



Planbureau voor de Leefomgeving

# ANALYSE VAN HET VOORSTEL VOOR HOOFDLIJNEN VAN HET KLIMAATAKKOORD

**Michiel Hekkenberg en Robert Koelemeijer (eds)**

**28 september 2018**

PBL

## **Colofon**

### **Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord**

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2018

PBL-publicatienummer: 3380

## **Contact**

hekkenberg@pbl.nl

## **Auteurs**

Michiel Hekkenberg, Robert Koelemeijer, Gert Jan van den Born, Hans Hilbers, Nico Hoogervorst, Paul Koutstaal, Ozge Ozdemir, Jan Ros, Marijke Menkveld<sup>(\*)</sup>, Casper Tigchelaar<sup>(\*)</sup>, Pieter Boot, Anet Weterings, Jan Matthijssen, Marc Hanou, Jan van Dam, Hans Nijland, Jordy van Meerkerk, Koen Smekens<sup>(\*)</sup>, Marit van Hout, Jos Notenboom, Bart Strengers, Sonja Kruitwagen, Marjan van Schijndel, Sietske van der Sluis, Henk Westhoek, Hanneke Muilwijk, Michiel Traa, Gabrielle Uitbeijerse, Arjen van Hinsberg, Anton van Hoorn, Marloes Dignum, Olga Ivanova, Mark Thissen, Daan Boezeman, Steven van Polen, Sander Lensink, Bert Daniëls

<sup>(\*)</sup> ECN-TNO

## **Redactie figuren**

Beeldredactie PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Hekkenberg M. & Koelemeijer R. (2018), *Analyse van het voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord*, Den Haag: PBL.

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

# Inhoud

Samenvatting	7
BEVINDINGEN	12
Analyse van het Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord	12
B.1 Algemene beoordeling	12
B.2 Verschillende accenten bij de sectoren	19
B.3 Afstemming van vraag en aanbod: onzekerheden over rol biomassa	23
B.4 Andere sector-overstijgende aspecten	24
B.5 Belangrijkste stappen voor het vervolgproces	27
VERDIEPING	30
1 Inleiding	30
2 Uitgangspunten	32
2.1 Algemene werkwijze	32
2.1.1 Partieel karakter	32
2.1.2 Analyse streefbeeld en instrumentering ten opzichte van referentie	33
2.1.3 Scope van de analyse	34
2.1.4 Betekenis van resultaten binnen onzekerheid	35
2.2 Methoden	36
2.2.1 Broeikasgasemissie	36
2.2.2 Kosten	36
2.2.3 Arbeidsmarkteffecten	38
2.3 Beschrijving referentiescenario	39
3 Doelstelling	41
3.1 Doelstelling klimaatakkoord in bredere context	41
3.2 Doelstelling broeikasgasreductie	45
3.3 Tafel doelstellingen en afbakening	47
4 Streefbeeld op hoofdlijnen	49
4.1 Beschrijving streefbeeld op hoofdlijnen	49
4.2 Broeikasgasemissie	50
4.2.1 Broeikasgasemissie in Nederland in 2030 bij realisatie streefbeeld	50
4.2.2 Passendheid streefbeeld bij transitie naar 95% reductie in 2050	52
4.3 Nationale kosten en investeringskosten	54
5 Ruimtelijke implicaties streefbeeld	60
5.1 Inleiding	60
5.2 Opbouw en aanpak	61
5.3 Conclusies en aandachtspunten	61
5.4 Reflectie op 'Ruimte in het Klimaatakkoord'	62

5.5	Mobiliteit en ruimte	64
5.6	Landbouw & landgebruik en ruimte	65
5.7	Gebouwde omgeving en ruimte	66
5.8	Industrie en ruimte	68
5.9	Elektriciteit en ruimte	69
5.10	Regionale energiestrategieën	71
<b>6</b>	<b>Implicaties voor de arbeidsmarkt</b>	<b>72</b>
6.1	Inleiding	72
6.2	Verschuiving van de productie	72
6.3	Gevolgen voor de vraag naar arbeid	74
6.4	Spanning op de arbeidsmarkt door fricties	75
6.5	Conclusies en aandachtspunten	76
<b>7</b>	<b>Voorgestelde instrumentatie</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Interacties met het buitenland</b>	<b>81</b>
8.1	Europese elektriciteitsmarkt	81
8.2	Biomassa en de koolstofbalans	82
<b>9</b>	<b>Borging en governance</b>	<b>86</b>
<b>10</b>	<b>Gebouwde omgeving</b>	<b>88</b>
10.1	Beoordeling van de voorstellen	88
10.2	Samenvatting streefbeeld	89
10.2.1	Streefbeeld: maatregelen, emissies, kosten	89
10.2.2	Reflectie op de samenhang tussen technische maatregelen	89
10.2.3	Reflectie op instrumentatie	90
10.2.4	Passen de voorstellen bij de langetermijntransitie (2050)?	90
10.2.5	Voorgenomen acties en mijlpalen op korte termijn (tot en met 2021)	91
10.3	Analyse streefbeeld per cluster van maatregelen	92
10.3.1	Emissiereductiepotentieel ten opzichte van referentiescenario	92
10.3.2	Aandachtspunten ten aanzien van potentieel en ingroeiselheid	98
10.3.3	Innovatie	99
10.3.4	Investeringskosten, operationele kosten, energiekosten	99
10.4	Reflectie op instrumenten GO in VHKA	102
10.4.1	Aanpak beoordeling beleidsinstrumenten GO	102
10.4.2	Generieke instrumenten voor de gebouwde omgeving	102
10.4.3	Instrumenten voor nieuwbouw	108
10.4.4	Instrumenten voor koopwoningen	109
10.4.5	Instrumenten voor huurwoningen	112
10.4.6	Instrumenten voor de dienstensector	113
10.4.7	Instrumenten voor verduurzaming van het energie-aanbod	114
<b>11</b>	<b>Mobiliteit</b>	<b>115</b>
11.1	Samenvatting totaal streefbeeld	115
11.2	Afbakening en onzekerheden	115
11.2.1	Totaal streefbeeld: maatregelen, emissies, kosten	116
11.2.2	Reflectie samenhang tussen maatregelen en ander beleid	117

11.2.3	Passendheid bij langetermijntransitie (2050)	120
11.3	Analyse streefbeeld per (cluster van) maatregel(en)	121
11.3.1	Elektrisch rijden in de consumentenmarkt en in de zakelijke markt	121
11.3.2	Innovatieve brandstoffen	123
11.3.3	Duurzaam OV en fiets	127
11.3.4	Zakelijk reizen	135
11.3.5	Logistiek en goederenvervoer	148
11.3.6	Overige maatregelen	155
11.3.7	Aandachtspunten rond potentieel, ingroeiselheid en innovatie	156

## 12 Landbouw en landgebruik 157

12.1	Bevindingen	157
12.2	Inleiding	159
12.3	Landbouw	160
12.3.1	Bevindingen	160
12.3.2	CO <sub>2</sub> -reductiemaatregelen landbouw	162
12.3.3	Methodiek emissiereductie- en kostenberekening	166
12.3.4	Landbouwvoertuigen	169
12.3.5	Implementatie landbouwmaatregelen	170
12.4	Landgebruik	171
12.4.1	Cluster veenweiden en moerige gronden	171
12.4.2	Cluster bomen, bos & natuur	175
12.5	Glastuinbouw	181
12.5.1	Bevindingen	181
12.5.2	CO <sub>2</sub> -emissiereductiemaatregelen	182
12.5.3	Toelichting op de maatregelen en methodiek	184
12.5.4	Overige aspecten	187
12.6	Klimaatvriendelijk voedsel	187
12.6.1	Bevindingen	187
12.6.2	Maatregelen gericht op voedselconsumptie	188
12.6.3	CO <sub>2</sub> -effect van de voorstellen	188
12.6.4	Methodiek voor de analyse	188
12.6.5	Implementatie	188
12.7	Innovatie	190
12.8	Governance	191
12.9	Onzekerheden	192
12.10	LULUCF: onzekerheden en monitoring	193

## 13 Industrie 195

13.1	Inleiding	196
13.2	Streefbeelden	196
13.2.1	Streefbeelden voor 2050	196
13.2.2	Streefbeelden voor 2030	198
13.3	Kosten	206
13.4	Systeeminnovatie, het transitieproces	208
13.4.1	Technologieontwikkeling	209
13.4.2	Infrastructurele en institutionele vernieuwing	211
13.5	Instrumentatie van het beleid	211
13.6	Transitie op een internationaal speelveld	215

## 14 Elektriciteit 217

14.1	Inleiding	217
14.2	Streefbeeld	218
14.2.1	Introductie	218
14.2.2	Emissies en kosten	219
14.3	Passendheid bij langetermijntransitie (2050)	228
14.4	Reflectie op instrumentatie	229
14.4.1	Beleidsvoorstellen Regeerakkoord	230
14.4.2	Stimulering hernieuwbaar	232
14.4.3	Kostprijsreductie	233
14.4.4	Conclusies instrumentatie	235
15	Referenties	237
	Bijlage 1 Aanvullende aannames en uitgangspunten	242
	Bijlage 2 Externe review	257

# Samenvatting

Op 10 juli 2018 heeft de voorzitter van het Klimaatberaad de heer Nijpels het *Voorstel voor Hoofdlijnen van het Klimaatakkoord* (VHKA) gepresenteerd. Daarbij heeft hij het PBL gevraagd om te analyseren welke effecten het voorstel kan hebben. Het PBL reflecteert in deze analyse enerzijds op het voorstel als geheel en biedt anderzijds per onderhandelingstafel kwantitatieve en kwalitatieve detailanalyses ten behoeve van de verdere uitwerking van de voorstellen. Deze samenvatting geeft hiervan een beknopte weerslag.

## **Het voorstel is nog niet doorrekenbaar**

In het VHKA zijn voorstellen geformuleerd die beogen om, samen met het reeds vastgestelde en voorgenomen beleid in het referentiescenario, de nationale broeikasgasemissie in 2030 met 49% te reduceren ten opzichte van 1990. Het VHKA betreft een tussenbalans: de voorstellen zullen in vervolgonderhandelingen verder worden uitgewerkt. De voorstellen beschrijven vooralsnog met name *welke* technische en gedragsmaatregelen door de onderhandelende partijen in kaart zijn gebracht als mogelijke oplossingsrichtingen. *Hoe* burgers en bedrijven gemotiveerd en geprikkeld kunnen worden om deze maatregelen daadwerkelijk te realiseren, dat wil zeggen welke beleidsinstrumenten en bindende afspraken tussen partijen worden voorgesteld, moet veelal nog worden uitgewerkt. Dit zijn zaken waarbij veel verschillende mogelijkheden bestaan om hetzelfde te bereiken en het primaat uiteindelijk veelal bij het Rijk ligt. Inperking van de zoekrichtingen door het kabinet in zijn appreciatie van het VHKA zou dit uitwerkingsproces derhalve kunnen bespoedigen. Pas wanneer ook 'het hoe' bekend is kan het PBL beoordelen welke effecten daadwerkelijk van de voorstellen verwacht mogen worden. Alhoewel enkele uitzonderingen bestaan, betekent dit in algemene zin dat het verwachte effect van het VHKA vooralsnog niet te bepalen is. Dat geldt zowel voor de verwachte milieueffecten, verwachte kosten, lastenverdeling, ruimtelijke effecten als arbeidsmarkteffecten. Het voorstel is als zodanig dus nog niet *doorrekenbaar*.

## **Technisch gezien bieden de in kaart gebrachte maatregelen voldoende potentieel om de emissiereductiedoelen te halen**

In plaats van een doorrekening van de *verwachte* effecten, reflecteert voorliggende analyse op de *potentiële* effecten van de door de tafels geïnventariseerde maatregelen. Het PBL refereert hieraan met de term 'streefbeeld'. Het streefbeeld beschrijft dus de technische situatie in 2030 die zou ontstaan bij realisatie van de voorgestelde maatregelen. De mate van detail waarmee deze streefbeelden kunnen worden samengesteld wisselt per onderhandelingstafel, doordat ook de voorgestelde maatregelen in detail verschillen. De analyse van het streefbeeld laat zien dat de maatregelen die door de tafels zijn geïdentificeerd technisch gezien voldoende emissiereductiepotentieel hebben om de reductiedoelen die aan de tafels zijn meegegeven te halen.

## **Denkrichtingen voor instrumentatie zijn nog summier uitgewerkt**

Dat de voorstellen technisch voldoende potentieel in kaart hebben gebracht, geeft nog geen garantie op succesvolle realisatie ervan. Aan iedere tafel zijn voorstellen gedaan die de huidige gang van zaken ingrijpend veranderen. Er zullen soms sterke prikkels nodig zijn om de betrokkenen er toe aan te zetten deze te realiseren. In het VHKA zijn de denkrichtingen over het te ontwikkelen beleid en afspraken van stakeholders in het algemeen nog summier uitgewerkt. Uitzondering hierop vormt de mobiliteitstafel die vrijwel al zijn voorstellen als instrumenten heeft beschreven, maar hierbinnen nog geen keuzes heeft voorgesteld. Ook de tafel gebouwde omgeving is al wat verder in de uitwerking van de instrumentatie, maar moet nog verschillende details verder uitwerken die het verschil kunnen maken tussen al dan niet succesvol beleid. De elektriciteitstafel suggereert juist na 2025 te stoppen met bepaalde instrumenten, waarbij nog onhelder blijft hoe de gewenste ontwikkeling dan geborgd wordt.

### **Het uitwerken van de benodigde instrumentatie is nog een zeer complexe puzzel**

De wijze van organisatie, keuzes tussen afdwingen of stimuleren, de manier van bekostiging, de resulterende lastenverdeling en de betaalbaarheid voor burgers en bedrijven en effecten op de overheidsfinanciën zijn soms nog zeer complexe puzzels. Het kabinet heeft kosteneffectiviteit als één van de kaders voor het klimaatakkoord meegegeven. Het PBL merkt op dat een mix van instrumenten daarbij vaak het meest effectief zal zijn. Vanuit het principe 'de vervuiler betaalt' is het verstandig om ongewenste activiteiten te beprijsen, of via normstelling de gewenste activiteiten af te dwingen. Waar subsidies worden aangewend, bijvoorbeeld ten behoeve van innovaties of in opstartfasen, zullen deze het meest effectief zijn wanneer deze samengaan met (het uitzicht op) beprijzing of normering. In de tafelvoorstellen komen deze elementen vaak al aan de orde, maar de balans en samenhang ertussen verdient in de uitwerking nog verdere aandacht. Met name waar striktere normen en beprijzing tot hogere lasten kunnen leiden lijkt regie vanuit het Rijk essentieel; het is weinig waarschijnlijk dat partijen aan tafel dergelijke instrumenten zelf zullen voorstellen. Hetzelfde geldt voor het toezicht op doelmatig inzetten van subsidies als instrument. Ook vanwege de samenhang met beslissingen inzake bijvoorbeeld infrastructuur en de wijze waarop niet alleen vernieuwing nodig is maar ook van het 'oude' afscheid genomen moet worden om 'stranded assets' te vermijden kan het daarom raadzaam zijn nu ook reeds een beoogd instrumentatietraject voorbij 2030 te schetsen. Naast de genoemde dilemma's zullen sommige maatregelen en sommige instrumenten niet zonder meer op maatschappelijk of politiek draagvlak kunnen rekenen, kan wisselwerking met andere beleidsopgaven optreden, en kunnen spanningen op de arbeidsmarkt ontstaan die de gewenste ontwikkelingen in de weg staan. De verdere uitwerking van de voorstellen zal dit soort uitdagingen zoveel mogelijk moeten identificeren en er waar nodig een antwoord op bieden.

### **De voorgestelde maatregelen passen globaal bij een kosteneffectieve aanpak**

De nationale meerkosten van de voorgestelde technische maatregelen ten opzichte van het referentiescenario bedragen ruwweg 3 tot 4 miljard euro in het jaar 2030. Dit bedrag bestaat uit de jaarlijkse omslag van de benodigde extra investeringen van circa 80-90 miljard euro en de jaarlijkse operationele kosten en baten, waaronder de baten voor vermeden energieverbruik. De voorstellen tellen hiermee weliswaar niet op tot de goedkoopste manier om de opgave in 2030 te realiseren, maar de duurdere maatregelen lijken passend met het oog op de verdergaande transitie in de periode erna. In grote lijnen komen de voorgestelde maatregelen overeen met het pakket 'transitie-zelfde-reductie' dat door het PBL in de Kostennotitie (Koelemeijer et al., 2018) als indicatief pakket passend bij een kosteneffectieve transitiestrategie was aangemerkt. Enkele verschillen in maatregelen en maatvoering, vooral aan de tafel gebouwde omgeving, doen geen afbreuk aan deze conclusie. Tegenover de genoemde kosten staan baten van vermeden emissies van broeikasgassen en eventuele andere welvaartsbaten, zoals verbetering van de luchtkwaliteit. Deze baten zijn in de voorliggende analyse niet in beeld gebracht, maar wegen volgens verschillende onderzoeken internationaal gezien ruimschoots op tegen de kosten.

### **De kosten voor eindgebruikers en overheid zijn nog onbekend**

Bedragen vanuit nationale kostenmethodiek zijn niet te vergelijken met bedragen vanuit overheids- of verbruikersperspectief. Om deze te bepalen is het nodig zicht te hebben op de beoogde beleidsinstrumenten. Effecten van de voorstellen op de lastenverdeling, overheidsfinanciën en betaalbaarheid voor burgers en bedrijven zijn daarom op dit moment nog niet te bepalen. Wel is duidelijk dat de doelstelling van 49% broeikasgasreductie in 2030 en de verdere reductie daarna zonder aanpassingen op termijn leidt tot een flinke grondslagerosie voor de energiebelasting en brandstofaccijnzen.



### **Dwarsverbanden tussen tafels vragen nog consistente uitwerking**

Door de opzet in vijf onderhandelingstafels is nog onvoldoende focus gelegd op de dwarsverbanden, terwijl die cruciaal zijn om tot een consistent akkoord te komen. Soms zijn acties aan de ene tafel nodig om reducties aan een andere tafel te bewerkstelligen, of beïnvloeden maatregelen elkaar onderling. Bijvoorbeeld de noodzaak van een balans tussen de vraag naar en aanbod van andere energiedragers dan elektriciteit krijgt in het voorstel weinig aandacht: gas in de vorm van methaan of waterstof, vloeibare transportbrandstoffen, warm water. Het streefbeeld schetst de vraag naar groen gas en warmte voor warmtenetten in de gebouwde omgeving, biobrandstof in het verkeer en waterstof als nieuwe CO<sub>2</sub>-vrije optie in de industrie. Voorstellen voor de productie en levering ervan ontbreken echter nog grotendeels en het is zinvol dit in het vervolgproces wel te doen. Dat geldt eveneens voor biomassa, een belangrijke grondstof voor groene brandstoffen. Op basis van de voorstellen zou de vraag naar duurzame biomassa zodanig groot kunnen worden dat het onzeker is of het aanbod daarvoor toereikend zal zijn. In het VHKA ontbreken voorstellen gericht op het vergroten van dat aanbod.

### **Aandacht voor de benodigde kortetermijninspanningen voor innovatie helpt de transitie op lange termijn**

De emissiedoelstelling van 49% reductie in 2030 ten opzichte van 1990 is uitgangspunt in het denken over het Klimaatakkoord, maar ook het streven naar 95% reductie in 2050 speelt een rol. Het VHKA biedt zo reeds enkele contouren voor een transitieakkoord. Innovaties op systeemniveau zijn cruciaal voor het tot stand brengen van de benodigde transitie naar een klimaatneutrale samenleving tegen zo laag mogelijke kosten. Dergelijke innovaties vergen voorbereidingen in de vorm van demonstratieprojecten, infrastructuur, aanpassingen in de wetgeving, scholing, nieuwe verantwoordelijkheden en samenwerkingsverbanden en op CO<sub>2</sub>-reductie gerichte overheidssturing. Urgente zaken, want zonder deze voorbereidingen kan de toepassing van CO<sub>2</sub>-besparende technieken niet op gang komen. Het nog af te sluiten Klimaatakkoord zal aan kracht winnen met concrete afspraken hierover voor bijvoorbeeld de komende vijf jaar en over de beleidsondersteuning daarbij.

### **Reflectie per tafel**

In het *elektriciteitssysteem* is de transitie nu al zichtbaar in de vorm van windmolens en zonnepanelen. De voorstellen van de tafel zijn gericht op sterke verdere implementatie van deze technieken. Die ontwikkeling maakt de energietransitie ook tot belangrijk aandachtsveld voor het ruimtelijk beleid. De Noordzee zal daarin een centrale rol spelen. Het impliciete voorstel dat extra binnenlandse elektriciteitsvraag gepaard moet gaan met evenveel extra opwekking van hernieuwbare elektriciteit, leidt er toe dat elektrificatie in vraagsectoren grosso modo niet leidt tot afwenteling van emissies op het elektriciteitssysteem. Door de verbondenheid van de Europese elektriciteitsmarkt en -systeem leidt een groei van hernieuwbare elektriciteit in Nederland evenwel niet een-op-een tot broeikasgasreductie in Nederland, en kunnen ontwikkelingen in het buitenland de emissie in Nederland sterk beïnvloeden. Het lijkt daarom raadzaam in verband met borging van de afspraken te expliciteren of deze internationale dynamiek binnen de opgave dient te worden opgevangen. Het belangrijkste knelpunt van het tafelfoorstel lijkt de ontwikkeling na 2025. Het voorstel suggereert dat via sterke verdere prijsdalingen voor wind- en zonne-energie, verdere groei daarvan na 2025 ook zonder prijs- en ondersteuning vanuit de SDE+ plaats kan vinden. Het PBL acht het evenwel onwaarschijnlijk dat zonder alternatief beleid de gewenste groei zal worden gerealiseerd. De 200 miljoen euro die voor stimulering van hernieuwbare elektriciteitsproductie in 2030 nog beschikbaar is, zal daarom naar verwachting niet voldoende zijn om de ambities te realiseren. Mede vanuit marktzekerheidsperspectief lijkt het daarom raadzaam de voorbereiding van alternatief instrumentarium niet uit te stellen tot 2021. Dit instrumentarium moet eventueel ook kunnen inspelen op de genoemde internationale dynamiek en de behoefte aan regelbaar vermogen.

In de *industrie* zijn tien bedrijven verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de emissies en vijftig bedrijven voor 80%. De installaties in deze energie-intensieve bedrijven hebben vaak een lange levensduur. Een kostenefficiënte strategie zou ervoor moeten zorgen dat bedrijven nu al beslissingen maken die vroegtijdige afschrijvingen in de toekomst voorkomen. Het bedrijf moet dus aangezet worden optimaal gebruik te maken van vervangingsmomenten en tijdig afscheid te nemen van onduurzame technologie. In die context is het belangrijk dat bedrijven de maatschappelijke kostprijs van de emissie van broeikasgassen in hun beslissingen meenemen. Dat kan bijvoorbeeld door (aankondigen van) een (hogere) belasting op het gebruik van fossiele energie of beprijzen van CO<sub>2</sub>-emissie. Dit zal ook aanzetten tot de voorgestelde inzet op elektrificatie en gebruik van 'groene' waterstof.

Het PBL suggereert daarnaast dat ten minste de grote bedrijven specifieke transitieplannen dienen op te stellen, waarin maatregelen worden ingepast in onderhouds- en vervangingscycli. Ook is het essentieel de voorbereidingen hiervoor tijdig te treffen – denk aan demonstratieprojecten en infrastructuur. Dat is maatwerk. Het is raadzaam dergelijke plannen niet alleen op 2030 te richten, maar ook op 2050, en daarbij rekening te houden met het afspreken van acties voor de korte termijn. Het voorstel vraagt nadrukkelijk aandacht voor behoud van concurrentiekracht. Onderdeel van de vervolgonderhandelingen zal helder moeten maken welke beleidsinstrumenten ten aanzien van de verschillende technische maatregelen het meest effectief zijn, in welke gevallen eventuele ondersteuning vanuit de overheid passend is, hoeveel financiële ruimte de overheid daarvoor beschikbaar wil maken en hoe regulering gericht op zekerstelling van het te bereiken resultaat vorm moet krijgen. Punt van aandacht daarbij is de informatieachterstand van de overheid ten opzichte van de ondernemingen, bijvoorbeeld om in te kunnen schatten wat technisch mogelijk is, wanneer dat kan en hoeveel dat kost. Ook het maatschappelijk draagvlak voor de te nemen maatregelen, zoals CCS, en voor een 'eerlijke' verdeling van lasten tussen bedrijven en burgers, zal bij de uitwerking van de maatregelen in acht moeten worden genomen.

De *mobilitiestafel* heeft een veelheid van mogelijke technische maatregelen en beleidsinstrumenten in kaart gebracht, maar heeft daartussen nog geen gewenste keuzes voorgesteld. Voor realisatie van de reductieopgave voor mobiliteit in 2030 kunnen de overgang op nul-emissie wegverkeer, inzet van groene brandstoffen (breder dan biobrandstoffen) en betalen naar gebruik van autowegen een grote bijdrage leveren. Elk van deze drie voorstellen kent echter zijn eigen risico's ten aanzien van uitvoerbaarheid, in verband met markttechnische, fysieke, respectievelijk politieke randvoorwaarden. Aanpassingen van het mobiliteitsgedrag kunnen kosteneffectieve stappen zijn, waarbij ook de effecten op andere aspecten als bereikbaarheid, verkeersveiligheid en leefbaarheid in ogenschouw genomen moeten worden. Die ontwikkelingen moeten ook de basis leggen voor de transitie naar 2050. De eventuele kosten voor de overheid van het Nederlandse beleid zijn, naast van de uiteindelijke instrumentatiekeuzes, mede afhankelijk van de door de Europese Unie gekozen aanpak. Doet de EU veel, dan is het bevorderen van schone mobiliteit goedkoper dan wanneer de EU weinig doet.

De aanpak in de *gebouwde omgeving* raakt vele Nederlanders het meest direct. Het voorgestelde maatregelenpakket geeft een aanzet tot een samenhangende beleidsaanpak en doet een krachtig beroep op huizenbezitters, huurders, corporaties en eigenaren van utiliteitsgebouwen om op duurzaamheid gerichte beslissingen te nemen. De inzet enerzijds op het vergraven van de prijsprikkels en verlagen van de kosten zal partijen individueel aanzetten tot het nemen van maatregelen in de door de tafel voorgestelde richting. Anderzijds wordt via afspraken per wijk naar een gemeenschappelijke aanpak gestreefd, waarbij in de uitwerking van het voorstel zorg moet worden gedragen dat de beleidsstimulansen waar individuele beslissers mee te maken krijgen in lijn liggen met wat gemeenschappelijk gewenst wordt. De genoemde partijen hebben verder duidelijkheid nodig over technische aanpak, timing van

woningverbetering, lastenverdeling en keuzevrijheden. Aangezien niet alles tegelijk kan gebeuren, dient bij de uitwerking van instrumenten ook te worden gelet op het mogelijk ontstaan van onwenselijke verschillen tussen wijken die in de wijkaanpak al snel aan de beurt zijn en de wijken die pas later worden verduurzaamd. Ook de mate waarin de voorstellen in individuele gevallen of voor bepaalde groepen tot onwenselijke situaties kunnen leiden verdient nadere aandacht bij de uitwerking.

De *landbouwtafel* heeft een pakket van maatregelen geformuleerd waarmee emissies van de landbouw, het landgebruik en in de glastuinbouw kunnen afnemen. De vervolgstap is het maken van afspraken over instrumenten zoals verplichtingen, convenanten of prijsprikkels. Hierbij is het ook van belang om concreter af te spreken wie verantwoordelijk is voor welke vervolgstappen. Datzelfde geldt voor diverse beheersmaatregelen in het landgebruik om de netto emissie van CO<sub>2</sub> te verminderen. Het VHKA besteedt ook aandacht aan emissies als gevolg van voedselconsumptie. Dierlijke producten in het voedingspakket van de Nederlanders veroorzaken veel broeikasgasemissies, voor een groot deel buiten Nederland. Wanneer de productie in Nederland ongewijzigd blijft, heeft beleid dat op consumptie wordt gericht weliswaar slechts beperkt effect op de Nederlandse emissies, maar is dit wel waardevol vanuit klimaatperspectief.

Tot slot: Het is goed denkbaar dat bij de verdere uitwerking de beschreven maatregelen of de maatvoering ervan zal worden bijgesteld. De verwachte effecten bij een doorrekening van de feitelijke beleidsvoorstellen zullen dus anders zijn dan de potentiële in deze analyse. Ook na het tot stand komen van een uiteindelijk klimaatakkoord kunnen omstandigheden of inzichten veranderen, waardoor bijstelling van de maatregelen of instrumenten nodig kan blijken. Borging van de afspraken is uiteraard van belang, maar ook afspraken over hoe en wanneer een mechanisme in werking treedt dat bijstellingen mogelijk maakt. Hierbij kan worden voortgebouwd op de ervaringen uit het Energieakkoord en het Voorstel voor een klimaatwet.

## BEVINDINGEN

# Analyse van het Voorstel voor hoofdpijnen van het Klimaataakkoord

## B.1 Algemene beoordeling

In de periode maart – juli 2018 hebben het Rijk en een groot aantal partijen onderhandeld over voorstellen voor een klimaataakkoord. Op 10 juli heeft de voorzitter van het Klimaatbeeraad, de heer Ed Nijpels, daarvan de tussenbalans gepresenteerd: het 'Voorstel voor hoofdpijnen van het Klimaataakkoord' (VHKA). Alvorens deze voorstellen uit te werken, hebben de partijen ze voorgelegd aan het PBL, om de mogelijke effecten te analyseren. Gevraagd is daarbij zowel de effecten ten aanzien van broeikasgasemissies in 2030 als ten aanzien van andere aspecten zoals langetermijntransitie, kosten, lastenverdeling, gevolgen voor de arbeidsmarkt en ruimtelijke consequenties in ogenschouw te nemen.

De voorliggende analyse van het PBL beoogt onderhandelende partijen inzicht te bieden in dergelijke aspecten en hen aldus te faciliteren bij het verder uitwerken, aanpassen of aanvullen van de voorstellen. De analyse biedt geen finale beoordeling van de onderhandelingsresultaten, maar geeft aanknopingspunten voor het verdere onderhandelingstraject en reflecties op de uitwerkingen die nodig zijn om een effectschatting van het uiteindelijke akkoord te kunnen maken. Parallel aan deze analyse heeft het CPB gekeken naar de budgettaire effecten en gevolgen voor lasten van burgers en bedrijven van een aantal instrumenten, toegespitst op mobiliteit en elektriciteitsproductie.

### **Streefbeeld en beleidsinstrumenten**

Het PBL maakt in deze analyse onderscheid tussen twee verschillende onderdelen van de voorstellen:

1. Het VHKA bevat een selectie van technische en gedragsmaatregelen die worden voorgesteld om, samen met het reeds voorgenomen beleid in het referentiescenario, de reductiedoelstelling te bereiken. Het PBL gebruikt hierbij de term 'streefbeeld'. Middels het streefbeeld beschrijft het PBL de technische situatie in 2030 die zou ontstaan bij realisatie van de voorgestelde maatregelen. In het VHKA zelf wordt niet gesproken van 'streefbeelden'.
2. Daarnaast stelt het VHKA enkele (aanzetten tot) *beleidsinstrumenten* voor. Beleidsinstrumenten en bindende afspraken tussen partijen moeten de prikkels leveren om actoren aan te zetten tot het nemen van de voorgestelde maatregelen. Dit zijn uiteindelijk de elementen die het akkoord al dan niet tot een succes kunnen maken.

In lijn hiermee maakt het PBL onderscheid tussen de term 'maatregelen' en de 'instrumenten'. Onder maatregelen wordt verstaan een (technische of gedragsmatige) procesverandering welke leidt tot minder emissies; een instrument is het beleid of een bindende afspraak die aanzet tot dergelijke maatregelen.

Alle tafels hebben maatregelen of instrumenten geïnventariseerd. Soms is in die maatregelen samenhang gebracht (zoals aan de tafel gebouwde omgeving), soms is besloten om eerst alle mogelijkheden in beeld te brengen (zoals aan de tafel mobiliteit). Soms heeft de tafel de beoogde reductie als vertrekpunt genomen en daarvoor maatregelen geïnventariseerd (zoals de tafel industrie).

In veel gevallen is de precieze uitwerking van de voorstellen nog niet vastgelegd. Op plaatsen waar verdere invulling nodig was om voorstellen kwantitatief te analyseren, heeft het PBL de secretariaten van de tafels om verduidelijking gevraagd. Soms heeft dit geleid tot specifiekere invulling dan waarover aan tafel tot dusverre overeenstemming is bereikt. In bijlage 1 is deze invulling nader toegelicht. Vervolgens heeft het PBL per tafel geanalyseerd wat de bijdrage zou kunnen zijn aan reductie van de emissie van broeikasgassen en wat de kosten zullen zijn voor de Nederlandse samenleving als geheel. Emissiereductie en kosten zijn steeds bepaald ten opzichte van een referentiescenario<sup>1</sup> waarin het reeds vastgestelde en voorgenomen klimaatbeleid wordt uitgevoerd. De berekende emissiereducties zijn gerelateerd aan de opgaven die het kabinet aan de tafels heeft meegegeven. Vervolgens is per tafel kwalitatief gezien of er op korte termijn voldoende actie wordt voorgesteld om de beoogde tussendoelen in 2030 te bereiken en of de voorstellen passen in de transitie naar 95% emissiereductie in 2050. In aanvulling op de analyses per tafel is gekeken naar dwarsverbanden tussen de tafels, met name naar de afstemming van vraag en aanbod bij elektriciteit, biomassa, warmte en duurzame gassen. Ook is op hoofdlijnen bekeken of de voorstellen ruimtelijk inpasbaar zijn en wat ze betekenen voor de arbeidsmarkt.

### ***Drie waarschuwingen vooraf***

Bij de interpretatie van de effectschattingen van de VHKA-voorstellen moet rekening gehouden worden met de bredere context waarin klimaatbeleid zal functioneren. Uit die context brengen we drie elementen onder de aandacht: inherente onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen, de wisselwerking met het buitenland en de wisselwerking met ander beleid.

#### *Onzekerheid over de toekomst is groot*

De implicaties van het streefbeeld en de voorgestelde afspraken zijn op vele manieren onzeker. Deze onzekerheden zijn onvermijdelijk. Het gaat bijvoorbeeld om onzekerheden in de economische ontwikkeling, in de snelheid waarmee technologie tot kostenverlagingen kan leiden, in de gevolgen van ontwikkelingen in omliggende landen, in energieprijzen en in de mate waarin actoren reageren op al deze veranderingen. In deze analyse worden de effecten van het streefbeeld en de instrumenten afgezet tegen een referentiescenario. Dat scenario kent bandbreedtes die de onzekerheden over toekomstige ontwikkelingen in beeld brengen, en bovendien zijn er voor de ontwikkelingen in het buitenland ook andere scenario's denkbaar. Om de rapportage overzichtelijk te houden, zijn die bandbreedtes in deze analyse niet betrokken. Wel tonen we bandbreedtes bij de kostenramingen die samenhangen met onzekerheid over de mate waarin kostenreductie kan worden bereikt.

Omwille van stabiliteit in de analyses is het referentiescenario tot 2030 al anderhalf jaar ongewijzigd, terwijl de verwachtingen over de toekomst voortdurend veranderen. Om een bruikbaar kompas te blijven, zal het referentiescenario periodiek moeten worden geactualiseerd en zullen effectschattingen van maatregelen daarop moeten worden bijgesteld. Dit betekent dat het verstandig is het verder vormgeven van de afspraken zodanig 'adaptief' te doen dat op veranderende omstandigheden ingespeeld kan worden.

---

<sup>1</sup> Het referentiescenario is het scenario uit de Nationale Energieverkenning 2017, variant met vastgesteld en voorgenomen beleid maar zonder verdere openstellingen van de SDE+-regeling na 2019.

### *Wisselwerking met het buitenland is aanzienlijk*

Aansluitend bij de doelstellingen in het Regeerakkoord richt het VHKA zich op de emissiebronnen in Nederland. Die 'grondgebiedsmethodiek' wordt ook internationaal toegepast, en bij het monitoren van voortgang van nationaal klimaatbeleid wordt Nederland hierop afgerekend. Reduceren van binnenlandse emissies kan echter leiden tot extra emissies in het buitenland en zo het klimaatprobleem niet wezenlijk aanpakken. Als bijvoorbeeld Nederlandse elektriciteitscentrales sluiten, reduceert dat onze emissies, maar als ons elektriciteitsverbruik constant blijft en er geen ander productievermogen bij zou komen, zouden we meer stroom gaan importeren en zouden de emissies in omliggende landen stijgen.

Omgekeerd kunnen maatregelen in Nederland ook leiden tot emissiereductie in het buitenland. Dat geldt bijvoorbeeld voor vermindering van vleesconsumptie in Nederland. Dit leidt niet noodzakelijkerwijs tot een kleinere veehouderij in Nederland en een lagere binnenlandse emissie van broeikasgassen omdat de export van vlees kan toenemen. Een ander voorbeeld is het produceren van bioplastics, die vervolgens hoofdzakelijk worden geëxporteerd. Bij een eenzijdige focus op binnenlandse emissiereductie zou zo'n verandering niet worden gestimuleerd, terwijl dat wel bijdraagt aan het verminderen van het klimaatprobleem.

Ook zullen extra beleidsinspanningen in Nederland van invloed zijn op de prikkels voor actoren buiten Nederland. Dit geldt onder andere in geval actoren te maken hebben met EU-brede normen of emissieplafonds. Zo leiden emissiereducties bij bedrijven in het Europese emissiehandelssysteem (ETS) in Nederland niet zonder meer tot EU-brede reducties in het ETS, indien niet ook de totale emissieruimte wordt verminderd door aanscherping van het plafond (waterbed effect)<sup>2</sup>. Daarentegen kan de extra emissieruimte juist ook bijdragen aan een groter draagvlak voor het aanscherpen van de Europese ambities, en zo in tweede instantie toch tot verdere reducties leiden. Bovendien kan het vinden van oplossingen voor technische, organisatorische of maatschappelijke problemen die kunnen optreden bij het nastreven van hogere reductiepercentages eraan bijdragen de transitie in de EU en breder internationaal te realiseren. De mogelijkheden die dit zou bieden voor Nederlandse bedrijven wordt door het kabinet genoemd als een van de redenen waarom het verstandig is enigszins voor de troepen uit te lopen.

Als de Europese Unie doelen aanscherpt of als het beleid in de omliggende landen verandert – ook zij proberen het klimaatakkoord van Parijs in maatregelen om te zetten – heeft dat gevolgen voor de emissies in Nederland. Onze analyses houden rekening met de huidige verwachtingen over ontwikkelingen in omliggende landen, maar als die veranderen dan kunnen de voorgestelde maatregelen ook andere effecten hebben.

### *Niet naar neveneffecten gekeken*

Soms zal het niet al te ingewikkeld zijn om te zoeken naar 'meekoppelende belangen'. Het kabinet heeft daar dan ook nadrukkelijk aandacht voor gevraagd. Vaak zal er bijvoorbeeld positieve samenhang kunnen zijn tussen het reduceren van broeikasgasemissies en de circulaire economie of verbetering van de luchtkwaliteit. Maar op andere terreinen kunnen de belangen tegenstrijdig zijn. Het klimaat heeft bijvoorbeeld baat bij aanplanten van meer bomen en struiken om CO<sub>2</sub> vast te leggen. Maar om natuurdoelen te realiseren is het soms gewenst struweel in natuurgebieden te kappen.

Bij de selectie van maatregelen zijn deze (zowel positieve als negatieve) neveneffecten in het VHKA buiten beschouwing gelaten. Dit betekent dat een bredere analyse tot een ander maatregelenpakket zou kunnen komen, maar dat is door het PBL niet uitgezocht. Ten aanzien van de ruimtelijke inpassing van klimaatmaatregelen is afstemming met nationale, provinciale en

---

<sup>2</sup> Wanneer de ruimte echter niet benut wordt, kan dit via de Market Stability Reserve echter ook tot het extra uit de markt nemen van rechten leiden.

gemeentelijke omgevingsvisies van belang. Vanuit die visies kunnen restricties ontstaan voor klimaatmaatregelen, maar ook daar is in deze analyse geen rekening mee gehouden.

### **Effect beleidsinstrumenten pas na uitwerking te beoordelen**

De toekomstige effecten van het klimaatakkoord zullen worden bepaald door de effectiviteit van de beleidsinstrumenten die daarin worden afgesproken. Die instrumenten vormen namelijk de stimulansen voor actoren in de samenleving om hun energieverbruik en de energieproductie om te vormen tot een uiteindelijk vrijwel klimaatneutraal systeem. Het VHKA bevat een scala aan voorstellen, ambities, ideeën en vergezichten, afkomstig van de vijf onderhandelingsstafels. Die voorstellen zijn in verschillende mate van detail uitgewerkt en worden in verschillende mate van voorwaardelijkheid gedragen door de tafeldeelnemers. Ze hebben vooral betrekking op technische maatregelen om emissies te reduceren. Over de in te zetten beleidsinstrumenten zijn de voorstellen minder specifiek. Het algemene beeld is dat er nog weinig of geen beleidsinstrumentatie is voorgesteld, maar de mate waarin dit het geval is wisselt per tafel (tabel S1). Gelet op de fase waarin het onderhandelingsproces zich bevindt, is het begrijpelijk dat nog lacunes bestaan. Soms zijn denkrichtingen beschreven over instrumenten waarmee de ambities gerealiseerd zouden kunnen worden, zoals normeren, financiële prikkels, of anderszins, maar in vele gevallen wordt geen uitsluitend gegeven. Vrijwel altijd ontbreken de details die het verschil kunnen maken tussen al of niet succesvol beleid. Over beschikbare middelen wordt ook nog zelden iets gezegd. Handhaving van naleving komt nergens aan de orde en meestal ontbreekt duidelijkheid over wie de kosten gaat betalen. Duidelijk is dus dat in de komende maanden nog veel werk verzet moet worden. Veelal gaat het hier overigens om zaken waar via verschillende of combinaties van instrumenten eenzelfde resultaat bereikt kan worden. Er moeten dus keuzes gemaakt worden, waarbij het primaat uiteindelijk veelal bij het Rijk ligt. Het lijkt daarmee behulpzaam voor het proces wanneer het kabinet in haar appreciatie van het VHKA nadere handvatten geeft ten aanzien van de gewenste instrumentatie en daarmee de zoekrichtingen inperkt. Met name waar striktere normen en beprijzing tot hogere lasten kunnen leiden lijkt regie vanuit het Rijk essentieel; het is weinig waarschijnlijk dat partijen aan tafel dergelijke instrumenten zelf zullen voorstellen. Hetzelfde geldt voor het toezicht op doelmatig inzetten van subsidies als instrument.

Gegeven de nog onvolledige uitwerking van instrumenten in het voorliggende VHKA is het nog te vroeg om een doorrekening van de *verwachte* effecten van het totale voorstel te maken. Daarvoor is een verder uitgewerkt beeld nodig van de beoogde instrumentatie. Het is bij deze uitwerking ook belangrijk duidelijkheid te krijgen over wie de kosten van de voorgestelde maatregelen gaan betalen. Zolang dat ontbreekt, is het onmogelijk een indruk te geven van de verdeling van de lasten van het klimaatakkoord over groepen in de samenleving.

**Tabel S1 Mate waarin beleidsinstrumenten aan de orde komen bij de sectortafels in het VHKA**

<b>Sector</b>	<b>Besproken instrumenten of instrumenteringsrichtingen</b>
Elektriciteit	Enkele voorstellen voor instrumenten zijn benoemd, zoals varianten voor een CO <sub>2</sub> -bodemprijs (maar zonder hierin te kiezen). Stimulering hernieuwbare elektriciteitsproductie na 2025 moet nog worden uitgewerkt. Verbod op koleninzet voor elektriciteitsproductie valt als instrument formeel buiten het KA.
Industrie	Zeer algemene opties (bijvoorbeeld tenderregeling), maar nauwelijks uitgewerkt.
Mobiliteit	Scala aan instrumenten is genoemd, maar er zijn nog geen keuzes gemaakt.
Gebouwde omgeving	Aanzet voor een samenhangend beleidspakket, maar veelal nog onvoldoende concreet. Ook hebben partijen concrete acties voorgesteld.
Landbouw en Landgebruik (LULUCF)	Weinig concrete voorstellen voor instrumenten. Er zijn wel veel acties voorgesteld door partijen.



## **Voorgestelde maatregelen bieden het technisch potentieel voor invulling 49% -doel**

In algemene zin bieden de geïnventariseerde maatregelen voldoende potentieel om de gestelde opgaven te realiseren die past bij het doel van 49% emissiereductie (zie tabel S2).

