafspraak Energie-efficiëntie ETS-ondernemingen (MEE) is erop gericht de ETS-bedrijven gezamenlijk 9 petajoule additionele finale energiebesparing te laten realiseren. Het addendum liep van 2017 tot eind 2020 en is verlengd tot eind 2021 in verband met de coronapandemie. Op basis van de monitoringscijfers van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO 2022a) komt de realisatie van de energiebesparing tot eind 2021 uit op 8,021 petajoule. Dit is 0,8 petajoule lager dan de prognose (8,839 petajoule) die in december 2021 volgde uit de monitoringsronde over 2020. De gezamenlijke doelstelling van het addendum is dus niet gehaald.

5.2.3 Geagendeerd beleid

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de emissie van de industrie naar 41 [32-47] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Wanneer het geagendeerde beleid tijdig zou zijn uitgewerkt en gerealiseerd, komt de industrie circa 2 tot 6 megaton lager uit, op 28-43 megaton CO_2-equivalenten in 2030. Daarmee wordt het waarschijnlijker dat de emissie van de industrie in de buurt komt van de indicatieve restemissie voor de industrie uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a), van 34,4 tot 35,3 megaton CO_2-equivalenten in 2030. Er resteert een beleidsopgave van 0 tot 9 megaton.

De grootste potentiële bijdragen aan de emissiereductie door het geagendeerde beleid komen voort uit het subsidiebudget van het Klimaatfonds dat voor maatwerkafspraken met grote uitstoters en verduurzaming van het mkb is gereserveerd, en daarnaast uit de stimulering van de inzet van groene waterstof bij de industrie. Met groene waterstof bedoelen we hernieuwbare waterstof die voldoet aan Europese eisen om mee te tellen voor de doelen in de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (RED). De emissiereductie in 2030 ten gevolge van het groene-waterstofbeleid kan echter sterk worden beperkt of zelfs tenietgedaan wanneer daardoor geplande CCS-projecten bij de bestaande, aardgasgestookte waterstoffabrieken worden geannuleerd. Hierna bespreken we in meer detail de belangrijkste geagendeerde beleidsinstrumenten. Meer achtergrondinformatie is te vinden in het KEV-nevenrapport *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten* (PBL 2022a).

Maatwerkafspraken met grote uitstoters en subsidies uit het Klimaatfonds

Het kabinet is van plan om met de 20 grootste uitstoters bindende maatwerkafspraken te maken over de realisatie van extra CO_2-reductie en daarnaast over de verduurzamingsplannen voor de langere termijn, zoals plannen voor klimaatneutrale en circulaire productie en technologische doorbraakprojecten. De financiering van de afspraken komt uit het Klimaatfonds, waarin 3 miljard euro is gereserveerd voor de maatwerkafspraken en de verduurzaming van het mkb. Het kabinet verwacht dat projecten voornamelijk uit generiek instrumentarium worden gefinancierd; de belangrijkste financieringsinstrumenten voor emissiereductie tot 2030 zijn de SDE++, de Versnelde Klimaatinvesteringen in de Industrie(VEKI) en de nieuwe Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie (NIKI). Voor NIKI en VEKI is voor 2023 budget gereserveerd uit het Klimaatfonds. De intentie van het kabinet is om deze regelingen tot 2030 uit het Klimaatfonds te financieren. In het voorjaar van 2022 werd gewerkt aan (concept-)wetsteksten voor de NIKI, informele consultatie bij industriële partijen en het notificatieproces in Brussel (Rijksoverheid 2022d).

In de maatwerkafspraken belooft de Rijksoverheid vergunningtrajecten en infrastructuuraanleg te versnellen, wat het waarschijnlijker maakt dat uitstootreductie sneller en verregaander tot stand komt. Het is hierbij relevant in hoeverre de maatwerkafspraken (en bijbehorende budgetallocatie) gericht zijn op emissiereductie op korte termijn (tot 2030, resultaatverplichting) of op de langere termijn (inspanningsverplichting). Als de maatwerkafspraken en budgetallocatie vooral gericht zijn op de korte termijn, dan kan de uitstoot van de industrie in 2030 in de buurt van de onderkant van de genoemde bandbreedte van 28-43 megaton terechtkomen. Het maatwerk is echter niet alleen op broeikasgasemissies gericht: het zal ook gaan over de impact op het milieu en de leefomgeving en over goed werkgeverschap, deugdelijk bestuur en opleidingen van personeel. Als een aanzienlijk deel van het budget wordt gebruikt voor innovaties die pas na 2030 tot wasdom komen of die gericht zijn op zaken die niet zijn gerelateerd aan de reductie van broeikasgasuitstoot, dan komt de uitstoot van de industrie in 2030 waarschijnlijk hoger uit binnen de bandbreedte van 28-43 megaton, maar mogelijk wel met bijkomende positieve emissie-effecten op langere termijn. Het emissie-effect van de maatwerkafspraken is in meer detail te bepalen als over de inhoud van de afspraken meer duidelijkheid komt.

De CO_2-heffing in combinatie met de bestaande subsidies (in vastgesteld en voorgenomen beleid) zorgt ook al voor emissiereductie. Wanneer de maatwerkafspraken worden ingezet om bedrijven te helpen aan deze reductieopgave te voldoen, dan leidt de maatwerkaanpak niet tot additionele emissiereductie. Immers, wanneer bedrijven dankzij de maatwerkafspraken tot additionele emissiereductie komen, houden zij mogelijk dispensatierechten onder de heffing over. Deze dispensatierechten kunnen ze verkopen aan bedrijven die rechten tekortkomen, waardoor de prikkel voor die bedrijven om emissies te reduceren kleiner wordt. Bij ETS-prijzen in het hoge prijsscenario van deze KEV speelt dit nauwelijks nog een rol, omdat het effect van de heffing op de emissiereductie dan nog maar klein is.

We schatten de additionele reductie ten opzichte van de analyse met vastgesteld en voorgenomen beleid tussen de 1 en 3 megaton CO_2-reductie per jaar in 2030, die kan worden behaald door het voor de maatwerkafspraken gereserveerde budget uit het Klimaatfonds dat via generieke instrumenten wordt ingezet. In de jaren na 2030 zou daarbovenop nog ongeveer 1 megaton extra reductie kunnen worden gerealiseerd.

Beleidsontwikkelingen voor de inzet van groene waterstof

Het kabinet ambieert voor 2030 een waterstofproductie uit elektrolyse van minimaal 3 tot 4 gigawatt. Het geagendeerde beleid bevat diverse subsidiemiddelen voor additionele waterstofproductie. Uit het Klimaatfonds wordt in totaal bijna 1,4 miljard euro beschikbaar gesteld voor IPCEI-projecten[42] en enkele groene-waterstofprojecten hebben een toekenning van het *EU Innovation Fund* ontvangen (Rijksoverheid 2022e; Europese Commissie 2022). De projecten die deze subsidies ontvangen zijn, als ze allemaal doorgaan, in 2030 goed voor bijna 1 gigawatt aan additionele elektrolysecapaciteit. In het Klimaatfonds is nog eens ruim 10 miljard euro beschikbaar voor stimulering van de productie van hoogwaardige hernieuwbare energiedragers, waarvan de allocatie nog niet duidelijk is. Dit budget kan zorgen voor nog eens enkele gigawatts aan productiecapaciteit van groene waterstof en/of andere hernieuwbare energiedragers, maar dat is afhankelijk van hoe het budget wordt ingezet. Bovenstaande schattingen zijn sterk afhankelijk van de kostenontwikkeling van de elektrolysers.

De Europese Commissie wil het gebruik van groene waterstof in de industrie stimuleren. In de herziening van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII) stelt de Commissie voor om te eisen dat in 2030 ten minste 50 procent van de waterstof(dragers) in de industrie bestaat uit hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO's); dit komt neer op groene waterstof of hernieuwbare brandstoffen waar groene waterstof voor nodig is (CE Delft & TNO 2022; PBL 2021). Over de hoogte van het percentage en de precieze vormgeving van de richtlijn is de politieke besluitvorming nog niet afgerond. De Raad van Europese energieministers heeft voorgesteld de 50 procent aan te passen naar 35 procent (in 2030; de 50 procent geldt dan in 2035). Het in 2022 aangekondigde beleidspakket *REPowerEU* daarentegen noemt een percentage van 75 procent RFNBO's, maar het feit dat de Europese Raad de 50 procent voor 2030 al naar beneden wil bijstellen, maakt het onwaarschijnlijk dat de 75 procent-eis daadwerkelijk zal worden ingevoerd.

Hoe het ook uitpakt, het effect van deze eis is afhankelijk van de Europese en nationale implementatie. De eis wordt waarschijnlijk opgelegd per land. Nederland is een van de grootste waterstofgebruikers van Europa en heeft daarmee ook een van de grootste opgaven. Het is de vraag hoe de Nederlandse overheid de nationale eis vertaalt naar beleid gericht op de bedrijven. In 2022 heeft het kabinet aangekondigd een afnameplicht voor groene waterstof te verkennen, die per 2026 in zou moeten gaan (EZK 2022a).

Wanneer we aannemen dat de genoemde 35 of 50 procent groene waterstof gehaald wordt, heeft dit een groot effect op het energieverbruik en de emissies van de industrie. We schatten het effect van het volledig voldoen aan een eis van 50 procent groene waterstof in de industrie (exclusief de productie van transportbrandstoffen) op maximaal 1,8 megaton CO_2-reductie ten opzichte van de puntwaarde van de raming van vastgesteld en voorgenomen beleid, als gevolg van substitutie van waterstof geproduceerd uit aardgas door groene waterstof. De emissiereductie is echter onzeker. Als de industrie groene waterstof moet gaan gebruiken, wordt bestaande grijze waterstofproductiecapaciteit wellicht overbodig. Mogelijk gaan bedrijven daardoor minder investeren in CO_2-afvang en -opslag bij grijze waterstofproductie. Als dingen ongunstig samenvallen zijn de CCS-projecten op de lange baan geschoven, terwijl de groene-waterstofprojecten er niet op tijd zijn. Daarmee

[42] Dit zijn projecten waaraan de Europese Commissie het predicaat *Important Project of Common European Interest* heeft toegekend.

bestaat het risico dat de emissiereductie lager uitvalt dan in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid. Ook maakt het voor de emissiereductie uit of groene waterstof wordt ingezet als vervanging van grijze waterstof of als vervanging van aardgas.

Verschillende bedrijven hebben plannen om hun uitstoot te reduceren door op grote schaal waterstof te produceren uit hun restgassen, in combinatie met het afvangen en opslaan van de vrijkomende CO_2. Dergelijke projecten worden onzeker als de uit restgassen geproduceerde waterstof zal worden meegerekend bij het berekenen van het percentage ingezette groene waterstof. Wanneer dit het geval is én deze projecten voor 2030 worden gerealiseerd, zal het moeilijk worden om aan de RED-eis van 50 procent (of 35 procent) te voldoen. Als alternatief kunnen deze bedrijven besluiten *post-combustion* CO2-afvang en -opvang toe te passen bij de verbranding van restgassen.

Analoog aan de vereiste minimale inzet van groene waterstof in de industrie vereist de voorgestelde Europese richtlijn (REDIII) ook een minimaal percentage groene waterstof in het gebruik en de productie van transportbrandstoffen (inclusief het grootste deel van de aardolieraffinage). Hiervan is een additionele emissiereductie denkbaar van 0,5 tot 1,2 megaton CO_2 door afschakeling van aardgasgestookte waterstofproductie in de raffinagesector, waarbij de onderwaarde (0,5 megaton CO_2-reductie) correspondeert met veel directe inzet van waterstof in de transportsector zelf, en de bovenwaarde met weinig directe inzet van waterstof in de transportsector. Het kabinet heeft in 2022 aangekondigd het gebruik van groene waterstof in raffinageprocessen tot 2030 te stimuleren via de verplichtingen voor de transportsector, al is nog niet duidelijk op welke wijze (Rijksoverheid 2022f).

Veranderingen in beprijzing

Het kabinet heeft verschillende aanpassingen aangekondigd in de beprijzing van uitstoot en energieverbruik. Zo wordt een CO_2-minimumprijs voorgesteld; deze is echter een stuk lager dan de ETS-prijs, zelfs in het lage prijsscenario in deze KEV, en heeft daarom geen invloed op de uitstoot in 2030. Het kabinet is ook van plan om een aantal aanpassingen in de energiebelasting en Opslag Duurzame Energie (ODE) door te voeren (EZK 2022a), maar de vormgeving daarvan was bij het maken van de effectschatting van geagendeerd beleid nog onvoldoende duidelijk.

De Europese Commissie werkt in het kader van het *Fit for* 55-voorstel aan aanscherping van het Europese emissiehandelssysteem. De projectie van de ETS-prijs van de KEV bevat al de verwachtingen van de marktpartijen ten aanzien van de Europese besluitvorming over het ETS (zie ook paragraaf 2.1). Tevens wordt in Europa – onder de noemer van het *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) – gewerkt aan een CO_2-heffing aan de Europese buitengrens op de import van specifieke emissie-intensieve producten. De exacte vormgeving hiervan kan invloed hebben op de concurrentiepositie (en daarmee het productieniveau en de uitstoot) van specifieke sectoren. Omdat de vormgeving van dit mechanisme nog niet voldoende duidelijk was bij het opstellen van deze raming, kunnen we hiervoor geen effectschatting geven.

Aanpassingen in de SDE++

Vanaf 2023 worden in de generieke subsidieregeling SDE++ zogenoemde hekjes geplaatst, die ervoor moeten zorgen dat bepaalde technieken met een hogere subsidie-intensiteit eerder aan bod komen. De hekjes zijn bedoeld voor technieken die weliswaar op de korte termijn minder kosteneffectief zijn, maar die op de langere termijn noodzakelijk zijn voor de energietransitie en waarvan de kosten kunnen dalen naarmate ze meer worden ingezet. Er zijn hekjes voor de thema's lagetemperatuurwarmte, hogetemperatuurwarmte en moleculen. Het is nog niet bekend welke categorieën in

de SDE++ bij deze thema's horen. Hoewel het niet uit te sluiten is dat de hekjes leiden tot meer SDE++-toekenningen voor (met name) e-boilers en warmtepompen in de industrie, verwachten we geen substantieel effect op de emissiereductie. Dit komt met name door de prijsontwikkelingen van energie en de CO_2-uitstoot, die ervoor zorgen dat een deel van de projecten zonder SDE++-subsidie al rendabel is. Voor een ander deel van de projecten is de maximale SDE++-subsidie niet toereikend vanwege specifieke projectomstandigheden die verschillen van de meer algemene SDE++-uitgangspunten. In beide gevallen hebben de hekjes geen effect op de industrie-emissies. We schatten het potentieel van de overige projecten te klein in om een substantieel emissie-effect te kunnen verwachten. We veronderstellen daarbij wel dat de vormgeving van de huidige categorieën van de SDE++ niet verandert. Ook het CCS-subsidieplafond van de SDE++ verdwijnt per 2023. Dit betekent dat een mogelijke barrière voor meer verregaande emissiereductie vervalt. In de puntwaarde van de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid is het CCS-subsidieplafond echter niet beperkend en daarom kennen we geen zelfstandig effect toe aan het vervallen van dit subsidieplafond.

Overig geagendeerd beleid

Verschillende instrumenten zijn gericht op meer circulair materiaalgebruik. Minder consumptie van basismaterialen kan de productieniveaus doen dalen. Ook wanneer grootschalige recyclingfabrieken (bijvoorbeeld voor circulaire plastics) bestaande fabrieken op basis van materialen die nooit eerder gebruikt of verwerkt werden (zogenoemde *virgin*-materialen) gaan vervangen, kan dit tot substantiële emissiereductie leiden. Wanneer dit echter leidt tot additionele productiecapaciteit, kan dit in 2030 ook voor extra emissies zorgen op het Nederlands grondgebied. Van de geagendeerde beleidsinstrumenten op het gebied van circulaire materialen is nog niet te bepalen in hoeverre ze leiden tot emissiereductie bij de Nederlandse industrie (zie ook Brink & Prins 2022). Met name van het beleid op Europees niveau, bijvoorbeeld gericht op verplichte aandelen recyclaat en duurzame grondstoffen, mag een bijdrage aan de klimaatopgave worden verwacht, maar de vormgeving hiervan is nog onvoldoende uitgewerkt.

Geagendeerd beleid voor hernieuwbare energiedragers (groen gas, biobrandstoffen) kan resulteren in een uitbreiding van de productiecapaciteit en nieuwe installaties. Bij vergassingsinstallaties, bij installaties voor opwaardering van biogas naar groen gas en bij biobrandstofproductie komt vaak relatief zuivere CO_2 vrij die daardoor zeer geschikt is voor afvang en opslag en/of gebruik. Bij permanente opslag van deze CO_2 vinden netto negatieve emissies plaats. We schatten dat hier een additioneel potentieel ligt voor maximaal enkele megatonnen CO_2 dat voor 2030 kan worden afgevangen en opgeslagen. Dit potentieel is in de bandbreedte van de effecten van geagendeerd beleid verwerkt.

5.3 Gebouwde omgeving

In deze paragraaf gaan we in op de ontwikkeling van het energieverbruik en de emissies in de sector gebouwde omgeving, die bestaat uit huishoudens en bedrijven en organisaties in de dienstensector. Het betreft voornamelijk energieverbruik in woningen en gebouwen. Het energieverbruik van gebouwen in eigendom van bedrijven in de industrie of de landbouw rekenen we mee bij de betreffende sectoren en valt dus niet onder de gebouwde omgeving. In paragraaf 5.3.1 geven we een totaaloverzicht van de geraamde trends in de broeikasgasemissies. Vervolgens gaan we in paragraaf 5.3.2 verder in op het energieverbruik van huishoudens en in paragraaf 5.3.3 op dat van de dienstensector, waarbij we ook de onderliggende ontwikkelingen en beleidsinstrumenten

bespreken. In paragraaf 5.3.4 beschrijven we kort het geagendeerde beleid voor deze sector en geven we een inschatting van potentiële effecten.

5.3.1 Broeikasgasemissies

Daling broeikasgasemissies zet gestaag door richting 2030

De broeikasgasemissies van de gebouwde omgeving vertonen in de periode 2000-2021 een dalende trend. Die dalende trend lijkt ook in de toekomst, richting 2030 door te zetten. Belangrijke oorzaken van de afname zijn duurzame nieuwbouw, het treffen van verduurzamingsmaatregelen tijdens reguliere woningverbetering, gedragsverandering en klimaatverandering (gemiddeld warmere winters). Hoewel de emissies dus afnemen, gaat dit niet snel genoeg om de indicatieve opgave voor 2030 uit het Coalitieakkoord te halen. Het kabinet maakt beleid voor een versnelling, maar het beoogde effect daarvan is nog maar beperkt terug te zien in de ramingen van deze KEV.

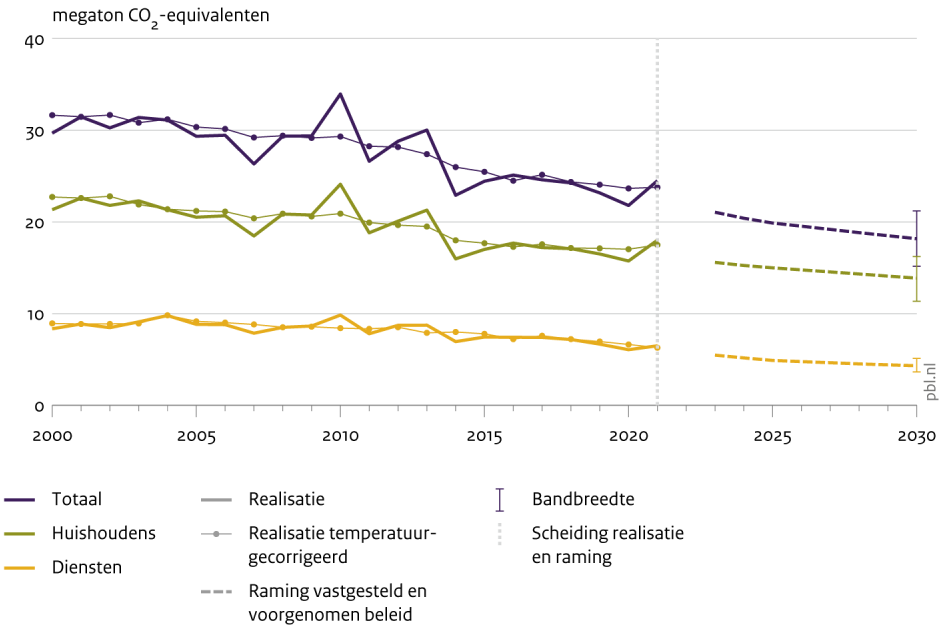
De ontwikkeling van de broeikasgasemissie van de gebouwde omgeving en de bijdrage van huishoudens en diensten aan de totale uitstoot zijn weergegeven in figuur 5.6. De totale uitstoot van broeikasgassen door de gebouwde omgeving is gedaald van 29,7 megaton CO_2-equivalenten per jaar in 2000 naar 24,5 megaton in 2021, en daalt in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid verder naar 18,2 [15-21] megaton in 2030. De stijging van de emissie in 2021 ten opzichte van 2020 komt vooral doordat het stookseizoen kouder was dan in het zeer zachte 2020. De broeikasgasemissie in de gebouwde omgeving betreft voornamelijk CO_2. De uitstoot van overige broeikasgassen is 0,6 megaton CO_2-equivalenten in 2021 en in de raming 0,5 megaton in 2030. In 2021 gaat het om 0,5 megaton methaanemissie door methaanslip bij cv-ketels: ontsnappend aardgas dat niet verbrandt, wat gebeurt op het moment van ontsteking. De methaanemissie daalt naar 0,4 megaton in 2030. De overige 0,1 megaton in 2021 is lachgasemissie uit productgebruik zoals oplosmiddelen, spuitbussen en narcosegas.

De uitstoot van broeikasgassen door huishoudens en de dienstensector wordt voor het overgrote deel bepaald door aardgasverbruik. Het meeste gas wordt verbruikt voor ruimteverwarming, daarnaast voor warmwaterbereiding en koken. Jaarlijkse verschillen in de uitstoot hangen onder andere samen met de verschillen in de gemiddelde temperatuur in het stookseizoen. In een koud jaar wordt naar verhouding meer gestookt. Figuur 5.6 toont de ontwikkeling van de historische emissies met en zonder correctie voor weerseffecten. In deze KEV is de weerscorrectie voor ruimteverwarming verbeterd, waardoor de correctie beter geschikt is voor relatief koude en warme jaren. In de nieuwe methodiek wordt niet alleen rekening gehouden met de temperatuur, maar ook met de windsnelheid. Ook zijn op basis van gedetailleerde analyses van het gasgebruik betere inschattingen gemaakt van de temperatuur waarop huishoudens de verwarming aanzetten (Volkers 2022). Behalve een correctie voor jaarlijkse schommelingen, wordt in de raming rekening gehouden met een verwachte temperatuurstijging door klimaatverandering op basis van klimaatscenario's van het KNMI (KNMI 2015). Deze temperatuurstijging leidt naar verwachting ook tot een grotere elektriciteitsvraag voor koeling.

Hoewel het elektriciteits- en warmteverbruik van woningen en gebouwen in de dienstensector wordt toegerekend aan de gebouwde omgeving, worden de emissies van broeikasgassen voor elektriciteits- en warmteproductie toegerekend aan de energiesector waar de elektriciteitscentrales en warmtebedrijven onder vallen. Wanneer een woning of gebouw overgaat van aardgasgestookte verwarming naar een verwarming met een elektrische warmtepomp of warmtenet, verdwijnen er emissies uit de sector gebouwde omgeving en neemt de emissie in de energiesector iets toe.

Figuur 5.6

Emissie broeikasgassen door gebouwde omgeving



Bron: Emissieregistratie, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Beleid uit het Coalitieakkoord moet grotendeels nog uitgewerkt worden

Het kabinet heeft in het Coalitieakkoord en daaropvolgende stukken beleid aangekondigd dat moet helpen met de benodigde versnelling in de verduurzaming. Grote delen van dit beleid moeten echter nog worden uitgewerkt. In juni 2022 is het *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving* naar de Tweede Kamer gestuurd (BZK 2022). Dit programma is bedoeld om de verduurzaming te versnellen met een mix van normering, beprijzen, financiering, subsidiëring en ondersteuning. De prioriteit ligt op energiebesparing. Het beleid loopt zowel via een gebiedsgericht spoor, waarin wijken planmatig verduurzaamd en uiteindelijk aardgasvrij gemaakt worden, als via een spoor dat gericht is op individuele gebouwen en gebouweigenaren.

Sommige onderdelen uit dit beleidsprogramma zijn al meegenomen in de ramingen met vastgesteld en voorgenomen beleid, zoals: de verlaging van de verhuurdersheffing en extra verhoging van het energiebelastingtarief in de eerste schijf voor gas in de periode 2023-2028 en verlaging van het tarief voor elektriciteit, extra subsidiebudget voor isolatie en warmtepompen in de Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE) en de Subsidie energiebesparing eigen huis (SEEH), prestatieafspraken met woningcorporaties vanwege de verlaging van de verhuurdersheffing, extra warmtenetaansluitingen door subsidie uit het Nationaal Groeifonds voor het project Nieuwe Warmte Nu!, en de Subsidieregeling duurzaam maatschappelijk vastgoed (DUMAVA).

Andere onderdelen uit het beleidsprogramma waren op de peildatum van de KEV (1 mei 2022) nog niet volledig uitgewerkt, zoals: de extra prestatieafspraken met woningcorporaties vanwege de volledige afschaffing van de verhuurdersheffing, de bijmengverplichting groen gas, de normering van hybride warmtepompen, de nationale subsidieregeling warmtenetten, budget voor verduurzaming van maatschappelijk vastgoed vanaf 2024, de herziening van de Europese richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) en de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED) en introductie van een Europees emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en het wegtransport (ETS-

BRT). Effecten van geagendeerd beleid zijn geen onderdeel van de ramingen, maar worden in paragraaf 5.3.4 waar mogelijk wel gekwantificeerd.

Hoge gasprijzen leiden tot een lager gasverbruik

Vanaf het midden van 2021 zijn de energieprijzen sterk gestegen. Er zijn diverse aanwijzingen dat deze ontwikkelingen hebben geleid tot minder gebruik van aardgas in de gebouwde omgeving. De Rijksoverheid startte in april een landelijke publiekscampagne en heeft de thermostaat in circa 200 rijkskantoren van 21 naar 19 graden gezet (Rijksoverheid 2022g). In deze KEV gaan we, mede op basis van analyses van de afname van aardgas door kleinverbruikers (van Bruggen 2022), uit van een structurele vermindering van het aardgasverbruik bij huishoudens en in de dienstensector van 5 procent, met een bandbreedte van 0 tot 10 procent door zuinig stookgedrag.

Arbeidsmarktkrapte en andere problemen kunnen versnelling verduurzaming belemmeren

De verduurzaming van de gebouwde omgeving heeft een extra impuls gekregen door de urgentie van de gascrisis en de extreem hoge energieprijzen. Maar de grote versnelling die nodig is om de beleidsdoelen te halen, wordt belemmerd door andere ontwikkelingen, zoals de arbeidsmarktkrapte, tekorten aan materialen, netcongestie en de stikstofcrisis. In de raming is met deze belemmerende factoren rekening gehouden in de onzekerheidsanalyse. Bij het bepalen van het effect van het geagendeerde beleid is ook aandacht besteed aan deze factoren. De ambitie van het bouwen van 100.000 nieuwe woningen per jaar uit het Coalitieakkoord en de Nationale Woon- en Bouwagenda is niet in de ramingen meegenomen, mede vanwege de vertraging in vergunningen door de stikstofcrisis. We gaan uit van dezelfde woningvoorraadontwikkeling als in de KEV 2021, met gemiddeld 74.000 nieuwe woningen per jaar in de periode 2022-2030.

De arbeidsmarkt was in het eerste kwartaal van 2022 uitzonderlijk krap (CBS 2022d) en de verwachting is dat de arbeidstekorten verder zullen oplopen. De verduurzamingsmaatregelen in de gebouwde omgeving zijn relatief arbeidsintensief, waardoor dit knelpunt een grotere rol speelt dan in andere sectoren. Bij additionele doelstellingen of beleidsmaatregelen dient in ieder geval op de korte termijn rekening te worden gehouden met deze beperkende factor in de uitvoering. Op middellange termijn zijn de effecten op de klimaatdoelstelling lastig kwantitatief te maken, omdat er veel macro-economische factoren zijn die vraag en aanbod voor specifieke beroepen bepalen. Het kabinet werkt aan een aanpak om de arbeidstekorten ten behoeve van de digitale en klimaattransitie terug te dringen (SZW 2022).

5.3.2 Energieverbruik huishoudens

In deze paragraaf beschrijven we de verwachte ontwikkeling van het energieverbruik door huishoudens tot en met 2030.

Vraagvermindering door hoge energieprijzen

Er zijn grote zorgen over huishoudens die problemen hebben of krijgen met het betalen van hun energierekening. De hoge energieprijzen zullen bij bepaalde huishoudens leiden tot een verminderd gebruik van gas en elektriciteit, maar het is op dit moment nog moeilijk te kwantificeren om hoeveel huishoudens dit gaat, hoe groot de vraagvermindering zal zijn en hoe lang dit zal aanhouden. Uit data over de gasafzet aan kleinverbruikers in de eerste maanden van 2022 blijkt dat er minder aardgas is gebruikt dan in eerdere jaren (Van Bruggen 2022). In de raming nemen we aan dat de vraag voor ruimteverwarming op de lange termijn 5 procent lager zal zijn door de hoge energieprijzen, met een bandbreedte van 0 tot 10 procent.

Impact beleidsprogramma hangt af van vormgeving

Twee van de vijf programmalijnen van het in juni 2022 gepresenteerde *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving* (BZK 2022) zijn direct gericht op het verduurzamen van woningen. Programmalijn 1 betreft een gebiedsgerichte aanpak van de warmtetransitie en programmalijn 2 een individuele aanpak van woningen.

Gebiedsgerichte aanpak van de warmtetransitie

De gebiedsgerichte aanpak omvat een pakket aan beleidsinstrumenten waarvan een deel al is uitgewerkt en een deel nog niet. Het ministerie van BZK werkt samen met het ministerie van EZK, de VNG en het IPO aan de doorontwikkeling van het Programma Aardgasvrije Wijken – waarin in 64 proeftuinen ervaring wordt opgedaan met het aardgasvrij maken van wijken – naar een Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie dat alle gemeenten kan ondersteunen in de uitvoering. Het kabinet heeft ook extra budget uitgetrokken voor de uitvoeringskosten bij gemeenten. Vanaf 2023 wordt in het kader van het Nationaal Isolatieprogramma een regeling opengesteld zodat elke gemeente in de periode tot en met 2030 eigenaren-bewoners die dat nodig hebben kan ondersteunen bij het isoleren van hun woning. Deze regeling is nog in ontwikkeling. Er is een nationale subsidieregeling aangekondigd om het onrendabele deel van investeringen in warmtenetten te subsidiëren, maar ook die regeling moet nog worden uitgewerkt en de hoogte van het budget voor de komende jaren is nog niet bekend. Wel is via het Nationaal Groeifondsvoorstel Nieuwe Warmte Nu! budget geregeld voor de aansluiting van circa 30.000 bestaande woningen op een warmtenet. Vanaf 2024 krijgen gemeenten met de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie de aanwijsbevoegdheid om bestaande woningen af te sluiten van aardgas. Daarmee krijgen gemeenten een duidelijk mandaat, maar tegelijkertijd is hun rol bij de realisatie van warmtenetten nog niet geregeld zolang de Wet collectieve warmtevoorziening er nog niet is. Beide wetten zijn ook afhankelijk van de inwerkingtreding van de nieuwe Omgevingswet.

In deze KEV is nog slechts een beperkt effect toegekend aan programmalijn 1: de gebiedsgerichte aanpak. In het vastgestelde beleidsscenario is rekening gehouden met de aansluiting van 80.000 woningen op een warmtenet in het kader van de Startmotor, met subsidie vanuit de Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH). In het voorgenomen beleidsscenario zijn daarbovenop nog eens circa 30.000 aansluitingen op een warmtenet in het kader van het Nationaal Groeifondsvoorstel Nieuwe Warmte Nu! meegenomen.

Individuele aanpak van woningen

De individuele aanpak is vooral gericht op het financieel ondersteunen van woningeigenaren en verhuurders om hun woningen te verduurzamen. Om warmtepompen en aardgasbesparing te stimuleren wordt de energiebelasting op aardgas verder verhoogd en die op elektriciteit verder verlaagd. Voor het verduurzamen van koopwoningen is extra budget vrijgemaakt via de Investeringssubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE) en de Subsidieregeling energiebesparing eigen huis (SEEH). Al sinds begin 2021 kan via de ISDE-regeling subsidie verkregen worden voor zowel hernieuwbare warmteopties als isolatiemaatregelen. Per 1 januari 2022 is het subsidiepercentage verhoogd van 20 naar 30 procent van de investering. Per 1 april 2022 zijn de voorwaarden versoepeld; eerst moesten minimaal twee isolatiemaatregelen worden genomen, nu kan voor één isolatiemaatregel 15 procent subsidie worden gekregen. Het budget voor de ISDE en SEEH is opgehoogd: in de periode 2023-2030 is jaarlijks 368 miljoen euro beschikbaar. Echter, het hogere subsidiepercentage en het loslaten van de twee-maatregelen-eis, leiden beide tot extra subsidie-uitgaven waar geen extra besparing tegenover staat. De reden voor de twee-maatregelen-eis was het beperken van freeriders. Tot nu toe neemt twee derde van de huiseigenaren die

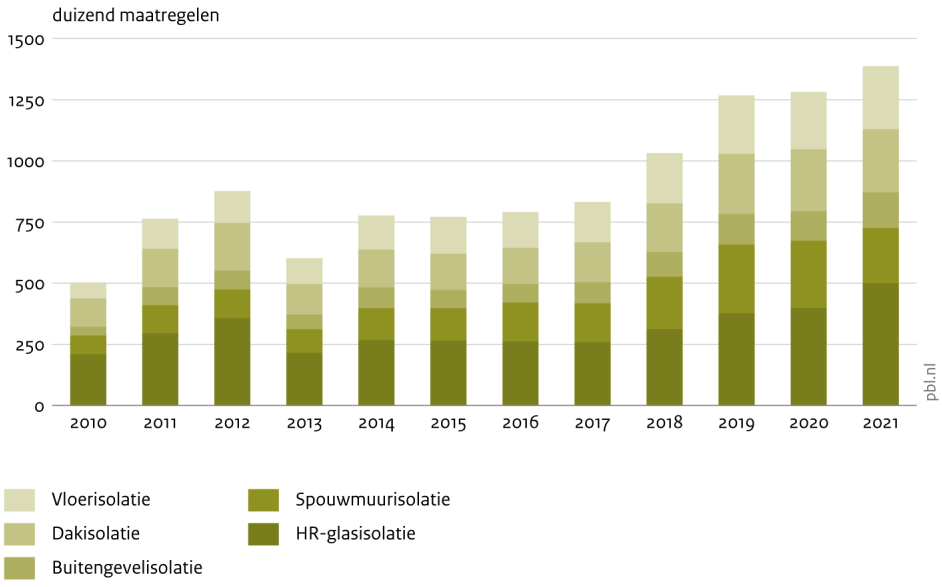
hun woning verduurzamen slechts één verduurzamende maatregel zonder dat er subsidie gegeven wordt, zo blijkt uit de *Monitor Energiebesparing Gebouwde Omgeving* (RVO 2021). Vanaf april 2022 komen de woningeigenaren die maar één maatregel nemen ook in aanmerking voor subsidie. Dit betekent een extra uitgave aan ISDE-subsidie van ongeveer 185 miljoen euro per jaar die niet tot extra besparing leidt. Het extra budget wordt volledig uitgegeven aan de hogere subsidie per maatregel en aan de extra freeriders. Daardoor is het budget alleen toereikend om het isolatietempo bij koopwoningen van de afgelopen jaren vol te houden, en niet voldoende om een versnelling te creëren ten opzichte van het tempo uit 2021 (figuur 5.7). Door deze beperking is een versnelling van het verduurzamingstempo in de koopsector niet waarschijnlijk.

Naar aanleiding van afspraken met het vorige kabinet om de verhuurdersheffing vanaf 2022 te verlagen zijn prestatieafspraken gemaakt met woningcorporaties. Deze bevatten afspraken over de duurzaamheid van sociale huurwoningen. Afgesproken is dat uiterlijk in 2028 alle E-, F- en G-labels uit de sector verdwijnen. Op dit moment zijn dit er samen circa 250.000. Daarnaast investeren woningcorporaties tot en met 2025 in totaal 500 miljoen euro extra in zonnepanelen en hybride warmtepompen in woningen met een D-label of beter. In alle woningen met label D of beter waar de cv-ketel moet worden vervangen, vervangt de corporatie de cv-ketel in principe voor een duurzamer alternatief. In de raming nemen we aan dat deze afspraken worden nagekomen.

Het nieuwe kabinet heeft op 30 juni 2022 afspraken gemaakt met woningcorporaties, gemeenten en de Woonbond als tegenprestatie voor het volledig afschaffen van de verhuurdersheffing. Het effect hiervan bespreken we in paragraaf 5.3.4.

Figuur 5.7

Energiebesparende maatregelen in bestaande woningen



Bron: RVO www.energiecijfers.nl (realisatie)

Meerdere trends leiden tot een gestage daling van het energieverbruik van huishoudens

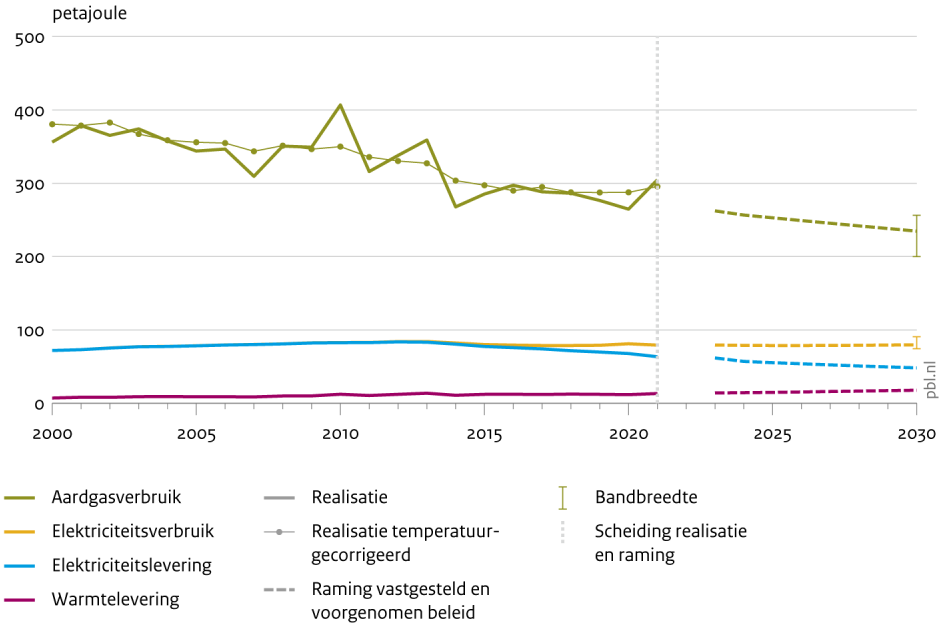
De ontwikkeling van het energiegebruik in huishoudens wordt voor het grootste deel niet door beleid bepaald, maar door andere onderliggende trends. Alleen al door klimaatverandering zal het gasgebruik in 2030 9 procent lager zijn dan in 2000. Daarnaast hebben de toename van eenpersoonshuishoudens, de nieuwbouw van relatief kleine nieuwbouwwoningen en gedragsverandering

allemaal een effect op het energieverbruik per woning. Daarnaast verbeteren huishoudens hun woning, waardoor die ook zuiniger wordt, en vervangen ze hun oude apparaten door nieuwe efficiëntere exemplaren. Al deze trends samen, zorgen ervoor dat het energieverbruik in woningen al decennia daalt.

Overeenkomstig de daling van het gasverbruik in woningen, blijft ook de CO_2-uitstoot door huishoudens sterk dalen. Sinds 2000 zijn de emissies gedaald van 20,7 naar 15,3 megaton in 2020, maar in 2021 is de emissie gestegen naar 17,5 megaton. De stijging van de emissie in 2021 ten opzichte van 2020 komt vooral doordat het stookseizoen kouder was dan in het zeer zachte 2020. De verwachting is dat de uitstoot in 2030 verder is gedaald, namelijk naar 13,4 megaton. De emissies die meetellen voor de sector huishoudens, zijn nagenoeg volledig afkomstig van de verbranding van aardgas. Het (temperatuurgecorrigeerde) verbruik van aardgas is gedaald van 381 petajoule in 2000 naar 288 petajoule in 2020, en in 2021 gestegen naar 296 petajoule. Het temperatuurgecorrigeerde aardgasverbruik van woningen was in 2021 3 procent hoger dan in 2020. Dit is een voorlopig cijfer en het gevolg van de onzekerheidsmarge in de data van het aardgasverbruik in woningen en de weercorrectiemethode. In 2030 zal het aardgasverbruik van huishoudens naar verwachting verder zijn gedaald, naar 235 [200-256] petajoule (figuur 5.8). Een met aardgas verwarmde woning gebruikt in 2030 volgens deze KEV-raming gemiddeld circa 1.100 kubieke meter aardgas. In de berekening van dit gemiddelde zijn woningen met een aardgasgestookte ketel of een hybride warmtepomp wel meegenomen, maar woningen aangesloten op stadsverwarming en woningen met een volledig elektrische warmtepomp niet.

Figuur 5.8

Finaal energieverbruik door en levering aan huishoudens



Bron: CBS, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Aantal aardgasvrije woningen in bestaande bouw neemt langzaam toe

Hoewel het overgrote deel van de Nederlandse woningen nog steeds wordt verwarmd met aardgas, neemt het aandeel woningen dat is aangesloten op warmtenetten toe. In 2020 was volgens het CBS 6 procent van de woningen aangesloten op stadsverwarming (CBS 2022e). Eén procentpunt daarvan gebruikt nog aardgas voor bijvoorbeeld koken, de rest is aardgasvrij (CBS 2021a). De

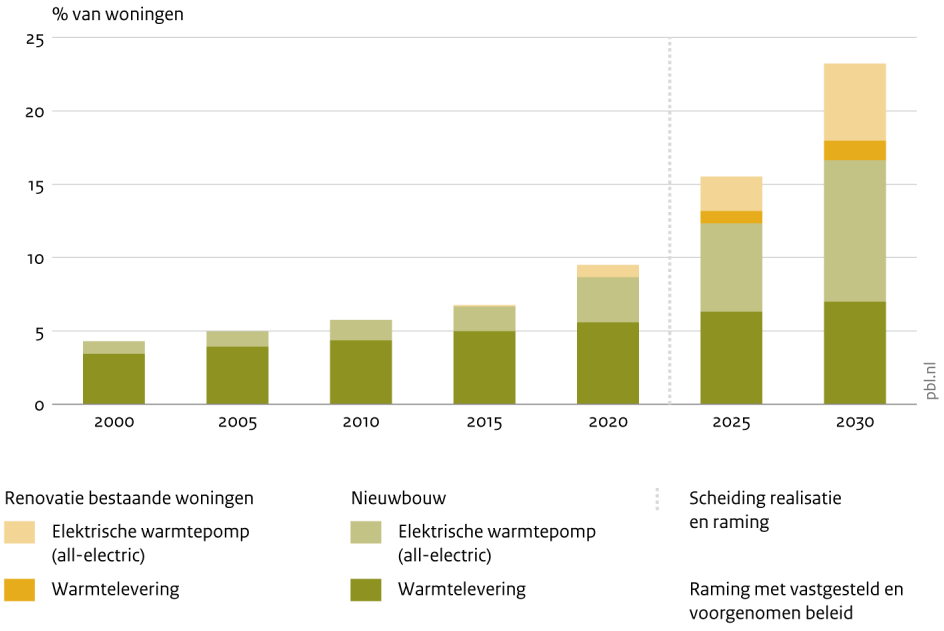
levering van warmte aan woningen is gestegen van 8 petajoule in 2000 naar 13 petajoule in 2021. In 2030 zal dit verder zijn toegenomen naar circa 18 [16-19] petajoule. Afhankelijk van de bron komen bij het produceren van warmte voor warmtenetten ook broeikasgassen vrij. Deze emissies vallen echter onder de elektriciteitssector (zie paragraaf 4.2.2 over de warmtevoorziening).