**Tabel S2 Reductieopgave per sector, emissiereductie bij realisatie van het streefbeeld, en restemissie in 2030 bij realisatie van het streefbeeld (in Mton CO<sub>2</sub>-eq.)**

<b>Sector</b>	<b>Reductie opgave</b>	<b>Reductie streefbeeld</b>	<b>Restemis-sie bij realisatie streefbeeld</b>	<b>Opmerkingen</b>
Gebouwde omgeving	3,4	3,7	15	Voldoende maatregelen geïdentificeerd voor realisatie van de opgave. Reductie exclusief emissies bijstook warmtenetten en exclusief inzet groen gas.
Landbouw	2,0	4,5	20	Voldoende maatregelen geïdentificeerd voor realisatie van de opgave. Reductie glastuinbouw 2,9 Mton, en reductie overige landbouw 1,6 Mton.
Landgebruik (LULUCF)	1,5	2,0	5	Voldoende maatregelen geïdentificeerd voor realisatie van de opgave.
Industrie	14,3	15 <sup>a</sup>	35	Voldoende maatregelen geïdentificeerd voor realisatie van de opgave.
Mobiliteit	7,3	7,3 <sup>b</sup>	25	Keuze voor maatregelen moet nog gemaakt worden, maar voldoende potentieel geïdentificeerd.
Elektriciteit	20,2	18,6	14	Opgave is haalbaar onder de voorwaarde dat de emissies van centrales in Velzen (gestookt op restgassen van de staalindustrie) 6 Mton of minder bedragen.
Totaal excl. LULUCF	47,2	49	109	Voldoende maatregelen geïdentificeerd voor realiseren kabinetsdoel van 110,6 Mton.
Totaal incl. LULUCF	48,7	51	114	

<sup>a</sup> De industrietafel heeft in het hoofddocument VHKA een selectie van maatregelen opgenomen die optelt tot 15 Mton CO<sub>2</sub>-eq, terwijl in het werkdocument een groter maatregelpotentieel is geïnventariseerd.

<sup>b</sup> De mobiliteitstafel heeft nog geen selectie gemaakt binnen haar voorstellen. Ten behoeve van de optelling is hier de tafelopgave als streefwaarde gehanteerd.

De mate waarin tafels al keuzes hebben gemaakt over in te zetten maatregelen om de tafelopgave te halen verschilt. De tafel mobiliteit heeft nog geen keuzes gemaakt over de invulling van het streefbeeld, maar wel opties voorgesteld die voldoende potentieel hebben om de opgave in te vullen. Hoewel sommige tafels ook extra maatregelen voorstellen die verder gaan dan de gegeven opgave, is de opgave om in totaal ook een reductiepotentieel van 55% in beeld te brengen onvoldoende uitgewerkt om dit op evenwichtige wijze te kunnen analyseren.

Bij gebouwde omgeving, landbouw, landgebruik, en elektriciteit zijn de in tabel S2 weergegeven emissiereducties in deze analyse bepaald op basis van technische effectinschattingen van de voorgestelde maatregelen in het VHKA. Bij elektriciteit zijn de berekende reducties erg gevoelig voor ontwikkelingen in het buitenland. Bij industrie is de in het hoofddocument genoemde reductie het uitgangspunt (15 Mton). Bij mobiliteit hanteren we omwille van de



optelling de tafelopgave, alhoewel door de tafel nog geen keuze is gemaakt voor een selectie binnen de geïnventariseerde mogelijkheden. Aan de hand van deze tabel stellen we vast dat het potentieel van de door de tafels geïnventariseerde maatregelen voldoende is om invulling te geven aan de opgave. Omdat bij de transporttafel nog geen keuze is gemaakt binnen de geïnventariseerde mogelijkheden, is het ook niet mogelijk om de nationale kosten daarvan te geven.

### **Meerkosten circa 3 tot 4 miljard per jaar**

De nationale kosten (uitgedrukt als jaarlijkse meerkosten ten opzichte van het referentiescenario) van het in het VHKA voorgestelde maatregelpakket bedragen 3 tot 4 miljard euro (tabel S3) in 2030. Dit is exclusief de kosten voor de tafel mobiliteit en de kosten van inzet van groen gas in 2030. De meerkosten hebben daarmee een omvang van circa 0,5% van het bbp. In de kosten voor de gebouwde omgeving is uitgegaan van forse kostendalingen zoals die door de tafels wordt nagestreefd, bij elektriciteit is met een gematigder kostendaling gerekend. In de kosten voor de landbouw en landgebruik zijn de meekoppelende maatregelen van reeds lopende trajecten, zoals realisatie natuurnetwerk en warme sanering van de varkenshouderij niet opgenomen. Door deze koppeling worden de kosten van de klimaatopgave gedrukt. De totale cumulatieve meerinvesteringen in de periode van 2019 tot 2030 bedragen circa 80-90 miljard euro.

**Tabel S3 Totaal van nationale kosten (volgens nationale kostenmethodiek) in 2030 bij realisatie streefbeeld, additioneel ten opzichte van het referentiescenario**

Sector	Indicatie jaarlijkse extra nationale kosten in 2030 bij realisatie streefbeeld (mln euro)	Opmerkingen
Elektriciteit	1300 - 2300	Inclusief netkosten
Industrie	1000	
Mobiliteit	Nog niet te bepalen	
Gebouwde omgeving	500	Exclusief kosten groen gas
Landbouw	100	
Landgebruik (LULUCF)	100	
Totaal	3000 – 3900 <sup>a</sup> + PM	

<sup>a</sup> Door afrondingsverschil tellen genoemde bedragen niet op tot het totaal.

In grote lijnen komen de voorgestelde maatregelen overeen met het pakket 'transitie-zelfde-reductie' dat door het PBL in de Kostennotitie (Koelemeijer et al., 2018) als indicatief pakket passend bij een kosteneffectieve transitiestrategie was aangemerkt. Enkele verschillen in maatregelen en maatvoering, vooral aan de tafel gebouwde omgeving, doen geen afbreuk aan deze conclusie. De genoemde nationale meerkosten van de maatregelen uit het VHKA zijn dan ook vrijwel gelijk aan die van het pakket in de Kostennotitie.

In het streefbeeld voor elektriciteit wordt evenveel hernieuwbare elektriciteit opgewekt als in het in het pakket 'transitie-zelfde-reductie'. Maar in het gehanteerde streefbeeld (zoals aangegeven door het secretariaat van het klimaatberaad in een technische aanwijzing) wordt meer ingezet op wind op land en wind op zee, en minder op zon-PV. De verdeling tussen technieken is in het VHKA zelf overigens niet vastomlijnd beschreven. De range in de kosten voor elektriciteitsopwekking zijn een gevolg van verschillende inschattingen over kostendalingen van elektriciteitsproductie uit wind en zon en netkosten. Het streefbeeld bij de industrie wordt vooral gerealiseerd door procesefficiency, elektrificatie en waterstof en inzet op CCS. Qua omvang strookt dit goed met het pakket 'transitie-zelfde-reductie' uit de kostennotitie 2018. Bij welke bronnen CCS wordt toegepast, en welke processen worden geëlektrificeerd is in het VHKA nog niet uitgewerkt. Kostenschattingen voor de industrie zijn erg

onzeker, en meer studie hiernaar is zeer gewenst. In het streefbeeld voor de gebouwde omgeving worden meer bestaande woningen verduurzaamd (circa 1,5 miljoen woningen) dan verondersteld in het pakket 'transitie-zelfde-reductie' (circa 1,1 miljoen). In het streefbeeld worden vooral veel meer woningen verduurzaamd door aansluiting op een warmtenet en spelen hybride warmtepompen een grotere rol. Hoewel in het streefbeeld meer woningen worden verduurzaamd dan in het pakket 'transitie-zelfde-reductie', komen de nationale kosten in het streefbeeld toch aanzienlijk lager uit. De belangrijkste redenen daarvoor zijn dat in het streefbeeld uitgegaan wordt van een aanzienlijke kostendaling (gemiddeld ruwweg 30% daling van investeringskosten); er is meer potentieel geïdentificeerd bij de utiliteitsbouw met negatieve nationale kosten (dus baten van energiebesparing zijn daar hoger dan de kosten voor die maatregelen); er wordt in het streefbeeld veel minder ingezet op nul-op-de-meter renovatie (relatief duur) en juist meer ingezet op hybride ketels en warmtenetten. In het tafelvoorstel wordt ook nog gesproken over de inzet van 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas, tegen 0,2 miljard m<sup>3</sup> in het pakket 'transitie-zelfde-reductie'. Omdat bij deze inzet verder geen onderbouwing noch productiebronnen werden genoemd, zijn de kosten en effecten van deze maatregel echter niet meegenomen in de berekeningen. In het pakket 'transitie-zelfde-reductie' was de emissiereductie bij de landbouw beperkt tot 1,4 Mton. In het pakket 'laagste kosten' uit de Kostennotitie werden meer maatregelen genomen. De meeste daarvan komen ook in het VHKA aan bod, maar vaak met een andere maatvoering. Dit geldt ook voor maatregelen gericht op landgebruik. Voor de mobiliteitstafel is geen vergelijking te maken omdat het voorstel geen selectie beschrijft. In het pakket 'transitie-zelfde-reductie' was bij mobiliteitsmaatregelen per saldo overigens geen sprake van kosten maar van baten.

#### **Wat verstaan we onder nationale kosten?**

De kosten zoals hiervoor gepresenteerd zijn de nationale kosten volgens de milieukostenmethodiek (Ministerie van VROM, 1994; 1998; 2004). Dit is het saldo van directe kosten én baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. Het gaat daarbij om netto meerkosten ten opzichte van het referentiescenario. De nationale kosten geven een beeld van de kosten voor de Nederlandse samenleving als geheel, ongeacht wie deze draagt. De kosten zijn niet constant in de tijd maar hangen af van de toekomstige kosten van technologieën en toekomstige brandstofprijzen, die veelal weer afhangen van internationale ontwikkelingen. In deze analyse worden ze voor het jaar 2030 weergegeven.

De nationale kosten worden gedomineerd door jaarlijkse kapitaalkosten (rente en aflossing op investeringen, waarbij wordt gerekend met een maatschappelijke discontovoet van 3%), kosten voor energiegebruik en kosten voor onderhoud en bediening van installaties en apparaten. De kosten als gevolg van verandering van energiegebruik worden berekend uitgaande van internationale groothandelsprijzen. Belastingen, heffingen, accijnzen en subsidies worden gezien als waardeoverdrachten van de ene partij in de samenleving naar de andere, en vallen daarmee weg in de nationale kosten. Om die reden wijken kosten vanuit het perspectief van eindgebruikers zoals huishoudens of bedrijven af van de nationale kosten. Ook hanteren eindgebruikers doorgaans andere rentevoeten en afschrijvingstermijnen op investeringen. Ter illustratie: als de nationale kosten van een optie negatief zijn, zijn er netto baten voor de Nederlandse samenleving als geheel. Maar vanuit het perspectief van een burger of een bedrijf hoeft dat niet het geval te zijn, omdat die bijvoorbeeld rekent met een hogere discontovoet of kortere afschrijvingstermijn. Omgekeerd kunnen opties met positieve nationale kosten soms juist wel rendabel zijn vanuit het perspectief van een burger of bedrijf, bijvoorbeeld als gevolg van subsidies die door de overheid worden gegeven, of door besparing op belasting die anders betaald had moeten worden.

Er zullen ook andere (welvaarts)effecten op kunnen treden als gevolg van in het VHKA besproken maatregelen, bijvoorbeeld verbetering van de luchtkwaliteit, afname van geluidsoverlast, effecten op de biodiversiteit, of effecten op de importafhankelijkheid van energie. Dergelijke neveneffecten zijn echter geen onderdeel van de nationale kosten.

De nationale kosten worden uitgedrukt in jaarlijkse kosten, en kunnen dan ook gebruikt worden om in combinatie met de jaarlijkse effecten de kosteneffectiviteit van maatregelen te berekenen, uitgedrukt als euro per eenheid gerealiseerd effect (ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq).

### **Wat leren reductiekosten per tafel ons?**

Het is heel verleidelijk om te kijken naar de gemiddelde kosten per megaton emissiereductie voor de verschillende tafels. Dat leert ons immers waar reducties duurder en goedkoper zijn. Wanneer we de nationale kosten per tafel delen door de emissiereductie per tafel, levert dit op dat de gemiddelde kosten per ton vermeden broeikasgasemissie 140 euro/ton is in de gebouwde omgeving, 100 euro/ton bij elektriciteitsproductie, 70 euro/ton bij de industrie en 30 euro/ton bij de landbouw en landgebruik.

De gemiddelde kosten per eenheid reductie in de gebouwde omgeving zijn daarmee relatief hoog, en bij landbouw en landgebruik relatief laag. Dat de kosten in de gebouwde omgeving gemiddeld relatief hoog zijn bleek ook al uit de eerdere PBL-notitie *Kosten energie- en klimaattransitie in 2030 – Update 2018*. Het kabinet heeft er bewust voor gekozen de gebouwde omgeving een hogere opgave mee te geven dan een puur op kosteneffectiviteit gebaseerd pakket indiceerde, omdat in het licht van de opgave tot 2050 een forse inspanning tot 2030 nodig is.

Hier zit wel een lastige kant aan. Juist in sectoren waarin we weinig rekening hoeven te houden met het gedrag van omringende landen – waar geen concurrentie aspecten spelen en maatregelen dus wellicht gemakkelijker te effectueren zijn – zijn de reductiekosten relatief hoog. Een uitzondering daarop vormen veel maatregelen bij landgebruik, waar geen buitenlandse concurrentie speelt en de kosten laag zijn. De kosten voor reductie in de elektriciteitssector geven overigens een enigszins misleidend beeld. Het gevolg van de door de elektriciteitstafel overwogen maatregelen zal zijn dat een vrij groot importsaldo elektriciteit in 2030 zal veranderen in een evenwicht van import en export. We gaan immers meer hernieuwbaar opgewekte elektriciteit produceren dan in het referentiescenario. De emissiereductie gaat dus gepaard met een afname van het importsaldo, waarmee we reducties in omringende landen ondersteunen. De kosten per eenheid reductie in Nederland zijn in breder perspectief dan een overschatting. Daarnaast zijn kosten tussen de sectoren soms gekoppeld; bijvoorbeeld zijn kosten voor elektriciteitsverbruik in vraagsectoren een kostenpost, maar aan de opwekkingskant een batenpost. De kostenverdeling over sectoren hangt dan af van welke prijs gekozen wordt voor elektriciteit, terwijl dit voor de totale kosten niet uitmaakt.

Toch moeten we het uit dit overzicht te halen inzicht niet overdrijven. Ook een tafel met gemiddeld hogere kosten kan maatregelen nemen die relatief goedkoop zijn. Zo blijken de voorgestelde maatregelen bij de utiliteitsbouw aanzienlijk goedkoper te zijn dan bij woningen en vinden we aan de mobiliteitstafel maatregelen met hogere en lagere kosten, zoals de inzet van biobrandstoffen (zo'n 300 euro per ton reductie) en de maatregelen om het zakelijk verkeer te verduurzamen van dezelfde orde grootte (100 euro). Ook kent het verkeer door middel van gedragsverandering maatregelen die per saldo geen nationale kosten hebben, maar waarbij wel maatschappelijke kosten bestaan via het welvaartsverlies van de verdwenen mobiliteit.

## **B.2 Verschillende accenten bij de sectoren**

### ***Aanpak industrie vergt combinatie van generiek en specifiek beleid***

Ongeveer de helft van de emissies van de Nederlandse industrie vindt plaats bij 10 bedrijven en 80% bij 50 grootverbruikers. Dat is ook terug te zien in de grote opties die zijn aangedragen om 15 Mton te kunnen reduceren. Het grootste deel van deze reductie betreft maatregelen bij een zeer beperkt aantal bedrijven, die ieder verschillend zijn en verschillende kosten kunnen betekenen. De industrie zal geprikkeld moeten worden tot het nemen van deze maatregelen. De maatregelenmix die daarvoor nodig is, vraagt nog het nodige denkwerk.

Door de lage CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS heeft het aan een duidelijk langetermijnprijssignaal voor CO<sub>2</sub>-emissie in de industrie tot dusverre ontbroken. CO<sub>2</sub> beprijzing confronteert de industrie met kosten voor vervuiling, die bedrijven kunnen afwegen tegen de kosten en de timing van de emissie reducerende maatregelen die genomen kunnen worden. Gezien de verschillende specifieke situaties bij ieder van de genoemde grote bedrijven is het bovendien raadzaam dat het beleid maatwerkoplossingen faciliteert. Ook is er sprake van regionale clustering van bedrijven, van belang voor een gezamenlijke aanpak.

Afvang en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) is een voorbeeld van een optie voor enkele grote bedrijven. In het voorstel draagt deze technologie bij met een reductie van 7 Mton, waarbij is aangegeven dat de toepassing van deze technologie een zorgvuldige afweging behoeft, waaraan een gezamenlijk *joint fact finding* vooraf gaat. Het voorstel voor reductie van lachgas betreft één bedrijf en levert 1 Mton op. Verbetering van procesefficiency, in vele gevallen in combinatie met elektrificatie, leidt tot een mogelijke emissiereductie van 2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Andere vormen van elektrificatie en inzet van waterstof leiden tot een reductie van 4 Mton. Deze maatregelen leiden tot een verschuiving van gas naar elektriciteit, passend bij een transitie waarin gebruik wordt gemaakt van een groot potentieel aan CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteit. Recycling, nuttig gebruik van CO<sub>2</sub> en de biobased chemie leiden tot een reductie van 1 Mton, waarmee ook aan het verzoek om de circulaire economie een plaats in de aanpak te geven is voldaan. De meerkosten van deze maatregelen in 2030 zijn geraamd op 1 miljard euro. Voor een goede inschatting van de investeringen die hiermee gepaard gaan ontbreekt nog de onderbouwing, zoals het VHKA ook aangeeft. Afspraken over een verdeling van de kosten zijn nog niet gemaakt. Genoemd wordt wel dat de overheid een bijdrage kan leveren aan de meerkosten in 2030 van zeker 550 miljoen euro. De kosten van de maatregelen zijn niet gelijkmatig over de bedrijven verdeeld; de lastenverdeling vormt dus een aandachtspunt. Het beeld van de mogelijke financiering vanuit de overheid kan in breder perspectief geschetst worden wanneer tevens de mogelijkheid tot verplichtingen en de relatie met CO<sub>2</sub>-prijs in het ETS en daarin meegenomen worden.

Veel technische maatregelen, maar zeker ook de beleidsinstrumenten zullen nog een stevige voorbereiding vragen. Deze voorbereidende trajecten omvatten pilot- en demonstratietrajecten, waarvoor wel aanzetten worden gegeven, maar die nog een beter uitgewerkt plan van aanpak vergen met concrete acties voor de komende jaren. Daarin passen ook acties gericht op de noodzakelijke infrastructuur en afspraken over de organisatie van het systeem en de verantwoordelijkheden, bijvoorbeeld voor het transport en de opslag van CO<sub>2</sub>.

De voorstellen voor elektrificatie en waterstof zijn voorbeelden dat de industrietafel zich ook richt op de lange termijn. Nog opengelaten is de vraag of CCS vooral een tussenoplossing is, of ook een eindoplossing voor 2050 wanneer het met biomassa wordt gecombineerd waardoor negatieve emissies ontstaan. Omdat een overzichtelijk aantal bedrijven een groot deel van de reducties kan realiseren, is er ruimte om goed naar de timing van de maatregelen en de verhouding met een toekomstbeeld van een hoogwaardige Nederlandse industrie te kijken. Het is van belang dat bedrijven een goed transitieplan volgen, waarin op de geëigende momenten van onderhoud en vervanging passende investeringen worden gedaan. Elk uitstel vergroot immers de kans dat de transitie bij de industrie niet snel genoeg verloopt om het einddoel in 2050 te halen, of onduurzame installaties vroegtijdig moeten worden afgeschreven. Dat maatwerk in de vorm van transitieplannen voor (grote) bedrijven zal nog veel uitwerking vragen. De sturingsvraag is daarbij relevant: waartoe wordt op basis van vrijwilligheid besloten, in welke mate draagt de overheid bij aan de kosten, wanneer is er van een verplichting sprake, en hoe wordt deze op bedrijfsniveau geconcretiseerd en gekwantificeerd zonder dat de concurrentiepositie in het geding komt – waarbij het streefbeeld niet gerealiseerd zal worden bij vertraging in de uitvoering.

### ***Bij elektriciteit twee grote maatregelen***

In het Regeerakkoord is afgesproken om elektriciteitsproductie op basis van kolen te beëindigen. De elektriciteitstafel heeft zich gebogen over het bevorderen van de opwekking van hernieuwbare elektriciteit door een aantal beleidsinstrumenten: voortzetting van de SDE+ subsidie tot en met 2025 (voor de periode na 2025 wordt een alternatief instrument beoogd) en de ontwikkeling van regionale energiestrategieën (RES) om ook feitelijk ruimte voor hernieuwbare energie op land te hebben.

Bij de elektriciteitsvoorziening speelt in het bijzonder de samenhang tussen vraag en aanbod. Zonder voldoende toename van de vraag leidt uitbreiding van het aanbod van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit tot windturbines of zonnepanelen die afgeschakeld moeten worden omdat het systeem het aanbod niet aankan. Zonder uitbreiding van het aanbod van hernieuwbare elektriciteit wordt de elektrificatie van andere sectoren belemmerd. In de analyse van het streefbeeld is uitgegaan van 19 tot 53 TWh extra vraag, deels afhankelijk van de elektriciteitsprijs, in de industrie, gebouwde omgeving en transport als gevolg van elektrificatie in die sectoren.

Het hangt af van de ontwikkelingen in de ons omringende landen wat dit alles aan emissiereductie oplevert. Daartoe is naast het referentiescenario ook een scenario doorgerekend waarin de omringende landen extra klimaatbeleid voeren. In het referentiescenario is er in omringende landen een grotere elektriciteitsproductie, importeren wij meer en is de elektriciteitsprijs iets lager. Hoewel de scenario's verschillen, is bij beide de resterende emissie ongeveer 14 Mton, waarmee de opgave inzicht komt. Mogelijk komt de emissie nog iets lager uit ten gevolge van maatregelen bij de primaire staalproductie die ook kunnen doorwerken bij de elektriciteitsproductie, maar aan de industrietafel moeten die dan wel worden genomen.

Omdat door wetgeving de inzet van kolen voor elektriciteitsproductie al wordt verboden, heeft een aparte CO<sub>2</sub> prijs voor elektriciteit in 2030 niet veel effect op de Nederlandse emissies. Deze prijs kan de subsidiebehoefte voor hernieuwbaar opgewekte elektriciteit wel verminderen, en creëert een robuustere situatie voor de transitie na 2030. Doordat de productie van zonne- en windstroom toeneemt, leidt de bodemprijs voor CO<sub>2</sub> nauwelijks of in geringe mate tot een hogere elektriciteitsprijs. Daar staat tegenover dat de door de elektriciteitstafel verwachte kostenreductie voor hernieuwbare energie ambitieus is te noemen. Er ligt nog een flinke uitdaging in de uitwerking van de samenhang van de extra vraag door elektrificatie en het grotere hernieuwbare aanbod: waar slaat de extra vraag ruimtelijk neer, hoe pakt het uit in de prijsvorming, kunnen de netten dit wel aan, heeft het buitenland de elektriciteit wel nodig wanneer wij een overschot hebben en biedt het buitenland elektriciteit aan bij een Nederlands tekort?

### ***Mobiliteit heeft opties verkend***

De opties die zijn verkend door de sectortafel mobiliteit bieden zicht op een reductiepotentieel dat groter is dan de beoogde opgave van 7,3 Mton. De tafel heeft binnen deze opties nog geen keuzes gemaakt. De keuze voor een programmatische en adaptieve aanpak onderkent de onzekerheid. De aanpak bestaat uit acties gericht op een verschuiving van het gebruik van fossiele brandstoffen naar elektrisch aangedreven voertuigen, inzet van biobrandstoffen, efficiencyverbetering en aanpassing van het mobiliteitsgedrag. De grote voorgestelde opties kennen risico's: de voortgang met elektrische personenauto's is vooral afhankelijk van internationaal te realiseren kostendalingen, inzake biomassa is onduidelijk of er voldoende aanbod komt; rekening rijden lijkt een groot effect te kunnen hebben, maar ook daarover is nog geen overeenstemming. De mobiliteitstafel heeft breed geïnventariseerd welke maatregelen mogelijk zijn, maar nog geen keuzes voorgesteld. Daarmee is er nog geen eenduidig beeld van met welke maatregelen men de beoogde reductie van de emissie van broeikasgassen wil bereiken. De PBL-analyse richt zich dan ook op het aanreiken van de te verwachten effecten van de afzonderlijke maatregelen, om zo de mobiliteitstafel te ondersteunen bij de keuze.

Een belangrijk onderdeel kan het streven uit het Regeerakkoord zijn om in 2030 het aandeel nul-emissie auto's in de nieuwverkopen voor personenauto's op 100% te krijgen. Wanneer dit streefbeeld zou worden gerealiseerd, kan dat een mogelijke reductie van 3 – 5 Mton CO<sub>2</sub> in 2030 betekenen. Nog onduidelijk is welke beleidsinstrumenten men hiervoor na 2025 wil inzetten. Daardoor kon het effect van de inzet op elektrisch personenvervoer nu niet berekend worden. Aandachtspunt is dat de variabele kosten van elektrische auto's veel lager zijn

dan van benzine- en dieselauto's. Lage gebruikskosten stimuleren het autogebruik, hetgeen kan leiden tot toename van files. Tegelijk zullen opbrengsten voor de overheid uit brandstofaccijns afnemen. Het is van belang dit alles mee te nemen bij het voorgestelde integraal ontwerp voor een toekomstbestendige bekostiging van het mobiliteitssysteem.

Een tweede belangrijke component is de inzet van biobrandstoffen. Als het bijvoorbeeld meezit met het aanbod van duurzame biomassa, dan ligt er een groot potentieel bij de introductie van alternatieve brandstoffen, waarvoor een optie is uitgewerkt voor de productie van 100 PJ aan brandstof (en daarvoor ruim het dubbele aan PJ's biomassa). Op basis van ruwe inschattingen van het biomassapotentieel in Nederland en Europa is het niet zeker of dat ook beschikbaar gaat komen. Inzet van 65 PJ biobrandstof voor transport zou een emissiereductie van ongeveer 5 Mton CO<sub>2</sub> opleveren. Overigens zou productie daarvan in Nederland met opslag van de vrijkomende CO<sub>2</sub> tot een negatieve emissie van ongeveer 7 Mton kunnen leiden. Gezien dat mogelijk beperkte biomassa-aanbod is het in het kader van de transitie ook van belang om de ontwikkeling richting nul-emissie vrachtvervoer over de weg op basis van elektriciteit of waterstof voortvarend op te pakken. Andere toepassingsmogelijkheden van de biomassa bij vervoerwijzen die weinig alternatieven kennen in 2050 zouden dan de voorkeur genieten zoals de internationale luchtvaart en scheepvaart, die nu nog niet aan landen wordt toegerekend.

### ***Aanzet voor samenhangend pakket bij gebouwde omgeving***

De voorstellen voor de gebouwde omgeving zijn een goede aanzet voor een klimaatakkoord dat de beoogde opgave voor emissiereductie kan realiseren. Er is al relatief veel aandacht geschonken aan de ontwikkeling van een samenhangend pakket beleidsinstrumenten dat er voor moet zorgen dat gebouwen versneld geschikt worden gemaakt voor klimaatneutrale verwarming, dat de kosten van benodigde maatregelen dalen, dat klimaatneutraal verwarmen rendabeler wordt dan verwarmen met aardgas en dat particulieren de maatregelen gemakkelijker kunnen financieren. Het instrumentenpakket moet echter nog verder worden uitgewerkt om te kunnen beoordelen of bedrijven en burgers daardoor de beoogde maatregelen daadwerkelijk gaan nemen.

In potentie kunnen de maatregelen uit het streefbeeld de directe emissies in 2030 met 3,7 Mton reduceren. Daar staan extra emissies in de energiesector tegenover. Deze indirecte emissies zijn afkomstig uit gasgestookte hulpketels bij warmtenetten (0,3 Mton, indien gestookt op aardgas) en uit extra elektriciteitsvraag voor warmtepompen en pompenergie bij geothermie (meegenomen bij de elektriciteitstafel). De emissiereductie wordt bereikt met een mix van maatregelen voor energiebesparing en vervanging van gasgestookte CV-ketels door warmtenet-aansluitingen en hybride en elektrische warmtepompen. Energie-efficiënte nieuwbouw in de dienstensector kan 0,5 Mton opleveren en verduurzaming van bestaande utiliteitsbouw 1,1 Mton. In de nieuwbouw van woningen kan nog 0,1 Mton extra worden gereduceerd, met de aanpak van bestaande koopwoningen 1,1 Mton en met verduurzaming van bestaande huurwoningen 0,9 Mton. Daarnaast heeft de tafel aangegeven dat in 2030 2 miljard m<sup>3</sup> duurzame gassen nodig zijn in de gebouwde omgeving (goed voor 3,6 Mton emissiereductie). Die claim is niet onderbouwd en het ontbreekt aan een aanpak deze duurzame gassen te produceren.

Om de kans op realisatie van dit potentieel te vergroten, zou het onderhandelingsproces in de komende fase zijn aandacht vooral moeten richten op: een verdere uitwerking van de wijkaanpak; besluiten over al dan niet inzetten van normering (al aangegeven in het VHKA); uitwerken van beleidsinstrumenten voor de dienstensector; nader uitwerken van het streefbeeld; concreet maken van afspraken over financiering (subsidies en hoogte energiebelasting). Dit is nader uitgewerkt in paragraaf 0. Al met al bevat het voorstel aanzetten voor een



samenhangend pakket, waarbij alle onderdelen nodig zijn (fiscale maatregelen, wijkaanpak, etc.) om het beoogde resultaat te kunnen realiseren.

### **Veel opties voor landbouw en landgebruik, maar kijk ook naar samenhang**

Ook door de landbouwtafel zijn er voldoende opties aangereikt om de gestelde opgave te halen. De emissies in de landbouw en glastuinbouw dalen met 4,5 Mton bij realisatie van het streefbeeld, door tal van maatregelen. De glastuinbouw draagt hieraan circa 2,9 Mton bij, via het uitfaseren van de gasgestookte WKK, en meer geothermie en gebruik van restwarmte, zuiniger kassen en door inkoop van elektriciteit en CO<sub>2</sub>. De landbouw draagt 1,6 Mton bij via de melkveehouderij (veevoerspoor, mestbewerking en o.a. fokprogramma's), via de varkenshouderij (warme sanering en mestbewerking), en via de akkerbouw (reductie lachgasemissie door gebruik van nitrificatieremmers). Bij landgebruik zijn maatregelen geïdentificeerd met een reductiepotentieel van 2 Mton; dit is een gevolg van maatregelen om oxidatie van veen tegen te gaan, bosbeheer en vastlegging van koolstof in landbouwgrond.

De landbouwtafel heeft ook nagedacht over mogelijkheden minder voedsel te verspillen, minder eiwitten in ons voedsel te gebruiken en een groter aandeel plantaardige. Wanneer de productie in Nederland ongewijzigd blijft, heeft beleid dat op consumptie wordt gericht echter slechts beperkt effect op de Nederlandse emissies. Wel bestaat er via deze route in de ketens naar Nederlandse eindgebruikers een groot reductiepotentieel, dat in aanvulling op de grondgebiedbenadering, mogelijkheden biedt om het Nederlandse klimaatbeleid verder te versterken.

Inzake het grondgebruik moet meer afgestemd worden: de melkveehouderij doet een beroep op meer grond van de akkerbouw en ook nieuwe bossen moeten ergens geplant worden. De glastuinbouw doet voor haar warmtevoorziening in grote mate een beroep op restwarmte en geothermie. Soms gaat dat goed samen met een beroep daarop door anderen, zoals bij het aanleggen van een warmtenet, maar de geothermie kan niet door iedereen tegelijk worden gebruikt. Daarnaast staan de klimaatvoorstellen voor slimmer landgebruik soms op gespannen voet met bestaand natuurbeleid: de klimaatvoorstellen zijn gericht op koolstofvastlegging door bossen en het voorkomen van ontbossing, terwijl bijvoorbeeld bestaand Natura2000-beleid en PAS-beleid naar verwachting tot meer ontbossing, vershraling en ontvening leidt.

Meer gebruik van reststromen kan een bijdrage leveren aan het duurzaam gebruik van biomassa. Er wordt momenteel meer fundamenteel nagedacht over de toekomst van de landbouw, en die van de veehouderij in het bijzonder. Veel maatregelen van de landbouwtafel hoeven niet op de uitkomst daarvan te wachten. De vormgeving van regionaal beleid rond landbouw en natuur met een doorslaggevende rol voor provincies is vaak anders georganiseerd dan die in het energiebeleid met gemeentelijke warmteplannen en regionale energie-strategieën. Door hier naar samenhang te streven kunnen ook maatregelen gericht op klimaatadaptatie en het tegengaan van klimaatverandering elkaar versterken.

## **B.3 Afstemming van vraag en aanbod: onzekerheden over rol biomassa**

De afstemming van voorstellen tussen sectoren (tafels) is op onderdelen nog onvoldoende. Voor elektriciteit is nagedacht over de afstemming van vraag en aanbod, maar voor andere energiedragers (biomassa, warmte en duurzame gassen) is dat in mindere mate het geval. Dit is een logisch gevolg van de organisatie van het overleg in de vorm van vijf sectortafels. Bij de verdere uitwerking van het klimaatakkoord kan de afstemming tussen sectoren versterkt worden.

Een van de grootste onzekerheden in de transitie is de rol van biomassa, omdat het toekomstige aanbod ervan bij het in acht nemen van duurzaamheidscriteria zeer onzeker is. Toch kan die rol cruciaal zijn, want in een fossielvrije toekomst is biomassa de belangrijkste zo niet enige bron van koolstof. Bovendien heeft biomassa als pluspunt ten opzichte van andere hernieuwbare energiebronnen, dat het bij de groei CO<sub>2</sub> aan de atmosfeer onttrekt. Dat pluspunt kan alleen worden benut, als die CO<sub>2</sub> bij de inzet van biomassa niet weer terugkomt in de atmosfeer. In vele klimaatscenario's gericht op realisatie van maximaal 2 of zelfs 1,5 graden temperatuurstijging wordt daarom een belangrijke rol toegedicht aan de combinatie van bio-energie met CCS (BECCS). Anders is het zaak de koolstof in de biomassa zo optimaal mogelijk te benutten (onder meer met CCU) opdat zo min mogelijk fossiele koolstof nodig is.

In het VHKA doen verschillende tafels een beroep op biomassa: biobrandstoffen voor transport, groen gas voor de gebouwde omgeving, versterking van de biobased chemie en mogelijk – daarover is het streefbeeld onduidelijk – voor het regelbaar vermogen in de elektriciteitsproductie. Dat brengt de totale vraag op 340-570 PJ, grotendeels te importeren. Het is een grote uitdaging om het biomassa-aanbod op duurzame wijze te realiseren en er moet rekening mee worden gehouden dat dit niet gaat lukken. Acties gericht op realisatie van dit aanbod alsmede op de productie van de genoemde groene brandstoffen uit de biomassa zijn niet in het voorstel opgenomen. Bij die productie kan CCS worden toegepast. Dat zou een negatieve emissie bij de productie van biobrandstof en groen gas in de orde van 15 tot 30 Mton CO<sub>2</sub> kunnen opleveren.

Gezien de potentiële schaarste van duurzame biomassa is het de vraag of de voorgestelde toepassingen in 2030 passen in het beeld van 2050. Lucht- en scheepvaart zijn niet opgenomen in de huidige klimaatdoelstellingen en daarmee niet in het VHKA. Groene brandstoffen zouden ook hier in 2050 nog de belangrijkste, zo niet enige CO<sub>2</sub>-vrije optie kunnen zijn. Als we het aandeel van Nederland in de mondiale economie vertalen naar het aandeel van Nederland in de mondiale emissies van die sectoren, dan zou het in 2050 om 600 PJ biomassa per jaar kunnen gaan. In de relatief grote Nederlandse havens en luchthavens gaat er in de bunkers nog meer brandstof om. Productie van biobrandstoffen voor wegverkeer brengt de technologie hiervoor een stap verder en is in een latere fase redelijk gemakkelijk om te zetten naar brandstoffen voor lucht- en scheepvaart. Voor regelbaar vermogen in de elektriciteitsvoorziening kunnen op termijn alternatieven beschikbaar komen en is biomassa niet cruciaal. Dat geldt wel voor biomassa als grondstof (koolstofbron) voor de chemie als alternatief voor fossiele nafta. Voor de gebouwde omgeving blijft er in 2050 waarschijnlijk een beperkte vraag naar groen gas.

## B.4 Andere sector-overstijgende aspecten

In aanvulling op de analyses per sectortafel en de afstemming van vraag en aanbod van energiedragers, vragen we aandacht voor zes sector-overstijgende aspecten: ruimtelijke inpassing, gevolgen voor de arbeidsmarkt, infrastructuur, afscheid van koolstofintensieve activiteiten, samenhang bij de uitwerking van instrumenten, en de borging van een mogelijk akkoord.

### ***Opties kunnen ruimtelijk passen, maar ruimtelijke proces nog onduidelijk***

Het is aannemelijk dat de maatregelen in het streefbeeld zullen 'passen' in de fysieke ruimte, in ieder geval tot 2030. Daarna, of bij verdergaande ambities, stuiten we mogelijk wel op grenzen van ruimtelijke inpassing, bijvoorbeeld bij wind op land.



De regionale energie strategieën (RES) verbinden alle sectortafels omdat veel maatregelen in de regio gaan plaatsvinden. Op veel punten rond de RES bestaat echter nog institutionele onduidelijkheid. Om deze te doorbreken is verheldering nodig, bijvoorbeeld over:

- Hoe de ruimtelijke plannen in de RES zich verhouden tot de Omgevingsvisies van de overheden, waarin verschillende belangen rond ruimte en milieu van allerlei opgaven worden afgewogen. Klimaat heeft dan niet per se voorrang.
- Wat nodig is als de inspanningen van de regio's niet optellen tot het gewenste totaal. Regio's met meer fysieke mogelijkheden zullen dit niet zomaar voor de andere oplossen.

### ***Fricties op de arbeidsmarkt kunnen uitvoering voorstellen belemmeren***

Het realiseren van de voorstellen in het VHKA kan alleen als er voldoende werknemers zijn met de juiste kwalificaties en vaardigheden voor het uitvoeren van alle benodigde werkzaamheden. Is dat niet het geval dan kunnen voorstellen minder snel worden uitgevoerd en/of zijn extra investeringen nodig, bijvoorbeeld in nieuwe (om)scholingstrajecten of voor de ontwikkeling van technologieën waardoor minder inzet van arbeid nodig is.

De voorstellen in het VHKA zijn onvoldoende concreet voor een kwantitatieve analyse van de mate waarin deze zullen leiden tot meer spanning op de arbeidsmarkt, zoals eerder is uitgevoerd door het PBL (Weterings et al., 2018). Alhoewel nieuwe berekeningen accentverschillen kunnen opleveren is de verwachting dat de resultaten uit de eerdere studie in grote lijn ook van toepassing zijn op de voorstellen in het VHKA. Kort samengevat zullen de voorstellen uiteenlopende gevolgen hebben voor de vraag naar arbeid in verschillende sectoren en regio's. Door fricties op de arbeidsmarkt - zoals een beperkte intersectorale en geografische mobiliteit van arbeid - kunnen werkgevers moeite hebben geschikte arbeidskrachten te vinden om hun vacatures te vervullen, terwijl tegelijkertijd werkzoekenden elders geen geschikte baan kunnen vinden.

Voor een soepel verloop van de uitvoering van het Klimaatakkoord is het van belang te inventariseren waar zich mogelijke knelpunten voor kunnen doen, hoe omvangrijk die knelpunten zijn en - indien noodzakelijk - wat nodig is om deze te verminderen. Dit wordt erkend in het VHKA en zal worden opgepakt door de taakgroep arbeidsmarkt en scholing. Aanvullend aan wat al wordt genoemd in het VHKA is het zinvol bij de verdere uitwerking naar de volgende punten te kijken:

- Beschouw de gevolgen voor de arbeidsmarkt niet op sector- maar op systeemniveau: veranderingen in het ene deel van de economie zijn via indirecte effecten van invloed op de situatie elders. Bovendien kan in verschillende sectoren behoefte zijn aan dezelfde type arbeidskrachten, waardoor de spanning op de arbeidsmarkt groter is dan per sector het geval lijkt te zijn.
- Houd rekening met zowel de directe als de indirecte gevolgen van de voorstellen in het VHKA op de arbeidsmarkt: de implicaties van de voorstellen beperken zich niet tot de energie- en energiegerelateerde sectoren. Indirecte gevolgen kunnen leiden tot knelpunten in heel andere delen van de economie dan op basis van de directe gevolgen wordt verwacht.
- Via internationale handelsrelaties kunnen acties in andere landen (gericht op het verminderen van de emissie van broeikasgassen of vanwege ander beleid) de vraag naar arbeid in Nederland beïnvloeden. Een energietransitie in naburige landen kan daar leiden tot vergelijkbare knelpunten op de arbeidsmarkt wat de mogelijkheden om geschikte arbeid vanuit andere landen aan te trekken beperkt.

### ***Afscheid van fossiel nog onevenwichtig behandeld***

Naast stimuleren van productie van hernieuwbare energie zullen we ook afscheid moeten nemen van het gebruik van fossiele energie. Vooral de elektriciteitstafel gaat expliciet in op het

afscheid nemen van koolstofintensieve opties, in dit geval de kolencentrales. De tafel gebouwde omgeving stelt het streven naar aardgasvrije wijken en gebouwen centraal. De tafel landbouw en landgebruik stelt voor de gas-WKK in de glastuinbouw uit te faseren en de mobiliteitstafel beschrijft het voornemen tot 100% nieuwverkoop van zero-emissie personen-voertuigen. Ook aan de industrietafel wordt via de inzet op elektrificatie en gebruik van 'groene' waterstof stappen richting uitfasering van fossiel genomen. Echter, de wijze waarop het afscheid wordt georkestreerd verschilt. In sommige voorstellen vormt het fossiele gebruik gericht onderwerp van normering of beprijzing, terwijl het in andere gevallen meer impliciet zal moeten worden 'weggeduwd' door duurzame alternatieven. Zo komen de rol van de raffinaderijen en fossiele grondstoffen in de voorstellen niet aan de orde.

### ***Infrastructuur komt nog niet systematisch aan bod***

De infrastructuur, die de ruggengraat vormt van het energie- en mobiliteitssysteem, komt niet systematisch aan bod. Aan de elektriciteitstafel is uiteraard de nodige aandacht voor de aansluitingen van de windparken op zee en voor de benodigde netwerkverzwaring en -uitbreiding. Er is ook nagedacht over de plaatsen waar de grote toename van het elektriciteitsverbruik kan plaatsvinden. Als dit aan zee gebeurt, kan dat veel elektriciteitstransport over land besparen, alhoewel ook dan rekening moet worden gehouden met de gevolgen van een imperfecte afstemming van verbruik en opwekking. Maar als een deel van de elektriciteit op zee omgezet kan worden in waterstof, is het transport minder een aandachtspunt. Dit alles vraagt nog wel om concrete uitwerking. Is omzetting in waterstof een optie, en kunnen we daar bestaande gasleidingen voor gebruiken? Welke speelruimte krijgen energienetbedrijven? Ook de wisselwerking tussen de infrastructuur van mobiliteit en energie is nog onderbelicht. Zien de straten er hetzelfde uit als 8,5 miljoen personenauto's een elektrisch oplaadpunt krijgen? Tot welk ruimtelijk patroon leidt nul-emissie stadsgoederenvervoer? Wie wordt verantwoordelijk voor transport en opslag van CO<sub>2</sub>? In de gebouwde omgeving wordt ruim baan gegeven aan warmtenetten maar blijft nog onduidelijk hoe die gefinancierd gaan worden en hoe de warmteproductie verduurzaamd gaat worden.

### ***Uitwerking beleidsinstrumenten bepalend voor een effectief Klimaatakkoord***

De voorstellen in het VHKA zijn aanmerkelijk concreter over de voorgestelde technische maatregelen dan over de beleidsinstrumenten die daarbij nodig zijn. De beschouwing van de te overwegen beleidsinstrumenten in het VHKA geeft het beeld dat wanneer de gewenste acties tot extra uitgaven leiden, deze grotendeels worden betaald door de overheid of gemeenschappelijke gebruikers. Beprijzen en normeren komen als instrumenten minder nadrukkelijk aan de orde dan subsidiering en belastingvrijstelling. Het lijkt raadzaam in de uitwerking van het akkoord de voorgestelde instrumentenmix nog eens kritisch door te denken vanuit een maatschappelijk perspectief. Daarbij zullen subsidies hoogstwaarschijnlijk nodig zijn om bedrijven aan te zetten tot milieusparende innovaties en de verspreiding daarvan, maar kunnen ook beprijzen en normeren belangrijke onderdelen vormen. Subsidies zijn alleen onder voorwaarden effectief en vaak is de effectiviteit van subsidies te verhogen door tegelijkertijd vervuilende activiteiten met bijvoorbeeld heffingen of regelgeving te ontmoedigen, of daar (geloofwaardig) mee te dreigen. In de uitwerking van het VHKA zal de effectiviteit van de afspraken vooral bepaald worden door de concreetheid van een samenhangend pakket van beleidsinstrumenten en de mate waarin regulering gericht op zekerstelling van het te bereiken resultaat vorm krijgt.

### ***Afspraken nodig over borgingsmechanisme***

De voorstellen die in het VHKA worden gedaan gaan uit van bepaalde veronderstellingen over ontwikkelingen in de toekomst. Dat kan niet anders. Maar deze veronderstellingen zullen niet alle juist blijken te zijn. Het gaat er om een evenwicht te vinden tussen wat vastgelegd blijft en 'adaptiviteit' in de uitvoering. Raadzaam is vooraf af te spreken wat er gebeurt

wanneer bepaalde omstandigheden zich zullen voordoen. Afspraken hierover vormen een borgingsmechanisme. Er zijn vele vormen van borging denkbaar, maar deze analyse doet een suggestie, waarbij enerzijds wordt voortgebouwd op de ervaring met de borging van het Energieakkoord en anderzijds wordt aangesloten bij het geschetste proces in het voorstel tot een Klimaatwet.

## B.5 Belangrijkste stappen voor het vervolgproces

Hieronder schetsen we de belangrijkste onderdelen per tafel waarover in het vervolgproces nadere afspraken zouden moeten worden gemaakt om te komen tot een klimaatakkoord dat de gestelde en door tafels aanvaarde doelen in zicht kan brengen.

### **Elektriciteit**

- In het VHKA is aangegeven dat de SDE+ na 2025 niet meer beschikbaar is voor hernieuwbare elektriciteitsproductie. Voor wind op zee streeft men naar voortzetting van subsidielose tenders. Verder zet men in op voortgaande reductie van de productiekosten van hernieuwbare elektriciteitsproductie op land. Ook bij dalende kostprijzen van productie uit wind en zon is echter niet gegarandeerd dat de nagestreefde productie en de beoogde ondersteuning vanuit de SDE+ (200 mln) met elkaar te verenigen zijn. Toename van het aandeel hernieuwbaar heeft namelijk een drukkend effect op de elektriciteitsprijs, waardoor ondersteuning van hernieuwbaar nodig zou kunnen blijven. Om het realiseren van de ambities uit het VHKA zeker te stellen zal daarom nu al moeten worden nagedacht over alternatief instrumentarium.
- De beschikbaarheid van flexibiliteit uit regelbaar vermogen en andere flexibiliteitsopties is van groot belang om het elektriciteitssysteem in balans te houden. Terecht stelt de elektriciteitstafel dat er in het najaar nader moet worden bekeken hoe de beschikbaarheid van voldoende flexibiliteit kan worden geregeld.
- Om de toename van de productie van elektriciteit uit zon en wind en van het elektriciteitsverbruik voor warmte en elektrisch vervoer te kunnen verwerken is uitbreiding en verzwaring van de elektriciteitsnetwerken noodzakelijk. Dergelijke infrastructuurprojecten kennen een lange doorlooptijd. Daarom zal in het klimaatakkoord moeten worden aangegeven hoe de investeringen in netwerken gerealiseerd gaan worden.

### **Industrie**

- De 10 bedrijven met de grootste emissie zijn samen verantwoordelijk voor meer dan de helft van de totale emissie, de 50 grootste emittenten samen voor zo'n 80%. Transitiegerichte actieplannen voor de grootste bedrijven vergen maatwerk met op de bedrijfssituatie toegespitste maatregelen en specifieke timing. Aandacht is vooral nodig voor de vormgeving van het regulerende en financiële beleidsinstrumentarium daarachter.
- Voor voorkomende procesonderdelen, die ook bij vele kleinere bedrijven draaien, gaat het bij de verdere uitwerking om versterkt generiek instrumentarium, met daarbij ook aandacht voor maatregelen gericht op elektrificatie en hybride systemen.
- Concrete uitwerking van afspraken over de verdeling van de kosten over bedrijven en overheid is gewenst, rekening houdend met het *level playing field* dat voor verschillende sectoren heel anders ligt.
- Er zal de komende jaren geen sprake zijn van evenredige emissiereductie over alle bedrijven. Dat betekent dat bij de ontwikkeling van instrumenten de verdeling van kosten over de bedrijven zelf aan de orde is.
- Er zal moeten worden nagedacht over hoe 'redelijke' vergoedingsbedragen tot stand kunnen komen (beperken risico op onder- of overstimulering), in de wetenschap dat de kennis bij de overheid over de consequenties en kosten van maatregelen veel minder groot is dan bij bedrijven zelf.

- De aanpak in de industrie is gebaat bij een gezamenlijke toekomstvisie op de rol van CCS en CCU, uitwerking van de organisatorische aspecten en vaststelling van verantwoordelijkheden rond het transport en de opslag van CO<sub>2</sub> alsmede de inrichting van de benodigde infrastructuur.
- Voor de innovatietrajecten is een concretiseringslag gewenst met vooral acties voor de komende vijf jaren.

### **Gebouwde omgeving**

- De wijkaanpak moet verder worden uitgewerkt. De wijkaanpak kan in potentie een grote invloed hebben op het tempo van verduurzaming van gebouwen via besluiten over gefaseerde verwijdering van gasnetten. Dat vergt wel zorgvuldige procedures en stevige ondersteuning van gemeenten met inhoudelijke kennis, proceskennis en capaciteit, naast wettelijke en juridische borging van de benodigde bevoegdheden. Er zijn stimulansen nodig om uitstellen en vertragen van besluiten te ontmoedigen. Er is ook meer zekerheid over het eindbeeld nodig voor marktpartijen, zodat ze kunnen investeren in innovaties. Ook is meer duidelijkheid nodig over de mate van keuzevrijheid voor gebouweigenaren.
- Er zullen afspraken moeten worden gemaakt over normering. Dit is al aangekondigd aan de GO-tafel: Besluiten of, waar en hoe normering zal worden ingezet om het gewenste tempo in gebouwaanpassingen te helpen realiseren.
- Er zal moeten worden gewerkt aan het maken van toetsbare afspraken met de dienstensector; daarmee hoeft niet tot 2021 te worden gewacht, zoals nu is voorgesteld.
- Het streefbeeld kan verder worden uitgewerkt. Het doorgerekende streefbeeld is een hulpmiddel om gevoel te krijgen voor de maatregelen die nodig zijn om aan de opgave te voldoen. Het PBL heeft aanwijzingen dat dezelfde emissiereductie tegen lagere kosten kan worden bereikt door (ten opzichte van het streefbeeld) meer bedrijfsgebouwen en minder woningen op warmtenetten aan te sluiten en door een deel van de ingezette geothermie te vervangen door restwarmte. Vervolgens kan worden uitgewerkt hoe de wijkaanpak benut kan worden om een bijgesteld streefbeeld te realiseren.
- Er zal gesproken moeten worden over afspraken rond de financiering van onrendabele toppen, zowel voor maatregelen bij corporaties, de dienstensector als particulieren. Duidelijk moet worden wie het onrendabele deel van de investeringen (bezien vanuit de gebouweigenaar) gaat betalen. Dit vergt ook het maken van afspraken over hoogte van subsidies en van energiebelasting tot 2030. Welke aanpak is er voor woningen die niet kosteneffectief klimaatneutraal gemaakt kunnen worden en met woningeigenaren die niet kunnen investeren, ook niet met GGF? Hoe reduceren we de risico's van financiering in warmtenetten tot acceptabele niveaus? Kan overeenstemming worden bereikt over de financiële eisen van corporaties?
- Er zal meer duidelijkheid moeten worden geschapen over de contouren van met welke energiedragers de warmtevoorziening in 2050 volledig klimaatneutraal wordt gemaakt, en welke tussendoelen voor 2030 zouden kunnen worden gesteld. Welke afspraken worden er gemaakt over de productie van duurzame elektriciteit, duurzame warmte en duurzame gassen? En hoe wordt dat gefinancierd?

### **Mobiliteit**

- Er zal een keuze uit de instrumenten gemaakt moeten worden (welke van de ruim 200 voorstellen wil men gaan uitvoeren, en met welke maatvoering). Voor veel ingrepen op het terrein van mobiliteit geldt, dat er naast het CO<sub>2</sub>-effect en de kosten substantiële andere effecten optreden, bijvoorbeeld op het terrein van bereikbaarheid, luchtkwaliteit, geluidhinder en verkeersveiligheid. Daarbij is het verstandig met deze brede blik te kijken. Klimaatbeleid voor mobiliteit en het mobiliteits- en bereikbaarheidsbeleid kunnen niet los van elkaar worden gezien. Zo kan de rol van instrumenten in de loop van de tijd veranderen: zolang de meeste auto's nog op benzine of diesel rijden, kan rekeningrijden als klimaatinstrument de CO<sub>2</sub>-emissie van mobiliteit beperken, maar als later de meeste

auto's elektrisch zijn, kan rekeningrijden accijnsderving compenseren en als bereikbaarheidsinstrument voorkomen dat door de lage gebruikskosten van elektrische auto's de files sterk toenemen.

- De onzekerheden zijn groot, bijvoorbeeld over de beschikbaarheid van duurzame biomassa en over de snelheid waarmee elektrische auto's goedkoper worden. Het is nodig afspraken te maken over monitoring en hoe adequaat wordt gereageerd op afwijkende ontwikkelingen, als deze opties bijvoorbeeld minder lijken op te leveren dan verwacht.
- De CO<sub>2</sub>-emissies in de internationale scheep- en luchtvaart vallen buiten de aan de tafel meegegeven emissie-opgave. Wel zijn ook voor de zeevaart en luchtvaart overlegtafels gestart en worden ambities, doelstellingen en acties geformuleerd. Door omvang van emissies, de verbanden met het overige Nederlandse energieverbruik (zoals de inzet van duurzame biobrandstoffen) en vanwege de mogelijke interacties tussen voorstellen uit het Klimaatakkoord lijkt het zinvol deze trajecten met het Klimaatakkoord te verbinden.

### **Landbouw en landgebruik**

- Aan de tafel landbouw en landgebruik is vooral gekozen voor technische- en landgebruiksmatregelen die inpasbaar zijn binnen het bestaande productiesysteem. Voor de vervolgstappen die moeten uitmonden in een volwaardig klimaatakkoord is nadere specificering van verantwoordelijkheden, taken, operationele doelen en mechanismen voor deelname en handhaving noodzakelijk. Voor maatregelen in veenweidegebieden zal een concreet plan/route moeten worden uitgewerkt voor kennisopbouw, grootschalige pilots, selectie van gebieden en het verkennen van draagvlak voor implementatie. Daarnaast is het van belang om financieringsconstructies uitwerken tot specifieke arrangementen. Bovendien is aandacht nodig voor de coördinatie van de plannen.
- Voorstellen voor regionale monomestvergisters van (varkens)mest roepen maatschappelijke weerstand op. De tafel zou er goed aan doen om de risico's te verkennen van het ontbreken van maatschappelijk draagvlak voor het halen van de voorgestelde reductiedoelen en hoe deze kunnen worden ondervangen.
- Het voornemen om meer bomen te planten in en buiten bestaande natuurgebieden kent een aantal knelpunten. Zo is de grond en capaciteit om de plannen uit te voeren niet zomaar beschikbaar. Verder druist de aanplant van bomen in een deel van Nederland in tegen het huidige natuurbeleid, dat nu gericht is op vershraling en ontbossing.
- Het monitoringssysteem voor landgebruik zal verbeterd moeten worden, zodat effecten van maatregelen adequaat kunnen worden gekwantificeerd. Dit speelt in hoge mate voor emissie uit veengronden en bodemkoolstof.
- Ook is het uitwerken van instrumenten aan de orde, met name rond financiering en de verdeling van lasten.

### **Overkoepelende zaken**

- Meer aandacht besteden aan afstemming van vraag en aanbod van energiedragers over de tafels heen. Nu is dat er wel voor elektriciteit, maar ontbreekt voor warmte, duurzame gassen en biobrandstoffen.
- Nadenken over hoe op een verstandige manier kan worden omgegaan met afbakening tussen sectortafels, ook in de toekomst. Bijvoorbeeld bij wisseling van eigenaar van een WKK, waardoor die bijvoorbeeld kan verschuiven tussen de industrie en elektriciteitsproductie, of bij reducties aan een tafel die afhankelijk zijn van acties van partijen aan een andere tafel. Ook nadenken hoe om te gaan met import en export van elektriciteit in relatie tot het nationale emissieplafond.
- Rekening houden met onzekerheden in de periode tot 2030 bij de vormgeving van het beleid. Raadzaam is vooraf af te spreken wat er gebeurt wanneer ontwikkelingen in de toekomst anders lopen dan nu verwacht. Via een borgingsmechanisme kunnen afspraken hierover worden vastgelegd.

# VERDIEPING

## 1 Inleiding

In de periode maart – juli 2018 hebben het Rijk en een groot aantal partijen onderhandeld over voorstellen voor een klimaatakkoord. Op 10 juli heeft de voorzitter van het Klimaatbeeraad, de heer Ed Nijpels, daarvan de tussenbalans gepresenteerd: het ‘Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord’. Alvorens deze voorstellen verder uit te werken, hebben de partijen de voorstellen voorgelegd aan het PBL, om te analyseren welke effecten de voorstellen kunnen hebben. Gevraagd is daarbij zowel de effecten ten aanzien van broeikasgasemissies in 2030 als ten aanzien van andere aspecten zoals langetermijntransitie, kosten, lastenverdeling, implicaties voor de arbeidsmarkt en ruimtelijke consequenties in ogen-schouw te nemen.

Het ‘Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord’ (VHKA) bevat een scala aan voorstellen, ambities, ideeën en vergezichten van de vijf onderhandelingstafels, in verschillende mate van detail uitgewerkt en in verschillende mate van voorwaardelijkheid gedragen door de tafeldeelnemers. Met de voorstellen van sommige tafels worden de contouren van het streefbeeld in 2030 – waar wil men staan - zichtbaar. Aan andere tafels zijn in beperktere mate expliciete keuzes over de nagestreefde veranderingen gemaakt of zelfs uitdrukkelijk niet gemaakt. Soms zijn de denkrichtingen beschreven over de beleidsinstrumentatie waarmee de ambities gerealiseerd kunnen worden, zoals normeren, financiële prikkels, of anderszins, maar in andere gevallen geen uitsluitel gegeven. In de meeste gevallen ontbreken qua instrumentatie de details, terwijl die wel het verschil kunnen maken tussen al of niet succesvol beleid. Bovendien zijn de gevolgen van keuzes aan de ene tafel soms afhankelijk van keuzes aan een andere tafel, en kunnen tafeloverstijgende aspecten van belang zijn in de afwegingen. Het proces via de tafelaanpak heeft tot dusverre nog niet tot op dat vlak afgestemde uitkomsten geleid, zowel qua fysieke stromen van bijvoorbeeld energievraag en -aanbod, als qua financiële dekking.

Gegeven de huidige status en de mate van uitwerking van voorstellen in het voorliggende VHKA is het te vroeg om een analyse van de *verwachte* effecten van het totale voorstel te kunnen maken. Daarvoor is een veel verder uitgewerkt beeld nodig van de beoogde instrumentatie, waarover het kabinet en de bij het KA betrokken partijen zich de komende maanden willen buigen. Bovendien moet duidelijk zijn dat voor de beschreven instrumenten ook de eventueel bijbehorende budgettaire ruimte in de overheidsfinanciën zal worden gemaakt. Wel kan op onderdelen duiding worden gegeven, zowel over de *potentiële* emissiereducties die via voorgestelde maatregelen kunnen worden bereikt, als over de aard en omvang van knelpunten en dilemma’s die daarbij spelen – en over de instrumenten om knelpunten en dilemma’s weg te nemen om dat potentieel te realiseren.

De voorliggende analyse van het PBL dient ertoe de onderhandelende partijen inzicht te bieden in dergelijke aspecten en partijen op die wijze te faciliteren bij het verder uitwerken, aanpassen of aanvullen van de tot dusverre gemaakte afspraken. De analyse biedt derhalve expliciet geen beoordeling van de onderhandelingsresultaten, maar biedt aanknopingspunten voor het verdere onderhandelingstraject en reflecties op de uitwerkingen die nodig zijn om een effectschatting van het uiteindelijke akkoord op te stellen.

Aan deze analyse hebben verschillende partijen bijgedragen. Voor de onderdelen gebouwde omgeving, glastuinbouw en industrie zijn de analyses door het PBL in samenwerking met ECN part of TNO (de medewerkers van het vroegere ECN) uitgevoerd. Voor de analyse van

de voorstellen van de tafel mobiliteit heeft het PBL dankbaar gebruik gemaakt van analyses van CE Delft en TNO namens het kennisconsortium mobiliteit. Bij de analyse rond de doorwerking van voorstellen ten aanzien van de overheidsinkomsten en – uitgaven heeft het PBL samengewerkt met het CPB. De volledige verantwoordelijkheid voor de resultaten ligt evenwel bij het PBL.

Het PBL heeft een aantal hoogleraren en adviseurs gevraagd commentaar te leveren op een conceptversie van dit rapport. De hoofdlijnen van dit commentaar en de wijze waarop het PBL ermee is omgegaan zijn vermeld in bijlage 2. Daarnaast heeft de interne review plaatsgevonden die binnen het PBL gebruikelijk is.

### Leeswijzer

Dit onderdeel verdieping bestaat uit drie delen. Mede vanwege de wens de onderhandelaars zo compleet mogelijk te informeren, bevat deze verdieping, en zeker de specifieke 'tafelhoofdstukken' een veelheid aan details, die soms slechts voor direct betrokkenen relevant zullen zijn. Hoofdstukken 1 en 2 geven een aantal algemene uitgangspunten. Hoofdstukken 3 tot en met 9 geven een overzicht van het algemene nationale beeld. Hoofdstukken 10 tot en met 14 bevatten analyses met details op het niveau van (clusters van) voorstellen, voor elk van de vijf tafels waaraan onderhandeld is.



## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Algemene werkwijze

#### 2.1.1 Partieel karakter

##### ***Geen doorrekening, wel een analyse***

Het geanalyseerde Voorstel voor Hoofdlijnen van het Klimaatakkoord (VHKA) bevat in essentie de denkrichtingen waarover de partijen aan tafel het eens konden worden om in de tweede helft van het jaar verder het gesprek over te voeren. Het geschrevene heeft geen enkele formele status behalve deze intentie om erover verder te praten. De voorstellen beschrijven daarmee de *mogelijke* plannen die zouden kunnen worden overeengekomen als onderdeel van een klimaatakkoord. De voorstellen beschrijven bovendien redelijk concreet de ambities, maar zijn over de wijze waarop deze ambities gerealiseerd moeten worden – de instrumenten – nog erg weinig concreet. De voorstellen zijn ook nog niet geheel intern consistent. Er is bijvoorbeeld soms wel vraag naar bepaalde energiedragers, maar de wijze waarop hierin zou moeten worden voorzien is niet altijd uitgewerkt, of andersom. Ook is de financiële dekking van plannen nog niet altijd passend bij de door het kabinet meegegeven financiële kaders, of zijn andere voorwaarden aan plannen gekoppeld waarvan het niet duidelijk is in welke mate hieraan zal worden voldaan.

Juist de instrumenten zijn de basis waarop een *doorrekening* van de effecten van beleidsplannen kan plaatsvinden. Immers, ambities zorgen nog niet voor veranderingen van investerings- of gebruikersgedrag; daarvoor zijn prikkels nodig waarin de instrumentering moet voorzien. Pas wanneer bekend is op welke wijze en in welke mate actoren gestimuleerd of ontmoedigd worden om bepaalde activiteiten te ontplooiën kan een kwantitatieve verwachting worden opgesteld van de effecten. Ook is het dan nodig dat de plannen intern consistent zijn en er geen blokkerende voorwaarden gelden.

Het voorliggende VHKA leent zich daarom nog niet voor een doorrekening. Wel is het mogelijk om in een analyse op de voorliggende voorstellen te reflecteren. Die analyse heeft een 'wat-als' achtig karakter, bijvoorbeeld: 'Wat zouden de emissie-effecten zijn als de beschreven ambities succesvol geïnstrumenteerd zouden worden?'

##### ***Voorlopige analyse met partiële berekeningen***

Om het onderhandelingsproces zo snel mogelijk van de gevraagde informatie te voorzien heeft het PBL deze analyse in kort tijdsbestek uitgevoerd. Naast bovenbeschreven inhoudelijke beperkingen rond de concrete invulling van de voorstellen, vormde de beschikbare doorlooptijd daarmee een tweede wezenlijke begrenzing voor de mogelijkheid tot analyse. Per onderhandelingstafel is daarom bekeken op welke wijze analyse van de resultaten van de tafels mogelijk was binnen de beschikbare tijd. Daarbij is gebruik gemaakt van inzichten, modellen en andere tools die binnen korte tijd konden worden ingezet. Dit proces heeft geleid tot analyses per tafel die van uiteenlopende aard zijn; de informatie die per tafel beschikbaar kon komen is niet altijd gelijksoortig. Dat is terug te zien in de verschillende indelingen en mate van uitputtendheid van de sectorale hoofdstukken.

Vanuit die partiële tafelanalyses is vervolgens een overkoepelend beeld samengesteld, waarbij zo veel mogelijk ook de evidente samenhangen in ogenschouw zijn genomen. Er is echter geen integrale analyse van systeemeffecten opgesteld. Zo is bijvoorbeeld bij het opstellen van het streefbeeld voor de elektriciteitstafel wel rekening gehouden met de extra vraag



naar elektriciteit die uit de streefbeeldmaatregelen van de andere tafels volgt, en er is gekeken naar de balans tussen vraag en aanbod van biomassa, warmtetoepassingen en waterstof. Maar er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met neveneffecten van maatregelen of instrumenten, zoals een eventueel groter gebruik van elektrische apparaten of auto's door een verlaging van de energiebelasting op elektriciteit, of het mogelijk wegtrekken van bedrijven. En ook de vraag in hoeverre het elektriciteitsverbruik van huishoudens buiten de eerste schijf van de energiebelasting kan vallen wanneer conform streefbeelden zowel een elektrische warmtepomp, als een of meerdere elektrische auto's worden gebruikt is niet nader beschouwd. Er zijn daarmee in de partiële analyse ook wisselwerkingen die niet aan de orde komen.

De inschatting is evenwel dat een volstrekt intern consistent integraalbeeld op dit moment in het onderhandelingstraject weinig meerwaarde heeft boven de hier beschreven partiële inschattingen bij de verschillende voorstellen, mede omdat ieder van de voorstellen in het komende uitwerkingstraject weer kan wijzigen. De prioriteit lag in dit geval bij zo snel mogelijk een degelijk inzicht. Gegeven deze gang van zaken, is niet uit te sluiten dat gedetailleerdere bestudering van de voorstellen of interacties ertussen zou leiden tot aanpassingen van de hier gepresenteerde resultaten of nieuwe inzichten. Om deze reden wordt deze studie gepresenteerd als een 'voorlopige analyse' van de voorstellen.

Dit laat overigens onverlet dat bij de inschattingen per tafel wel met de interacties tussen de tafelmaatregelen onderling rekening is gehouden, zodat het totaalbeeld per tafel een goede inschatting geeft. Alleen bij de tafel mobiliteit konden de interacties niet worden bepaald, omdat aan die tafel nog geen keuzes zijn gemaakt tussen de beschreven (opties voor) maatregelen en de maatvoering ervan.

## 2.1.2 Analyse streefbeeld en instrumentering ten opzichte van referentie

### **Streefbeeld**

Zoals beschreven bevat het VHKA een selectie van technische en gedragsmaatregelen die worden voorgesteld om, bovenop de ontwikkelingen in het referentiescenario, de reductiedoelstelling te bereiken. Voorbeelden van technische en gedragsmaatregelen zijn het opstellen van een bepaald vermogen aan windenergie op zee, het verduurzamen van een x-aantal huizen, of het reduceren van het aantal autokilometers met een bepaald percentage. Het PBL gebruikt in de analyse de term '*streefbeeld*'. Middels het streefbeeld beschrijft het PBL de technische situatie in 2030 die zou ontstaan bij realisatie van de voorgestelde maatregelen. In het VHKA zelf wordt niet gesproken van 'streefbeelden'. Het streefbeeld is dus een technisch concept, waarbij het, in tegenstelling tot bijvoorbeeld een verwachting die volgt uit een doorrekening, niet van belang is *hoe* deze ambities tot stand worden gebracht.

De elementen van het streefbeeld kunnen gezien worden als verdere inkleuring van een 'stip aan de horizon', die voor de transitie van groot belang wordt geacht ten behoeve van draagvlak, planning en investeringsbereidheid. Het streefbeeld dat met deze elementen kan worden samengesteld wordt in dit rapport geanalyseerd ten aanzien van een aantal indicatoren:

- Resterende emissies in 2030 bij volledige realisatie streefbeeld
- Nationale kosten in 2030 ten opzichte van referentiescenario
- Infrastructuur
- Wisselwerking met het buitenland
- Ruimtelijke implicaties
- Implicaties voor de arbeidsmarkt;
- Aansluiting op traject vérgaande emissiereductie in 2050.

## **Instrumentatie**

Het streefbeeld zal niet als vanzelf gerealiseerd worden. Bij iedere maatregel uit het streefbeeld horen daarom afspraken over het inzetten van concrete beleidsinstrumenten en acties van bedrijven en maatschappelijke partijen. Voorbeelden van instrumenten zijn normering, heffingen, subsidies, informatie, risicoreductie, bindende afspraken en wetswijzigingen. De instrumentatie bij de ambities geeft aan wat de prikkels moet verschaffen voor de betrokkenen om de gewenste maatregelen uit het streefbeeld te realiseren. Daarmee bepaalt de instrumentatie in welke mate het uiteindelijke klimaatakkoord de gewenste doelstelling zal bereiken – in welke mate het akkoord kan opleveren wat het belooft.

Zoals hiervoor beschreven is duidelijk dat het voorstel op dit moment op veel plekken nog weinig concreet is over de beoogde instrumentatie. Om effecten van instrumenten te kunnen duiden is een hoge mate van detail nodig over de beoogde implementatie. In sommige gevallen zijn wel richtingen aangegeven, maar zijn instrumenten nog niet dermate gedetailleerd uitgewerkt dat zo'n duiding mogelijk is. In andere gevallen is de instrumentatievraag in het geheel nog niet beschreven.

Deze analyse beschouwt de instrumentatie voor zover die in het voorstel is beschreven. Voor enkele instrumenten in de elektriciteitssector, en voor een groot aantal instrumenten van de mobiliteitstafel is daarbij een kwantitatieve inschatting gemaakt van de verwachte effecten van de instrumentatie. In deze analyse zijn deze inschattingen beperkt tot die op broeikasgasemissie, nationale kosten, en effecten op het overheidsbudget. Er is geen inschatting gemaakt van de lasteneffecten, omdat daarbij slechts een zinvolle reflectie kan worden gegeven wanneer het totaal van instrumenten bekend is. Voor ambities waar de instrumentatie nog niet scherp is uitgekristalliseerd, wordt gereflecteerd op de knelpunten die het instrument zou moeten oplossen, zoals dilemma's met betrekking tot effecten, kosten, lasten en ruimte en worden eventuele overige overwegingen meegegeven. Daarmee worden handvatten geboden waarmee de onderhandelaars bij de verdere uitwerking van het voorstel tot weloverwogen en effectieve instrumentering kunnen komen.

### **Analyse ten opzichte van een referentiescenario**

De analyse van de voorstellen gebeurt ten opzichte van een referentiescenario. Die referentie beschrijft de verwachte ontwikkeling van de energiehuishouding en broeikasgasemissie zonder de voorgestelde maatregelen. Als referentiescenario wordt de ontwikkeling volgens de beleidsvariant voorgenomen beleid uit de NEV2017 aangehouden, maar met als bijzonderheid dat is aangenomen dat na 2019 geen nieuwe subsidietoekenningen vanuit de SDE+ regeling meer plaatsvinden (Schoots, Hekkenberg en Hammingh, 2017). Deze variant is gekozen, omdat deze een goede basis geeft voor een analyse waarin de vrijvallende SDE+ middelen op alternatieve wijze besteed worden. Dat kan dan in een verbrede SDE+ zoals aangekondigd in het regeerakkoord, of mogelijk via een andere bestedingswijze van deze middelen. Het referentiescenario wordt beknopt beschreven in paragraaf 2.3.

Ieder voorstel of cluster van voorstellen binnen tafels worden in eerste instantie 'losstaand' geanalyseerd op basis van de veranderingen die het voorstel betekent ten opzichte van de referentie. De analyse betreft dus alleen de additionele inspanningen ten opzichte van de referentie; de (soms substantiële) effecten van inspanningen die in de referentie reeds verondersteld werden vallen hier dus buiten de beschouwing.

#### **2.1.3 Scope van de analyse**

##### **Maatregelen en instrumentatie VHKA**

Deze analyse reflecteert op de verschillende voorstellen die onderdeel uitmaken van het 'Voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord' (VHKA). Het uitgangspunt voor de analyse

is daarmee de tekst van de zes documenten die zijn aangemerkt als 'gedragen door de partijen' aan de onderhandelingstafels. Dit betreft het hoofddocument en de werkdocumenten van de vijf onderhandelingstafels, welke gepubliceerd zijn op de website van het klimaatakkoord. Het PBL heeft de verschillende voorstellen voor maatregelen en instrumenten in deze stukken geïnventariseerd en als concrete uitgangspunten van de analyse gehanteerd.

Gegeven de status van het voorstel is in veel gevallen de precieze uitwerking van de afspraken nog niet vastgelegd. Dit betekent dat zowel ten aanzien van het streefbeeld, als ten aanzien van de instrumentatie op punten onduidelijkheid of interpretatieruimte bestaat. In de gevallen waar deze onduidelijkheden een eenduidige berekening in de weg staat, heeft het PBL de secretariaten van de klimaattafels om opheldering gevraagd. In de gevallen waar de interpretatieruimte een weerspiegeling is van verschillende posities waartussen aan een tafel (nog) geen keuze is gemaakt of overeenstemming is bereikt, heeft het secretariaat waar mogelijk handreikingen gedaan zodat het PBL toch een kwantitatieve reflectie bij de voorstellen kan geven. Deze handreikingen weerspiegelen daarmee niet het 'gedragen beeld', maar de resulterende cijfers kunnen mogelijk bij overwegingen in het vervolgtraject van pas komen. Bijlage 1 bevat de geconcretiseerde beschrijving van alle maatregelen die in deze analyse worden beschouwd, waarbij is aangegeven welke precisering geldt als 'door de tafel gedragen' en welke als 'handreiking van het secretariaat'.

### ***Instrumentatie regeerakkoord en Intensiveringspakket Energieakkoord 2017***

Naast de maatregelen en instrumenten uit het VHKA wordt in de analyse ook het effect van enkele instrumenten meegewogen die sinds het opstellen van de referentie zijn aangekondigd en geïnstrumenteerd maar geen onderdeel van het klimaatakkoord vormen. Dit betreft onder andere de maatregelen uit het Intensiveringspakket Energieakkoord 2017 voor zover deze in 2030 een verwachte doorwerking hebben bovenop de afspraken van het VHKA, plus de effecten van enkele maatregelen uit het regeerakkoord die buiten het klimaatakkoord staan. Het voorgenomen verbod op stoken van kolen voor elektriciteitsopwekking is daarvan qua omvang van verwachte emissiereductie duidelijk het grootst. De maatregelen worden in de analyse als separate maatregelen geïdentificeerd, maar de effecten van deze instrumenten zijn wel als onderdeel van de maatregelpakketten opgenomen. Ook deze maatregelen zijn in bijlage 1 opgenomen.

### ***Instrumentatie referentie***

Van de instrumenten die reeds in de referentie waren aangekondigd en opgenomen als vastgesteld en voorgenomen beleid, wordt in de analyse aangenomen dat deze onverkort doorgang vinden. Zoals in paragrafen 2.3 en 3.2 beschreven, wordt in de referentie al een forse emissiereductie gerealiseerd, die tot 2030 van dezelfde orde grootte is als de resterende beleidsopgave tot het 49% reductiedoel. Ook de maatregelen die die emissiereductie bewerkstelligen hebben consequenties ten aanzien van kosten, ruimte, arbeid, et cetera. Conform de begrotingssystematiek van het Rijk worden voor deze aspecten in deze analyse de effecten ten opzichte van de referentie beschouwd, omdat de besluitvorming over de eerdere maatregelen reeds heeft plaatsgevonden.

#### **2.1.4 Betekenis van resultaten binnen onzekerheid**

De implicaties van het beschreven streefbeeld en de beschreven afspraken zijn op verschillende manieren onzeker.

Parallel aan de onzekerheden met betrekking tot de afspraken zijn de ontwikkelingen in de Nederlandse maatschappij onzeker. Het gaat dan bijvoorbeeld over ontwikkelingen van economische activiteit en menselijk gedrag, al dan niet onder invloed van beleidsprikkels. Daarnaast zijn ontwikkelingen in landen om ons heen onzeker en hetzelfde geldt voor

ontwikkelingen op markten waarvan Nederland deel uitmaakt, zoals die van energieprijzen, technologieontwikkeling, beleid en de ontwikkeling van energiesystemen in het buitenland. Deze onzekere factoren zorgen voor een algemene onzekerheid ten aanzien van bijvoorbeeld toekomstige emissies, energiekosten en arbeidsmarkt die grotendeels los staan van de afspraken in het voorstel, maar voor het bereiken van doelen wel zeer relevant zijn.

In de PBL-analyse van het voorstel komen al deze onzekerheden samen. Deels kunnen de onzekerheden elkaar compenseren, en deels zullen ze de totale onzekerheid vergroten. Voor een goede interpretatie van de analyseresultaten is het belangrijk zich goed rekenschap te geven van deze onzekerheid en de wijze waarop omgevingsfactoren de effecten en ontwikkelingen in de toekomst kunnen beïnvloeden.

In de analyse van de in 2030 resterende emissies per sector en in totaal worden de effect-schattingen gecombineerd met het referentiescenario. Daarbij wordt de onzekerheid in de effect-schatting gecombineerd met de algemene onzekerheden in de verwachte ontwikkelingen. De 'algemene' onzekerheden zijn weliswaar niet specifiek bepaald voor het referentiescenario, maar op basis van inschattingen van de onzekerheden uit de NEV2017-variant met voorgenomen beleid (dus inclusief SDE+ na 2019), kunnen indicatieve bandbreedtes van de resterende emissies per sector worden opgesteld. In verband met de grote afhankelijkheid van onzekere ontwikkelingen in het buitenland zijn specifiek voor de elektriciteitssector enkele scenario-analyses uitgevoerd om de onzekerheden scherper in beeld te krijgen. In alle gevallen dienen de resultaten van deze analyse daarom gezien te worden als indicaties van effecten in plaats van als absolute effecten. De puntwaarden die volgen uit modelberekeningen geven één of enkele mogelijke waarden binnen een scala aan mogelijke uitkomsten. Het is binnen het tijdsbestek van de analyse helaas niet mogelijk om alle onzekerheden kwantitatief te duiden via bandbreedtes.

Naast het beschrijven van de kwantitatieve onzekerheden is een deel van de analyse gericht op de mate waarin de afspraken zich rekenschap geven van de onzekerheden. Daarbij speelt bijvoorbeeld de vraag in hoeverre afspraken zijn gemaakt over monitoring, evaluatie en eventuele bijstelling van de afspraken om het gewenste doelbereik van de afspraken zeker te stellen.

## 2.2 Methodes

### 2.2.1 Broeikasgasemissie

#### **Grondgebiedbenadering**

De Nederlandse broeikasgasemissies worden bepaald conform de IPCC-richtlijnen voor nationale broeikasgasinventarisaties (2006). Dit zijn internationaal overeengekomen richtlijnen voor de manier waarop de broeikasgasemissie van landen gemonitord en gerapporteerd wordt. De richtlijnen gaan uit van de zogenaamde grondgebiedbenadering – dit betekent dat in principe alle emissies die plaatsvinden uit 'schoorstenen' op Nederlands grondgebied tot de Nederlandse emissies behoren. Emissies van internationale lucht- en scheepvaart worden niet meegerekend bij de Nederlandse emissies. Ook worden emissies als gevolg van de inzet van biomassa als nul gerekend. Keten-effecten (emissies buiten Nederland die samenhangen met de productie en vervoer van biomassa) worden dus niet meegerekend.

### 2.2.2 Kosten

De kosten zoals berekend zijn de nationale kosten volgens de milieukostenmethodiek (Ministerie van VROM, 1994; 1998; 2004). Dit is het saldo van directe kosten én baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De kosten omvatten:

- kapitaalkosten;
- bedienings- en onderhoudskosten;
- baten van vermeden energiegebruik;
- effect op aankoop of verkoop van CO<sub>2</sub>-rechten in het Europese emissiehandelssysteem.

De kosten worden uitgedrukt in jaarlijkse kosten, en kunnen dan ook gebruikt worden om in combinatie met de jaarlijkse effecten de kosteneffectiviteit van maatregelen te berekenen, uitgedrukt als euro per eenheid gerealiseerd effect (ton vermeden CO<sub>2</sub>eq). Hieronder worden bovenstaande kostenposten toegelicht.

### ***Kapitaalkosten***

Kapitaalkosten worden afgeleid door de investeringskosten af te schrijven over een bepaalde afschrijvingstermijn (typisch de technische levensduur van een installatie), uitgaande van een maatschappelijke disconteringsvoet van 3%.

### ***Bedienings- en onderhoudskosten***

Bedienings- en onderhoudskosten tellen als jaarlijks terugkerende kostenpost mee in de nationale kosten.

### ***Energiekosten en baten***

De baten van vermeden energiegebruik bestaan voor Nederland uit de vermindering van de import van die energiedragers. De relevante prijzen zijn de internationale handelsprijzen.

### ***CO<sub>2</sub>-rechten***

Beprijzing van energie en/of emissies is niet relevant voor de nationale kosten, zolang dit beprijzing door de Nederlandse overheid is. Bij CO<sub>2</sub>-rechten in het Europese emissiehandelssysteem ligt dit anders: dit is een grensoverschrijdend handelssysteem. Dat betekent dat minder emissies bij ETS-bedrijven leidt tot een lagere behoefte aan CO<sub>2</sub>-rechten. Dit vertegenwoordigt een baat binnen de nationale kosten.

### ***Relatie tot MKBA's***

De nationale kosten zijn qua gebruikte grootheden zoals energieprijzen en rentevoeten ruwweg in lijn met de aanpak in maatschappelijke kostenbatenanalyses (MKBA's). Een belangrijk verschil dat MKBA's behalve de directe kosten en baten ook allerlei andere kosten en baten in beeld brengen. De nationale kosten vormen een smal kostenbegrip: allerlei 'bredere' kosten zoals indirecte effecten en externe kosten zijn er geen onderdeel van. Verder wordt in MKBA's doorgaans een netto contante waarde berekend, waarbij kosten en baten in de toekomst worden vertaald in kosten in het heden, in plaats van jaarlijkse kosten in zichtjaren.

### ***Nationale kostenperspectief versus eindgebruikersperspectief***

Leveringstarieven en energiebelasting zijn overdrachten binnen Nederland, en zijn daarmee geen onderdeel van de nationale kosten. De baten voor de ene partij in Nederland zijn juist kosten voor een ander, maar voor de 'BV Nederland' is er geen netto effect. Een vermindering in afgedragen energiebelastingen levert dus voor de 'BV Nederland' geen kost of baat op: tegenover de baat voor bijvoorbeeld een huishouden staat een verlies voor de overheid. Ook subsidies vormen geen onderdeel van de nationale kosten. Voor de eindgebruiker is dit uiteraard wel relevant, en subsidies en belastingen zijn dan ook wel onderdeel van de kosten vanuit een eindgebruikersperspectief, evenals bijvoorbeeld marges op geleverde energie. Verder hanteren eindgebruikers vaak een hogere disconteringsvoet dan de vanuit nationaal perspectief gehanteerde 3%, en andere (vaak kortere) afschrijvingstermijnen.

### **Kosten vanuit een overheidsperspectief**

Het CPB analyseert in een separate studie de gevolgen van (onderdelen van) het klimaatakkoord op de inkomsten en uitgaven voor de overheid. Dit betreft bijvoorbeeld effecten op opbrengsten van belastingen, heffingen en accijnzen, en uitgaven voor subsidies. Een dergelijke analyse is alleen mogelijk als beleidsinstrumenten voldoende concreet zijn uitgewerkt.

#### **2.2.3 Arbeidsmarkteffecten**

In het voorjaar van 2018 heeft het PBL de quickscan 'Effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt' (Weterings et al., 2018) uitgebracht. Deze studie geeft kwantitatieve inzichten in hoe omvangrijke veranderingen ten behoeve van de energietransitie in Nederland kunnen leiden tot veranderingen in de productie in 60 sectoren en alle provincies en in hoeverre dit *op korte termijn* kan leiden tot spanning op de arbeidsmarkt. Inzichten uit deze studie, aangevuld met inzichten uit andere studies zijn gebruikt voor een kwalitatieve beschrijving van de gevolgen van de voorstellen in het VHKA op de arbeidsmarkt. Er is geen nieuwe kwantitatieve analyse van deze implicaties gemaakt. Alhoewel nieuwe berekeningen accentverschillen zouden kunnen opleveren is de verwachting dat de resultaten uit de quickscan in grote lijnen ook van toepassing zijn op de voorstellen in het VHKA.

De PBL-quickscan confronteert de *huidige* productiestructuur en arbeidsmarktsituatie met de situatie in 2030 passend bij een economie met een aanzienlijk lagere emissie van broeikasgassen. Daarbij zijn alleen de veranderingen als gevolg van de energietransitie meegenomen; alle andere omstandigheden, ook die op de arbeidsmarkt, blijven ongewijzigd. Door bewust géén rekening te houden met mogelijke tussentijdse aanpassingen op de arbeidsmarkt, brengen we de discrepantie tussen de situatie *nu* en de gewenste *toekomstige* situatie in beeld. Zo krijgen we zicht op waar aanpassingen van de huidige arbeidsmarktsituatie nodig zijn. Welke aanpassingen zullen plaatsvinden en in hoeverre daardoor de spanning afneemt is geen onderdeel van de PBL-quickscan. Voor een beschrijving van de mogelijke ontwikkelingen op de arbeidsmarkt op de langere termijn verwijzen we naar CPB en PBL (2018).

In hoofdstuk 6 beschrijven we eerst de verschillende manieren waarop de vraag naar arbeid (de hoeveelheid arbeid die nodig is voor het produceren van goederen en diensten) kan veranderen als gevolg van de energietransitie en illustreren dit aan de hand van de voorstellen in het VHKA. Naast directe gevolgen wordt ook gekeken naar mogelijke indirecte gevolgen. Daarbij is uitgegaan van de bestaande handelsrelaties, zowel tussen regio's in Nederland als daarbuiten: een toename van de vraag naar producten die nu veelal worden geïmporteerd zal dus leiden tot meer vraag naar arbeid buiten Nederland terwijl een toename van de vraag naar producten die altijd in Nederland werden geproduceerd zal leiden tot meer vraag naar arbeid binnen Nederland. In het tweede deel lichten we toe hoe fricties in de huidige arbeidsmarkt – zoals een beperkte intersectorale en geografische mobiliteit van arbeid – de veranderingen in de productie die het bereiken van de doelstelling van een reductie in broeikasgasemissies vraagt kunnen belemmeren.

De beschrijving richt zich op hoe de voorstellen in het VHKA kunnen leiden tot spanning op de arbeidsmarkt; dit is niet hetzelfde als werkgelegenheidseffecten. Een toe- of afname in de vraag naar arbeid in sectoren of regio's betekent niet automatisch dat er meer banen ontstaan of juist verloren gaan. Stijgt de productie in een sector, bijvoorbeeld door meer vraag naar zonnepanelen of energiezuinige installaties, dan stijgt de vraag naar arbeid en ontstaan er extra vacatures. Maar zolang die vacatures niet worden vervuld, stijgt het aantal banen niet. Omgekeerd stijgt de werkloosheid alleen als werknemers uit de sectoren waar de vraag naar arbeid daalt geen vacatures elders kunnen vervullen. De uiteindelijke effecten voor de

werkgelegenheid hangen af van de aanpassingen die de verschillende actoren op de arbeidsmarkt zullen maken (zie CPB & PBL, 2018). In de laatste paragraaf van hoofdstuk 6 worden mogelijke aanpassingen beschreven.

## 2.3 Beschrijving referentiescenario

De effecten van maatregelen (emissies en nationale kosten) die in dit rapport zijn geanalyseerd, zijn bepaald ten opzichte van ontwikkelingen in een referentiescenario. Net als in de Kostennotitie 2018 (Koelemeijer et al., 2018) is in deze analyse het scenario uit de NEV2017 met vastgesteld en voorgenomen beleid, maar zonder openstellingen van de SDE+-regeling na 2019 (aangeduid met NEV2017VV-SDE) gekozen als referentiescenario (Schoots, Hekkenberg en Hammingh, 2017). Meer details over het referentiescenario zijn beschikbaar in de update van de tabellenbijlage bij de NEV2017 (PBL, 2018).