In 2021 hadden circa 98.000 woningen een bodem- en ruim 205.000 woningen een luchtwater-warmtepomp geïnstalleerd (CBS 2022f). Tezamen maakt dit dat 4 procent van de Nederlandse woningen geheel of gedeeltelijk verwarmd wordt met elektriciteit. Zowel de historische ontwikkeling van stadsverwarming als de toename van warmtepompen is vrijwel geheel het gevolg van nieuw gebouwde woningen die al bij de oplevering geen conventionele aardgasgestookte cv-ketel hebben. Tot nu toe zijn slechts enkele duizenden bestaande woningen overgegaan van een aardgasgestookte cv-ketel naar een warmtenet of warmtepomp. Figuur 5.9 toont de aardgasvrije woningen opgesplitst naar nieuwbouw en bestaande bouw en uitgesplitst naar woningen met een aansluiting op een warmtenet en woningen met een volledig elektrische warmtepomp. Woningen met een hybride warmtepomp staan niet in deze figuur. In de raming verwachten we een toename van het aantal hybride warmtepompen van naar schatting 50.000 in 2021 naar 340.000 in 2030.

In de proeftuinen neemt het aantal aardgasvrije en aardgasvrij-ready woningen langzaam toe. Op dit moment zijn er 64 aardgasvrije proeftuinen actief. In deze proeftuinen wordt ervaring opgedaan met de transitie naar aardgasvrij op gemeentelijk niveau. Verspreid over de proeftuinen zijn nu in totaal 1.805 woningen aardgasvrij en 500 woningen aardgasvrij-ready gemaakt (peildatum juli 2022, PAW 2022). In de ramingen is verondersteld dat nog eens 80.000 woningen op een warmtenet worden aangesloten met subsidie uit de Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen (SAH) of het Nationaal Groeifondsproject Nieuwe Warmte Nu!

Figuur 5.9

Aandeel aardgasvrije woningen



Bron: CBS, Stroomversnelling, bewerking TNO (realisatie); KEV-raming 2022

Elektriciteitsverbruik stabiliseert door energiebesparing

Het elektriciteitsverbruik in huishoudens, exclusief het verbruik van thuisladen door elektrische auto's, is gestegen van 72 petajoule in 2000 naar 79 petajoule in 2021.[43] Alle elektriciteitsverbruik van elektrische auto's wordt meegenomen bij de sector mobiliteit (paragraaf 5.6). Aan de ene kant drukken de toenemende efficiëntie van elektrische apparaten en de toepassing van led-verlichting het elektriciteitsverbruik. De energie-efficiëntie-eisen uit de Europese Ecodesign-richtlijn spelen daarbij een belangrijke rol. Daartegenover staan een toename van het aantal huishoudens, een toename van het aantal apparaten per huishouden en een toename van het aantal airco's. Ook de toename van verwarming met elektrische warmtepompen leidt tot een grotere elektriciteitsvraag. Door deze tegengestelde trends stabiliseert de raming van het elektriciteitsverbruik tot 2025 op 79 petajoule, daarna zal het elektriciteitsverbruik naar verwachting langzaam gaan stijgen. In 2030 is het elektriciteitsverbruik van huishoudens geraamd op 80 [74-91] petajoule.

Door klimaatverandering zijn er meer en warmere zomerse dagen. Hierdoor neemt de vraag naar koeling toe. In 2021 hebben huishoudens een recordaantal van 255.000 nieuwe lucht-luchtwarmtepompen voor koeling (airco's) geïnstalleerd, in 2020 waren dat er nog 150.000. Totaal staan er in 2021 circa 636.000 lucht-luchtwarmtepompen in woningen (CBS 2022f). Mogelijk is deze ontwikkeling deels veroorzaakt door de coronacrisis, waardoor mensen massaal thuis aan het werk zijn gegaan. Onzeker is of deze trend zich ook in de komende jaren doorzet. Ten opzichte van de vorige KEV is de prognose van het aantal vaste airco's naar boven bijgesteld. We gaan nu uit van een toename met 150.000 systemen per jaar. Dat betekent dat in 2030 24 procent van de huishoudens een vaste airco heeft. Daarnaast wordt in de raming verondersteld dat het bezit van mobiele airco's stijgt van 6 procent van de huishoudens in 2021 naar ruim 10 procent in 2030, maar ook dat aandeel zou veel groter kunnen zijn. Verder is onzeker hoe huishoudens dergelijke koelsystemen gaan gebruiken. Er is weinig onderzoek over het koelgedrag van huishoudens, wat de onzekerheid over het elektriciteitsverbruik van huishoudens in de toekomst vergroot. Het elektriciteitsverbruik van airco's neemt in de KEV-raming toe van 1 petajoule in 2020 naar ruim 4 petajoule in 2030.

Zonnestroom wordt belangrijkste bron van hernieuwbare energie van huishoudens

De winning van hernieuwbare energie bij huishoudens nam toe van 15 petajoule in 2000 naar 41 petajoule in 2021 en stijgt in de raming naar 70 petajoule in 2030. De toename van zonnestroom is daarin het grootst: een stijging van 16 petajoule in 2021 naar 32 petajoule in 2030. Door de sterke toename van warmtepompen in diezelfde periode stijgt het gebruik van omgevingswarmte door warmtepompen van 8 petajoule in 2021 naar 21 petajoule in 2030. Het gebruik van zonnewarmte door zonneboilers en hout in houtkachels in huishoudens blijft gelijk en is respectievelijk 1 en 16 petajoule.

[43] In de CBS-Energiebalans staan voor de periode 2015 tot en met 2021 hogere waarden, omdat daarin teruglevering van zonnestroom door woningen aan het net nog niet is meegenomen. In juni heeft het CBS op basis van voorlopige data voor het eerst een inschatting kunnen maken van de deze teruglevering. Dat was te laat voor de Energiebalans, maar nog wel op tijd voor deze KEV. Over de periode 2015-2021 loopt het verschil tussen de KEV en de huidige Energiebalans op van 1 tot 9 petajoule. Het CBS gaat de teruglevering van elektriciteit door woningen opnemen in eerstvolgende publicatie van de Energiebalans in december 2022.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De CO_2-emissie van huishoudens in 2030 is in de raming van deze KEV 0,4 megaton lager dan in de KEV 2021. Het aardgasverbruik in 2030 is 6 petajoule lager. Dit komt door de veronderstelling dat zuiniger wordt gestookt door de hoge gasprijzen. Tegelijkertijd is de methode voor weerscorrectie aangepast, wat leidt tot een iets hoger gasverbruik en 0,2 megaton hogere emissies (Volkers et al. 2022). Het elektriciteitsverbruik van huishoudens in 2030 is in de raming van deze KEV circa 1 petajoule hoger dan in de KEV 2021, door iets meer warmtepompen en airco's, maar ook meer besparing op verlichting.

5.3.3 Energieverbruik diensten

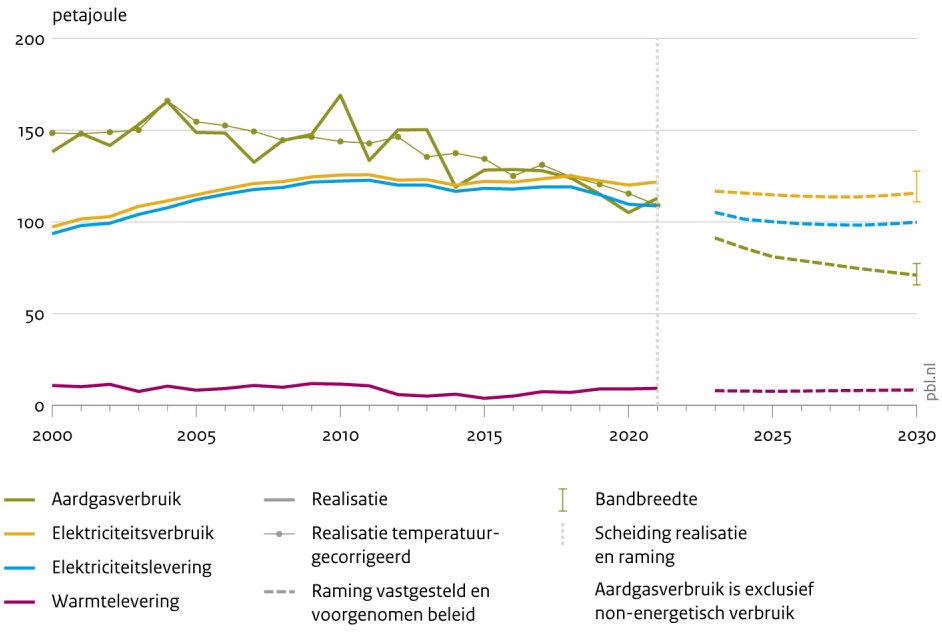
In deze paragraaf beschrijven we de belangrijkste ontwikkelingen die invloed hebben op het energieverbruik van de dienstensector.

Meer besparing op gas en elektriciteit door energiebesparingsplicht en Ecodesign

Figuur 5.10 laat de ontwikkeling zien van het finaal gasverbruik en elektriciteitsverbruik van de dienstensector en de levering van elektriciteit en warmte aan de dienstensector. De daling van broeikasgasemissies komt door een daling van het temperatuurgecorrigeerde energetisch gasverbruik van 149 petajoule in 2000 naar 115 petajoule in 2020. Het temperatuurgecorrigeerde gasverbruik was in 2021 109 petajoule en daalt in de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid verder naar 71 [65-77] petajoule. Dit betreft het verbruikssaldo van aardgas minus het niet-energetisch verbruik van aardgas als kussengas voor het op druk brengen van gasopslagen. De daling van het gasverbruik in de periode tot 2030 is onder andere het effect van de handhaving van de energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer.

Figuur 5.10

Finaal energieverbruik door en levering aan diensten



Bron: CBS, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Het finaal elektriciteitsverbruik van de dienstensector is gestegen van 97 petajoule in 2000 naar 126 petajoule in 2011. In de periode daarna daalde het finaal elektriciteitsverbruik naar 120 petajoule in 2020. In 2021 was het finaal elektriciteitsverbruik 122 petajoule, en in de raming met voorgenomen beleid wordt een verdere daling verwacht naar 116 [111-128] petajoule in 2030. De dalende trend in het finaal elektriciteitsverbruik vanaf 2011 is het gevolg van efficiëntie-eisen vanuit de Ecodesign-richtlijn aan verlichting, ICT, pompen en ventilatoren in gebouwen. Na 2021 wordt een verdere daling verwacht door elektriciteitsbesparing als gevolg van de energiebesparingsplicht. Vanaf 2027 verandert de dalende trend in een stijgende trend omdat de energiebesparing wordt gecompenseerd door de groei van de sector en de toename van het gebruik van elektrische warmtepompen. De nettolevering van elektriciteit door energieleveranciers aan de dienstensector daalt sneller dan het finaal elektriciteitsverbruik door eigen productie van elektriciteit met zonnepanelen. De levering van elektriciteit is in 2030 naar verwachting nog maar ruim 100 petajoule.

Slechts een klein deel van de gebouwen in de dienstensector heeft een aansluiting op een warmtenet; de warmtelevering aan de dienstensector bedraagt in 2021 circa 9 petajoule en in 2030 circa 8 petajoule. Het aantal aansluitingen stijgt licht, maar door energiebesparing daalt de warmtelevering.

Beperkte toename gebouwvoorraad na jaren van afname

De dienstensector omvat een grote diversiteit aan activiteiten en typen gebouwen, zoals kantoren, winkels, scholen, zorginstellingen, sportaccommodaties, hotels, restaurants, theaters en musea, maar ook datacenters, laboratoria, garagebedrijven en groothandels. Het CBS brengt jaarlijks het gebruiksoppervlak in de dienstensector in kaart (CBS 2022g). Het totale gebruiksoppervlak in de dienstensector was 418 miljoen vierkante meter in 2020. Dit betreft de totale voorraad inclusief leegstand. Op 1 januari 2020 was de leegstand gemiddeld 3 procent. In de raming wordt per saldo een toename verondersteld naar 444 miljoen vierkante meter gebruiksoppervlak in 2030 (431 miljoen vierkante meter exclusief leegstand). De grootste stijging in het aantal vierkante meters is te zien bij bedrijfshallen, maar ook bij datacenters, laboratoria, supermarkten en zorginstellingen neemt dat aantal toe, terwijl dat aantal voor scholen, winkels, ziekenhuizen en gebouwen met bijeenkomstfunctie verder daalt.

De nieuwbouw in de periode 2022 tot en met 2030 is circa 2,6 miljoen vierkante meter per jaar voor de dienstensector als totaal. Deels gaat het om vervangende nieuwbouw die wordt gecompenseerd door sloop. De voorraad van gebouwen met een specifieke gebruiksfunctie kan ook toe- of afnemen door transformatie van gebouwen naar een andere gebruiksfunctie.

Grootste bijdrage energiebesparing verwacht van handhaving energiebesparingsplicht

Van de beleidsmaatregelen die zijn gericht op de dienstensector verwachten we in de raming het grootste besparingseffect van de handhaving van de energiebesparingsplicht uit de Wet milieubeheer. Deze maatregel verplicht bedrijven en instellingen om alle energiebesparende maatregelen te nemen die zich binnen vijf jaar terugverdienen.

Met ingang van 1 juli 2019 is de informatieplicht in werking getreden. Bedrijven en instellingen zijn per inrichting verplicht in het eLoket van RVO aan te geven welke maatregelen zij in het kader van de energiebesparingsplicht hebben getroffen. Ze gebruiken daarvoor de erkende maatregellijsten die voor 19 bedrijfstakken zijn opgesteld. Uit monitoringscijfers van RVO blijkt dat in januari 2022 over bijna 60.000 inrichtingen rapportages waren ingediend. RVO schat het aantal inrichtingen met een rapportageverplichting op 90.000. Een groot deel van de inrichtingen die zich hebben gemeld,

heeft één of meerdere maatregelen nog niet genomen, zodat toezicht en verdere beoordeling nodig zijn.

Gemeenten en omgevingsdiensten kunnen gebruikmaken van de ondersteuningsregeling Versterkte uitvoering energiebesparings- en informatieplicht (VUE). Voor de derde ronde van de VUE-regeling, die loopt tot en met december 2023, wordt 9,5 miljoen euro ter beschikking gesteld. Voor de periode 2022 tot en met 2026 wordt via een specifieke uitkering 56 miljoen euro extra budget beschikbaar gesteld aan de omgevingsdiensten om hun eigen capaciteit en kennis te versterken en om het toezicht op de vanaf 2023 uitgebreide doelgroep vorm te kunnen geven. Na 2026 is structureel 14 miljoen euro per jaar beschikbaar voor toezicht en handhaving. Er wordt overlegd met het IPO en omgevingsdiensten over de besteding van de middelen en het opbouwen van de handhavingscapaciteit.

Het opbouwen van handhavingscapaciteit wordt bemoeilijkt door krapte op de arbeidsmarkt. Het adviesbureau Andersson Elffers Felix (AEF) heeft onderzoek gedaan naar de extra uitvoeringslasten van decentrale overheden ten gevolge van de afspraken uit het Klimaatakkoord. Een belangrijk risico is volgens AEF een tekort aan beschikbaar personeel en aan kennis bij decentrale overheden, met een extra groot risico voor omgevingsdiensten (Ehrismann 2020). Omgevingsdiensten hebben aangegeven zo'n vier tot zes jaar nodig te hebben om alle bedrijven te benaderen die nog niet aan de energiebesparingsplicht voldoen. Een deel van het besparingspotentieel blijft waarschijnlijk onbenut, omdat niet alle maatregelen in alle bedrijfstakken kunnen worden afgedwongen.

De energiebesparingsplicht wordt per 1 januari 2023 aangevuld met de verplichting om – naast energiebesparende maatregelen – ook andere CO_2-emissiereducerende maatregelen te nemen waarvan de terugverdientijd binnen de vijf jaar valt. Tevens wordt de energiebesparingsplicht dan opgenomen in het stelsel van de Omgevingswet. De energiebesparingsplicht zal ook worden uitgebreid naar milieuvergunningplichtige bedrijven en ETS-bedrijven. Handhaving op het energieverbruik van gebouwen en milieubelastende activiteiten (voorheen processen) op een locatie gaat tot het basistakenpakket behoren dat gehandhaafd wordt door de omgevingsdiensten.

In het voorgenomen beleidsscenario zijn de verbreding van de energiebesparingsplicht, de uitbreiding van de doelgroep en de overgang naar de Omgevingswet meegenomen. Van de verbreding naar CO_2-emissiereductie wordt in de dienstensector geen effect verwacht. De verbreding naar milieuvergunningplichtige en ETS-bedrijven is relevant voor datacenters, laboratoria en ziekenhuizen. In de raming is verondersteld dat circa 80 procent van het besparingspotentieel in de dienstensector als gevolg van handhaving kan worden gehaald. Het besparingseffect van de energiebesparingsplicht in de dienstensector schatten we in de raming op 26 (20-28) petajoule energie in 2030, waarvan 18 petajoule besparing op aardgas en warmte en 8 petajoule besparing op elektriciteit.

Onderdeel van deze besparingscijfers is ook dat kantoren vanaf 2023 verplicht minimaal een energielabel C moeten hebben. Er is grote overlap met de energiebesparingsplicht, maar label C zal wel extra isolatiemaatregelen vereisen die niet op de Erkende Maatregelenlijst (EML) staan, zoals isolatieglas. Van de circa 100.000 kantoren moeten er circa 65.000 aan de label C-plicht voldoen. De andere kantoren hoeven niet de eis te voldoen, bijvoorbeeld omdat het monumentale gebouwen of gebouwen met een klein gebruiksoppervlak betreft. Volgens de labelregistratie had medio 2021 40 procent van de kantoren energielabel C of beter, en 12 procent van de kantoren een label D of slechter. Voor de overige 48 procent van de kantoren was nog geen label geregistreerd. Met name relatief kleine kantoren hebben nog geen label C of beter (RVO 2022b). We gaan er in de raming van

uit dat grote kantoren uiterlijk in 2023 aan de verplichting gaan voldoen, waarmee het grootste deel van het gebruiksoppervlakte van kantoren in 2023 aan label C voldoet.

Nieuwe investeringssubsidie voor duurzaam maatschappelijk vastgoed

In de Miljoenennota 2022 is 525 miljoen euro ter beschikking gesteld voor het versneld verduurzamen van bestaand maatschappelijk vastgoed. Dit budget zal deels worden ingezet voor de nieuwe Investeringssubsidie duurzaam maatschappelijk vastgoed (DUMAVA) die wordt meegenomen als voorgenomen beleid en deels voor het verduurzamen van rijksvastgoed. DUMAVA is een nieuwe subsidie die maatschappelijk vastgoedeigenaren moet stimuleren om het renovatietempo te verhogen. De subsidieregeling is gericht op vastgoed dat in eigendom is van maatschappelijke instellingen in de decentrale overheid, onderwijs, zorg, cultuur, niet-woonhuis rijksmonumenten en overige gebouwen met een publieksfunctie. De huidige regeling loopt van oktober 2022 tot en met eind 2023 en heeft een budget van 150 miljoen euro. Het totale budget voor de periode 2022-2024 is 340 miljoen euro. Maatregelen die onder de energiebesparingsplicht vallen zijn niet subsidiabel. De verwachting is dat het meeste budget naar isolatiemaatregelen en warmtepompen zal gaan. Een deel van de maatregelen zou ook zonder subsidie zijn genomen. Het besparingseffect van de DUMAVA-regeling is kleiner dan 1 petajoule.

Energie-efficiëntie-eisen van de Ecodesign-richtlijn besparen veel elektriciteit

De Europese Unie stelt minimum efficiëntie-eisen aan nieuwe elektrische apparaten en andere energieverbruikende producten via de Ecodesign-richtlijn. Bij gebouwen in de dienstensector gaat het om ICT, verlichting, koel- en vriesapparatuur, circulatiepompen, verwarmingsketels, elektrische boilers en ventilatoren. Door deze efficiëntie-eisen wordt volgens de KEV-raming in de dienstensector in 2030 circa 10 petajoule minder elektriciteit verbruikt dan zonder die eisen.

Diverse beleidsmaatregelen hebben een klein besparingseffect

Diverse beleidsmaatregelen gericht op de dienstensector hebben slechts een klein besparingseffect doordat ze een korte looptijd hebben en bedoeld zijn voor een specifieke doelgroep met een beperkt aandeel in het totale gebruiksoppervlak van de dienstensector en een beperkt besparingspotentieel. Voorbeelden zijn de Specifieke uitkering ventilatie in scholen (SUVIS), de regeling Stimulering bouw en onderhoud sportaccommodaties (BOSA), het ontzorgingsprogramma maatschappelijk vastgoed en de Subsidieregeling verduurzaming mkb (SVM) voor het midden- en kleinbedrijf. Deze regelingen dragen wel bij aan een beter binnenklimaat en bewustwording van energiebesparing bij kleinverbruikers, maar leveren slechts een kleine bijdrage aan emissiereductie.

Verschillende sectoren in het maatschappelijk vastgoed hebben routekaarten gemaakt, waarin zij de mogelijke strategieën naar CO_2-arm vastgoed in 2050 in kaart hebben gebracht. Omdat van de routekaarten nog niet helder is hoe de financiering van de beoogde verduurzaming is geregeld, wordt er in de KEV-raming geen additioneel effect verondersteld.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De verschillen met de KEV 2021 zijn beperkt. De geraamde broeikasgasemissie van de dienstensector in 2030 is in deze KEV 0,3 megaton lager dan in de KEV 2021. De gasvraag is 3 petajoule lager, vooral door zuinig stoken als reactie op de hoge gasprijzen. Tegelijkertijd is de methode van weerscorrectie aangepast, wat leidt tot een iets hoger gasverbruik en 0,1 megaton hogere emissies (Volkers et al. 2022). Het finaal elektriciteitsverbruik van de dienstensector in 2030 ligt in deze KEV zo'n 2 petajoule lager dan in de KEV 2021.

5.3.4 Geagendeerd beleid

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de emissie van de gebouwde omgeving naar 18 [15-21] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Wanneer het geagendeerde beleid tijdig wordt vastgesteld, en tot uitvoering komt, dan is het denkbaar dat de emissie van de gebouwde omgeving verder afneemt tot 13-19 megaton CO_2-equivalenten in 2030. Daarmee komt de indicatieve restemissie voor de gebouwde omgeving uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a), van 10,0 tot 11,2 megaton CO_2-equivalenten in 2030, nog niet binnen bereik. Er resteert nog een beleidsopgave van 2 tot 9 megaton.

De grootste potentiële bijdragen aan de emissiereductie door het geagendeerde beleid mogen verwacht worden van de normering van hybride warmtepompen, de aanvullende prestatieafspraken met woningcorporaties na afschaffing van de verhuurdersheffing en de verduurzaming van utiliteitsgebouwen in het kader van de Europese EED- en EPBD-richtlijnen. Het effect van de bijmengverplichting groen gas (0 tot 1 megaton) kan niet alleen aan de sector gebouwde omgeving worden toegerekend, omdat de fysieke emissiereductie ook in andere sectoren terechtkomt. Aan het voorstel voor een Europees emissiehandelssysteem voor gebouwen en wegtransport (ETS-BRT), de uitfasering van slechte labels uit de herziene Europese richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen (EPBD) bij particuliere huur- en koopwoningen, een subsidieregeling voor warmtenetten en beleid gericht op innovatief en duurzaam bouwen konden nog geen effecten worden toegekend.

Normering voor hybride warmtepompen bij ketelvervanging

Het kabinet bereidt normering voor waarbij vanaf 2026 bij vervanging van een cv-ketel een hybride warmtepomp (of beter) verplicht is, mits de woning of het gebouw daarvoor geschikt is. Een van de doelen van het *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving* (BZK 2022) is het installeren van 1 miljoen hybride warmtepompen in bestaande bouw. Deze doelstelling heeft alleen betrekking op woningen, maar de normering geldt voor alle gebouwen. Bij voorgenomen beleid neemt het aantal hybride warmtepompen in woningen al toe van circa 50.000 in 2021 naar circa 340.000 in 2030. In het klimaatpakket van de Miljoenennota 2022 is 288 miljoen euro beschikbaar gesteld voor stimulering van hybride warmtepompen in de periode 2022-2024. Voor opschaling van het aantal hybride warmtepompen in de periode daarna is in het Coalitieakkoord cumulatief 900 miljoen euro extra budget vrijgemaakt, grotendeels in te zetten vanaf 2025 tot en met 2030 via de huidige ISDE-regeling. Bij de huidige ISDE-subsidievoorwaarden is een budget van 1,2 miljard voldoende voor ongeveer 660.000 hybride warmtepompen. Daarmee kan onder gunstige omstandigheden het doel van 1 miljoen hybride warmtepompen in bestaande woningen in 2030 worden bereikt, wat circa 1 megaton extra emissiereductie oplevert. Met normering voor de dienstensector kan in 2030 circa 0,3 megaton emissiereductie worden bereikt als in de helft van de gebouwen bij ketelvervanging een hybride warmtepomp wordt geïnstalleerd. De handhaving wordt niet neergelegd bij gemeenten, over de normering worden afspraken gemaakt met installateurs. Een tekort aan installateurs en de hoge meerkosten van een warmtepomp kunnen woning- en gebouweigenaren bewegen toch voor een gasgestookte ketel te kiezen. Daarom wordt voor het effect van deze normering een bandbreedte aangehouden van in totaal 0 tot 1,3 megaton emissiereductie in de gebouwde omgeving.

Aanvullende prestatieafspraken met woningcorporaties na afschaffing verhuurdersheffing

Er zijn bindende prestatieafspraken met woningcorporaties gemaakt om de financiële ruimte die ontstaat door de afschaffing van de verhuurdersheffing te gebruiken voor uitbreiding en verbetering van de voorraad huurwoningen. Eerder zijn al afspraken gemaakt dat woningcorporaties

uiterlijk in 2028 alle E-, F- en G-labels uit de sector laten verdwijnen en dat zij tot en met 2025 in totaal 500 miljoen euro extra investeren in zonnepanelen en hybride warmtepompen in woningen met een D-label of beter. Aanvullend is nu afgesproken dat 450.000 woningen aardgasvrij gemaakt worden tot en met 2030, dat 675.000 woningen worden geïsoleerd en dat corporaties al vanaf 2023, in woningen met label D of beter, minimaal hybride warmtepompen installeren op vervangingsmomenten. De totale maximale emissiereductie van deze maatregelen is 1,8 megaton CO_2. Omdat bij voorgenomen beleid al een effect van 0,3 megaton CO_2 emissiereductie door uitfasering van alle E-, F- en G-labels van sociale huurwoningen in de KEV-raming is meegenomen, is het additionele effect maximaal 1,5 megaton. De landelijke afspraken moeten vertaald worden naar lokale afspraken tussen gemeenten en woningcorporaties. Het is nog onduidelijk hoe deze vertaling voor individuele corporaties uitpakt en of dit optelt tot het nationale doel. Bij de uitvoering van de afspraken gaan het ministerie van BZK en brancheverenigingen Aedes ervan uit dat individuele corporaties het deel van de totale opgave in de afspraken oppakken dat het beste past bij hun lokale situatie en hun financiële mogelijkheden. Vanwege deze onzekerheden gaan we in de onderkant van de bandbreedte uit van 50 procent realisatie op lokaal niveau. Dit resulteert in een bandbreedte van 0,7-1,5 megaton CO_2-emissiereductie.

Verduurzaming vastgoed door implementatie van Europese EPBD- en EED-richtlijnen

In het *Fit for* 55-pakket van de Europese Commissie zit een voorstel voor wijziging van de Europese energie-efficiëntierichtlijn (EED). Artikel 6 van het EED-voorstel bevat een renovatieverplichting voor gebouwen van publieke instellingen. Lidstaten moeten ervoor zorgen dat per jaar minimaal 3 procent van het totale vloeroppervlak van verwarmde en/of gekoelde gebouwen – dat in eigendom is van publieke instellingen en met een vloeroppervlak van meer dan 250 vierkante meter – gerenoveerd wordt naar de nieuwbouweis conform de EPBD-richtlijn. TNO (Menkveld et al. 2022) heeft onderzoek gedaan naar de impact van het voorstel en berekent een potentiële gasbesparing van 7,2 petajoule en een emissiereductie van 0,4 megaton. In het Coalitieakkoord is 2,75 miljard euro extra budget voor verduurzaming van maatschappelijk vastgoed gereserveerd dat gebruikt kan worden voor financiering van deze opgave.

In de herziening van de richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen(EPBD) stelt de Commissie minimum energieprestatie-eisen voor bestaande gebouwen voor. Voor sociale huurwoningen is dat onderdeel van de prestatieafspraken. Voor koopwoningen wil Nederland nog een afweging kunnen maken of prestatie-eisen gerechtvaardigd zijn. Voor utiliteitsgebouwen voorziet de Commissie een verplichting van minimaal energielabel F in 2027 en minimaal label E in 2030. Dit overlapt met de renovatieverplichting voor maatschappelijk vastgoed, maar kan wel effect hebben voor commercieel vastgoed met label G en F. Uitgaande van een geschatte labelverdeling en werkelijk energieverbruik uit het onderzoek van TNO (Menkveld et al. 2022) schatten we voor uitfasering van slechte labels maximaal een additionele aardgasbesparing van circa 1,4 petajoule en een CO_2-emissiereductie van 0,1 megaton. Onduidelijk is nog hoe handhaving van de eisen wordt geregeld en of deze maatregelen betaalbaar en financierbaar zijn voor gebouweigenaren. Daarom houden we een bandbreedte aan van totaal 0 tot 0,5 megaton emissiereductie voor verduurzaming van vastgoed.

Wanneer bedrijfshallen ook een energielabelverplichting krijgen en slechte labels worden uitgefaseerd, zou dat een groter effect kunnen hebben. Dat energiebesparingseffect is echter nog niet te kwantificeren zolang nog niet duidelijk is hoe de energielabels worden berekend van gebouwen met een industriefunctie.

In de herziening van de EPBD-richtlijn wordt ook emissievrije nieuwbouw voorgesteld, maar onbekend is nog hoe rekening gehouden wordt met het beschikbare dakoppervlak voor extra zonnestroomproductie en netcongestie.

Verschillende geagendeerde beleidsmaatregelen zijn niet in de effectschatting meegenomen

In de effectschatting zijn enkele geagendeerde beleidsmaatregelen niet meegenomen. We bespreken hier het voorstel voor een Europees emissiehandelssysteem in de gebouwde omgeving (ETS-BRT), een subsidieregeling voor de onrendabele top van warmtenetten en maatregelen gericht op innovatief en duurzaam bouwen.

In juli 2021 heeft de Europese Commissie onder de titel *Fit for 55* een pakket beleidsvoorstellen gepresenteerd om het Europese klimaatbeleid in lijn te brengen met de doelstellingen uit de Europese Klimaatwet. Een van de voorstellen is het invoeren van een EU-breed emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en het wegtransport: het *Emission Trading System for Buildings and Road Transport* (ETS-BRT), naar analogie van het bestaande ETS. In het ETS-BRT zullen energie- en brandstofleveranciers vanaf 2026 emissierechten moeten overleggen voor de emissie die bij verbranding van door hen geleverde producten ontstaat. De totale hoeveelheid rechten die in de Europese Unie op de markt wordt gebracht loopt jaarlijks terug. Energieleveranciers zullen de CO_2-prijs die zij voor emissierechten betalen doorberekenen in de energieprijzen van aardgas, benzine en diesel, wat eindgebruikers moet bewegen tot energiebesparing. Het effect van dit emissiehandelssysteem op de emissies in de gebouwde omgeving in Nederland is lastig in te schatten. De hoogte van de CO_2-prijs ligt niet vast, maar hangt af van de vraag naar emissierechten in alle lidstaten. Voor kwetsbare lagere inkomensgroepen zijn er plannen voor financiële compensatie, bijvoorbeeld een sociaal fonds of hulp bij energiebesparing door verhuurders, om toename van energiearmoede te voorkomen.

In het *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving* wordt een subsidie-instrument aangekondigd om de onrendabele top van investeringen in warmtenetten deels weg te nemen (BZK 2022). Het budget voor dit subsidie-instrument is niet bekend en afhankelijk van de verdeling van middelen uit het Klimaatfonds. Ook is budget gereserveerd voor een lokale aanpak door gemeenten in het kader van het Nationaal isolatieprogramma. Dit moet nog worden uitgewerkt samen met de VNG. We gaan er vanuit dat budget hiervoor wordt gebruikt om een financiële tegemoetkoming te geven voor na-isolatie aan huishoudens met een laag inkomen bovenop de ISDE subsidie. De lokale aanpak zal daarmee geen additioneel effect opleveren bovenop de emissiereductie door de ISDE subsidie.

Programmalijn 5 van dit programma gaat over innovatief en duurzaam bouwen. Innovaties zijn van groot belang voor verduurzaming van de gebouwde omgeving, maar het effect ervan is moeilijk te kwantificeren. De effecten van de geagendeerde beleidsmaatregelen ter bevordering van een verbeterde milieuprestatie, circulair bouwen en een continue bouwstroom zijn onzeker en er is vervolgens nog additioneel beleid nodig om opschaling te bewerkstelligen.

Effect van bijmengverplichting groen gas wordt niet toegerekend aan de gebouwde omgeving

Het kabinet kondigde in 2022 aan dat er een bijmengverplichting komt voor groen gas in de gebouwde omgeving. De verplichting loopt op van 150 miljoen kubieke meter in 2025 tot 1,6 miljard kubieke meter in 2030. De extra kosten die energieleveranciers moeten maken voor het inkopen van groen gas worden verrekend in de gasprijzen voor consumenten. De bijmengverplichting werkt via de inkoop van verhandelbare groencertificaten, waarmee een energieleverancier kan aantonen

dat aan de verplichting is voldaan. We gaan ervan uit dat de effectiviteit bepaald zal worden door het technische potentieel en de snelheid waarmee nieuwe groengasprojecten ontwikkeld kunnen worden. In het meest ongunstige geval zullen de grootschalige investeringen pas na 2030 significant effect gaan hebben. In een studie van CE Delft (2022a) wordt een grote bijdrage van mestvergisting verwacht. Wij verwachten echter dat de bijdrage van mestvergisting niet kan uitstijgen boven wat er al maximaal in de bandbreedte in voorgenomen beleid is verondersteld. In de raming is al een forse toename van centrale vergisting van varkensmest verondersteld. Ook decentrale vergisting van rundveemest neemt in de raming toe, maar vereist investeringen in stallen. Daarbij is schaalgrootte nodig en nieuwe stallen zullen niet zomaar worden aangepast. Daarmee rekening houdend komen we uit op een potentieel voor additionele bijmenging van groen gas in het aardgasnet van 0 tot 0,4 miljard kubieke meter. De CO_2-emissiereductie die hiermee gepaard gaat is 0 tot 1 megaton. Deze emissiereductie vindt plaats via het bijmengen van groen gas in het aardgasnet. In de plannen wordt geen melding gemaakt van een voorziening om deze emissiereductie te mogen toekennen aan de sector gebouwde omgeving. Daarom zal de reductie in de emissiestatistiek naar rato van het gasgebruik verdeeld worden over alle gebruikers in verschillende sectoren. Het vergisten van mest zorgt ook voor het vermijden van methaanemissies uit mestopslag bij boerenbedrijven. Omdat de verwachting is dat er niet substantieel meer mest vergist wordt dan onder voorgenomen beleid, is er ook geen additionele reductie van methaanemissie bij boerenbedrijven te verwachten.

5.4 Landbouw

In deze paragraaf staat de sector landbouw centraal: hoe ontwikkelen de broeikasgasemissies en het energieverbruik zich in deze sector? We bespreken eerst de algemene trends in de emissies in paragraaf 5.4.1. De broeikasgasemissies van de landbouw bestaan uit energiegerelateerde CO_2- en methaanemissies uit energieverbruik in de landbouw (paragraaf 5.4.2 en paragraaf 5.4.3) en de procesemissies van methaan en lachgas uit de veehouderij en akkerbouw (paragraaf 5.4.5). In paragraaf 5.4.6 gaan we in op de omvang van de veestapel, een belangrijke factor in de ontwikkeling van de methaanemissies. We bespreken hier ook het (kunst)mestgebruik, dat de toevoer van stikstof naar de bodem en de ontwikkeling van lachgasemissies bepaalt. We besteden ook aandacht aan het geagendeerde beleid voor de energiegerelateerde emissies (paragraaf 5.4.4) en de procesemissies (paragraaf 5.4.7).

5.4.1 Broeikasgasemissies

Broeikasgasemissies door energieverbruik en processen in landbouw

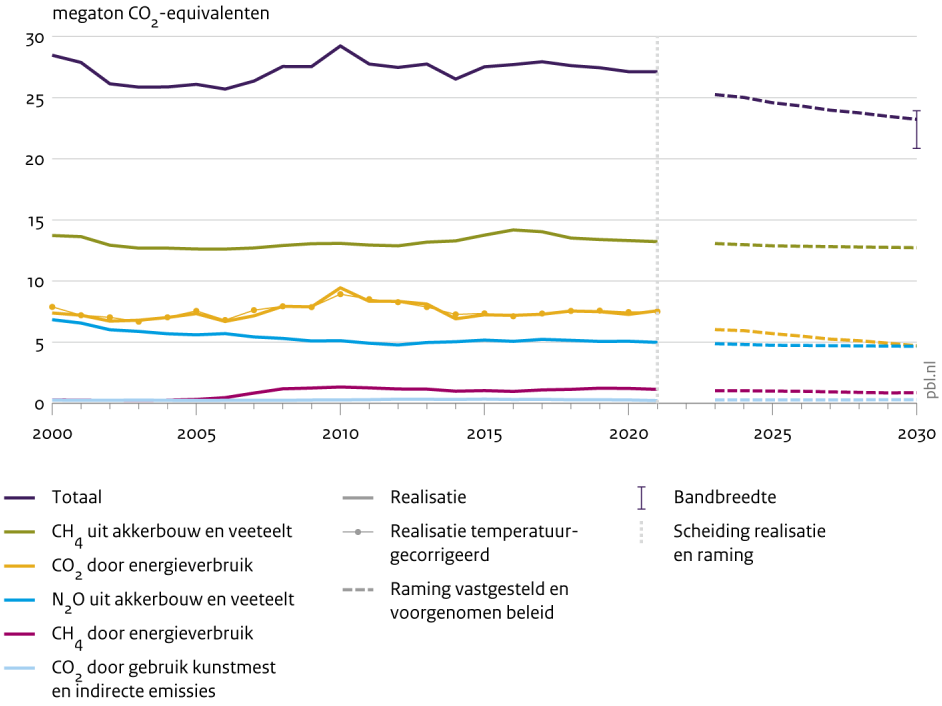
De totale broeikasgasemissies van de landbouw, de bijdragen daaraan door het energieverbruik in de landbouw en de procesemissies uit de veehouderij en akkerbouw zijn weergegeven in figuur 5.11. In 2021 bedroegen de totale broeikasgasemissies door de landbouw 27,1 megaton CO_2-equivalenten, waarvan 8,7 megaton door energieverbruik en 18,4 megaton uit overige processen. De broeikasgasemissies door energieverbruik bestaan uit 7,5 megaton CO_2-equivalenten door gasverbruik in de landbouw en 1,1 megaton CO_2-equivalenten door methaanemissie (CH_4) als gevolg van methaanslip (onverbrand aardgas) bij WKK-installaties. De procesemissies bestaan uit 13,2 megaton CO_2-equivalenten methaan, 5 megaton CO_2-equivalenten lachgasemissie (N_2O) uit veeteelt en akkerbouw, 0,2 megaton CO_2-emissie door het gebruik van kalkkunstmest en ureum, en uit indirecte CO_2-emissie door niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS). De procesemissies uit

de veehouderij en de akkerbouw betreffen dus twee derde van de totale broeikasgasuitstoot van de landbouw.

De totale uitstoot van broeikasgassen door de sector landbouw daalt naar verwachting naar 23,2 [21-24] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Daarmee is de broeikasgasuitstoot in dat jaar 30 procent lager dan in 1990. De emissiereductie hang vooral samen met een lager energieverbruik, de verdere afname van overige broeikasgassen is beperkt. De CO_2-emissie door energieverbruik in de landbouw daalt naar 4,7 megaton in 2030 en de emissies uit methaanslip dalen naar 0,9 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De emissies van methaan en lachgas in de veeteelt en akkerbouw dalen naar respectievelijk 12,7 en 4,7 megaton CO_2-equivalenten in 2030. De emissies van CO_2 door het gebruik van kalkkunstmest en ureum en de indirecte CO_2-emissies door NMVOS blijven nagenoeg gelijk.

Figuur 5.11

Emissie broeikasgassen door landbouw



Bron: Emissieregistratie, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de emissie van de landbouw in 2030 naar 23 [21-24] megaton CO_2-equivalenten.[44] Wanneer het gekwantificeerde geagendeerde beleid tijdig concreet wordt uitgewerkt en tot uitvoering komt, dan is het denkbaar dat de emissie van de landbouw beperkt verder afneemt; afgerond blijft de bandbreedte uitkomen op 21-24 megaton CO_2-equivalenten in 2030. Daarmee komt de indicatieve restemissie voor de landbouw uit het *Ontwerp*

[44] Op basis van enkele laatste inzichten zou de KEV-raming voor 2030 0,1 megaton lager moeten uitvallen (Vonk et al. 2022). Er is sprake van een lagere waarde voor lachgas, als gevolg van aangepaste uitgangspunten voor de raming van luchtverontreinigende stoffen, die indirect ook effect heeft op de lachgasemissie. Deze nieuwe inzichten zullen in een volgende KEV worden meegenomen.

Beleidsprogramma Klimaat (EZK 2022a) van 18,9 megaton CO_2-equivalenten in 2030 nog niet in beeld. Er resteert dan nog een beleidsopgave van 2 tot 5 megaton emissiereductie. Kanttekening daarbij is dat het in deze KEV niet mogelijk was van alle geagendeerde beleidsmaatregelen een potentiële emissiereductie te berekenen. Zo is er geen potentieel effect bepaald van het Nationaal Programma Landelijk Gebied. De bijkomende gekwantificeerde emissie-effecten van geagendeerd beleid zijn voorlopig alleen afkomstig uit de veehouderij en akkerbouw (zie paragraaf 5.4.7). Voor energiegerelateerde emissies kan er momenteel voor deze KEV geen emissie-effect van geagendeerd beleid worden gekwantificeerd (paragraaf 5.4.4).

5.4.2 Energiegerelateerde emissies landbouw

In deze paragraaf beschrijven we de ontwikkeling van de broeikasgasemissies die het gevolg zijn van het energieverbruik in de landbouw tot 2021, en de ramingen tot en met 2030.

WKK-inzet leidt tot toenemende broeikasgasemissies

In de periode 2000-2021 namen de broeikasgasemissies uit energieverbruik toe, van 7,7 naar 8,7 megaton CO_2-equivalenten (figuur 5.11). Deze toename is het gevolg van meer CO_2-emissies door de inzet van aardgasgestookte WKK-installaties voor de productie van warmte, elektriciteit en CO_2 voor plantbemesting, voornamelijk in de glastuinbouw. Deze hogere inzet van WKK-installaties heeft er ook voor gezorgd dat de glastuinbouw vanaf 2007 een nettoleverancier van elektriciteit is geworden. Deze op aardgas- en biogasgestookte WKK-installaties stoten door methaanslip (onverbrand aardgas) meer methaan uit dan gasketels. Deze methaanemissie is toegenomen van 0,3 megaton CO_2-equivalenten in 2000 tot 1,1 megaton CO_2-equivalenten in 2021. Daar staat tegenover dat een toename van het verbruik van biomassa sinds 2006 en van de inzet van aardwarmte vanaf 2010 het aardgasverbruik en bijbehorende emissies enigszins heeft beperkt. Uit statistieken volgt dat, na 2019 en 2020, 2021 opnieuw een jaar was met een hoge inzet van aardgasgestookte WKK-installaties, als gevolg van een gunstige verhouding tussen de aardgas- en elektriciteitsprijzen inclusief de belastingvrijstelling voor aardgas voor warmte-krachtkoppeling. Hierdoor namen de emissies niet af.