### **Veronderstelde prijzen van energie en CO<sub>2</sub>**

De veronderstelde (groothandels)prijzen voor energiedragers en CO<sub>2</sub>-emissies in het emissiehandelssysteem zijn weergegeven in tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Veronderstelde prijzen voor het jaar 2030 in het referentiescenario**

NEV2017VV-SDE		
Kolen	Euro/GJ	2,7
Olie	Euro/GJ	16,4
Gas	Euro/GJ	9,9
Houtpellets	Euro/GJ	10
Elektriciteit	Euro/MWh	47
	Euro/GJ	13,0
Emissie CO <sub>2</sub>	Euro/ton	16

Bron: PBL (2018a), Update tabellenbijlage NEV 2017.

In het streefbeeld van de elektriciteitssector (zie hoofdstuk 14) is de jaargemiddelde elektriciteitsprijs nagenoeg identiek aan dat in het referentiescenario door het tegen elkaar wegvalLEN van prijsverlagende factoren (forse toename van hernieuwbare elektriciteitsproductie) en prijsverhogende factoren (het verbod op kolenstook voor elektriciteitsproductie, invoering van de CO<sub>2</sub>-bodemprijs voor de elektriciteitssector en de toename van de vraag naar elektriciteit in andere sectoren).

### **Ontwikkeling van het aandeel hernieuwbare energie**

De geraamde omvang van hernieuwbare energie voor het jaar 2030 in het referentiescenario is weergegeven in tabel 2.2. Het aandeel hernieuwbare energie bedraagt 14,6% in 2030.

### **Ontwikkeling van de broeikasgasemissies**

Tabel 2.3 en figuur 2.1 geven de emissies per sector tot 2030 in het referentiescenario. De gehanteerde sectorindeling sluit aan bij de toedeling van de emissies aan de verschillende tafels van het klimaatakkoord. De broeikasgasemissies in het referentiescenario dalen onder invloed van het vastgestelde en voorgenomen beleid (maar zonder openstelling van de SDE+-regeling na 2019) van 195 Mton in 2015 naar 158 Mton in 2030<sup>3</sup> (exclusief LULUCF).

<sup>3</sup> Het betreft emissies volgens de IPCC-methodiek, exclusief emissies van landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouw (LULUCF).



**Tabel 2.2 Hernieuwbare energie in 2030 in het referentiescenario**

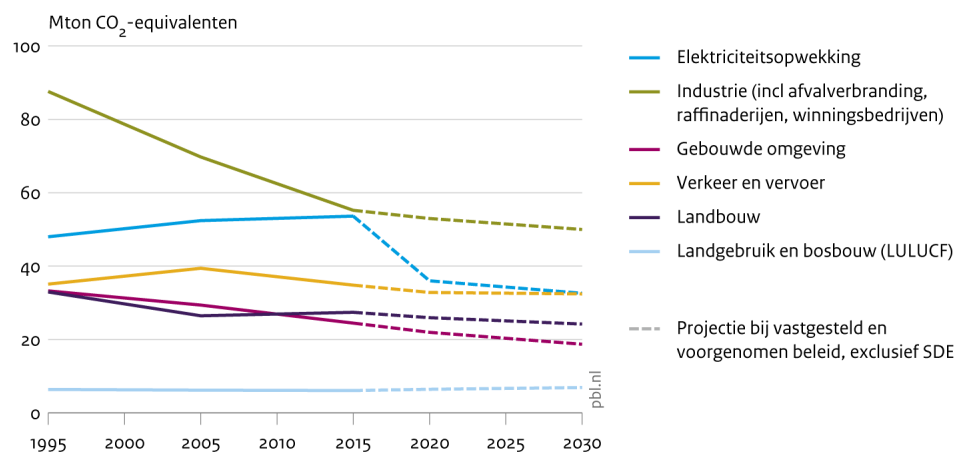
NEV2017VV-SDE		
Waterkracht	PJ	0,4
Wind op zee	PJ	53
Wind op land	PJ	41
Zon-PV	PJ	44
Vaste biomassa en afval	PJ	56
Biobrandstoffen transport	PJ	33
Biogas	PJ	15
Geothermie	PJ	10
Overige hernieuwbare warmte	PJ	29
Totaal	PJ	281
Bruto eindverbruik	PJ	1929
Aandeel HE (%)	%	14,6

**Tabel 2.3 Emissies in Nederland per sector, realisatie 2015 en projectie 2030 volgens het referentiescenario**

	2015			2030		
	Totaal	CO <sub>2</sub>	Overige broeikasgassen	Totaal	CO <sub>2</sub>	Overige broeikasgassen
Elektriciteitsopwekking	52,8	52,6	0,2	32,6	32,4	0,2
Industrie (incl. AVI's, raffinaderijen, winningsbedrijven)	55,1	47,0	8,1	50,0	45,0	5,0
Gebouwde omgeving	24,4	23,6	0,7	18,7	18,0	0,7
Verkeer en vervoer	35,5	34,7	0,9	32,4	31,9	0,5
Landbouw	27,4	7,3	20,0	24,2	5,1	19,1
LULUCF	6,1	6,0	0,1	6,9	6,8	0,1
Totaal, zonder LULUCF	195,1	165,2	29,9	158,0	132,4	25,6
Totaal, inclusief LULUCF	201,2	171,2	30,0	164,9	139,2	25,7

Bron: PBL (2018a), Update tabellenbijlage NEV 2017.

**Figuur 2.1 Broeikasgasemissie per sector**



Bron: Nationale Energieverkenning 2017



# 3 Doelstelling

## 3.1 Doelstelling klimaatakkoord in bredere context

In het regeerakkoord Rutte-III is aangegeven dat een emissiereductiedoel van 49% in 2030 uitgangspunt wordt van een nieuw klimaat- en energieakkoord, en dat maatregelen worden genomen die voorbereiden op het realiseren van dit doel. Het kabinet maakt de uiteindelijke klimaatambitie evenwel afhankelijk van uitkomsten van het Europese onderhandelingsstraject. In internationaal verband streeft het kabinet ernaar het Europese doel te verhogen van 40% naar 55% emissiereductie in 2030. Echter, de mogelijkheid van een nationale doelstelling die lager ligt dan 49% wordt daarmee niet uitgesloten. Het streven naar 49% emissiereductie in 2030 is op deze wijze tevens in het recente wetsvoorstel voor een klimaatwet opgenomen.

Eerdere analyses van het PBL indiceerden al dat een emissiereductie van 49% in 2030 past bij de ambitie uit het klimaatakkoord van Parijs om de temperatuurstijging te beperken tot ruim onder de 2 graden. Een emissiereductie van 55% in 2030 past grosso modo bij de ambitie om de temperatuurstijging te beperken tot 1,5 graden (Van Vuuren et al., 2017).

De keuze voor de doelstelling is door het kabinet als niet-onderhandelbaar meegegeven aan de onderhandelingstafels. De voorzitter van het Klimaatberaad de heer Nijpels stelde bij de presentatie van het voorstel dat het kabinetsdoel van 49% reductie door partijen aan tafel niet ter discussie is gesteld. Ook de impliciete benaderingswijze die ten aanzien van het doel is gekozen, dat wil zeggen een doel gedefinieerd als nationale grondgebiedemissie van activiteiten verdeeld over vijf onderhandelingstafels in het jaar 2030, wordt in de gepresenteerde stukken niet verder bediscussieerd. Aandachtspunt is evenwel, dat zaken die buiten de scope van het akkoord liggen, wel van belang kunnen zijn voor de afspraken die worden gemaakt. Samenhangen met andere maatschappelijke opgaven of internationaal nog niet opgepakte interdependenties worden niet benoemd. We geven daarvan enkele voorbeelden.

De transitie naar een klimaatneutrale economie in lijn met de doelstelling van het akkoord van Parijs is in veel opzichten breder dan de concrete reductieopgaven die aan de onderhandelingstafels zijn meegegeven. In zijn kamerbrief over de inzet van het kabinet voor het klimaatakkoord d.d. 23 februari 2018 (Ministerie van EZK, 2018) noemt de Minister van Economische Zaken en Klimaat een aantal kaders voor het akkoord, waaronder de noodzaak tot toekomstgerichtheid en integraliteit. Desondanks bestaat het risico dat de onderhandelingen zich met name richten op de – meest concreet geoperationaliseerde - reductieopgave in het jaar 2030 en dat aanpalende elementen daarbij uit het oog raken.

Duidelijk is ten eerste dat de transitie beduidend verder rijkt dan het jaar 2030. Het klimaatakkoord van Parijs vraagt vergaande emissiereductie in 2050 en een wereldwijde balans tussen emissie en vastlegging van broeikasgassen in de tweede helft van deze eeuw. De plannen die nu worden ingezet dienen daarom te passen binnen, en voldoende basis te bieden voor, verdergaande omschakeling na 2030 waarbij naast wijzigingen tevens sprake moet zijn van opbouw van nieuwe energiestructuren. Dit is ook uitdrukkelijk de taak die het voorstel voor een klimaatwet zich stelt. Er ligt dus samenhang met de klimaatwet.

Ten tweede is er een samenhang met zowel de voedseltransitie als de omschakeling naar een circulaire economie, die ook op de maatschappelijke agenda staan. Die parallelle transitie vragen aandacht voor een ketenbenadering waarin consumenten en producenten worden

aangespoord over de afbakening van fabriekspoorten, sectordefinities en landsgrenzen heen verantwoordelijkheid te nemen voor de emissies gerelateerd aan hun producten of consumptie. De omschakeling in denken en handelen, inclusief overgang op bijpassende marktregels en beleidsprykkels, zal in het komende decennium een start moeten krijgen en derhalve vragen om afstemming met de reductieopgave. De prykkels en maatregelen die nodig zijn voor deze opgaven kunnen anders immers afwijken van hetgene dat aan de tafels wordt afgesproken, waardoor het dan later nodig kan blijken afspraken aan te passen, met negatieve gevolgen voor de continuïteit van beleid. De aanpassing aan het veranderende klimaat, die ook bij succesvol mitigatiebeleid aan de orde zal zijn, vergt aanpassingen die kunnen raken aan de acties die ten behoeve van mitigatie worden genomen.

Ten slotte biedt de momenteel (internationaal) gehanteerde scope voor de nationale grondgebiedemissies geen plaats aan de emissies van internationale lucht en scheepvaart, die om het Parijs doel te halen wel degelijk onderdeel moeten zijn van de reductieopgaven. Ook de verantwoordelijkheid voor de indirecte emissie en verminderde vastlegging van koolstof die gepaard kan gaan met de winning van biomassa is in de internationale emissieboekhouding niet altijd sluitend belegd. Een deel van de verantwoordelijkheden is via de gehanteerde scope dus nog niet belegd.

Genoemde aspecten zijn essentiële onderdelen van een sluitend klimaatplan, zoals het kabinet volgens het voorstel voor een klimaatwet in 2019 dient op te stellen. Door genoemde aspecten middels de opdracht-afbakening buiten de onderhandelingen te plaatsen, kan het VHKA slechts een onderdeel vormen van dit klimaatplan. Alhoewel de tekst van het voorliggende VHKA enkele van deze onderwerpen memoreert, ligt de focus van de onderhandelaars tot dusverre duidelijk bij het uitwerken van de concrete opdracht: realiseren van emissiereductie in 2030.

De regie op de invulling van de andere onderdelen van het klimaatplan ligt daarmee exclusief bij het kabinet, evenals de taak erop toe te zien dat de afspraken van het klimaatakkoord passen bij of ruimte laten voor de invulling van het overige klimaatplan. Op dit moment lijkt die samenhang nog niet geborgd. Met name voor de raakvlakken met de voedseltransitie en de transitie naar een circulaire economie is in het huidige VHKA nog niet duidelijk op welke wijze uit deze transities kaders volgen voor het klimaatakkoord dan wel hoe de onderlinge aansluiting is geborgd. Ook een eventuele link met adaptatiemaatregelen is in de voorstellen niet aan de orde. Het verder verlopen van de transitie na 2030 staat duidelijk meer op het netvlies, al zijn slechts enkele onderdelen in de concrete uitwerking specifiek daarop gericht.

### ***Nationale reductiedoelstelling in Europese context***

De Europese Unie heeft een broeikasgasreductiedoel van 40% voor de EU als geheel. Bij de uitwerking van het Europees klimaat- en energiebeleid voor 2030 hebben de EU-lidstaten en het Europees Parlement onlangs overeenstemming bereikt over doelen voor hernieuwbare energie en energie-efficiëntie. De overeengekomen doelen zijn hoger dan het oorspronkelijke commissievoorstel van een aantal jaren geleden; voor hernieuwbare energie wordt het doel een aandeel van 32% en voor energie-efficiëntie wordt het 32,5%. De facto impliceren deze hogere doelen een broeikasgasemissiereductie in de EU28 van iets meer als 45%.

Vanaf 2019 zal in Europa formeel de discussie over actualisatie van het Europese 2030-klimaatdoel plaatsvinden op basis van een voorstel van de Europese Commissie. De Europese Raad heeft de Commissie gevraagd uiterlijk in het voorjaar 2019 hiermee te komen. Ter voorbereiding actualiseert de Commissie de Europese klimaatroutekaart voor 2050, deze wordt later dit jaar tijdens de eerstvolgende bijeenkomst in Polen van de partijen van het internationale klimaatverdrag (COP24) verwacht. Het huidige EU-doel van 40% emissiereductie in 2030 is, volgens de meeste gangbare uitgangspunten om de mondiale opgave te

verdelen over landen en beschikbare scenario's, niet consistent met de afspraak in de overeenkomst van Parijs om de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder de 2°C en te streven naar maximaal 1,5°C.

De Nederlandse ambitie is om het Europese klimaatdoel aan te scherpen en daarmee meer in overeenstemming te brengen met de afspraken van Parijs. Een hoger EU-doel impliceert dat alle lidstaten hun klimaatinspanningen zullen moeten intensiveren. Het kabinet heeft daarom de klimaattafels gevraagd om naast voorstellen om tot 49% reductie te komen ook te zoeken naar aanvullende voorstellen die de reductie zouden kunnen verhogen richting 55%. Een nog losse coalitie van landen met naast Nederland onder andere Frankrijk, Zweden, Portugal en Luxemburg is voor aanscherping van de Europese klimaatambitie. Van de grote invloedrijke EU-lidstaten zet vooral Frankrijk zich hier actief voor in. Of deze inspanningen er uiteindelijk toe zullen leiden dat de EU haar klimaatinstrumenten gaat aanscherpen zal pas gaandeweg het onderhandelingsproces dat volgend jaar start duidelijk worden.

**Tabel 3.1 Broeikasgasemissiereducties en 2030-doelen in Nederland, omliggende landen en de EU28**

	<b>Gerealiseerde emissiereductie 2016 t.o.v. 1990<sup>a</sup></b>	<b>Doel 2030 t.o.v. 1990</b>
Nederland	-11,8%	-49%
België	-19,7%	-
Denemarken	-28,3%	-
Duitsland	-27,3%	-55%
Frankrijk	-16,1%	-40%
Verenigd Koninkrijk	-39,4%	-57% (2028-2032) <sup>b</sup>
EU28	-24%	-40%

<sup>a</sup> Bron: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2016 and inventory report 2018. Europees Milieuagentschap.

<sup>b</sup> Wettelijk vastgelegde 5<sup>de</sup> koolstofbudget.

Een nationale aanpak met een doel op de totale nationale grondgebiedemissies kruist hier enigszins doorheen. Nederland staat met het formuleren van een nationaal totaaldoel evenwel niet op zichzelf. Verschillende lidstaten hebben eigen nationale doelstellingen geformuleerd, die evenals het Nederlandse doel getalsmatig soms boven het doel voor Europa als geheel uitgaan. Tabel 3.1 geeft ter illustratie een overzicht van gerealiseerde broeikasgasemissiereducties en 2030-doelen in Nederland en andere West-Europese landen. Van deze landen zijn de totale broeikasgasemissies in Nederland tussen 1990 en 2016 het minst gedaald. Bij dergelijke vergelijkingen hoort wel de kanttekening dat deze zonder verdere duiding maar beperkt zinvol zijn vanwege de verschillen die er immers zijn in structuur van de economie, economische ontwikkeling, bevolkingssamenstelling, potentieel voor hernieuwbare energie, gebouwenvoorraad, etc.

Grote installaties (elektriciteitscentrales en energie-intensieve industrie) vallen onder één enkel Europees emissieplafond gereguleerd door het Europees emissiehandelssysteem (ETS). De overige sectoren vallen onder afspraken die de emissiereductie-inspanningen verdelen over de lidstaten. Dit gebeurt op basis van draagkracht en mogelijkheden en is vastgelegd in de effort sharing regulation (ESR). Dit berekent dat de huidige Europese emissiereductiedoelstelling niet in zijn geheel naar lidstaten toe is verdeeld.

Zolang een hogere nationale doelstelling voor ETS-bedrijven niet tevens een reductie van de emissieruimte binnen het ETS inhoudt, is er een risico dat de 'extra' emissiereductie in Nederland elders meer ruimte geeft voor emissies (het zogenaamde waterbed-effect). Dan

draagt een hogere doelstelling dus in eerste instantie bij aan de gedifferentieerde klimaat-aanpak in Europa, maar leidt het niet tot een grotere totale reductie. Wanneer de ruimte echter niet benut wordt, kan dit via de Market Stability Reserve echter ook tot het extra uit de markt nemen van rechten leiden. Ook kunnen scherpere nationale doelen via de extra ruimte, bijdragen aan een groter draagvlak voor het aanscherpen van de Europese ambities, en zo in tweede instantie toch tot verdere reducties leiden. Bovendien kan het vinden van oplossingen voor technische, organisatorische of maatschappelijke problemen die kunnen optreden bij het nastreven van hogere reductiepercentages eraan bijdragen de transitie in de EU en breder internationaal te realiseren. De mogelijkheden die dit zou bieden voor Nederlandse bedrijven wordt door het kabinet genoemd als een van de redenen waarom het verstandig is net voor de troepen uit te lopen. De voortrekkersrol die Europa op deze wijze in de wereld speelt kan ook in dit licht worden beschouwd. Overigens heeft Nederland om de Europese voorhoede te bereiken nog een behoorlijke inhaalslag te maken, gegeven de huidige Nederlandse positie op Europese 'ranglijsten' met betrekking tot energie- en klimaatdoelen.

Bij een nationale doelstelling bestaat wel het risico dat bedrijvigheid met de emissieruimte mee verschuift. Dat kan zowel betekenen dat in Nederland actieve bedrijven productie-uitbreidingen elders doen, als dat de Nederlandse bedrijven marktaandeel verliezen ten opzichte van bedrijven elders ('carbon leakage'). Dit risico is bedrijfsspecifiek en lastig te kwantificeren.

Ook andere Europese regels doorkruisen mogelijk de effectiviteit van een nationale doelstelling. Zo gelden voor autofabrikanten regels voor de gemiddelde emissie van hun totaal afgezette autopark. Meer verkopen van emissiearme voertuigen in Nederland laten daardoor meer ruimte voor vervuilenendere auto's elders. Brandstofproducenten dienen te voldoen aan regels voor door hen geleverde brandstoffen inclusief bijmenging van biobrandstoffen. Meer bijmenging in Nederland zou dan minder bijmenging elders kunnen betekenen.

Het voorliggende voorstel voor hoofdlijnen van het klimaatakkoord bevat weinig elementen die de werking van deze op Europees niveau communicerende vaten beperkt. Voor de opdracht om 49% reductie in Nederland te realiseren is dat ook niet nodig. Indien echter het kabinet beoogt dat de nationale reductie van 49% maximaal tot additionele reducties leidt ten opzichte van de 40% voor Europa als geheel, dan vormen deze mechanismen een aandachtspunt.

### ***Reductiedoelstelling als puntwaarde***

Ook op een ander vlak wijkt de Nederlandse doelstelling af van de gebruikelijke aanpak bij klimaatbeleid in Europa. Europa gaat bij de klimaatdoelstellingen voor zowel de niet-ETS als de ETS-emissies uit van opvolgende, afnemende 'jaarbudgetten' voor emissies. Tekorten in het ene jaar kunnen daarbij de facto worden gecompenseerd met overschotten in een ander jaar. Incidentele, conjuncturele of weersafhankelijke schommelingen worden op deze wijze uitgemiddeld over een langere periode, en het doelbereik wordt daardoor minder afhankelijk van toevallige uitschieters. De mate waarin ontwikkelingen in de pas lopen met het 'doeltraject' en de beoordeling of aanvullend beleid nodig is om het doel te bereiken wordt met deze methodiek eenduidig zichtbaar. Tegelijk wordt middels deze methodiek de cumulatieve emissie in de betreffende periode gemaximeerd, zodat ook de maximale claim op het mondiaal beschikbare 'koolstofbudget' duidelijk is. De concrete reductie-opgave aan de klimaattafels lijkt echter uitsluitend betrekking te hebben op de jaarwaarde in 2030. Ook in het voorstel voor een klimaatwet is sprake van een jaarwaardedoel. Weersinvloeden, incidentele en conjuncturele schommelingen hebben daarmee een grote invloed op het doelbereik. De vrijheid die het wetsvoorstel de regering laat om bij constatering van het missen van het streefdoel bijsturing toe te passen op een later zichtjaar, maakt de vraag relevant op welke wijze de partijen die nu gezamenlijk over de ambities van het klimaatakkoord onderhandelen ook een

rol hebben in de borging van de uitvoering van de afspraken. Verdere operationalisatie van het doel, het traject, en de eventuele manier waarop voor incidentele schommelingen gecorrigeerd kan worden kan behulpzaam zijn voor het vergroten van de stuurbaarheid op doelbereik. In hoofdstuk 9 wordt nader in gegaan op aandachtspunten met betrekking tot een borgingsmechanisme.

### ***Kostenefficiëntie als ordeningsprincipe***

Naast de reductieopgave heeft het kabinet kosteneffectiviteit tot belangrijk ordenend principe in de transitie verklaard. Het uitgangspunt daarbij is dat ten behoeve van de reductie in 2030 die maatregelen genomen zouden moeten worden die de laagste kosten per gereduceerde ton CO<sub>2</sub> hebben. Als aantekening daarbij geldt dat wel rekening moet worden gehouden met wat in de periode tot 2030 al nodig is voor het bereiken van vergaande emissiereductie in 2050. Als algemeen uitgangspunt voor de gehele transitie lijkt het minimaliseren van kosten een zeer zinnig uitgangspunt. Duidelijk is echter dat naast goedkopere maatregelen, de transitie tot 2050 ook duurdere maatregelen vereist. Volgens het ordeningsprincipe van het kabinet komen die duurdere maatregelen tot 2030 minder of niet aan bod, en worden daarmee dus naar achteren in de tijd geschoven. Een dergelijke schuif maakt de transitie als geheel uiteindelijk evenwel niet noodzakelijkerwijs goedkoper.

Op maatregelniveau spelen andere aspecten die van belang kunnen zijn. Zo kunnen maatregelen naast CO<sub>2</sub>-reductie ook andere (maatschappelijke) voordelen bieden, waardoor een vergelijking van kosten per ton CO<sub>2</sub> wellicht niet altijd de optimale ordening biedt.

En in hoeverre kosteneffectiviteit ook als ordeningsprincipe in de uitvoering gebruikt kan worden is een vraag van weer een andere orde. Concurrentie op kosten, zoals bij de huidige SDE+, is een zinnig principe wanneer er meer aanbieders zijn, terwijl er slechts beperkt aanbod nodig is. Wanneer echter iedereen in actie dient te komen, zoals bijvoorbeeld ten aanzien van de verduurzaming van de industrie, kan een onderlinge concurrentiestrijd om aanspraak op subsidiering tussen maatregelen juist contra-effectief werken, zeker wanneer het gaat om infrequente natuurlijke vervangingsmomenten met grote kapitaallasten. Een kostenefficiënte strategie richt zich dan op de eerste plaats op het voorkomen van vroegtijdige afschrijvingen. Daarbij is het essentieel optimaal gebruik te maken van vervangingsmomenten en tijdig afscheid te nemen van onduurzame technologie. Ook kan bijvoorbeeld het uitgangspunt in de gebouwde omgeving dat alleen maatregelen zouden moeten worden genomen die rendabel zijn, botsen met de uitvoerbaarheid van een wijkaanpak die afsluiten van het gasnet nastreeft.

## **3.2 Doelstelling broeikasgasreductie**

In 1990 bedroeg de broeikasgasemissie in Nederland 221 Mton exclusief LULUCF<sup>4</sup>, en 227 Mton inclusief LULUCF. De doelstelling van 49% reductie betekent dat de emissie in 2030 maximaal 113 Mton exclusief LULUCF mag bedragen. Bij 55% reductie is de maximale emissie 100 Mton exclusief LULUCF.

### ***Beleidsopgave ten opzichte van 2017 en ten opzichte van het referentiescenario***

De emissie bedroeg in 2017 193 Mton exclusief LULUCF. Daarmee was in 2017 de reductie ten opzichte van 1990 dus ongeveer 13%, en bedraagt de opgave tot het doel van 49% in 2030 nog 80 Mton exclusief LULUCF en tot 55% nog 92 Mton. Het reeds in gang gezette energie- en klimaatbeleid zal naar verwachting een deel van deze opgave kunnen vullen.

<sup>4</sup> LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) betreft emissies die samenhangen met landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw.

Volgens de Nationale Energieverkenning 2017 daalt met het vastgesteld en voorgenomen beleid, maar zonder nieuwe subsidietoekenningen van SDE+-regeling, de emissie tot 158 Mton in 2030. Bovenop de reductie van 35 Mton in deze referentie, is daarmee nog een verdere reductie met 45 Mton nodig op de doelstelling van 49% in 2030 te realiseren. De totale opgave voor de komende 12 jaar is daarmee ongeveer driemaal zo groot als de totale reductie in de afgelopen 27 jaar en het grootste deel van die opgave moet nog middels aanvullend beleid worden vormgegeven. Het 'beleidsgat' tot 55% reductie is nog zo'n 13 Mton groter.

### **Onzekere ontwikkelingen kunnen beleidsopgave veranderen**

De in de NEV beschreven ontwikkelingen tot 2030 kennen daarbij een forse onzekerheid. Factoren die grotendeels buiten de beleidsinvloedsfeer liggen, zoals economische groei en energieprijzen, markt- en consumentengedrag, maar ook effecten van overig binnenlands en buitenlands beleid kunnen ervoor zorgen dat de emissies hoger of lager zouden uitkomen dan volgens de referentie beschreven. Ook nieuwe inzichten met betrekking tot de werking van het energiesysteem of modelrepresentaties daarvan kunnen zorgen voor aanpassingen in toekomstige projecties ten opzichte van de referentie. Omdat de 'toegestane resterende emissie' bij een bepaald reductiedoel vast staat, zou de extra beleidsopgave om het doel te bereiken dan fors groter of kleiner kunnen zijn. Normaal gesproken publiceert het PBL jaarlijks een actuele energieverkenning, echter dit jaar is ervoor gekozen hiervan af te wijken (zie tekstkader 'Actualisatie verwachtingen'). Bij de NEV 2017 is een achtergronddocument gemaakt waarin de onzekerheden zijn beschreven. De totale onzekerheidsbandbreedte in de NEV is alleen opgesteld voor de variant inclusief continuering van de SDE+ na 2019. De bandbreedte voor de totale broeikasgasemissie van -17 tot +26 Mton die daarin wordt beschreven biedt daarom niet meer dan een indicatie van de orde grootte. Die indicatie geeft echter wel aan dat de onzekerheid ten aanzien van de beleidsopgave significant is.

Alhoewel de potentiële en effecten van voorgestelde maatregelen in het VHKA deels kunnen meebewegen met de omvang van de emissies, kunnen de onzekere ontwikkelingen ertoe leiden dat het voorgestelde pakket maatregelen onvoldoende is om het doel te bereiken, of dat het pakket juist flink over het doel heen schiet. In het VHKA wordt nog geen aandacht gegeven aan de wijze waarop de koers eventueel wordt bijgestuurd bij meer zicht op relevante ontwikkelingen. Gegeven de omvang van de mogelijke afwijkingen is dat wel raadzaam.

#### **Actualisatie verwachtingen**

Het PBL heeft eerder dit jaar aangekondigd in 2018 geen NEV uit te brengen. Zonder de maatregelen van het klimaatakkoord is het immers nauwelijks zinvol om projecties op te stellen voor de periode vanaf 2020. Bovendien was de onderzoekscapaciteit ook nodig voor de ondersteuning van de onderhandelingen; zie: <http://www.pbl.nl/nieuws/nieuwsberichten/2018/vanwege-werk-aan-klimaatakkoord-geen-nationale-energieverkenning-in-2018>).

Aangekondigd is de resultaten van de NEV voor enkele indicatoren zoals het aandeel hernieuwbare energie in 2020 en 2023 en de broeikasgasreductie in 2020 wel te updaten vanwege het belang voor lopende beleidsdossiers. De projecties voor 2030, die in deze analyse als referentie worden gehanteerd, worden niet geüpdatet. Echter, dit betekent niet dat de inzichten daarover stilstaan. De economische groei, energieprijzen en et cetera bewegen zich bijvoorbeeld anders dan in de NEV aangenomen. Ook zijn er inmiddels bijvoorbeeld aanwijzingen dat emissies van de raffinaderijen in de NEV zijn onderschat en ook de groei en verdeling van de emissies vanuit de hoogovens wellicht anders loopt dan aangenomen. Bezien op de totale onzekerheden voor 2030 vallen dergelijke afwijkingen ruim binnen de marge, zodat het beeld voor 2030 niet betekenisvol verandert. Echter, dergelijke verschuivingen maken wel duidelijk dat het zinnig is bij het verder uitwerken van het klimaatakkoord ook de onzekerheid een prominente plaats te geven, bijvoorbeeld via het uitwerken van een procedure bij mee- en tegenvallers.

### 3.3 Tafeldoelstellingen en afbakening

In de 'kamerbrief over de notitie kosten energie- en klimaattransitie in 2030 - update 2018' d.d. 26 april 2018 (Ministerie van EZK 2018b) is de beleidsopgave om tot 49% reductie te komen verdeeld in indicatieve opgaven voor de vijf onderhandelings tafels. Tabel 3.2 geeft de emissieplafonds per sector die in de brief zijn aangegeven. Daarbij is aangegeven welke indicatieve reductieopgave hier per tafel uit volgt ten opzichte van het referentiescenario in 2030. Voor het totaalbeeld is in tabel 3.2 ook de opgave ten opzichte van de geregistreerde emissie in 2015 weergegeven.

**Tabel 3.2 Beleidsopgave verdeeld over onderhandelings tafels en resulterende impliciete emissieplafonds per sector in 2030 (in Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten)**

Sectoren onderhandelings tafels	Emissie		Reductieopgave	
	Emissie 2015	Plafond 2030	T.o.v. emissie 2015	T.o.v. referentie 2030
Elektriciteitsopwekking	52,8	12,4	40,4	20,2
Industrie (incl. AVI's, raffinaderijen, winningsbedrijven)	55,1	35,7	19,4	14,3
Gebouwde omgeving	24,4	15,3	9,0	3,4
Mobiliteit	35,5	25,0	10,5	7,3
Landbouw en landgebruik	27,3	22,2 <sup>a</sup>	5,1	3,5 <sup>b</sup>
Totaal	195,1	110,6 <sup>a</sup>	84,5	48,7 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Exclusief emissie uit LULUCF.

<sup>b</sup> Inclusief 1,5 Mton reductie vanuit landgebruik, die niet meetelt voor het behalen van de 49% reductie.

Het kabinet heeft bij de indeling van activiteiten en bijbehorende emissies naar de vijf onderhandelings tafels voor het klimaatakkoord een indeling gebruikt die op onderdelen afwijkt van de sector-indeling zoals gehanteerd in de NEV en internationale rapportages. De gebruikte indeling en de bijbehorende emissie-cijfers zijn weergegeven in de geactualiseerde tabellen-bijlage bij de NEV 2017.

Het opdelen van de emissie-opgave naar verschillende tafels heeft voor- en nadelen. De opdeling met specifieke taakstelling per tafel maakt de onderhandelingen overzichtelijker, doordat per tafel duidelijker is welke spelers in termen van broeikasgasemissies de relevante bijdragen moeten verwezenlijken en welke totaalomvang er van die bijdragen verwacht wordt. De eerste vraag 'wie is eraan zet voor emissiereductie' is daarmee al deels afgedekt, waardoor 'afschuiven' van de opdracht naar anderen minder gemakkelijk is.

Op enkele plaatsen volgt de toedeling echter een administratieve werkelijkheid, terwijl de fysieke werkelijkheid zich minder gemakkelijk laat indelen. Dit is met name het geval op de grensvlakken van elektriciteitstafel en industrietafel. Zo worden bijvoorbeeld restgassen uit de ijzer- en staalproductie ingezet voor stroomproductie en tellen de emissies van die stroomproductie aan de elektriciteitstafel mee. Het stopzetten van het afname-contract van deze restgassen en deze vervangen door aardgas zou dan aan de elektriciteitstafel voor emissiereductie kunnen zorgen, terwijl de industrietafel er plots enkele megatonnen verkrijgt. Sommige maatregelen bij de staalproductie hebben een emissie-effect met uitwerking over beide tafels. Ook de toedeling van warmtekrachtkoppelinginstallaties, waarvan de plek aan tafel door de juridische eigendomssituatie bepaald wordt, kan door verandering van die situatie tot verschuivingen leiden. Indien de indicatieve tafelopgaven als harde grenzen zouden gaan gelden, kan rond deze tafeltafelgrenzen ongewenst strategisch gedrag optreden.

De opdeling naar emissies met doelen voor emissiereductie kan als nadeel hebben dat het bestaande systeem in sterke mate het uitgangspunt is. In een transitie gaat het echter ook om de opbouw van een nieuw systeem. Dat vergt betrokkenheid van alle spelers die nodig



zijn voor die opbouw, ongeacht of ze nu bijdragen aan de huidige emissies of niet. Ook is er een risico dat met de opdeling ook de systeemsamenhang, mogelijke synergiën en interacties buiten beeld raken. Bijvoorbeeld warmtelevering van industriële restwarmte kan voor de afnemer, bijvoorbeeld in de gebouwde omgeving, emissiereductie opleveren, maar draagt niet bij aan het realiseren van de tafelopgave van de industrie. En de afvalverbrandingsinstallaties, die aan de industrietafel zijn toebedeeld, kunnen via hun elektriciteitsproductie bijdragen aan een gebalanceerde stroomvoorziening. Los van de indeling van de emissies is het dus zaak om voldoende partijen aan tafel te hebben om tot afspraken over de opbouw van een nieuw systeem te komen.

Bovendien kan door de huidige opdeling voor sommige energiedragers de balans van vraag en aanbod uit zicht raken. Bijvoorbeeld waterstof, methaan, warmte (en de rol van restwarmte) en biomassa kunnen in een toekomstig energiesysteem op verschillende plekken een rol spelen. Waar dit voor de elektriciteitsvoorziening evident is en deze een eigen tafel heeft, is voor de voorziening van deze dragers onhelder wie de verantwoordelijkheid voor de organisatie en voor eventuele emissies draagt. Daarmee dreigen ook emissies van nieuwe processen buiten beeld te blijven, zoals (soms negatieve) emissies bij de productie van bio-brandstoffen of emissies van hulpketels voor warmtenetten. De onderlinge verbondenheid in het toekomstige energiesysteem zal waarschijnlijk toenemen. Het is daarom van belang dat tafelgrenzen geen barrières vormen voor het benutten van kruisverbanden en afstemming van interacties en overkoepelende elementen.

## 4 Streefbeeld op hoofdlijnen

Zoals in de inleiding beschreven is het op basis van de voorstellen in het VHKA niet mogelijk een doorrekening maken van de *verwachte effecten* van het VHKA. Het VHKA beschrijft tot dusverre vooral ambities en technische en gedragsmaatregelen, die als zodanig niet tot effect leiden. Voor effecten zijn handelingen van actoren nodig, zoals investeringen of veranderingen van aankoop- of gebruiksgedrag. Die handelingen worden uitgelokt door beleidsinstrumenten of andere prikkels. Pas wanneer duidelijk is welke instrumenten of andere prikkels zullen worden ingezet, kan daarom worden doorgerekend welke effecten van het akkoord verwacht mogen worden.

We stellen wel vast dat alle tafels maatregelen hebben geïnventariseerd gericht op het realiseren van de tafelopgave zoals die door het kabinet aan de tafels is meegegeven. Soms is in die maatregelen samenhang gebracht (zoals aan de tafel gebouwde omgeving), soms is besloten om alleen het potentieel aan opties of maatregelen in beeld te brengen (zoals aan de tafel mobiliteit). Soms heeft de tafel de beoogde reductie als vertrekpunt genomen en daarvoor maatregelen geïnventariseerd (zoals de tafel industrie). Het PBL refereert met de term 'streefbeelden' aan deze verzameling van geïdentificeerde technische maatregelen en gedragsmaatregelen per tafel. In het VHKA zelf wordt echter niet gesproken van 'streefbeelden', en de betekenis ervan verschilt van tafel tot tafel, zoals hierboven geschetst. In veel gevallen is de precieze uitwerking van de voorgestelde maatregelen nog niet vastgelegd. Om een zinvollere analyse mogelijk te maken, heeft het PBL de secretariaten van de tafels om verduidelijking gevraagd. In bijlage 1 is dit nader toegelicht.

### 4.1 Beschrijving streefbeeld op hoofdlijnen

Het aantal en type maatregelen dat per sectortafel wordt beschreven verschilt onderling aanzienlijk. Aan de tafels mobiliteit en landbouw en landgebruik is een groot aantal maatregelen beschreven, die – samenhangend met de diversiteit van activiteiten binnen de tafels – een breed spectrum van aangrijpingspunten hebben en die uiteenlopen van kleinere ingrepen met kleinere effecten tot grote operaties met flinke impact. De mobiliteitstafel beschrijft daarbij vooral instrumenten, terwijl de tafel landbouw en landgebruik met name technische maatregelen beschrijft. De overige tafels beschrijven minder specifiek gedifferentieerde maatregelen. De industrietafel beschrijft enkele generieke typen technische maatregelen, die ieder een flinke bijdrage moeten leveren. Daarbij is door de tafel aangetekend dat deze geen blauwdruk vormen, maar gaandeweg ook andere keuzes kunnen worden gemaakt. Gegeven de grote diversiteit in industriebedrijven, zou deze ambitie op vele manieren kunnen worden uitgewerkt. De tafel gebouwde omgeving beschrijft de ambitie grotendeels techniekneutraal, maar de beschreven contouren maken het hier wel vrij goed mogelijk om, met enkele aanreikingen vanuit het tafelsecretariaat, een vrij gedetailleerd technisch beeld op te stellen. Hetzelfde geldt voor de tafel elektriciteit, waar dit streefbeeld overigens slechts een zeer beperkt onderdeel van de totaal beschreven aandachtspunten in het VHKA uitmaakt.

## 4.2 Broeikasgasemissie

### 4.2.1 Broeikasgasemissie in Nederland in 2030 bij realisatie streefbeeld

#### ***In het VHKA geïdentificeerde maatregelen hebben voldoende potentieel***

In algemene zin bieden de door de tafels geïdentificeerde maatregelen voldoende potentieel om de tafelopgaven te kunnen realiseren. In de hoofdstukken 10 tot en met 14 wordt dieper op de voorstellen per sectortafel ingegaan. Overigens kennen zowel de effecten van maatregelen als de ontwikkelingen in de referentie grote onzekerheden, waardoor voor de meeste tafels geldt dat zowel overschrijding als onderschrijding van het emissieplafond alsnog mogelijk zou zijn. Onderstaand wordt op deze onzekerheden verder ingegaan.

In tabel 4.1 staan de gerealiseerde emissiereducties (reducties ten opzichte van het referentiescenario) en resterende emissies in 2030 bij realisatie van het streefbeeld. De elektriciteitsproductie komt uit op 14 Mton emissie; dit is dus wat hoger dan de tafelopgave van 12,4 Mton. Indien de emissies van elektriciteitsproductie uit hoogovenrestgassen (Velzen-eenheden) echter 6 Mton of lager zijn, wordt de tafelopgave gehaald. In het streefbeeld is de extra vraag naar elektriciteit (als gevolg van elektrificatie en uitfasering van WKK in de glastuinbouw) vanuit de andere tafels meegenomen. De industrie heeft aangegeven maatregelen te nemen waardoor 15 Mton wordt gereduceerd, en gaat daarmee dus 0,7 Mton verder dan de tafelopgave. De emissies van de gebouwde omgeving nemen met 3,7 Mton af, 0,3 Mton meer dan de tafelopgave. Dit is exclusief mogelijke emissies als gevolg van bijstook voor warmtenetten en exclusief effecten van inzet van 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas (potentieel effect: 3,6 Mton extra reductie bij inzet in de gebouwde omgeving). De emissies vanuit de landbouw nemen in het streefbeeld af met 4,5 Mton, waarvan 2,9 Mton bij de glastuinbouw en 1,6 Mton bij de overige landbouw. Emissies van landgebruik nemen met 2 Mton af. De sectortafel mobiliteit heeft voldoende maatregelen geïdentificeerd om de tafelopgave van 7,3 Mton te realiseren, maar heeft daarin nog niet gekozen.

Diverse afbakeningsvraagstukken tussen de tafels compliceren het bovenstaande beeld.

- De emissies van elektriciteitsproductie in Nederland hangen sterk af van ontwikkelingen in het buitenland, waaronder prijzen van kolen, gas en CO<sub>2</sub>, en ontwikkelingen ten aanzien van fossiel, nucleair en hernieuwbaar productievermogen. In de twee scenario's die in deze studie zijn geanalyseerd, zijn deze verschillen gering, maar de werkelijke bandbreedte is veel groter dan wat omspannen wordt door deze twee scenario's.
- In tabel 4.1 is verondersteld dat de emissies vanuit de elektriciteitscentrales die op hoogovenrestgassen worden gestookt 9 Mton bedragen. Als die lager uitvallen (bijvoorbeeld 6 in plaats van 9 Mton), vallen de emissies uit elektriciteitsproductie als geheel ook lager uit, maar die van de industrie juist hoger. Maatregelen gericht op tegengaan van emissies van staalproductie kunnen op hun beurt echter ook deels neerslaan bij de tafel elektriciteitsproductie en deels bij de tafel industrie.
- Emissies die zouden optreden als de bijstook van warmtenetten via aardgas zou worden gerealiseerd (0,3 Mton) vallen waarschijnlijk grotendeels onder de elektriciteitsproductie en industrie, maar zijn daar niet meegenomen. Indien de bijstook via groen gas wordt gerealiseerd kan deze op 0 worden gezet.
- Bij de productie van groen gas op basis van biomassavergassing komt CO<sub>2</sub> in vrijwel pure vorm vrij, en is dan tegen lage kosten af te vangen en op te slaan (BECCS). De negatieve emissies die daarmee zouden samenhangen, vormen een aantrekkelijke optie om emissies vanuit de industrie te reduceren. In het VHKA komt dit echter niet aan de orde.

**Tabel 4.1 Emissies in het referentiescenario en effecten na realisatie van het streefbeeld**

Sectoren onderhandelingstafels	Referentiescenario 2030	Plafond 2030	Tafelopgave t.o.v. referentie	Reductie in streefbeeld t.o.v. referentie	Restemissie 2030 na realisatie streefbeeld
Elektriciteit	32,6	12,4	20,2	18,6	14
Industrie	50,0	35,7	14,3	15 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>
Gebouwde omgeving	18,7	15,3	3,4	3,7 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>
Mobiliteit	32,4	25,0	7,3	7,3 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>
Landbouw	24,2	22,2	2	4,5	19,7
LULUCF	6,9	n.v.t.	1,5	2	4,9
Totaal excl. LULUCF	158,0	110,6	47,2	49	109
Totaal incl. LULUCF	164,9		48,7	51	114

<sup>a</sup> De industrietafel heeft in het hoofddocument VHKA een selectie van maatregelen opgenomen die optelt tot 15 Mton CO<sub>2</sub>-eq, terwijl in het werkdokument een groter maatregelpotentieel is geïnventariseerd.

<sup>b</sup> Exclusief emissies van hulpketels voor warmtenetten (0,3 Mton indien gestookt op aardgas, 0 Mton indien gestookt op groen gas).

<sup>c</sup> De mobiliteitstafel heeft nog geen selectie gemaakt binnen haar voorstellen. Ten behoeve van de optelling is hier de tafelopgave als streefwaarde gehanteerd.

### **Opschalingsmogelijkheden naar 55% reductie nog niet uitgewerkt**

Aan sommige tafels worden maatregelen voorgesteld die verder gaan dan de gevraagde reductieopgave die nodig is om nationaal 49% reductie te bereiken. De opdracht aan de tafels om ook te inventariseren op welke wijze kan worden opgeschaald naar 55% reductie lijkt evenwel nog niet uitgewerkt te zijn. Alhoewel de streefbeeld van sommige tafels een iets groter reductiepotentieel laten zien, is de voor die opschaling benodigde 13 Mton extra reductie nog geenszins in beeld.

### **Onzekerheden**

De onzekerheden in de referentie zijn zeer groot. De bandbreedte uit de NEV2017 bij voorgenomen beleid loopt van -17 tot +26 Mton en geeft hiervan een indicatie. De onzekerheden zijn in de NEV niet bepaald volgens de indeling van de onderhandelingstafels, maar volgens de traditionele sectorindeling. Aan elke tafel gelden evenwel onzekerheden, die zowel gunstig als ongunstig kunnen uitvallen. Monitoring van de ontwikkelingen en de mogelijkheid tot bijsturen naar bevind van zaken heeft op dit moment nog weinig aandacht in het VHKA. Gegeven de grote onzekerheden zal dit in het vervolgtraject wel nadrukkelijk op de agenda moeten staan.

Een speciale factor in de totale onzekerheden is de ontwikkeling van de elektriciteitsproductie. Deze factor draagt in grote mate bij aan de totale onzekerheid. Met het voorgenomen besluit tot een verbod op kolenstook, zullen de emissies van de elektriciteitscentrales fors dalen, en zal ook de onzekerheid over toekomstige emissies afnemen. Echter, de emissies van de resterende Nederlandse (gas-)centrales blijven zeer afhankelijk van ontwikkelingen in het buitenland. Het referentiescenario voor de analyse van het VHKA gaat uit van een marktsituatie die zeer ongunstig is voor de Nederlandse gascentrales, waardoor de gascentrales in het referentiescenario nauwelijks productie draaien en daarmee ook relatief weinig emissies veroorzaken. Het tafeldoel is op deze situatie geënt. Veranderingen in de marktsituatie zullen hierdoor vooral tot meer productie uit gas ten opzichte van de referentie kunnen leiden. Het bereiken van het emissiedoel hangt daarom aan de elektriciteitstafel meer af van de situatie in ons omringende landen, dan van de maatregelen die door de tafel worden voorgesteld. Het risico op minder reducties is hier relatief groot.

De aangekondigde maatregelen kunnen belangrijke neveneffecten hebben, zowel binnen als buiten het domein van energie en klimaat. Binnen het tijdsbestek van deze analyse kon hier naar geen uitgebreid onderzoek worden gedaan, maar het lijkt verstandig om hier in het vervoltraject wel oog voor te hebben. Onderstaand wordt hier kort op ingegaan. De voorstellen houden dermate grote veranderingen in, dat de deze ook buiten het beleidsterrein van energie en klimaat betekenis kunnen hebben. Duidelijk is dat met deze voorstellen de transitie een nieuwe fase in zal gaan, waarin na de vragen of een en ander technisch en energetisch wel kan, en de vraag of een en ander wel betaalbaar is, nu de inpassing binnen en aanpassing van bestaande maatschappelijke structuren relevant wordt.

Nog binnen het energiedomein speelt bijvoorbeeld dat de voorgestelde verschuiving van de energiebelasting van elektriciteit naar gas naast de gewenste omschakeling naar elektrisch aangedreven verwarmingssystemen tevens kan leiden tot toename van het overig elektriciteitsverbruik, binnen de gebouwde omgeving en elders. Ook kan deze ingreep de effectiviteit van besparingsbeleid gericht op elektriciteit ondermijnen. Al breder speelt dat de mogelijke omschakeling naar elektrisch vervoer bij verder ongewijzigd beleid de marginale kosten van autorijden omlaag zal brengen, met mogelijk meer autoverkeer tot gevolg. Dit zal dan zowel de vraag naar elektriciteit als de gebruiksdruk op het wegennet vergroten. Ook op andere gebieden buiten het domein van klimaat en energie hebben de voorgestelde maatregelen raakvlakken. Zo heeft de ruimtevraag van windenergie op zee interactie met de habitatrichtlijn voor natuurbescherming, en staan de voorstellen voor het vergroten van de vastlegging van koolstof op gespannen voet met het huidige natuurbeleid dat juist verschraling nastreeft. Verschillende voorgestelde maatregelen hebben een aanzienlijke ruimtelijke impact, en kunnen ingrijpen in de beleefde kwaliteit van de leefomgeving. Hoofdstuk 5 gaat nader in op deze ruimtelijke aspecten. Verminderde emissie van fijnstof die samenhangt met het energieverbruik kan gezondheidsvoordelen opleveren. Ook voor de overheidsfinanciën kan het afnemende verbruik van fossiele energie, naast de eventuele directe budgettaire gevolgen van maatregelen, consequenties hebben, aangezien dit verbruik de grondslag vormt voor energiebelasting en accijnzen. In een separate notitie van CPB wordt daarop dieper ingegaan. Bovendien leiden de benodigde investeringen ten behoeve van de transitie tot verschuivingen op de arbeidsmarkt, met mogelijk spanningen tot gevolg. Dat komt aan de orde in hoofdstuk 6.

#### 4.2.2 Passendheid streefbeeld bij transitie naar 95% reductie in 2050

De streefbeelden van de vijf klimaattafels voor 2030 vormen een eerste vertaling van de emissieopgaven naar pakketten van (overwegend technische) maatregelen. In het verlengde daarvan ligt er een emissieopgave voor 2050 om te voldoen aan het Akkoord van Parijs, waarvoor in het voorstel voor de klimaatwet een doelstelling van 95% reductie ten opzichte van 1990 is opgenomen. De transitie die daarvoor nodig is moet de komende jaren voortvarend worden doorgezet. De vraag is daarom of de streefbeelden voor 2030 ook passen bij die transitie. Die analyse zou gemakkelijk zijn als de streefbeelden voor 2050 in de vorm van concrete technische maatregelen al zouden zijn uitgewerkt. Dat is echter niet zo. Er zijn nog tal van varianten voor 2050 waarin het emissiedoel kan worden gehaald; ook het PBL heeft verkenningen uitgevoerd (Ros & Daniëls, 2017). Het overheersende beeld daarbij is dat het doel zo ambitieus is dat het overgrote deel van de technische opties ook zal moeten worden ingezet. Omdat er rond vele van de innovatieve CO<sub>2</sub>-vrije technieken en systemen nog onzekerheden bestaan, verkleint het uitsluiten van een technologie de kans op realisatie. Er zijn dan minder alternatieven om tegenvallers op te vangen. Daarbij geldt dat om een technologie beschikbaar te krijgen en houden er ook in moet worden geïnvesteerd in de periode tot 2030.

## **Industrie**

De industrie heeft in het streefbeeld voor 2030 een mix van technieken een plek gegeven die ook op de lange termijn belangrijke elementen van een CO<sub>2</sub>-vrij toekomstbeeld vormen. Verbeterde efficiëntie van processen, de overgang van gas op elektriciteit en waterstof als energiedragers, hergebruik van koolstof (plastic recycling, CO<sub>2</sub>- en CO-benutting).

Opvallend is de grote rol van CCS in 2030 om op korte termijn flinke emissiereducties te realiseren bij processen waarvoor schone alternatieven niet vóór 2030 kunnen worden verwacht. CCS vormt geen onderdeel van het gepresenteerde beeld voor 2050 (hoewel BECCS wel worden genoemd bij de innovatietrajecten) in de veronderstelling dat die schone alternatieven dan wel beschikbaar zijn.

Een voorbeeld daarvan is groene waterstof. Er zijn duidelijke aanzetten voor een routekaart voor de komende periode, zowel voor vraag als aanbod, maar concretisering van en afspraken over acties zijn nog wel nodig. De transitie naar inzet van meer groene waterstof is sterk verweven met de rol van aardgas en groen gas (dus van methaan). Het streefbeeld biedt daarvoor onvoldoende houvast. Datzelfde geldt voor de vergroening van de productie van transportbrandstoffen. Voor beide geldt dat een actieplan rond om meer duurzame biomassa als grondstof in en naar Nederland te krijgen ontbreekt.

Geen inzet van CCS zal waarschijnlijk leiden tot een grote rol voor CCU, maar zeer waarschijnlijk ook tot hogere kosten in 2050. CCU wordt in het streefbeeld opgepakt met enkele projecten op basis van CO, kosten efficiënter dan CO<sub>2</sub>, maar wel een goede vervolgstap in het ontwikkelingstraject.

## **Landbouw**

Het streefbeeld voor de glastuinbouw laat een duidelijke verschuiving zien van gas naar elektriciteit, de koers richting een gewenst beeld in 2050. Daarbij is ook sprake van verdere integratie van de glastuinbouw in het energiesysteem met uitwisseling van warmte en CO<sub>2</sub>. Voor akkerbouw en veehouderij gaat het vooral om optimalisatie van de bestaande processen met technische maatregelen en verbeterde procesvoering. Dit leidt niet tot een toekomstbeeld zonder broeikasgasemissies, ook niet in 2050. Voedselproductie zal dus gepaard blijven gaan met enige emissie.

Echter, dierlijke producten zijn in de huidige omvang geen noodzakelijk onderdeel van de voeding. De restemissie na procesoptimalisatie is relatief groot. Als het gaat om voedingsproducten voor Nederlanders betreft het productieketens die grotendeels in het buitenland liggen. Het streefbeeld mist een visie op de toekomst met daarin vermindering van dierlijke producten en innovatie gericht op alternatieven.

## **Mobiliteit**

Voor mobiliteit ontbreekt in het gepubliceerde voorstel enige vorm van selectie van maatregelen voor het na te streven pakket in 2030. De passendheid daarvan bij de opgave voor de lange termijn is daarom niet goed te beoordelen. Het is niet duidelijk in hoeverre het streven in het Regeerakkoord voor personenauto's, 100% nieuwverkoop van nul-emissie auto's in 2030, ook een basis vormt voor het uiteindelijke Klimaatakkoord.

Dat laatste streven is overigens prima in lijn met de lange termijn, waarvoor de overgang op nul-emissie brandstoffen voor het wegverkeer cruciaal is (zonder dat wordt realisatie van het doel vrijwel onmogelijk). Voor vrachtverkeer ontbreekt zo'n streefwaarde. Wel worden bio-brandstoffen in de voorstellen voor 2030 met een potentieel grote emissiereductie genoemd. In 2050 zijn biobrandstoffen waarschijnlijk de enige maatregel voor lucht- en scheepvaart.

Ook al zou in 2030 de toepassing grotendeels liggen in het wegverkeer, mits het om duurzame biomassa gaat, is de technische ontwikkeling no-regret. Het mag echter geen rem betekenen op de verdere ontwikkeling en implementatie van nul-emissie vrachtvervoer.

Internationale lucht- en scheepvaart vormen geen onderdeel van de huidige klimaatdoelstellingen. Biobrandstoffen daarvoor vraagt veel biomassa, een door meerdere sectoren gevraagde energie- en koolstofbron. Het is daarom van belang lucht- en scheepvaart te betrekken bij de ontwikkeling van de visie op de toekomst.

### **Elektriciteitsvoorziening**

Het elektriciteitssysteem is al nadrukkelijk in transitie. De implementatie van wind op land, wind op zee en zonnestroom is op gang gekomen en het streefbeeld beoogt een krachtig vervolg met een snelheid die past bij een transitie naar 2050. Voor de balans tussen vraag en aanbod is er een aanzienlijk regelbaar vermogen nodig. Aangegeven is dat daarmee in 2030 15-40 TWh moet kunnen worden geleverd en ook CO<sub>2</sub>-vrij. De invulling hiervan in 2030 is niet concreet gemaakt. Inzet van flink wat biomassa, bijvoorbeeld voor groen gas, is denkbaar. Dan zou het onderdeel moeten zijn van een strategie voor de rol van biomassa. Innovatieve oplossingsrichtingen zijn er bijvoorbeeld in de vorm van waterstof of ammoniak als brandstoffen waartoe een concreet uitgewerkt innovatietraject voor het komende decennium nodig is.

### **Gebouwde omgeving**

Het nu gekozen tempo van verduurzaming van woningen groeit toe naar 200.000 woningen per jaar vanaf 2028. Er is voor een wijkgerichte aanpak gekozen, een nieuwe aanpak die nog de nodige voorbereiding vergt en waarmee ervaring moet worden opgedaan. Mede gezien de krapte op de arbeidsmarkt, onvoldoende hiervoor geschoold personeel, moet dit tempo als ambitieus worden gezien. Veel sneller is waarschijnlijk niet haalbaar. Dit tempo heeft gevolgen voor de periode na 2030. Dan zal het tempo richting 300.000 woningen per jaar (excl. sloop) moeten groeien om in 2050 alle woningen klimaatneutraal te kunnen verwarmen. Voorgesteld wordt dat in een deel van die woningen, waarvoor realisatie van nul-emissie met elektrificatie dan wel een warmtenet niet goed mogelijk blijkt, groen gas wordt ingezet. De voorgestelde omvang van 2 miljard m<sup>3</sup> in 2030 is vooral een opgave voor de industrietafel en kan een stimulans betekenen om de productie van groene brandstoffen de noodzakelijke belangrijkste plek in de transitie te geven.

De dienstensector heeft, in het licht van zijn prestaties tot nu toe een versnelling van zijn emissiereductie voorgesteld. Mocht de versnelling lukken, dan ligt de sector op schema voor 100% emissiereductie in 2050.

## **4.3 Nationale kosten en investeringskosten**

De maatregelpakketten die aan de tafels worden voorgesteld lijken in het algemeen goed te passen bij een kosteneffectieve transitie strategie. Vooropgesteld moet hier worden dat met het oog op de dynamiek van de transitie en de onzekerheden die er bij spelen, het bepalen van een absoluut kostenoptimum voor het eindbeeld in 2050 onmogelijk is en evenmin voor een kostenoptimaal pad. Er bestaat geen handleiding voor de transitie die simpelweg gevolgd kan worden tot het perfecte resultaat. Deels bestaat de transitie uit het zoeken en proberen, waarbij het onvermijdelijk is dat gedurende dat traject het nodige 'mis' zal gaan, met extra kosten tot gevolg. Verschillende trajecten kunnen worden doorlopen, en op verschillende tempo's, zonder dat op voorhand uitsluitel te geven is over welke optimaal is.



Het nationale kostenbegrip zoals dat in de regel gebruikt wordt, biedt slechts beperkte inzichten. Naast kosten kennen de transitie strategieën ook effecten die buiten de nationale kostensystematiek vallen. Deze effecten kunnen economisch van aard zijn, met bijvoorbeeld invloed op het verdienvermogen, concurrentiepositie en economische groei, of anderszins, zoals gezondheidsaspecten, inclusiviteit, leefomgevingsaspecten, et cetera. En het alternatief, geen of te weinig klimaatbeleid voeren, heeft ook consequenties, die niet als kosten in de referentie voorkomen. Zoals het tekstkader 'Kosten en opbrengsten van klimaatbeleid' beschrijft, geeft internationaal onderzoek aan dat klimaatbeleid voeren mondiaal gezien vele malen meer welvaart oplevert dan doorgaan op de huidige voet.

#### **Kosten en opbrengsten van klimaatbeleid**

Er is veel aandacht voor de kosten van het klimaatbeleid. Dat is begrijpelijk: als we ons geld aan klimaatbeleid besteden kunnen we het niet aan iets anders uitgeven. Maar het klimaatbeleid heeft ook opbrengsten in termen van vermeden schade door klimaatverandering. De *Stern review* uit 2007 in opdracht van het Britse ministerie van Financiën stelde dat het tegengaan van klimaatverandering minder kost dan de schade van en aanpassen aan klimaatverandering (Stern, 2007). Sindsdien is het debat over deze vraag niet verstomd. Er moeten immers veel aannames worden gemaakt. Hoe waarderen we kosten en opbrengsten in de toekomst in vergelijking met de huidige (welke discontovoet hanteren we), welk aanpassingsvermogen heeft de economie, hoe gaan we met onzekerheden om?

Het PBL heeft in 2014 aan deze discussie een bijdrage geleverd met de publicatie *Costs and benefits of climate change adaptation and mitigation* (Hof et al., 2014), waarin wordt geconcludeerd dat vrijwel alle studies naar de economische effecten van klimaatverandering op lange termijn hogere kosten laten zien van schade door klimaatverandering dan de kosten die nodig zijn om klimaatverandering tegen te gaan. Aannames rond verdiscontering en onzekerheden in met name de exacte schade die klimaatverandering veroorzaakt bepalen in grote mate wat het optimale niveau van klimaatbeleid is. Maar daarbij geldt dat de onzekerheden in de kosten die klimaatverandering veroorzaakt vele malen hoger zijn de onzekerheden in de kosten van het tegengaan van klimaatverandering: tegengaan van klimaatverandering leidt dus tot veel lagere risico's.

Recentelijk zijn er diverse studies uitgekomen die aantonen dat de opbrengsten van beleid gericht op het tegengaan van klimaatverandering wel eens vele malen hoger kunnen zijn dan in eerdere studies werd aangenomen (Burke et al., 2018). Een belangrijke oorzaak hiervan is dat econometrische methoden laten zien dat klimaatverandering niet alleen eenmalige effecten heeft op de economie (een slechte oogst bij een warme zomer), maar dat de klimaatverandering ook de economische groei negatief beïnvloedt. Een recente meta-analyse van studies naar schades door klimaatverandering concludeert dat de mondiale bbp-winst van een 1,5-graden wereld ten opzichte van een 4-graden wereld rond de 15% ligt (Howard en Sterner, 2017). In eerder veel gebruikte studies van Nordhaus en Tol lag deze inschatting op minder dan 5%.

#### **Dynamisch perspectief op kosten van belang**

Studies naar de nationale kosten van de transitie die de tijdsspanne tot 2050 omvatten komen in de orde grootte van 1-3% van het bbp in 2050 (Clarke et al., 2014). De mate waarin de benodigde maatregelen eerder of later in de transitie gerealiseerd worden bepaalt mede de nationale kosten in tussenliggende jaren, zoals in 2030.

Vanuit kostenperspectief lijkt het dan aantrekkelijk de maatregelen zo ver mogelijk naar de toekomst te schuiven. Daarin speelt bovendien mee, dat bepaalde technieken in de tijd goedkoper kunnen worden door leereffecten, en dat kosten verder weg in de tijd lager gevalueerd worden. Hiertegenover staat echter dat de praktische uitvoering van bepaalde maatregelen tijd nodig heeft. Bijvoorbeeld omdat circa 7 miljoen bestaande huizen moeten worden aangepakt, of omdat het een volledige vervangingscyclus duurt voordat alle auto's op de weg, of installaties in de industrie op natuurlijke momenten vervangen zijn. Bovendien moeten alle productieprocessen om die nieuwe auto's of nieuwe installaties te produceren ook de plaats van de productieprocessen voor het huidige systeem innemen. Ook daarvoor is

het volgen van vervangingscycli kostenefficiënt. Wanneer door tijdstekort zou moeten worden overgegaan op vroegtijdig afschrijven van reeds gemaakte investeringen, lopen de kosten snel op.

Ook opschaling van nieuwe technieken naar relevante schaal heeft tijd nodig. En voor leren is naast onderzoeksactiviteiten ook uitrol nodig. Bovendien betekent eerder resultaten boeken ook eerdere 'klimaatwinst', en meer ruimte of in het emissiebudget om moeilijke gevallen of tegenvallers op te vangen. Uitstellen van maatregelen kan dus ook juist leiden tot hogere kosten.

Dat laat natuurlijk onverlet dat het verstandig is om erop te letten dat de schaarse middelen doelmatig besteed worden. Een transitiepakket dat hier rekening mee houdt, zou daarom oog moeten hebben voor de volgende aspecten:

- *Voorkomen van stranded assets.* Dit geldt zowel voor de bestaande fossiele structuren, als voor de introductie van nieuwe maatregelen. Ten aanzien van de bestaande structuren geldt dat op vervangingsmomenten gekozen moet worden voor een 'transitieproof' alternatief, zodat niet na verloop van tijd geconcludeerd moet worden dat de investering niet meer past en vervroegd moet worden afgeschreven. Vooral bij kapitaalgoederen met een lange levensduur zou daarom bij voorkeur direct omgeschakeld moeten worden op een emissieloos alternatief en moet voorkomen worden dat in komende jaren voor een niet-Parijs-proof alternatief wordt gekozen. Indien achteraf blijkt dat maatregelen toch niet goed passen en zouden moeten worden afgeschreven, of een alternatief superieur blijkt, kan dit tot hogere systeemkosten leiden. Een strategie met een gepaste uitrolsnellheid van nieuwe maatregelen en waarin adaptatievermogen is opgenomen, kan dit risico sterk beperken.
- *Oog voor het realiseren van mogelijke kostendalingen.* Vroegtijdig en grootschalig maatregelen nemen die in de toekomst naar verwachting veel goedkoper zijn leidt tot hogere totaalkosten. Voor sommige maatregelen hangt kostendaling samen met mondiale innovatieprocessen van componenten, voor andere maatregelen vooral met leren in de uitvoering. Voor beide leerprocessen is een zekere mate van uitrol noodzakelijk. Een strategie die hier rekening mee houdt zorgt er dus voor dat vroegtijdig wordt begonnen met de uitrol van maatregelen, op een tempo en met een omvang dat past bij de leerbehoefte. Overigens is toekomstige kostendaling geen gegeven. De kosten van wind op zee zijn in de afgelopen jaren bijvoorbeeld sterk gedaald, maar in de jaren 2000-2012 stegen ze. Toenemende vraag naar producten of diensten op de (wereld-)markt kan de prijs van grondstoffen, producten of arbeid vergroten. Wanneer (mondiaal) werk gemaakt wordt van de transitie, kunnen hierdoor in de loop der tijd ook juist kostenstijgingen optreden.
- *Evenwichtige spreiding van grote opgaven.* Spreiding van grote opgaven zorgt ervoor dat de vraag naar bepaalde producten en diensten op een bepaald moment niet onevenredig stijgt, en de druk op marktprijzen beheerst blijft. Ook is dit van belang voor trajecten waar spanningen op de arbeidsmarkt kunnen optreden. Wanneer immers onvoldoende werknemers beschikbaar zijn om de werkzaamheden uit te voeren, komen zowel de kosten als de uitvoering in gevaar. In bredere zin geldt dit ook voor de transitie als geheel, die voor de maatschappij behapbaar moet blijven.

De beoordeling van de kosteneffectiviteit van een maatregelenpakket ligt dus breder dan een 'simpele' optelling van de nationale kosten die in 2030 voor de maatregelen gemaakt worden. Er is steeds sprake van een balans tussen verschillende overwegingen, waarbij het evenwichtspunt niet op voorhand duidelijk is.

### **Nationale kosten in 2030 bij realisatie van het streefbeeld**

De nationale kosten (uitgedrukt als jaarlijkse meerkosten ten opzichte van het referentiescenario) van het in het VHKA voorgestelde maatregelpakket bedragen circa 3 tot 4 miljard euro. Dit is exclusief de kosten mobiliteit en de inzet van groen gas in 2030. Dit is ruwweg een 0,5% van het bbp. Deze meerkosten zijn daarmee vergelijkbaar met die van het indicatieve pakket 'transitie-zelfde-reductie' dat wordt beschreven in de recente kostennotitie van het PBL (Koelemeijer et al., 2018). Tabel 4.2 geeft een overzicht van de nationale meerkosten in 2030 bij realisatie van het streefbeeld.

**Tabel 4.2 Jaarlijkse meerkosten ten opzichte van het referentiescenario in 2030 van realisatie van het streefbeeld**

<b>Sectoren onderhandelingstafels</b>	<b>Jaarlijkse meerkosten t.o.v. referentie in 2030</b>
Elektriciteitsopwekking	1300 - 2300
Industrie (incl. AVI's, raffinaderijen, winningsbedrijven)	1000 <sup>a</sup>
Gebouwde omgeving	500
Mobiliteit <sup>b</sup>	PM
Landbouw	100
LULUCF	100
Totaal	3000 - 3900 <sup>c</sup> + PM

<sup>a</sup> Exclusief kosten voor productie van 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas.

<sup>b</sup> Omdat de sectortafel mobiliteit nog geen keuze heeft gemaakt hoe de opgave in te vullen, zijn de jaarlijkse kosten niet aan te geven.

<sup>c</sup> Door afrondingsverschil tellen genoemde bedragen niet op tot het totaal.

De maatregelen in het streefbeeld komen deels overeen met de maatregelen die zijn opgenomen in het pakket 'transitie-zelfde-reductie' uit de kostennotitie 2018 (en die ten grondslag heeft gelegen aan de emissieplafonds voor de tafels), maar van verscheidene maatregelen is de voorgestelde maatvoering anders. Deels zijn andere maatregelen opgenomen in het VHKA.

In het streefbeeld van de elektriciteitstafel wordt evenveel hernieuwbare elektriciteit opgewekt als in het in het pakket 'transitie-zelfde-reductie'. Maar in het geanalyseerde streefbeeld wordt meer ingezet op wind op land en wind op zee, en minder op zon-PV. Die verdeling komt overigens voort uit een rekenaanwijzing vanuit het tafelsecretariaat; aan de elektriciteitstafel is die verdeling niet vastgelegd. De kosten voor elektriciteitsopwekking zijn inclusief kosten voor netten op land en zee. De range in de kosten voor elektriciteitsopwekking zijn een gevolg van verschillende inschattingen over kostendalingen van elektriciteitsproductie uit wind en zon en netkosten, en het lager waarderen van de toename van de export van elektriciteit ten opzichte van het referentiescenario.

Het streefbeeld bij de industrie wordt vooral gerealiseerd door procesefficiency, elektrificatie en waterstof en inzet op CCS. Qua omvang strookt dit goed met het pakket 'transitie-zelfde-reductie' uit de kostennotitie 2018. Bij welke bronnen CCS wordt toegepast, en welke processen worden geëlektrificeerd is in het VHKA nog niet geëxpliciteerd. Kostenschattingen voor de industrie zijn erg onzeker, en meer studie hiernaar is zeer gewenst.

In het streefbeeld van de tafel gebouwde omgeving worden meer bestaande woningen verduurzaamd (circa 1,5 miljoen woningen) dan verondersteld in het pakket 'transitie-zelfde-reductie' (circa 1,1 miljoen). In het streefbeeld worden vooral veel meer woningen verduurzaamd door aansluiting op een warmtenet en spelen hybride warmtepompen een grotere rol. Ondanks dat in het streefbeeld meer woningen worden verduurzaamd dan in het pakket 'transitie-zelfde-reductie', komen de nationale kosten in het streefbeeld toch aanzienlijk lager uit. De belangrijkste redenen daarvoor zijn dat in het streefbeeld uitgegaan wordt van een

aanzienlijke kostendaling (gemiddeld ruwweg 30% daling van investeringskosten); er is meer potentieel geïdentificeerd bij de utiliteitsbouw met negatieve nationale kosten (dus baten van energiebesparing zijn daar hoger dan de kosten voor die maatregelen); er wordt in het streefbeeld veel minder ingezet op nul-op-de-meter renovatie (relatief duur) en juist meer ingezet op hybride ketels en warmtenetten. Verder wordt er in het streefbeeld gesproken over de inzet van 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas, tegen 0,2 miljard m<sup>3</sup> in het pakket 'transitie-zelfde-reductie'. De kosten en effecten van de mogelijke inzet van groen gas zijn echter niet meegenomen in dit overzicht (zie hoofdstuk 10 voor meer toelichting).

In het pakket 'transitie-zelfde-reductie' was de emissiereductie bij de landbouw beperkt tot 1,4 Mton. In het pakket 'laagste kosten' uit de Kostennotitie werden meer maatregelen genomen. De meeste daarvan komen ook in het VHKA aan bod, maar vaak met een andere maatvoering. Dit geldt ook voor maatregelen gericht op landgebruik.

Voor de mobiliteitstafel is geen vergelijking te maken geen keuze is voorgesteld tussen de geïnventariseerde mogelijkheden.

De mogelijk grote inzet van biobrandstoffen die volgt uit voorstellen aan de mobiliteitstafel, de beoogde inzet van groen gas die genoemd wordt in de gebouwde omgeving en toepassing van biomassa voor elektriciteitsproductie hebben een dermate grote omvang (vele honderden PJs extra vraag), dat hier de passendheid bij een kosteneffectieve strategie betwijfeld wordt. Een toename is van belang voor de ontwikkeling maar een zo snelle toename van de vraag naar duurzaam geproduceerde biomassa kan tot scherpe prijstoenamen leiden. Bovendien hebben biomassaconversietechnieken de tijd nodig voor het doorlopen van het leerproces en het realiseren van kostendalingen. Ten slotte is het ook de vraag of dergelijke hoeveelheden biomassa in 2030 wel duurzaam beschikbaar zijn, zeker als ook als door klimaatbeleid in andere landen de vraag toeneemt.

### **Cumulatieve investeringen**

De cumulatieve additionele investeringskosten behorende bij de maatregelen in het VHKA bedragen circa 80-90 miljard euro in de periode 2019-2030, exclusief de maatregelen bij mobiliteit. Het grootste gedeelte van dat bedrag, namelijk circa 50 miljard euro, hangt samen met de maatregelen van de elektriciteitstafel (vooral uitrol wind en zon, en netkosten).

De investeringen in de industrie kennen een grote onzekerheid, mede door de grote diversiteit aan processen. De tafel geeft zelf aan dat het kan gaan om 15 – 20 miljard euro, maar het is niet duidelijk wat hier precies wel en niet is meegenomen. Diverse zaken bemoeilijken een vergelijking op dit punt: zo is onduidelijk of in het door de tafel genoemde investeringsbedrag ook investeringen zitten die bij het PBL in het referentiescenario zitten, hoe is omgegaan met investeringskosten voor inpassing van nieuwe installaties in bestaande fabrieken, met infrastructuurkosten, en welke maatregelen er überhaupt aan ten grondslag liggen.

De voorstellen voor de gebouwde omgeving vergen extra investeringen van cumulatief circa 20 miljard euro, waarvan het grootste deel investeringen betreft in warmtenetten en de winning van geothermie. De mogelijke investeringen ten behoeve van de productie van groen gas zijn hierin niet meegenomen, omdat dat verder in het VHKA niet is benoemd.

De cumulatieve investeringen als gevolg van de maatregelen bij landbouw en landgebruik bedragen circa 4,7 miljard euro. Gedeeltelijk betreft dit investeringen in de afvang van CO<sub>2</sub> bij de industrie, ter toelevering aan de glastuinbouw.

Omdat de mobiliteitstafel geen keuzes tussen de geïnventariseerde mogelijkheden, is voor deze maatregelen geen totaalplaatje op te stellen.

De investeringsbedragen zijn zeer afhankelijk van de veronderstelde kosten en kostendalingen. In deze berekening is gebruik gemaakt van ranges op basis van literatuur en expertschattingen waarbij rekening is gehouden met de voorstellen in het VHKA. In het VHKA worden ten aanzien van de kosten voor hernieuwbare elektriciteit en woningverbeteringsconcepten ambities beschreven, die het totale investeringsbedrag zouden kunnen verlagen. Zoals in de hoofdstukken elektriciteit en gebouwde omgeving wordt beschreven is op basis van huidige inzichten nog niet evident dat een dergelijke kostendaling kan worden gerealiseerd.

# 5 Ruimtelijke implicaties streefbeeld

## 5.1 Inleiding

We hebben richting 2030 waarschijnlijk voldoende ruimte in vierkante meters in Nederland voor de energietransitie. Tegelijkertijd is energie niet de enige functie die om ruimte vraagt. Klassieke opgaven zoals wonen, werken, verplaatsen, recreëren, voedsel, waterveiligheid en voorzieningen eisen hun plek op naast de nieuwe opgaven zoals schone energie en de circulaire economie. Er is spanning tussen hoe de ingrepen zich tot het bestaande landschap verhouden, en de waarde die we aan dat landschap hechten. Het proces van de uiteindelijke inpassing is essentieel: welke opgave ligt op welk schaalniveau, kunnen alle actoren (burgers, bedrijven, gebruikers, enzovoorts) meedoen aan dat proces, en hoe wordt dat proces ingericht in het licht van de invoering van de Omgevingswet?

We staan in deze eeuw voor grote veranderingen in onze energiehuishouding en in onze ruimtelijke ordening. De energietransitie vindt plaats in een wisselwerking met andere ruimtelijke veranderingen. Nieuwe energiebronnen vereisen een ander ruimtebeslag in omvang en vorm. Omgekeerd zullen ruimtelijke kenmerken van een gebied meebepalen wat de mogelijkheden en knelpunten van de nieuwe energievoorziening zijn. Met de energietransitie in gedachten kunnen we met andere ogen naar dezelfde ruimte kijken en er iets anders in ontdekken dan voorheen: andere ruimtelijke kwaliteiten, andere vormen van ruimtegebruik, een andere ruimtebeleving.

Meer dan 'ruimte' is landschap een kwalitatief begrip. Het laat zich moeilijk definiëren en al helemaal niet kwantificeren. Landschap is een rijk en gelaagd begrip, waarin zowel de verhoudingen tussen mens en natuur doorklinken als de verhouding tussen mensen onderling. Landschap is met waarden geladen, van individuele herinneringen tot maatschappelijke symbolen. Daarmee is landschap regelmatig het toernooiveld van heftige discussies op het raakvlak tussen de energietransitie en de ruimte.

De energietransitie leidt onvermijdelijk tot frappante landschappelijke veranderingen die ingrijpen in de vertrouwde formele en informele aanspraken op de ruimte en ons landschap. Hier ligt de grote ruimtelijke opgave: niet bij de 'simpele' inpassing van een nieuwe voorziening, maar bij een herordening die recht doet aan alle ingrediënten van het landschap (Sijmons et al., 2014).

De opgave is groot, omvat vele domeinen en er zijn verschillende wegen om deze ambitie vorm te geven. Daarbij is een van de vragen of de mogelijke maatregelen die bij het streefbeeld horen voor 2030 passen in de beschikbare ruimte. Ruimte is een dwarsdoorsnijdend thema, het speelt bij elke tafel. Dit hoofdstuk reflecteert op het thema ruimte in het 'Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord' (VHKA).

## 5.2 Opbouw en aanpak

De ruimte kent naast het pure fysieke aspect ook allerlei institutionele en maatschappelijke aspecten die komen kijken als de maatregelen uit het klimaatakkoord gerealiseerd gaan worden. We bespreken in dit hoofdstuk daarom:

- De *fysieke ruimte*. De vierkante meters. We vatten per sectortafel kort samen welke elementen van het klimaatakkoord fysieke ruimtelijke gevolgen hebben.
- De *institutionele en maatschappelijke aspecten*. Het gaat hierbij over de juridische, planologische en governance aspecten die spelen in de ruimtelijke orde of die veranderingen met ruimtelijke gevolgen belemmeren dan wel stimuleren. Daarnaast gaan ze over eigenaarschap van de opgave, toegankelijkheid van het sturingsproces voor actoren, draagvlak en acceptatie. We behandelen per sectortafel de belangrijkste punten.

Het antwoord op de vraag 'Past het?' belichten we in deze termen. De vraag 'Past het?' is daarmee breder dan de praktische vraag of er voldoende fysieke ruimte is; het gaat dan ook over politieke, organisatorische en maatschappelijke vragen. Door dit onderscheid te maken willen we de aard duiden van mogelijke belemmeringen bij de uitvoering van maatregelen uit het Klimaatakkoord in de fysieke ruimte.

In dit hoofdstuk beschrijven we eerst de belangrijkste conclusies en aandachtspunten (paragraaf 5.3). Vervolgens geven we een korte reflectie op 'Ruimte in het klimaatakkoord' dat als zelfstandige ruimtelijke verkenning is gemaakt door de ruimtelijke ontwerpers en experts die de onderhandelingen aan de sectortafels ondersteunen (Hocks et al., 2018; paragraaf 5.4). In de daaropvolgende paragrafen 5.5 t/m 5.9 zijn de eerdergenoemde ruimtelijke aspecten nader uitgewerkt voor de vijf individuele tafels: Mobiliteit, Landbouw en landgebruik, Gebouwde omgeving, Industrie en Elektriciteit. Tot slot benoemen we een aantal punten die verheldering behoeven rond de regionale energiestrategieën (RES; paragraaf 5.10).

## 5.3 Conclusies en aandachtspunten

Alles overziend zijn er voor de verdere uitwerking van de energie- en klimaatopties rond de ruimtelijke aspecten de volgende aandachtspunten:

### **Waarschijnlijk voldoende fysieke ruimte tot 2030**

- De fysieke ruimte, het beschikbare oppervlak, lijkt tot 2030 geen belemmering te zijn voor de opties die bij het streefbeeld van het VHKA horen. Daarna of bij verdergaande ambities stuiten we mogelijk wel op grenzen van de beschikbare ruimte, bijvoorbeeld bij wind op land. Deze conclusie sluit aan bij eerdere studies en de bevindingen van 'Ruimte in het klimaatakkoord'.
- Gericht op een (kosten)efficiënt gebruik van de fysieke ruimte benoemt het klimaatakkoord een aantal ruimtelijke principes, zoals: maak bij hernieuwbare energie zoveel mogelijk een ruimtelijke match tussen de plek van aanbod en vraag. Dit principe verandert als grootschalige productie van waterstof uit hernieuwbare elektriciteit op de lange termijn, na 2030, zijn intrede doet. Waterstof kan per kWh goedkoper dan elektriciteit worden getransporteerd en langdurig worden opgeslagen. Dit verandert toekomstige ruimteclaims als gevolg van de energietransitie.

### **De regio's aan zet**

- De regio lijkt de eerstaangewezen eenheid om tot oplossingen te komen in ieder geval voor de gebouwde omgeving en de hernieuwbare elektriciteitsvoorziening. Regionale energie strategieën (RES) kunnen alle sectortafels en mogelijk ook andere opgaven gaan verbinden omdat veel maatregelen in de regio zullen neerslaan. Een regionale energie



strategie is een bottom-up proces van lokaal naar nationaal. Veel regio's zijn daar al mee bezig en het VHKA zal dit naar verwachting verder stimuleren.

- Er is echter op nog veel punten rond de RES institutionele onduidelijkheid die verhelderd moet worden. Bijvoorbeeld over:
  - Hoe verhouden de plannen in de RES met ruimtelijke impact zich tot de (integrale) Omgevingsvisies van de overheden, waarin de belangen rond de fysieke leefomgeving van allerlei opgaven worden afgewogen. Klimaat heeft daarin niet per se voorrang boven andere belangen.
  - Wat is nodig als de inspanningen van de regio's niet optellen tot het gewenste totaal? Regio's met meer mogelijkheden dan andere zullen eventuele tekorten niet zomaar voor de andere oplossen.
- De verhouding tussen het Rijk en de regio verandert als gevolg van de RES. De regio-aanpak maakt gebied specifieke koppelingen mogelijk tussen het klimaat en andere opgaven als luchtkwaliteit bij de verduurzaming van mobiliteit. Wat als een regio, als kosteneffectieve maatregel, de maximumsnelheid op het hoofdwegennet wil aanpassen? Of wat vindt het Rijk van regionaal diverse beleidsinstrumenten om de gebouwde omgeving te verduurzamen?
- Elke regio heeft eigen fysieke mogelijkheden om bij te dragen aan de energietransitie. Dat verschilt per technologie, de ene technologie is (kosten)efficiënter op de ene plek dan op de andere. Als we naast ruimtelijke kwaliteit ook kostenefficiëntie als een uitgangspunt nemen verdient het aanbeveling om over de grenzen van de regio's heen te kijken bij het opstellen van de RES, maar ook over de landsgrenzen zonder dat sprake hoeft te zijn van afwenteling van de opgave of verdringing van essentiële functies zoals voedselvoorziening.
- Laat regio's ambitieuze doelen stellen met eigen afwegingsruimte, en geef vervolgens voldoende tijd om die doelen op een zorgvuldige manier te bereiken. Dat is op voorhand niet uit te stippelen. Ruimtelijke kwaliteit is daarvoor een goed vertrekpunt, zodat de klimaatopgave tot een aantrekkelijke(r) leefomgeving leidt.

### ***Ruimte is meer dan energie***

- De energietransitie zal tot een forse toename leiden van het aantal 'harde elementen' in het landschap zoals windturbines op land en op zee, zonnepanelen op daken en akkers en mestvergisters. En er zijn overal aanpassingen en uitbreidingen nodig van netwerken zowel boven- als ondergronds om de duurzaam geproduceerde energie te kunnen transporteren. Ook zijn er opvallende landschappelijke veranderingen mogelijk door bijvoorbeeld grootschalige aanplant van bomen of vernatting van veenweidegebieden.
- Het welslagen van de energietransitie hangt niet alleen van ruimteclaims af, ruimte is immers meer dan dat, het betreft waarden over omgang, toegang, eigenaarschap en legitimiteit. Het voorgenomen proces voor de inpassing van de klimaatopgave in de ruimte(lijke ordening) slaagt alleen als deze waarden een volwaardige plek hebben in dat proces.
- Ruimte is een verbindend thema tussen de sectortafels. Energie is één van de functies die om ruimte vragen. Een integrale benadering biedt kansen op meekoppelen en levert een breder draagvlak. Zo gaat bijvoorbeeld droogtebestrijding door vernatting van veenweidegebieden hand in hand met het beperken van CO<sub>2</sub>-emissie.

## **5.4 Reflectie op 'Ruimte in het Klimaatakkoord'**

De verkenning 'Ruimte in het klimaatakkoord' richt zich specifiek op de ruimtelijke aspecten van het VHKA. Het is samengesteld door een consortium van ruimtelijke ontwerpers, -specialisten en -wetenschappers die de wording van het Klimaatakkoord ondersteunen.

De onderliggende PBL-analyse op het thema ruimte is veel minder uitvoerig en andersoortig maar sluit aan bij 'Ruimte in het klimaatakkoord'. Onze conclusies en aandachtspunten liggen in het verlengde van de bevindingen en adviezen uit die verkenning. De gepresenteerde beelden en ruimtelijke analyses in 'Ruimte in het klimaatakkoord' samen met eerdere ruimtelijke verkenningen<sup>5</sup> maken ons inziens voldoende aannemelijk dat de ruimteclaim van de opties uit het VHKA tot 2030 *kunnen passen* in de fysieke ruimte. Die fysieke ruimte wordt als gevolg van de maatregelen ten behoeve van de energietransitie en andere ruimtelijke opgaven wel steeds knellender. Voor de langere termijn, na 2030, speelt dit bijvoorbeeld bij de opwekking, transport en opslag van hernieuwbare elektriciteit. Zo wordt gesignaleerd dat de 'ambities voor wind op land boven de 11 GW tegen de grenzen van ruimtelijke inpasbaarheid aanlopen'. De ambities voor wind op land uit het VHKA (tot 2030) zijn nog niet nader uitgewerkt maar waarschijnlijk aanzienlijk lager (zie paragraaf 6.9).

'Ruimte in het klimaatakkoord' geeft op punten ook aanwijzingen hoe ruimtelijke knelpunten rond de energietransitie samenhangen met juridische en bestuurlijke kanten van andere prioritaire ruimteclaims en met het mogelijk gebrek aan voldoende maatschappelijk draagvlak. Dat wat we hier de institutionele en maatschappelijke aspecten van het ruimtegebruik noemen. Er staan allerlei veranderingen in de fysieke ruimte op stapel. Veel daarvan zijn tijdelijk, de straat moet open, wijken moeten worden aangepast voor een nieuwe warmtevoorziening. Andere ruimtelijke veranderingen hebben een meer permanent karakter, zoals uitbreiding van windparken op zee en op land en uitbreiding van infrastructuur. Die ruimte is er, maar er zijn steeds meer en vaker heroverwegingen van het huidige ruimtegebruik voor nodig. Het VHKA is echter in het huidige stadium nog weinig concreet waardoor er nog veel te kiezen valt, keuzes met een verschillende ruimtelijke impact en mogelijke knelpunten. Dus bij de uitwerking van de opties uit het VHKA zal helder worden waar heroverweging van het ruimtegebruik nodig is en wie dat moeten en mogen doen. De regio wordt gezien als de plek waar veel opgaven samen komen en daar komt ook veel verantwoordelijkheid te liggen via de RES.

#### **Inzichten uit de transitiewetenschappen**

Transitievraagstukken zijn langetermijnvraagstukken waarbij de maatschappij in de loop van enkele decennia in kleine stappen verandert en waarbij de (huidige) normale gang van zaken verschuift naar een nieuw (toekomstig) normaal. Het zijn processen die iedereen raken op alle schaalniveaus van lokaal tot internationaal en ze zijn divers en vaak ongewis.

Transities betreffen niet alleen om de implementatie van nieuwe technologieën, het gaat ook om de veranderingen van fysieke en sociale infrastructuren, en gedragsveranderingen. Een zoekende fase hoort bij transities omdat de onzekerheid nog groot is en de mogelijke richtingen nog alle kanten op kunnen gaan. In deze vroege fase van een transitie staat kennisontwikkeling centraal en wordt door middel van verkennen, experimenteren en variëren inzicht ontwikkeld in wat werkt en wat niet werkt. Er valt dan te leren van niche activiteiten binnen de sector die voorlopers kunnen zijn op de te ontwikkelen paden.

Welke technologieën en maatschappelijke samenstellingen werken en zijn robuust?