De CO_2-emissies uit energieverbruik door de veehouderij en de akkerbouw bedroegen ongeveer 0,7 megaton CO_2 in 2021. Deze emissies komen voort uit het gas- en lpg-verbruik voor onder andere stalverwarming.

Emissies landbouw dalen richting 2030

De verwachting is dat de broeikasgasemissies van het energieverbruik door de landbouw afnemen van 8,7 megaton CO_2-equivalenten in 2021 naar 5,6 [4-7] megaton in 2030 (figuur 5.11). De CO_2-emissies dalen met 2,9 megaton, vanwege een verschuiving naar minder energie-intensieve teelten in de glastuinbouw als gevolg van de hogere energieprijzen en de onzekere marktsituatie. Dit leidt tot een lagere warmtevraag en een dalende inzet van aardgas in ketels. Ook maken WKK-installaties minder draaiuren omdat de eigen elektriciteitsvraag voor belichting afneemt. Teruglevering van stroom voor flexibiliteit en compensatie van de onbalansmarkt gebeurt nog wel. Ook is er een bescheiden groei van hernieuwbare warmte zoals geothermie, en omgevingswarmte- en restwarmtelevering. Door de lagere inzet van (bio)gas-WKK-installaties nemen tussen 2021 en 2030 ook de methaanemissies af, met 0,3 megaton CO_2-equivalenten.

Voorlopig doel voor de glastuinbouw in 2030 lijkt niet binnen bereik

De glastuinbouw heeft een eigen CO_2-sectordoelstelling die is vastgelegd in het Convenant Glastuinbouw 2013-2020. Het doel voor 2020, wat eerst in 2018 naar beneden bijgesteld was tot 4,6 megaton CO_2, is in juni 2022 opnieuw bijgesteld naar 6,2 megaton CO_2.(Staatscourant, 2022a). Wordt dat jaarlijkse doel overschreden, dan wordt er een heffing geïnd bij de glastuinbouwbedrijven die onder het CO_2-sectorsysteem vallen. Eveneens in juni 2022 heeft het kabinet samen met de sector de CO_2-doelen voor 2021-2024 vastgesteld. Het doel voor 2021 bedraagt 6,0 megaton CO_2 en neemt lineair af tot 5,4 megaton CO_2 in 2024 (Staatscourant 2022b). De vergoedingssystematiek blijft ook gehandhaafd tot en met 2024. Een individueel emissiesysteem zal naar verwachting in 2025 in werking treden.

In een Kamerbrief van april 2022 geeft het ministerie samen met de glastuinbouwsector een voorlopige ambitie voor 2030 aan: een restemissie van 4,3 tot 4,8 megaton CO_2-equivalenten in 2030 (Rijksoverheid 2022h). Deze doelstelling betreft zowel de CO_2- als de methaanemissie van de glastuinbouw. In deze KEV-raming wordt dat doel naar verwachting niet gehaald, de broeikasgasemissies voor de glastuinbouw dalen in deze raming naar 5,3 megaton CO_2-equivalenten in 2030.

Bijdrage aan ETS-emissies door energieverbruik in de landbouw beperkt

De ETS-emissies van de landbouw zijn beperkt, omdat slechts enkele grote glastuinbouwbedrijven nog onder het Europese emissiehandelssysteem vallen. Zo valt in 2021 nog 2 procent van de CO_2-emissies door de landbouw onder dat systeem. Ook worden in de ETS-emissies alleen de CO_2-emissies meegenomen, en niet de methaanemissies van de (bio)gasmotoren, conform de geldende Europese regelgeving.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De CO_2-emissie van de landbouw is in deze raming in 2030 1,5 megaton lager dan in de vorige KEV. Vanwege de hoge energieprijzen wordt een minder intensieve teeltwijze verondersteld, met een lagere warmtevraag, minder belichting en een versnelde introductie van led-verlichting. Daardoor wordt een 9 petajoule lager gasverbruik verwacht bij aardgasketels en een 14 petajoule lager gasverbruik bij WKK-installaties.

5.4.3 Energieverbruik landbouw

In deze paragraaf beschrijven we de verwachte ontwikkeling van het energieverbruik van de landbouw, eerst de historische ontwikkeling tot en met 2021 en vervolgens de raming richting 2030.

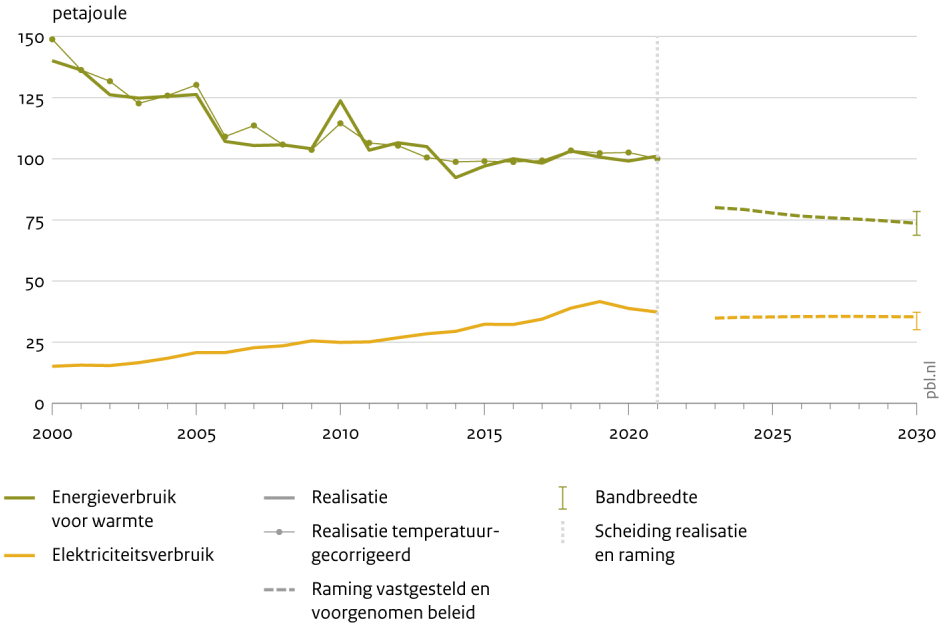
Energieverbruik wordt grotendeels bepaald door de glastuinbouw

Het finaal energieverbruik voor warmte in de landbouw wordt gedomineerd door de glastuinbouw. Dit verbruik is tussen 2000 en 2021 afgenomen door besparingsmaatregelen, door renovatie en schaalvergroting van bedrijven (figuur 5.12). Tussen 2000 en 2018 vertoonden de statistieken voor het glastuinbouwareaal een krimp. In 2020 bedroeg het gerapporteerde areaal 10.080 hectare, en in 2021 10.550 hectare. De voornaamste reden voor de areaaltoename is niet een daadwerkelijke uitbreiding van het areaal, maar het gegeven dat vanaf 2019 tuinders een betere respons gaven op de Gecombineerde Opgave van gegevens voor de landbouwtelling, de mestwetgeving en emissierapportages aan RVO. Het lijkt erop dat het areaal glastuinbouw in werkelijkheid vrij stabiel bleef tussen 2010 en 2021 en ongeveer 10.000 hectare bedroeg. Een lopend onderzoek van CBS-WEcR in 2022 naar het areaal glastuinbouw in Nederland moet dit nog bevestigen.

Uit de trendmatige verdeling over de teelten blijkt dat vooral de kasoppervlakte voor groenten toeneemt, terwijl het areaal voor (snij)bloemen krimpt. Voor vaste planten blijft het areaal vrijwel constant. De reeds ingezette trend naar opschaling van de bedrijfsgrootte houdt aan. In 2021 is de gemiddelde bedrijfsgrootte bijna 2,4 hectare per bedrijf, in 2000 was dit minder dan 1 hectare per bedrijf. Verder zijn telers intensiever gaan kweken en belichten om meer product per oppervlakte te verkrijgen gedurende een langer teeltseizoen. Daarom is het elektriciteitsverbruik van de landbouw tot 2019 toegenomen. In 2020 keerde de trend en was het elektriciteitsverbruik 7 procent lager dan in 2019, onder andere door het wegvallen van productafzet door de coronapandemie. In 2021 was het elektriciteitsverbruik nog eens 4 procent lager dan in 2020 (figuur 5.12). Het energieverbruik voor warmte nam in 2021 licht toe met 2 procent, maar na temperatuurcorrectie is er wel een daling met 3 procent.

Figuur 5.12

Finaal energieverbruik door landbouw



Bron: CBS, bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2022

Areaalontwikkeling van de glastuinbouw is richting 2030 onzeker

De areaalontwikkeling tot 2030 is onzeker; de financiële draagkracht om te investeren in nieuwe kassen of om uit te breiden wordt bepaald door de uitgaven voor energie en arbeid en door de marktprijzen voor producten. Aangezien de Nederlandse glastuinbouw voornamelijk een exportgerichte sector is, spelen internationale marktontwikkelingen een grote rol. De huidige onzekere en volatiele situatie op de energiemarkt maakt de ontwikkelingen op de korte en middellange termijn heel onzeker. In de tussentijd zijn er signalen dat er door de hoge energieprijs minder intensief geteeld of van teelt gewisseld wordt, met uitgestelde plantmomenten en kortere teeltcycli. Omdat de effecten van de huidige gebeurtenissen op langere termijn niet te voorspellen zijn, nemen we in deze raming voorzichtigheidshalve aan dat het glasproductieareaal, zonder nader areaalgericht beleid, in 2030 zo'n 10 procent lager uitkomt dan in 2021 (9.560 hectare).

Warmte-krachtkoppeling remt verduurzaming

Warmte-krachtkoppeling kent in de glastuinbouw een meervoudige inzet: de installaties produceren warmte, elektriciteit voor eigen belichting of teruglevering aan het net, en CO_2 voor

plantbemesting. In 2010 bereikte de inzet van WKK-installaties zijn hoogtepunt: tussen 2005 en 2010 nam de WKK-capaciteit toe van ruim 1.200 tot ruim 3.000 megawatt opgesteld elektrisch vermogen. De periode 2012-2016 werd echter gekenmerkt door een steeds minder gunstige situatie voor gasmotor-WKK-installaties. De zogenoemde *spark spread*, het verschil tussen de verkoopprijs van elektriciteit en de inkoopprijs van gas, werd in die periode steeds kleiner. Hierdoor werden aardgasgestookte WKK-installaties minder ingezet en liep ook de capaciteit ervan terug, naar ongeveer 2.800 megawatt in 2015. Dit gold in het bijzonder voor WKK-installaties die voornamelijk voor netlevering van elektriciteit produceerden. WKK-installaties die voornamelijk voor eigen gebruik stroom (voor belichting), warmte en CO_2 produceerden, konden zich beter handhaven. Na enkele economisch moeilijke jaren, ziet de *spark spread* er voor glastuinbouwers met WKK-installaties de laatste jaren gunstig uit. De vooruitzichten voor aardgas-WKK-installaties vertaalden zich sinds 2017-2018 in het behoud en de vervanging van een substantieel aandeel van het huidige vermogen. Dit leidde voor 2021 niet meteen tot een vermogenstoename, maar wel tot het behoud van het bestaande vermogen en tot een verdere toename van het aantal draaiuren van de WKK-installaties.

In 2021 zien we opnieuw een toename van de inzet van WKK-installaties door de gunstige *spark spread*, een stijging van 8 procent vergeleken met 2020. Vanaf 2022 is er naar verwachting een kleine toename aan vermogen merkbaar. Een andere trend in 2021-2022 is dat er minder belicht wordt maar ook geïnvesteerd wordt in led-verlichting. Dit betekent dat er dus minder eigen verbruik is en meer teruggeleverd wordt aan het net.

In 2021, en nog meer in 2022, is de *spark spread* voor teruglevering inmiddels zo gunstig geworden, dat gasgestookte WKK-installaties de warmte uit andere opties, inclusief reeds bestaande hernieuwbare warmte, wegconcurreert. Ook omdat het correctiebedrag in de SDE++-regeling gekoppeld is aan de gasprijs, is met de huidige hoge gasprijs de SDE++-subsidie netto zo goed als nul geworden, terwijl duurzame warmteopwekking wel operationele kosten, met name stroominkoop, en kapitaalaflossingen kent. De inzet van gasketels nam daarentegen met 9 procent af. Geothermie vertoont geen groei ten opzichte van 2020, de inzet van biomassa in ketels en biogas in WKK-installaties weer wel, met ongeveer 7 procent.

De berekende *spark spread* is voor warmte-krachtkoppeling in de glastuinbouw anders dan voor die in de industrie. In de landbouw staan voornamelijk gasmotoren, terwijl in de industrie voornamelijk stoom- en gasturbines zijn opgesteld, met net andere karakteristieken, zoals de warmte-krachtverhouding. In de glastuinbouw is de *spark spread* een stuk positiever dan in de industrie, en hebben de huidige extreme gas- en elektriciteitsprijzen en hun onderlinge verhouding een verbeterde *spark spread* tot gevolg, terwijl deze gemiddeld gezien in de industrie juist afneemt. Voor zowel de industrie als de glastuinbouw zien we tot en met 2030 een dalende *spark spread*, maar blijft deze voor de landbouw wel gunstiger dan in de industrie.

Situatie blijft gunstig voor warmte-krachtkoppeling

In 2030 wordt verwacht dat er ongeveer 3.000 megawatt aan WKK-capaciteit staat. Aardgas-WKK-installaties, die elektriciteit produceren voor zowel het net als voor eigen gebruik, blijven profiteren van de gunstige *spark spread*, en nemen het merendeel van het finaal energieverbruik voor hun rekening. De WKK-aardgasinzet neemt volgens deze raming af van 100 petajoule in 2021 naar 82 petajoule in 2025 en 70 petajoule in 2030.

Tot 2030 en daarna kan warmte-krachtkoppeling zich handhaven, ondanks de verwachte verduurzaming van de elektriciteitsopwekking in Nederland en Europa. De daaruit volgende lage en meer

volatiele elektriciteitsprijzen kunnen de rentabiliteit van WKK-installaties verlagen, maar deze installaties kunnen daarentegen door hun flexibiliteit bijdragen aan het verminderen van de onbalans op het net. Vandaar dat het opgestelde vermogen tot 2030 vrij constant blijft. Echter, de draaiuren nemen beduidend af, met 27 procent ten opzichte van 2021. Ook is er minder eigen elektriciteitsvraag voor belichting, dit verklaart mede de daling in brandstofgebruik.

Gasketels verliezen hun marktaandeel door de hoge gasprijzen: in 2030 dragen ze met 12 petajoule gasinzet bij aan de invulling van de warmtevraag, in 2021 was dit nog 27 petajoule. De hogere gasprijzen leiden er ook toe dat er meer prikkel is om warmte te besparen, maar minder om te verduurzamen. Dit komt omdat duurzame warmte met relatief hoge investeringskosten, en met SDE++-subsidie, moet concurreren met warmte uit WKK-installaties waarvan de kostprijs grotendeels gedekt wordt door de opbrengsten van de verkochte elektriciteit.

Het energieverbruik door de veeteelt en akkerbouw voor verwarming van stallen en voor warm water is beperkt, en wordt in 2021 geschat op 12,4 petajoule. De warmtevoorziening voor veeteelt en akkerbouw blijft tot 2030 vrij stabiel en bestaat voornamelijk uit aardgas en lpg. Het elektriciteitsverbruik neemt iets af naar 10,6 petajoule in 2030 doordat het areaal landbouwgrond en de veestapel krimpen.

Bijdrage hernieuwbare energie en externe warmtelevering staat onder druk

Sinds 2012 neemt de bijdrage van geothermie als warmtebron voor kassen toe. In 2021 waren er 20 producerende projecten, met een warmteproductie van 6,2 petajoule. In 2030 draagt geothermie met 12,0 petajoule bij aan het finaal verbruik voor warmte.

Ook de inzet van vaste en gasvormige biomassa, voornamelijk in ketels, maar ook in enkele WKK-installaties, nam in 2021 verder toe tot 14,6 petajoule, onder andere door stimulering via subsidie uit de SDE++-regeling. De inzet van biogas uit (mest)vergisting in de landbouw was in 2021 7,9 petajoule, waarvan 4,1 petajoule ingezet werd in WKK-installaties. De inzet van vaste biomassa in de landbouw, voornamelijk in ketels, nam in 2021 toe tot 6,7 petajoule. Biomassa-inzet in ketels neemt af van 6,3 petajoule in 2021 naar 4,8 petajoule in 2030; dit hangt samen met het verbod vanaf 2022 op nieuwe SDE++-beschikkingen voor lagetemperatuurwarmte uit houtige biogrondstoffen. Biomassa-WKK-installaties verdwijnen na 2028. De inzet van biogas uit (mest)vergisting in WKK-installaties neemt toe van 4,1 petajoule in 2020 tot 5,6 petajoule in 2030.

De verduurzaming van de warmtevraag in de glastuinbouw blijft om een aantal redenen onder druk staan. Een eerste reden is de gunstige positie voor aardgas-WKK-installaties. Een tweede reden is dat de duurzame warmteopties door de verbreding van de SDE+-regeling naar SDE++ lager in de rangschikking zijn komen te staan, waardoor ze moeilijker een beschikking voor SDE++-subsidie kunnen krijgen en het beschikbare subsidiebudget eerder toevalt aan aanvragen voor industriële emissiereductieopties in de SDE++. Een derde reden is het verbod op nieuwe beschikkingen in de SDE++ voor lagetemperatuurwarmte uit houtige biogrondstoffen. Dit beperkt het aantal opties voor een duurzame invulling van de midden- en pieklast van het warmtevraagprofiel in de glastuinbouw.

De externe warmtelevering aan de glastuinbouw is verder afgenomen: van circa 15 petajoule in 2000 naar 2,7 petajoule in 2021. Deze warmtelevering neemt naar verwachting wel iets toe naar 3,5 petajoule in 2030 door de uitbreiding van bestaande warmtenetten in het Westland en de aanleg van nieuwe warmtenetten naar kasgebieden.

Elektriciteitsvraag is over de piek heen

De elektriciteitsvraag in de glastuinbouw vertoonde in de afgelopen jaren, tot 2019, een constante stijging door een verdergaande intensivering van belichte teelten. In 2020 en 2021 was de elektriciteitsvraag iets lager, onder andere door de effecten van de COVID-19-pandemie, respectievelijk 8,2 en 7,9 terawattuur. Led-verlichting zal naar verwachting versneld doorbreken, omdat die vanaf 2021 opgenomen is in de subsidiemaatregel Energie-efficiëntie glastuinbouw (EG-regeling). Vanaf 2022 wordt een toenemende uitrol van led-verlichting in kassen verwacht, en samen met een teeltwijze met minder belichting leidt dit in 2030 tot een afname van de elektriciteitsvraag naar ongeveer 7,6 terawattuur. Het elektriciteitsverbruik voor verlichting, koeling, pompen en ventilatoren in de veeteelt en akkerbouw wordt geschat op 2,5 terawattuur in 2021 en 2,2 terawattuur in 2030.

Kas als Energiebron is belangrijkste beleidsinstrument

De plannen uit het Coalitieakkoord voor de glastuinbouw zijn nog nauwelijks uitgewerkt. Wel worden bestaande beleidsinstrumenten uit het Klimaatakkoord versterkt en voorzien van extra budget. In de glastuinbouw draagt het kennis- en innovatieprogramma Kas als Energiebron (KaE) bij aan zowel de verduurzaming van de warmtevraag als de vermindering van de energievraag. Belangrijke instrumenten binnen het programma voor vermindering van de energievraag zijn Het Nieuwe Telen (HNT), en de specifieke subsidieregeling Energie-efficiëntie glastuinbouw (EG-regeling). Met de EG-regeling wil de overheid de sector stimuleren om de warmte- en elektriciteitsvraag in kassen te reduceren door te investeren in energiebesparende technieken. Daartoe is in 2021 een aantal nieuwe technieken in de EG-regeling opgenomen: led-verlichting, hogedrukvernevelinginstallatie en een energiescherm inclusief ophogen kas en verdekken met diffuus glas met tweezijdige coating.

Het Nieuwe Telen is een combinatie van het aanleren van nieuwe teeltwijzen, verspreiding van kennis die het toelaat om de productie te optimaliseren en promotie van energiebesparende technieken. Eerste schattingen geven aan dat er door het toepassen van Het Nieuwe Telen bespaard wordt op 20 á 25 procent van het areaal zonder dat er investeringen mee gemoeid zijn.

Binnen het programma Kas als Energiebron vallen onder andere ook de Garantieregeling risico's dekken voor aardwarmte (RNES Aardwarmte) voor geothermie en de regeling Marktintroductie energie-innovaties (MEI). Onder het Klimaatakkoord worden deze bestaande maatregelen in de periode 2020-2030 verder versterkt.

CO_2-levering aan de glastuinbouw wint aan belang

CO_2 wordt sinds een aantal jaren aan de glastuinbouw geleverd door derde partijen, zowel in gasvormige als in vloeibare toestand. De jaarlijkse afzet bedraagt ongeveer 0,7 megaton. Voor tuinders die hun warmtevraag verduurzamen blijft de beschikbaarheid van externe CO_2 gewenst, omdat ze dan hun eigen fossiele bron van CO_2 verliezen. Ook kunnen zij zo 'zomerstook' vermijden, waarbij fossiel gestookte installaties aangezet worden om CO_2 te produceren in de zomer wanneer de plantvraag naar CO_2 het hoogst is. Om CO_2-levering te stimuleren zijn er sinds 2021 subsidiabele categorieën opgenomen in de SDE++-regeling, waarbij partijen die de CO_2 afvangen en leveren aan de glastuinbouw een subsidie kunnen krijgen.

5.4.4 Geagendeerd beleid glastuinbouw

Voor de emissies van de glastuinbouw in 2030 zijn twee geagendeerde beleidsmaatregelen van belang. Ten eerste is er de beperking van de vrijstelling van energiebelasting voor aardgasinzet in

WKK-installaties uit het Coalitieakkoord. Dit is een generieke maatregel, die niet alleen geldt voor de glastuinbouw maar ook voor andere sectoren. Een voorstel voor de beperking van die energiebelastingvrijstelling wordt pas nader uitgewerkt in het belastingplan voor 2024.

Ten tweede is er een samenhangend pakket ter verduurzaming van de glastuinbouw, aangekondigd in de Kamerbrief van 22 april 2022 (Rijksoverheid, 2022h). Het samenhangende pakket ter verduurzaming van de glastuinbouw bevat verschillende onderdelen: een individueel CO_2-sectorsysteem dat naar verwachting in 2025 in werking treedt, een bijdrage uit het Klimaatfonds, invoering van een energiebesparingsplicht, energiedashboards en een subsidieregeling voor warmtenetten. Voor al deze onderdelen geldt dat er nog te veel onduidelijkheid is over de uitwerking om een effectschatting te kunnen maken. Wat betreft het individuele CO_2-sectorsysteem is te weinig bekend over de vormgeving, handhaving, een mogelijke vrijgestelde ruimte per individuele tuinder, de hoogte en over het verloop van de heffing over de periode 2025-2030. In de Kamerbrief wordt geen informatie gegeven over de verwachte omvang van het budget voor glastuinbouw uit het Klimaatfonds of over de details van de subsidieregeling voor warmtenetten. In die brief wordt wel een verkenning gemeld naar de mogelijkheden om de glastuinbouw ook onder de energiebesparingsplicht te laten vallen. De stand van zaken wat betreft de invoering van energiedashboards, die bedoeld zijn om het energieverbruik per teelt en per type tuinder te vergelijken, is dat dit instrument nog ontwikkeld moet worden. Dit zal waarschijnlijk door de brancheorganisatie gebeuren, maar daarvan is nog geen tijdspad bekend.

Omdat er voor deze maatregelen nog onvoldoende aanknopingspunten zijn om inschattingen op te kunnen baseren, konden voor deze geagendeerde beleidsmaatregelen geen effecten worden bepaald op de emissies van de glastuinbouw in 2030.

5.4.5 Procesemissies veehouderij en akkerbouw

In deze paragraaf beschrijven we de ontwikkeling van de procesemissies van methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) door de veehouderij en de akkerbouw, en de ramingen tot en met 2030. Ook lichten we de ontwikkelingen in de veestapel, het mestgebruik en kunstmestgebruik toe. Een overzicht van de broeikasgasemissies, aantallen dieren en (kunst)mestgebruik door de veehouderij en akkerbouw is opgenomen in de tabellenbijlage (zie bijlage 2). Details over de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen zijn uitgewerkt in de achtergrondrapportage hierover (zie Vonk et al. 2022).

De emissie van methaan en lachgas door de veehouderij en de akkerbouw komt in hoofdzaak vanuit drie bronnen: methaanemissie door fermentatie van voer in maag en darm van vee, methaanemissie vanuit mest (in stallen en buitenopslag en door mestbewerking en -verwerking) en lachgasemissies als gevolg van de toevoer van stikstof naar de bodem door aanwending van dierlijke mest en kunstmest en door beweiding.

De procesemissies daalden tussen 2000 en 2020 door minder bemesting

Tussen 2000 en 2020 daalde de totale emissie van methaan en lachgas vanuit de veehouderij en akkerbouw van circa 20,6 naar 18,4 megaton CO_2-equivalenten (figuur 5.11). De voorlopige cijfers van 2021 laten een verdere daling naar 18,2 megaton CO_2-equivalenten zien. De daling van 2,2 megaton CO_2-equivalenten tussen 2000 en 2020 is grotendeels het gevolg van een afname van de totale bemesting van landbouwgrond, vooral door minder beweiding en minder kunstmestgebruik. Hierdoor daalden de lachgasemissies met 1,8 megaton CO_2-equivalenten.

Daarnaast daalden de methaanemissies in de periode 2000-2020 met circa 0,4 megaton CO_2-equivalenten. Daar gaan verschillende schommelingen en ontwikkelingen achter schuil. Zo was er tot 2005 sprake van een daling van de methaanemissies, na 2005 stegen ze en in de periode 2014-2016 zien we een sterke stijging door het vervallen van het melkquotum. Sinds 2017 is er weer een daling zichtbaar van de methaanemissies.

Ook zijn er verschillen in ontwikkeling zichtbaar tussen de diercategorieën: de methaanemissies door melkvee namen in de periode 2000-2020 toe met circa 1 megaton CO_2-equivalenten, terwijl er een daling van methaanemissies van circa 1,3 megaton CO_2-equivalenten is bij andere diercategorieën (vooral varkens). In 2021 blijven de methaanemissies door melkvee ongeveer op hetzelfde niveau als in 2020. De stijging van de emissies bij melkvee in de periode 2000-2020 is het gevolg van een toename van het aantal melkkoeien en een toename van de methaanemissie per koe door een hogere melkproductie per koe; de afname in jongveebezetting tempert de stijging van de emissies. De emissiedaling bij varkens is het gevolg van een afname van de varkensstapel. De methaanemissies door varkens namen in 2021 met 0,1 megaton CO_2-equivalenten af ten opzichte van 2020; door een verdere afname van de varkensstapel.

De totale emissie van methaan en lachgas daalt tussen 2020 en 2030 met 1 megaton, vooral door minder varkens en melkvee

De totale emissie van methaan en lachgas uit de veeteelt en akkerbouw daalt tussen 2020 en 2030 naar verwachting verder met 1 megaton CO_2-equivalenten, naar een niveau van 17,4 [16,1-17,6] megaton CO_2-equivalenten. De methaanemissie daalt in die periode met circa 0,6 megaton en de lachgasemissie daalt met circa 0,4 megaton CO_2-equivalenten.

De daling van de methaanemissie richting 2030 komt vooral voor rekening van varkens (0,4 megaton CO_2-equivalenten), gevolgd door melkvee (0,2 megaton CO_2-equivalenten). De daling bij varkens is het gevolg van een vermindering van het aantal dieren door beleidsmaatregelen (0,2 megaton CO_2-equivalenten) en door een wat kortere opslagduur van de mest door een toenemend aandeel mestvergisting (0,2 megaton CO_2-equivalenten). De beleidsmaatregelen gericht op de vermindering van het aantal dieren betreffen de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv -regeling) en de Maatregel Gerichte Aankoop (MGA), waaronder de Regeling provinciale aankoop veehouderijen nabij natuurgebieden (1e tranche MGA) (zie ook paragraaf 5.4.6).

De lachgasemissies in de raming voor 2030 zijn 0,4 megaton CO_2-equivalenten lager dan in 2020. Dit is grotendeels (circa -0,3 megaton CO_2-equivalenten) het gevolg van een verwacht lager kunstmestgebruik, ingegeven door de verwachte hoge kunstmestprijzen door hogere energieprijzen. Door hogere kunstmestprijzen zullen boeren efficiënter gebruik gaan maken van andere meststoffen (dierlijke mest, mineralenconcentraat, spuiwater). De verwachting is dat het kunstmestgebruik in 2030 ruim 20 procent lager zal liggen dan het gemiddelde van de afgelopen 3 jaar (2018-2020). Daarnaast daalt het kunstmestgebruik verder vanwege een afnemend areaal.

In vergelijking met de KEV 2021 is het beleid dat onderdeel is van de raming nagenoeg gelijk gebleven. In het afgelopen jaar zijn de maatregelen uit het Klimaatakkoord voor de veehouderij en akkerbouw nauwelijks verder uitgewerkt. En daar waar dit wel is gebeurd, is het emissie-effect veelal nog niet te kwantificeren, bijvoorbeeld omdat de maatregelen nu nog zijn gericht op onderzoek en pilots (zoals de Subsidie brongerichte verduurzaming stal- en managementmaatregelen (Sbv) en de Meerjarig Missiegedreven Innovatie Programma's). Wel heeft een aantal stikstofmaatregelen meekoppeleffecten op broeikasgasreducties. Wat betreft het stikstofbeleid is het grootste verschil met

de KEV 2021 dat de MGA-regeling nu onderdeel is van het vastgestelde beleid en dat verschillende maatregelen uit de structurele aanpak stikstof zich nu in een pilotfase bevinden. In het Coalitieakkoord is het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) aangekondigd. Dit is een beleidsprogramma dat gericht is op een brede integrale aanpak van opgaven in het landelijk gebied, zodanig dat voldaan kan worden aan internationale verplichtingen op het gebied van natuur, klimaat en waterkwaliteit en bijgedragen wordt aan het behalen van nationale doelen zoals die er zijn op het gebied van wonen, klimaatadaptatie en de energietransitie. Inmiddels is er een startnotitie van het NPLG. Het NPLG bevindt zich evenwel nog in een uitwerkfase en wordt vanwege de klimaatmaatregelen in dit programma nader beschouwd onder geagendeerd beleid.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De procesgerelateerde emissies in de landbouw zijn in de raming voor 2030 0,8 megaton CO_2-equivalenten lager dan in de vorige KEV. De methaanemissies zijn 0,3 megaton CO_2-equivalenten lager, voornamelijk door een grotere daling van het aantal varkens als gevolg van de budgetverhoging voor de MGA-regeling uit resterende Srv-middelen. Daarnaast wordt uitgegaan van een hoger aandeel mestvergisting bij varkens. De lachgasemissies zijn circa 0,5 megaton CO_2-equivalenten lager, voornamelijk door een methodewijzing en een lager gebruik van kunstmest vanwege hogere prijzen voor kunstmest.

5.4.6 Veestapel, (kunst)mestgebruik en mestvergisting

In deze paragraaf beschrijven we de ontwikkelingen in de veestapel, het (kunst)mestgebruik en de mestvergisting bij vastgesteld en voorgenomen beleid. De omvang van de veestapel en mestvergisting zijn belangrijke factoren in de ontwikkeling van de methaanemissies. Het gebruik van dierlijke mest en kunstmest bepaalt voornamelijk de toevoer van stikstof naar de bodem en daarmee de ontwikkeling van lachgasemissies.

Veestapel krimpt tussen 2020 en 2030 door beleid

Het aantal varkens neemt tussen 2020 en 2030 naar verwachting af met 9 procent, waarvan bijna 4 procent tussen 2020 en 2021. Het aantal varkens daalt vooral in de eerste jaren (tot 2025) door vrijwillige uitkoop via de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv-regeling) en de Maatregel Gerichte Aankoop (MGA-regeling). Aan de Srv-regeling hebben in totaal varkensbedrijven op 278 locaties deelgenomen. Voor de landbouwtelling in het voorjaar van 2021 heeft al een deel van de bedrijfsbeëindiging plaatsgevonden en eind 2021 was voor het grootste deel van de deelnemers de productie definitief beëindigd, de rest zal daarna nog volgen. Ten opzichte van de in 2019 aanwezige varkens zal de krimp op circa 6,7 procent uitkomen, met daarbij een gelijkmatige daling over zeugen, overige varkens en vleesvarkens. Dit ligt in lijn met de inschatting van de KEV 2021. De regeling is niet geheel uitgeput omdat een deel van de varkenshouders uiteindelijk besloot om niet deel te nemen, onder andere vanwege andere toekomstplannen of omdat ze de vergoeding niet toereikend achtten. Het resterende bedrag uit deze regeling van 170 miljoen euro wordt besteed aan andere gebiedsgerichte maatregelen, waaronder vooral de MGA-regeling.

Als gevolg van de MGA-regeling, die provincies helpt piekbelasters nabij Natura 2000-gebieden vrijwillig uit te kopen, neemt het aantal varkens in de periode 2021-2025 naar verwachting met circa 3,5 procent af. Dit is een hogere inschatting dan in de KEV 2021, omdat het budget uit de stikstofaanpak van 350 miljoen euro is verhoogd met 133 miljoen euro.

Het aantal melkkoeien daalt in de periode 2020-2030 met 5 procent, waarvan circa 1 procent daling het gevolg is van de MGA-regeling. Daarnaast is 4 procent extra afname geraamd vanwege de

aanname dat de totale stikstof- en fosfaatuitscheiding onder de sectorplafonds blijft die Nederland met de Europese Commissie is overeengekomen. Het mestbeleid voorkomt op deze wijze dat de methaanemissies gaan stijgen als de melkproductie en methaanemissie per koe toeneemt. Doordat de dieraantallen dalen, blijven de methaanemissies van melkkoeien op een constant niveau.

Omdat pluimveehouders nauwelijks interesse tonen om deel te nemen aan de MGA-regeling, is in de raming geen effect van de uitkoopregeling meegenomen. Dit komt door de redelijk tot goede inkomenssituatie van de pluimveehouders en de vraag naar eieren en pluimveevlees.

Het aantal vleeskalveren neemt tot 2030 naar verwachting licht af ten opzichte van 2020. In 2020 verliep de afzet van kalfsvlees moeizaam door de coronacrisis, maar in 2021 was het aantal vleeskalveren weer op het niveau van 2018. Verwacht wordt dat het aantal vleeskalveren richting 2030 op het gemiddelde van het niveau van 2020 en 2021 zal liggen. Naast jaarlijkse fluctuaties heeft ook de vrijwillige opkoopregeling kalverhouderijen in Gelderland invloed op de dieraantallen: hiervan wordt vanaf 2023 een daling van circa 1 procent verwacht. Bij de overige dieren is vanaf 2020 al een daling zichtbaar vanwege het verbod op het houden van nertsen. Het verbod is officieel ingegaan op 8 januari 2021, maar een groot deel van de bedrijven is al in 2020 geruimd of beëindigd.

Geen overschrijding van het fosfaat- en stikstofplafond voor dierlijke mest na 2018

Het aantal melkkoeien nam rond 2015 sterk toe nadat het melkquotum was afgeschaft. Hierdoor werden in 2015 en 2016 de mestproductieplafonds overschreden en werd niet meer voldaan aan de voorwaarden om voor de bemesting met dierlijke mest te mogen afwijken van de in de Europese Unie algemeen geldende bemestingsnorm van maximaal 170 kilogram stikstof per hectare voor dierlijke mest, de zogenoemde derogatie. In 2017 is daarom het maatregelenpakket fosfaatreductie in het leven geroepen. Dit pakket bestaat uit een regeling om het aantal vrouwelijke runderen te reduceren (Regeling fosfaatreductieplan 2017), de Subsidieregeling bedrijfsbeëindiging melkveehouderij en het voerspoor melkveehouderij gericht op het verlagen van fosfor in krachtvoer door de veevoerindustrie. Daarnaast zijn vanaf 2018 fosfaatrechten ingevoerd. Als gevolg van deze maatregelen kwam de totale fosfaatuitscheiding vanaf 2018 onder het fosfaatplafond van 173 miljoen kilogram te liggen, voor 2019, 2020 en 2021 was dit respectievelijk 10, 13 en 14 procent. De ingezette daling van de omvang van de melkveestapel vanaf 2018 heeft ook invloed op de stikstofuitscheiding in dierlijke mest. In 2019 en 2020 is de totale stikstofuitscheiding gedaald tot circa 3 procent onder het totale stikstofplafond. Inmiddels ligt de totale stikstofexcretie met 473 miljoen kilogram (CBS 2022h) circa 7 procent onder het stikstofplafond. Voor de raming is als uitgangspunt gehanteerd dat er geen overschrijding van het fosfaat- en stikstofplafond zal plaatsvinden.

Lichte daling van de stikstoftoevoer naar de landbouwbodem richting 2030

Tussen 2000 en 2020 is de totale toevoer van stikstof naar de bodem via bemesting met dierlijke mest en kunstmest en via beweiding afgenomen van circa 800 naar 620 miljoen kilogram stikstof per jaar. De daling was het grootst bij kunstmestgebruik (-95 miljoen kilogram) en beweiding (-72 miljoen kilogram), terwijl de daling bij het aanwenden met dierlijke mest beperkter was (-15 miljoen kilogram). Volgens voorlopige berekeningen voor 2021 ligt de totale bemesting in dat jaar circa 10 miljoen kilogram lager dan in 2020, voornamelijk vanwege minder toevoer van stikstof via dierlijke mestaanwending. Dit is het gevolg van minder koeien en varkens en een lager stikstofgehalte in het voer van koeien.

Tussen 2020 en 2030 neemt de stikstofbemesting naar verwachting nog iets af, naar circa 540 miljoen kilogram stikstof per jaar. Dit hangt voornamelijk samen met een verwachte afname in kunstmestgebruik (-59 miljoen kilogram stikstof) als gevolg van de verwachte hoge kunstmestprijzen (vanwege de relatief hoge energieprijzen). Vanwege deze ontwikkelingen wordt voor de KEV 2022 uitgegaan van lagere kunstmestgiften dan in de KEV 2021, namelijk een vermindering van 20 procent ten opzichte van het gemiddelde over 2018 tot en met 2020. Hierbij wordt aangenomen dat de sector efficiënter gebruik zal gaan maken van andere meststoffen. Daarnaast wordt er minder dierlijke mest aangewend (-17 miljoen kilogram stikstof) als gevolg van de trendmatige afname van het landbouwareaal.

Beperkte bijdrage van mestvergisting aan daling van de methaanemissie

In 2020 was het effect van mestvergisting op de methaanemissie vanuit de mestkelder en buitenopslag circa 0,1 megaton CO_2-equivalenten. Bij mestvergisting wordt mest minder langdurig in de mestkelder en/of buitenopslag opgeslagen, waardoor de methaanemissie vermindert. De hoeveelheid melkvee- en varkensmest die in 2020 werd vergist, is respectievelijk 3 en 14 procent van de in de stal geproduceerde melkvee- en varkensmest (gerekend in fosfaatproductie). De emissiereductie is niet maximaal, omdat de meeste mest centraal wordt vergist en daarvoor getransporteerd moet worden van de boerderij naar de verwerker. De mest ligt dan enige tijd opgeslagen in de mestkelder van de boerderij, waarbij een deel van het methaan dat ontstaat tijdens de mestopslag vrijkomt. Naast centrale vergisting vindt er ook decentrale vergisting plaats op boerderijschaal. Hierbij is de verwachting dat de mest snel uit de stal zal worden afgevoerd naar de vergister voor maximale biogasproductie. Hier zal de uitstoot van methaan meer gereduceerd worden dan bij centrale vergisting.

Verondersteld is dat, onder invloed van de SDE++-regeling waarmee subsidie kan worden aangevraagd voor de productie van biogas, de totale omvang van de toevoer van dierlijke (drijf)mest naar mestvergisters met een factor 2,5 zal stijgen, maar op het totaal van de hoeveelheid geproduceerde mest beperkt zal blijven (circa 10 procent van de totale omvang drijfmest in 2030). De verwachting is dat de toename hoofdzakelijk tot meer monovergisting zal leiden, omdat de vergoeding vanuit de SDE++-regeling hiervoor hoger is dan voor covergisting.

Bij varkensmest neemt de omvang van mestvergisting tussen 2020 en 2030 toe van 14 naar 47 procent en bij melkveemest van 3 naar 5 procent van de in de stal geproduceerde mest (gerekend in fosfaatproductie). Dat is gelijk aan circa 3,6 miljard kilogram varkensmest en circa 1,4 miljard kilogram melkveemest in 2030. Door de extra mestvergisting daalt de methaanemissie in 2030 netto met 0,2 megaton CO_2-equivalenten: de methaanemissie vanuit de mestopslag (in kelder en buitenopslag) daalt met 0,3 megaton CO_2-equivalenten, maar deze daling wordt deels tenietgedaan door een toename van de emissies bij mestbewerking (lekverliezen vanuit de vergister) met 0,1 megaton CO_2-equivalenten.

De ongelijke toename in mestvergisting tussen varkens- en melkveemest komt door het verschil in de schaal van vergisting. Er is aangenomen dat varkensmest vooral centraal en melkveemest vooral decentraal vergist wordt. Bij centrale vergisting wordt richting 2030 een grotere toename verwacht dan bij decentrale vergisting, omdat het afvoeren en vergisten van mest in grote hoeveelheden kan plaatsvinden. Bij decentrale vergisting is een toename in omvang afhankelijk van investeringen en extra tijd en kennis van individuele boeren.

Derogatie afgebouwd tot 2025: toekomstige status tijdens raming nog onzeker

Ten tijde van het opstellen van de (beleids)uitgangspunten en de uitvoering van de berekeningen voor deze KEV was de verlenging van de derogatie onzeker. In deze KEV is er daarom uitgegaan van de situatie dat de derogatie verlengd zou worden. Inmiddels is bekend geworden dat er vanaf 2026 geen verlenging meer zal plaatsvinden, maar dat er tot 2025 een geleidelijk afbouwpad gaat gelden met daarnaast aanvullende voorwaarden. Het wegvallen van de derogatie zou betekenen dat er in 2026 op alle landbouwgronden een gebruiksnorm voor dierlijke meststoffen van 170 kilogram stikstof per hectare zal gelden. Ook worden de mestproductieplafonds per 2025 verlaagd tot 440 miljoen kilo stikstof en 135 miljoen kilo fosfaat, ten opzichte van de huidig geldende 504,4 miljoen kilo stikstof en 172,9 miljoen kilo fosfaat. In de raming is met een onzekerheidsanalyse ingeschat wat het effect van het vervallen van de derogatie zou zijn, dit effect vormt onderdeel van de bandbreedte van de raming. Hierbij is alleen rekening gehouden met het wegvallen van de derogatie en niet met de inhoud van de specifieke derogatiebeschikking zoals die in september 2022 bekend is geworden. Omdat er minder mest uitgereden zal kunnen worden, zal deze moeten worden geëxporteerd of verwerkt of kunnen er minder dieren gehouden worden.