Transities kennen een zekere traagheid, pas als er duidelijkheid is over de richting kan het snel(ler) gaan. De energietransitie is één van de opgaven waarbij nu een versnelling optreedt. Na Parijs en het Energieakkoord uit 2013, is het VHKA de nieuwe, richtingbepalende stap.

Om energiebronnen zo effectief mogelijk in te zetten bepleit 'Ruimte in het klimaatakkoord' een ruimtelijke bronnenstrategie te maken, niet alleen of regionaal maar ook bovenregionaal. Een strategie voor bijvoorbeeld warmtebronnen kan zo ruimtelijke samenhang en gebruik optimaliseren terwijl de warmtevraag veelal per regio zal worden bekeken. Zo zullen bijvoorbeeld de locaties en soort bronnen van restwarmte in de tijd veranderen en geothermische warmte is niet overal in potentie beschikbaar.

<sup>5</sup> Bijvoorbeeld: Ruimtevolk et al. (2018), Matthijsen et al. (2018) en DNV GL & PBL (2014).

## 5.5 Mobiliteit en ruimte

De tafel Mobiliteit zet in op elektrisch personenvervoer, het stimuleren van openbaar vervoer en fietsgebruik en vergroening van de brandstoffen van ons vrachtvervoer over weg, water- en spoorwegen.

### ***Fysieke ruimte***

De realisatie van het streefbeeld van de tafel Mobiliteit zal richting 2030 geen veel grotere of kleinere impact op de fysieke ruimte hebben dan bij het verkeer zonder extra klimaatmaatregelen.

Realisatie van het streefbeeld heeft wel gevolgen met ruimtelijke impact. Bijvoorbeeld:

- Meer elektrisch vervoer creëert een extra vraag naar hernieuwbare elektriciteit wat weer ruimte kost. Daarnaast is ruimte nodig voor aanpassingen van het bestaande elektriciteitsnetwerk, voor oplaadpunten en voor snellaadstations. Tankstations voor waterstof hebben een mogelijk ander ruimtelijke claim dan die voor fossiele brandstoffen.
- Als fietsen en openbaar vervoer belangrijker worden, verandert dit het functioneren van met name stedelijke regio's. Bij de inrichting van de fysieke ruimte moet hiermee rekening worden gehouden.
- De productie van 100 PJ aan biobrandstoffen kent verschillende ruimtelijke claims (zie ook Industrie en Landbouw en landgebruik).

### ***Institutionele en maatschappelijke aspecten***

Voor het welslagen van de plannen van de tafel Mobiliteit hangt veel af van toekomstig ruimtelijk beleid. Planvorming, ontwikkeling en uitvoering zijn bij Mobiliteit nadrukkelijk een iteratief proces. Effectiviteit van de maatregelen kan zonder ruimtelijk beleid niet bij voorbaat worden ingeboekt. De maatregelen bij de tafel Mobiliteit hebben daarmee een directe link met de deels nog op te stellen Omgevingsvisies.

De tafel Mobiliteit veronderstelt dat mobiliteit een onderdeel gaat worden van de RES. Regio's kunnen echter moeilijk worden afgerekend als het gaat om de vermindering van CO<sub>2</sub>-emissies door mobiliteit. Wel kunnen ze door concrete maatregelen substantieel bijdragen. Op punten in de ruimtelijke ordening wordt hier al jaren werk van gemaakt zoals via modal split, fietsbeleid, parkeerbeleid en laadpalen. Rond decentralisatie van infrastructuur is deze pas begonnen (binnen regio; tussen regio's; regio en nationaal). Koppeling van het Klimaatakkoord met het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport ligt hierbij voor de hand.

Er is een continue wisselwerking tussen de ruimtelijke inrichting van steden en regio's en de planning van mobiliteit. Zowel het mobiliteitssysteem zelf heeft effecten op gedrag als bredere maatschappelijke ontwikkelingen. Dit betekent ook dat als gedragsveranderingen structurele wijzigingen aannemen, of trends doorzetten, dit infrastructurele en ruimtelijke effecten heeft. Zo kan de behoefte aan parkeerplaatsen verminderen, de deellauto kan gemeengoed worden, zelfrijdende voertuigen kunnen doorzetten, of andere keuzes kunnen gemaakt worden met effect op de modaliteit of hoeveelheid mobiliteit. Uiteindelijk zou het mobiliteitssysteem in 2050 heel anders kunnen zijn dan hoe het nu is vormgegeven (PBL, te verschijnen). Deze wisselwerking bij het langetermijnmobiliteitsvraagstuk is onderbelicht en verdient een verdere uitwerking.

Waar een integrale benadering, zoals bepleit in de tafel Mobiliteit een goed uitgangspunt is, mist deze benadering aandacht voor ruimtelijke structureffecten. Dit zijn effecten in gebruik en gedrag die de maatregelen met zich mee brengen maar die daardoor weer de noodzaak

voor andere maatregelen kunnen versterken of andere effecten met zich mee kunnen brengen. Bijvoorbeeld als de maatregelen in het klimaatakkoord effectief blijken, heeft dat ingrijpende gevolgen voor de manier waarop verkeer door de stad stroomt.

## 5.6 Landbouw & landgebruik en ruimte

De land- en tuinbouw beslaat twee derde van het Nederlandse grondoppervlak en heeft daarmee als sector veruit het grootste fysieke grondgebruik en daarmee ook het grootste ruimtepotentieel in verband met klimaatadaptatie en de energietransitie. Bij de landbouw heeft de emissie van broeikasgassen door de veestapel relatief het grootste aandeel. Het VHKA bevat echter geen maatregelen die over de grootte van de veestapel gaan. Voorgesteld worden vooral technische opties en beheermaatregelen voor de landbouw, glastuinbouw en het landgebruik.

### ***Fysieke ruimte***

De maatregelen om de glastuinbouw klimaatneutraal te maken hebben geen noemenswaardige impact op de fysieke ruimte afgezien van beperkte infrastructurele aanpassingen. Er zijn ruimtelijke koppelingen met industrie (voor de levering van restwarmte en CO<sub>2</sub>) en met de steden als afzetgebied.

De meeste maatregelen bij landbouw en landgebruik hebben een impact op de fysieke ruimte maar leiden tot beperkte veranderingen van het landschappelijke karakter. Het gaat hierbij om wijzigingen van het landgebruik zoals vernatting van veenweidegebieden, optimalisatie van de mesttoepassing, slimme landbouwbeheertechnieken en om vergroening van het landschap door meer houtwallen of kleine bossen.

Inpassing in het landelijk gebied van zonnepanelen (op daken, schuren en op zonne-akkers), windturbines (stand-alone of in windparken), vergisters van mest en/of biomassa en teelt van biomassa (houtwallen of grootschalig) zijn maatregelen die bijdragen aan het behalen van klimaatdoelstellingen. De mate waarin en de manier waarop kan een grote impact op de fysieke leefomgeving hebben. Decentrale elektriciteitsproductie en zon en wind staat onder de noemer van de tafel Elektriciteit, maar speelt zeker een rol bij de ruimtelijke aspecten van de tafel Landbouw en landgebruik.

### ***Institutionele en maatschappelijke aspecten***

Klimaatdoelstellingen maken de dilemma's bij de landbouw scherper. Het landelijk gebied lijkt door z'n grote areaal de plek te bieden voor tal van maatregelen om broeikasgassen te verminderen, nog los van de klimaataspecten van de intensieve veehouderij. In het landelijk gebied kan biomassa worden geproduceerd die andere sectoren nodig hebben, daar kunnen de zonne-akkers en windparken komen voor hernieuwbare elektriciteit, daar kunnen de vergisters van mest en/of biomassa worden neergezet, dichtbij de productie. Enerzijds levert dit de samenleving de gewenste inzet op de klimaatdoelstellingen en krijgen boeren individueel nieuwe kansen voor ondernemerschap, maar anderzijds is het risico dat het doorschiet en essentiële landbouwfuncties worden verdrongen en het tot landschappelijke veranderingen leidt die we als samenleving juist niet willen.

Aan de ene kant staat de brede maatschappelijke waardering voor de waarden van het landelijk gebied en aan de andere kant de dominante ontwikkelrichting van de Nederlandse landbouw. De samenleving geeft aan dat waarden, zoals natuur, cultuurhistorie, biodiversiteit, volksgezondheid, dierenwelzijn en vitale gezinsbedrijven (te veel) onder druk zijn komen te staan, milieudoelen worden niet gehaald. Maar tegelijkertijd zijn de marges klein en staat voor een grote groep boeren het inkomen onder druk. Voor het overgrote deel van de

Nederlandse boeren is het verlagen van de kostprijs door schaalvergroting en intensivering de ontwikkelstrategie (Vink en Boezeman, 2018). Deze dominante strategie is voor boeren als zelfstandige ondernemer een individuele keuze. Het gebruik van ruimte in het landelijke gebied voor klimaatmaatregelen kan een aantrekkelijk alternatief verdienmodel worden. De sterke groei recentelijk van het areaal met zonnepanelen is hiervan een voorbeeld.

Hoe kunnen de voorstellen vorm krijgen? Nu zijn ze ruimtelijk nog onderbelicht. Naast generieke maatregelen zoals het stimuleren van klimaatvriendelijke productie van landbouwproducten en de consumptie ervan, helpt het om met een gebiedsperspectief maatregelen ruimtelijk uit te werken. In een gebiedsperspectief staat een bepaald gebied centraal en wordt de klimaatopgave uitgewerkt in samenhang met andere opgaven in dat gebied rond bijvoorbeeld bodemkwaliteit, biodiversiteit en drinkwaterbescherming. Door dit type koppelingen is het mogelijk gelijktijdig winst op meerdere (transitie)terreinen te boeken. 'Ruimte in het Klimaatakkoord' geeft hiervoor een goede ingang.

Daarnaast biedt een gebiedsperspectief inzicht wie aan tafel moeten zitten om een initiatief gezamenlijk op een locatie van de grond te krijgen. Bij de oplossingsrichtingen is lokaal draagvlak en brede maatschappelijke acceptatie van groot belang.

Bestuurlijke legitimiteit wordt straks via de Omgevingswet gestructureerd, maar is daarmee nog niet gegarandeerd. De Omgevingswet treedt in 2021 in werking. Overheden, het Rijk, provincies en gemeenten, maken daarvoor nu al Omgevingsvisies en -plannen waarmee een brede belangenafweging wordt gemaakt van plannen rond ruimte en milieu. Hiernaast gaan regio's regionale energiestrategieën (RES) ontwikkelen waarin zij plannen maken om de energietransitie mede vorm te geven. Onduidelijk is nog hoe het ruimtelijke belang van de plannen uit deze RES meeweegt bij afweging ten behoeve van de Omgevingsvisies en wat dat weer betekent voor mate waarin de klimaatdoelen kunnen worden bereikt (zie ook paragraaf 5.10).

De koppeling met andere transitieopgaven is logisch, maar vergt naast de erkenning dat bij landbouw en landgebruik nog meer dan elders sprake is van een 'zoekende fase' ook een oplossing voor de voor de inflexibele en dominante ontwikkelstrategie bij de landbouw. Vink en Boezeman (2018) geven in hun verkenning hiervoor een aantal sturingsopties. De (beleids)visie op de toekomst van de landbouw die nu wordt ontwikkeld zou hiervoor concrete aanknopingspunten moeten gaan geven.

## 5.7 Gebouwde omgeving en ruimte

Waar alle deeldocumenten van het VHKA ambitieuze doelen nastreven, komt de omvang van de opgave wellicht het sterkst tot uiting bij maatregelen van de tafel Gebouwde omgeving, samengevat als: 'Dat betekent ruwweg 50.000 bestaande woningen per jaar verduurzamen in 2021 en ruim voor 2030 al in een ritme van 200.000 per jaar zitten. In dat geval kunnen we in 2030 gezamenlijk 3,4 Mton minder CO<sub>2</sub> uitstoten dan in het referentiescenario'. Er wordt ingezet op efficiëntie door schaalvergroting, innovatie, en voorstellen tot nieuwe financieringsconstructies.

### **Fysieke ruimte**

Er is heel veel ruimtelijke inspanning verbonden aan deze enorme transitieopgave, maar de impact op de fysieke ruimte is mogelijk niet veel anders dan gebruikelijke impact bij de gebouwde omgeving. De huizen en gebouwen hoeven namelijk niet veel meer of minder ruimte in nemen dan ze nu doen.

De koppeling met de klimaatopgave van mobiliteit en andere transitieopgaven zoals klimaatadaptatie kan echter een wezenlijk andersoortige opzet van de gebouwde omgeving tot gevolg hebben. Afstemming is hierbij cruciaal. Niet alleen om te voorkomen dat de straat telkens opnieuw opengebrouwen moet worden (kost veel geld en capaciteit en leidt tot overlast), maar ook om ervoor te zorgen dat de leefomgeving op alle vlakken toegesneden is op toekomstig gebruik: een aantrekkelijke leefomgeving.

De grootste impact op de fysieke ruimte lijkt evenwel het gevolg van maatregelen om een klimaatneutrale warmtevoorziening met bijbehorende infrastructuur tot stand te brengen. Als we naar praktische invullingen gaan kijken, dan zien we dat de potentie voor alternatieve lokale warmtewinning niet gelijkmatig over Nederland verspreid is en dat in sommige gebieden nauwelijks alternatieven voorhanden zijn. Daarnaast zit er een grote spreiding, en daarmee ruimtelijke onzekerheid, in de schattingen die geothermie qua energie kan opleveren. De beschikbaarheid van alternatieven is dus een ander fysiek ruimte-element dat meegenomen moet worden in de op te stellen regionale en lokale plannen.

Het verkeerd benutten van (warmte)bronnen kan tot suboptimale oplossingen in de ruimte leiden. Als de industrie het schaarse groene gas gaat gebruiken dan gaat dit mogelijk ten koste van de gebouwde omgeving waar voor de warmtevoorziening van bepaalde binnenstadgebieden geen kosteneffectieve duurzame alternatieven bestaan.

### ***Institutionele en maatschappelijke aspecten***

De klimaatopgave voor de gebouwde omgeving is ook technisch lastig: nieuwe toekomstbestendige technologieën zullen op grote schaal gebruikt moeten worden, die wellicht andere manieren van (samen)werken vragen. Dat vraagt veel van een sector die op dit moment toch al kampt met arbeidstekorten en een grote opleidingsvraag op zijn bordje heeft (zie ook hoofdstuk 6). De opgave moet vorm krijgen in de regionale energiestrategieën (RES). Er zijn een aantal punten met betrekking tot de RES die institutioneel vragen oproepen en opheldering nodig hebben om de strategieën te kunnen laten werken (zie paragraaf 5.10).

Om de opgave te realiseren is betrokkenheid op alle niveaus en in het bijzonder op die van de lokale schaal noodzaak. Want het scala aan theoretische mogelijkheden wordt onmiddellijk beperkt zodra een keuze wordt gemaakt voor een bepaalde optie. Zo vraagt Warmte-Koude-Opslag (WKO) met een warmtepomp een andere infrastructuur dan een warmtenet, en investering op een locatie in de ene techniek sluit de andere daarom de facto uit. De voorgestelde maatregelen zijn ingrijpend en raken de dagelijkse leefomgeving en de persoonlijke levenssfeer van mensen. Wijken, gemeenten en provincies hebben een cruciale stem. De lokale schaal is belangrijk voor eigenaarschap en voor draagvlak, waarbij plannen kunnen ontstaan en vorm kunnen krijgen, maar ook kunnen worden tegengehouden. Hier ontstaat legitimiteit en kunnen verschillende mogelijkheden worden verkend, of getest in specifieke situaties.

Het belang van het lokale niveau is ook zichtbaar in beleidsontwikkelingen zoals in de nieuwe Omgevingswet. Om over de mogelijkheden en capaciteiten geïnformeerd keuzes en plannen te kunnen maken is het nodig dat de regio toegang heeft tot de juiste kennis en data. Zo kan – juist door specifieke lokale contexten – iedere regio maatwerk leveren. De relevante schaal zal echter per initiatief verschillen. Transparantie in het proces en in de (keuze)mogelijkheden is belangrijk voor de lokale steun. De optelsom van regionale plannen en mogelijkheden zal bepalen welke aanvullende sturing vanuit de nationale doelen nodig is.

## 5.8 Industrie en ruimte

De tafel Industrie noemt een breed scala aan maatregelen, zoals gezamenlijk investeren in innovatie, pilots, en demonstraties; tendermechanismen; en internationale afspraken. Een belangrijk thema is het behouden en mogelijk versterken van het Nederlandse investeringsklimaat en de concurrentiepositie. De koppeling tussen de klimaatopgave en de transitie naar circulaire economie (Rijksbreed programma) wordt als randvoorwaardelijk gezien. Keuzes voor technische opties, concretisering en beleidsinstrumenten moeten echter nog in de volgende fase van het klimaatakkoord vorm krijgen. We beperken daarom de analyse van de ruimtelijke aspecten tot de mogelijke keuzes. De opties bij de tafel industrie hebben zeker ruimtelijke consequenties, maar die lijken op de korte termijn niet heel veel anders en knelender dan bij de normale ontwikkelingen van deze sector - afgezien van de nieuwe infrastructuur. Op de langere termijn als grootschalige verduurzaming van productieprocessen gaat spelen zijn de ruimtelijke consequenties groter. Dat kan meer maar ook minder ruimtebeslag tot gevolg hebben.

### **Fysieke ruimte**

Het accent van de meeste opties ligt bij het verminderen van emissies bij bestaande industriële processen. Afgezien van de opties om CO<sub>2</sub> af te vangen en op te slaan zijn de ruimtelijke consequenties vooral beperkt tot veranderingen op de bedrijventerreinen zelf.

De technische elementen, de clustering in de ruimte, mogelijke koppelingen met andere sectortafels, zoals de regionale insteek, de bufferfunctie van energie afkomstig van wind op zee, zijn sterke punten.

De opties waarbij CO<sub>2</sub> wordt afgevangen en ondergronds opgeslagen of hergebruikt (CCS/CCU) vragen om een nieuwe transport- en opslaginfrastructuur. Bij CCS ligt het voor de hand om de CO<sub>2</sub> op te slaan in uitgeputte gasvelden op Noordzee, in eerste instantie – dichtbij – op het Nederlands Continentaal Plat maar het kan ook in oude gasvelden verder weg op de Noordzee. Opties voor hergebruik van bestaande offshore faciliteiten (platforms en putten) worden gezien en voor het transport van CO<sub>2</sub> wordt uitgegaan van nieuw aan te leggen pijpleidingen zowel onshore als offshore (EBN & Gasunie, 2018).

Grote infrastructurele aanpassingen zoals een overstap op het gebruik van elektriciteit in plaats van aardgas voor de energiebehoefte, het gebruik van andere soorten grondstoffen of een compleet circulaire aanpak, geïntegreerd in een nieuw energiesysteem kunnen tot aanzienlijke ruimtelijke veranderingen leiden. Energiebesparing en efficiënter gebruik van grondstoffen kunnen ook tot een verminderd ruimtebeslag leiden bij de sector waar grondstoffen en energie worden geproduceerd (Jonkeren, 2016).

Productie van 100 PJ biobrandstoffen – voorstel van de tafel Mobiliteit – is een opgave voor de energieproducerende industrie. De productie van biobrandstoffen uit biomassa heeft naast de ruimte voor raffinage, het distributienetwerk voor de brandstoffen extra ruimteclaims voor de (tijdelijke) opslag van de benodigde biomassa, het transportnetwerk (link met mobiliteit) en de teelt (link met landbouw en landgebruik). De teelt van de biomassa heeft hiervan veruit de grootste claim op de fysieke ruimte. Slechts een klein deel hiervan kan zonder verdringing van natuur en voedselproductie in Nederland worden geproduceerd (huidige binnenlandse productie is ongeveer 20 PJ (zie ook paragraaf 8.2)). Het grootste deel van de benodigde 200 PJ zal dus moeten worden geïmporteerd. Vergelijkbaar is het ruimtebeslag bij de productie van groen gas uit biomassa via vergisting of vergassing. Voor substantiële hoeveelheden groen gas die in het VHKA worden genoemd, 2 miljard kubieke meter per jaar, zal ruimte nodig zijn.



Minder ruimtelijk is waterstofproductie via elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit. Organische grondstoffen voor de chemische industrie zoals alcohol kunnen worden geproduceerd uit duurzame waterstof en CO<sub>2</sub>. Hoewel dit nu nog om kostbare productieprocessen gaat zijn de ruimtelijke knelpunten die zich voordoen rond biomassa, wereldwijd, een belangrijk motief om deze processen versneld rendabel te maken.

### ***Institutionele en maatschappelijke aspecten***

Vanuit de transitiewetenschappen is bekend dat het voor nieuwe technologie een geruime tijd duurt om een ruimtelijke configuratie te vinden die werkt en tot grootschalige uitvoering kan komen (Grübler, 1996). Daarnaast bestaat een sterke verwevenheid met economische, maatschappelijke en infrastructurele structuren die ruimtelijke veranderingen belemmert. Het is daarmee niet gemakkelijk voor deze groep bedrijven om de bedrijfsvoering op een ander manier in te richten, maar juist door verandering kan deze groep bedrijven robuuster worden.

De industrie, bedrijven met veel emissie van broeikasgassen, heeft te maken met het Europese emissiehandelssysteem (ETS) die volgens het marktprincipe van broeikasgassen vermindert. Nederland streeft met het Klimaatakkoord naar een hogere vermindering van broeikasgassen in 2030 dan nu is afgesproken in Europa. Landen kunnen zelf maatregelen treffen, zoals een bodemprijs voor CO<sub>2</sub> (Verenigd Koninkrijk). Dit leidt mogelijk tot een disbalans van het internationaal speelveld tenzij ETS-doelen voor 2030 Europabreed worden bijgesteld of als een verdergaande CO<sub>2</sub> beprijzing wordt doorgevoerd in kleinere kring, bijvoorbeeld in samenwerking met de ons omliggende landen. De huidige CO<sub>2</sub>-prijs maakt experimenten om CO<sub>2</sub>-emissie te beperken snel erg kostbaar. Zo is eerder een CCS-demonstratieproject in Rotterdam (ROAD) afgeblazen onder andere vanwege de te grote onzekerheid rond de business case. Bij toepassing van CCS ontstaat een extra ruimtelijk onderscheidend punt: CCS is duurder voor bedrijven die ver verwijderd zijn van de opslaglocatie.

## **5.9 Elektriciteit en ruimte**

Voor de productie en transport van hernieuwbare elektriciteit is meer ruimte nodig dan bij de opwek op basis van fossiele brandstoffen. Bekende en ruimtelijk wellicht meest opvallende elementen hierbij zijn hoogspanningsmasten, windturbines (op land en zee) en zonnepanelen. De tafel Elektriciteit heeft (met opzet) nog geen keuze gemaakt voor een verdeling over de bekende technieken. Bij de analyse door het PBL is evenwel een voorbeeldtoedeling gemaakt op basis van een technische aanwijzing van het secretariaat van de Elektriciteitstafel en van het klimaatberaad (zie bijlage 1). Omdat de toekomstige hernieuwbare elektriciteitsvraag ook afhankelijk is van de ontwikkelingen bij de andere sectortafels houdt de PBL-analyse hiermee rekening. Het aanbod hernieuwbare elektriciteit voor het streefbeeld in 2030 is daardoor ongeveer een kwart hoger dan het basispakket van de tafel Elektriciteit (zie tabel 14.2).

### ***Fysieke ruimte***

Op basis van de genoemde (voorbeeld)toedeling voor 2030 wordt het grootste deel van de hernieuwbare elektriciteitsproductie geleverd door van windturbines op zee met een vermogen van ongeveer 14 GW. Er is al duidelijkheid over de plek en de randvoorwaarden op het Nederlandse deel van de Noordzee voor 10,6 GW. Voor de overige 3 a 4 GW zal die ruimte – en wel ruim voor 2030 – dus nog moeten worden aangewezen. Dat is een aanzienlijke ruimtelijke opgave. Windparken op zee kunnen dan tussen 4 en 7% van het Nederlands deel van de Noordzee in beslag nemen (Matthijssen et al., 2018). Voor de overige hernieuwbare elektriciteitsproductie komt de voorbeeldtoedeling uit op ongeveer 8 GW aan windturbines op land, 2 GW boven op de 6 GW die al zijn afgesproken in het Energieakkoord in 2013,

en ongeveer 21 GW aan zonnepanelen. In 2016 lag er voor een vermogen van naar schatting 2 GW aan zonnepanelen. 'Ruimte in het Klimaatakkoord' maakt aannemelijk dat voor deze hoeveelheden in principe nog voldoende ruimte kan worden gevonden. DNV GL & PBL (2014) laten specifiek voor zonnepanelen zien dat alleen al het huidig dakoppervlak ruimte biedt voor 66 GW. Tussen 4 en 20 GW zijn daarvoor al wel aanpassingen van het elektriciteitsnetwerk nodig. Maar waar de windturbines op land en zonnepanelen – op daken en akkers – precies gaan komen is het resultaat van de nog op te stellen regionale energiestrategieën (RES).

Hiernaast kan er hernieuwbare elektriciteit worden geproduceerd uit biomassa, biogas en groen gas en deze productie kan ook als regelvermogen worden ingezet. De ruimtelijke impact hiervan is vergelijkbaar met de huidige kolen- en gascentrales.

Bijkomende ruimtelijke impact is het gevolg van de benodigde infrastructurele aanpassingen, ook om voldoende flexibiliteit op het net te creëren. Meer wind op zee vraagt om extra aanlandingspunten, meer interconnectie en verzwaring van het netwerk op land. Ook toename van wind op land en zon-PV vraagt om meer infrastructuur ter plekke.

Meer flexibiliteitsopties voor de leveringszekerheid zijn nodig omdat naar schatting van de tafel in 2030 meer dan twee derde van de elektriciteitsvoorziening afhankelijk zal zijn van het weer. Het gaat hierbij om meer interconnectie, (in toenemende mate) CO<sub>2</sub>-vrij regelvermogen en opslagcapaciteit. Voor de opslag van elektriciteit zijn er mogelijkheden op verschillende tijd- en ruimteschalen: van de buurtbatterij tot opslag in de stuwmeren van Noorwegen.

Bij de verdere uitwerking van het incorporeren van de infrastructuur in het transitievraagstuk is het zinvol om ook leerervaringen mee te nemen van buitenlandse ontwikkelingen en hun omgang met leveringszekerheid bij een toename van fluctuerende energiebronnen zoals wind- en zonenergie en ook hoe excessen als gevolg van extreme meteorologische situaties opgevangen kunnen worden.

Grootschalige productie van waterstof als energiedrager en industriële grondstof uit hernieuwbare elektriciteit kan op de langere termijn hierbij een belangrijke rol spelen. Grootschalige productie, opslag en transport van waterstof brengt een heel nieuw ruimtelijk speelveld in beeld. Waterstof kan in grote hoeveelheden langdurig worden opgeslagen, bijvoorbeeld in zoutcavernes, en kan mogelijk goedkoper en met minder ruimtebeslag per kWh dan elektriciteit over grote afstanden worden getransporteerd. Hoewel nog veel onduidelijk is rond waterstof kan het de ruimteclaim als gevolg van de energietransitie veranderen.

### ***Institutionele en maatschappelijke aspecten***

Het Europees emissiehandelssysteem ETS speelt net als bij de sector Industrie een belangrijke rol bij de effectiviteit en haalbaarheid van maatregelen bij de sector Elektriciteit. Hervorming van het ETS en gerichte afspraken met omliggende landen zoals bij eerder genoemd bij Industrie zullen ook de kosteneffectiviteit van hernieuwbare elektriciteitsproductie verhogen.

Hoewel het aandeel hernieuwbare elektriciteit dat in stedelijke gebieden kan worden geproduceerd beperkt zal zijn door gebrek aan ruimte, is ze wel van belang voor lokale bewustwording en breed draagvlak. Het gaat om breed gedeeld eigenaarschap zowel financieel als in problematiek en oplossingsrichting. Rond wind op land valt er te leren van de aanpak in het verleden (Evers et al., te verschijnen).

Rond wind op zee zijn de institutionele en maatschappelijke aspecten de afgelopen jaren benoemd en breed opgepakt. Plannen tot 2030 voor windparken op de Noordzee zijn uitgewerkt in de Routekaart windenergie op zee 2030 en de ambitie voor de lange termijn in samenhang met alle andere ontwikkelingen opgaven op de Noordzee wordt uitgewerkt in de beleidsnota in wording Noordzeestrategie 2030 en is gerelateerd aan de Nationale Omgevingsvisie. Matthijsen et al. (2018) belichten de mogelijke ruimtelijke en ecologische gevolgen van verschillende ontwikkelrichtingen op de Noordzee.

De opgave op land is gekoppeld aan de RES. Die wordt bij verschillende sectortafels genoemd, maar is bij de tafel Elektriciteit het meest uitgewerkt. 'De decentrale overheden worden verantwoordelijk voor de verdeling van de opgave over de regio's om hernieuwbare elektriciteit te produceren.'

## 5.10 Regionale energiestrategieën

De RES hebben verbinding met alle sectortafels omdat veel maatregelen in de regio gaan plaatsvinden. Als de regio de eerstaangewezen eenheid is om tot oplossingen te komen, dan moet 'institutionele helderheid' worden geboden. Er zijn nog veel vragen die in de loop van het proces aan de orde zouden moeten komen:

- Over wat voor regio's hebben we het, hoe verhouden die zich tot elkaar en tot inliggende gemeenten, provincies en het Rijk? Hoe zit het met de legitimiteit van regioplannen en besluiten?
- Hoe is het proces gewaarborgd, inclusief de inspraak van de relevante actoren? Gebruikers en buurtbewoners dienen expliciet bij de vormgeving betrokken te worden om draagvlak te realiseren en inzicht te creëren in wat gemeenschappelijk kan worden gedaan en waar nog mogelijkheden liggen voor individuele inzet.
- Wat betekent de nationale opgave in verhouding tot de optelling van de regionale (deel) strategieën? Waarschijnlijk zijn er in de loop van de tijd aanvullende maatregelen nodig, hoe gaan we hier mee om?
- Hoe komen de regio's tot ambitieuze doelstellingen, en welke beloning ontvangen zij voor hun ambitie? Krijgen zij de tijd om die ambitie in meerdere rondes aan te scherpen?
- Krijgen de regio's voldoende tijd om geïnformeerd een energiestrategie te maken (in relatie tot hun andere opgaven)? Wie is verantwoordelijk voor de benodigde informatie?
- Zijn de op te stellen RES harde bouwstenen voor de Omgevingsvisies of zijn ze nog verder te vormen inbreng? In de Omgevingsvisies zijn de verschillende belangen van alle opgaven voor ruimte en milieu afgewogen. Of ligt energie bij voorbaat boven op de stapel?
- Is er voldoende tijd om andere typen van uitvoering te ontwikkelen? Neem bijvoorbeeld mobiliteit: voor de aanleg van een snelweg zijn we gewend aan het inzetten van het ont-eigeningsinstrument. Voor duurzame energie kennen we die 'traditie' nog (lang) niet.
- Wat betekent de steeds verdergaande integratie van de elektriciteitsmarkt in Noordwest-Europa voor de regionale opgave? Het hernieuwbare energiebeleid van andere landen in Europa heeft een steeds grotere invloed op de vraag, infrastructuur en prijsvorming. Bij wie ligt de nationale regie?

# 6 Implicaties voor de arbeidsmarkt

## 6.1 Inleiding

Naast de effecten van de voorstellen in het VHKA op de broeikasgasemissies in 2030 hebben de betrokken partijen ook gevraagd om nader inzicht in de gevolgen voor de arbeidsmarkt.

Dit hoofdstuk geeft een kwalitatieve beschrijving van hoe als gevolg van de voorstellen in het VHKA de spanning op de arbeidsmarkt kan veranderen. Eerder heeft het PBL een kwantitatieve analyse uitgevoerd naar de mogelijke effecten van de energietransitie op de spanning op de arbeidsmarkt (Weterings et al., 2018). Een vergelijkbare analyse op basis van het VHKA is niet mogelijk, omdat veel van de genoemde voorstellen onvoldoende concreet zijn voor een inschatting van het totaal aan investeringen en bijbehorende kosten, het type investeringen en de ruimtelijke invulling hiervan.

Gebruikmakend van de inzichten uit Weterings et al. (2018) beschrijft dit hoofdstuk hoe de voorstellen in het VHKA kunnen leiden tot veranderingen in de productie (paragraaf 6.2) en daarmee de vraag naar arbeid (paragraaf 6.3), en hoe de huidige situatie op de arbeidsmarkt een belemmering kan vormen voor het realiseren van die veranderingen (paragraaf 6.4). Aangegeven wordt welke mechanismen een rol spelen bij dit proces en dit wordt geïllustreerd voor verschillende voorstellen uit het VHKA. Zoals nader toegelicht in paragraaf 2.2.3 beschrijven we alleen hoe de spanning op de arbeidsmarkt kan veranderen als op korte termijn omvangrijke veranderingen ten behoeve van de energietransitie plaatsvinden. We gaan niet in op wat dit betekent voor de arbeidsmarktsituatie op de langere termijn (zie daarvoor CPB & PBL, 2018). Wel verkennen we in paragraaf 6.5 welke aanpassingen zouden kunnen bijdragen aan een vermindering van de spanning op de arbeidsmarkt en welke actoren daarbij een rol kunnen spelen.

## 6.2 Verschuiving van de productie

De voorstellen ten behoeve van het verminderen van de emissie van broeikasgassen zijn van invloed op verschillende economische sectoren. Figuur 6.1 geeft een overzicht van de mogelijke gevolgen voor de productie en hoe die met elkaar samenhangen. Hieronder worden deze één voor één beschreven en toegelicht welke sectoren hier invloed van kunnen ondervinden.

### **Directe gevolgen**

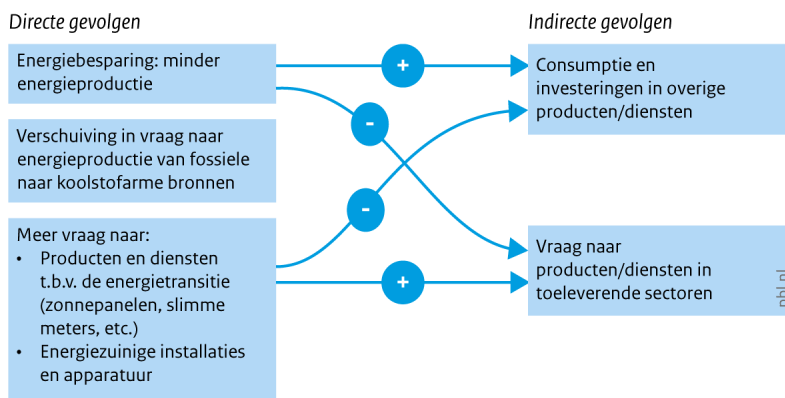
Als de voorstellen uit het VHKA worden gerealiseerd zal het energiegebruik afnemen én dat wat er nog wordt gebruikt hoofdzakelijk worden opgewekt op basis van hernieuwbare bronnen (de twee bovenste blokken links in figuur 6.1). Dit leidt tot grote veranderingen binnen de energiesector. Door energiebesparing zal de productie in deze sector dalen. Deels wordt dit echter gecompenseerd, omdat in het VHKA wordt ingezet op een verregaande elektrificatie van onder andere voertuigen en industriële processen. De behoefte aan elektriciteit neemt dus toe. Het voorstel is dat die elektriciteit (zoveel mogelijk) CO<sub>2</sub>-vrij wordt opgewekt, zodat de emissie van broeikasgassen wel afneemt. Als gevolg daarvan daalt de vraag naar energie opgewekt op basis van fossiele brandstoffen zoals kolen en aardgas, terwijl de vraag

naar energie uit hernieuwbare bronnen als zonne- en windenergie stijgt. Dat leidt tot omvangrijke veranderingen in de productieprocessen binnen de energiesector.

Daarnaast hebben de voorstellen in het VHKA ook directe gevolgen voor de productie in andere sectoren (het onderste blok links in figuur 6.1). Voor het besparen van energie en het opwekken en gebruik van hernieuwbare energie zijn allerlei ondersteunende goederen en diensten nodig. Denk aan zonnepanelen, energiezuinige apparatuur en installaties, slimme meters, en betaalmethodes voor het opladen van elektrische auto's. Ook vragen bijvoorbeeld warmtenetten en de ondergrondse opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) - voorgesteld als tussentijdse oplossing - de aanleg van de benodigde infrastructuur. Investerings in de benodigde technologieën, producten en diensten, infrastructuur en de installatie en het onderhoud daarvan leidt tot extra vraag in sectoren zoals de machinebouw, bouwnijverheid, installatiebranche, maar ook ingenieursbureaus en financiële diensten.

Figuur 6.1

### Mogelijke veranderingen in productie als gevolg van het Klimaatakkoord



Bron: PBL

### Indirecte gevolgen

De voorstellen in het VHKA kunnen ook de productie veranderen in sectoren die niet direct betrokken zijn bij de energietransitie. Dit kan op twee manieren, die beide verbonden zijn met de directe gevolgen, zo laat figuur 6.1 zien.

Ten eerste zijn er indirecte gevolgen omdat het uitvoeren van deze voorstellen kan leiden tot een verschuiving in investeringen. Als de totale omvang van de investeringen in Nederland gelijk blijft, dan gaan de extra investeringen die het verminderen van de broeikasgasemissies vraagt van consumenten, bedrijven en overheden, ten koste van andere consumptie en investeringen (de min tussen het onderste blok links en het bovenste blok rechts in figuur 6.1). Dat zou bijvoorbeeld betekenen dat consumenten die hun huis isoleren – op de korte termijn – minder budget hebben om uit eten te gaan, kleding te kopen of hun huis opnieuw in te richten. Daardoor kan de vraag naar goederen en diensten in sectoren als de horeca of kledingindustrie dalen. Ook bedrijven die energiezuinige machines laten installeren of investeren in CCS zullen dan andere investeringen uitstellen. Omgekeerd zorgt de aanschaf van energiezuinige apparatuur en installaties er op termijn voor dat huishoudens en bedrijven meer budget hebben voor andere uitgaven (de plus tussen de twee bovenste blokken). Het belang van deze negatieve en positieve indirecte gevolgen verandert in de tijd: de negatieve gevolgen spelen vooral op het moment dat de investeringen ten behoeve van de energietransitie plaatsvinden, terwijl de positieve gevolgen als gevolg van energiebesparing op de langere termijn merkbaar zullen zijn.

Een tweede indirect gevolg van het realiseren van de voorstellen in het VHKA is dat de productie zal veranderen in toeleverende sectoren die afhankelijk zijn van de vraag uit de sectoren die direct betrokken zijn bij de uitvoering (Bowen & Kuralbayeva, 2015). Bedrijven uit sectoren waar de productie als gevolg van de energietransitie toeneemt, zullen meer producten en diensten gaan inkopen bij bedrijven uit andere sectoren (de plus tussen de twee onderste blokken in figuur 6.1), terwijl energiebesparing leidt tot minder inkoop bij de sectoren die leveren aan bedrijven in de energiesector (de min tussen het bovenste blok links en het onderste blok rechts in figuur 6.1). Ook zullen toeleveranciersrelaties veranderen: de vraag naar aardolie en gas zal bijvoorbeeld dalen als energie niet langer wordt opgewekt via fossiele brandstoffen.

Door deze twee indirecte gevolgen kan het totale effect van het realiseren van de voorstellen uit het VHKA op de productie van goederen en diensten heel anders uitpakken dan alleen op basis van de directe gevolgen wordt verwacht. Voor een inschatting van de implicaties voor de arbeidsmarkt is het daarom van belang te kijken naar de gevolgen voor de gehele economie en niet alleen die in de energie- of energiegerelateerde sectoren.

### 6.3 Gevolgen voor de vraag naar arbeid

De toe- of afname van de vraag naar goederen en diensten als gevolg van de voorstellen in het VHKA zal leiden tot een verandering in de vraag naar arbeid in de betrokken sectoren. Die verandering is niet recht evenredig. Hoeveel arbeid nodig is om producten en diensten te produceren verschilt per sector: hoe arbeidsintensiever de werkzaamheden, hoe groter de gevolgen in een verandering van productie voor de vraag naar arbeid. Wat de uiteindelijke gevolgen voor de totale vraag naar arbeid zijn hangt daardoor af van hoe arbeidsintensief de sectoren zijn waar de productie stijgt en waar deze daalt. Algemeen zijn de sectoren die negatieve gevolgen zullen ondervinden, zoals de aardolie- en gaswinning, relatief arbeidsextensief, terwijl de sectoren waar de vraag zal stijgen, zoals de bouw, installatiebranche en financiële diensten, arbeidsintensievere activiteiten zijn.

#### ***In Nederland of daarbuiten***

Niet alle veranderingen die de voorstellen in het VHKA teweeg brengen in de vraag naar arbeid zullen merkbaar zijn in Nederland. Dit is afhankelijk van de mate waarin goederen en diensten, en de benodigde grondstoffen en onderdelen, worden geproduceerd in Nederland of in andere landen. Zo worden momenteel zonnepanelen en elektrische auto's vooral geïmporteerd uit het buitenland. Als dit zo blijft dan zal een toename in de vraag naar deze producten vanuit Nederland vooral leiden tot meer vacatures bij bedrijven in andere landen.

De vraag naar arbeid in Nederland zal wel stijgen door de voorgestelde veranderingen in de gebouwde omgeving, het installeren en onderhouden van de energiezuinige apparatuur en installaties en de reparatie van elektrische voer- en vaartuigen. Het verbouwen van huizen en gebouwen en installatie-, onderhouds- en reparatiewerkzaamheden worden veelal op locatie uitgevoerd, of anders dichtbij de vraag. Hetzelfde geldt voor de aanleg of aanpassing van de infrastructuur die nodig is voor CCS en het verdelen van de op basis van hernieuwbare bronnen opgewekte energie. Hoewel al deze werkzaamheden in Nederland zullen plaatsvinden, betekent dit niet dat deze ook door bedrijven of arbeidskrachten uit Nederland worden uitgevoerd: veel van de werknemers in de bouw komen nu al uit het buitenland.

In hoeverre de veranderingen in de industrie leiden tot een hogere vraag naar arbeid in Nederland is afhankelijk van de mate waarin Nederlandse bedrijvigheid hier goed in is. Vanwege het bedrijfsspecifieke karakter van de installaties van grote industriële bedrijven vraagt het energiezuiniger maken en verminderen van de broeikasgasemissies van die bedrijven

veelal maatwerkoplossingen. Als in Nederland gevestigde bedrijven die oplossingen kunnen leveren, stijgt hier de vraag naar arbeid, zo niet, dan in het buitenland. Hetzelfde geldt voor R&D-activiteiten. Deze worden vaak uitgevoerd door multinationals. In hoeverre de verdere technologieontwikkeling resulteert in meer vraag naar arbeid in Nederland, hangt af van of de relevante R&D-afdelingen in Nederland zijn gevestigd en de mate waarin de technologie op afstand kan worden ontwikkeld.

Diensten vereisen vaak meer maatwerk dan producten waardoor diensten meestal door lokale bedrijven worden geleverd. Dat geldt echter niet voor alle (onderdelen van) diensten. Zo zijn naar verwachting vooral ICT-diensten van belang voor het reduceren van de emissie van broeikasgassen (Aazami & Post, 2017). Bij ICT-oplossingen is de basis vaak een meer gestandaardiseerd onderdeel (software of bijvoorbeeld een slimme meter) dat wordt afgestemd op de specifieke behoeften van klanten. Hoe hoger de mate van standaardisatie van de dienst, hoe minder interactie met de klant noodzakelijk is, en daarmee, hoe makkelijker (onderdelen van) de dienst kan worden geïmporteerd. Ook hier geldt daarom dat in hoeverre de gestegen vraag naar deze diensten leidt tot meer vacatures in Nederland, afhangt van het type dienst dat gevraagd wordt en de mate waarin deze dienst geïmporteerd kan worden.

### ***Regionale verschillen in de vraag naar arbeid***

De veranderingen in de vraag naar arbeid in Nederland zullen niet gelijkmatig zijn verdeeld over het land. Niet elke regio heeft dezelfde sectorsamenstelling waardoor de gevolgen van het Klimaatakkoord per regio uiteen kunnen lopen.

De mate waarin de voorstellen in het VHKA zullen leiden tot regionale verschillen in de vraag naar arbeid, hangt af van de mate waarin de betrokken activiteiten zijn geconcentreerd in specifieke regio's. Als de stijgende vraag naar energiezuinige apparatuur en installaties de productie in de Nederlandse medium- en hightech maakindustrie verhoogt, zal de vraag naar arbeid vooral in het zuidoosten van Noord-Brabant en Zuid-Holland stijgen. Veel bedrijven in de medium- en hightech maakindustrie zijn in die regio's gevestigd (Raspe et al., 2012). De gevolgen van de geplande veranderingen in de gebouwde omgeving daarentegen kunnen overal in het land tot meer vacatures leiden; de plannen gelden voor heel Nederland en het werk zal waarschijnlijk door lokale bouw- en installatiebedrijven worden uitgevoerd.