Met name melkveehouders nemen deel aan de derogatie. De verwachting is dat slechts een beperkt deel van de melkveehouders zal besluiten om bij verlies van de derogatie minder koeien aan te houden en dus minder mest te produceren (CDM 2021). Er zal in deze situatie sprake zijn van hogere prijzen voor mestafzet, waarbij de verwachting is dat deze door melkveehouders beter gedragen kunnen worden dan door varkenshouders. Dat zou, naast een (beperkte) daling van de melkveeaantallen, een effect kunnen hebben op de omvang van de varkensstapel, al is het onzeker hoe sterk dat effect zal zijn. In de onzekerheidsbandbreedte is rekening gehouden met 10 procent afname van de melkveestapel, als gevolg van andere factoren (zoals veranderende economische omstandigheden en een veranderende houding ten opzichte van de bedrijfsvoering). Naar verwachting is het effect van de afschaffing van de derogatie op de omvang van de melkveestapel kleiner en valt het dus ruim binnen die bandbreedte. Voor de varkensstapel is in deze onzekerheidsanalyse geen rekening gehouden met een extra krimp boven op de krimp van de afgelopen jaren (ruim 10 procent sinds 2013) en de verwachte verdere krimp door diverse opkoopregelingen. Om te compenseren voor de lagere stikstofgift via dierlijke mest gaan boeren mogelijk meer kunstmest gebruiken. Om die reden wordt in de onzekerheidsanalyse ook rekening gehouden met een mogelijke stijging in het kunstmestgebruik van 20 procent.

5.4.7 Geagendeerd beleid procesemissies akkerbouw en veeteelt

Onder het geagendeerde beleid voor de veehouderij en akkerbouw vallen maatregelen die afkomstig zijn uit verschillende beleidstrajecten: uitwerking van het Klimaatakkoord, de structurele aanpak stikstof en het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering, het Nationaal Strategisch Plan (GLB-NSP) en de afspraken in het Coalitieakkoord over een Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG). Er zijn 13 geagendeerde beleidsmaatregelen aan het licht gekomen, die onder andere zijn gericht op andere diervoeding, integraal emissiearme stalsystemen en bedrijfsbeëindiging via beëindigingsregelingen voor veehouderijen. Een deel van deze maatregelen is weliswaar primair gericht op het verminderen van stikstofemissies, maar deze leiden in een aantal gevallen ook tot lagere broeikasgasemissies. Van slechts een aantal maatregelen is het mogelijk een indicatieve kwantitatieve inschatting te maken op basis van beschikbare informatie over de contouren van de uitwerking en budgettering van de maatregel. Van de overige geagendeerde maatregelen is een kwantitatieve inschatting nu niet mogelijk. Hieronder valt ook het in het Coalitieakkoord genoemde Nationaal Programma Landelijk Gebied. Daarvoor kan geen inschatting worden gemaakt

omdat de uitwerking en budgettering pas in de komende jaren aan de orde zullen komen in gebiedsgerichte bestuurlijke afspraken met de provincies.

Structurele aanpak stikstof leidt soms ook tot reductie van broeikasgassen

In het kader van de structurele aanpak stikstof vallen meerdere maatregelen onder het geagendeerde beleid. De extra investeringssubsidie voor integraal emissiearme stallen vanaf 2023, en de bijbehorende aanscherping van de normstelling voor ammoniakemissie uit deze stallen vanaf 2025, heeft een potentiële reductie van maximaal 0,3 megaton CO_2-equivalenten (PBL 2022). Dit is een lagere inschatting dan in de KEV 2021, niet alleen vanwege een lager aandeel dieren dat in integraal emissiearme stallen gehuisvest kan worden, maar ook vanwege een lagere geraamde methaanemissie in 2030 door minder dieren als gevolg van opkoopregelingen en mestvergisting. Het doel van deze subsidie is om boeren te ondersteunen bij het doorvoeren van de stalaanpassingen om aan de aangescherpte (ammoniak)emissienormen te voldoen. Op een later moment wordt bekeken hoe deze regeling specifiek vorm gaat krijgen: gekoppeld aan de Subsidie brongerichte verduurzaming stal- en managementmaatregelen (Sbv) of als een nieuwe regeling. De investeringssubsidie en de aanscherping van de ammoniaknormstelling moeten nog concreet worden vormgegeven. Het kabinet ambieert daarbij gebruik te maken van zowel bestaande als nieuwe innovatieve technieken die voortkomen uit het onderzoek dat wordt uitgevoerd binnen de Sbv-innovatiemodule. Met de extra subsidieregeling streeft het kabinet ernaar investeringen niet alleen te richten op vermindering van de emissie van ammoniak, maar ook op de reductie van broeikasgassen en/of fijnstof. Omdat de meeste integraal emissiearme staltypen nog in ontwikkeling zijn, is het onzeker in welke mate en hoe snel deze stallen beschikbaar komen. Ook is er sprake van meerkosten voor de investering, die leiden tot onzekerheid over de bereidheid van boeren om dergelijke stallen te laten bouwen. Daarom hanteren we een bandbreedte voor de emissiereductie van 0-0,3 megaton CO_2-equivalenten.

De Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) is een van de drie beëindigingsregelingen en valt als enige regeling onder het geagendeerde beleid. De andere twee beëindigingsregelingen zijn de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv) en de Maatregel Gerichte Aankoop (MGA-regeling) die beide onder het vastgestelde beleid in de ramingen zijn meegenomen. De Lbv is een subsidieregeling gericht op het definitief sluiten van productielocaties voor veehouderijen om zo de uitstoot en depositie van stikstof te verminderen. De regeling is in mei 2022 gepubliceerd voor publieke consultatie en zal, na goedkeuring door de Europese Commissie, naar verwachting in 2023 worden opengesteld. In juli 2022 is besloten om het budget van 970 miljoen euro te verminderen met 250 miljoen euro, ten behoeve van de versnelling van de legalisatie van PAS-melders. Hier is in de inschatting nog geen rekening mee gehouden. Met dit budget mag een emissiereductie van maximaal 0,3 megaton CO_2-equivalenten worden verwacht. Echter, ook in de bandbreedte bij de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid is al rekening gehouden met een mogelijke daling van de melkveestapel richting 2030 als gevolg van veranderende economische omstandigheden. Additioneel levert de Lbv-regeling in 2030 een extra emissiereductie van 0,1 megaton CO_2-equivalenten. Doordat in de huidige voorstellen van de regeling sprake is van hogere vergoedingen voor de deelnemers, kunnen minder bedrijven worden beëindigd dan verondersteld is in de effectschatting uit de KEV 2021.

Overige maatregelen uit de structurele aanpak stikstof zijn gericht op het vergroten van het aantal uren weidegang, op het verlagen van het ruw eiwitgehalte in het rantsoen van melkvee en op het voor boeren financieel mogelijk maken om te schakelen naar duurzame landbouw (Omschakelprogramma duurzame landbouw). Voor deze maatregelen zijn pilots gestart, die meegenomen zijn bij

het vastgestelde beleid, maar waar geen effect aan is toegekend vanwege de beperkte omvang. De brede toepassing van deze maatregelen valt onder geagendeerd beleid. Voor de maatregelen gericht op het vergroten van het aantal uren weidegang en op het verlagen van het ruw eiwitgehalte in het krachtvoer voor melkvee is het effect op broeikasgasemissies nihil of zeer beperkt ingeschat. Bij beweiding is er weliswaar een afname van de methaanemissie vanuit de stal, maar daar staat een toename van de lachgasemissie tegenover, die uitgedrukt in CO_2-equivalenten ongeveer even groot is (CDM 2021). Kwantificering van de verschillende onderdelen van het Omschakelprogramma is in deze fase niet mogelijk; er is op dit moment nog geen eenduidig beeld van de omschakelplannen die uit de pilot met het investeringsfonds zullen volgen. Daarnaast hangt de vormgeving van het vervolg van het investeringsfonds ook af van de uitkomsten van de pilot en de uitwerking van de gebiedsgerichte aanpak in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied.

Effecten Coalitieakkoord afhankelijk van budgetverdeling en uitwerking,

In het Coalitieakkoord is een Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) aangekondigd, met een bijbehorend transitiefonds voor het landelijk gebied en natuur met een omvang van 24,3 miljard euro tot 2035. Dat fonds is deels gericht op opkoop van bedrijven en financiële afwaardering van grond, deels op omschakeling en innovatie. In de budgettaire bijlage van het Coalitieakkoord is vanuit dit fonds tot 2030 een bedrag van 6,1 miljard euro opgenomen voor 'opkoop indicatieve mix melkvee, pluimvee en varkens'. Als deze middelen tot de openstelling van nieuwe vrijwillige beëindigingsregelingen leiden, dan zal dat tot additionele emissiereductie kunnen leiden. Een kwantitatieve inschatting is in deze fase niet mogelijk, omdat deze sterk afhankelijk is van het uiteindelijke budget, de vergoedingen en voorwaarden voor deelname. Hoewel het indicatieve budget tot 2030 circa viermaal zo hoog is als het budget voor alle op beëindiging van veehouderij gerichte maatregelen uit de structurele aanpak stikstof, is het echter niet aannemelijk dat het emissie-effect in 2030 ook viermaal zo groot zal zijn als van die regelingen samen. Op basis van onderzoek naar beeindigingsregelingen uit het verleden (Boezeman & Vink 2022) en expertinschattingen wordt het niet realistisch verwacht dat het volledige budget in de looptijd tot 2030 kan worden uitgegeven. Zo zal het gedurende de uitvoering van dit beleid steeds lastiger en duurder worden om de meer rendabele bedrijven te verleiden tot deelname. De deelname wordt daarnaast ook sterk beïnvloed door flankerend Onder het overige geagendeerde beleid valt beleid. Naast landbouw richt het fonds zich ook op landgebruik, specifiek het ondersteunen van de klimaatopgaven rond 'bomen, bos en natuur' en de bossenstrategie.

verder nog het streven naar een volledig grondgebonden melk- en rundveehouderij in 2032 uit het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn 2022-2025. Dit is nog niet uitgewerkt en daarom kan er nog geen effect aan toegekend worden. Ook het Nationaal Strategisch Plan (GLB-NSP) valt onder geagendeerd beleid. Het GLB-NSP is de Nederlandse invulling van het nieuwe Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de Europese Unie dat naar verwachting per 2023 tot en met 2027 loopt. Het GLB-NSP bevat maatregelen die effect kunnen hebben op zowel methaan- en lachgasemissies uit de veehouderij en akkerbouw als op kooldioxide- en lachgasemissies en vastlegging van koolstof via landgebruik. Aan de hand van beschikbare informatie is het op dit moment alleen mogelijk om het potentiële effect te kwantificeren van de zogenoemde eco-regeling, betalingen aan boeren voor verbetering van de bodemkwaliteit, de biodiversiteit en de milieukwaliteit bij het beheer van landbouwgrond. Het effect hiervan valt binnen de KEV 2022 onder landgebruik (paragraaf 5.5).

5.5 Landgebruik

Landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*, kortweg LULUCF) vormen een integraal onderdeel van het klimaatbeleid. De LULUCF-emissies waren voorheen geen onderdeel van het oorspronkelijke nationale streefdoel van 49 procent minder broeikasgasuitstoot in 2030. Met de aankondiging in het Coalitieakkoord van het nieuwe nationale streefdoel van 55 procent reductie zijn de LULUCF-emissies wel een integraal onderdeel geworden van het nationale streefdoel.

Landgebruik kan zowel leiden tot emissies van broeikasgassen als tot verwijdering van broeikasgassen uit de atmosfeer (doordat vegetatie CO_2 vastlegt). Nederland kent een netto-emissie vanuit landgebruik en is daarmee een van de (kleine groep van) Europese lidstaten met een netto-emissie. Naast de emissies van de zes landgebruiksklassen (bos, bouwland, grasland (waaronder veenweiden), wetlands, bebouwing en overig land) worden ook de producten van de houtoogst expliciet meegenomen in de inventarisatie. De landgebruiksklassen, tezamen met houtoogst, worden in het vervolg aangeduid als de sector landgebruik.

In de rapportages van de jaarlijkse emissies en de verwijdering van broeikasgassen uit de atmosfeer zijn landbouw en landgebruik twee afzonderlijke maar samenhangende sectoren. De overige niet-CO_2-bronnen uit bijvoorbeeld de veehouderij, mest en kunstmestgebruik worden onder landbouw gerapporteerd. Alle CO_2- en niet-CO_2-bronnen uit de bodem (lachgas en methaan) die gerelateerd zijn aan het gebruik of de verandering in het gebruik van (landbouw)grond, worden onder landgebruik gerapporteerd. In deze paragraaf beschrijven we alleen de emissies en de verwijdering van broeikasgassen uit de atmosfeer als gevolg van landgebruik.

Net als voor alle andere sectoren wordt voor de landgebruikssector een jaarlijkse UNFCCC-rapportage gemaakt over emissies en verwijdering. In de rapportages wordt onderscheid gemaakt naar de zes hiervoor genoemde landgebruiksklassen. Het uitgangspunt van de LULUCF-verordening van de Europese Unie is dat na toepassing van verschillende boekhoudregels de LULUCF-sector geen netto-emissies veroorzaakt (de zogenoemde *no net-debit rule*). Daarvan zou een prikkel moeten uitgaan om in de tijd niet slechter te gaan presteren, door emissies uit de LULUCF-sectoren niet te laten stijgen en bestaande koolstofvoorraden (zoals in bossen en bodems) op zijn minst in stand te houden. Eventuele emissietoenames moeten, gerekend over de prestatieperiode 2021-2030, gecompenseerd worden met extra emissiereductie (via aankoop van LULUCF-credits van andere EU-landen of in de sectoren die onder de *Effort Sharing Regulation* (ESR) vallen). Andersom kan een emissieafname in LULUCF deels worden ingezet als extra ESR-budget.

Hierna gaan we in op de gerealiseerde emissies en de raming tot en met 2030. Voor meer details over de uitgangspunten en landgebruiksemissies, zie Arets et al. (2022).

5.5.1 Broeikasgasemissies

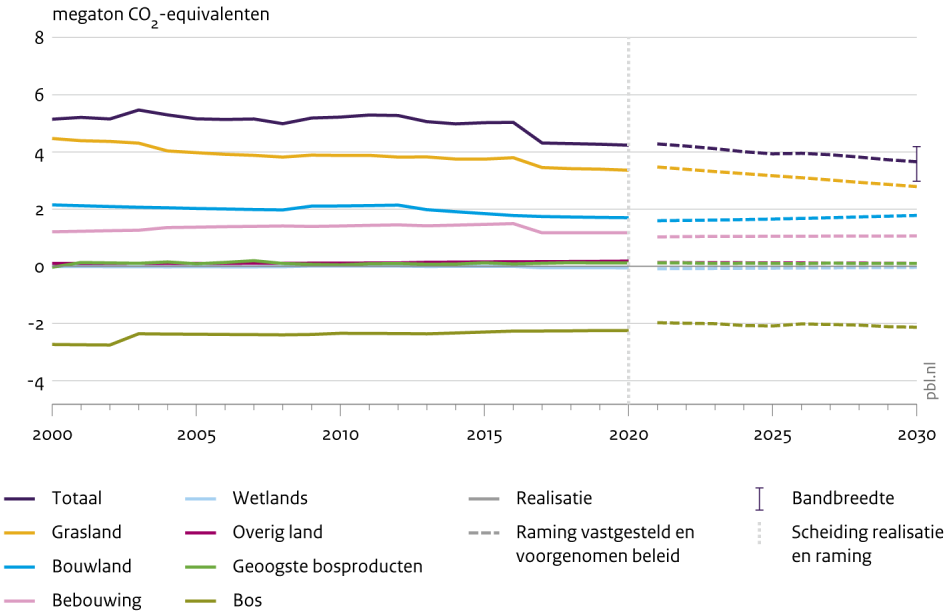
Totale emissie van landgebruik is tussen 1990 en 2020 met 1,5 megaton gedaald

De netto-emissie van alle zes landgebruikscategorieën samen daalt in de periode 1990-2020 van 5,7 naar 4,2 megaton CO_2-equivalenten per jaar (figuur 5.13). Deze emissie bestaat bijna volledig uit CO_2, met daarnaast een kleine bijdrage van lachgas van circa 0,1 megaton CO_2-equivalenten in 2020. De daling van de netto-emissie is vooral het resultaat van dalende emissies door veranderd agrarisch landgebruik (bouwland en grasland) van 7,2 naar 5 megaton CO_2-equivalenten. Deze

trend is het gevolg van een afname van het landbouwareaal, een verschuiving van bouwland naar grasland en een afname van het areaal veengronden (vallend onder graslanden). De netto-opname door bossen is in de periode 1990-2020 geleidelijk afgenomen, van 2,4 naar 2,3 megaton CO_2-equivalenten, waarbij zich tussen 1990 en 2002 een toename voordoet. De daling hangt samen met de toegenomen ontbossing en het geleidelijk ouder worden van het Nederlandse bos, waardoor in de bestaande bossen minder koolstof wordt vastgelegd.

Figuur 5.13

Emissies naar en verwijdering van broeikasgassen uit atmosfeer door landgebruik



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Emissies van landgebruik dalen verder tussen 2020 en 2030

De totale netto-emissie door landgebruik en landgebruiksverandering neemt na 2020 naar verwachting verder af naar 3,7 [3,0-4,2] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Dat is in 2030 0,6 megaton lager dan in 2020. Deze afname is het saldo van verschillende ontwikkelingen. De emissie door de landbouw (grasland en bouwland) daalt tot 2030 met 0,5 megaton CO_2-equivalenten. De daling van de netto-emissie is het effect van een afname van de emissie afkomstig van grasland (0,6 megaton CO_2-equivalenten) en van een geringe toename van de emissie door bouwland (0,1 megaton CO_2-equivalenten). De daling bij grasland komt door een combinatie van verschillende effecten. Zo neemt het areaal grasland iets af, daalt het areaal veen- en moerige gronden en daalt de emissie door beleidsmaatregelen in twee provincies waardoor veen- en moerige gronden minder CO_2 uitstoten. In dit verband is van belang dat de emissie van veengronden valt onder de landgebruiksklasse ‘grasland’. De afname van het areaal moerige en veengronden is bepaald op basis van een geactualiseerde voorspellingskaart die dit areaal geeft voor 2045 (Deltares 2021).

De verwachting is dat onder vastgesteld en voorgenomen beleid de bossen in Nederland in 2030 iets meer koolstof gaan vastleggen. Per saldo is er in 2030 ongeveer 0,1 megaton CO_2 meer vastgelegd dan in 2020. De beperkte toename van koolstofvastlegging door bos na 2020 is mede het effect van de voorziene bosuitbreiding als gevolg van aanplant en de extra compensatie voor ontbossing in het kader van natuurontwikkeling. Nog niet alle beleidsmaatregelen uit het Klimaat-

akkoord zijn meegenomen in deze raming, waaronder maatregelen in bossen en vastlegging van koolstof door landbouwbodems.

Het grootste deel van de landgebruiksemissies bestaat uit CO_2. De emissie van overige broeikasgassen bestaat voornamelijk uit lachgas. Dit gas wordt in de bodem gevormd als gevolg van verstoring door veranderingen in het landgebruik. Daarnaast komt er een kleine hoeveelheid methaan vrij als gevolg van bosbranden, maar dat is verwaarloosbaar en daarom niet gerapporteerd in de KEV. De bijdrage door landgebruik van overige broeikasgassen aan het totaal van alle broeikasgassen is circa 0,1 megaton CO_2-equivalenten in 2020. In de ramingen neemt deze bijdrage tot 2030 heel licht toe.

Betekenis voor emissieboekhouding en ESR-richtlijn

In de Europese LULUCF-verordening – die van toepassing is op 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 deze debits en credits wordt gebruikgemaakt van de onder UNFCCC per landgebruikscategorie gerapporteerde emissies en opnames. Door de afname van netto-emissies door landgebruik is er in de KEV-raming tot 2030 een jaarlijkse credit van gemiddeld 1 megaton CO_2-equivalenten (2025) en 1,1 megaton CO_2-equivalenten (2030). Deze credits, met een totale omvang van 4,9 megaton CO_2-equivalenten in de eerste prestatieperiode (2021-2025) en 5,8 megaton CO_2-equivalenten in de tweede (2026-2030) (samen 10,7 megaton) kunnen worden gebruikt om eventuele reductieopgaven bij de ESR-sectoren tot en met 2030 te compenseren (zie hoofdstuk 3 voor de opgave bij de ESR-sectoren). In het *Fit for* 55-pakket stelt de Europese Commissie nieuwe rekenregels voor ten aanzien van het landgebruik in de tweede periode. Als deze rekenregels gaan gelden, zal de omvang van deze credits in de tweede prestatieperiode waarschijnlijk dalen van 5,8 naar 3,2 megaton CO_2-equivalenten, met dan een totaal van 8,1 megaton. De berekening van de credits is toegelicht in het achtergronddocument bij deze KEV (zie Arets et al. 2022).

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De verschillen met de KEV 2021 zijn zowel zichtbaar in de historische reeks als in de raming. De verschillen zijn het gevolg van diverse aanpassingen, zoals methodische wijzigingen, het toevoegen van een recentere landgebruikskaart aan de serie van landgebruikskaarten, het meenemen van de jongste bosinventarisatie, aanpassingen in de landgebruiksraming en het meenemen van beleidsmaatregelen in bossen en veenweidegebieden.

Ten opzichte van de KEV 2021 is de vastlegging door bos in de historische reeks over de hele periode met enkele tienden van megatonnen CO_2-equivalenten toegenomen. Dit is een direct gevolg van het toepassen van nieuwe allometrische functies, complexere groeifuncties van bomen. Dit jaar is ook de nieuwe landgebruikskaart 2021 toegevoegd aan de reeks. Daardoor is de ontwikkeling in landgebruik over de periode 2017-2021 nu gebaseerd op waarnemingen en niet meer op extrapolaties. Daarnaast is gebruikgemaakt van nieuwe data uit de (Nationale Bos Inventarisatie, de NIB7). De nieuwe inzichten hebben ertoe geleid dat de ontbossing in de periode 2017-2021 naar beneden is bijgesteld en daarmee een iets hogere vastlegging door bos. In de KEV 2022 is het historische verloop van de gemiddelde CO_2-emissie uit veengronden bijgesteld. Het effect hiervan is een toename van de emissie met 0,3 megaton CO_2-equivalenten. Dit was nodig omdat bij berekeningen voor het bepalen van het effect van de veenweidestrategie in beeld kwam dat de lineaire afname van de emissiefactor voor veen over de periode 2004-2014 te fors was.

De emissies van landgebruik voor 2030 zijn in deze raming 0,1 megaton CO_2-equivalenten hoger dan in de vorige KEV. De belangrijkste veranderingen zijn een 0,7 megaton hogere emissie uit agrarische gronden (bouwland en grasland) en 0,2 megaton lagere emissie uit bebouwing en 0,3 megaton hogere vastlegging van CO_2 door bossen. Als gevolg van het bosbeleid is in de raming rekening gehouden met een toename van het areaal bos. Voor de landgebruiksprojectie is dit jaar voor het eerst gebruikgemaakt van resultaten van ruimtelijke analyses van het PBL. Deze aanpassing geeft een beter beeld van de ruimtelijke ontwikkeling van de verstedelijking en de natuuropgaven, die beide zeer bepalend zijn voor de afname van het areaal landbouwgrond. De nettovastlegging door bossen komt daardoor in 2030 uit op 2,1 megaton CO_2-equivalenten, dat is 0,3 megaton CO_2-equivalenten hoger dan in de vorige KEV. Daarnaast is het effect van de vastgestelde veenweidestrategieën van de provincies Friesland en Utrecht meegenomen. De reductie als gevolg van de maatregelen is bepaald op 0,3 megaton CO_2-equivalenten. Dit is gebaseerd op de eerste analyses van het onderzoek dat in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) plaatsvindt. De verschillende aanpassingen hebben tot resultaat dat de emissie uit agrarische gronden in de KEV 2022 in 2030 met 0,7 megaton CO_2-equivalenten is toegenomen ten opzichte van de vorige KEV.

5.5.2 Geagendeerd beleid

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de emissie van het landgebruik naar 3,7 [3,0-4,2] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Wanneer het geagendeerde beleid tijdig wordt vastgesteld en tot uitvoering komt, dan is het denkbaar dat de emissie van het landgebruik in 2030 uitkomt op 1,8-3,1 megaton CO_2-equivalenten. Daarmee komt de indicatieve restemissie voor het landgebruik uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a), van 1,8 tot 2,7 megaton CO_2-equivalenten in 2030, meer in zicht, maar wordt nog niet helemaal bereikt. Er resteert nog een beleidsopgave van 0,4 tot 1,3 megaton CO_2-equivalenten.

De grootste potentiële bijdragen aan de emissiereductie door het geagendeerde beleid mogen verwacht worden van koolstofvastlegging via bestaande en nieuwe bossen (implementatie van de bossenstrategie) en via landbouwbodems (GLB-NSP, Slim Landgebruik) en de regionale veenweidestrategieën.

Uitwerking veenweidestrategieën in vier provincies

In twee van de zes provincies die werken aan een veenweidestrategie (Friesland en Utrecht) is de strategie inmiddels vastgesteld en meegenomen in het basispad van deze KEV. Voor de overige provincies (Groningen, Noord-Holland, Zuid Holland en Overijssel) geldt dat er nog geen definitieve besluiten zijn genomen of, in het geval van de provincie Overijssel, is de regionale veenweidestrategie onderdeel gemaakt van het gebiedsproces en mede daardoor nog niet concreet genoeg uitgewerkt om te kunnen worden doorgerekend. De plannen van deze vier provincies zijn beschouwd als geagendeerd beleid. De vanuit het Rijk gestelde opgave aan deze vier provincies is bij elkaar opgeteld een reductie van 0,5 megaton CO_2-equivalenten. De bijdrage kan met meer precisie worden bepaald als duidelijk is welke maatregelen worden uitgerold.

De twee provincies met een vastgestelde strategie hadden samen eveneens een opgave van 0,5 megaton CO_2-equivalenten. Doordat dit jaar voor het eerst gebruik is gemaakt van de resultaten van onderzoek dat in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) is uitgevoerd, was het mogelijk, zij het nog niet volledig integraal, een berekening te maken van het effect van de voorgenomen set van maatregelen van deze twee provincies. De uitkomst geeft inzicht in de verhouding tussen het in het Klimaatakkoord gestelde doel en de

modelmatige uitkomst die gebaseerd is op de kennis die is opgedaan dankzij het kennisprogramma. Voor deze twee provincies samen is het reductiedoel 0,5 megaton CO_2-equivalenten en het berekende effect komt uit op ruim 0,3 megaton CO_2-equivalenten.

Ondanks het feit dat er verschillen zijn tussen de veengebieden (qua ontwatering, eigenschappen van het veen, maatregelenpakket) is de best mogelijk veronderstelling op dit moment dat de vier overige provincies, waar de gezamenlijke reductieopgave eveneens 0,5 megaton CO_2-equivalenten is, min of meer een vergelijkbare reductie van 0,3 megaton CO_2-equivalenten kunnen halen. Rekening houdend met onzekerheden is de bandbreedte gesteld op 0,2-0,4 megaton CO_2-equivalenten.

Koolstofvastlegging via bestaande bossen en uitbreiding van bos en landschap

De belangrijkste maatregelen die onder bomen, bossen en natuur vallen en beschouwd zijn als geagendeerd zijn het vergroten van de koolstofvastlegging via bestaande bossen, natuur en landschapselementen en de uitbreiding van bos en landschap. Onder de eerste categorie valt een pakket van maatregelen gericht op de aanpak van omgevingsfactoren, waaronder revitalisering van bestaande (oude) bossen, betere verbindingen tussen bossen en aanpassingen in het reguliere beheer. Onder de tweede vallen de bosuitbreidingen binnen en buiten het Natuurnetwerk Nederland (NNN) en bomen buiten het bos, zoals in en rond dorpen en steden. Ook bosuitbreiding in combinatie met landbouw (*agroforestry*) valt hieronder. De totale bijdrage van dit pakket van maatregelen uit het Klimaatakkoord is geschat op 0,4-0,8 megaton CO_2-equivalenten.

Mede naar aanleiding van de bossenstrategie zijn in het afgelopen jaar concrete voorstellen gedaan voor een deel van de hiervoor genoemde maatregelen. Deze zijn uitgewerkt in zogeheten SPUK's, dat zijn specifieke uitkeringen van het ministerie van LNV aan de provincies waarmee maatregelen kunnen worden uitgevoerd. De beschikbaarheid van de SPUK's betekent dat de reductieopgave voldoende concreet is. De in de SPUK's opgenomen maatregelen zijn daarom in deze KEV meegenomen onder het vastgestelde beleid. Uit de analyse blijkt dat het SPUK-pakket dat is doorgerekend bijna 0,1 megaton CO_2-equivalenten emissiereductie oplevert. Dat leidt tot de conclusie dat er nog 0,3-0,7 megaton CO_2-equivalenten van het totale verwachte reductie-effect overblijft dat dan onder geagendeerd beleid valt.

Vastlegging van koolstof in landbouwbodems

Voor de vastlegging van koolstof in landbouwbodems zijn diverse maatregelen en instrumenten beschikbaar. Er is tot nu toe vooral ingezet op kennisontwikkeling en kennisdeling, onder andere met gelden uit de klimaatenvelop. Diverse kennispartijen werken samen met de landbouwsector via het project Slim Landgebruik aan deze opgave.

Het kabinet heeft met de Europese Commissie een akkoord bereikt over het Nationaal Strategisch Plan (NSP) als invulling van het nieuwe Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) voor de jaren 2023-2027 (Rijksoverheid 2022i).Met aangescherpte randvoorwaarden aan subsidies stimuleert het kabinet maatregelen die leiden tot een verhoging van de vastlegging van koolstof. Daarnaast is er de zogenoemde eco-regeling die bedrijven extra subsidies geeft voor gerichte klimaatmaatregelen. De belangrijkste maatregelen zijn het vergroten van het aandeel blijvend grasland, de toepassing van vanggewassen/groenbemesters en het verhogen van het aandeel rustgewassen ten koste van het aandeel intensieve gewassen. Naast de aangepaste randvoorwaarden en de eco-regeling is er ook een verschuiving van budget naar plattelandsfondsen die onder andere worden ingezet voor agrarisch natuur- en landschapsbeheer en gebiedsprocessen.

De combinatie van kennisontwikkeling en kennisdeling (vastgesteld beleid, niet kwantificeerbaar) en de beschikbaarheid van gerichte subsidie via het GLB-NSP (geagendeerd beleid) kunnen beschouwd worden als een functionele combinatie die er aan kan bijdragen dat boeren kiezen voor maatregelen ten behoeve van de bodem en bodemkoolstof.

Van de hiervoor beschreven geagendeerde maatregelen is het alleen mogelijk gebleken om de eco-regeling enigszins te kwantificeren. Het effect van de aangescherpte randvoorwaarden bij GLB-subsidies en een verschuiving richting plattelandsfonds is te onzeker en niet kwantificeerbaar. Voor de kwantificering van de maatregelen die vallen onder de eco-regeling is gebruikgemaakt van twee recente studies van de WUR: een studie over het Nationaal Strategisch Plan (Baayen et al. 2021) en een rapport over de potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw (Lesschen et al. 2021). Baayen et al. hebben diverse scenario's uitgewerkt en hebben inzicht gegeven in mogelijke keuzes en te behalen emissiereducties. Lesschen et al. schetsen een technisch potentieel voor koolstofvastlegging in landbouwbodems. De onzekerheden rond drie concrete bodemkoolstofmaatregelen (meer grasland, vanggewassen en rustgewassen) die onder de eco-regeling vallen zijn groot. Daarvan draagt de vergroting van permanent grasland met 0,0-0,3 megaton CO_2-equivalenten het meeste bij aan de extra vastlegging. Het toepassen van vanggewassen/groenbemesters draagt met 0,0-0,2 megaton CO_2-equivalenten bij en het toepassen van rustgewassen met 0,0-0,2 megaton CO_2-equivalenten. De grootste onzekerheid bij het GLB is de vraag of boeren deze keuzes gaan maken, of de vergoeding opweegt tegen de extra kosten en of het goed inpasbaar is binnen de bedrijfsvoering. Baayen et al. (2021) schetsen een range van 0,1-0,4 megaton CO_2-equivalenten. Rekening houdend met de toegenomen aandacht vanuit de landbouwsector voor duurzaam bodembeheer, onder andere een gevolg van de aandacht voor de gevolgen van droogte, schatten wij de bandbreedte op 0,2-0,5 megaton CO_2-equivalenten.

5.6 Mobiliteit

In deze paragraaf beschrijven we de ontwikkeling van de broeikasgasemissies en het energieverbruik door binnenlandse mobiliteit (inclusief mobiele werktuigen) van 2000 tot 2030; in paragraaf 3.5 is een doorkijk richting 2040 gegeven. In paragraaf 5.6.1 en 5.6.2 gaan we in op de ontwikkeling van de emissies respectievelijk het energiegebruik bij het vastgestelde en voorgenomen beleid dat in deze KEV is meegenomen. In paragraaf 5.6.3 beschrijven we de mogelijke effecten van het geagendeerde beleid voor de sector mobiliteit. We bespreken hier alleen de emissies van de binnenlandse mobiliteit. De emissies die zijn gerelateerd aan de in Nederland verkochte brandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart komen in paragraaf 5.7 aan bod.

5.6.1 Broeikasgasemissies

Coronacrisis leidt tot tijdelijke daling van de emissies door mobiliteit

De uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit bedroeg in 2021 circa 30,5 megaton CO_2-equivalenten. Daarmee lag de uitstoot op praktisch hetzelfde niveau als in 2020 en circa 4,6 megaton lager dan in 2019. De lage uitstoot in 2020 en 2021 is hoofdzakelijk het gevolg van de maatregelen die van kracht waren om de verspreiding van het coronavirus te beperken. Mede door het advies om zoveel mogelijk thuis te werken is het personenautoverkeer in 2020 zo'n 16 procent in omvang gedaald ten opzichte van 2019 (CBS 2022i). Ook in 2021 lag het verkeersvolume beduidend lager dan voor de coronacrisis. Voorlopige cijfers duiden op een lichte toename van het personenautoverkeer van circa 3 procent ten opzichte van 2020. Het vrachtverkeer werd veel minder geraakt

door de coronacrisis, per saldo was het vervoersvolume in 2021 vrijwel gelijk aan dat in 2019. Ook de mobiele werktuigen in de landbouw en de bouw werden minder geraakt, waarbij de emissies in 2021 vergelijkbaar waren met die in 2019. De emissies van de binnenvaart waren in 2021 circa 0,1 megaton lager dan in 2020. Door de coronacrisis lagen de emissies door binnenlandse mobiliteit in 2020 voor het eerst onder het niveau van 1990.

Naast de coronacrisis hebben ook andere factoren bijgedragen aan de afname van de emissies door de sector mobiliteit. Zo is in maart 2020 de maximumsnelheid op het hoofdwegennet overdag verlaagd naar 100 kilometer per uur. Deze snelheidsverlaging was primair bedoeld om de uitstoot van stikstof te reduceren, maar resulteert ook in een lager energieverbruik en daarmee in een lagere uitstoot van broeikasgassen. Ook is het aantal elektrische auto's toegenomen in 2020 en 2021. Ten slotte is in 2021 het gebruik van biobrandstoffen voor vervoer verder toegenomen als gevolg van een hogere wettelijke verplichting.

Elektrificatie en hernieuwbare brandstoffen resulteren in een structurele daling van emissies

De emissies van broeikasgassen door de sector mobiliteit nemen op korte termijn naar verwachting weer toe. Het KiM (2022) verwacht dat de omvang van het wegverkeer in 2022 boven het pre-COVID-niveau van 2019 uitkomt. De uitstoot van broeikasgassen neemt hierdoor ook toe. Na deze herstelperiode zet naar verwachting een structurele daling in van de broeikasgasemissies door de sector mobiliteit (figuur 5.14). De uitstoot in 2030 wordt geraamd op 28,2 [26-31] megaton CO_2-equivalenten en ligt daarmee zo'n 20 procent lager dan in 2019. De daling is vooral toe te schrijven aan de snelle toename van het aantal elektrische auto's en de steeds grotere inzet van biobrandstoffen. De geraamde uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit ligt in 2030 circa 13 procent lager dan die in 1990.

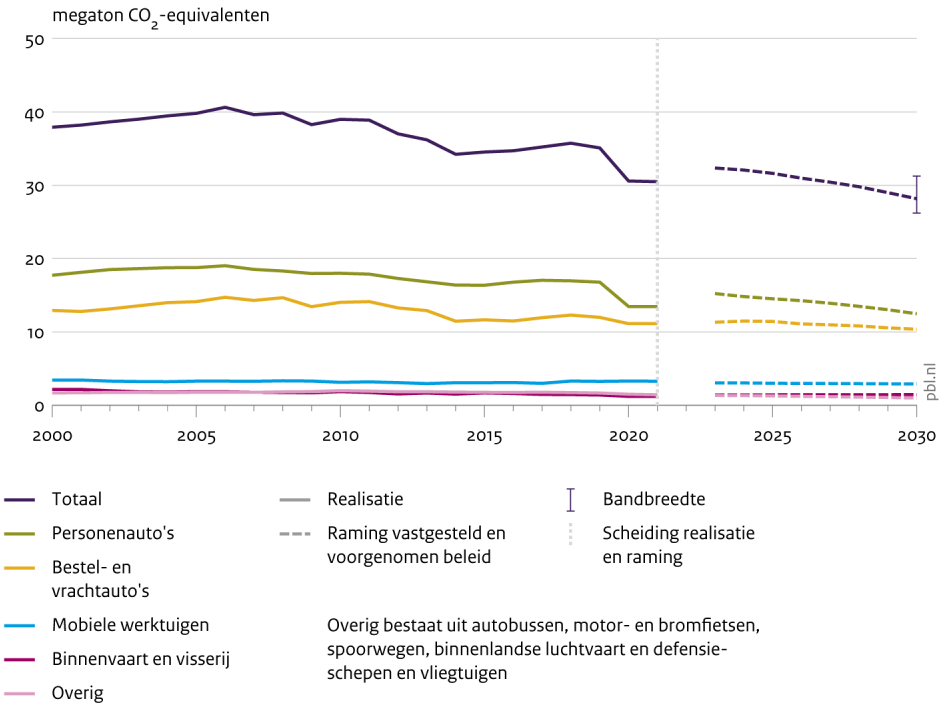
De verwachte daling van de emissies bedraagt tussen 2019 en 2030 bijna 7 megaton. Deze daling betreft voor een groot deel het personenautoverkeer. De uitstoot van personenauto's daalt tussen 2019 en 2030 met naar schatting ruim 4 megaton (26 procent), ondanks een toename van het aantal gereden kilometers van ruim 7 procent die in deze periode wordt verwacht. Bij het bestel- en vrachtautoverkeer daalt de uitstoot volgens de raming tussen 2019 en 2030 met respectievelijk 0,1 en 1,5 megaton (respectievelijk 3 en 18 procent). Voor alle drie de voertuigcategorieën geldt dat de daling van de emissies primair wordt veroorzaakt door een toenemend aantal elektrische voertuigen en een toenemend aandeel biobrandstoffen. De daling bij bestelauto's valt lager uit dan bij personenauto's, omdat de elektrificatie van het wagenpark langzamer op gang komt en de toename van het aantal gereden kilometers hoger uitvalt (circa 13 procent groei tussen 2019 en 2030).

Door afspraken over de inzet van nulemissielijnbussen daalt de uitstoot van bussen tussen 2019 en 2030 met 0,4 megaton, dat is een daling van 80 procent. Buiten het wegverkeer wordt bij mobiele werktuigen tot 2030 een daling verwacht van bijna 0,4 megaton. Dat komt doordat het machinepark efficiënter wordt, meer hernieuwbare brandstoffen worden ingezet en het aantal elektrische werktuigen onder invloed van nationaal stimuleringsbeleid (de subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwen) naar verwachting toeneemt.

De uitstoot van fluorkoolwaterstoffen (HFK's), die worden gebruikt als koudemiddel in airco's, daalt ten slotte met circa 0,2 megaton tussen 2019 en 2030. Dit is het gevolg van de Europese verplichting om vanaf 2017 in nieuwe auto's alleen koudemiddelen te gebruiken die een aanzienlijk lager broeikasgaseffect hebben dan voorheen gebruikelijk was.

Figuur 5.14

Emissie broeikasgassen door mobiliteit



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Personenautoverkeer is de grootste emissiebron binnen de binnenlandse mobiliteit

Het wegverkeer is verantwoordelijk voor circa 85 procent van de uitstoot van broeikasgassen door de binnenlandse mobiliteit (figuur 5.14). Daarbinnen is het personenautoverkeer de grootste emissiebron, met een aandeel van circa 45 tot 50 procent in het totaal. Het bestelautoverkeer is goed voor circa 10 tot 12 procent van de totale emissies en vrachtauto's nemen circa 24 procent voor hun rekening. Bussen, motorfietsen en bromfietsen veroorzaken in totaal circa 3 procent van de uitstoot. Deze aandelen veranderen maar beperkt richting 2030.

Buiten het wegverkeer zijn de mobiele werktuigen de belangrijkste emissiebron van broeikasgassen. Hiertoe behoren onder andere graafmachines, landbouwtractoren en vorkheftrucks. Deze werktuigen worden niet primair voor vervoer gebruikt, maar hun uitstoot van ruim 3 megaton CO_2-equivalenten wordt wel tot de sector mobiliteit gerekend. Daarmee zijn mobiele werktuigen goed voor circa 10 procent van de totale uitstoot van de sector. De binnenvaart en de visserij leveren een bescheiden bijdrage aan de uitstoot door mobiliteit van in totaal circa 4 procent. Railvervoer is hoofdzakelijk elektrisch aangedreven en levert daarmee nauwelijks een bijdrage. De uitstoot van broeikasgassen door de internationale lucht- en scheepvaart tot slot wordt niet tot de nationale emissietotalen gerekend (zie paragraaf 5.7). De nationale luchtvaart valt wel onder de binnenlandse mobiliteit, maar draagt nauwelijks bij aan de uitstoot van broeikasgassen. Fluorkoolwaterstoffen zijn momenteel verantwoordelijk voor circa 1 procent van de uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit.

CO_2 is dominant in de totale uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit

Met een aandeel van 98 procent in de totale uitstoot van broeikasgassen in CO_2-equivalenten in 2021 is CO_2 veruit het belangrijkste broeikasgas dat door de sector mobiliteit wordt uitgestoten.

Fluorkoolwaterstoffen zijn verantwoordelijk voor 1 procent van de totale uitstoot, lachgas voor 0,7 procent en methaan voor de resterende 0,2 procent. Tot 2030 veranderen deze verhoudingen beperkt. Het belang van de fluorkoolwaterstoffen neemt iets af door de hiervoor genoemde Europese verplichting voor gebruik van koudemiddelen met een lager broeikasgaseffect.

De uitstoot van broeikasgassen door binnenlandse mobiliteit valt tot nu toe buiten het Europese emissiehandelssysteem. De Europese Commissie heeft in haar *Fit for* 55-pakket wel een voorstel opgenomen voor een nieuw emissiehandelssysteem (ETS-BRT) voor wegverkeer en de gebouwde omgeving. Dit wordt bij het geagendeerde beleid besproken in paragraaf 5.6.3.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De voor 2030 geraamde uitstoot van broeikasgassen door mobiliteit valt in de KEV 2022 circa 0,6 megaton lager uit dan in de KEV 2021. Dat komt onder meer door het nieuwe Europese voorstel voor aanscherping van de CO_2-normen voor nieuwe personen- en bestelauto's, dat dit jaar als voorgenomen beleid is meegenomen. De instroom van elektrische auto's gaat hierdoor sneller dan vorig jaar is geraamd. Ook de hogere olieprijzen die in deze KEV zijn verondersteld dragen bij aan de snellere groei van het elektrische wagenpark. Naast deze veranderingen in de beleidsaannames, is ook de modellering van de verkoop en het gebruik van elektrische auto's verbeterd, waardoor met name het aantal elektrische autokilometers in 2030 hoger uitvalt dan in de KEV 2021. Gecombineerd hebben deze wijzigingen ertoe geleid dat in de KEV 2022 het aandeel van elektrische auto's in het totale kilometrage van personen- en bestelauto's in 2030 respectievelijk 24 en 11 procent bedraagt. In de KEV 2021 was dit nog respectievelijk 15 en 7 procent.

De hoger geraamde inzet van (grotendeels hernieuwbare) elektriciteit in vervoer maakt dat er minder hernieuwbare brandstoffen nodig zijn om aan de jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer te voldoen. Het effect van meer emissievrije voertuigen op de uitstoot van broeikasgassen door de sector mobiliteit valt hierdoor circa een kwart tot een derde lager uit dan enkel op basis van de extra instroom van emissievrije auto's mag worden verwacht. De jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer lichten we in paragraaf 5.6.2 toe.

5.6.2 Energieverbruik

Bijdrage van fossiele olieproducten aan energieverbruik in mobiliteit daalt

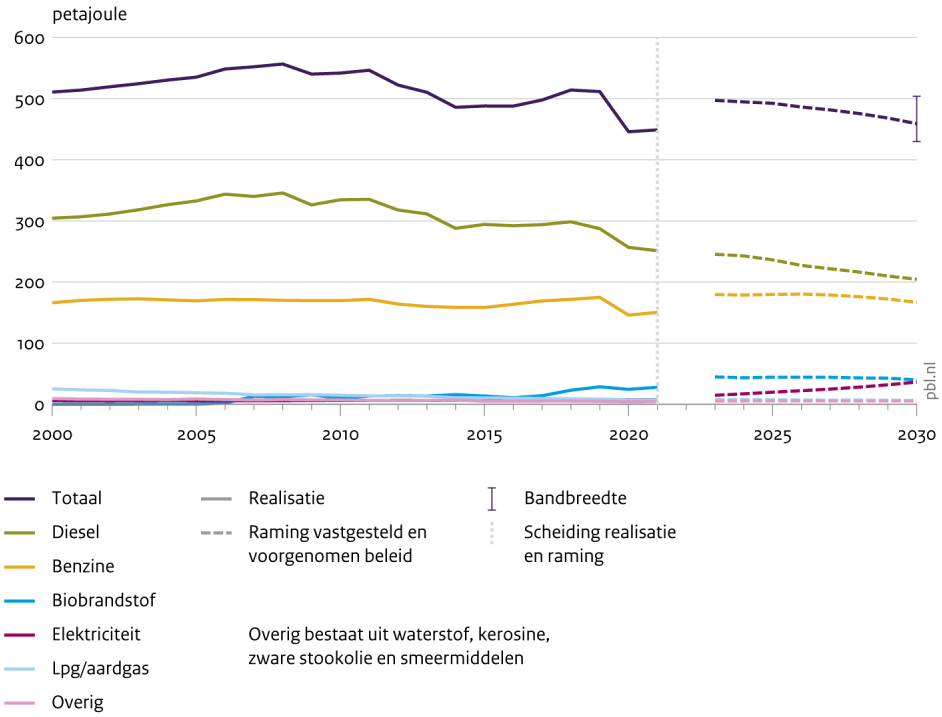
Het energieverbruik in de sector mobiliteit lag in 2021 circa 1 procent hoger dan in 2020. Tussen 2014 en 2019 is het energieverbruik door mobiliteit toegenomen van 486 naar 512 petajoule (5 procent). Deze toename was min of meer in lijn met de ontwikkeling van de verkeers- en vervoersvolumes. In 2020 daalde het energieverbruik door de coronacrisis naar 446 petajoule en het bleef ongeveer op dat niveau in 2021 (figuur 5.15). Ruim 91 procent van het energiegebruik in 2021 was afkomstig uit fossiele olieproducten als benzine en diesel; in 2010 was dit nog 97 procent. De bijdrage van fossiele olieproducten daalt gestaag door de toenemende inzet van biobrandstoffen en de toename van het elektrische vervoer. Biobrandstoffen waren in 2021 verantwoordelijk voor ruim 6 procent van het energieverbruik, en elektriciteit was dat voor bijna 2 procent.

Het energieverbruik in 2030 wordt in deze KEV geraamd op 459 [430-504] petajoule en ligt daarmee ruim 10 procent lager dan in 2019. Deze daling komt voornamelijk doordat het gebruik van energie in elektrische voertuigen efficiënter is dan in voertuigen die op brandstoffen rijden. Vooral het dieselverbruik neemt naar verwachting af (figuur 5.15). De populariteit van dieselauto's neemt de laatste jaren af en naar verwachting zet die trend zich door tot 2030, omdat elektrische auto's

snel in opkomst zijn in de zakenautomarkt waar van oudsher veel dieselauto's werden verkocht. Het elektriciteitsverbruik door mobiliteit bedroeg in 2021 ruim 8 petajoule, waarvan twee derde door railvervoer. Het elektriciteitsverbruik neemt naar verwachting toe tot 35 [30-41] petajoule in 2030. De toename in het elektriciteitsverbruik zit grotendeels bij het wegverkeer. Het elektriciteitsverbruik door het wegverkeer stijgt naar verwachting van 3 petajoule in 2021 naar 27 petajoule in 2030. Ook het gebruik van biobrandstoffen voor mobiliteit neemt naar verwachting toe en is geraamd op 40 [33-46] petajoule in 2030. De bijdrage van aardgas en lpg aan het energieverbruik van mobiliteit bedraagt ongeveer 1,5 procent in 2030 en ligt daarmee op ongeveer hetzelfde niveau als in 2019. Het gebruik van waterstof voor de binnenlandse mobiliteit is bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid tot 2030 naar verwachting minimaal.

Figuur 5.15

Finaal binnenlands energieverbruik door mobiliteit



Bron: Emissieregistratie, CBS (realisatie); KEV-raming 2022

Elektrisch wagenpark groeit snel

De verkoop van elektrische personenauto's is in de afgelopen jaren snel gestegen (figuur 5.16). Deze toename was mede het gevolg van de subsidieregeling voor de particuliere aanschaf van nulemissiepersonenauto's die medio 2020 is gestart. In 2020 en 2021 was één op de vijf nieuwe auto's volledig elektrisch. In mei 2022 bestond 5 procent van het Nederlandse personenautopark uit stekkerauto's. Volledig elektrische auto's zijn goed voor 3 procent, de resterende 2 procent betreft plug-inhybriden (RVO 2022c). De snelle groei van het elektrische wagenpark zet naar verwachting door, mede doordat er in de komende jaren relatief veel nieuwe modellen op de markt komen, die bovendien een steeds grotere actieradius hebben. Ook dalen de kosten van elektrische auto's relatief snel als gevolg van de verwachte kostendaling van accu's. In het Klimaatakkoord zijn bovendien afspraken gemaakt om de verkopen tot 2025 te stimuleren, onder andere via fiscale voordelen en via de subsidieregeling voor de particuliere aanschaf van nieuwe of tweedehands nulemissiepersonenauto's. Mede onder invloed van dit stimuleringsbeleid neemt het marktaandeel

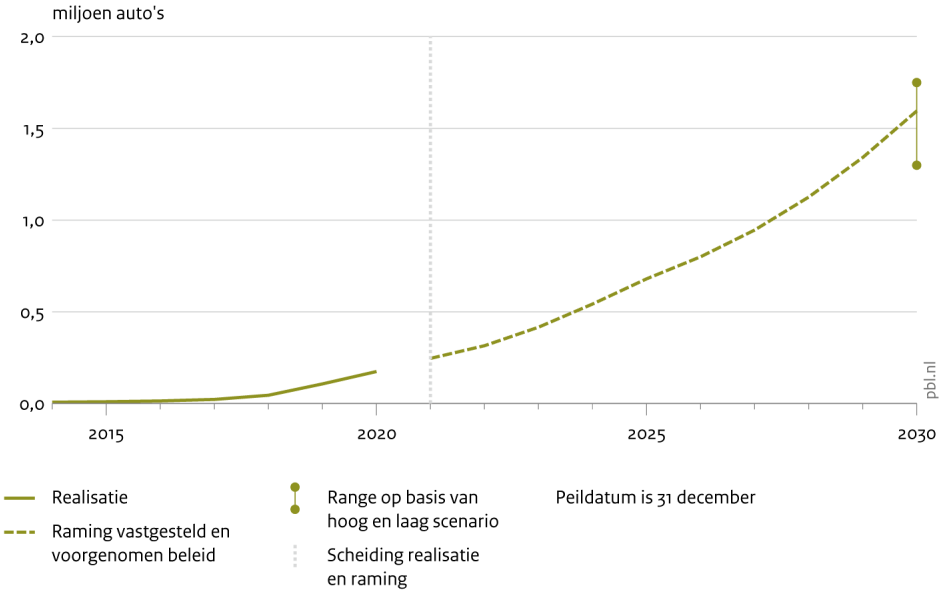
van elektrische auto's in de komende jaren verder toe. In 2025 wordt het marktaandeel geraamd op ruim 30 procent van de verkoop van nieuwe personenauto's (Revnext 2022a).

Europese normering en hoge olieprijzen geven impuls aan elektrificatie

De aangekondigde aanscherping van de Europese CO_2-emissienorm voor nieuwe personenauto's in 2030 geeft in combinatie met de hoge olieprijzen een extra impuls aan de elektrificatie van het personenautopark. De huidige CO_2-norm schrijft tussen 2021 en 2030 een reductie voor van de gemiddelde CO_2-uitstoot per kilometer van nieuwe auto's van 37,5 procent. Het *Fit for* 55-pakket bevat een aanscherping van deze norm naar 55 procent. Voor 2035 geldt een norm van nul, waarmee nieuwe auto's geen CO_2 meer mogen uitstoten. Het marktaandeel van elektrische auto's wordt in 2030 geraamd op 60 [49-67] procent van de nieuwverkopen (Revnext 2022a). De ambitie van 100 procent nulemissieverkopen in 2030 is daarmee nog niet in zicht. Er is voor de periode 2026-2030 echter ook nog geen stimuleringsbeleid voor elektrisch rijden aangekondigd. Het Klimaatakkoord en het Coalitieakkoord van het kabinet-Rutte IV bevatten geen afspraken over de wijze waarop elektrisch rijden in de periode 2026-2030 wordt gestimuleerd. Het kabinet heeft aangekondigd eerst de huidige stimuleringsmaatregelen te gaan evalueren alvorens afspraken te maken over het beleid voor de periode na 2025.

Figuur 5.16

Aantal nulemissiepersonenauto's in wagenpark



Bron: CBS (realisatie); KEV-raming 2022

Het aantal elektrische personenauto's in 2030 is in deze KEV op 1,6 miljoen geraamd (figuur 5.16), op een totaal wagenpark van bijna 10 miljoen auto's. Omdat het om een relatief jong wagenpark gaat, dat voor een wezenlijk deel uit zakenauto's bestaat, is het aandeel in het totale kilometrage nog wat groter. Nieuwe auto's rijden gemiddeld namelijk meer kilometers op jaarbasis dan oude auto's, en zakenauto's rijden meer kilometers dan auto's in privébezit. Naar schatting zijn elektrische auto's in 2030 dan ook goed voor circa een kwart van alle autokilometers. De onzekerheden rond deze ramingen zijn echter groot (zie voor een toelichting CPB & PBL 2020). In de bandbreedte wordt rekening gehouden met 1,3 tot 1,8 miljoen elektrische auto's in 2030. De verwachting is dat het overgrote deel van de nulemissiepersonenauto's in 2030 batterij-elektrisch is. Het aantal

waterstofauto's blijft naar verwachting met het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid nog gering. Door de toename van het aantal elektrische auto's neemt het elektriciteitsverbruik van personenauto's toe, van 2,4 petajoule in 2021 tot naar schatting 21 petajoule in 2030. De vraag naar laadinfrastructuur zal sterk toenemen en kan mogelijk tot knelpunten leiden (zie tekstkader 5.2).

Elektrificatie van bestel- en vrachtauto's door nulemissiezones in steden

In vergelijking met personenauto's is het aandeel nulemissiebestelauto's en -vrachtauto's in het wagenpark nog minimaal. Ook bij deze voertuigtypen wordt in het komende decennium echter een snelle groei verwacht van elektrische auto's, mede onder invloed van de afspraken die daarover in het Klimaatakkoord zijn gemaakt. Zo is afgesproken dat er in 2030 in 30 tot 40 binnensteden een zogeheten nulemissiezone moet zijn ingericht voor stadslogistiek. In die zones mogen alleen nulemissiebestelauto's en -vrachtauto's rijden. Bij het maken van deze KEV hadden 27 gemeenten aangekondigd om een dergelijke zone in te voeren. Deze plannen zijn in de ramingen verwerkt.

Europese normering stimuleert ook elektrificatie bestelautopark

Het *Fit for* 55-pakket bevat ook een aanscherping van de CO_2-norm voor nieuwe bestelauto's. De bestaande CO_2-norm voor nieuwe bestelauto's schreef een reductie voor van de gemiddelde CO_2-uitstoot per kilometer van 31 procent tussen 2021 en 2030. De Europese Commissie wil die norm aanscherpen naar 50 procent. Net als bij personenauto's geldt ook voor bestelauto's vanaf 2035 een CO_2-norm van nul, waarmee geldt dat alle nieuwverkopen vanaf dat jaar nulemissie moeten zijn. De aangescherpte CO_2-norm geeft een extra impuls aan de elektrificatie van het bestelautopark. Verwacht wordt dat in 2030 circa de helft van alle nieuwe bestelauto's nulemissie is. Het totale aantal nulemissiebestelauto's neemt hiermee naar schatting toe tot ruim 150.000 in 2030, op een wagenpark van in totaal ruim 1,1 miljoen voertuigen. Ook hier geldt dat de onzekerheid rond deze raming relatief groot is. In de bandbreedte wordt gerekend met een marktaandeel tussen 39 en 64 procent in 2030.

Het huidige aanbod van nulemissiebestelauto's is nog gering en de verkoopaantallen zijn momenteel laag. In de komende jaren wordt een snelle toename van het aanbod verwacht. Mede onder invloed van de bestaande subsidieregeling voor emissieloze bedrijfsauto's (SEBA) en de aangekondigde nulemissiezones voor stadslogistiek zullen ook de verkopen naar verwachting snel toe gaan nemen. Hoe snel die toename zal zijn is moeilijk te voorspellen. Naast kosten en actieradius spelen ook andere overwegingen een rol in de aanschafbeslissing, zoals (on)bekendheid met de technologie en laadmogelijkheden. De impact van deze factoren op de aanschafbeslissing is niet goed bekend, wat inschattingen van verkoopaantallen onzeker maakt.

Nieuwe subsidieregeling brengt verkoop van elektrische trucks op gang

In mei 2022 is ook een subsidieregeling voor nulemissievrachtauto's opengesteld, genaamd Aan-ZET (Aanschafsubsidie Zero-Emissie Trucks). Ondernemers en non-profitorganisaties die een nieuwe emissieloze vrachtauto aanschaffen of leasen kunnen hiervoor subsidie aanvragen. Oorspronkelijk was er voor 2022 een subsidiebudget van 13,5 miljoen euro beschikbaar. Een dag na openstelling was de regeling echter al overtekend (RVO 2022d). In totaal is er voor ruim 35 miljoen euro subsidie aangevraagd. Het subsidiebudget voor 2022 is inmiddels verhoogd naar 25 miljoen euro. Daarmee kunnen in 2022 in totaal een kleine 400 nulemissievrachtauto's worden gesubsidieerd. Ook voor de komende jaren is er budget beschikbaar. De huidige regeling loopt tot eind 2024. Beoogd wordt de regeling te verlengen. Dit wordt behandeld onder het geagendeerde beleid in paragraaf 5.6.3.

In 2026 moet in Nederland de vrachtwagenheffing in werking treden. Het parlement nam medio 2022 het wetsvoorstel aan voor invoering daarvan. Daarmee gaan vrachtauto's vanaf 2026 betalen naar gebruik op het hoofdwegennet en een aantal provinciale wegen. Afgesproken is dat de nettoopbrengsten van de heffing worden teruggesluisd naar de vervoerssector om innovatie en verduurzaming te stimuleren. Verwacht wordt dat de terugsluis in de loop van 2026 van start gaat. Jaarlijks zou er dan circa 200 miljoen euro beschikbaar komen voor innovatie en verduurzaming. Hoe de terugsluis er precies uit gaat zien is nog niet bekend. In de KEV is op basis van onderzoek van TNO (2019) verondersteld dat een wezenlijk deel van het budget wordt benut voor het stimuleren van nulemissievrachtauto's en van de laad- en tankinfrastructuur die daarvoor nodig is. De terugsluis geeft daarmee een flinke impuls aan de verduurzaming van het vrachtautopark. Het resterende deel van de opbrengsten is verondersteld te worden ingezet voor het stimuleren van geavanceerde biobrandstoffen en het optimaliseren van de logistieke keten, wat moet leiden tot een vermindering van het aantal vrachtwagenkilometers.

Het aanbod van nulemissievrachtauto's is momenteel nog klein, maar neemt in de komende jaren snel toe. Door grootschaliger productie kunnen de prijzen van de voertuigen dalen, en door verbetering van de batterijtechnologie neemt de actieradius van de nieuwe modellen naar verwachting toe, waardoor ze in meer toepassingen inzetbaar worden (TNO 2021). De verwachting is dan ook dat het marktaandeel van nulemissievrachtauto's snel groter wordt. De snelheid van de groei is onzeker. Door de combinatie van stimuleringsregelingen en de verplichting om in binnensteden nulemissievoertuigen in te zetten, ontstaat een sterke prikkel voor de aanschaf van voertuigen. Het aantal nulemissievrachtauto's in 2030 is in deze KEV geraamd op bijna 14.000, oftewel ruim 9 procent van het wagenpark. In de bandbreedte wordt rekening gehouden met 7.000 tot 29.000 nulemissievrachtauto's. Net als voor bestelauto's geldt ook voor vrachtauto's dat er nog weinig bekend is over de mate waarin verschillende factoren de aanschafbeslissing van ondernemers beïnvloeden. De ingroeipaden voor nulemissievrachtauto's in de KEV zijn gebaseerd op onderzoek van TNO naar de ontwikkeling van de kosten (TCO, *Total Cost of Ownership*) en de inzetbaarheid (actieradius) van nulemissievrachtauto's (TNO 2022). Naast deze factoren spelen ook andere factoren een (potentieel belangrijke) rol, zoals productiecapaciteit/beschikbaarheid, beschikbaarheid van laadinfrastructuur (en bijbehorende netcapaciteit), beschikbaarheid van personeel, onderhoudsbeslissingen en merkloyaliteit. Vooral de beschikbaarheid van laadinfrastructuur en netcapaciteit wordt gezien als een potentieel belangrijke belemmering voor de instroom van elektrische vrachtauto's (TNO 2022). Om hier rekening mee te houden, zijn de ingroeipaden, die puur op basis van kosten en inzetbaarheid zijn bepaald, gecorrigeerd (zie tekstkader 5.2).

Lijnbussen elektrisch door Bestuursakkoord

Het aantal elektrische lijnbussen neemt snel toe. In vijf jaar tijd is ruim een kwart van het bussenpark (van ruim 5.000 lijnbussen) geëlektrificeerd. In 2030 moeten alle bussen die voor het stedelijke en regionale openbaar vervoer worden ingezet, nulemissie zijn. Dit is afgesproken in het Bestuursakkoord Zero Emissie Regionaal Openbaar Vervoer per Bus, dat in 2016 is getekend. Onder invloed van dit akkoord en de extra middelen die vanuit het Klimaatakkoord beschikbaar zijn gesteld voor de aanschaf van nulemissiebussen, neemt het aantal elektrische en waterstofbussen in de komende jaren naar verwachting snel toe. De verwachting in deze KEV is dat de ambities in 2030 vrijwel volledig worden waargemaakt. Wel is er ook hier in de komende jaren nog een aantal uitdagingen te overwinnen rondom onder andere de laadinfrastructuur (zie tekstkader 5.2).

5.2 Toenemende elektrificatie van mobiliteit vergroot de druk op het elektriciteitsnetwerk
De snelle toename van het aantal elektrische auto's die tot 2030 wordt verwacht, leidt tot een steeds grotere vraag naar laadvoorzieningen. APPM (2019) heeft ingeschat dat, om de ambities voor nulemissiepersonenauto's uit het Klimaatakkoord te bewerkstelligen, in 2030 elke werkdag meer dan 1.400 nieuwe laadpunten gerealiseerd moeten worden. Ook de elektrificatie van de scheepvaart en bouwmachines leidt tot extra vraag naar elektriciteit en laadvoorzieningen. Tegelijkertijd stijgt ook de elektriciteitsvraag van de industrie en de gebouwde omgeving. Dit resulteert in een toenemende krapte op het elektriciteitsnet (zie ook paragraaf 4.3). In delen van Nederland is het netwerk voorlopig vol en is er geen ruimte voor nieuwe aansluitingen. Dit kan de tijdige uitrol van laadvoorzieningen voor elektrisch vervoer belemmeren. Als het aanbod van laadvoorzieningen achterblijft, kan dit de toename van het aantal elektrische voertuigen remmen. Met name vrachtauto's, bussen, bestelauto's en in mindere mate de scheepvaart gaan een geclusterde vraag naar elektriciteit ontwikkelen, bijvoorbeeld op bedrijventerreinen waar grote vervoerders zijn gevestigd (zie bijvoorbeeld ElaadNL 2022) of in havens waar oplaadstations voor batterijcontainers of walstroomaansluitingen worden aangelegd (zie paragraaf 5.7). Het is zeer de vraag of de elektriciteitsnetwerken (tijdig) in staat zijn om deze extra vraag te accommoderen.

Om (potentiële) knelpunten in de laadvoorzieningen aan te pakken is de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) opgesteld (IenW 2019). Ambitie van deze agenda is dat er overal in Nederland makkelijk en slim geladen kan worden. Slim laden spreidt de laadvraag in de tijd en verlaagt de piekbelasting van het net. Volgens de laatste NAL-voortgangsrapportage lag de uitrol van laadinfrastructuur in 2021 op schema (NAL 2022). Eind 2021 waren er in Nederland ruim 50.000 publieke laadpunten. Tegelijkertijd wordt gesignaleerd dat dit geen garanties biedt voor de komende jaren. Ook in het kader van deze agenda wordt geconstateerd dat het elektriciteitsnetwerk niet overal is uitgerust om de extra vraag te accommoderen. Een gebrek aan netcapaciteit wordt gezien als grootste belemmering voor de tijdige uitrol van laadinfrastructuur. Met slimme oplossingen kunnen capaciteitsproblemen deels worden ondervangen, maar die oplossingen moeten nog verder worden uitgedacht, aldus de voortgangsrapportage.

Op basis van literatuuronderzoek en gesprekken met netbeheerders is in deze KEV verondersteld dat het gebrek aan capaciteit op het elektriciteitsnetwerk vooral voor nieuwe grote toepassingen een belemmering kan gaan vormen voor elektrificatie. De ingroei van het aantal nulemissievrachtauto's is mede daarom lager geraamd dan op basis van kosten en inzetbaarheid zou mogen worden verwacht. Bij het lichte verkeer zijn knelpunten mogelijk van andere aard. De sterke toename van het aantal elektrische personenauto's kan op wijkniveau tot netcongestie leiden, zeker als een groot deel van die auto's tegelijk probeert op te laden (TNO & PBL 2022). Dit kan het laadgemak beperken, wat op termijn ook een rol kan gaan spelen in de aanschafbeslissing voor een elektrische auto. Dit knelpunt is in theorie oplosbaar met slim laden. Netbeheerders en andere betrokkenen zetten hier op in, maar dit wordt bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid nog onvoldoende ondersteund. Ook de uitrol van openbare laadpunten kan mogelijk vertraagd raken. In de modellering van het aantal elektrische personenauto's wordt hier impliciet rekening mee gehouden door het gebruik van overstapdrempels (Revnext 2019). Deze drempels nemen richting 2030 af. In de onzekerheidsanalyse is onderzocht wat er gebeurt als de overstapdrempels niet of maar beperkt afnemen. Dit is verwerkt in de bandbreedtes die hiervoor zijn gepresenteerd.

Een deel van de nulemissievoertuigen zal waarschijnlijk door waterstof worden aangedreven. Zeker bij zwaardere toepassingen lijkt waterstof een potentieel kansrijke route (Nauta & Geilenkirchen 2021). Ook daar ligt een uitdaging voor de energievoorziening, hoewel die verschilt van de opgave

bij batterij-elektrische aandrijving. Waterstof tanken gaat sneller dan batterijen opladen. Daarom zal een tankinfrastructuur voor waterstof veel meer gelijkenissen vertonen met de huidige tankinfrastructuur voor benzine en diesel. Het aantal waterstoftankstations is medio 2022 nog gering, maar er is een wezenlijk aantal in aanbouw (H_2Platform 2022).

Eerste stappen richting elektrificatie in de binnenvaart en bouwmachines

Buiten het wegverkeer worden eveneens eerste stappen gezet richting elektrificatie van mobiliteit. Zo is in mei 2022 een subsidieregeling geopend voor nulemissiebouwmachines. Deze Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel (SSEB) stimuleert – naast de verschoning van bestaande bouwmachines en zeegaande bouwvaartuigen – ook de innovatie of aanschaf van nulemissiebouwmachines. De regeling beoogt zowel de uitstoot van stikstof als van fijnstof en broeikasgassen te reduceren. Het beschikbare budget voor 2022 voor aanschaf van elektrische machines was op de dag van openstellig al uitgeput. Het budget voor dit jaar is inmiddels verhoogd. De regeling loopt tot eind 2026. Beoogd wordt de regeling te verlengen tot en met 2030. Dit is als voorgenomen beleid meegenomen. De mogelijke effecten van deze regeling op de instroom van emissieloze bouwmachines zijn ontleend aan TNO (2022). Naar verwachting kan de regeling in 2030 tot een CO_2-besparing leiden van ruim 0,1 megaton. Deze raming is onzeker, omdat er nog nauwelijks ervaring is opgedaan met het gebruik van emissieloze bouwmachines in de praktijk en het aanbod van deze machines nog minimaal is (zie TNO 2022 voor een toelichting).

Ook in de binnenvaart worden eerste stappen gezet richting elektrische aandrijving. In 2021 werd het eerste elektrisch aangedreven binnenvaartschip in gebruik genomen: de Alphenaar. Dit schip vaart dagelijks heen en weer tussen Alphen aan de Rijn en Moerdijk. Het schip beschikt over twee accucontainers die 's nachts worden opgeladen. Recent is een Nationaal Groeifondsvoorstel gehonoreerd om dit concept van (verwisselbare) batterijcontainers verder uit te rollen. Met het voorstel wordt beoogd 45 elektrische schepen in de vaart te brengen voor eind 2026. Ook worden 77 batterijcontainers en 14 laadstations gerealiseerd. Het uiteindelijke doel is om daarna door te groeien naar 150 elektrische schepen in 2030 en 400 in 2050. Door te werken met verwisselbare containers kunnen scheepseigenaren gebruikmaken van systeem van Betalen naar Gebruik (*Pay-per-Use*) waarmee zij niet zelf grote investeringen hoeven te doen. Dit moet de overgang naar elektrisch varen versnellen. In de KEV zijn de eerste 45 schepen meegenomen. Na 2026 is er een bescheiden extra groei verondersteld van het aantal schepen tot in totaal 65 in 2030. Daarmee zou in 2030 ruim 2 procent van het energiegebruik van de binnenlandse binnenvaart elektrisch zijn. Op dit moment is er nog weinig beleid om verdere groei na 2026 aan te jagen. Alleen vanuit de jaarverplichting voor hernieuwbare energie gaat een stimulans uit voor verdergaande elektrificatie. De Europese beleidsvoorstellen uit het *Fit for* 55-pakket kunnen deze groei verder aanjagen. Deze voorstellen zijn onder het geagendeerde beleid meegenomen en worden in de volgende paragraaf toegelicht.

Toegenomen inzet van biobrandstoffen voor binnenlandse mobiliteit in 2021

Het gebruik van hernieuwbare energie voor vervoer wordt in Nederland gereguleerd in de vorm van een verplichting voor brandstofleveranciers om een steeds groter deel van de aan vervoer geleverde energie hernieuwbaar te maken. Deze jaarverplichting neemt toe van 17,5 procent in 2021 naar 28 procent in 2030. Binnen deze verplichting geldt een minimum voor de inzet van geavanceerde biobrandstoffen (biobrandstoffen uit specifieke in de Europese regelgeving vastgelegde soorten afvalstoffen en residuen) en een maximum voor de inzet van biobrandstoffen uit voedsel- en voedergewassen. De verplichting kan worden ingevuld door verschillende vormen van hernieuwbare energie in te zetten. In de praktijk was dat in de afgelopen jaren vooral biobrandstof.

De inzet van biobrandstoffen voor binnenlandse mobiliteit bedroeg in 2021 28 petajoule en lag daarmee circa 4 petajoule hoger dan in 2020. Daarmee waren biobrandstoffen in 2021 goed voor ruim 6 procent van het energieverbruik door de sector mobiliteit. Dit aandeel is beduidend lager dan de jaarverplichting. Het verschil tussen de verplichting en de werkelijke fysieke inzet wordt onder meer veroorzaakt doordat sommige typen biobrandstof onder de wettelijke verplichting dubbel meetellen voor het halen van het doel. Ook mogen brandstofleveranciers spaartegoed inzetten uit eerdere jaren om aan de jaarverplichting te voldoen en kunnen ze een deel van de verplichting invullen door biobrandstoffen in te zetten in de internationale lucht- en scheepvaart. In 2021 is circa 7 petajoule aan biobrandstof aan de zeescheepvaart geleverd. Ook kan de verplichting worden ingevuld met biogas dat is geleverd aan het aardgasnet indien daarvoor een Garantie van Oorsprong is afgegeven. Daarbij hoeft het biogas niet daadwerkelijk aan vervoer te zijn geleverd. Wel moet minstens dezelfde hoeveelheid aardgas zijn geleverd aan vervoer. Ten slotte kan de jaarverplichting ingevuld worden met andere vormen van hernieuwbare energie, zoals (groene) elektriciteit en waterstof. De bijdrage van deze andere vormen van hernieuwbare energie was in 2021 beperkt (NEa 2022a), maar neemt naar verwachting snel toe. Met inbegrip van deze andere mogelijkheden is de jaarverplichting voor 2021 behaald, zo blijkt uit cijfers van de NEa (2022). Het maximum van 5 procent voor de inzet van conventionele biobrandstoffen is niet benut: de werkelijke inzet bedroeg slechts 1,3 procent. De bijdrage van geavanceerde biobrandstoffen was met 6,8 procent veel hoger dan het minimum van 1,2 procent dat vanuit de regelgeving wordt geëist (NEa 2022a). De hoge levering van geavanceerde biobrandstoffen aan de zeescheepvaart speelde daarin een belangrijke rol; we lichten dit toe in paragraaf 5.7.2.

Snelle elektrificatie wegverkeer beperkt verdere toename van de inzet van biobrandstoffen

De oplopende jaarverplichting voor hernieuwbare energie tot 2030 wordt naar verwachting voor een steeds groter deel ingevuld met hernieuwbare elektriciteit. Tot op heden is de verplichting voor het overgrote deel ingevuld met de inzet van biobrandstoffen, maar dat gaat in de komende jaren veranderen. Bedraagt de bijdrage van hernieuwbare elektriciteit in 2022 naar schatting nog slechts zo'n 2 procent, in 2030 is dat circa 30 procent. Het elektriciteitsverbruik in het wegverkeer neemt relatief snel toe en een steeds groter deel daarvan is afkomstig uit hernieuwbare bronnen. Ook in andere vormen van mobiliteit komt de elektrificatie inmiddels van de grond, zoals hiervoor is toegelicht. Meer elektrificatie betekent enerzijds dat een groter deel van de jaarverplichting kan worden ingevuld met hernieuwbare elektriciteit. Anderzijds is er door extra elektrificatie minder hernieuwbare energie nodig. De jaarverplichting is namelijk gedefinieerd als een percentage van de totale hoeveelheid (bio)benzine en (bio)diesel die aan verkeer wordt geleverd. Hoe meer er elektrisch wordt gereden, hoe minder (bio)brandstoffen er worden gebruikt, dus hoe lager de verplichting wordt in absolute zin.

Onder invloed van de oplopende jaarverplichting neemt de inzet van biobrandstoffen in de komende jaren toe. De geraamde inzet in 2025 bedraagt 44 petajoule voor binnenlandse mobiliteit. Na 2025 wordt een lichte afname verwacht. In 2030 wordt een inzet geraamd van 40 [33-46] petajoule. Daarbij komt nog een geraamde inzet van 2 petajoule in de internationale binnenvaart; dit wordt toegelicht in paragraaf 5.7. In het Nederlandse Klimaatakkoord is afgesproken dat er in 2030 maximaal 60 petajoule aan hernieuwbare brandstoffen voor het wegverkeer wordt ingezet, boven op de bijdrage van hernieuwbare elektriciteit en waterstof. Ook is afgesproken dat er in 2030 minimaal 5 petajoule aan hernieuwbare brandstoffen wordt ingezet in de binnenvaart. Met de huidige afspraken blijft de inzet in 2030 naar verwachting ruim onder de 65 petajoule. Het gevolg van de huidige systematiek in de regelgeving is dat elektrificatie en biobrandstoffen deels communicerende vaten zijn. Het hogere tempo van elektrificatie van de mobiliteit in deze KEV (in vergelijking

met de KEV 2021) leidt tot een lagere CO_2-raming. Dit effect wordt echter deels gecompenseerd doordat er minder biobrandstoffen (en andere vormen van hernieuwbare energie) nodig zijn om aan de jaarverplichting voor hernieuwbare brandstoffen te voldoen. De afname van de CO_2-raming valt hierdoor lager uit dan enkel op basis van de groei van elektrificatie zou worden geraamd.

Afspraken uit het Klimaatakkoord voor verduurzaming van mobiliteit grotendeels in uitvoering

In de afgelopen jaren zijn er veel afspraken uit het Klimaatakkoord over verduurzaming van de mobiliteit uitgewerkt en ingevuld. Zo is de stimulering van elektrisch rijden voor de periode tot 2025 vastgesteld en in werking getreden en is begonnen met de uitrol van de nulemissiezones voor stadslogistiek. Van de beoogde 30 à 40 zones in 2030 waren er op 1 mei 2022 al 27 aangekondigd. De stimuleringsregelingen voor nulemissiebestelauto's en -vrachtauto's die ondernemers moeten helpen bij de aanschaf van elektrische bestel- en vrachtauto's zijn inmiddels ook van kracht. Ook het beleid voor hernieuwbare energie in vervoer tot 2030 is vastgesteld via een aangepast Besluit hernieuwbare energie vervoer.

Besluit CO_2-reductie werkgebonden personenmobiliteit treedt in 2023 in werking

Op 1 januari 2023 treedt het Besluit CO_2-reductie werkgebonden personenmobiliteit in werking. Dit besluit komt voort uit het Klimaatakkoord en heeft tot doel de CO_2-uitstoot door werkgebonden personenmobiliteit (woon-werkmobiliteit en zakelijke mobiliteit) in 2030 met 1 megaton terug te dringen ten opzichte van het referentiepad ten tijde van het Klimaatakkoord. Het besluit bevat een informatieplicht voor alle werkgevers met 100 of meer werknemers om jaarlijks gegevens te rapporteren over het aantal gereisde kilometers, de gebruikte vervoermiddelen en de gebruikte brandstof van hun medewerkers. Op basis hiervan wordt hun CO_2-uitstoot berekend. In 2025 beoordeelt het ministerie van IenW op basis van deze gegevens of de in het Klimaatakkoord afgesproken CO_2-reductie gehaald gaat worden. Als blijkt dat de CO_2-uitstoot door werkgebonden personenmobiliteit in 2024 boven het vooraf bepaalde emissieplafond uitkomt, dan zal er een norm (emissiegrenswaarde) voor individuele werkgevers in de wetgeving worden opgenomen. Deze norm maximeert de CO_2-uitstoot door werkgebonden personenmobiliteit van elke werkgever met 100 of meer werknemers en zorgt er daarmee voor dat alle werkgevers die dat nog niet hebben gedaan hun mobiliteit moeten verduurzamen.

In de KEV 2022 wordt tot 2030 een wezenlijke afname verwacht van de CO_2-uitstoot door personenmobiliteit als gevolg van onder andere de elektrificatie van het wagenpark en de toenemende inzet van hernieuwbare brandstoffen. Vooral het zakenautopark elektrificeert snel. De verwachting is dan ook dat het CO_2-plafond uit de nieuwe regelgeving niet zal worden overschreden. Het besluit fungeert daarmee als stok achter de deur om de reductiedoelstelling in 2030 te halen. Daarnaast zullen de gegevens van werkgevers inzicht geven in en aanknopingspunten bieden voor de realisatie van andere doelstellingen uit het Klimaatakkoord, zoals het verminderen van het totale aantal zakelijke autokilometers met 8 miljard per 2030 en het halveren van de CO_2-uitstoot door zakelijke en woon-werkmobiliteit van duizend koplopers.

5.6.3 Geagendeerd beleid

Geagendeerd beleid kan tot extra emissiereductie leiden

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid daalt de emissie door mobiliteit naar 28,2 [26-31] megaton CO_2-equivalenten in 2030. Wanneer het geagendeerde beleid tijdig zou zijn uitgewerkt en gerealiseerd, dan is het denkbaar dat de emissie van mobiliteit in 2030 uitkomt op 25-30 megaton

CO_2-equivalenten. Daarmee zou de indicatieve restemissie voor de mobiliteit uit het *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat* (EZK 2022a) van 23,7 tot 24,9 megaton CO_2-equivalenten in 2030, nog niet binnen bereik komen. Er resteert een beleidsopgave van 0 tot 6 megaton. Kanttekening hierbij is dat van een aantal maatregelen het effect nog niet kan worden ingeschat. Dit geldt onder andere voor de aangekondigde invoering van Betalen naar Gebruik voor personen- en bestelauto's, de extra middelen die in het Coalitieakkoord zijn uitgetrokken voor vergroening van het personenvervoer en reisgedrag en het nieuwe emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT) dat de Europese Commissie heeft aangekondigd.

De geagendeerde beleidsmaatregelen die bijdragen aan de emissiereductie zijn de afschaffing van de bpm-vrijstelling voor bestelauto's van ondernemers, de versnelde uitrol van Schoon en Emissieloos Bouwen en de versnelde uitrol van laadinfrastructuur voor logistiek. De verhoging van de onbelaste reiskostenvergoeding leidt tot een lichte stijging van de geraamde uitstoot in 2030.

Lastenverhoging voor bestelauto's leidt tot een lagere uitstoot van broeikasgassen

Het kabinet heeft op Prinsjesdag 2022 aangekondigd dat voor bestelauto's van ondernemers dezelfde criteria voor belastingheffing gaan gelden als voor personenauto's. Ondernemers moeten vanaf 2024 aanschafbelasting (belasting van personenauto's en motorrijwielen, bpm) gaan afdragen voor hun bestelauto's, waarvan ze nu nog zijn vrijgesteld. Hiermee kan in 2030 naar schatting 0,2 tot 0,8 megaton CO_2-equivalenten worden gereduceerd. De hoogte van de bpm wordt afhankelijk van de CO_2-uitstoot van de bestelauto. Voor emissievrije bestelauto's blijft een vrijstelling gelden. Deze maatregel leidt tot een lastenverzwaring voor nieuwe bestelauto's op fossiele brandstof en geeft daarmee een sterke stimulans voor de instroom van emissievrije bestelauto's. De verwachting is dan ook dat het aantal emissievrije bestelauto's in 2030 hoger uitpakt (Revnext 2022b). Om aan het taakstellend budget van 2,2 miljard euro cumulatieve opbrengsten tot en met 2030 te voldoen, wordt naast het afschaffen van de bpm-vrijstelling ook de motorrijtuigenbelasting (mrb) voor bestelauto's van ondernemers verhoogd. De mrb gaat begin 2025 met 15 procent omhoog en in 2026 nogmaals met bijna 7 procent. Deze maatregel geldt voor alle bestelauto's, ongeacht CO_2-uitstoot of aandrijftechnologie, en heeft daarmee geen wezenlijke invloed op de samenstelling van het wagenpark.

Het effect van de bpm-maatregel op de uitstoot van broeikasgassen wordt gedempt door een aantal factoren. Omdat de bpm wordt afgedragen bij de eerste registratie van een bestelauto in Nederland, leidt de maatregel ertoe dat langer doorgereden wordt met bestaande bestelauto's. Ook leidt de bpm-maatregel naar verwachting tot een toenemende import van gebruikte dieselbestelauto's. Voor een gebruikte auto hoeft minder bpm te worden afgedragen dan voor een nieuwe auto. De verjonging van het wagenpark met nieuwe efficiëntere bestelauto's wordt hierdoor afgeremd. Ten slotte leidt de verwachte toename van het aantal emissievrije bestelauto's en de groei van het gebruik van hernieuwbare elektriciteit ertoe dat er minder hernieuwbare brandstoffen ingezet hoeven te worden om aan de jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer te voldoen.

Geagendeerd beleid leidt tot meer emissievrije bouwmachines en vrachtauto's

Het kabinet wil elektrificatie van machines in de bouwsector stimuleren. Boven op de lopende Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel (SSEB) die in paragraaf 5.6.2 is toegelicht, wordt er ook gewerkt aan een routekaart en een convenant Schoon en Emissieloos Bouwen. In de routekaart maken overheden, bedrijven en kennisinstellingen afspraken over hoe de transitie naar schoon en emissieloos bouwen tot 2030 vorm krijgt. De routekaart bevat onder meer een tijdspad voor de transitie naar schone en emissieloze machines in de bouw waarbij in de periode tot 2030

stapsgewijs steeds strengere eisen worden gesteld aan de verschillende typen werktuigen. Het basisniveau voor deze ambities moet worden vastgelegd in de Omgevingswet. De verdergaande ambities worden vastgelegd in een convenant. Met deze aanpak kan in 2030 in potentie 0,2 tot 0,4 megaton CO_2-equivalenten worden bespaard, boven op het effect van de subsidieregeling die reeds is meegenomen onder het vastgestelde en voorgenomen beleid (TNO 2022). Ook hier geldt dat de CO_2-reductie van extra elektrificatie wordt gedempt door een lagere inzet van hernieuwbare brandstoffen.

Het geagendeerde beleidspakket voor mobiliteit bevat verschillende maatregelen die gericht zijn op een versnelde instroom van emissievrije vrachtauto's. Zo wordt gewerkt aan de verdere uitrol van nulemissiezones voor stadslogistiek. Onder het voorgenomen beleid zijn 27 zones meegenomen, maar in het Klimaatakkoord is afgesproken dat er in 2030 30 tot 40 zones zullen zijn. Een toename van het aantal zones zal een extra impuls geven aan de instroom van emissievrije vrachtauto's, hoewel er wel sprake zal zijn van afnemende meeropbrengsten. Daarnaast heeft de Tweede Kamer het kabinet via een motie verzocht om het 'gat' tussen de huidige stimuleringsregeling voor emissievrije vrachtauto's (looptijd tot 2024) en de invoering van de terugsluis van de vrachtautoheffing in 2026 te overbruggen. Het kabinet onderzoekt de mogelijkheden om in de tussenliggende jaren de instroom van emissievrije vrachtauto's te blijven stimuleren. Ten slotte ligt er een voorstel voor versnelde uitrol van laadinfrastructuur voor logistiek. Gecombineerd kan met deze maatregelen in 2030 naar schatting nog circa 0,1 tot 0,2 megaton CO_2-equivalenten worden gereduceerd.

Verhoging onbelaste reiskostenvergoeding en uitstel verplichting hernieuwbare brandstoffen in de binnenvaart leidt tot hogere emissies

Het geagendeerde beleidspakket voor mobiliteit bevat ten slotte ook twee maatregelen die tot een lichte stijging van de geraamde uitstoot in 2030 leiden. Dit geldt voor de verhoging van de onbelaste reiskostenvergoeding die op Prinsjesdag 2022 is aangekondigd en het uitstel van de eerder aangekondigde invoering van een verplichting voor inzet van hernieuwbare energie in de binnenvaart. De hogere onbelaste reiskostenvergoeding leidt tot een lichte stijging van het autogebruik en daarmee tot een lichte stijging van de uitstoot van broeikasgassen van maximaal 0,1 megaton (CPB & PBL 2020). Uitstel van de verplichting voor inzet van hernieuwbare energie in de binnenvaart leidt tot een hoger gebruik van fossiele brandstoffen en daarmee tot meer uitstoot. Dit effect wordt voor de binnenlandse mobiliteit geraamd op circa 0,1 megaton extra CO_2-equivalenten (in paragraaf 5.7.3 wordt het effect op de internationale binnenvaart beschreven).