Ook de gevolgen van de verschuiving in de energieproductie kunnen regionaal verschillen. Door de sluiting van de kolencentrales daalt de vraag naar arbeid in de regio's Rotterdam (inclusief Geertruidenberg), Delfzijl en Amsterdam. De energieopwekking op basis van hernieuwbare bronnen vindt meer verspreid over het land plaats, waardoor de vraag naar arbeid ook op andere plekken zal toenemen dan waar nu de kolencentrales staan.

Naar verwachting zijn de negatieve indirecte gevolgen van een verschuiving in het consumptiegedrag van huishoudens vrij gelijkmatig verdeeld over Nederland. De extra uitgaven van huishoudens ten behoeve van het Klimaatakkoord gaan waarschijnlijk vooral ten koste van niet noodzakelijke uitgaven in de horeca en andere consumentendiensten. Deze economische activiteiten bevinden zich overal in Nederland.

## **6.4 Spanning op de arbeidsmarkt door fricties**

Door de uitvoering van de voorstellen in het VHKA zullen in sommige sectoren en regio's dus meer vacatures ontstaan omdat de productie daar toeneemt en daarmee de vraag naar arbeid stijgt. Omgekeerd zal in andere sectoren en regio's de productie afnemen. Daar daalt de vraag naar arbeid waardoor (een deel van) de werknemers op zoek moeten naar ander werk.



De spanning op de arbeidsmarkt neemt hierdoor toe. Die toename zal echter lager zijn als degenen die hun baan verliezen in staat zijn de ontstane vacatures te vervullen.

De mate waarin arbeidskrachten over kunnen stappen van de krimpende naar de groeiende sectoren en regio's wordt echter beperkt door fricties op de arbeidsmarkt (Acemoglu & Restrepo, 2018). De arbeidsmarkt bestaat uit vele deelmarkten, zowel sectoraal als regionaal, waardoor kwalitatieve mismatches ontstaan. Niet elke werkzoekende is geschikt of in staat elke vacature te vervullen. Bovendien hebben werkgevers en werkzoekenden geen complete informatie over waar wat voor type vacatures of arbeidskrachten beschikbaar zijn waardoor zij mogelijk niet op de juiste plekken zoeken. Hierdoor zijn er vaak tegelijkertijd werklozen en openstaande vacatures op de arbeidsmarkt (Pissarides, 2000). De OECD (2017) wijst op twee soorten specifieke fricties die een rol spelen bij de energietransitie:

1. *Verschillen in gevraagde en geboden kwalificaties en vaardigheden.* De werknemers uit de sectoren waar werk verdwijnt beschikken niet allemaal over de kwalificaties of de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor het werk in de sectoren waar vacatures ontstaan. Naast opleidingsniveau gaat het daarbij ook om de kennis en vaardigheden die werknemers opbouwen door het dagelijks uitvoeren van hun werk. Wat die kennis en vaardigheden zijn, verschilt van sector tot sector en zelfs tussen beroepen binnen een sector. Hierdoor kunnen de werkzoekenden uit de ene sector niet zonder meer de vacatures in andere sectoren vervullen. Daarnaast kan ook een gebrek aan informatie een rol spelen: werkzoekenden weten niet of hun kwalificaties en vaardigheden ook geschikt zijn voor werk in sectoren waar zij geen ervaring mee hebben. Evenzo kunnen bedrijven te veel zoeken in een te krappe sectorale arbeidsmarkt terwijl er elders geschikte werkzoekenden zijn.
2. *Regionale verschillen in verdeling vacatures en werkzoekenden.* Ook de beperkte geografische mobiliteit van arbeidskrachten kan leiden tot een toename van de spanning op de arbeidsmarkt. Werkzoekenden uit de ene regio kunnen vacatures elders in het land alleen vervullen als zij weten dat daar voor hen geschikte vacatures zijn én vervolgens bereid zijn te verhuizen of dagelijks over grote afstand tussen woning en werkplek te reizen (ervan uitgaande dat zij wel over de juiste kwalificaties en vaardigheden beschikken). Uit empirisch onderzoek is bekend dat door hun sociale binding aan de woonplek veel werkzoekenden niet bereid zijn te verhuizen (Dahl & Sorenson, 2010). Ook andere factoren, zoals het niet kunnen verkopen van de woning, beperken werkzoekenden in hun mogelijkheden om vacatures in andere regio's te accepteren. Daardoor zijn voor veel mensen (in elk geval op de korte termijn) alleen de vacatures een optie die zich binnen een acceptabele woon-werkreistijd van hun woonplek bevinden.

Dit betekent voor bedrijven met vacatures dat zij niet kunnen putten uit de totale pool aan arbeidskrachten in Nederland, maar alleen uit degenen die beschikken over de juiste kwalificaties en vaardigheden en die in dezelfde regio of vlak daarbij wonen. En omgekeerd zullen in sommige regio's werkzoekenden die wel over de vaardigheden en kwalificaties beschikken die passen bij de energietransitie, toch geen vacatures kunnen vervullen omdat deze te ver van hun woonplaats zijn.

## 6.5 Conclusies en aandachtspunten

Voor een soepel verloop van de energietransitie is het dus van belang te inventariseren waar zich mogelijke knelpunten op de arbeidsmarkt voor kunnen doen, hoe omvangrijk die knelpunten zijn en – indien noodzakelijk – wat nodig is om deze te verminderen. In het VHKA wordt het bestaan van de mogelijke belemmeringen door de situatie op de arbeidsmarkt erkend en opgepakt door de taakgroep 'arbeidsmarkt en scholing'. Op basis van de bovenstaande beschrijving van de mogelijke gevolgen beschrijven we hier – aanvullend aan wat al

wordt genoemd in het VHKA – waar het zinvol is bij de verdere uitwerking rekening mee te houden.

In het VHKA staat dat de taakgroep 'arbeidsmarkt en scholing' als doel heeft '...de totstandkoming van een concrete sectorale/regionale uitvoeringsagenda voor elke klimaattafel en waar nodig een sector overstijgende aanpak' (p. 66). Of een agenda per klimaattafel effectief is, hangt mede af van waar het realiseren van de reductie in broeikasgasemissies wordt belemmerd door mogelijke knelpunten op de arbeidsmarkt. Zoals beschreven in dit hoofdstuk moet voor een compleet beeld van mogelijke knelpunten rekening worden gehouden met het volgende:

- Beschouw de gevolgen voor de arbeidsmarkt niet per sector, maar op systeemniveau: veranderingen in het ene deel van de economie zijn via indirecte effecten van invloed op de situatie elders. Bovendien kan in verschillende sectoren behoefte zijn aan dezelfde type arbeidskrachten, waardoor de spanning op de arbeidsmarkt groter is dan per sector het geval lijkt te zijn.
- Houd rekening met de directe én de indirecte gevolgen van de voorstellen in het VHKA op de arbeidsmarkt: de implicaties van de voorstellen beperken zich niet tot de energie- en energiegerelateerde sectoren. Indirecte gevolgen kunnen leiden tot knelpunten in heel andere delen van de economie dan op basis van de directe gevolgen wordt verwacht.

Het Klimaatakkoord kan dus ook knelpunten op de arbeidsmarkt teweegbrengen die zich buiten het zicht of de invloedssfeer bevinden van de klimaattafel waar het voorstel vandaan komt. Voor het evalueren van de ontwikkeling van mogelijke *toekomstige* knelpunten zou een arbeidsmarktmodel kunnen worden opgezet waarbij de verandering in de aansluiting tussen de arbeidsvraag en het arbeidsaanbod als gevolg van het Klimaatakkoord wordt geïnventariseerd. Dit kan echter alleen als tijdig duidelijk is wanneer, waar en welke investeringen plaatsvinden en door wie.

Als de knelpunten zijn geïdentificeerd is het vervolgens de vraag welke moeten worden opgelost om de beoogde reductie in broeikasgasemissies te bereiken of om andere ongewilde effecten van de energietransitie te reduceren. Dan kan een sector- en ook regio-specifieke aanpak wel relevant zijn. Zoals beschreven in dit hoofdstuk kunnen de gevolgen van de energietransitie en de daaruit volgende spanning op de arbeidsmarkt regionaal en sectoraal sterk uiteenlopen. Wat voor aanpassingen nodig zijn, kan daarom verschillen per regio en sector. Overigens betekent dit niet dat alle aanpassingen vragen om beleidsinzet. Demografische en technologische ontwikkelingen zorgen voor veranderingen in vraag en aanbod en zijn slechts ten dele te beïnvloeden via beleid. Daarnaast zullen de sector zelf (de bedrijven) en werknemers hun gedrag op de arbeidsmarkt aanpassen.

In verschillende sectoren worden al op korte termijn tekorten aan arbeid verwacht. Algemeen zijn er drie manieren waarop tekorten kunnen verminderen:

- *Afname van de vraag naar arbeid via technologische ontwikkelingen.* Bedrijven kunnen nieuwe technologieën inzetten om de productie te vergroten met minder inzet van arbeid. Daarnaast kunnen technologische ontwikkelingen bijdragen aan een snellere ontwikkeling van de benodigde infrastructuur en installaties, of het efficiënter opwekken van hernieuwbare energie zodat er minder productie nodig is voor het behalen van de reductiedoelstellingen. Als de verwachting is dat de technologische aanpassingen door bedrijven onvoldoende zullen zijn voor het oplossen van het arbeidstekort dan zou de overheid de technologieontwikkeling ten behoeve van de energietransitie kunnen stimuleren. Het ontwikkelen en inzetten van nieuwe technologieën, zowel door private als publieke partijen, kost echter wel tijd en geld. Dit vraagt dus extra investeringen.
- *Vergroten van het arbeidsaanbod.* Dit kan bijvoorbeeld door het toenemen van de arbeidsparticipatie van vrouwen, de inzet van structureel werklozen, of het aantrekken van werknemers uit het buitenland. Bedrijven kunnen proberen meer werknemers aan te

trekken door hogere lonen te bieden of actief werknemers in het buitenland werven (waarbij de mogelijkheden wel afhangen van de ontwikkelingen in andere landen). Ook overheidsmaatregelen kunnen het arbeidsaanbod vergroten, bijvoorbeeld via wijzigingen in de regeling van de kinderopvang, de voorwaarden voor het mogen werken naast een bijstandsuitkering, of het vergemakkelijken van (kennis)migratie vanuit het buitenland. Dit heeft echter alleen zin als er voldoende potentiële werknemers zijn die over de vaardigheden en kwalificaties beschikken die nodig zijn voor het realiseren van de energietransitie.

- *Het verbeteren van de aansluiting van vraag en aanbod via arbeidsmobiliteit.* Welke aanpassingen hiervoor nodig zijn, hangt af van wat de beperkte mobiliteit tussen sectoren en regio's veroorzaakt. De oorzaken van beperkte intersectorale mobiliteit lopen uiteen van verschillen in arbeidsvoorwaarden tot de noodzaak van een specifieke opleiding (zoals voor ingenieurs). Als sectorspecifieke vaardigheden een rol spelen dan is de vraag hoe groot de kwalitatieve mismatch is tussen wat de werkzoekende kan en wat het nieuwe werk vraagt. Beschikken de werkzoekenden over de juiste basiskennis dan kan mogelijk worden volstaan met bedrijfsinterne oplossingen. Zo niet, dan is het opzetten van omscholingstrajecten noodzakelijk. Het proberen te vergroten van de interregionale arbeidsmobiliteit is waarschijnlijk minder zinvol. Mensen willen vaak niet verhuizen om persoonlijke redenen. Het verbeteren van de bereikbaarheid van banen vraagt grootschalige infrastructurele verbeteringen waarvan het de vraag is of deze opwegen tegen de kosten. Binnen Nederland bestaan immers al goede verbindingen waardoor het nog meer verbeteren van de bereikbaarheid op plekken waar geen congestie is, weinig oplevert.

Zoals ook wordt opgemerkt in het VHKA vraagt een soepel verloop van het streven naar een aanzienlijke reductie in broeikasgasemissies in 2030 en daarna om structurele verbeteringen in het aanpassingsvermogen van arbeidskrachten. Welke vaardigheden wanneer nodig zullen zijn voor het behalen van deze doelstelling is onzeker. De precieze vraag naar arbeid hangt af van de ontwikkeling van technologieën, waarvan een deel nu nog in de kinderschoenen staat en afhangt van de maatschappelijke acceptatie van die technologieën. Daarnaast zal de energietransitie ook in gang worden gezet in de andere landen die het Klimaatakkoord uit Parijs hebben ondertekend. Via internationale handelsrelaties kunnen keuzes die daar worden gemaakt ook de vraag naar arbeid in Nederland beïnvloeden. Bovendien spelen er de komende decennia nog andere transitie- en maatschappelijke ontwikkelingen die van invloed zijn op de toekomstige vraag naar en aanbod van arbeid (OECD, 2017). Het is daarom in het algemeen belangrijk te streven naar een situatie op de arbeidsmarkt die het mogelijk maakt relatief snel te reageren op veranderingen in de vraag naar arbeid. Dit vraagt om een tijdige signalering van mogelijke knelpunten die kunnen veranderen in de tijd. Dat maakt het mogelijk betere informatie te bieden over de mogelijkheden op de arbeidsmarkt voor zowel bedrijven als werknemers, wat de kans op een match vergroot. Daarnaast dragen kunnen afgestemde omscholings- en opleidingstrajecten werknemers in staat stellen hun vaardigheden snel én gedurende hun hele carrière aan te passen (zie ook Ligvoet et al., 2016).

## 7 Voorgestelde instrumentatie

Zoals reeds genoemd zijn de voorstellen in het VHKA aanmerkelijk concreter over de voorgestelde technische maatregelen dan over de beleidsinstrumenten die daarbij nodig zijn. Om de ambities te realiseren, kan een scala aan instrumenten worden ingezet, die ieder bovendien op een groot aantal manieren kunnen worden vormgegeven. De basistypen in de instrumenten-toolbox bestaan uit normeren (zoals geboden en verboden), financieel reguleren (zoals beprijsen of subsidiëren) of faciliteren (zoals informeren, ontlasten, organiseren). Vaak kan via verschillende of combinaties van instrumenten eenzelfde resultaat bereikt worden, maar met verschillende gevolgen voor betrokkenen. Er moeten dus keuzes gemaakt worden. Het PBL merkt op dat een mix van instrumenten daarbij vaak het meest effectief zal zijn.

In het VHKA zijn per tafel soms denkrichtingen beschreven over instrumenten waarmee de ambities gerealiseerd zouden kunnen worden, zoals normeren, financiële prikkels, of anderszins, maar in vele gevallen wordt geen uitsluitend gegeven. Wanneer de voorgestelde of overwogen beleidsinstrumenten in het VHKA door de oogharen worden beschouwd lijkt er geen sprake van een structurerend grondbeginsel dat aan alle tafels wordt gehanteerd. Wel valt op dat wanneer de gewenste acties tot extra uitgaven leiden, de voorstellen suggereren dat deze grotendeels worden betaald door de overheid of gemeenschappelijke gebruikers. Beprijzen en normeren komen als instrumenten minder nadrukkelijk aan de orde dan subsidiering en belastingvrijstelling.

Daarmee volgen de voorstellen dus niet altijd het principe 'de vervuiler betaalt', dat juist suggereert om ongewenste activiteiten te beprijsen, of via normstelling de gewenste activiteiten af te dwingen. Op korte termijn, bijvoorbeeld ten behoeve van innovaties of in opstartfasen, kan gericht subsidiëren een zinvolle keuze zijn, die evenwel kan worden aangevuld met beperkte beprijzing. Vanuit maatschappelijk perspectief echter, en gegeven het kabinetsuitgangspunt de transitie kosteneffectief vorm te geven, lijkt het raadzaam daarnaast een langetermijnperspectief te schetsen waarbij subsidiëren plaatsmaakt voor sterkere beprijzing of normeren. Zo'n strategie geeft op lange termijn de juiste prijssignalen in de economie. De beprijzing en het uitzicht daarop vergroot bovendien de effectiviteit van subsidies op korte termijn (Zie OECD, 2010, en Acemoglu et al., 2012 en 2016).

Over beschikbare middelen wordt ook nog zelden iets gezegd. Handhaving van naleving komt nergens aan de orde en meestal ontbreekt duidelijkheid over wie de kosten gaat betalen. Het primaat voor wetgeving ligt overigens uiteindelijk (meestal) bij het Rijk. Het lijkt daarmee behulpzaam voor het proces wanneer het kabinet in zijn appreciatie van het VHKA nadere handvatten geeft ten aanzien van de gewenste instrumentatie en budgetkaders en daarmee de zoekrichtingen inperkt. Met name waar striktere normen en beprijzing tot hogere lasten kunnen leiden lijkt regie vanuit het Rijk essentieel; het is weinig waarschijnlijk dat partijen aan tafel dergelijke instrumenten zelf zullen voorstellen. Hetzelfde geldt voor het toezicht op doelmatig inzetten van subsidies als instrument.

In de uitwerking van het VHKA zal de effectiviteit van de afspraken vooral bepaald worden door de concreetheid van een samenhangend pakket van beleidsinstrumenten en de mate waarin regulering gericht op zekerstelling van het te bereiken resultaat vorm krijgt. De vormgevingsdetails kunnen daarbij het verschil maken tussen succesvol of niet succesvol beleid. Het uitwerken van de instrumenten vergt daarom de nodige aandacht, waarbij het overigens de vraag is in welke mate de details reeds onderdeel van het akkoord kunnen zijn.

In veel gevallen moet bij de uitwerking sprake zijn van maatwerk. Dat geldt zowel voor subsidiering als voor dwang of normering. Bij subsidies moeten de bedragen en de vormgeving

zodanig worden gekozen dat de subsidie voldoende interessant is voor actoren om maatregelen te nemen, bijdraagt aan het beperken van de kosten van emissiereductiemaatregelen, en dat met het oog op doelmatig gebruik van gemeenschapsgeld geen oversubsidiëring plaatsvindt. Bij normering betreft het onder andere de hoogte en de haalbaarheid van normen, dikwijls gebaseerd op beschikbare technieken, maar soms ook uitdagend tot technologieverbetering. Maatwerk is eveneens nodig om te bepalen aan wie een bepaalde norm het best kan worden opgelegd. Zeker in een transitie moet worden meegewogen hoe met een norm en met subsidies wordt ingespeeld op de tijd (niet iedereen kan tegelijk maatregelen nemen). Bovendien is de vraag aan wie normen het beste kunnen worden opgelegd en hoe de handhaafbaarheid is. Er is bij zulk maatwerk dus goed zicht nodig op technische en kosteninformatie van technieken. Ook uitvoeringskosten kunnen daarmee een overweging zijn bij de keuze voor deze instrumenten. Voor beprijzen geldt dat maatwerk in mindere mate noodzakelijk is, alhoewel het uiteraard wel zaak is het juiste prijsniveau te bepalen met het oog op effectiviteit en betaalbaarheid.

# 8 Interacties met het buitenland

Dit hoofdstuk gaat in op enkele belangrijke interacties met het buitenland, namelijk interacties rond de handel in elektriciteit en de implicaties van een toenemende vraag naar biomassa.

## 8.1 Europese elektriciteitsmarkt

De Nederlandse elektriciteitsmarkt raakt steeds sterker geïntegreerd met de Noordwest-Europese markt. Voor de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt, zoals de productie binnen Nederland, de import en export en de prijs van elektriciteit, zijn de ontwikkelingen in landen om ons heen daarom van groot belang. Het gaat daarbij onder andere om de toename van de opwekkingscapaciteit, waaronder het aandeel hernieuwbaar, en de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag in de andere Noordwest-Europese landen. Het beleid in de andere landen in Europa heeft hier een grote invloed op. Hernieuwbaar energiebeleid is bepalend voor de uitrol van wind en zon, capaciteitsmechanismes en beleid ten aanzien van kolen en nucleair zijn van invloed op de ontwikkeling van niet-hernieuwbare capaciteit.

Daarnaast spelen de brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen een grote rol in de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt. Stijgende CO<sub>2</sub>-prijzen en veranderingen in de verhouding tussen de kolenprijs en de prijs van gas kunnen tot wijzigingen in de relatieve concurrentiepositie van kolen- gascentrales leiden, waardoor efficiënte gascentrales (zoals de Nederlandse centrales) meer gaan produceren en minder efficiënte (veelal buitenlandse) kolencentrales minder. Dit deed zich bijvoorbeeld voor in de laatste maanden van 2016. Ook de Frontier studie over de minimum CO<sub>2</sub>-prijs en het verbod op kolen (Frontier Economics, 2018) laat in 2023 en 2025 een toename zien van de productie van gascentrales in Nederland.

Andere veronderstellingen over ontwikkelingen in het buitenland en over brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen zullen daarom logischerwijs gevolgen hebben voor de ontwikkeling van prijzen en van de netto export van elektriciteit. Gegeven de onzekerheden over het beleid in andere landen en over prijsontwikkelingen is er niet één meest waarschijnlijk scenario dat een middenwaarde oplevert. In plaats daarvan zijn er verschillende scenario's denkbaar, met uiteenlopende consequenties voor de import en export van elektriciteit voor Nederland en de productie van de Nederlandse elektriciteitscentrales.

Daarmee is ook de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse elektriciteitssector onzeker en zullen de emissies aanzienlijke verschillen kunnen laten zien, afhankelijk van de aannames. Dit wordt onder ander geïllustreerd in de NEV 2017, waarin naast het achtergrondscenario dat is gehanteerd voor de ontwikkelingen buiten Nederland een gevoeligheidsanalyse is gedaan voor twee alternatieve scenario's (zie de NEV 2017, H4). In beide scenario's valt de CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 hoger uit dan in het voorgenomen beleid scenario, met 8 tot 12 Mton.

Voor de analyses van het streefbeeld gaan we uit van een standaard scenario voor de ontwikkelingen in het buitenland (gelijk aan het achtergrondscenario in de NEV 2017) én van een alternatief scenario. Met één alternatief scenario geven we weliswaar niet de volledige bandbreedte van mogelijke ontwikkelingen weer, het geeft wel een idee van de gevoeligheid van de resultaten voor andere aannames over buitenlandse ontwikkelingen.

Andere veronderstellingen over buitenlandse ontwikkelingen zullen weliswaar tot uiteenlopende CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland leiden, voor een belangrijk deel zal het echter om het verplaatsen van emissies gaan. Minder conventionele elektriciteitsproductie in één land zal tot meer productie van deze centrales in een ander land leiden, bij gelijkblijvende vraag en gelijkblijvend opgesteld hernieuwbaar vermogen (zie hoofdstuk 14 voor de omvang van deze verplaatsingseffecten als gevolg van het kolenverbod en de minimum CO<sub>2</sub>-prijs uit het Regeerakkoord).

Bovendien valt de elektriciteitsproductie grotendeels onder het Europese emissiehandelssysteem, het ETS. Minder emissie leidt er dan toe dat er meer emissierechten overblijven, die elders uitgestoten kunnen worden, hetzij in de elektriciteitssector, hetzij in andere sectoren die onder het ETS vallen. Wel kan vermindering van de emissie tot een groter overschot aan ETS-emissierechten leiden, die vervolgens via de Market Stability Reserve uit de markt worden genomen. Hierdoor wordt de emissie van CO<sub>2</sub> gereduceerd, zolang de emissierechten niet weer op de markt worden gebracht.

## 8.2 Biomassa en de koolstofbalans

In fossielvrije of ten minste fossielarme beelden voor 2050 zou biomassa niet alleen een bron van hernieuwbare energie zijn maar ook de enige dan wel de belangrijkste input van koolstof. Hoewel decarbonisatie een wezenlijk element van de transitie vormt en het streven daarom is om de koolstof zo veel mogelijk binnen de productie- en consumptieketens en -kringlopen te houden, moet er rekening worden gehouden met koolstofverliezen en daarmee een vraag naar koolstof in 2050. De enige andere koolstofinput zou *direct air capture* (winning van CO<sub>2</sub> uit de omgevingslucht) kunnen worden, maar de kosten daarvan zijn vooralsnog zeer hoog en kostenverlaging is onzeker.

Biomassa wordt – als de belangrijkste toepassing, voeding, buiten beschouwing wordt gelaten – ingezet als materiaal, als grondstof en voor bio-energie. In de hier genoemde volgorde schuilt overigens ook een optimalisatie van de benutting van de biomassa via cascadering. Voor de inzet als grondstof en voor bio-energie is in tabel 8.1 voor de belangrijkste koolstofstromen in de huidige situatie aangegeven, wat de extra vraag naar biomassa is volgens het streefbeeld voor 2030. Eenduidig is dat niet, omdat daarvoor in het VHKA de details ontbreken. Daarbij is eveneens aangegeven of er koolstofvrije alternatieven zijn of beschikbaar kunnen komen vóór 2050.

In het VHKA wordt onder andere inzet van 100 PJ biobrandstoffen voor het verkeer en 2 miljard m<sup>3</sup> (60 PJ) groen gas voor de gebouwde omgeving voorgesteld. Daarmee kunnen emissiereducties van 7,5 respectievelijk 4 Mton CO<sub>2</sub> worden bereikt. Ze vragen zo'n 200 respectievelijk 100 PJ aan biomassa als input. Die cijfers komen vooral van de tafels waar de vraag ernaar wordt gegenereerd. De productie ervan komt niet terug in de voorstellen van andere tafels; dat zou volgens de huidige afbakening de industrietafel zijn. Bij de productie van wat men geavanceerde biobrandstoffen noemt en van groen gas op basis van houtige biomassa komt ook een CO<sub>2</sub>-reststroom vrij die kan worden opgeslagen tegen vergelijkbare kosten als in voorstellen van de industrietafel. Dat zou bij productie van de hiervoor genoemde streefcijfers negatieve emissies met zich mee kunnen brengen die oplopen tot rond de 15 Mton/jaar.



**Tabel 8.1 Toepassing van biomassa in het VHKA**

Fossiele koolstof-inzet	Fossiele drager	Toepassing	Vraag naar biomassa in VHKA	Koolstofvrije alternatieven in 2050
Grondstof	Olie	Kunststof	Beperkt (circa 5 PJ biomassa voor 0,1 Mton emissiereductie. Bij vergaande substitutie in 2050 270 PJ (grotendeels voor export); 10-20 PJ	Andere materiaalkeuzes
	Aardgas	Kunstmest	Niet	Productie op basis van groene H <sub>2</sub>
	Kolen	Primair staal	Niet	Nieuw proces op basis van elektriciteit: onzekerheid over beschikbaarheid in 2050
Energie-drager	Kolen Aardgas	Elektriciteit	5-35 TWh CO <sub>2</sub> -vrij regelbaar vermogen met combinatie van gascentrales en biomassacentrales of groen gas: 30-250 PJ	Wind op zee en op land, zonnestroom, geothermiecentrales, kernenergie, brandstoffen als H <sub>2</sub> en NH <sub>3</sub>
	Olie	Brandstof wegverkeer	100 PJ biobrandstoffen ofwel circa 200 PJ biomassa	Voertuigen met elektromotor op elektriciteit of H <sub>2</sub>
		Brandstof lucht- en scheepvaart	Geen onderdeel VHKA, bij 100% biobrandstoffen in 2050 (volgens NL-aandeel in mondiale economie) circa 350 PJ ofwel 600-700 PJ biomassa	Beperkt (scheepvaart) tot zeer beperkt (luchtvaart) aandeel op elektriciteit of H <sub>2</sub>
	Aardgas	Ruimteverwarming	2 bcm (ruim 60 PJ) groen gas ofwel circa 100 PJ biomassa	Elektrificatie, geothermie en mogelijk groene H <sub>2</sub>
		Proceswarmte bedrijven	Niet bij industrie en landbouw	Elektrificatie, groene H <sub>2</sub> en mogelijke diepe geothermie

Nog minder duidelijk is het voorstel van de elektriciteitstafel op dit punt. Naast concrete cijfers over wind en zon in 2030 wordt aangegeven dat in 2030 het CO<sub>2</sub>-vrije regelbare vermogen 15-40 TWh zal moeten kunnen leveren. Afgezien van een klein aandeel van kernenergie en uitgaande van een verbod op kolen dan zouden de volgende twee maatregelen voor 2030 aan de orde kunnen zijn: flexibele gascentrales, eventueel met een deel groen gas (verondersteld is 70% van de regelbare productie), aangevuld met beperkt regelbare biomassacentrales of gascentrales beide met CCS. De benodigde hoeveelheid biomassa om daarbij op nul-emissie uit te komen varieert tussen 30 en 250 PJ.

Overigens bieden beide typen maatregelen de mogelijkheid om tot (meer) negatieve emissies te komen – en voor emissievrije toekomstbeelden is dat eigenlijk noodzakelijk – door ook CCS toe te passen bij de biomassacentrales dan wel bij de productie van groen gas. Bij de biomassacentrales zou 8-30 Mton CO<sub>2</sub> kunnen worden afgevangen. In de variant met gascentrales en de productie van groen gas is de biomassainzet en daarmee ook het potentieel voor negatieve emissies minder en gaat het om 1-3 Mton extra afvang en opslag, iets meer dan er al bij de gascentrales zou moeten worden afgevangen om bij die centrales tot netto nul-emissie te komen. Het alternatief voor opslag is de CO<sub>2</sub> in te zetten voor de productie van koolwaterstoffen (CCU) ter vervanging van fossiele koolwaterstoffen. Dat betekent min-

der negatieve emissies, maar ook net zo veel vermindering van fossiele emissies. De afweging daartussen wordt vooral bepaald door kosten en risico's van CO<sub>2</sub>-opslag alsmede de maatschappelijke beoordeling van die risico's. Voor de lange termijn kunnen koolstofvrije energiedragers als waterstof of ammoniak wellicht voor regelbaar vermogen worden ingezet.

Ten slotte wordt er bij de industrie nog melding gemaakt van biobased chemie zonder een precieze inschatting van het emissie-effect, maar wel minder dan 1 Mton. Voor een emissiereductie van 0,1 Mton zou ongeveer 5 PJ aan biomassa nodig zijn. Daarbij moet worden aangegeven dat de meeste koolstof terecht komt in het product kunststof en een grotere emissiereductie optreedt in de afvalfase. Met een sterk op export gerichte chemiesector treedt dit effect grotendeels in het buitenland op. Voor de kunststofproductie zal een koolstofhoudende grondstof nodig blijven, zij het dat met het verder sluiten van kringlopen de koolstofinput kan worden teruggedrongen. Toch heeft de Nederlandse chemiesector aangegeven in een klimaatbestendig scenario in 2050 een vraag naar biomassa te krijgen van zo'n 270 PJ (VNCI).

### ***De totale vraag naar biomassa in 2030 op basis van het VHKA***

Het sluiten van kringlopen is niet mogelijk bij gebruik van koolstofverbindingen als transportbrandstof. Voor wegverkeer zijn er technische alternatieven, waarmee het denkbaar maar allerm minst zeker is dat deze in 2050 voor volledige decarbonisatie zorgen. Voor lucht- en scheepvaart is decarbonisatie op die termijn niet of nauwelijks mogelijk en wordt de koolstofvraag in de meeste scenario's flink groter. Ter indicatie van de biomassavraag op de schaal van Nederland is gerekend met een aandeel van Nederland in de mondiale lucht- en scheepvaart gelijk aan het aandeel van het Nederlandse bbp in de mondiale economie<sup>6</sup>. Bij 100% inzet van biobrandstoffen betekent dat een toekomstige vraag van 600-700 PJ aan biomassa. Ook al vormen lucht- en scheepvaart nu geen onderdeel van de emissiereductiedoelstelling van het Kabinet, deze indicatieve vraag maakt duidelijk dat een toekomstgerichte klimaatpak en een visie op de rol van biomassa daarin rekening moeten houden met deze bronnen.

De cijfers over het toekomstige duurzame aanbod van biomassa voor bio-energie en bio-grondstoffen laten een grote spreiding zien. Of met dat aanbod aan de toekomstige vraag kan worden voldaan is daarom allerm minst zeker maar evenmin uit te sluiten. Overigens betekent dat niet dat er een grens zou kunnen worden aangegeven voor de import van biomassa. Dat is ook niet zinvol. Als biomassa in Nederland efficiënt wordt verwerkt, zowel energetisch als qua koolstofbenutting, en Nederlandse bedrijven de producten daarvan exporteren, dan biedt dat juist economische kansen, zeker met de beschikbare infrastructuur.

De onzekerheid over vraag en vooral aanbod betekent echter wel dat moet worden gewaakt voor een impasse waarin niets gebeurt. Daarom enkele belangrijke noties voor de aanpak in de eerstkomende periode, waarvoor concrete afspraken in het Klimaatakkoord een flinke stap voorwaarts kunnen betekenen:

- Zet voor alle toepassingen vol in op de ontwikkeling en toepassing van andere CO<sub>2</sub>-vrije technieken; biomassa wordt alleen daar ingezet waar het met de alternatieven echt niet lukt. Overigens betekent een ontwikkeling van geavanceerde transportbrandstoffen voor wegverkeer een transitie die naar verwachting in een latere fase kan worden bijgebogen tot productie van brandstoffen voor lucht- en scheepvaart.
- Zet in de vergroting van het aanbod van duurzame biomassa door:
  - Verbetering van de inzameling van reststromen nationaal en ook in samenwerkingsprojecten internationaal
  - Ondersteuning van internationale projecten voor biomassateelt op en verrijking met koolstof van 'arme' gronden

<sup>6</sup> Het huidige gebruik van fossiele bunkerbrandstoffen in de Nederlandse lucht- en zeehavens is overigens flink groter dan dit aandeel.

- Ontwikkeling van nieuwe biomassateelt, bijvoorbeeld profprojecten voor wienenteelt
- Op termijn het vrijspelen van meer land voor energieteelt door vermindering van teelt voor veevoer; in Nederland is een belangrijke stap vermindering van de consumptie van dierlijke producten.
- Benut de biomassa optimaal en zet in op de technologieontwikkeling daarvoor. Een belangrijk voordeel van biomassa boven andere vormen van hernieuwbare energie is de opname van CO<sub>2</sub> uit de lucht, maar dit voordeel gaat verloren als bij de inzet van bio-energie dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> weer vrijkomt. Dit betekent zoveel mogelijk toepassing van CCU of CCS. Vooral kleinschalige verbranding zonder afvangmogelijkheden zoals in de gebouwde omgeving, bij kleine bedrijven maar ook voor de warmtevoorziening in warmtenetten moet daarom directe verbranding van biomassa worden vermeden.

Het blijft lastig om de duurzaamheid van biomassa in eenvoudige en goed handhaafbare criteria vast te leggen, zeker ook als het om klimaat gaat. Het feit dat de CO<sub>2</sub>-emissies bij de inzet van bio-energie op nul mogen worden gezet vanuit de ketengedachte waarbij diezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> bij de groei van de biomassa is opgenomen maakt bio-energie tot een aantrekkelijke optie voor emissiereductie in Nederland. Vele studies hebben inmiddels wel duidelijk gemaakt dat zo'n nul-emissie benadering niet terecht is. Immers, bij de teelt, de winning, het transport en de verwerking is ook energie nodig en treden ook emissies op, vaak voor een groot deel buiten Nederland. Overigens gebeurt dat evenmin met tal van andere geïmporteerde producten. Echter, bij biomassa is dat aandeel in de emissies relatief groot.

Een correctie om tot realistischer reductiepercentages te komen gebeurt niet in de grondgebied benadering. Immers, de emissies buiten onze grenzen zouden onderdeel moeten zijn van de emissies in andere landen. Dat zijn er vele en het is daarom niet zeker of alle emissies wel in beeld zijn.

Een complicerende factor voor de vaststelling van de emissie-effecten is de tijd. Emissieoverzichten worden vooral voor een bepaald jaar gemaakt, maar de broeikasgasbalans voor bio-energie is sterk afhankelijk van de periode waarover deze wordt opgemaakt. Aspecten als de groei van bomen, verandering in het koolstofgehalte van bodems na (vaak indirecte) landgebruiksverandering, maar ook de afbraak van resthout in het bos of van afval op een stort zijn processen die zich uitstrekken over vele jaren met bovendien een in de tijd veranderend effect. De berekening van het feitelijke netto emissie-effect van de inzet van extra bio-energie in het eerstvolgende jaar is daarom zeer complex. Het vraagt om een zorgvuldige aanpak, die maatschappelijk breed wordt gedeeld, waarin kansen die biomassa voor de energietransitie biedt worden benut en ongewenste effecten worden vermeden.

## 9 Borging en governance

Een belangrijke vraag die in de voorstellen nog niet aan de orde is gekomen is de vraag welke aard en status de afspraken die uiteindelijk gemaakt worden zullen en kunnen hebben. De opgave aan de tafels betekent dat de manier waarop energie in Nederland verbruikt en geproduceerd wordt het komende decennium flink zal moeten veranderen, een verandering die in de decennia daarna door moet zetten om in 2050 de Parijs-doelen te kunnen halen. Op dit moment is nog veel onzeker met betrekking tot de manier waarop de toekomstige energievoorziening er werkelijk uit zal (kunnen) zien. Zelfs over de mogelijkheden tot 2030 is nog de nodige onzekerheid. In 2030 zullen sommige onderdelen van het toekomstig systeem echter al duidelijk vorm moeten krijgen, en het zicht op andere scherper worden. De afspraken van het klimaatakkoord zouden dat moeten bewerkstelligen.

De voorstellen die nu met deze oogmerken worden opgesteld, moeten zich rekenschap geven van de onzekerheden ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen. Het is onvermijdelijk dat gedurende de periode van 11 jaar die het akkoord zal lopen sommige van de huidige veronderstellingen over toekomstige ontwikkelingen niet volledig juist zullen blijken. Ontwikkelingen in binnen- en buitenland zullen anders lopen dan op dit moment bedacht, waardoor doelen minder makkelijk of juist makkelijker kunnen worden bereikt. Effecten van maatregelen of kosten ervan kunnen mee- of tegenvallen, of er kunnen neveneffecten optreden waarvan nu nog niet gedacht, die meer of minder inzet op bepaalde ontwikkelingen wenselijk maken. Ook kunnen aanpalende beleidskwesties, onverwachte gebeurtenissen, of anderszins onverwachte ontwikkelingen optreden, waardoor de nu afgesproken koers niet langer als optimale wordt beschouwd.

Het ligt voor de hand dat partijen in principe gehouden worden aan de gemaakte afspraken. Echter, stug volharden in de afspraken in de wetenschap dat de feiten een andere koers ondersteunen kan negatieve gevolgen hebben voor het draagvlak voor het akkoord. Ook zullen er ervaringen zijn waar lering uit getrokken kan worden. Het lijkt daarmee verstandig in het akkoord de mogelijkheid open te houden om, als de omstandigheden daar aanleiding toe geven, de afspraken aan te passen. Zowel veranderingen in het streefbeeld, als veranderingen in de instrumenten die worden overeengekomen om dat streefbeeld te realiseren zouden in principe moeten kunnen worden doorgevoerd. Ook zouden afspraken nu al gemaakt kunnen worden via 'als-dan, en als niet-dan' constructies, wanneer nu nog teveel onzekerheden bestaan om zich op een bepaalde koers vast te leggen. Echter, duidelijk is dat afspraken niet zomaar of eenzijdig aangepast moeten kunnen worden. Voor het behoud van commitment van de deelnemende partijen, het maatschappelijk draagvlak voor de afspraken en investeringszekerheid is het van belang dat van tevoren duidelijk is in welke omstandigheden, onder welke voorwaarden en met welk oogmerk eventuele aanpassingen kunnen plaatsvinden, en in welke gevallen aanpassingen binnen de sector dienen te worden gevonden of in het akkoord als geheel dienen te worden 'opgelost'. Het is dus, gegeven de grote kans op 'onvoorziene' ontwikkelingen gedurende de 11 jaar looptijd van het akkoord, raadzaam om ook af te spreken wat er gebeurt wanneer bepaalde specifieke of generieke 'onvoorziene omstandigheden' optreden. Flexibiliteit in de vorm, kan zo robuustheid over de koers verschaffen ondanks onzekerheid over de toekomst, en biedt zo wellicht juist meer garantie over uiteindelijk doelbereik. Een reservepakket voor de inzet van maatregelen die aan bod komen wanneer het akkoord desondanks ontoereikend blijkt voor het bereiken van de maximaal resterende emissies die passen bij 49% emissiereductie kan verdere robuustheid verzorgen.

Deze afspraken zouden deel uit kunnen maken van een borgingsmechanisme dat erop toe zou moeten zien dat de afspraken worden nageleefd en de doelstelling(en) bereikt worden.

Daartoe is het noodzakelijk een monitoringssysteem op te zetten dat toeziet op de ontwikkeling van de omstandigheden, naast de monitoring van de voortgang van de afspraken zelf. Over het borgingsmechanisme is in het VHKA nog weinig afgesproken. Een dergelijk mechanisme is essentieel om tijdig te kunnen bijsturen en de doelen te realiseren.

Ten aanzien van borging van afspraken kan uiteraard geput worden uit een verscheidenheid aan ervaringen op allerlei beleidsterreinen. Op het gebied van energie en klimaat hebben we in Nederland recente ervaringen met de borging van het Energieakkoord. Daarnaast ligt er in het voorstel voor een Klimaatwet een parlementair breed gedragen voornemen voor rapportage over, analyse van en aanpassing van het klimaatbeleid. Ook internationale klimaatafspraken bieden zinvolle beginselen ter borging van de afgesproken resultaten. Onderstaande opsomming biedt voorbeelden van elementen die bij het samenstellen van het borgingsmechanisme overwogen kunnen worden.

- Een Borgingscommissie Klimaatakkoord, die globaal werkt volgens de aanpak van de Borgingscommissie Energieakkoord. Partijen zijn daarin zelf verantwoordelijk voor de voortgang; een secretariaat faciliteert monitoring, communicatie en bijsturing;
- Frequente, bijvoorbeeld jaarlijkse, monitoring van de voortgang, zowel op afspraakniveau als op overall resultaatsniveau bijvoorbeeld door aan te sluiten bij
- De in het wetsvoorstel voor een klimaatwet gesuggereerde, openbare, Klimaat- en Energieverkenning (KEV), zoals nu de Nationale Energieverkenning over de voortgang van het Energieakkoord rapporteert. Gegeven de vele interacties met reeds bestaand beleid en autonome ontwikkelingen, die het effect van afspraken kunnen beïnvloeden, ligt het voor de hand dat enerzijds wordt gestuurd op het nakomen van de concreet gemaakte afspraken en dat op overall resultaatsniveau gestuurd wordt op de verwachte resterende emissies.
- Een vast moment waarin de Kamer de voortgang van het Klimaatakkoord kan bespreken en het kabinet ter verantwoording kan roepen, parallel aan het Voorstel voor een Klimaatwet de Tweede Kamer waarin een vast moment heeft waarin ten principale met het kabinet over het klimaatbeleid wordt gesproken, ook.
- Bijsturing van de voortgang van afspraken met gepaste frequentie aan de hand van mediane verwachtingswaarden. Aanvullen van de afspraken bij tekortschieten van de resultaatverwachting kan wellicht bijvoorbeeld in een tweejaarlijkse cyclus plaatsvinden, omdat er zoveel verschillende factoren de voorziene uitkomst voor 2030 bepalen.
- Gepaste intervallen, bijvoorbeeld eenmaal per vijf jaar, waarop de voortgang ten principale wordt geëvalueerd, nieuwe ontwikkelingen in ogenschouw genomen en het akkoord wordt verlengd zodat de looptijd steeds voldoende ver vooruit kijkt.
- Partijen van het akkoord leggen zo goed mogelijk vooraf vast bij welk type onvoorziene omstandigheden andere aanpassingen nodig kunnen zijn. Deze lijst kan niet exclusief zijn;
- Een afspraak dat bij evaluatie en aanpassingen een aanscherping van de doelen is te overwegen, een terugval niet, zoals internationaal afgesproken in het klimaatakkoord van Parijs;
- Aansluiting bij de periodiciteit van het Voorstel tot een Klimaatwet, met vijfjaarlijkse klimaatplannen van de regering;
- Adequate monitoring van de voortgang van de Regionale Energiestrategieën (RES), volgens een format dat optelling van de regionale prestaties tot de bijdrage aan nationale doelen mogelijk maakt.

Er zijn uiteraard varianten op deze mogelijkheid denkbaar. De kern is dat het zinvol is de borging van het mogelijke akkoord, verslaglegging over de voortgang, voorwaarden van aanpassing en betrokkenheid van maatschappelijke partijen en de Tweede Kamer goed af te spreken en na te denken welk type debat het best jaarlijks, tweejaarlijks of vijfjaarlijks kan plaatsvinden en welke informatie daarvoor nodig is.