Effect van Betalen naar Gebruik nog niet in te schatten

De CO_2-reductie die voortvloeit uit de aangekondigde invoering van Betalen naar Gebruik voor personen- en bestelauto's kan in deze KEV nog niet worden geraamd. In het Coalitieakkoord is afgesproken om in 2030 voor alle personen- en bestelauto's de motorrijtuigenbelasting (mrb) om te vormen tot een belasting op basis van het aantal gereden kilometers (Betalen naar Gebruik). De heffing wordt niet tijd- en plaatsgebonden. Met Betalen naar Gebruik streeft het kabinet twee hoofddoelen na: het opvangen van de grondslagerosie in de autobelastingen die het gevolg is van de verdergaande elektrificatie van het wagenpark en het reduceren van 2,5 megaton CO_2 in 2030 (Rijksoverheid 2022j).

Het omzetten van de mrb naar een heffing per kilometer geeft een prikkel om de auto selectiever te gebruiken en leidt zo tot minder autogebruik en een afname van de uitstoot van broeikasgassen. Eerder onderzoek laat zien dat met een vlakke heffing in 2030 grofweg 1,5 tot 3 megaton CO_2

bespaard kan worden (zie bijvoorbeeld MuConsult et al. 2020; CPB & PBL 2020). Afhankelijk van de gekozen tariefstelling kan de maatregel ook een stimulans geven voor verdere elektrificatie van het wagenpark. Daarmee kan volgens het onderzoek van MuConsult et al. (2020) nog een groter effect op de CO_2-uitstoot worden gerealiseerd. Uit dit onderzoek blijkt dat de vormgeving van Betalen naar Gebruik van grote invloed is op de effecten op de broeikasgasuitstoot. De beoogde tariefstelling voor Betalen naar Gebruik was bij het maken van deze KEV niet bekend. Dat maakt dat er geen effect kan worden geraamd op de uitstoot van broeikasgassen. Wel verwachten we een lager effect in 2030 dan eerder onderzoek liet zien. Daarbij speelt een aantal factoren. Ten eerste wordt beoogd de heffing in 2030 in te voeren. In eerder onderzoek is uitgegaan van invoering in 2026, waardoor in 2030 al een wezenlijk deel van de langetermijneffecten van de maatregel zijn opgetreden. Bij invoering in 2030 zijn alleen de kortetermijneffecten zichtbaar in 2030. De kortetermijneffecten kunnen grofweg 20 tot 50 procent lager uitvallen dan die op lange termijn. Ten tweede valt de toename van het personenautoverkeer in de KEV 2022 lager uit dan in eerder onderzoek werd geraamd, terwijl de toename van het aantal elektrische auto's juist hoger uitvalt. Als gevolg daarvan zal de CO_2-besparing in 2030 bij een gelijkblijvende afname van het autogebruik ook lager zijn en is er minder ruimte om via gerichte tariefdifferentiatie de verdere toename van het aantal elektrische auto's te stimuleren. Ten derde betalen auto's met buitenlandse kentekens geen heffing en dragen daarmee ook niet bij aan de CO_2-reductie, hetgeen in de eerdere analyses wel verondersteld werd. Tot slot is er een risico dat invoering in 2030 niet gehaald wordt.

Ook het effect van andere maatregelen kan nu nog niet worden geraamd

Ook van de in het Coalitieakkoord aangekondigde extra middelen voor vergroening van personenvervoer en reisgedrag kunnen nog geen effecten worden geraamd. Bij het maken van deze KEV was niet bekend hoe deze middelen worden ingezet. Dit geldt ook voor het aangekondigde Convenant en Actieprogramma Waterstof in Mobiliteit. Ook de Europese plannen voor het gelijktrekken van de accijns op motorbrandstoffen op basis van energie-inhoud uit de voorgenomen herziening van de Europese richtlijn voor het belasten van energie (de *Energy Taxation Directive*) en de aangekondigde invoering van een nieuw emissiehandelssysteem voor de gebouwde omgeving en transport (ETS-BRT) konden nog niet worden doorgerekend (zie ook CE Delft 2022b voor een toelichting op dat nieuwe systeem). De ontwerpkeuzes waren onvoldoende concreet om al een effect op de uitstoot van broeikasgassen te kunnen ramen. Dit geldt tot slot ook voor de aangekondigde herziening van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (de *Renewable Energy Directive*, oftewel de REDIII). Deze herziening kan leiden tot extra inzet van hernieuwbare energie in mobiliteit, boven op de geraamde inzet bij vastgesteld en voorgenomen beleid. Ook kan de herziene richtlijn leiden tot een inzet van andere vormen van hernieuwbare energie. De richtlijn bevat een verplichte inzet van hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong van 2,6 procent in 2030. In de huidige ramingen bij vastgesteld en voorgenomen beleid worden die brandstoffen nog nauwelijks ingezet. De mate waarin dit zal plaatsvinden, hangt sterk samen met nog te maken implementatiekeuzes en met de resulterende gedragseffecten. We lichten de herziening van deze richtlijn nader toe in paragraaf 5.7.3.

5.7 Bunkerbrandstoffen lucht- en scheepvaart

In deze paragraaf gaan we in op de ontwikkeling van de broeikasgasemissies die zijn gerelateerd aan de in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen. Via Schiphol en de Rotterdamse haven wordt een significante hoeveelheid bunkerbrandstof verkocht aan de internationale lucht- en scheepvaart. De broeikasgasemissies die gepaard gaan met het verbruik van deze brandstoffen, moet Nederland conform de richtlijnen van het IPCC rapporteren. Ze worden echter niet tot het nationale emissietotaal gerekend. Dit geldt zowel voor de internationale lucht- en zeescheepvaart als voor de binnenvaart met een herkomst of bestemming buiten Nederland.

5.7.1 Broeikasgasemissies

De uitstoot van broeikasgassen uit bunkerbrandstoffen is hoger dan die van binnenlandse mobiliteit

De totale uitstoot van broeikasgassen die vrijkomt door de verbranding van in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen aan de internationale lucht- en scheepvaart bedroeg in 2021 circa 43,8 megaton CO_2-equivalenten (figuur 5.17). Daarmee was de uitstoot uit de bunkerbrandstoffen ruim 13 megaton hoger dan die van de binnenlandse mobiliteit. Nederland is een grote speler in de levering van bunkerbrandstoffen aan de lucht- en zeescheepvaart in de Europese Unie. Dit vertaalt zich in een relatief hoge emissie. Wel was er in 2021 een lichte daling van de uitstoot van 1,5 procent ten opzichte van 2020, ten opzichte van 2019 was die zelfs 10 procent lager. Dat laatste is vooral het gevolg van de coronacrisis en de resulterende afname van de vervoersvolumes in de luchtvaart.

De zeescheepvaart was in 2021 goed voor ruim driekwart van de broeikasgasuitstoot van bunkerbrandstoffen. De bijdrage van de luchtvaart was circa 17 procent en de resulterende 6 procent komt van de internationale binnenvaart. CO_2 was veruit het belangrijkste broeikasgas, met een aandeel van 99 procent in de totale uitstoot van broeikasgassen (uitgedrukt in CO_2-equivalenten). De bijdrage van lachgas en methaan bedroeg respectievelijk 0,7 en 0,4 procent. De impact van de luchtvaart op het klimaat is groter dan enkel de uitstoot van deze drie broeikasgassen. We lichten dat hierna toe.

Lage uitstoot van broeikasgassen van de luchtvaart door coronacrisis

De uitstoot van broeikasgassen door de internationale luchtvaart lag in 2020 en 2021 beduidend lager dan in de jaren daarvoor. Door de coronacrisis is er in die jaren aanzienlijk minder gevlogen vanuit de Nederlandse luchthavens. De uitstoot van broeikasgassen door de internationale luchtvaart vanuit Nederland was in 2020 6,7 megaton CO_2-equivalenten. Cijfers voor 2021 laten een licht herstel zien van de vervoersvolumes en de verkoop van bunkerbrandstoffen, wat resulteert in een uitstoot van 7,3 megaton CO_2-equivalenten. Daarmee was de uitstoot nog bijna 40 procent lager dan die in 2019, toen de emissie 12 megaton CO_2-equivalenten was. Tot 2019 nam de uitstoot van broeikasgassen door de luchtvaart toe. In het jaar 2000 bedroeg de uitstoot nog 10 megaton (figuur 5.17).

Dalende trend in broeikasgasemissies van de zeescheepvaart zet door

De zeescheepvaart had minder last van de coronacrisis dan de luchtvaart. In 2020 nam de uitstoot zelfs toe met circa 1 megaton. Voorlopige cijfers voor 2021 duiden erop dat de dalende trend uit de jaren voor 2020 (figuur 5.17) in 2021 is hervat. De uitstoot was in 2021 met 33,7 megaton ruim 1 megaton lager dan in 2020. De zeescheepvaart heeft in 2021 circa 4 procent minder brandstof gebunkerd dan in 2020.

Broeikasgasemissies door internationale binnenvaart zijn stabiel

De uitstoot van broeikasgassen door de internationale binnenvaart bedroeg 2,7 megaton in 2021 en lag daarmee bijna 5 procent hoger dan in 2020. In de periode 2000 tot 2021 fluctueerde die uitstoot tussen 2,2 en 2,9 megaton, maar er was geen trendmatige stijging of daling (figuur 5.17). De afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale binnenvaart bedroeg in 2021 38 petajoule. Een klein deel daarvan (minder dan 1 procent) bestond uit biobrandstoffen. Het merendeel van de binnenvaart op de Nederlandse waterwegen heeft een herkomst of bestemming buiten Nederland. De broeikasgasemissies van deze internationale binnenvaart worden conform de richtlijnen van het IPCC niet tot het Nederlandse emissietotaal gerekend. Ter vergelijking: de uitstoot van de binnenlandse binnenvaart, die wel aan Nederland wordt toegerekend, bedroeg in 2021 circa 0,8 megaton CO_2-equivalenten.

Nieuw beleid en hoge olieprijzen beperken de toename van broeikasgasemissies door de luchtvaart

Bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid neemt de uitstoot van broeikasgassen door de luchtvaart naar verwachting toe van 7,3 megaton CO_2-equivalenten in 2021 naar 10,9 [9,6-12,1] megaton in 2030. Deze groei is voornamelijk het gevolg van het verwachte herstel van de coronacrisis dat in 2022 al is ingezet. Door hogere olieprijsverwachtingen en nieuw nationaal en Europees beleid neemt de uitstoot van broeikasgassen door de luchtvaart minder snel toe dan eerder is geraamd. In het Coalitieakkoord van het kabinet-Rutte IV is afgesproken dat de vliegbelasting wordt verhoogd. Dit beleidsvoornemen leidt tot hogere ticketprijzen, waarmee de groei van de luchtvaart wordt gedempt. Ook de nieuwe Europese beleidsplannen om de inzet van hernieuwbare energie te verplichten dragen bij aan verduurzaming van de luchtvaart. We lichten deze plannen verder toe in paragraaf 5.7.2.

In het *Fit for* 55-pakket zijn ook de regels voor het Europese emissiehandelssysteem aangepast. De vluchten binnen Europa maken sinds 2012 onderdeel uit van dat systeem. In het voorstel wordt het aantal gratis rechten voor de luchtvaart versneld afgebouwd. Vanaf 2027 worden er geen gratis rechten meer afgegeven. Tevens wordt het totale emissieplafond voor het emissiehandelssysteem versneld verlaagd, wat tot hogere ETS-prijzen leidt (zie hoofdstuk 2).

In 2030 iets meer passagiers, maar minder vluchten dan in 2019

Door de combinatie van een hogere vliegbelasting, hogere ETS-prijzen, minder gratis ETS-rechten, de verplichte inzet van hernieuwbare brandstoffen en de hoge olieprijzen stijgt de prijs van vliegen. Dit beperkt de verwachte groei van de luchtvaart. Voor 2030 worden 84 miljoen passagiers op de zes luchthavens van nationaal belang[45] verwacht, iets meer dan de 81 miljoen in 2019. Door de inzet van grotere vliegtuigen kan dat met minder vluchten. Bij voorgenomen beleid komt het aantal vluchten op Schiphol in 2030 naar verwachting uit op circa 430.000. Het totale aantal vluchten op de zes luchthavens van nationaal belang komt in 2030 naar verwachting uit op circa 490.000 (Significance 2022). Dat zijn minder vluchten dan de ruim 560.000 vluchten die in 2018 en 2019 werden

[45] Dit zijn Schiphol, Eindhoven Airport, Rotterdam The Hague Airport, Maastricht Aachen Airport, Groningen Airport Eelde en Lelystad Airport.

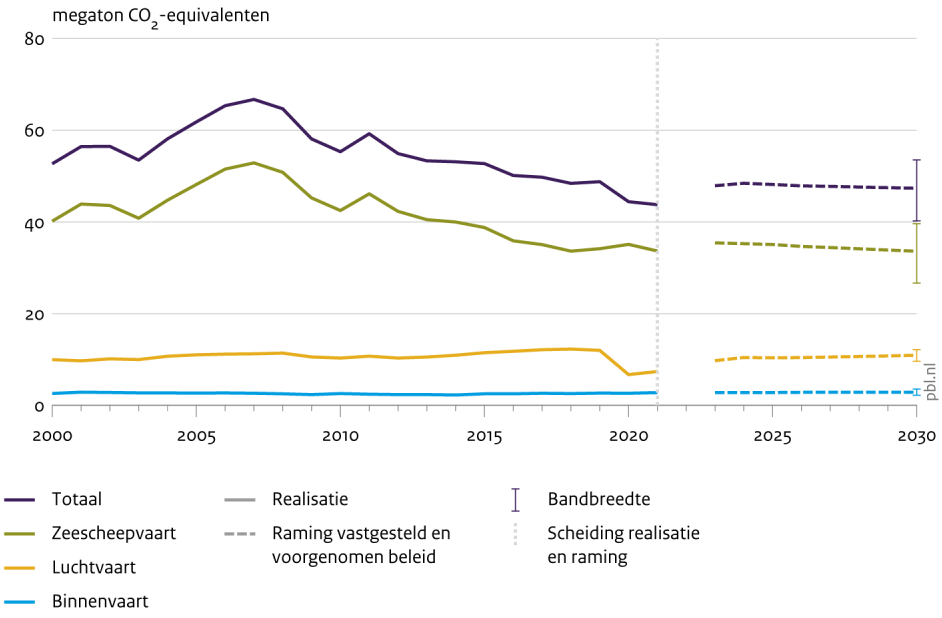
afgehandeld op deze luchthavens. Daarbij is verondersteld dat Lelystad Airport wordt opengesteld voor commerciële vluchten.

Luchtvaart heeft grotere invloed op klimaatverandering

In de KEV worden conform internationale richtlijnen voor de internationale luchtvaart alleen de emissies geraamd van CO_2, methaan (CH_4) en lachgas (N_2O). De luchtvaart heeft echter een wezenlijk grotere impact op het klimaat dan alleen via de uitstoot van deze broeikasgassen. Ook waterdamp, stikstofoxiden, roetdeeltjes, sulfaat en contrailvorming zijn van invloed op de opwarming van de aarde. De opwarmingseffecten hiervan zijn lastig te kwantificeren omdat deze afhankelijk zijn van de interactie met andere stoffen in de lucht en van de verzadiging van de lucht (Lee et al. 2021). Zo was het totale broeikasgaseffect van de mondiale luchtvaart in 2018 ongeveer drie keer zo groot als alleen het effect van CO_2, door de sterke groei van de luchtvaart. Deze factor neemt echter af richting 1 wanneer de wereldwijde luchtvaartemissies zouden stabiliseren (Lee et al. 2021). Voor een volledige afweging van de impact van luchtvaart op het klimaat is het zaak om ook de uitstoot van deze andere stoffen en de mogelijke effecten daarvan beter in kaart te brengen. In de Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's (maatschappelijke kosten-batenanalyses) wordt geadviseerd om hiervoor een factor 2 te hanteren, met een bandbreedte van 1 tot 4 (SEO 2021). Met die factor zou het effect van de luchtvaart op de opwarming van de aarde dus twee keer zo groot zijn als de emissiecijfers die we in deze KEV presenteren.

Figuur 5.17

Emissie broeikasgassen uit in Nederland verkochte bunkerbrandstoffen



Bron: Emissieregistratie (realisatie); KEV-raming 2022

Broeikasgasuitstoot van de scheepvaart is tot 2030 constant

De afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale zeescheepvaart ligt in 2030 naar verwachting op ongeveer hetzelfde niveau als in 2018. De uitstoot van broeikasgassen in 2030 is geraamd op 34 [27-40] megaton CO_2-equivalenten. 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. Het marktaandeel in de wereldwijde bunkerafzet van de Nederlandse zeehavens kent structureel een lichte daling, die in de raming is doorgetrokken. Dit is

een onzekere inschatting. De Europese beleidsvoorstellen voor verduurzaming van de scheepvaart uit het *Fit for* 55-pakket zijn meegenomen onder het geagendeerde beleid. De effecten van die voorstellen lichten we in paragraaf 5.7.3 toe.

Tot 2030 wordt een lichte toename geraamd van de afzet van bunkerbrandstoffen aan de binnenvaart. De uitstoot van broeikasgassen in 2030 is geraamd op 2,8 [2,2-3,5] megaton CO_2-equivalenten. De vervoersvolumes in de binnenvaart nemen tot 2030 naar verwachting toe. Dit is een onzekere inschatting omdat ladingstromen in de binnenvaart als gevolg van verschillende transities in de komende decennia gaan veranderen (zie bijvoorbeeld RHDHV 2019). Ondanks de geraamde groei van de vervoersvolumes, neemt de emissie van broeikasgassen naar verwachting maar beperkt toe doordat de vloot efficiënter wordt en er meer biobrandstoffen worden ingezet.

Verschillen ten opzichte van de KEV 2021

De uitstoot van broeikasgassen door de internationale luchtvaart in 2030 valt in de KEV 2022 ruim 3 megaton (22 procent) lager uit dan in de KEV 2021. Dit is het gevolg van de hiervoor toegelichte nieuwe (voorgenomen) Europese en nationale beleidsmaatregelen voor verduurzaming van de luchtvaart, in combinatie met de hogere olieprijzen die in deze KEV zijn verondersteld. De verwachte groei van de vervoersvolumes valt hierdoor lager uit dan in de KEV 2021. De inzet van hernieuwbare brandstoffen valt in 2030 als gevolg van de nieuwe Europese regelgeving twee keer zo hoog uit als in de KEV 2021. Ook dit draagt bij aan de lagere emissieraming.

De geraamde uitstoot van broeikasgassen door de internationale zeescheepvaart in 2030 is vrijwel gelijk aan die in de KEV 2021. Ook de geraamde uitstoot van broeikasgassen door de internationale binnenvaart is niet wezenlijk veranderd ten opzichte van de KEV 2021. De geraamde inzet van biobrandstoffen in de binnenvaart in 2030 is wel gehalveerd (van 4 naar 2 petajoule) als gevolg van de gewijzigde plannen voor hernieuwbare energie in de binnenvaart. Als gevolg daarvan ligt de geraamde uitstoot van broeikasgassen ruim 0,1 megaton hoger.

5.7.2 Energieverbruik

Nederland is in de Europese Unie een grote leverancier van bunkerbrandstoffen voor de zeescheepvaart

Nederland is één van de grote 'tankstations' voor de zeescheepvaart in de Europese Unie, onder andere door de aanwezigheid van een aantal grote raffinaderijen in de haven van Rotterdam. De haven van Rotterdam behoort tot de grootste bunkerhavens van de wereld. De afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale zeescheepvaart kan maar deels worden verklaard uit de ontwikkeling van de op- en overslag van goederen in de Nederlandse zeehavens. Ongeveer een kwart van alle bunkerbrandstofleveringen aan de internationale zeescheepvaart in de Europese Unie loopt via Nederland, terwijl het aandeel van Nederland in de op- en overslag van goederen in de Europese zeehavens ongeveer 15 procent bedraagt. In het afgelopen decennium is het aandeel van Nederland in de op- en overslag van goederen toegenomen, terwijl het aandeel in de bunkerafzet afnam. Omdat er geen directe relatie bestaat tussen de omvang van de goederenstromen en de afzet van bunkerbrandstoffen is de onzekerheid rond de bunkerramingen voor de zeescheepvaart relatief groot.

Afname van de bunkering van biobrandstoffen in de zeescheepvaart in 2021

In 2021 werd er 7 petajoule aan biobrandstoffen gebunkerd door de zeescheepvaart in Nederland. Dit was 3 petajoule minder dan in 2020. Biobrandstoffen hadden in 2021 een aandeel van 1,5

procent in de totale bunkerafzet aan de zeescheepvaart. De afname in 2021 is het gevolg van strengere regelgeving voor hernieuwbare energie in vervoer. Vanaf 2021 mogen alleen de leveringen van geavanceerde biobrandstoffen aan de zeescheepvaart meetellen voor de jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer. In de jaren daarvoor telden alle soorten biobrandstoffen mee. Als gevolg daarvan werd er in 2019 en 2020 relatief veel (niet-geavanceerde) biobrandstof aan de zeescheepvaart geleverd. Dit droeg wel bij aan het behalen van de jaarverplichting en aan het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen, maar niet aan de nationale klimaatdoelen. Het beleid is daarom aangescherpt. De verwachting was dat er vanwege de beperkte beschikbaarheid van geavanceerde biobrandstoffen aanzienlijk minder biobrandstof aan de zeescheepvaart geleverd zou worden (NEa 2022a). De levering van geavanceerde biobrandstof aan de zeescheepvaart is in 2021 echter fors toegenomen. Mede als gevolg van deze leveringen is er in 2021 ruim 5 keer zoveel geavanceerde biobrandstof geleverd aan vervoer dan verplicht was volgens de nationale wet- en regelgeving (NEa 2022a).

Met het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid wordt een afname verwacht van de bunkering van biobrandstoffen door de zeescheepvaart. De mogelijkheid om die leveringen in te boeken onder de nationale regelgeving voor hernieuwbare energie in vervoer komt namelijk in 2025 te vervallen. De Europese plannen voor verduurzaming van de zeescheepvaart zijn in deze KEV onder het geagendeerde beleid meegenomen en worden in de volgende paragraaf toegelicht. Bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid wordt tot 2030 wel een groei verwacht van de bunkering van lng. De mate waarin is echter onzeker. In deze KEV is de afzet van lng in 2030 geraamd op 30 petajoule, waar die in 2021 nog 5 petajoule bedroeg. Het gebruik van lng in plaats van stookolie leidt tot een lagere CO_2-uitstoot, maar een wezenlijk deel van de klimaatwinst wordt tenietgedaan door methaanslip. De uitstoot van methaan door lng-schepen is daardoor potentieel relatief hoog. Hoe groot de methaanslip in de praktijk daadwerkelijk is, is onderwerp van nader onderzoek.

Plannen voor hernieuwbare energie in de binnenvaart zijn nog onduidelijk

De inzet van biobrandstoffen voor de internationale binnenvaart is in 2030 geraamd op 2 petajoule, oftewel 5 procent van het totale energiegebruik. Eerdere plannen om de binnenvaart onder de oplopende jaarverplichting voor hernieuwbare energie te laten vallen zijn afgelopen jaar gewijzigd. In plaats daarvan was het kabinet voornemens om brandstofleveranciers voor de binnenvaart een verplichting op te leggen voor het beperken van de uitstoot van broeikasgassen gedurende de levenscyclus van de geleverde brandstoffen. Deze verplichting vloeit voort uit de Europese richtlijn voor brandstofkwaliteit (*Fuel Quality Directive*, FQD). De aangekondigde invoering van deze regelgeving per 2023 is echter tot nader order uitgesteld. De in het Klimaatakkoord beoogde groei van de inzet van hernieuwbare brandstoffen in de binnenvaart moet nu gerealiseerd worden bij de implementatie van de gewijzigde Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII). De mogelijke implicaties van de REDIII bespreken we in de volgende paragraaf. Ondanks het uitblijven van een verplichting voor de inzet van hernieuwbare energie in de binnenvaart wordt ook bij huidig vastgesteld en voorgenomen beleid verwacht dat er een zekere mate van biobrandstof wordt ingezet in de binnenvaart. Leveringen aan de binnenvaart kunnen namelijk wel worden ingeboekt onder de jaarverplichting voor hernieuwbare energie in vervoer (zie ook paragraaf 5.6). De mate waarin dit zal gebeuren is onzeker.

Gebruik van walstroom door zeeschepen neemt toe

Begin 2022 is een nieuwe walstroomaansluiting voor zeeschepen in gebruik genomen op de Landtong Rozenburg. Dit is de tweede walstroomaansluiting in Nederland, naast die voor ferryschepen in Hoek van Holland. Door het gebruik van walstroom kunnen schepen tijdens het aanmeren hun

generatoren afschakelen. Dit scheelt brandstofverbruik en bijbehorende emissies van broeikasgassen en milieuverontreinigende stoffen en kan ook de geluidsoverlast beperken. Om het gebruik van walstroom door de zeescheepvaart te stimuleren, is in het voorjaar van 2022 een subsidieregeling geïntroduceerd voor de aanleg van nieuwe walstroompunten. In totaal is er 31 miljoen euro aan budget beschikbaar in 2022 en 2023. Beoogd wordt de regeling uit te breiden tot 2025. Hiermee kunnen ruim 20 nieuwe aansluitingen worden gesubsidieerd (CE Delft 2022b). Het doel van de regeling is primair om de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuurgebieden te reduceren, maar de regeling leidt ook tot een bescheiden afname van de uitstoot van broeikasgassen (CE Delft 2022b). Deze besparing is geraamd op 0,2 megaton CO_2-equivalenten in 2030.[46]

De Europese Commissie is voornemens het gebruik van walstroom vanaf 2030 verplicht te stellen voor specifieke scheepstypen. Dit beleidsvoornemen is in deze KEV meegenomen bij het geagendeerde beleid en wordt in de volgende paragraaf behandeld.

Europese Commissie gaat de inzet van hernieuwbare energie in de luchtvaart verplichten

De Europese Commissie heeft in juli 2021 als onderdeel van haar *Fit for* 55-beleidspakket strengere regelgeving aangekondigd voor de verduurzaming van de Europese luchtvaart. Dit *ReFuelEU Aviation*-voorstel bevat onder meer een oplopende verplichting voor de inzet van hernieuwbare energie in de luchtvaart. Brandstofleveranciers moeten conform dit voorstel een steeds groter aandeel zogeheten *Sustainable Aviation Fuels* (SAF) gaan leveren aan de luchtvaart in de Europese Unie. Dit aandeel loopt op van 2 procent in 2025 naar 5 procent in 2030 en 32 procent in 2040. Brandstoffen op basis van voedsel en voedergewassen zijn daarbij uitgesloten. Van de in totaal 5 procent hernieuwbare brandstoffen in 2030 moet ten minste 0,7 procentpunt bestaan uit synthetische brandstoffen. In 2040 loopt dit op tot 8 procentpunt. Om uitwijkgedrag te beperken bevat het beleidspakket een verplichting om ten minste 90 procent van de brandstof voor vertrekkende vluchten in te slaan op de luchthaven van vertrek. Als gevolg van dit Europese beleidsvoorstel neemt de afzet van hernieuwbare brandstoffen aan de internationale luchtvaart in Nederland naar verwachting toe naar circa 8 petajoule in 2030. De totale afzet van brandstoffen aan de luchtvaart neemt naar verwachting toe van 102 petajoule in 2021 naar circa 159 [140-175] petajoule in 2030.

De inzet van SAF kan ook bijdragen aan het verminderen van de niet-CO_2-gerelateerde klimaatimpact van de luchtvaart (CE Delft et al. 2022). Bij het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid is er echter een reële kans dat dit potentieel niet wordt benut. Gebruik van SAF leidt weliswaar tot een schonere verbranding, maar de kwaliteitseisen die worden gesteld aan luchtvaartbrandstoffen gelden niet voor de afzonderlijke brandstoffen (kerosine en SAF) maar voor het mengsel. Door relatief schone SAF bij te mengen kan de kwaliteit van het fossiele deel wat minder hoog zijn en kan het mengsel toch voldoen aan de kwaliteitseisen. Omdat er kosten gepaard gaan met het verbeteren van de kwaliteit van de brandstof lijkt het waarschijnlijk dat leveranciers de verplichte bijmenging van SAF benutten om de kwaliteit van het fossiele deel wat te verlagen, waarmee de vraag is of er een afname optreedt van de niet-CO_2-gerelateerde klimaatimpact van de luchtvaart.

[46] Het extra elektriciteitsverbruik door gebruik van walstroom is geraamd op circa 1 petajoule in 2030. Het is nog niet duidelijk of dit energiegebruik bij het binnenlandse totaal moet worden meegeteld of bij het internationale totaal. In deze KEV is het bij het internationale totaal gerekend, omdat de dieselbrandstof die wordt vervangen door walstroom ook tot het internationale totaal werd gerekend.

5.7.3 Geagendeerd beleid

Minimumaccijns op kerosine en nationale bijmengverplichting leiden tot CO_2-reductie in de luchtvaart

In het Akkoord Duurzame Luchtvaart is afgesproken dat in 2030 14 procent van de voor de luchtvaart bestemde brandstof duurzaam is (Ministerie van IenW 2021). Dit aandeel is hoger dan de Europese verplichting van 5 procent in 2030 die voortvloeit uit *ReFuelEU Aviation* en die in het voorgenomen beleid is meegenomen. Door de extra inzet van hernieuwbare brandstoffen kan de uitstoot van broeikasgassen circa 0,9 megaton lager uitvallen. Om aan de extra vraag naar hernieuwbare luchtvaartbrandstoffen te kunnen voldoen, heeft het kabinet in het Coalitieakkoord aangekondigd om de productie te gaan stimuleren. De manier waarop was bij het maken van deze KEV nog niet bekend. Aangenomen is dat met deze stimulering het aanbod van hernieuwbare luchtvaartbrandstoffen voldoende is om aan de vraag te voldoen die past bij een verplichting van 14 procent.

De voorgenomen herziening van de Europese energiebelastingrichtlijn (de *Energy Taxation Directive*, ETD) bevat een minimumaccijns voor de brandstoffen die worden gebruikt voor intra-Europese vluchten. Momenteel zijn deze brandstoffen niet belast. In het voorstel wordt in 2023 een minimumtarief geïntroduceerd voor niet-duurzame brandstoffen die worden gebruikt voor passagiersvluchten. Dit tarief wordt vervolgens in tien jaar tijd stapsgewijs verhoogd tot omgerekend circa 38 cent per liter in 2033. Door de hoge prijsgevoeligheid in de luchtvaart kan dit in 2030 leiden tot circa 4 à 7 procent minder passagiers op Nederlandse luchthavens (PBL 2021). De uitstoot van broeikasgassen kan hierdoor met circa 2 tot 4 procent afnemen, wat neerkomt op circa 0,2 tot 0,4 megaton. Het effect op de uitstoot is kleiner dan op het aantal passagiers, omdat het merendeel van de uitstoot van broeikasgassen vrijkomt op intercontinentale vluchten, die niet worden belast. Rekening houdend met overlap tussen beide maatregelen is het totale effect op de uitstoot van broeikasgassen geraamd op 1 tot 1,2 megaton in 2030.

Het kabinet is voornemens om naast een nationale verplichting voor hernieuwbare energie ook een CO_2-plafond in te voeren voor vertrekkende vluchten vanaf Nederlandse luchthavens. Conform de doelen uit het Akkoord Duurzame Luchtvaart zou de CO_2-uitstoot in 2030 niet hoger mogen liggen dan die in 2005 (Ministerie van IenW 2020). Dit zou neerkomen op een plafond van 11 megaton. De geraamde CO_2-uitstoot in 2030 bedraagt bij vastgesteld en voorgenomen beleid 10,8 megaton, waardoor dit plafond geen effect heeft op de middenraming. Wel wordt de onzekerheid over de uitstoot in 2030 kleiner: die mag immers niet hoger uitvallen dan 11 megaton, dus de bovenkant van de bandbreedte wordt lager. Ditzelfde geldt voor het aangekondigde capaciteitsplafond van 440.000 vluchten dat in de komende vijf jaar op Schiphol zou moeten gaan gelden (Ministerie van IenW 2022). In de huidige ramingen voor vastgesteld en voorgenomen beleid wordt dit plafond niet overschreden. De effecten van de in het Coalitieakkoord afgesproken terugsluis van de opbrengsten van de verhoging van de vliegbelasting kunnen nog niet worden geraamd. Afgesproken is dat de opbrengsten worden aangewend voor verduurzaming van de luchtvaartsector, maar de manier waarop is nog niet bekend.

Verplicht gebruik van walstroom leidt tot minder uitstoot van zeescheepvaart in havens

De verplichte toepassing van walstroom in de zeescheepvaart kan in 2030 tot een besparing leiden van 0,3 tot 0,5 megaton (CE Delft 2022b). *FuelEU Maritime* schrijft voor dat alle passagiers- en containerschepen groter dan 5.000 ton brutotonnage vanaf 2030 verplicht gebruik moeten maken van walstroom als zij meer dan 2 uur aan de kade liggen en er walstroom beschikbaar is. De herziene

richtlijn voor infrastructuur voor hernieuwbare energie (*Alternative Fuel Infrastructure Regulation*) ziet toe op de uitrol van walstroompunten in de grotere havens in de Europese Unie.

Effecten van overige onderdelen van het Europese beleidspakket voor verduurzaming van de scheepvaart zijn nog niet te ramen

Het *Fit for* 55-pakket van de Europese Commissie bevat diverse voorstellen voor verduurzaming van de zeescheepvaart. De Europese Commissie is voornemens om de uitstoot van broeikasgassen door de zeescheepvaart onder het Europese emissiehandelssysteem te brengen. Ook moet voor de brandstoffen in de zeescheepvaart een minimumaccijns gaan gelden. Ten slotte moet er een verplichting komen voor het terugdringen van de koolstofintensiteit van de scheepsbrandstoffen en moeten de brandstofleveringen aan de zeescheepvaart gaan vallen onder de herziene Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII). Dit beleidspakket kan tot een potentieel grote afname leiden van de levering van bunkerbrandstoffen aan de zeescheepvaart vanuit de Europese zeehavens. Het bunkeren van scheepsbrandstoffen in Europese havens zal door het beleidspakket duurder worden. Hierdoor zullen schepen naar verwachting uitwijken naar havens buiten de Europese Unie. Op mondiale schaal kan de daling van de uitstoot door uitwijkeffecten veel kleiner zijn (CE Delft 2022b). De mate waarin uitwijkeffecten optreden is op dit moment niet goed te ramen, daarom is geen inschatting gemaakt van het effect van het geagendeerde beleidspakket voor de zeescheepvaart. De verschillende maatregelen worden hieronder kort geduid. Voor een nadere toelichting verwijzen we naar de factsheets per maatregel (CE Delft 2022b).

Zeescheepvaart wordt onder het Europese emissiehandelssysteem gebracht

Het *Fit for* 55-pakket bevat het voorstel om het Europese emissiehandelssysteem uit te breiden naar de zeescheepvaart. De CO_2-uitstoot van alle intra-Europese zeevaart en de helft van de uitstoot op vaarten van en naar de Europese Unie wordt onder het handelssysteem gebracht. Hierdoor wordt een groot deel van de uitstoot van broeikasgassen van de zeescheepvaart beprijsd. Het risico op uitwijkeffecten is bij dit voorstel niet zo groot, aangezien het niet uitmaakt waar de brandstof wordt gebunkerd. Wel bestaat de kans dat intercontinentale vaarroutes deels worden verlegd zodat de laatste vaart van of naar de Europese Unie relatief kort is en dus maar een beperkt deel van de totale vaart onder het handelssysteem valt.

Gebruik van hernieuwbare energie in de zeescheepvaart gaat toenemen door verplichte afname van de koolstofintensiteit van scheepsbrandstoffen

Om het gebruik van hernieuwbare brandstoffen in de scheepvaart te stimuleren stelt de Europese Commissie in *FuelEU Maritime* voor om een verplichting in te voeren voor de broeikasgasreductie van scheepsbrandstoffen. De koolstofintensiteit van scheepsbrandstoffen moet in 2030 over de hele brandstofketen met 6 procent zijn verlaagd ten opzichte van het niveau in 2020. Om aan deze verplichting te voldoen, kan het aandeel hernieuwbare brandstoffen in de zeescheepvaart in 2030 oplopen tot ruim 9 procent (CE Delft 2021b). Scheepsbrandstoffen moeten bovendien gaan vallen onder de herziene Europese richtlijn voor hernieuwbare energie (REDIII). De huidige richtlijn (REDII) verplicht een minimaal aandeel hernieuwbare energie in de binnenlandse mobiliteit. In het voorstel voor de REDIII wordt de verplichting aangepast naar een verplichte afname van de koolstofintensiteit van de brandstoffen. Die koolstofintensiteit moet in 2030 met 13 procent zijn verlaagd ten opzichte van de referentiewaarde van fossiele brandstof. Tevens stelt de Commissie voor om de scope van de regelgeving uit te breiden naar de totale levering van brandstoffen aan vervoer, inclusief de bunkerbrandstoffen voor de internationale lucht- en scheepvaart. Momenteel beperkt de scope van de regelgeving zich tot de brandstoffen voor binnenlands vervoer. Tot slot bevat het voorstel

een subdoel voor de levering van hernieuwbare energie van niet-biologische oorsprong (RFNBO, *Renewable Fuel of Non Biological Origin*).

Met het vastgestelde en voorgenomen beleid wordt de nieuwe reductiedoelstelling van 13 procent uit de REDIII in de binnenlandse mobiliteit waarschijnlijk gehaald (TNO 2022). Bij de bunkerbrandstoffen is de inzet van hernieuwbare energie bij vastgesteld en voorgenomen beleid gering, met name in de zeescheepvaart. Dit maakt dat uitbreiding van de scope van de RED ertoe leidt dat er meer hernieuwbare energie aan vervoer geleverd moet worden dan is geraamd bij vastgesteld en voorgenomen beleid. Lidstaten kunnen zelf kiezen hoe ze deze verplichting invullen. Potentieel moet er in Nederland in 2030 door uitbreiding van de scope van de RED 40 tot 60 petajoule extra hernieuwbare energie worden geleverd aan vervoer (TNO 2022). Dat kan tot een besparing leiden van 3 tot 4 megaton. Een deel daarvan wordt ingevuld met de geagendeerde nationale verplichting voor hernieuwbare energie in de luchtvaart en met de verplichte koolstofreductie uit *FuelEU Maritime*. Hoeveel extra hernieuwbare energie daarbovenop nog nodig is om aan de REDIII te voldoen hangt sterk af van de gedragseffecten. Vooral in de zeescheepvaart is de uitwijk potentieel groot (CE Delft 2022b). De REDIII reguleert namelijk de afzet van de brandstoffen en heeft dus effect op de plek waar wordt gebunkerd. Door buiten de Europese Unie te bunkeren kan deze verplichting worden vermeden. Dit kan ertoe leiden dat er veel minder vanuit Nederlandse havens wordt gebunkerd, en dat dus de daaraan gerelateerde uitstoot van broeikasgassen zoals die in de KEV wordt geraamd, flink afneemt. Op mondiale schaal is de afname van de uitstoot echter een stuk kleiner. Dit risico op uitwijkeffecten wordt versterkt door de voorgenomen invoering van een minimumaccijns voor scheepsbrandstoffen, die in het voorstel voor wijziging van de Europese energiebelastingrichtlijn is opgenomen.

Subdoel voor hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong

Het voorstel voor herziening van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie bevat een verplichting voor de inzet van hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO). Deze verplichting bedraagt 2,6 procent in 2030 en geldt voor de totale levering van brandstoffen aan vervoer, inclusief de bunkerbrandstoffen. Aan de verplichting kan worden voldaan met brandstoffen als e-methanol, e-kerosine, e-diesel of waterstof en mogelijk deels met inzet van waterstof bij de raffinage van fossiele brandstoffen. Deze brandstoffen zijn nu nog beperkt beschikbaar en voor de benodigde hoeveelheden in 2030 is een vergroting van de productiecapaciteit nodig.

In de raming met vastgesteld en voorgenomen beleid wordt nauwelijks RFNBO ingezet voor binnenlandse mobiliteit (minder dan 1 petajoule) en in geringe mate in de luchtvaartbunkers (1 à 2 petajoule). De inzet van RFNBO moet door de nieuwe verplichting flink worden verhoogd (TNO 2022). Een verhoging van de inzet van RFNBO in vervoer hangt sterk samen met hoeveel RFNBO in de raffinage van brandstoffen kan worden ingezet en hoe groot de uitwijkeffecten zijn bij de zeescheepvaart. Als alle RFNBO bij mobiliteit wordt ingezet en er geen uitwijkeffecten zijn, kan er potentieel 20 tot 30 petajoule aan RFNBO nodig zijn om aan de verplichting te voldoen. Maar met inzet van RFNBO in het raffinageproces kan tot 60 procent van de verplichting worden ingevuld (TNO 2022). In welke mate dit wordt toegestaan moet nog worden besloten bij de uiteindelijke implementatie van de REDIII. Door onzekerheid over de inzet van RFNBO in raffinage en over uitwijkeffecten bij de zeevaart is een raming van het effect hiervan op emissies niet mogelijk.

Nationale reductieverplichting CO_2-uitstoot binnenvaart uitgesteld

Het gewijzigde Besluit energie vervoer over de jaarverplichting hernieuwbare energie dat eind 2021 is gepubliceerd, bevat voor de binnenvaart een verplichting om de CO_2-uitstoot over de

brandstofketen van de geleverde brandstoffen met 6 procent te verlagen. Deze verplichting vloeit voort uit de Europese richtlijn voor brandstofkwaliteit (*Fuel Quality Directive*). Brandstofleveranciers aan de binnenvaart moeten jaarlijks zogenoemde Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE's) leveren, die ze kunnen creëren door hernieuwbare energie te leveren aan vervoer. Deze verplichting is in deze KEV meegenomen als vastgesteld beleid. Medio 2022 heeft de minister van IenW aangekondigd af te zien van de per 2023 geplande invoering van de verplichting. De minister heeft aangekondigd om de beoogde verduurzaming van de binnenvaart via de implementatie van de REDIII te willen behalen. Dit maakt dat er minder hernieuwbare energie hoeft te worden ingezet in vervoer, waardoor de geraamde uitstoot van broeikasgassen in 2030 circa 0,1 tot 0,2 megaton hoger uitvalt. Het potentiële effect van de REDIII wordt evenredig groter.



Literatuur

Referenties

Hoofdstuk 1

Arets, E., S.A. van Baren, M.J. Schelhaas en J.P. Lesschen (2022), *Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO2 door de LULUCF sector 2021-2040; Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Beukel, van den (2021), *Vijf redenen voor de stijgende gasprijzen*, IEX; https://www.iex.nl/Artikel/723524/Vijf-redenen-voor-de-stijgende-gasprijzen.aspx.

CBS (2021a), *Kernprognose 2021-2070*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek; https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2021/kernprognose-2021-2070-bevolkingsgroei-trekt-weer-aan.

CBS (2021b), *Huishoudensprognose 2021-2070*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek; https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2021/huishoudensprognose-2021-2070-groei-aantal-huishoudens-houdt-aan.

CBS (2022c), *Spanning op de arbeidsmark*', Centraal Bureau voor de Statistiek; https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-arbeidsmarkt/spanning-op-de-arbeidsmarkt.

CPB (2022a), *Centraal Economisch Plan 2022 (CEP)*, Den Haag: Centraal Planbureau; https://www.cpb.nl/centraal-economisch-plan-cep-2022.

CPB (2022b), *Actualisatie Verkenning middellange termijn tot en met 2030*, Den Haag: Centraal Planbureau; https://www.cpb.nl/actualisatie-verkenning-middellange-termijn-tot-en-met-2030-maart-2022.

EC (2018), *Richtlijn (EU) 2018/2001 van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen (herschikking)*, Brussel: Europese Commissie.

EC (2021a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality. COM/2021/550 final,* Brussel: Europese Commissie.

EC (2021b), *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law)(2020/0036(COD)),* Brussel: Europese Commissie; https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8440-2021-INIT/en/pdf.

Energeia (2022), *Jetten: regionale overheidsregie nodig om infrastructuurprojecten te versnellen*, Energeia; https://energeia.nl/energeia-artikel/40103004/jetten-regionale-overheidsregie-nodig-om-infrastructuurprojecten-te-versnellen.

EZK (2019), *Klimaatakkoord*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022a), *Kabinetsaanpak Klimaatbeleid. Kamerbrief 32813-974*, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022b), *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat, Juni 2022,* Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022c), *Kamerbrief over beleidsinzet biogrondstoffen*, Rijksoverheid.nl; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/04/22/beleidsinzet-biogrondstoffen.

IPCC (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [R.K. Pachauri & A. Reisinger (eds.)]. Genève, Zwitserland: IPCC.

IPCC (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [R.K. Pachauri & L.A. Meyer (eds.)]. Genève, Zwitserland: IPCC.

KNMI (2015), *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*, De Bilt: KNMI.

Netbeheer Nederland (2022), *Quickscan coalitieakkoord energiesysteem*, Netbeheer Nederland; https://www.netbeheernederland.nl/_upload/RadFiles/New/Documents/Quickscan%20NBNL_Quickscan%20Coalitieakkoord%2010%20juni%202022.pdf.

PBL (2022a), *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2022b), *Rekenmodellen Klimaat- en Energieverkenning (KEV)*, Planbureau voor de Leefomgeving; https://www.pbl.nl/kev/modellen

PBL (2022c), *Voorlopige raming van broeikasgasemissies in 2030. Notitie ten behoeve van de concept Klimaatnota 2022, vooruitlopend op de Klimaat- en Energieverkenning 2022,* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

RVO & CBS (2022), *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, herziening 202'*, CBS; https://www.cbs.nl/-/media/cbs/onze-diensten/methoden/onderzoek/pdf/protocolmonitoringhernieuwbareenergie2022-rvo-cbs.pdf.

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: Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden.

Strengers, B. & Elzenga, H. (2020), *Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa. Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen*, Den Haag: PBL.

Volkers C., P. Vethman, M. van Bruggen (2022), *Herziening klimaatcorrectie voor ruimteverwarming*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Vonk, J., C. van Bruggen, L.A. Lagerwerf, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, T. van der Zee en G.L. Velthof (2022), *Raming van luchtemissies uit de landbouw tot 2030, met doorkijk naar 2040. Achtergronddocument veehouderij en akkerbouw bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Wageningen Livestock Research, in voorbereiding.

Welle, A.J. van der et al. (2017), *Achtergronddocument onzekerheden NEV 2017*, Petten: ECN.

Wieclawska (2021), *Op weg naar een groene toekomst deel 1: hoe grondstoffen schaarste onze ambities voor groene waterstof en de energietransitie als geheel kan belemmeren*, TNO; https://publications.tno.nl/publication/34637999/atSPZS/wieclawska-2021-op.pdf.

Hoofdstuk 2

Brown, S. (2022), 'Coal is not making a comeback: Europe plans limited increase', Ember; https://ember-climate.org/insights/research/coal-is-not-making-a-comeback/ [Geraadpleegd op 20-07-2022].

CBS (2022a), ' Marktprijzen Energie, 2000-2021' , CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/13/marktprijzen-energie-2000-2021 [Geraadpleegd juli 2022].

CBS (2022b), 'Steenkool, invoer per land, 2020-2021', CBS; Steenkool, invoer per land, 2020-2021 (cbs.nl) [Geraadpleegd op 29-08-2022].

CE Delft (2022), *50% green hydrogen for Dutch industry. Analysis of consequences draft RED3*. Delft: CE Delft.

CPB (2022), *Centraal Economisch Plan 2022*. Den Haag: Centraal Planbureau.

CSIS (2022), 'The Future of European Energy: A Conversation with EU Energy Commissioner Kadri Simson', Center for Strategic & International Studies; https://www.csis.org/analysis/future-european-energy-conversation-eu-energy-commissioner-kadri-simson [Geraadpleegd op 18-07-2022].

EC (2020a), The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism explained. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24.

EC (2020b), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. COM/2020/98 final. Brussel: Europese Commissie.

EC (2021a), 'Delivering the European Green Deal, Europese Commissie; https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en [Geraadpleegd op 18-07-2022].

EC (2021b), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast). COM(2021) 802 final. Brussels: European Commission.

EC (2021c), Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on the internal markets for renewable and natural gases and for hydrogen. COM(2021) 804 final. Brussels: European Commission.

EC (2021d), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on common rules for the internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen. COM(2021) 803 final. Brussels: European Commission.

EC (2021e), Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on methane emissions reduction in the energy sector and amending Regulation (EU) 2019/942. COM(2021) 805 final. Brussels: European Commission.

EC (2021f), Communication from the Commission to the European Parliament and the Council 'Sustainable Carbon Cycles' COM(2021) 800 final. Brussels: European Commission.

EC (2021g), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2013/34/EU, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Regulation (EU) No 537/2014, as regards corporate sustainability reporting. COM/2021/189 final. Brussels: European Commission.

EC (2021h), Sustainable Finance Factsheet. European Commission, 6 July 2021.

EC (2022a), *Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023, unpublished document shared with Member States*. Brussel: Europese Commissie.

EC (2022b), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'REPowerEU plan'. COM(2022) 230 final. Brussels: European Commission.

EC (2022c), 'Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources, Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency. COM/2022/222 final. Brussels: European Commission.

EC (2022d), Proposal for a Council Regulation on coordinated demand reduction measures for gas COM/2022/361 final. Brussels: European Commission

EC (2022e), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "Save gas for a safe winter" COM/2022/360 final. Brussels: European Commission

EC (2022f), Voorstel voor een Verordening van de Raad betreffende een noodinterventie in verband met de hoge energieprijzen. COM(2022) 473 final. Brussel: Europese Commissie.

EC (2022g), Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1214 of 9 March 2022 amending Delegated Regulation (EU) 2021/2139 as regards economic activities in certain energy sectors and Delegated Regulation (EU) 2021/2178 as regards specific public disclosures for those economic activities. C/2022/631. Brussels: European Commission.

EC (2022h), 'Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy 2022', Europese Commissie; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_566 [Geraadpleegd op 18-07-2022].

EC (2022i), 'Ecodesign for sustainable products', Europese Commissie; https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products_en [Geraadpleegd op 18-07-2022].

Ember (2022), E*uropean Electricity Review 2022*. Londen: Ember.

Energie Nederland (2022), 'Energie-Nederland bezorgd over voorstellen van Europese Commissie voor interventie in de elektriciteitsmarkt' https://www.energie-nederland.nl/energie-nederland-bezorgd-over-voorstellen-van-europese-commissie-voor-interventie-in-de-elektriciteitsmarkt/ [Geraadpleegd op 21-09-2022].

ENTSO-E (2020a), *Mid-term Adequacy Forecast 2020 edition*. Brussel: European Network of Transmission System Operators for Electricity.

ENTSO-E (2020b), *Ten Year Network Development Plan*. Brussel: European Network of Transmission System Operators for Electricity; https://tyndp.entsoe.eu/.

EU (2022), Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulations (EU) 2017/1938 and (EC) No 715/2009 with regard to gas storage. PE/24/2022/INIT.

European Council (2022), European Council meeting (24 and 25 March 2022)– Conclusions. EUCO 1/22. Brussels, 25 March 2022.

Greunsven, J. (2020), 'Europese solidariteit met flow-based marktkoppeling' – Trilemma, Energeia; https://energeia.nl/trilemma/40088402/europese-solidariteit-met-flow-based-marktkoppeling [Geraadplaagd op 21-09-2022].

Guidehouse (2022), *Biomethane production potentials in the EU. Feasibility of REPowerEU 2030 targets, production potentials in the Member States and outlook to 2050. A Gas for Climate report*. Utrecht: Guidehouse.

Hernandez, A. & Jack, V. (2022), 'Nord Stream nightmare: Has Putin stopped Europe's gas for good?', Politico; https://www.politico.eu/article/europe-russia-energy-gas-crunch-nord-stream-shutoff-ukraine-war/ [Geraadpleegd op 18-07-2022].

ICE (2022a), 'Brent Crude Futures', Intercontinental Exchange, Inc; https://www.theice.com/products/219/Brent-Crude-Futures.

ICE (2022b), 'Dutch TTF Gas Futures', Intercontinental Exchange, Inc; https://www.theice.com/products/27996665/Dutch-TTF-Gas-Futures.

ICE (2022c), 'EUA Futures', Intercontinental Exchange, Inc; https://www.theice.com/products/197/EUA-Futures/data?marketId=5474736 [Geraadpleegd juli 2022]

IEA (2022a), *Coal 2021*. Parijs: International Energy Agency.

IEA (2022b), *Oil Market Report February 2022*. Parijs: International Energy Agency.

Mathiesen, K., Wanat, Z. & Weise, Z. (2022), 'Coal not 'taboo' as EU seeks Russian gas exit', Politico; https://www.politico.eu/article/coal-not-taboo-as-eu-seeks-russian-gas-exit-says-green-deal-chief/ [Geraadpleegd op 18-07-2022].

PBL (2020), *Actualisatie invoer mobiliteitsmodellen 2020*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2021), *Nederland Fit for 55? Mogelijke gevolgen van het voorgestelde EU-klimaatbeleid*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2022), *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Schure, K.M. & P. Vethman (2020), *Overzicht van uitgangspunten, scenario-aannames en beleid in de KEV 2020. Achtergrondrapport bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Hoofdstuk 3

Arets, E., M-.J. Schelhaas, S. van Baren & J.P. Lesschen (2022), Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO_2 door de LULUCF-sector 2021-2040. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Wageningen: Wageningen Environmental Research.

CBS (2022), Uitstoot broeikasgassen 2,1 procent hoger in 2021 zie www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/11/uitstoot-broeikasgassen-2-1-procent-hoger-in-2021.

EC (2009), Decision on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. Decision No 406/2009/Ec Of The European Parliament And Of The Council (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009D0406&from=EN).

EC (2018a), Regulation on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013 (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN).

EC (2018b), 'Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (Text with EEA relevance.)', EUR-Lex; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC.

EC (2020) Commission Implementing Decision on setting out the annual emission allocations of the Member States for the period from 2021 to 2030 pursuant to Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council. L426/58 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020D2126&rid=4.

EC (2021a), Proposal for amending Directive (EU) 2018/2001 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652; 2021/0218 https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb7eb9c-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

EC (2021b), Proposal for a amending Regulation (EU) 2018/842 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement. 10867/21 https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10867-2021-INIT/en/pdf.

EC (2022), Fit for 55 package. Proposal for a amending Regulation (EU) 2018/842 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement. 10283/22 https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10283-2022-INIT/en/pdf.

EZK (2015), Biomassa 2030. Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022a), Kabinetsaanpak Klimaatbeleid. Brief van de minister voor klimaat en energie, vergaderjaar 2022, kamerbrief 32 813, nr. 974, Den Haag: februari 2022 https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32813-974.pdf.

EZK (2022b), Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Den Haag, juni 222. https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/06/02/ontwerp-beleidsprogramma-klimaat.

EZK (2022c), Beleidsinzet biogrondstoffen. Brief van de minister voor klimaat en energie en de staatssecretaris van infrastructuur en waterstaat, vergaderjaar 2021–2022, 32 813, nr. 1039, Den Haag: Tweede Kamer.

IenW (2020), Kamerbrief over duurzaamheidskader biogrondstoffen, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, oktober 2020, den Haag https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/10/16/duurzaamheidskader-biogrondstoffen.

PBL (2022), *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Pulles, T., Gillenwater, M. & Radunsky, K. (2022), 'CO2 emissions from biomass combustion Accounting of CO2 emissions from biomass under the UNFCCC', Carbon Management, 13:1, 181-189, DOI: 10.1080/17583004.2022.2067456.

RIVM (2021), Emissieregistratie. Zie: https://www.emissieregistratie.nl/data/overzichtstabellen-lucht/broeikasgassen.

RVO (2017), 'Soorten biomassa voor verbranding', RVO; https://www.rvo.nl/onderwerpen/bio-energie/ketels-en-kachels/soorten-biomassa.

RVO (2022), 'National Reports to the UNFCCC', RVO; https://english.rvo.nl/information/laws-regulations/national-inventory-entity/national-reports-unfccc [Geraadpleegd op 12-07-2022].

Rijksoverheid (2021), *Beantwoording vragen over nalevering van het Urgenda-vonnis* (13 juli 2021), Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat; https://open.overheid.nl/repository/ronl-2f5b2364-b27f-4813-9d89-02b94686a848/1/pdf/beantwoording-kamervragen-over-naleving-van-het-urgenda-vonnis.pdf.

SER (2020), Biomassa in balans. Een duurzaamheidskader voor hoogwaardige inzet van biogrondstoffen, Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

Strengers, B. & Elzenga, H. (2020), Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa. Verslag van een zoektocht naar gedeelde feiten en opvattingen, Den Haag: PBL.

Vonk, J., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, T. van der Zee & G.L. Velthof (2021), Referentieraming van emissies broeikasgassen uit landbouw tot 2030, met doorkijk naar 2040. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2021. Wageningen: WUR.

Hoofdstuk 4

AGSI (2022), 'Aggregated gas Storage Inventory', Netherlands; Gas Infrastructure Europe - AGSI+ (gie.eu) [Geraadpleegd 1 april 2022].

CBS (2022a), 'Aardgasverbruik in 2021 4 procent lager dan in 2020', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/09/aardgasverbruik-in-2021-4-procent-lager-dan-in-2020#:~:text=Minder%20gas%20gewonnen%20en%20minder%20gas%20in%20opslag&text=In%202021%20was%20de%20totale,22%2C8%20miljard%20kubieke%20meter [Geraadpleegd juli 2022].

CBS (2022b), 'Dossier Rusland-Oekraïne', CBS Dossier Rusland-Oekraïne (cbs.nl), nieuwsberichten 9 maart 2022 en 26 juli 2022; Dossier Rusland-Oekraïne (cbs.nl) [Geraadpleegd Juli/Augustus 2022].

CBS Statline (2022a), 'Aardgasbalans; aanbod en verbruik', Centraal Bureau voor de Statistiek; StatLine - Aardgasbalans; aanbod en verbruik (cbs.nl) [Geraadpleegd 5 juli 2022].

CBS Statline (2022b), 'Database Internationale handel; aardolie, aardolieproducten; aanvoer en afvoer, land', CBS StatLine; https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37448/table?ts=1658310595460 [Geraadpleegd Juni/Juli 2022].

CBS Statline (2022c), 'Database Aardoliegrondstoffen- en aardolieproductenbalans; aanbod en verbruik', CBS StatLine; https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84596NED [Geraadpleegd Juni/Juli 2022].

EC (2021), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality. COM/2021/550 final.* Brussel: Europese Commissie.

EC (2022), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'REPowerEU plan'. COM(2022) 230 final.* Brussels: Europese Commissie.

ECW (2021), 'Duurzaamheid van bestaande warmtenetten', Expertise Centrum Warmte; https://expertisecentrumwarmte.nl/themas/marktordening+en+financiering/duurzaamheid+van+bestaande+warmtenetten/default.aspx.

Energeia (2022), 'EU-landen besluiten tot importban op Russische olie via zee', Energeia; https://energeia.nl/fd-artikel/40102347/eu-landen-besluiten-tot-importban-op-russische-olie-via-zee [Geraadpleegd op 18 oktober 2022].

Eurostat (2010-2020), 'Energy Statistics. Supply, transformation and consumption of oil - annual data', Periode 2010-2020, Eurostat.

Eurostat (2022) , 'Import en export aardgas en lng naar herkomst voor Nederland'; Eurostat; https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_TI_GAS__custom_3274807/default/table?lang=en.

EZK (2019a), *Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan 2021-2030*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2019b), *Kamerbrief over gaswinningsniveau Groningen in 2019-2020*. 10 september 2019. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022a), *Kamerbrief over Wijzigingsbesluit Gaswinning Groningen 2021-2022*. 1 april 2022. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022b), *Kamerbrief over Gasleveringszekerheid komende winter en verder*. 14 maart 2022. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022c), *Kamerbrief voortgang Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat en projecten Rijkscoördinatieregeling*. 30 juni 2022. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

IEA (2021), *World Energy Outlook 2021*, Paris: International Energy Agency; World Energy Outlook 2021 – Analysis - IEA.

Matthijsen, J. et al. (2021), *Monitor RES 1.0. Een analyse van de Regionale Energie Strategieën 1.0*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Menkveld, M., Gerdes, J. & Lamboo, S. (2022), *Aanscherping doelen energiebesparing herziening EED en REPowerEU*. Amsterdam: TNO.

NEa (2022), *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2021. Naleving verplichtingen wet- en regelgeving Energie voor Vervoer*, Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

Neste (2022), 'Neste investeert in nieuwe raffinaderij voor hernieuwbare producten in Rotterdam' , Neste; https://www.neste.nl/releases-and-news/renewable-solutions/neste-investeert-nieuwe-raffinaderij-voor-hernieuwbare-producten-rotterdam [Geraadpleegd op 7-7-2022].

Netbeheer Nederland (2022), *Quickscan coalitieakkoord energiesysteem*. Den Haag: Netbeheer Nederland.

NLOG.nl (2021a), 'Datacenter productiecijfers, gewonnen gas per veld voor het kalenderjaar 2010', Nederlandse Olie- en Gasportaal; Datacenter | NLOG [Geraadpleegd 7 april 2022].

NLOG.nl (2021b), 'Datacenter productiecijfers, opgeslagen en afgevoerd gas per veld voor het kalenderjaar 2020', Nederlandse Olie- en Gasportaal; Datacenter | NLOG [Geraadpleegd 7 april 2022].

NLOG.nl (2022), 'Datacenter productiecijfers, opgeslagen en afgevoerd gas per veld voor het kalenderjaar 2021', Nederlandse Olie- en Gasportaal; Datacenter | NLOG [Geraadpleegd 7 april 2022].

PBL (2020), *Advies uitfasering houtige biogrondstoffen voor warmtetoepassingen*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving; https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-advies-uitfasering-houtige-biogrondstoffen-voor-warmtetoepassingen-4303.pdf.

PBL (2021), *Nederland Fit for 55? Mogelijke gevolgen van het voorgestelde EU-klimaatbeleid*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2022), *Inzicht in arbeidsmarktknelpunten voor de uitvoering van het klimaatbeleid*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Shell (2021), 'Shell bouwt een van Europa's grootste biobrandstoffenfabrieken in Rotterdam', Shell; https://www.shell.nl/media/persberichten/media-releases-2021/shell-bouwt-een-van-europas-grootste-biobrandstoffenfabrieken-in-rotterdam.html [Geraadpleegd op 6-7-2022].

Shell (2022), 'Shell start bouw van Europa's grootste groene waterstoffabriek in Rotterdam', Shell; https://www.shell.nl/media/nieuwsberichten/2022/holland-hydrogen-1.html [Geraadpleegd op 6-7-2022].

Ship&Bunker (2022), 'Homepagina', Ship&Bunker; https://shipandbunker.com/ [Geraadpleegd op 6-10-2022].

TenneT (2022), *Investeringsplan Net op land 2022-2031*. Arnhem: TenneT.

Hoofdstuk 5

Arets, E., S.A. van Baren, M.J. Schelhaas & J.P. Lesschen (2022), *Raming van emissies van broeikasgassen en verwijderingen van CO_2 door de LULUCF sector 2021-2040; Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.

Baayen, R.P., Berkhout, P., Candel, J.J.L., van Doorn, A.M., Eweg, A.Y., Jager, J.H., Jellema, A. & Jongeneel, R.A. (2021), *Naar een doeltreffend en doelmatig Nationaal Strategisch Plan; Effectenanalyse van beleidsvarianten voor de Nederlandse invulling van het nieuwe GLB*. Wageningen: Wageningen University and Research.

Boezeman, D. & Vink, M. (2022), *Beëindigen van veehouderijen – lessen uit 25 jaar beëindigingsregelingen*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Brink, C. & Prins, A.G. (2022), *Hoe kan circulaire-economiebeleid bijdragen aan de klimaatdoelstelling?* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Bruggen, M. van (2022), *Evaluatie gasverbruik*, Amsterdam: De Energiemanager.

BZK (2022), *Beleidsprogramma versnelling verduurzaming gebouwde omgeving*, Den Haag: BZK; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/01/beleidsprogramma-versnelling-verduurzaming-gebouwde-omgeving.

CBS (2021a), '92 procent woningen op aardgas begin 2019', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/07/92-procent-woningen-op-aardgas-begin-2019.

CBS (2021b), Welvaart in coronatijd, CBS, https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/welvaart-in-coronatijd.

CBS (2022a), 'Uitstoot broeikasgassen 11 procent lager in eerste kwartaal 2022', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/24/uitstoot-broeikasgassen-11-procent-lager-in-eerste-kwartaal-2022 [Geraadpleegd op 4-10-2022].

CBS (2022b), 'Uitstoot broeikasgassen 9 procent lager in tweede kwartaal 2022', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/37/uitstoot-broeikasgassen-9-procent-lager-in-tweede-kwartaal-2022 [Geraadpleegd op 4-10-2022].

CBS (2022c), 'Indicatoren aardgasgebruik van de industrie', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/indicatoren-aardgasgebruik-van-de-industrie.

CBS (2022d), 'Arbeidsmarkt nog krapper in eerste kwartaal', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/20/arbeidsmarkt-nog-krapper-in-eerste-kwartaal.

CBS (2022e), 'Energieverbruik particuliere woningen' CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81528NED.

CBS (2022f), 'Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen', CBS, https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82380NED/table.

CBS (2022g), 'Gebouwenmatrix energie 2020 op 1 januari 2020 en 1 januari 2021', CBS; https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/13/gebouwenmatrix-energie-2020-op-1-januari-2020-en-1-januari-2021.

CBS (2022h), 'Minder stikstof en fosfaat in dierlijke mest', CBS, https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/26/minder-stikstof-en-fosfaat-in-dierlijke-mest.

CBS (2022i), 'Mobiliteit in coronatijd', CBS; Mobiliteit in coronatijd (cbs.nl).

Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2021), *CDM-advies 'Doorrekening bronmaatregelen stikstof in de melkveehouderij'*. Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

CPB & PBL (2020), '*Kansrijk mobiliteitsbeleid*', Den Haag: Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving.

CE Delft (2021a) Groeiprojecties energie-intensieve industrie; referentiescenario's voor impactanalyse klimaatbeleid, https://ce.nl/publicaties/groeiprojecties-energie-intensieve-industrie-referentiescenarios-voor-impactanalyse-klimaatbeleid/.

CE Delft (2021b), *The impacts of the ETD proposals on shipping and bunkering*, Delft: CE Delft.

CE Delft (2022a), Bijmengverplichting groen gas - ontwerpopties en effectenanalyse, CE Delft, https://ce.nl/wp-content/uploads/2022/06/CE_Delft_210414_Bijmengverplichting_groen_gas_DEF.pdf.

CE Delft (2022b), *Energiebesparing mobiliteit in de KEV 2022. Factsheets*, Delft: CE Delft.

CE Delft & TNO (2022), *50% green hydrogen for Dutch industry. Analysis of consequences draft RED3*. Delft: CE Delft.

Deltares (2021), Erkens, G., H. Kooi en R. Melman. (2021). *Actualisatie bodemdalingsvoorspellingskaarten*. Deltares, Utrecht, Nederland.

Ehrismann, M., van der Burg, D., Lustermans, G., Hazzouti, K., Teulings, B. & Niessen, I. (2020), *Uitvoeringskosten van het Klimaatakkoord voor decentrale overheden in 2022 – 2030, Rapport in het kader van art. 2-onderzoek Klimaatakkoord*, Utrecht: Andersson Elffers Felix.

ElaadNL (2022), *Bedrijventerreinen in beweging. Outlook Logistiek & Bedrijventerreinen*, ElaadNL.

EZK (2021), *MIEK Overzicht 2021*, Den Haag: EZK; https://open.overheid.nl/repository/ronl-e96fcc00-2650-4065-84e7-a4a5a2350bbf/1/pdf/meerjarenprogramma-infrastructuur-energie-en-klimaat.pdf.

Europese Commissie (2022), 'Innovation Fund: EU invests €1.8 billion in clean tech projects', Europese Commissie; https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4402 [Geraadpleegd op 4-10-2022].

EZK (2022a), *Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat, Juni 2022,* Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

EZK (2022b), 'Kamerbrief over ontwikkeling transportnet voor waterstof', Rijksoverheid.nl; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/06/29/ontwikkeling-transportnet-voor-waterstof.

Gasunie (2022), 'Gasunie start met aanleg waterstofnetwerk Nederland', Gasunie; https://www.gasunie.nl/nieuws/gasunie-start-met-aanleg-waterstofnetwerk-nederland.

H_2Platform (2022), 'Tanklocaties', H_2Platform; https://opwegmetwaterstof.nl/tanklocaties/ [Geraadpleegd op 4-10-2022].

KiM (2022), *Trendprognose wegverkeer 2022-2027*, Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KNMI (2015), *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*, De Bilt: KNMI.

van Lieshout, M. & Keuken, H. (2021), *Handhaafbaar gedeelte kosteneffectief CO2-reductiepotentieel in de Nederlandse industrie*, Royal HaskoningDHV & PDC.

Lee, D.S., D.W. Fahey, A. Skowron, M.R. Allen et al., (2021) 'The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018', *Atmospheric Environment* 244.

Lesschen, J.P., Hendriks, C.H., Sliert, T., Porre, R.J., Velthof, G.L., & Rietra, R. (2021), *De potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.

Menkveld, M. et al. (2022), Artikel 6 EED renovatieverplichting gebouwen van publieke instellingen, TNO: https://energy.nl/publications/impact-aangescherpte-renovatieverplichting-publieke-instellingen/.

Ministerie van IenW (2020), *Verantwoord vliegen naar 2050 - Luchtvaartnota 2020-2050*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Ministerie van IenW (2021), *Akkoord Duurzame Luchtvaart*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Ministerie van IenW (2022), *Evaluatie Schipholbeleid. Brief van de minister van Infrastructuur en Waterstaat aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal*, Kamerstuk 29 665, N4. 432; https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-1038544.pdf.

MuConsult, Significance, 4Cast & Revnext (2020). *Effecten varianten betalen naar gebruik. Eindrapport*. Amersfoort: MuConsult.

NAL (2022), 'Voortgangsrapportage Nationale Agenda Laadinfrastructuur', Rijksoverheid.nl; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/06/01/bijlage-2-voortgangsrapportage-nal-31-mei-2021.

Nationaal Warmtefonds (2022), *Jaarverslag 2021 Stichting Nationaal Warmtefonds*, Hilversum: Nationaal Warmtefonds.

NEa (2022a), *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2021. Naleving verplichtingen wet- en regelgeving Energie voor Vervoer*, Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

NEa (2022b), *Garanties van Oorsprong in het EU ETS*. Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit; https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/monitoring-emissies/garanties-van-oorsprong-gvos.

PAW (2022), https://www.aardgasvrijewijken.nl/proeftuinen+op+de+kaart/dashboard/default.aspx.

PBL (2021), *Nederland Fit for 55? Mogelijke gevolgen van het voorgestelde EU-klimaatbeleid*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2022a), *Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2022b, in voorbereiding), *Toelichting geagendeerd beleid landbouw en landgebruik bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Revnext (2019), *Achtergrondrapport Carbontax-model,* Rotterdam: Revnext.

Revnext (2022a), *Carbontax analyses voor de KEV 2022 (werktitel),* Rotterdam: Revnext.

Revnext (2022b), *Effectenstudie – Afbouw BPM-vrijstelling voor ondernemers*. In opdracht van Ministerie van IenW en Ministerie van Financiën.

RHDHV (2019), *Gevolgen grote transities en wereldhandel voor de binnenvaart. 2020-2040,* Delft: Connekt/Topsector Logistiek.

Rijksoverheid (2022a), Wijziging van de Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie, https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/kst-36197-3.html.

Rijksoverheid (2022b), 'Kamerbrief over openstelling SDE++ in 2022', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/03/18/openstelling-sde-2022 [Geraadpleegd op 4-10-2022].

Rijksoverheid (2022c), 'Kamerbrief stand van zaken SDE++', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/07/01/verzamelbrief-sde [Geraadpleegd op 4-10-2022].

Rijksoverheid (2022d), 'Kamerbrief Verduurzaming van de Industrie', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/04/05/verduurzaming-van-de-industrie [Geraadpleegd op 4-10-2022].

Rijksoverheid (2022e), 'Kabinet trekt extra 1,3 miljard uit voor waterstofprojecten', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/07/15/kabinet-trekt-extra-13-miljard-uit-voor-waterstofprojecten [Geraadpleegd op 4-10-2022].

Rijksoverheid (2022f), 'Kamerbrief over hernieuwbare waterstof in raffinageprocessen vanaf 2025', Rijksoverheid; Kamerbrief over hernieuwbare waterstof in raffinageprocessen vanaf 2025 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl [Geraadpleegd op 4-10-2022].

Rijksoverheid (2022g), 'Kabinet start landelijke Energiebesparingscampagne en komt met Nationaal Isolatieprogramma om 2,5 miljoen woningen snel te isoleren', Rijksoverheid.nl; https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/04/02/kabinet-start-landelijke-energiebesparingscampagne-en-komt-met-nationaal-isolatieprogramma-om-2.5-miljoen-woningen-snel-te-isoleren.

Rijksoverheid (2022h), 'Kamerbrief over een samenhangend pakket ter verduurzaming van de glastuinbouw', Rijksoverheid.nl, https://open.overheid.nl/repository/ronl-8f5930fodaa6a24784f0624178b46084a61b0330/1/pdf/samenhangend-pakket-glastuinbouw.pdf.

Rijksoverheid (2022i), 'Kamerbrief over gemeenschappelijk Landbouwbeleid 2023-2027', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedselkwaliteit/documenten/kamerstukken/2022/10/03/gemeenschappelijk-landbouwbeleid-2023-2027 [Geraadpleegd op 6-10-2022].

Rijksoverheid (2022j), 'Kamerbrief over eerste hoofdlijnen Betalen naar Gebruik', Rijksoverheid; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/07/01/eerste-hoofdlijnen-brief-betalen-naar-gebruik [Geraadpleegd op 6-10-2022].

RVO (2021), *Monitor Energiebesparing Gebouwde Omgeving*, Utrecht: RVO.

RVO (2022a), Monitoringsresultaten Addendum 9 PJ energiebesparing.

RVO (2022b), 'Ruim de helft van de kantoren niet klaar voor energielabel C', RVO, https://www.rvo.nl/nieuws/ruim-de-helft-van-de-kantoren-niet-klaar-voor-energielabel-c.

RVO (2022c), Cijfers elektrisch vervoer, RVO; Cijfers elektrisch vervoer.

RVO (2022d), Aanschafsubsidie Zero-Emissie Trucks (AanZET); Aanschafsubsidie Zero-Emissie Trucks (AanZET) (rvo.nl).

SEO (2021), '*Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's*', Amsterdam: SEO.

Significance (2022), *AEOLUS berekeningen KEV 2022,* Den Haag: Significance.

Staatscourant (2022a), 'Besluit van de Minister voor Klimaat en Energie van 2 juni 2022, nr. WJZ/22176729, houdende vaststelling van de hoeveelheid CO_2-emissies voor de kalenderjaren 2018, 2019 en 2020 voor het systeem van verevening van kosten voor de glastuinbouw', Overheid.nl, https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-15296.html.

Staatscourant (2022b), 'Convenant CO2 emissieruimte binnen het CO2-sectorsysteem glastuinbouw voor de periode 2021–2024', Overheid.nl, https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-15244.html.

SZW (2022), 'Kamerbrief over aanpak krapte op arbeidsmarkt', Rijksoverheid.nl; https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/06/24/kamerbrief-over-aanpak-krapte-op-arbeidsmarkt.

TNO (2019), *Effectbepaling van een vrachtwagenheffing en verschillende terugsluismaatregelen op de wagenparksamenstelling en emissies van het vrachtverkeer in Nederland*, Den Haag: TNO.

TNO (2021), *Aanzet tot een analysekader betreffende de ingroei en opschaling van elektrische bestel- en vrachtvoertuigen in de Nederlandse vloot tot 2040*, Den Haag: TNO.

TNO (2022), *TNO Kennisinbreng Mobiliteit voor Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022*. Amsterdam: TNO.

TNO & PBL (2022) *Trends elektrisch rijden personen & vracht en impact op het elektriciteitssysteem*, Amsterdam: TNO & PBL.

Volkers, C. et al. (2022), *Herziening klimaatcorrectie voor ruimteverwarming*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Vonk, J. et al. (2022), *Achtergronddocument veehouderij en akkerbouw bij de Klimaat- en energieverkenning 2022*, Wageningen University and Research (nog te verschijnen).



Bijlagen

Bijlage 1: Sectorindeling Klimaatakkoord en KEV

Voor de definitie van de sectoren in de KEV volgen we de indeling van de klimaattafels van het Klimaatakkoord. Het gaat hierbij om de sectoren elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landbouw, landgebruik en mobiliteit. We lichten deze indeling hierna verder toe.

Elektriciteit

In de CBS-energiestatistiek1 heet deze sector 'de energiebedrijven'. Dit betreft de productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, warmte, stoom en gekoelde lucht (SBI 35). Naast de grootschalige elektriciteits- en warmteproductie gaat het in deze sector ook om de elektriciteits- en warmteproductie bij bedrijven in eigendom van energiebedrijven of van een joint venture tussen meerdere bedrijven. De elektriciteits- en warmteproductie die volledig in eigendom is van een ander bedrijf wordt meegenomen in de sector waar dat andere bedrijf toe behoort.

Industrie

In de CBS-energiestatistiek is de sector industrie een aggregatie van de sectoren nijverheid en reparatie en installatie van machines (bij het CBS wordt deze laatste sector niet bij de nijverheid meegenomen, maar bij de overige afnemers), waterbedrijven en afvalbeheer, olie- en gaswinning, cokesfabrieken en raffinaderijen (SBI 06-33, 36-43). De nijverheid betreft de sectoren voedings- en genotmiddelen, textiel, kleding, leder- industrie, houtindustrie, papier- en grafische industrie,

chemie en farmaceutische industrie, rubber- en kunststofindustrie, bouw- materialenindustrie, basismetaalindustrie, metaalproducten- en machine-industrie, transportmiddelenindustrie, meubelindustrie, overige industrie, bouwnijverheid en delfstoffenwinning (geen olie en gas). Het energieverbruik van mobiele werktuigen (bijvoorbeeld heftrucks in de industrie en teermachines in de wegenbouw) wordt bij de sector mobiliteit meegenomen.

Gebouwde omgeving

In de CBS-energiestatistiek is de sector gebouwde omgeving een aggregatie van de sectoren woningen, dienstverlening en overige afnemers onbekend (SBI 45-96, 99). Hieronder valt dus niet het energieverbruik van gebouwen die in eigendom zijn van bedrijven buiten deze sectoren; dit verbruik wordt bij de betreffende sector meegenomen. Afhankelijk van hoe het energiecontract is geregeld, kan het energieverbruik van gebouwen die worden gehuurd door bedrijven buiten deze sector van onroerendgoedhandelaren wel in deze sector worden meegenomen. Het energieverbruik van vervoermiddelen (zowel in particulier eigendom als in eigendom van bedrijven in bijvoorbeeld de sector vervoer en opslag) en mobiele werktuigen (bijvoorbeeld heftrucks) wordt bij de sector mobiliteit meegenomen.

Landbouw

In de CBS-energiestatistiek betreft dit ook de sector landbouw (SBI 01). Het energieverbruik van mobiele werktuigen (bijvoorbeeld tractoren) wordt bij de sector mobiliteit meegenomen.

Landgebruik

In deze sector worden alleen de emissies en opname van broeikasgassen gerapporteerd die zijn gerelateerd aan het gebruik of de verandering in dat gebruik van Nederlandse gronden.

Mobiliteit

In de CBS-energiestatistiek is de sector mobiliteit een aggregatie van de sectoren binnenlands vervoer en visserij. Daarnaast wordt hier ook het energieverbruik van mobiele werktuigen uit de andere sectoren meegenomen, alsmede het energieverbruik van de schepen en vlieg- tuigen van defensie. Dit verbruik wordt gebaseerd op de in Nederland verkochte brandstof. Het energieverbruik van de internationale scheepvaart en luchtvaart (verkocht in Nederland) wordt bij de bunkerbrandstoffen meegenomen.

Bunkerbrandstoffen

In de CBS-energiestatistiek wordt dit bunkering genoemd. Hieronder vallen de in Nederland verkochte brandstoffen voor de internationale zeevaart, binnenvaart en luchtvaart. De broeikasgasemissies die gepaard gaan met het verbruik van deze brandstoffen, moet Nederland conform de richtlijnen van het IPCC rapporteren. Deze emissies worden echter niet tot het nationale emissietotaal gerekend. Dit geldt zowel voor de internationale lucht- en zeescheepvaart als voor de binnenvaart met een herkomst of bestemming buiten Nederland.

Bijlage 2: Tabellen bij de KEV 2022

Begrippen en eenheden

Vanwege de beperkte ruimte schrijven we enkele begrippen en eenheden in deze tabellenbijlage niet voluit, maar gebruiken we afkortingen. Hierna geven we een overzicht van de meest gebruikte afkortingen met hun betekenis.

CO_2-eq	CO_2-equivalenten
HFK	fluorkoolwaterstof
kWh	kilowattuur
Mton	megaton
MWh	megawattuur
Nm^3	normaal kubieke meter; volume bij een druk van 101,325 kilopascal (kPa) en 0° C
ETS	Emissions Trading System, Europees emissiehandelssysteem
ESD	Effort Sharing Decision voor de periode 2013-2020; voor emissies van de niet-intensieve industrie buiten het ETS
ESR	Efffort Sharing Regulation voor de periode 2021-2030; voor emissies van de niet-intensieve industrie buiten het ETS
HICP	Harmonized Indices of Consumer Prices, geharmoniseerde consumentenprijsindex
PJ	petajoule
PFK	perfluorkoolwaterstof
SF_6	zwavelhexafluoride
USD	Amerikaanse dollar

Tabellenbijlage bevat geen getallen voor 2022

In de tabellenbijlage zijn geen getallen opgenomen voor het jaar 2022 omdat dit het lopende jaar betreft. In hoofdstuk 3 wordt wel ingegaan op de emissieontwikkelingen in het eerste helft van het jaar 2022. Voor internationale rapportageverplichtingen zijn er op aanvraag getallen beschikbaar voor 2022. Begin 2023 zullen de eerste statistieken voor energie en klimaat over geheel 2022 beschikbaar komen.

Tabel 1
Demografische ontwikkelingen (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid) met peildatum 1 januari betreffende jaar

	2005	2015	2020	2021	2025	2030
Bevolking (miljoen)	16,3	16,9	17,4	17,5	18,0	18,5
Potentiële beroepsbevolking[1] (miljoen)	11,0	11,1	11,6	11,6	11,9	12,0
Particuliere huishoudens (miljoen)	7,1	7,7	8,0	8,0	8,4	8,7
wv eenpersoonshuishoudens (miljoen)	2,4	2,9	3,1	3,1	3,3	3,5
Gemiddelde huishoudensgrootte	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1

[1)] De potentiële beroepsbevolking bestaat uit alle personen tussen 15 jaar en de AOW-leeftijd.

Tabel 2
Macro-economie; index (2021=100) (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Economische groei (groei bruto binnenlandsproduct)	81,3	90,4	95,4	100,0	109,3	116,0
Consumptie huishoudens	95,8	96,9	96,5	100,0	110,0	117,4
Consumptie overheid	72,6	87,5	95,0	100,0	109,5	119,7
Investeringen vaste activa bedrijven	75,7	93,6	96,9	100,0	116,5	123,7
Uitvoer van goederen en diensten	60,0	86,2	95,0	100,0	116,0	130,6
Invoer van goederen en diensten	60,6	89,7	96,1	100,0	119,2	136,2

* Voorlopige gegevens.

Tabel 3
Aandeel productie naar sector[1] in procenten (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021*	2025	2030
Energiebedrijven[2]	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
Industrie (incl. aardolie-industrie) en delfstoffenwinning	24,7	24,1	22,3	22,1	21,3	21,7
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	8,3	7,1	8,4	8,3	8,3	7,8
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	47,4	49,5	50,5	50,8	51,0	50,9
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	15,8	15,7	15,3	15,4	16,2	16,4
Landbouw, bosbouw en visserij	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0

[1)] Indeling naar sector op basis van hoofdactiviteit van bedrijf op basis van de Standaard Bedrijfsindeling van het CBS.
[2)] Producenten elektriciteit en warmte, netwerkbedrijven.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 4
Aandeel bruto toegevoegde waarde naar sector[1] in procenten (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021*	2025	2030
Energiebedrijven[2]	1,2	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3
Industrie (incl. aardolie-industrie) en delfstoffenwinning	15,7	14,0	13,4	13,5	12,3	12,1
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	5,8	4,9	5,9	5,7	5,6	5,3
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	53,2	55,5	55,8	56,2	56,5	56,8
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	22,3	22,3	21,6	21,4	22,6	23,0
Landbouw, bosbouw en visserij	1,9	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7

[1)] Indeling naar sector op basis van hoofdactiviteit van bedrijf op basis van de Standaard Bedrijfsindeling van het CBS.
[2)] Producenten elektriciteit en warmte, netwerkbedrijven.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 5
Aandeel werkgelegenheid naar sector[1] in procenten (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021*	2025	2030
Energiebedrijven[2]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Industrie (incl. aardolie-industrie) en delfstoffenwinning	11,8	10,1	9,6	9,4	8,9	8,3
Bouw, milieudienstverlening en watervoorziening	7,8	6,6	7,0	7,1	6,5	6,1
Handel, vervoer en zakelijke dienstverlening	50,1	52,1	52,4	52,3	52,3	51,7
Overheid, onderwijs, zorg, cultuur en recreatie	27,3	28,5	28,4	28,6	29,8	31,6
Landbouw, bosbouw en visserij	2,7	2,3	2,3	2,3	2,1	2,0

[1)] Indeling naar sector op basis van hoofdactiviteit van bedrijf op basis van de Standaard Bedrijfsindeling van het CBS.
[2)] Producenten elektriciteit en warmte, netwerkbedrijven.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 6
Conversiefactoren[1] (prognoses voor zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021	2025	2030
Prijsindex (HICP)[2] (2021=100)	75,9	91,9	97,2	100,0	115,0	125,8
Wisselkoers dollar[3] (US dollar per euro)	1,24	1,11	1,14	1,18	1,17	1,27

[1)] Historische gegevens prijzen afkomstig van het CBS: https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/13/marktprijzen-energie-2000-2021.
[2)] Prijsindex: 2022 en 2023: Centraal-economisch plan CPB maart 2022; 2024 t/m 2030: Kerngegevenstabel actualisatie MLT CPB maart 2022; 2031 t/m 2040: 1,5%.
[3)] Wisselkoers: 2022 en 2023: Centraal-economisch plan CPB maart 2022; 2024 t/m 2030: Kerngegevenstabel actualisatie MLT CPB maart 2022.

Tabel 7
Prijzen[1] in constante prijzen 2021 (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021	2025	2030	Lage prijzen 2030	Hoge prijzen 2030
Olie North Sea Brent[2] (euro per vat)	58	53	39	60	92	92	70	107
Groothandelsprijs aardgas[2] (euro per m³)		0,23	0,13	0,31	0,43	0,37	0,21	0,45
Import ketelkolen Nederland[2] (euro per ton)	71	65	58	94	81	81	60	120
Groothandelsprijs elektriciteit basislast (euro per MWh)	56	44	33	103	93	73	50	93
CO_2 Europees emissiehandelssysteem (ETS) (euro per ton)		8	26	53	86	110	87	149

[1)] Historische gegevens afkomstig van het CBS: https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/13/marktprijzen-energie-2000-2021. Voor 2000 en 2005 heeft het CBS geen historische gasprijzen.
[2)] Projecties: Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023 (EC 2022).

Tabel 8a
Totaal broeikasgasemissies per sector volgens GWP-waardes AR5[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	1990	2005	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal	227,0	218,8	169,7	172,2	160,5 - 166,8	122,2 - 127,6	114 - 139
Elektriciteit[3]	39,6	52,1	32,7	32,7	26,1 - 32,4	8,1 - 13,5	7 - 21
Industrie[4,5]	86,4	66,3	53,3	53,2	54,4	40,9	32 - 47
Gebouwde omgeving[5]	30,0	29,3	21,8	24,5	19,9	18,2	15 - 21
Mobiliteit[6]	32,2	39,8	30,6	30,5	31,6	28,2	26 - 31
Landbouw[5]	33,1	26,1	27,1	27,1	24,6	23,2	21 - 24
Landgebruik	5,7	5,2	4,2	4,3	3,9	3,7	3,0 - 4,2

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[2)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[3)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[4)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[5)] Exclusief mobiele werktuigen.
[6)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 8b
Totaal broeikasgasemissies per sector volgens GWP-waardes AR4[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	1990	2005	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal	226,3	218,1	168,6	171,1	159,5 - 165,7	121,2 - 126,6	113 - 138
Elektriciteit[3]	39,6	52,1	32,7	32,7	26,1 - 32,4	8,1 - 13,5	7 - 21
Industrie[4,5]	86,4	66,3	53,1	53,0	54,2	40,8	32 - 47
Gebouwde omgeving[5]	29,9	29,3	21,8	24,5	19,8	18,1	15 - 21
Mobiliteit[6]	32,2	39,8	30,6	30,5	31,7	28,2	26 - 31
Landbouw[5]	32,4	25,4	26,2	26,2	23,7	22,4	20 - 23
Landgebruik	5,7	5,2	4,2	4,3	3,9	3,7	3,0 - 4,2

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fourth Assessment Report (AR4) van het IPCC.
[2)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[3)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[4)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[5)] Exclusief mobiele werktuigen.
[6)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 9
Totaal broeikasgasemissies binnen de ETS per sector volgens GWP-waardes AR5[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal	80,4	94,1	74,1	74,1	69,0 - 75,3	39,9 - 45,3	33 - 55
Elektriciteit[3]	46,9	49,9	32,0	31,6	25,9 - 32,2	7,8 - 13,2	7 - 21
Industrie[4,5]	33,1	43,3	41,6	42,1	42,7	31,7	23 - 37
Gebouwde omgeving[5]	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2 - 0,2
Mobiliteit[6]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0 - 0
Landbouw[5]	0,1	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0 - 0,2

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[2)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[3)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[4)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[5)] Exclusief mobiele werktuigen.
[6)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 10
Totaal broeikasgasemissies binnen de ESD/ESR per sector volgens GWP-waardes AR5[1] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal	133,2	100,2	91,4	93,8	87,6	78,6	74 - 83
Elektriciteit[2]	5,2	3,2	0,7	1,1	0,2	0,2	0,2 - 0,2
Industrie[3,4]	33,1	11,3	11,7	11,1	11,7	9,2	8 - 10
Gebouwde omgeving[4]	29,1	24,1	21,5	24,2	19,6	18,0	15 - 21
Mobiliteit[5]	39,8	34,5	30,6	30,5	31,6	28,2	26 - 31
Landbouw[4]	26,0	27,0	26,9	27,0	24,4	23,1	21 - 24

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[2)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[3)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[4)] Exclusief mobiele werktuigen.
[5)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 11
Totaal koolstofdioxide-emissies (CO_2-emissies) per sector[1] in megaton CO_2 (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	1990	2005	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal	168,4	182,4	142,4	145,3	135,6 - 141,9	98,4 - 103,8	91 - 115
Elektriciteit[2]	39,5	51,9	32,4	32,4	25,9 - 32,2	7,8 - 13,2	7 - 21
Industrie[3,4]	54,4	50,2	47,1	47,1	49,4	36,6	28 - 43
Gebouwde omgeving[4]	29,1	28,6	21,3	23,9	19,4	17,7	18 - 21
Mobiliteit[5]	31,9	39,2	30,0	29,9	31,1	27,7	26 - 31
Landbouw[4]	8,0	7,6	7,5	7,8	6,0	5,0	3 - 6
Landgebruik	5,6	5,1	4,2	4,2	3,9	3,6	2,9 - 4,1

[1)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[2)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[3)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[4)] Exclusief mobiele werktuigen.
[5)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 12
Totaal overige broeikasgasemissies (methaan, lachgas, fluorhoudende gassen) per sector volgens GWP-waardes AR5[1] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld beleid en voorgenomen beleid)

	1990	2005	2020	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Totaal exclusief landgebruik	58,6	36,3	27,3	26,9	24,9	23,8	22 - 24
Elektriciteit[2]	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2 - 0,2
Industrie[3,4]	32,0	16,1	6,3	6,1	4,9	4,3	4,0 - 4,7
Gebouwde omgeving[4]	0,9	0,8	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5 - 0,5
Mobiliteit[5]	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4 - 0,4
Landbouw[4]	25,1	18,5	19,6	19,3	18,6	18,2	17,0 - 18,4
Landgebruik	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1 - 0,1

[1)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[2)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[3)] Nijverheid (inclusief hoogovens), waterbedrijven en afvalbeheer, raffinaderijen, cokesfabrieken en de winning van olie en gas.
[4)] Exclusief mobiele werktuigen.
[5)] Inclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 13
Energieverbruik[1] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030	Bandbreedte 2030
Primair energieverbruik volgens CBS	3.366	3.094	2.946	3.024	2.908 - 2.952	2.711 - 2.753	2.555 - 2.911
Primair energieverbruik volgens Eurostat[2]	2.935	2.675	2.444		2.470 - 2.514	2.219 - 2.261	2.061 - 2.416
Finaal energieverbruik volgens CBS	2.037	1.806	1.750	1.804	1.741	1.686	
Finaal energieverbruik volgens Eurostat[2]	2.264	2.041	1.906		1.973	1.850	1.729 - 1.974
Bruto-eindverbruik[3] totaal	2.301	2.047	1.944	2.010	2.010	1.878	1.626 - 2.103

[1)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[2)] Volgens definities Eurostat voor berekening besparing EED artikel 3 (nog geen realisaties voor 2021). Bij Eurostat beschikbaar onder de indeling 'Europe 2020-2030'.
[3)] Volgens definities Eurostat voor berekening aandeel hernieuwbare energie.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 14
Primair energieverbruik[1] per energiedrager[2] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal	3.366	3.094	2.946	3.024	2.908 - 2.952	2.711 - 2.753
Aardgas	1.493	1.212	1.302	1.256	965 - 1.048	825 - 920
Kolen	339	464	172	235	259 - 276	80 - 80
Olie	1.293	1.143	1.087	1.102	1.162	1.145
Waterstof[3]	0	0	0	0	1,5	0,6
Overig	39	45	49	50	43	73
Kernenergie	41	39	40	37	41	35
Hernieuwbaar	95	158	302	341	475	622
Elektriciteit[3]	67	33	-5	3	[-94] - [-39]	[-123] - [-69]

[1)] Volgens definities CBS-Energiebalans.
[2)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[3)] Een negatief getal is per saldo meer uitvoer dan invoer.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 15
Bruto-eindverbruik hernieuwbare energie in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2023	2030	Bandbreedte 2030
Waterkracht genormaliseerd[1]	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	
Wind totaal genormaliseerd[1]	7,3	24,9	50,2	68,4	103,3	305,3	
Wind op land genormaliseerd[1]	7,3	21,2	32,3	37,8	49,5	83,7	
Wind op zee genormaliseerd[1]	0,0	3,7	18,0	30,6	53,8	221,6	
Zon totaal	0,8	5,1	32,7	42,0	60,5	85,8	
Zonnestroom	0,1	4,0	31,6	40,8	59,3	84,4	
Zonnewarmte	0,7	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	
Aardwarmte	0,0	2,4	6,2	6,2	6,8	16,0	
Bodemenergie en buitenluchtwarmte	0,7	5,7	13,1	15,9	18,5	38,2	
Biomassa totaal[2]	47,9	78,7	120,4	108,0 - 135,7	149,7	131,0	
Meestook elektriciteitscentrales[2]	13,1	1,9	19,7	13,1 - 27,6	23,3	0,0	
Afvalverbrandingsinstallaties	9,8	20,7	17,0	18,3	16,9	15,2	
Biomassa huishoudens	15,7	16,7	16,2	16,2	16,0	16,1	
Biomassaketels, bedrijven[2]	5,5	15,2	28,8	23,0 - 30,9	32,7	35,6	
Biogas[2]	3,8	10,9	14,5	9,7 - 15,0	16,2	17,5	
Vloeibare biotransportbrandstoffen	0,1	13,3	24,3	27,7	44,7	46,7	
Totaal hernieuwbare productie genormaliseerd[1]	57,1	117,2	223,0	240,9 - 268,6	339,2	576,8	506,1 - 607,8
Statistische overdracht[3]			49,1				
Totaal hernieuwbare productie inclusief statistische overdracht			272,2				
Totaal bruto-eindverbruik	2.301	2.047	1.944	2.010	2.036	1.878	1.626 - 2.103
Aandeel hernieuwbaar in bruto-elektriciteitsverbruik[1,2] (procent)	6,3	11,0	26,4	30,3 - 34,0	46,4	85,0	
Aandeel hernieuwbare warmte[1,2] (procent)	2,4	5,3	8,1	7,4 - 8,4	9,1	13,7	
Aandeel hernieuwbare energie genormaliseerd[1,2] (procent)	2,5	5,7	11,5	12,0 - 13,4	16,7	30,7	27,1 - 32,7
Aandeel hernieuwbare energie inclusief statistische overdracht[1] (procent)			14,0				

[1)] Volgens procedure uit Richtlijn Hernieuwbare Energie.
[2)] Vanwege de onzekerheid over de duurzaamheidscriteria voor biomassa staat er voor 2021 een bandbreedte. In de projecties wordt aangenomen dat deze onzekerheid niet meer bestaat.
[3)] In verband met het niet halen van het hernieuwbare energiedoel heeft Nederland in 2020 hernieuwbare energierechten aangekocht vanuit Denemarken.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 16
Finaal energetisch verbruik in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal, temperatuurgecorrigeerd	2.059	1.826	1.788	1.789	1.741	1.686
Totaal, niet temperatuurgecorrigeerd	2.037	1.806	1.750	1.804		
Voor warmte[1], temperatuurgecorrigeerd	1.156	973	960	960	876	838
Voor warmte[1], niet temperatuurgecorrigeerd	1.134	953	922	974		
Motorbrandstoffen[2]	525	479	436	438	470	420
Elektriciteit[3]	377	374	393	391	395	428

[1)] Finaal energetisch verbruik exclusief elektriciteit en motorbrandstoffen.
[2)] Inclusief mobiele werktuigen, exclusief bunkerbrandstoffen voor internationale lucht- en scheepvaart.
[3)] Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 17
Finaal energetisch verbruik voor warmte[1] (temperatuurgecorrigeerd) per sector in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal	1.156	973	960	960	876	838
Nijverheid[2]	471	394	390	388	392	370
Gebouwde omgeving	546	474	460	464	400	388
Landbouw	130	99	103	100	78	74
Waterbedrijven en afvalbeheer	9	7	8	7	6	7

[1)] Finaal energetisch verbruik exclusief elektriciteit en motorbrandstoffen.
[2)] De raffinaderijen, winning van olie en gas, cokesfabrieken en hoogovens vallen binnen de energiestatistieken bij de energiesector en hebben vanwege internationale afspraken geen finaal energieverbruik. Omdat bij de broeikasgasemissies de emissies van de hoogovens nog bij de nijverheid wordt meegenomen, is het eigen verbruik van de hoogovens hier ook bij de nijverheid meegenomen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 18
Finaal energetisch verbruik voor warmte[1] (niet temperatuurgecorrigeerd) per sector in petajoule (alleen historische gegevens[2])

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal	1.134	953	922	974		
Nijverheid[3]	471	394	390	388		
Gebouwde omgeving	528	455	425	478		
Landbouw	126	97	99	101		
Waterbedrijven en afvalbeheer	9	7	8	7		

[1)] Finaal energetisch verbruik exclusief elektriciteit en motorbrandstoffen.
[2)] De ramingen zijn per defintie altijd voor een gemiddeld klimaat en derhalve alleen vergelijkbaar met de voor temperatuurgecorrigeerde gegevens.
[3)] De raffinaderijen, winning van olie en gas, cokesfabrieken en hoogovens vallen binnen de energiestatistieken bij de energiesector en hebben vanwege internationale afspraken geen finaal energieverbruik. Omdat bij de broeikasgasemissies de emissies van de hoogovens nog bij de nijverheid wordt meegenomen, is het eigen verbruik van de hoogovens hier ook bij de nijverheid meegenomen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 19
Elektriciteitsbalans in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Invoersaldo[1]	66	32	-10	1	[-39] - [-94]	[-69] - [-123]
Statistisch verschil[2]	2	-2	-4	-2	0	0
Totale productie	363	396	445	438	479 - 534	545 - 599
Productie uit aardgas	210	165	261	203	109 - 156	89 - 143
Productie uit aardgas voor centrale toepassing	125	88	182	124	43 - 91	39 - 93
Productie uit aardgas voor decentrale toepassing	85	77	79	79	66	50
Productie uit kolen	83	142	27	53	64 - 71	0 - 0
Productie uit overig fossiel	19	15	14	15	16	11
Productie uit nucleair	14	15	15	14	14	12
Productie uit hernieuwbaar totaal	27	49	119	145	270	427
Productie uit wind	7	27	55	65	152	330
Productie uit zon	0	4	32	41	74	84
Productie uit waterkracht	0	0	0	0	0	0
Productie uit biomassa	19	18	32	39	44	13
Overige productie	10	10	9	9	6	5
Totaal verbruik	427	430	440	440	440	475
Eigen verbruik energiesector en distributieverliezen	35	40	35	36	19	20
Energetisch verbruik eindverbruikers	377	374	393	391	395	428
Verbruik voor overige omzettingen	0	0	0	0	13	22
Eigen verbruik bij elektriciteitsproductie	15	16	12	13	14	6

[1)] Een negatief getal is per saldo meer uitvoer dan invoer.
[2)] Vanwege inconsistenties in de verschillende energiestatistieken in 2000 t/m 2015 komt het hier getoonde statistisch verschil niet overeen met wat het CBS publiceert. Het verschil is 1 tot 4 PJ.
* Voorlopige gegeven.

Tabel 20
Finaal energetisch elektriciteitsverbruik[1] per sector in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal	377	373	386	383	395	428
Nijverheid[2]	151	124	129	128	137	154
Gebouwde omgeving[3]	193	202	201	201	193	195
Landbouw	21	32	39	37	35	35
Waterbedrijven en afvalbeheer	7	8	9	9	10	7
Mobiliteit	6	7	8	8	20	36

[1)] Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
[2)] De raffinaderijen, winning van olie en gas, cokesfabrieken en hoogovens vallen binnen de energiestatistieken bij de energiesector en hebben vanwege internationale afspraken geen finaal energieverbruik. Omdat bij de broeikasgasemissies de emissies van de hoogovens nog bij de nijverheid wordt meegenomen, is het eigen verbruik van de hoogovens hier ook bij de nijverheid meegenomen.
[3)] In de CBS-Energiebalans staan (hier) voor de periode 2015 t/m 2021 hogere waarden, omdat in daarin teruglevering van zonnestroom door woningen aan het net nog niet is meegenomen. In juni heeft CBS op basis van voorlopige data voor het eerst een inschatting kunnen maken van de deze teruglevering. Dat was te laat voor de Energiebalans, maar nog wel op tijd voor deze KEV. Over de periode 2015 t/m 2021 loopt het verschil tussen de KEV en de huidige Energiebalans op van 1 tot 9 PJ. CBS gaat de teruglevering van elektriciteit door woningen opnemen in eerst volgende publicatie van de Energiebalans in december 2022.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 21
Aardgasbalans in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Winning	2.352	1.651	723	649	365	250
Invoer	688	1.221	1.794	1.725	1.817 - 1.899	1.602 - 1.698
Uitvoer	1.565	1.660	1.199	1.299	1.203	997
Bunkering	0	0	5	5	14	31
Voorraadmutaties	4	-14	4	192	0	0
Statistisch verschil[1]	-13	-13	15	6	0	0
Totaal verbruik	1.493	1.212	1.302	1.256	965 - 1.048	825 - 920
Verbruik voor elektriciteitsproductie[2]	550	419	563	464	260 - 342	207 - 303
Finaal verbruik en eigen verbruik[3]	849	697	642	691	634	547
Productie uit omzetting[4]	0	4	8	8	9	13
Verbruik voor grondstoffen	94	100	104	110	80	84

[1)] Het statistisch verschil is het verschil in de waarneming tussen winning, invoer, uitvoer en voorraadmutaties enerzijds en het verbruik anderzijds.
[2)] Al dan niet in warmte-krachtkoppeling.
[3)] Inclusief de inzet voor andere omzetting.
[4)] Productie van aardgas uit biogas of restgassen van olie.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 22
Energiebesparing volgens Energy Efficiency Directive in petajoule cumulatief (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2021-2030
Nationaal totaal	721 - 939
Huishoudens	229 - 343
Diensten	266 - 323
Industrie	74 - 243
Verkeer en vervoer	61 - 100
Landbouw	0 - 27

Tabel 23
Rendement en CO_2-emissiefactor elektriciteitsproductie[1] (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021	2025	2030
Rendement onderwaarde primair fossiel referentieparkmethode[2] (procent)	40,3	41,3	48,0		44,3	45,4
Rendement bovenwaarde primair fossiel referentieparkmethode[2,3] (procent)					43,0	42,2
CO_2-emissiefactor referentieparkmethode[2] (kg CO_2/kWh)	0,62	0,68	0,42		0,56	0,29
Rendement onderwaarde primair fossiel integrale methode[2] (procent)	45,5	49,1	69,7		119,4	245,5
Rendement bovenwaarde primair fossiel integrale methode[2] (procent)	42,3	46,2	63,7		111,8	224,7
CO_2-emissiefactor integrale methode[2] (kg CO_2/kWh)	0,51	0,53	0,29		0,19	0,07

[1)] Voor 2020 zijn deze gegevens nog niet beschikbaar
[2)] https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2022/05/rendementen-en-co2-emissie-van-elektriciteitsproductie-in-nederland-update-2020
[3)] Het CBS levert geen historische gegevens voor deze indicator.

Tabel 24
Broeikasgasemissies sector elektriciteit[1,2,3] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021*	2025	2030
Totaal broeikasgassen	52,1	53,1	32,7	32,7	26,1 - 32,4	8,1 - 13,5
Koolstofdioxide (CO_2)	51,9	52,9	32,4	32,4	25,9 - 32,2	7,8 - 13,2
Methaan (CH_4)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas (N_2O)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen ETS	46,9	49,9	32,0	31,6	25,9 - 32,2	7,8 - 13,2
Totaal broeikasgassen ESD en ESR sectoren	5,2	3,2	0,7	1,1	0,2	0,2

[1)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[2)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[3)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 25
Energieverbruik en -productie sector elektriciteit[1,2] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Verbruik totaal[3]	376,9	373,8	281,8	282,0	202,9 - 247,5	85,2 - 127,0
Verbruik aardgas	420,5	264,8	375,4	276,0	124,3 - 206,5	102,3 - 198,0
Verbruik kolen	207,5	336,6	63,9	119,3	127,8 - 145,0	0,0 - 0,0
Verbruik overig fossiel	63,2	40,4	27,0	29,8	25,7	8,6
Verbruik kernenergie	41,3	39,2	40,0	37,3	41,3	35,5
Verbruik hernieuwbaar totaal	38,6	38,2	113,9	143,1	249,7	367,0
Verbruik biomassa	33,4	15,0	58,3	75,7	73,9	9,2
Verbruik windenergie	4,9	22,9	50,4	59,4	149,9	327,1
Verbruik zonnestroom	0,0	0,0	5,0	7,7	24,6	24,6
Verbruik waterkracht	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4
Verbruik aardwarmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7
Verbruik omgevingswarmte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,0
Eigen verbruik en distributieverliezen elektriciteit[4]	20,0	20,8	18,1	18,5	17,2	21,2
Eigen verbruik en distributieverliezen warmte	5,5	8,9	10,1	10,4	7,5	8,7
Netto productie elektriciteit	292,2	302,2	312,9	297,0	339,8 - 394,6	413,1 - 467,1
Netto productie warmte	127,4	71,1	51,3	53,3	50,8	45,0
Netto productie aardgas[5]	0,0	1,7	2,4	2,1	0,0	0,0

[1)] Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht.
[2)] De getoonde range in de jaren van de ramingen betreft een bereik vanwege de grote onzekerheid in de ramingen van de elektriciteitsproductie.
[3)] Het totale verbruik bestaat uit het verbruik van aardgas, kolen, overig fossiel, kernenergie en hernieuwbaar, met daarbij opgeteld het eigen verbruik + distributieverliezen en daarvan afgetrokken de netto productie.
[4)] Eigen verbruik en distributieverliezen elektriciteit is zonder het eigen verbruik van elektriciteitsproductie-installaties. Dit is verrekend in de nettoproductie van elektriciteit. In de Energiebalans is eigen verbruik tegenwoordig met eigen verbruik van elektriciteitsproductie-installaties.
[5)] Dit betreft de invoeding van biogas in het aardgasnet. In de projecties wordt uitgegaan dat deze invoeding plaatsvindt in de sector waar de productie van biogas is.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 26
Broeikasgasemissies sector industrie[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Totaal broeikasgassen	66,3	54,6	53,3	53,2	54,4	40,9
Totaal koolstofdioxide (CO_2)	50,2	46,5	47,1	47,1	49,4	36,6
Koolstofdioxide (CO_2) nijverheid	32,5	28,8	31,0	30,8	31,9	24,6
Koolstofdioxide (CO_2) raffinaderijen	12,4	11,0	10,2	10,5	11,6	7,8
Koolstofdioxide (CO_2) cokesfabrieken	0,9	1,6	1,3	1,2	1,0	0,6
Koolstofdioxide (CO_2) winningsbedrijven olie en gas	2,2	1,9	1,5	1,5	2,5	2,2
Koolstofdioxide (CO_2) waterbedrijven en afvalbeheer	2,3	3,1	3,0	3,0	2,6	1,4
Methaan (CH_4)	8,3	4,9	3,9	3,7	3,2	2,6
Lachgas (N_2O)	6,2	1,7	1,4	1,2	0,8	0,8
Totaal fluorhoudend	1,5	1,5	1,0	1,1	1,0	0,9
HFK	1,0	1,3	0,8	0,9	0,8	0,7
PFK	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SF_6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen ETS	33,1	43,3	41,6	42,1	42,7	31,7
Totaal broeikasgassen ESD en ESR sectoren	33,1	11,3	11,7	11,1	11,7	9,2

[1)] Nijverheid (inclusief hoogovens, exclusief mobiele werktuigen) en de industriële activiteiten in de energiesector (raffinaderijen, cokesfabrieken, olie- en gaswinning, waterbedrijven en afvalbeheer).
[2)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 27
Energieverbruik en -productie sector industrie[1] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Totaal verbruik[2]	1.569	1.414	1.412	1.409	1.494	1.465
Finaal verbruik elektriciteit[3]	157	132	138	137	146	161
Eigen verbruik elektriciteit[4]	14	19	16	17	3	3
Finaal verbruik voor warmte[5]	492	411	407	407	399	377
Eigen verbruik voor warmte[6]	156	160	149	153	163	149
Niet energetisch gebruik	559	505	534	517	546	568
Inzet voor elektriciteit/WKK-omzetting[7]	200	181	216	213	158	146
Productie elektriciteit uit elektriciteit/WKK-omzetting[7]	41	38	53	51	40	35
Productie warmte uit WKK-omzetting[8]	88	67	81	80	51	44
Saldo overige omzettingen[8]	120	111	86	97	170	139

[1)] Nijverheid (inclusief hoogovens, exclusief mobiele werktuigen) en de industriële activiteiten in de energiesector (raffinaderijen, cokesfabrieken, olie- en gaswinning, waterbedrijven en afvalbeheer).
[2)] Het totale verbruik bestaat uit het finaal en eigen verbruik, het niet energetisch gebruik, de inzet voor elektriciteit/WKK-omzetting en het saldo overige omzettingen en daarvan afgetrokken de productie van elektriciteit en warmte.
[3)] Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
[4)] Eigen verbruik elektriciteit is zonder het eigen verbruik van elektriciteitsproductie-installaties. Dit is meegenomen bij de inzet voor elektriciteit/WKK-omzetting. In de Energiebalans is eigen verbruik tegenwoordig met eigen verbruik van elektriciteitsproductie-installaties.
[5)] Finaal energetisch verbruik exclusief het finaal verbruik van elektriciteit. Dit is inclusief het eigen verbruik van de hoogovens.
[6)] Totaal eigen verbruik exclusief eigen verbruik van elektriciteit. Dit is exclusief het eigen verbruik van de hoogovens.
[7)] Exclusief windenergie en zonne-energie.
[8)] In de Energiebalans is er bij de waterbedrijven en afvalbeheer voor de jaren 2014 en eerder geen onderscheid gemaakt tussen de productie van warmte uit een WKK-omzetting en de productie van warmte uit overige omzettingen. In deze tabel is deze productie van warmte geheel meegenomen bij de productie uit een WKK-omzetting.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 28
Groei-indicatoren sector industrie[1] (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Output in basisprijzen nijverheid (2021=100, constante prijzen)	83	94	97	100	108	114
Doorzet aardoliegrondstoffen raffinaderijen (petajoule)	2.465	2.406	2.259	2.306	2.387	2.234
Aardgaswinning[2] (miljard Nm³)	68	50	21	19	12	8

[1)] Nijverheid (inclusief hoogovens, exclusief mobiele werktuigen) en de industriële activiteiten in de energiesector (raffinaderijen, cokesfabrieken, olie- en gaswinning, waterbedrijven en afvalbeheer).
[2)] Bron: Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, diverse jaarverslagen, NLOG.nl (realisaties); Energie Beheer Nederland (projecties). Eenheid is in miljard Nm³ bij 101325 Pa en 0°C (geen Groningen equivalenten).
* Voorlopige gegevens.

Tabel 29
Broeikasgasemissies sector gebouwde omgeving[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Totaal broeikasgassen, temperatuurgecorrigeerd	30,4	25,5	23,7	23,8	19,9	18,2
Totaal broeikasgassen, niet temperatuurgecorrigeerd	29,3	24,4	21,8	24,5		
Totaal koolstofdioxide (CO_2), temperatuurgecorrigeerd	29,6	24,9	23,1	23,2	19,4	17,7
Koolstofdioxide (CO_2), temperatuurgecorrigeerd woningen	20,6	17,2	16,5	17,0	14,5	13,4
Koolstofdioxide (CO_2), temperatuurgecorrigeerd diensten	9,0	7,7	6,6	6,2	4,8	4,2
Totaal koolstofdioxide (CO_2), niet temperatuurgecorrigeerd	28,6	23,9	21,3	23,9		
Koolstofdioxide (CO_2), niet temperatuurgecorrigeerd woningen	19,9	16,5	15,3	17,5		
Koolstofdioxide (CO_2), niet temperatuurgecorrigeerd diensten	8,6	7,4	6,0	6,4		
Methaan (CH_4)	0,7	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
Lachgas (N_2O)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal broeikasgassen ETS	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Totaal broeikasgassen ESD en ESR sectoren	29,1	24,1	21,5	24,2	19,6	18,0

1) De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
[2)] Exclusief mobiele werktuigen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 30
Energieverbruik subsector woningen van de sector gebouwde omgeving in petajoule (vastgesteld en voogenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Totaal verbruik[1], temperatuurgecorrigeerd	462	411	406	414	377	372
Totaal verbruik[1], niet temperatuurgecorrigeerd	450	398	382	424		
Finaal verbruik elektriciteit[2,3]	78	80	81	79	79	80
Verbruik aardgas, temperatuurgecorrigeerd	356	297	288	296	253	235
Verbruik aardgas, niet temperatuurgecorrigeerd	344	285	265	305		
Netto levering warmte, temperatuurgecorrigeerd	9	13	13	13	15	18
Netto levering warmte, niet temperatuurgecorrigeerd	9	12	12	13		
Verbruik hernieuwbaar	17	22	37	41	53	70
Biomassa	16	17	16	16	16	16
Zonnestroom	0	3	13	16	23	32
Zonnewarmte	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Omgevingsenergie	0	2	6	8	12	21
Overig verbruik[4]	2	1	1	1	1	1

[1)] Het totaal verbruik bestaat uit het finaal verbruik elektriciteit, verbruik aardgas, netto levering warmte, verbruik hernieuwbaar (exclusief zonnestroom, dit zit ook al in het finaal verbruik elektriciteit) en het overig verbruik.
[2)] Inclusief elektriciteit uit zonnestroom.
[3)] In de CBS-Energiebalans staan (hier) voor de periode 2015 t/m 2021 hogere waarden, omdat in daarin teruglevering van zonnestroom door woningen aan het net nog niet is meegenomen. In juni heeft CBS op basis van voorlopige data voor het eerst een inschatting kunnen maken van de deze teruglevering. Dat was te laat voor de Energiebalans, maar nog wel op tijd voor deze KEV. Over de periode 2015 t/m 2021 loopt het verschil tussen de KEV en de huidige Energiebalans op van 1 tot 9 PJ. CBS gaat de teruglevering van elektriciteit door woningen opnemen in eerst volgende publicatie van de Energiebalans in december 2022.
[4)] Het overig verbruik omvat het verbruik van olieproducten en kolen.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 31
Energieverbruik subsector diensten[1] van de sector gebouwde omgeving in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Totaal verbruik[2], temperatuurgecorrigeerd	290	284	277	296	217	212
Totaal verbruik[2], niet temperatuurgecorrigeerd	284	278	267	300		
Finaal verbruik elektriciteit[3]	115	122	120	122	115	116
Verbruik aardgas, temperatuurgecorrigeerd	155	134	115	109	81	71
Verbruik aardgas, niet temperatuurgecorrigeerd	149	128	105	113		
Netto levering warmte	8	4	9	9	8	8
Verbruik hernieuwbaar[4]	1	6	15	18	25	30
Biomassa	0	1	2	2	2	2
Zonnestroom	0	1	7	8	13	14
Zonnewarmte	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
Omgevingsenergie	0	4	7	8	9	13
Overig verbruik[5]	12	18	24	46	2	2

[1)] Exclusief mobiele werktuigen.
[2)] Het totaal verbruik bestaat uit het finaal verbruik elektriciteit, verbruik aardgas, netto levering warmte, verbruik hernieuwbaar (exclusief zonnestroom, dit zit ook al in het finaal verbruik elektriciteit) en het overig verbruik.
[3)] Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
[4)] Exclusief windenergie.
[5)] Het overig verbruik omvat naast het verbruik van olieproducten voor verwarming ook de omzettingsverliezen bij de oliehandel en het verbruik van aardgas voor het op druk brengen van de velden voor gasopslag (kussengas). Voor de omzettingsverliezen bij de oliehandel en het gebruik van kussengas zijn geen aannames gemaakt in de projecties.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 32
Groei-indicatoren sector gebouwde omgeving (zowel vastgesteld als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021	2025	2030
Bewoonde woningen op 1 januari (miljoen)	6,6	7,2	7,5	7,6	7,8	8,2
Vloeroppervlak gebouwen diensten, exclusief leegstand op 1 januari[1] (miljoen m²)	352	379	406	405	415	431

[1)] Gegevens voor 2020 en 2021 zijn afkomstig van het CBS: https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2022/13/gebouwenmatrix-energie-2020-op-1-januari-2020-en-1-januari-2021. Eerdere jaren zijn gebaseerd op eerdere onderzoeken van het CBS, gecombineerd met specifieke onderzoeken naar bepaalde gebouwtypes. De projecties zijn bepaald aan de hand van de economische en demografische aannames.

Tabel 33
Broeikasgasemissies sector mobiliteit[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Totaal broeikasgassen	39,8	34,5	30,6	30,5	31,6	28,2
Totaal koolstofdioxide (CO_2)	39,2	33,8	30,0	29,9	31,1	27,7
Koolstofdioxide (CO_2) wegverkeer	33,7	28,8	25,3	25,2	26,4	23,2
Koolstofdioxide (CO_2) railverkeer	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Koolstofdioxide (CO_2) luchtvaart	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Koolstofdioxide (CO_2) scheepvaart	0,9	1,1	0,7	0,8	0,9	1,0
Koolstofdioxide (CO_2) defensie	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Koolstofdioxide (CO_2) visserij	0,9	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5
Koolstofdioxide (CO_2) mobiele werktuigen (MWT)	3,3	3,1	3,3	3,3	3,0	2,9
Koolstofdioxide (CO_2) MWT bouw en industrie	1,7	1,4	1,7	1,6	1,5	1,5
Koolstofdioxide (CO_2) MWT diensten	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Koolstofdioxide (CO_2) MWT landbouw	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
Koolstofdioxide (CO_2) MWT huishoudens	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Methaan (CH_4)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Lachgas (N_2O)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Totaal fluorhoudend	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
HFK	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
PFK	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
Totaal broeikasgassen ETS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal broeikasgassen ESD/ESR	39,8	34,5	30,6	30,5	31,6	28,2

[1)] Inclusief mobiele werktuigen, exclusief bunkerbrandstoffen voor internationale lucht- en scheepvaart.
[2)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 34
Energieverbruik sector mobiliteit[1] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020*	2021*	2025	2030
Totaal verbruik	535	488	446	449	492	459
Totaal olieproducten	529	479	436	438	469	420
Totaal benzine	169	164	155	160	191	178
Fossiele benzine	169	158	146	150	180	167
Biobenzine	0,0	6,0	9,5	9,8	12	11
Totaal diesel	333	302	272	269	269	233
Fossiele diesel	333	294	257	251	236	204
Biodiesel	0,1	7,5	14,8	18,0	32	29
Lpg	19	8	5	5	4	3
Overige olieproducten	9	5	4	4	5	5
Aardgas	0	2	2	3	4	3
Elektriciteit	6	7	8	8	20	36
Waterstof	0	0	0	0	0,09	0,28

[1)] Inclusief mobiele werktuigen, exclusief bunkerbrandstoffen voor internationale lucht- en scheepvaart.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 35
Groeifactoren sector mobiliteit[1] (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021*	2025	2030
Voertuigkilometers[2] (miljard)	129	134	124	128	150	154
Tonkilometers[3] (miljard)	110	114	116	121	129	138
Reizigerskilometers[4] (miljard)	183	182	149	154	197	207

[1)] Inclusief mobiele werktuigen, exclusief bunkerbrandstoffen voor internationale lucht- en scheepvaart.
[2)] Personenauto's, bestelauto's, vrachtverkeer en overig.
[3)] Wegvervoer, railvervoer en binnenvaart.
[4)] Auto, trein, bus, tram, metro, fiets, lopen en overig.
* Voorlopige gegevens

Tabel 36
Broeikasgasemissies sector landbouw[1,2] in megaton CO_2-equivalenten (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Totaal broeikasgassen, temperatuurgecorrigeerd	26,3	27,6	27,3	27,1	24,6	23,2
Totaal broeikasgassen, niet temperatuurgecorrigeerd	26,1	27,5	27,1	27,1		
Totaal koolstofdioxide (CO_2), temperatuurgecorrigeerd	7,8	7,7	7,7	7,7	6,0	5,0
Totaal koolstofdioxide (CO_2), niet temperatuurgecorrigeerd	7,6	7,6	7,5	7,8		
Koolstofdioxide (CO_2) energieverbruik, temperatuurgecorrigeerd	7,6	7,4	7,5	7,5	5,7	4,7
Koolstofdioxide (CO_2) energieverbruik, niet temperatuurgecorrigeerd	7,3	7,2	7,3	7,6		
Koolstofdioxide (CO_2) veeteelt en akkerbouw, niet-energie	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Totaal methaan (CH_4)	12,9	14,8	14,5	14,4	13,9	13,6
Methaan (CH_4) veeteelt en akkerbouw	12,6	13,8	13,3	13,2	12,9	12,7
Methaan (CH_4) WKK glastuinbouw en co-vergisting	0,3	1,0	1,2	1,1	1,0	0,9
Lachgas (N_2O)	5,6	5,2	5,1	5,0	4,7	4,7
Totaal broeikasgassen ETS	0,1	0,6	0,2	0,1	0,2	0,1
Totaal broeikasgassen ESD/ESR	26,0	27,0	26,9	27,0	24,4	23,1

[1)] Exclusief mobiele werktuigen en emissies als gevolg van het landgebruik en landverandering.
[2)] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 37
Energieverbruik en -productie sector landbouw[1] in petajoule (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020 *	2021 *	2025	2030
Totaal verbruik[2], temperatuurgecorrigeerd	154	142	153	150	124	119
Totaal verbruik[2], niet temperatuurgecorrigeerd	150	140	150	151		
Finaal verbruik elektriciteit[3]	21	32	39	37	35	35
Verbruik aardgas, temperatuurgecorrigeerd	131	129	128	127	98	82
Verbruik aardgas, niet temperatuurgecorrigeerd	127	127	125	129		
Inzet aardgas voor elektriciteit/WKK-omzetting	24	83	92	100	82	70
Inzet biomassa voor elektriciteit/WKK-omzetting	0	6	5	5	6	6
Productie elektriciteit uit elektriciteit/WKK-omzetting[4]	9	35	38	41	35	31
Productie warmte uit WKK-omzetting	12	43	47	51	42	36
Netto levering warmte	9	4	3	3	3	3
Totaal verbruik hernieuwbaar	2	13	26	28	33	39
Biomassa	0	8	14	15	14	14
Windenergie	2	2	2	1	2	3
Zonnestroom	0	1	4	5	7	7
Aardwarmte	0	2	6	6	8	12
Omgevingsenergie	0,1	0,3	0,3	0,3	0,9	2,3
Overig verbruik[5]	1,9	1,6	1,4	2,1	0,0	0,0

[1)] Exclusief mobiele werktuigen.
[2)] Het totaal verbruik bestaat uit het finaal verbruik elektriciteit, verbruik aardgas, netto levering warmte, verbruik hernieuwbaar (exclusief zonnestroom en windenergie, dit zit ook al in het finaal verbruik elektriciteit) en het overig verbruik minus de productie van elektriciteit.
[3)] Inclusief elektriciteit uit eigen opwekking.
[4)] Exclusief windenergie en zonne-energie.
[5)] Het overig verbruik omvat het verbruik van olieproducten voor ruimteverwarming.
* Voorlopige gegevens

Tabel 38
Groeifactoren sector landbouw[1] (vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Areaal glastuinbouw (duizend hectare)	10,5	9,2	10,1	10,6	9,5	9,6
Vermogen warmte-krachtkoppeling[2] (MW_e)	1.240	2.797	2.892		2.974	2.990
Aantal melkkoeien[3] (miljoen)	1,4	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
Aantal jongvee voor de melkveehouderij[3,4] (miljoen)	1,2	1,3	0,9	1,0	1,0	0,9
Aantal overig rundvee[3,5] (miljoen)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Aantal varkens (excl. biggen)[3] (miljoen)	6,7	7,0	6,4	6,2	5,8	5,8
Aantal pluimvee[3,6] (miljoen)	91,7	104,8	96,4	90,8	94,1	94,1
Aantal overig vee[3,7] (miljoen)	1,7	2,0	1,5	1,1	1,1	1,1
Totale stikstoftoevoer naar de bodem (miljoen kg stikstof)[8]	670	640	619	607	549	541
Stikstoftoevoer vanuit drijfmest en vaste mest (miljoen kg stikstof)[8]	288	307	314	304	302	296
Stikstoftoevoer vanuit weidemest (miljoen kg stikstof)[8]	101	65	61	59	59	59
Stikstoftoevoer vanuit kunstmest (miljoen kg stikstof)[8]	280	268	244	244	188	186

[1)] Exclusief mobiele werktuigen.
[2)] Nog geen statistische gegevens beschikbaar voor 2021.
[3)] Aantal dieren zoals gebruikt voor de berekening van emissies. Dit aantal kan afwijken van het aantal dieren zoals vastgelegd via de Landbouwtelling (peildatum 1 april), bijvoorbeeld in jaren met uitbraken van dierziekten en in jaren waarin gedurende het jaar de omvang van de veestapel is gewijzigd door beleidsmaatregelen. Daarnaast is de methode voor het vaststellen van het aantal runderen, varkens en pluimvee in de Landbouwtelling met ingang van 2018 aangepast. Voor bedrijven met tijdelijke leegstand van stallen op de peildatum 1 april wordt met ingang van 2018 een aantal dieren bijgeteld waarbij gebruik wordt gemaakt van de opgave van het voorgaande jaar. Deze bijtellingen vinden plaats met het oog op een juiste bepaling van het bedrijfstype en de economische omvang van de bedrijven. Tegelijkertijd leiden de bijtellingen tot overschatting van het gemiddelde aantal aanwezige dieren. Voor een toelichting op deze statistiek zie het achtergronddocument over landbouw in de Klimaat- en Energieverkenning 2020 (Vonk et al., 2020).
[4)] Vrouwelijk en mannelijk jongvee voor de melkveehouderij, inclusief fokstieren van 2 jaar en ouder.
[5)] Vleeskalveren, vrouwelijk en mannelijk jongvee voor de vleesproductie, overige koeien en vleesstieren van 2 jaar en ouder.
[6)] 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 vanaf 2018 een verschil is tussen de cijfers in de Landbouwtelling op CBS-StatLine en deze tabel.
[7)] Vrouwelijke schapen, melkgeiten van 1 jaar en ouder, paarden, pony's, ezels (met ingang van 2010) en moederdieren van konijnen en edelpelsdieren.
[8)] Inclusief 7% naar niet-landbouwbodems.
* Voorlopige gegevens

Tabel 39
Broeikasgasemissies vanwege landgebruik en landverandering[1] in megaton CO_2-equivalenten (zowel vastgesteld beleid als vastgesteld en voorgenomen beleid)

	2005	2015	2020	2021 *	2025	2030
Totaal broeikasgassen	5,2	5,0	4,2	4,3	3,9	3,7
Totaal koolstofdioxide (CO_2)	5,1	4,9	4,2	4,2	3,9	3,6
Koolstofdioxide (CO_2) uit bos	-2,4	-2,3	-2,3	-2,0	-2,1	-2,1
Koolstofdioxide (CO_2) uit bouwland	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7
Koolstofdioxide (CO_2) uit grasland	4,0	3,7	3,4	3,5	3,2	2,8
Koolstofdioxide (CO_2) uit wetlands	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Koolstofdioxide (CO_2) uit bebouwing	1,3	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0
Koolstofdioxide (CO_2) uit overig land	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Koolstofdioxide (CO_2) uit geoogste houtproducten	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Methaan (CH_4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lachgas (N_2O)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

[1] De hiergenoemde emissies zijn berekend op basis van de GWP-waardes uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.
* Voorlopige gegevens.

Tabel 40
Opwarmingspotentiëlen van de belangrijkste in Nederland uitgestoten broeikasgassen voor 100 jaar (GWP100)

	AR4[1]	AR5[2]
Koolstofdioxide (CO_2)	1	1
Methaan (CH_4)	25	28
Lachgas (N_2O)	298	265
Trifluormethaan HFK-23 (CHF_3)	14.800	12.400
Difluormethaan HFK-32 (CH_2F_2)	675	677
Pentafluorethaan HFK-125 (CHF_2CF_3)	3.500	3.170
1,1,1,2-tetrafluorethaan HFK-134a (CH_2FCF_3)	1.430	1.300
1,1,1-trifluorethaan HFK-143a (CH_3CF_3)	4.470	4.800
1,1-difluorethaan HFK-152a (CH_3CHF_2)	124	138
Tetrafluormethaan PFK-14 (CF_4)	7.390	6.630
Hexafluorethaan PFK-116 (C_2F_6)	12.200	11.100
Zwavelhexafluoride (SF_6)	22.800	23.500

[1)] Fourth Assessment Report (AR4) van het IPCC (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf).
[2)] Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC (https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf).

Contact
kev@pbl.nl

www.pbl.nl
www.cbs.nl
www.rivm.nl
www.rvo.nl
www.tno.nl