# 10 Gebouwde omgeving

## 10.1 Beoordeling van de voorstellen

De voorstellen in het VHKA voor de gebouwde omgeving zijn een goede aanzet voor een klimaatpakket dat de beoogde opgave voor emissiereductie kan realiseren. Er is veel aandacht geschonken aan ontwikkeling van een samenhangend pakket beleidsinstrumenten dat er voor moet zorgen dat gebouwen versneld geschikt worden gemaakt voor klimaatneutrale verwarming, dat de kosten van benodigde maatregelen dalen, dat klimaatneutraal verwarmen rendabeler wordt dan verwarmen met aardgas en dat particulieren de maatregelen gemakkelijker kunnen financieren. Het instrumentenpakket moet echter nog verder worden uitgewerkt om te kunnen beoordelen of bedrijven en burgers daardoor de beoogde maatregelen daadwerkelijk gaan nemen. In de komende fase van het onderhandelingsproces zou de aandacht vooral moeten uitgaan naar de volgende onderwerpen:

- Verdere uitwerking van de wijkaanpak:  
De wijkaanpak kan in potentie een grote invloed hebben op het tempo van verduurzaming van gebouwen via besluiten over gefaseerde verwijdering van gasnetten. Dat vergt wel zorgvuldige procedures en stevige ondersteuning van gemeenten met inhoudelijke kennis, proceskennis en capaciteit, naast wettelijke en juridische borging van de benodigde bevoegdheden. Er zijn stimulansen nodig om uitstellen en vertragen van besluiten te ontmoedigen. Er is ook meer zekerheid over het eindbeeld nodig voor marktpartijen, zodat ze kunnen investeren in innovaties. Ook is meer duidelijkheid nodig over de mate van keuzevrijheid voor gebouweigenaren.
- Normering (al aangekondigd aan de GO-tafel):  
Besluiten of, waar en hoe normering zal worden ingezet om het gewenste tempo in gebouwaanpassingen te helpen realiseren.
- Instrumenten voor de dienstensector:  
Ontwikkel toetsbare afspraken met de dienstensector en stel dat niet uit tot 2021, zoals nu is voorgesteld. Zonder instrumentatie in het finale klimaatpakket kan aan deze voorname geen effect worden toegekend.
- Verfijnen van het streefbeeld:  
Is er behoefte aan bijstelling van het doorgerekende streefbeeld m.b.t. 1) de verdeling van woningen over verwarmingstechnieken, 2) de verdeling tussen koop en huur, 3) de verdeling van warmtenetaansluitingen over woningen en bedrijven, 4) het gebruik van restwarmte en geothermie in nieuwe warmtenetten?
- Concretere afspraken over financiering:  
Zowel bij corporaties, dienstensector als particulieren is nog onduidelijk wie het onrendabele deel van investeringen gaat betalen. Welke subsidies zijn er en hoe hoog wordt de energielasting op aardgas richting 2030? Wat doen we met woningen die niet kosteneffectief klimaatneutraal gemaakt kunnen worden en met woningeigenaren die niet kunnen investeren, ook niet met GGF? Hoe reduceren we de risico's van financiering in warmtenetten tot acceptabele niveaus? Kan overeenstemming worden bereikt over de financiële eisen van corporaties?
- Aanbod hernieuwbare energie:  
Met welke energiedragers wordt de warmtevoorziening in 2050 volledig klimaatneutraal gemaakt en wat zijn de tussendoelen voor 2030? Welke afspraken worden er gemaakt over de productie van duurzame elektriciteit, duurzame warmte en duurzame gassen? Hoe wordt dat gefinancierd?

Voordat de genoemde punten concreet gemaakt zijn, is het niet mogelijk om de effecten van de instrumenten te bepalen. Daarom is alleen gerekend aan het in het VHKA weergegeven streefbeeld.

## 10.2 Samenvatting streefbeeld

### 10.2.1 Streefbeeld: maatregelen, emissies, kosten

In het streefbeeld voor de gebouwde omgeving, dat uit het werkdocument<sup>7</sup> kan worden gedistilleerd, worden tot 2030 ruim 1,5 miljoen woningen verduurzaamd, halveert de dienstensector zijn CO<sub>2</sub>-emissie ten opzichte van 1990 en wordt 21,5 PJ geothermie gewonnen om een klimaatneutrale uitbreiding van warmtenetten mogelijk te maken. In 2030 resulteert het volledige pakket maatregelen in 3,7 Mton additionele reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van het referentiescenario in de sector gebouwde omgeving tegen jaarlijkse maatschappelijke kosten van 300-600 miljoen euro. De benodigde additionele investering is 18 tot 23 miljard euro, wat verdisconteerd neerkomt op 860 miljoen tot 1,1 miljard euro per jaar. Het grootste deel van de kosten, 720-770 miljoen euro per jaar, heeft betrekking op investeringen in de energiesector. De bandbreedte wordt veroorzaakt door onzekerheid over de te realiseren kostendaling van technische maatregelen tussen nu en 2030. Tegenover de investeringen staan aanzienlijke besparing op brandstofkosten van 500 miljoen euro.

Nationaal gezien is er per saldo dus een besparing op met name brandstofkosten bij gebouwde eigenaren en een toename van met name investeringskosten in de energiesector. Een groot deel van deze kosten in de energiesector zal worden doorberekend naar eindgebruikers. Wie uiteindelijk wat moet betalen hangt af van beleidskeuzes en tariefstelling. In deze analyse hebben we niet gekeken naar het effect op eindgebruikerskosten.

Voor de taakstelling van de sectortafel wordt alleen gekeken naar de directe emissiereductie (emissies in de energiesector valt onder een andere tafel). De directe emissiereductie van 3,7 Mton overtreft de taakstelling voor de sectortafel van 3,4 Mton CO<sub>2</sub>. Het aantal verduurzaamde woningen is echter 25% minder dan wat volgens het regeerakkoord nodig is, namelijk 200.000 woningen per jaar vanaf 2020<sup>8</sup>.

Daarnaast heeft de tafel aangegeven dat ze verwacht dat in 2030 2 miljard m<sup>3</sup> duurzame gasen nodig zijn in de gebouwde omgeving (goed voor 3,6 Mton emissiereductie).<sup>9</sup> Die verwachting is niet onderbouwd en het ontbreekt nu nog aan een aanpak deze duurzame gasen te produceren.

De bijdrage van dit streefbeeld aan de transitie naar een circulaire economie beperkt zich tot de transitie van fossiele naar hernieuwbare energiebronnen. De sectortafel heeft geen concrete voorstellen gedaan voor een transitie naar circulair materialengebruik.

### 10.2.2 Reflectie op de samenhang tussen technische maatregelen

De voorgestelde maatregelen vormen een samenhangend geheel. De inzet van geothermie en duurzaam gas is echter onvoldoende onderbouwd. Het lijkt goedkoper om in plaats van

<sup>7</sup> Bijdrage van de Sectortafel Gebouwde Omgeving aan het Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord, <https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving/documenten/publicaties/2018/07/10/bijdrage-gebouwde-omgeving>.

<sup>8</sup> De letterlijke tekst op pag.34 van het regeerakkoord luidt: 'Hiermee wordt een eerste stap gezet op weg naar een verduurzaming van 200.000 huizen per jaar, een tempo dat nodig is om in de 30 jaar tot 2050 de hele voorraad van 6 miljoen woningen te verduurzamen.' De huidige woningvoorraad bedraagt 7,7 miljoen woningen waarvan 0,7 miljoen reeds verduurzaamd zijn. De werkelijke opgave is dus 7 miljoen woningen in 30 jaar.

<sup>9</sup> Zie pagina 21 van de bijdrage van de Sectortafel Gebouwde Omgeving aan het Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord, <https://www.klimaatakkoord.nl/gebouwde-omgeving/documenten/publicaties/2018/07/10/bijdrage-gebouwde-omgeving>.



geothermie meer gebruik te maken van tot nu toe ongebruikte restwarmte, ten minste tot 2030. Ook de inzet van 2 miljard m<sup>3</sup> duurzaam gas wordt niet gemotiveerd en is niet nodig om het emissiedoel voor 2030 te halen. Daarom is het niet in de berekening van de additionele emissiereductie betrokken.

### 10.2.3 Reflectie op instrumentatie

De sectortafel gebouwde omgeving heeft veel voorstellen ontwikkeld voor instrumenten om de energietransitie in de gebouwde omgeving te stimuleren. Er worden nieuwe instrumenten voorgesteld om de kosten van maatregelen te verlagen, het gebruik van aardgas te ontmoedigen, de financiering van investeringen voor huizenbezitters te vergemakkelijken en om de besluitvorming over toekomstige energie-infrastructuur in goede banen te leiden.

De meeste instrumenten zijn echter nog onvoldoende uitgewerkt om een goed onderbouwde schatting te kunnen maken van hun effecten op het type en aantal maatregelen dat gebouweigenaren naar verwachting zullen gaan nemen. Dit betekent dat geen schattingen gemaakt kunnen worden van de te verwachten emissiereductie, investeringen, jaarlijkse kosten, lastenverdeling, gevolgen voor overheidsuitgaven en -inkomsten en werkgelegenheidseffecten die door inzet van deze instrumenten gerealiseerd zouden worden.

Het instrument dat naar verwachting de grootste invloed op het investeringstempo zal hebben is de wijkgerichte aanpak, waarin gemeenten op wijkniveau gaan bepalen op welke termijn de gasnetten worden verwijderd en welke energie-infrastructuur daarvoor in de plaats komt. Zolang dat onduidelijk blijft, is het voor gebouweigenaren en voor aanbieders van gasloze concepten rationeel om een afwachtende houding aan te nemen. De voorstellen voor subsidies en voor normering van gebouwgebonden energieverbruik zijn onvoldoende uitgewerkt om te kunnen bepalen of die een afwachtende houding kunnen doorbreken.

Daarnaast is het van belang klimaatneutraal verwarmen (en koelen) van gebouwen zo snel mogelijk goedkoper te maken dan verwarmen met fossiele brandstoffen. Dit kan door de investeringskosten te verlagen en de belasting op fossiele energiedragers te verhogen. Gunstige financieringsregelingen kunnen ook financiële barrières wegnemen. Deze drie opties worden in het VHKA aangereikt, maar zijn nog niet allemaal concreet uitgewerkt. Er zijn ambities voor kostendaling aangegeven, maar er zijn nog te veel onzekerheden over het tempo waarin volumegroei zal optreden. De voorgestelde verschuiving van energiebelasting (+5,5 cent/m<sup>3</sup> gas en -2,7 cent/kWh) levert een bescheiden bijdrage, maar zou sterker moeten worden ingezet om een substantieel effect te bereiken. De tafel spreekt ook over de wens deze schuif groter te maken tot 20 ct/m<sup>3</sup> voor aardgas erbij en 7,34 ct/kWh eraf bij elektriciteit, eventueel gecombineerd met een extra belastingvermindering van 81 euro. Gebouwgebonden financiering (ggf) wordt als belangrijk instrument genoemd, maar het is nog onduidelijk of aan alle gestelde voorwaarden kan worden voldaan om dit instrument daadwerkelijk mogelijk te maken.

### 10.2.4 Passen de voorstellen bij de langetermijntransitie (2050)?

De voorstellen leggen een goed fundament voor het bereiken van de klimaatdoelen voor 2050. De aandacht voor kostendaling en efficiëntieverbetering is daarvoor van groot belang, evenals verruiming van financieringsmogelijkheden en verschuiving van de energiebelasting van elektriciteit naar gas.

Het nu gekozen tempo van verduurzaming van woningen (toegroeien naar 200.000 woningen<sup>10</sup> per jaar vanaf 2028) heeft gevolgen voor de periode na 2030. Dan zal het tempo richting 300.000 woningen per jaar (excl. sloop) moeten groeien om in 2050 alle woningen

---

<sup>10</sup> Het VHKA schrijft soms over 200.000 woningen en op andere plaatsen over 200.000 gebouwen die jaarlijks verduurzaamd moeten worden. In deze analyse hanteren we de doelstelling van 200.000 woningen.

klimaatneutraal te kunnen verwarmen. Als alternatief kan een deel van die woningen met duurzaam gas worden verwarmd.

Er is geen uitwerking gemaakt van of visie gemaakt op het aanbod van hernieuwbare energie in het eindbeeld voor 2050. Zo'n visie op de beschikbaarheid van hernieuwbare bronnen zoals bijvoorbeeld geothermie, aquathermie, restwarmte, biomassa en groen gas, is nodig om te bepalen of het streefbeeld van verduurzaming past bij de langetermijntransitie. Immers het aantal woningen dat verduurzaamd kan worden met een hybride warmtepomp, hangt af van de beschikbaarheid van duurzaam gas. Hetzelfde geldt voor het aantal woningen dat verduurzaamd kan worden door aansluiting op een warmtenet, wat afhankelijk is van de beschikbaarheid van hernieuwbare warmtebronnen. En het aantal woningen dat all-electric kan worden is afhankelijk van de beschikbaarheid van hernieuwbare elektriciteit.

De dienstensector heeft, in het licht van zijn prestaties tot nu toe (0,9 Mton reductie in 27 jaar), een versnelling van zijn emissiereductie voorgesteld: 3,2 Mton in de komende 11 jaar, tot 2030. Het instrumentarium voor die versnelling, een nieuw type normering, wordt echter pas na afsluiting van het klimaatakkoord ontwikkeld. Als de voorgestelde versnelling lukt, ligt de sector op schema voor 100% emissiereductie in 2050.

### 10.2.5 Voorgenomen acties en mijlpalen op korte termijn (tot en met 2021)

De inspanningen in de komende drie jaar richten zich op de nieuwbouw, op kostenreductie en op ontwikkelen van een wijkgerichte aanpak.

Voor de nieuwbouw is een convenant gesloten om zoveel mogelijk gebouwen zonder aansluiting op het gasnet op te leveren. Dat is nu al het geval bij 55% van de nieuwbouw en partijen willen dit percentage verhogen naar minimaal 75%. Dat leidt niet alleen tot snelle emissiereductie maar behoedt gasbedrijven ook voor investeren in een gasnet dat mogelijk later, bij de uitvoering van warmteplannen, vervroegd moet worden afgeschreven. Gezien het vrijwillige karakter van de afspraken en het ontbreken van financiële compensatie van de extra kosten voor aanpassing van bouwplannen, is het echter onzeker of dit doel gerealiseerd kan worden.

Kostenreductie van energiebesparing en klimaatneutrale warmteopwekking wordt nagestreefd door de verduurzaming van gebouwen te bundelen. Door schaalvergroting en industrialisatie (prefab) en door gebundelde aanbesteding denken deelnemende partijen kostenreducties van 15 tot 50% te kunnen bereiken. Corporaties zijn bereid hun planning van renovaties aan te passen om een wijkgerichte uitrol van warmtenetten of all-electric-renovaties mogelijk te maken. Gemeenten gaan geschikte wijken aanwijzen en zullen proberen particuliere woningeigenaren en commercieel vastgoed hierbij te laten aansluiten. Hierbij wordt samenwerking gezocht met de proeftuinen van BZK voor 100 aardgasvrije wijken die in 2018 van start zijn gegaan. Het gaat de komende drie jaar om verduurzaming van 120.000 woningen waarvan ongeveer de helft op bestaande warmtenetten worden aangesloten. Het is de vraag of deze volumes groot genoeg zijn om de beoogde kostenreductie te realiseren. Wellicht is daar meer volume (en dus meer tijd) voor nodig dan nu is afgesproken. Het is ook nog onduidelijk hoe het leerproces in deze projecten wordt georganiseerd en hoe de ervaringen voor andere (vaak commerciële) partijen beschikbaar komen.

De komende drie jaar moeten gemeenten voor alle wijken een transitievisie warmte (warmteplan) opstellen, waarin is vastgelegd wat het alternatief voor aardgas wordt en wanneer dit wordt uitgevoerd. Gebeurt dat vóór 2030, dan moet ook worden bepaald of er een warmtenet komt, of sprake is van een verzwaring van het elektriciteitsnet of gekozen wordt voor een hybride optie met hernieuwbaar gas. Er wordt een leidraad ontwikkeld om gemeenten te

helpen een weloverwogen en democratisch gedragen afweging van opties te maken. Er komen handreikingen voor het participatieproces. In 100 proeftuinen voor aardgasvrije wijken wordt ervaring opgedaan met besluitvorming over deze kwesties. In 2018 gaan de eerste 20 proeftuinen van start. Deelnemers kunnen zich aanmelden voor een leerprogramma. Er zijn waarschijnlijk voldoende enthousiaste gemeenten om 100 proeftuinwijken te verzamelen, maar er zijn ook gemeenten die terughoudend zijn over het eventueel weghalen van gasnetten. Die zullen de ervaringen van voorlopers willen afwachten om te kunnen profiteren van gerealiseerde kostendalingen en verbeterde procedures. Veel gemeenten zullen ook afwachten zolang de leidraad niet is vastgesteld en onduidelijkheid blijft bestaan over de regionale energiestrategieën en over financiering van de benodigde capaciteitsuitbreiding. Wat ontbreekt aan de voorgestelde instrumenten voor de wijkaanpak is een instrument dat afwachten door gemeentes ontmoedigt. Als te veel gemeenten hun warmtetransitie uitstellen tot na 2030, kan het einddoel voor 2050 in gevaar komen.

## 10.3 Analyse streefbeeld per cluster van maatregelen

### 10.3.1 Emissiereductiepotentieel ten opzichte van referentiescenario

Het streefbeeld voor de gebouwde omgeving moet bereikt worden met clusters van maatregelen voor de onderdelen nieuwbouw van woningen, bestaande koopwoningen, bestaande huurwoningen, de dienstensector en verduurzaming van energiedragers. Voor elk van deze onderdelen beschrijven we kort de voorgestelde maatregelen en wat dat toevoegt aan het referentiescenario uit de NEV 2017.

#### ***Nieuwbouwwoningen aardgasvrij maken***

Per 1 juli 2018 is het niet langer verplicht om nieuwbouwwoningen op het aardgasnet aan te sluiten. Die verplichting geldt echter nog wel voor woningen die op die datum al verkocht waren of al een bouwvergunning hadden aangevraagd. Partijen aan de sectortafel Gebouwde Omgeving willen dat vanaf nu minimaal 75% en vanaf 2021 bijna 100% van alle nieuwbouwwoningen zonder gasaansluiting worden opgeleverd. In het referentiescenario worden al veel nieuwbouwwoningen zonder gasaansluiting opgeleverd. In grote uitbreidingswijken bij bestaande warmtenetten, bijvoorbeeld in Amsterdam, Rotterdam en Utrecht, is verondersteld dat 80% van de nieuwbouwwoningen al op die netten worden aangesloten, dat is 20% van de nieuwbouwwoningen. Er is in het basispas ook al rekening gehouden met afschaffing van de aansluitplicht op termijn. Vanaf 2021 is in het referentiescenario verondersteld dat 25% van alle nieuwbouwwoningen op een warmtenet worden aangesloten, en dat de overige nieuwbouw voor driekwart volledig elektrisch verwarmd zou worden (56%) en dat de rest (19%) een hybride warmtepomp zou krijgen. Dat betekent dat tot 2030 in het referentiescenario reeds is verondersteld dat 542.000 nieuwbouwwoningen zonder gasloos worden opgeleverd (tabel 10.1). Met de voornemens van de GO-tafel groeit dat aantal naar 668.000 woningen in 2030. Dit is een ondergrens omdat partijen streven naar meer dan 75% gasloze nieuwbouwwoningen.

**Tabel 10.1 Verdeling aantal nieuwbouwwoningen (x1000) 2018-2030 over type warmtevoorziening volgens het referentiescenario en het VHKA**

	Nieuwbouw totaal	Gas CV	Hybride	Aardgasvrij sub-totaal	wv all-eletric	wv warmtenet
Referentiescenario	717	38	137	542	372	170
Extra door VHKA		0	-127	127	95	32
Streefbeeld VHKA	717	38	10	669	467	201

De afspraken over nieuwbouwwoningen komen er op neer dat 127.000 woningen in plaats van een hybride warmtepomp straks een elektrische warmtepomp of een aansluiting op het warmtenet krijgen. Daarvoor is geen aanvullende isolatie nodig. Deze maatregelen leiden tot 1,6 PJ minder gasverbruik voor hybride warmtepompen in de GO, hetgeen de jaarlijkse directe CO<sub>2</sub>-emissies in 2030 met 0,1 Mton reduceert. Dit effect wordt gedeeltelijk gecompenseerd door extra indirecte emissies bij de warmteproductie met hulpketels. Ook is er extra elektriciteitsvraag, maar deze is meegenomen bij de doorrekening van de voorstellen van de klimaattaafel Elektriciteit.

Om bovengenoemde emissiereductie te realiseren, zijn 500 tot 600 miljoen euro extra investeringen nodig gedurende de periode tot 2030 in warmtepompen. Die investeringen komen voort uit de kostenverschillen tussen een hybride warmtepomp (die in het referentiescenario zou zijn aangeschaft) en een volledig elektrische warmtepomp (7000 euro duurder). Voor de extra aansluitingen op een warmtenet zijn 260-280 miljoen euro investeringen nodig in de energiesector voor uitbreiding van warmtenetten en 125 miljoen investeringen in hernieuwbare warmte uit geothermie om de extra warmtelevering duurzaam te produceren. Hierbij is gerekend met de kostendalingen die de aangesloten partijen tot 2030 met innovatie en schaalvergroting willen realiseren: bij warmtenetten 0 tot 15% en bij warmtepompen 25 tot 50%.

### ***Bestaande huurwoningen verduurzamen***

Woningcorporaties willen in de periode 2019-2021 in de Startmotor aanpak 50.000 woningen verduurzamen via aansluiting op warmtenetten en 50.000 woningen via andere duurzame warmtetechnieken. Daarnaast organiseert BZK proeftuinen voor 100 aardgasvrije wijken. Daarmee worden naar schatting 75.000 woningen bereikt (huur en koop), die deels overlappen met de woningen die deelnemen aan de Startmotor en deels na 2021 worden gerealiseerd. Vanaf 2022 wordt beoogd met de aardgasvrije wijkenaanpak te versnellen naar het verduurzamen van 200.000 woningen per jaar, ruim voor 2030. In overleg met het secretariaat van de sectortafel is 'ruim voor 2030' door ons geïnterpreteerd als 'vanaf 2028'. Vanaf 2022 willen de corporaties de helft van de CO<sub>2</sub>-reductie in de bestaande woningvoorraad voor hun rekening nemen. Tussen 2021 en 2028 hanteren we daarom een lineaire groei naar 100.000 woningen per jaar (tabel 10.2). In totaal gaat het om het verduurzamen van 820 duizend corporatiewoningen in de periode 2019-2030. Over particuliere huurwoningen zijn in de VHKA-tekst geen voorstellen opgenomen; daardoor ontbreken die in dit streefbeeld.

De corporaties geven in de uitwerking van de Startmotor en hun routekaart aan dat in 2021 ongeveer 45% van de woningen wordt aangesloten op warmtenetten en dat van de rest 1/3 all-electric wordt gerenoveerd en de overige 2/3 een hybride systeem krijgt. De woningen worden geïsoleerd passend bij het warmte-aanbod systeem. Het aardgasverbruik van een bestaande corporatiewoning is in 2030 gemiddeld circa 870 m<sup>3</sup>/jaar. Bij een all-electric of warmtenet renovatie wordt dit tot nul gereduceerd. Een hybride optie reduceert dit tot ca. 400 m<sup>3</sup>/ jaar.

In het referentiescenario is verondersteld dat door de Stroomversnelling 101 duizend bestaande woningen all-electric worden in de periode 2019-2030. Dat was een afspraak uit het Energieakkoord van 2013. In het streefbeeld van het klimaatakkoord neemt dit aantal toe met 53 duizend. Het aantal huurwoningen op een warmtenet neemt toe met bijna 357 duizend aansluitingen en het aantal hybride-systemen neemt toe met 260 duizend toe ten opzichte van het referentiescenario, zie tabel 10.2.

**Tabel 10.2 Ontwikkeling aantal huurwoningen (x1000) per warmte-optie 2019-2030 volgens het VHKA-streefbeeld en het referentiescenario**

Zichtjaar	Corporaties VHKA streefbeeld				Corporaties referentiescenario (overlap)		
	Totaal streefbeeld	All-electric	Hybride	Warmtenet	All-electric	Hybride	Warmtenet
2019	17,5	2,5	5,0	10,0	10,0	0,0	0,0
2020	30,0	5,0	10,0	15,0	10,0	0,0	0,0
2021	55,0	10,0	20,0	25,0	10,0	0,0	0,0
2022	50,8	7,7	15,4	27,8	10,0	0,0	0,0
2023	57,8	9,1	18,2	30,5	10,0	0,0	0,0
2024	64,7	10,5	21,0	33,3	10,0	0,0	0,0
2025	71,6	11,9	23,8	36,0	10,0	0,0	0,0
2026	81,1	15,0	30,1	36,0	10,0	9,6	0,0
2027	90,5	18,2	36,4	36,0	10,0	9,6	0,0
2028	100,0	21,3	42,7	36,0	11,0	9,6	0,0
2029	100,0	21,3	42,7	36,0	0,0	9,6	0,0
2030	100,0	21,3	42,7	36,0	0,0	9,6	0,0
periode 2019-30	819,1	153,9	307,7	357,5	101,0	48,2	0,0

NB: cursief gedrukte cijfers zijn in overleg met het secretariaat afgeleid uit de VHKA-tekst.

De verduurzaming van bestaande sociale huurwoningen levert in 2030 een reductie op ten opzichte van het referentiescenario van ruim 15 PJ aardgas en 0,9 Mton directe CO<sub>2</sub>-emissie. De extra investeringen t/m 2030 bedragen 0,9 tot 2,4 miljard euro voor extra isolatie en (hybride) warmtepompen. De investeringen in warmtenetten vallen in de energiesector en bedragen voor de huursector 4,1-4,6 miljard euro. Hierbij zijn dezelfde kostendalingen tussen 2019 en 2030 gehanteerd als beschreven bij nieuwbouw. Daarnaast zijn er nog investeringen nodig in hernieuwbare warmte (1,4 miljard euro), en kosten voor netverzwaring bij all-electric woningen (0,1 miljard euro) en verwijdering van het gasnet (0,4 miljard euro). Daar tegenover staat 0,9 miljard aan uitgespaarde investeringen voor vervanging van CV-ketels in de huursector zelf voor huurwoningen die worden aangesloten op een warmtenet.

### **Verduurzaming van bestaande koopwoningen**

De corporaties nemen de helft van het streefbeeld voor woningen voor hun rekening. De andere helft in 2030 zal volgens het streefbeeld in koopwoningen worden gerealiseerd. Dat wil zeggen bijna 36 duizend koopwoningen verduurzamen in 2022 olopend naar 100.000 woningen per jaar vanaf 2028. Voor deze woningen is dezelfde verdeling van warmtetechnieken verondersteld als in de huursector. Vanaf 2025 willen partijen jaarlijks 80.000 woningequivalenten aansluiten op warmtenetten. Daarvan is verondersteld dat 10% betrekking heeft op gebouwen in de dienstensector en dat de resterende 72.000 woningequivalenten gelijk verdeeld worden over koop- en huurwoningen. Dat betekent dus dat vanaf 2025 jaarlijks 36.000 koopwoningen worden aangesloten op een warmtenet. Van de resterende 64.000 te verduurzamen koopwoningen per jaar is in deze doorrekening verondersteld dat 2/3 deel een hybride warmtepomp krijgt en 1/3 deel een elektrische, net als in de huursector. Ook in de koopsector wordt de isolatie van woningen afgestemd op de warmtetechniek. Omdat koopwoningen gemiddeld groter zijn en meer energie gebruiken dan huurwoningen, is de emissiereductie in deze woningen ook groter.

In het referentiescenario is het aantal all-electric renovaties en het aantal nieuwe aansluitingen op een warmtenet zeer beperkt, maar het aantal geïnstalleerde hybride ketels is groter dan in de huursector (tabel 10.3). Met het verduurzamen van koopwoningen conform het

streefbeeld wordt in 2030 het gasverbruik met ruim 19 PJ en de directe CO<sub>2</sub>-emissie met 1,1 Mton gereduceerd ten opzichte van het referentiescenario. De benodigde additionele investeringen t/m 2030 bedragen 1,7 tot 4,2 miljard euro voor extra isolatie en (hybride) warmtepompen. De investeringen in warmtenetten vallen onder de energiesector en bedragen 4,0 tot 4,5 miljard euro. Daarnaast zijn er nog investeringen nodig in hernieuwbare warmte (1,1 miljard euro), en kosten voor netverzwaring bij all-electric woningen (0,4 miljard euro) en verwijdering van het gasnet (0,4 miljard euro). Daar tegenover staan uitgespaarde investeringen van ongeveer 1 miljard euro, omdat CV-ketels niet vervangen hoeven te worden voor koopwoningen die worden aangesloten op een warmtenet.

**Tabel 10.3 Ontwikkeling aantal koopwoningen (x1000) per warmte-optie, 2019-2030, volgens het VHKA-streefbeeld en het referentiescenario**

Zicht-jaar	Koopwoningen VHKA streefbeeld				Koopwoningen in referentiescenario (overlap)		
	Totaal streefbeeld	All-electric	Hybride	Warmtenet	All-electric	Hybride	Warmtenet
2019	2,8	1,4	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0
2020	5,5	2,8	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0
2021	9,6	4,8	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
2022	35,7	7,7	15,4	12,6	0,0	7,0	0,0
2023	47,7	9,1	18,2	20,4	0,0	7,0	0,0
2024	59,6	10,5	21,0	28,2	0,0	7,0	0,0
2025	71,6	11,9	23,8	36,0	0,0	7,0	0,0
2026	81,1	15,0	30,1	36,0	0,0	28,0	0,0
2027	90,5	18,2	36,4	36,0	0,0	28,0	0,0
2028	100,0	21,3	42,7	36,0	0,0	28,0	0,0
2029	100,0	21,3	42,7	36,0	0,0	28,0	0,0
2030	100,0	21,3	42,7	36,0	0,0	28,0	0,0
periode 2019-30	704,1	145,3	272,7	286,2	0,0	168,0	0,0

NB: cursief gedrukte cijfers zijn in overleg met het secretariaat afgeleid uit de VHKA-tekst.

### **Nieuwbouw dienstensector aardgasvrij maken**

De partijen in het klimaatakkoord werken toe naar het aardgasvrij realiseren van 75% van de totale nieuwbouw in de periode van 1 juli 2018 tot eind 2021. De partijen gaan er van uit dat de nieuwbouw vanaf 2022 (vrijwel) volledig aardgasvrij is. Net als bij woningen is verondersteld dat de extra verduurzaming ten opzichte van het referentiescenario voor 25% zal bestaan uit nieuwe aansluitingen op een warmtenet en dat 75% wordt verwarmd met elektrische warmtepompen. Er zijn geen aanvullende isolatiemaatregelen nodig omdat deze nieuwe gebouwen in het referentiescenario al moeten voldoen aan EPC of BENG-eisen.

In het referentiescenario is verondersteld dat in de periode tot en met 2021 een derde van de nieuwe gebouwen in de dienstensector aardgasvrij wordt opgeleverd en in de periode 2022 tot en met 2030 iets meer dan de helft. Dit is een combinatie van veronderstellingen voor diverse sub-sectoren. De verwachte ontwikkelingen in referentiescenario en streefbeeld tussen 2019 en 2030 zijn samengevat in tabel 10.4.

**Tabel 10.4 Verdeling nieuwbouw dienstensector (in mln m<sup>2</sup> vloeroppervlak) 2019-2030 over warmte-opties**

	Nieuwbouw totaal	Gasgestookt	Aardgasvrij	wv all-electric	wv warmtenet
Referentiescenario	73,6	38,6	35,0	16,6	18,4
Extra door VHKA		-30,5	+30,5	22,9	7,6
Streefbeeld VHKA	73,6	8,1	65,5	39,5	26,0

NB: cursief gedrukte cijfers zijn in overleg met het secretariaat afgeleid uit de VHKA-tekst.



De afspraken over nieuwbouw leveren in de dienstensector tot en met 2030 een besparing van 9,3 PJ aardgas. Dat betekent in 2030 een reductie van directe CO<sub>2</sub>-emissie met 0,5 Mton. Voor de uitbreiding van het aantal elektrische warmtepompen is 2,3 PJ extra elektriciteit nodig en voor uitbreiding van het aantal aansluitingen op warmtenetten is 2,1 PJ extra warmtelevering nodig. De extra CO<sub>2</sub>-emissies die hierbij ontstaan komen voor rekening van de energiesector.

De additionele investeringen zijn afgeleid van informatie uit de kostennotitie van het PBL en houden rekening met een kostendaling van 0 tot 1,5% per jaar voor warmtenetten en een kostendaling van 25 tot 50% in de periode tot en met 2030 voor warmtepompen, conform de verwachtingen in het VHKA. De extra investeringen ten opzichte van het referentiescenario voor het aardgasvrij maken van de nieuwbouw in de dienstensector bedragen 0,6 tot 0,7 miljard euro tot en met 2030. Daarbovenop komen nog ruim 0,4 tot 0,5 miljard euro aan investeringen in warmtenetten in de energiesector en 0,3 miljard investeringen in hernieuwbare warmte uit geothermie om de extra warmtelevering duurzaam te produceren.

### ***Verduurzaming van de bestaande dienstensector***

Partijen aan de GO-tafel willen de CO<sub>2</sub>-emissie van de dienstensector (utiliteitsbouw) tussen 1990 en 2030 met 50% reduceren, als tussenstap op weg naar 100% emissiereductie in 2050. Dat betekent voor 2030 een maximale emissie van 4 Mton CO<sub>2</sub> per jaar. In het referentiescenario was de CO<sub>2</sub>-emissie van de dienstensector 5,6 Mton in 2030. Met maatregelen in de nieuwbouw wordt al 0,5 Mton gereduceerd. In de bestaande gebouwen van de dienstensector is in 2030 dus een extra reductie nodig van 1,1 Mton aan directe CO<sub>2</sub>-emissies.

Deze reductieopgave wordt deels ingevuld wanneer in het kader van aardgasvrije wijken naast woningen ook bestaande utiliteitsbouw op een warmtenet wordt aangesloten. Vanaf 2025 worden in het streefbeeld jaarlijks 80.000 woningequivalenten aangesloten op een warmtenet. Het VHKA geeft niet aan hoe dit verdeeld wordt over woningen en dienstensector. We veronderstellen dat 10% hiervan betrekking heeft op de dienstensector, conform een globaal geschat aandeel van diensten in een gemiddelde wijk. Ook in de Proeftuinen aardgasvrije wijken zullen bestaande bedrijfsgebouwen op een warmtenet worden aangesloten; ook hier veronderstellen we 10% van het aantal woningen. Met een lineaire groei vanaf nu naar 8.000 woningequivalenten vanaf 2025 worden tot en met 2030 circa 70.400 woningequivalenten in de bestaande dienstensector op een warmtenet aangesloten. Dat is 1,7 PJ extra warmtelevering in de dienstensector en levert 1,9 PJ aardgasbesparing en 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-reductie. De investeringskosten zijn overgenomen uit de kostennotitie van het PBL en houden rekening met een kostendaling van 0 tot 1,5% per jaar voor warmtenetten. Het aansluiten van bestaande bedrijfsgebouwen op warmtenetten vergt tot en met 2030 een investering van 0,3 tot 0,4 miljard euro binnen de energiesector en 0,3 miljard investeringen in hernieuwbare warmte uit geothermie om de extra warmtelevering duurzaam te produceren.

De rest van de reductieopgave, ofwel 1,0 Mton CO<sub>2</sub>-emissie in 2030, moet worden ingevuld met andere gas-besparende opties in de bestaande bouw. Dat kan zijn: het beter inregelen van installaties, warmteterugwinning of na-isolatie van gebouwen. De investeringskosten van deze maatregelen zijn overgenomen uit de kostennotitie van het PBL. Relatief goedkope maatregelen zoals het inregelen van installaties en warmteterugwinning zullen naar verwachting zoveel mogelijk worden benut. Als dat gebeurt, is geen na-isolatie nodig om de beoogde emissiereductie te realiseren. Voor dit pakket maatregelen is tot en met 2030 een investering nodig van 2,1 tot 2,2 miljard euro. Daarmee wordt in 2030 naar schatting 18 PJ aardgas bespaard (aanvullend op het referentiescenario).



## **Verduurzaming van energiedragers**

In het streefbeeld wordt aardgas vervangen door elektriciteit, warmte en duurzame gassen. Maatregelen voor verduurzaming van elektriciteit worden behandeld aan de sectortafel elektriciteit en blijven hier dus buiten beschouwing. De sectortafel gebouwde omgeving besteedt wel aandacht aan verduurzaming van de warmte die aan warmtenetten wordt geleverd. 'Vanaf 2021 zullen alle warmte-leveranciers ieder jaar een warmte-etiket opstellen in lijn met de duurzaamheidsrapportage die in de Warmtewet zal worden opgenomen' (p.22 van de Bijdrage van de Sectortafel GO). Geothermie, aquathermie en zonnewarmte worden hiervoor als potentiële bronnen genoemd. Het VHKA geeft zelf geen uitsluitel over de inzet van deze verschillende bronnen. Omdat aquathermie nog in de onderzoeksfase verkeert en zonnewarmte vooral zal worden toegepast in combinatie met WKO-systemen voor individuele gebouwen of buurten, is in de uitwerking van het streefbeeld uitgegaan van een simpele veronderstelling dat tot 2030 alle additionele warmtenetten met geothermie worden gevoed. Deze aanpak is puur een pragmatische invulling ten behoeve van de doorrekening en op geen enkele manier bedoeld als indicatie van de meest waarschijnlijke, wenselijke of kosteneffectieve invulling. Bij deze aanpak moet in 2030 ruim 21 PJ geothermie worden opgewekt en is 6,0 PJ gas nodig voor hulpketels tijdens de piekvraag. De pompen bij de doubletten vergen 1,1 PJ elektriciteit. De extra CO<sub>2</sub>-emissie die hiermee samenhangt wordt meegeteld bij de energiesector.

Een alternatieve invulling van de warmteproductie kan gevonden worden in restwarmte. Die is nu al beschikbaar en wordt onbenut geloosd, maar is vaak nog wel van fossiele oorsprong. Er zijn echter mogelijkheden die restwarmte te vergroenen. Uit analyse met het Vesta-model, dat rekening houdt met de lokale beschikbaarheid van restwarmte en geothermie in wijken waar warmtenetten de goedkoopste optie zijn, blijkt de combinatie van circa 9 PJ uit geothermie met 12 PJ uit restwarmte de goedkoopste manier om 21 PJ extra warmtelevering te realiseren in 2030. Dit zou een tussenstap kunnen zijn op weg naar volledig klimaatneutrale warmtenetten en meer tijd geven voor ontwikkeling van hernieuwbare warmtebronnen, zoals geothermie en voor vergroening van restwarmte. Het lijkt wenselijk dat de sectortafel bij de verdere uitwerking van het VHKA een strategie ontwikkelt voor vergroening van energiebronnen voor warmtenetten. Daarbij is ook duidelijkheid nodig over de inzet van bio-WKK, tegen de achtergrond van toekomstige beschikbaarheid van biomassa en gewenste inzet in andere sectoren.

De sectortafel verwacht dat op termijn 2 miljard m<sup>3</sup> duurzame gassen nodig is, niet alleen voor hulpketels bij warmtenetten maar ook 'bijvoorbeeld in oudere stedelijke wijken en in combinatie met hybride warmtepompen' (p.21 van de Bijdrage van de Sectortafel GO). Deze verwachting is niet verder onderbouwd. In het referentiescenario wordt in 2030 nog 9,7 miljard m<sup>3</sup> aardgas gebruikt in de gebouwde omgeving. Door het VHKA neemt dit met 2,1 miljard m<sup>3</sup> af en blijft een gasverbruik van 7,6 miljard m<sup>3</sup> over. Een deel van dat gas is nodig voor de resterende gasbehoefte van de gebouwen die in het streefbeeld zijn verduurzaamd. Voor de hoeveelheid additionele hybride warmtepompen in het streefbeeld is 193 mln m<sup>3</sup> gas nodig en voor de hulpketels bij warmtenetten 6,0 PJ ofwel 189 mln m<sup>3</sup> gas. In het referentiescenario zitten al 216.000 woningen met een hybride warmtepomp die samen circa 42 mln m<sup>3</sup> gas verbruiken. Dit alles bij elkaar is ruim 400 mln m<sup>3</sup> gas dat vervangen zou kunnen worden door duurzame gassen en zo die gebouwen en warmtenetten klimaatneutraal kunnen maken. Dan zou nog ongeveer 1,6 miljard m<sup>3</sup> duurzaam gas resteren voor andere toepassingen, zoals verwarmen van gebouwen die alleen tegen erg hoge kosten klimaatneutraal gemaakt kunnen worden. Voor hoeveel gebouwen duurzaam gas goedkoper is dan andere methoden van verduurzamen wordt door de sectortafel niet onderbouwd, maar zou wel verder onderzocht moeten worden.

### 10.3.2 Aandachtspunten ten aanzien van potentieel en ingroeisnelheid

In deze paragraaf beschouwen we de gekozen omvang in 2030 en de ingroeisnelheid daar naartoe in het licht van de opgave tot 2050 om te komen tot een vrijwel klimaatneutrale gebouwde omgeving (p.9 van de Bijdrage van de Sectorafel GO). We maken daarbij onderscheid tussen nieuwbouw, woningen en dienstensector.

De voorgenomen maatregelen in de *nieuwbouw* hebben betrekking op relatief weinig gebouwen, omdat in het referentiep pad al veel aardgasvrije nieuwbouwwoningen verondersteld zijn, en hebben daardoor weinig invloed op de ontwikkelingen in de gehele gebouwde omgeving tot 2050. Bij woningen worden additioneel 127.000 gebouwen aardgasvrij gemaakt; dat is 1-2% van het aantal woningen in 2030 in het referentiescenario. In de dienstensector gaat het om 30 mln m<sup>2</sup> bedrijfsoppervlak ofwel 6% van de verwachte totale oppervlakte in 2030 in het referentiescenario. Partijen streven ernaar het beschikbare potentieel voor minimaal 75% te benutten door geheel vrijwillige aanpassing van bestaande bouwplannen. Dat lijkt een optimistische verwachting; de extra kosten ervan komen namelijk terecht bij projectontwikkelaars en gebouweigenaren die geen direct financieel belang hebben bij de benodigde aanpassingen.

Het gekozen tempo van verduurzaming van *woningen* resulteert in 2030 in ruim 1,5 miljoen woningen die niet meer met een cv-ketel verwarmd worden. Of die ook allemaal aardgasvrij genoemd kunnen worden is twijfelachtig. Hiervan wordt namelijk ruim een derde (580.000 woningen) verwarmd met een hybride warmtepomp die deels op gas draait. Als hiervoor voor 2050 groen gas beschikbaar komt, dan kunnen die woningen aardgasvrij-klaar genoemd worden. Daarvoor zou ruim 6 PJ ofwel 193 miljoen kubieke meter groen gas nodig zijn. Of dat voor deze woningen beschikbaar komt is onzeker, omdat ook andere sectoren zoals de industrie een beroep zullen willen doen op het in Nederland beschikbare groen gas. Het alternatief is deze woningen na 2030 alsnog te gaan verwarmen met een warmtenet of elektrische warmtepomp. In het laatste geval is mogelijk extra isolatie nodig en kunnen die woningen nu nog niet bestempeld worden als geschikt voor aardgasvrije verwarming.

Het gekozen tempo van verduurzaming van woningen past nog niet bij het tempo dat nodig is om in 2050 volledig klimaatneutraal te zijn. Van de huidige 7,7 miljoen woningen worden op dit moment nog 7 miljoen verwarmd met individuele ketels of blokverwarming op aardgas. Hiervan worden tot 2050 ongeveer 0,5 miljoen gesloopt, zodat er tot die tijd 6,5 miljoen woningen verduurzaamd moeten worden. Gezien het gekozen tempo tot 2030 resteren daarna tot 2050 nog 5,0 miljoen woningen ofwel 250.000 woningen per jaar. Maatregelen voor de moeilijkste woningen zullen het langst worden uitgesteld en per woning meer tijd vergen. Dat betekent dat het renovatietempo vanaf 2030 snel richting de 300.000 woningen per jaar zal moeten stijgen om in 2050 een klimaatneutrale woningvoorraad te hebben. Voor de huidige 700 duizend all-electric- en stadsverwarmingswoningen geldt nog wel dat de verbruikte elektriciteit en warmte klimaatneutraal geproduceerd zal moeten worden.

In de *dienstensector* is een tempo van verduurzaming gekozen dat zich richt op halvering van de CO<sub>2</sub>-emissie tussen 1990 en 2030 en volledige reductie in 2050. Tot nu toe heeft de dienstensector zijn emissies met 0,9 Mton gereduceerd (van 8,1 in 1990 naar 7,2 Mton in 2018), maar met de kanttekening dat de emissies in de periode tot 2004 toegenomen zijn tot 9,5 Mton. Dat betekent een benodigde verdere reductie tussen nu en 2030 met 3,2 Mton en tussen 2030 en 2050 met 4,1 Mton CO<sub>2</sub>. In de periode tot 2030 ligt de benodigde gemiddelde emissiereductie op 0,25 Mton per jaar. Gezien de bereikte emissiereductie vanaf 2004 tot nu toe (0,16 Mton per jaar) mag het gekozen doel voor 2030 ambitieus genoemd worden. Het is ook ongeveer een verdubbeling van de reductie die tot 2030 in het referentiescenario is opgenomen. In de periode na 2030 kan het reductietempo iets dalen tot 0,2 Mton per jaar om in 2050 klimaatneutraal te zijn.

De sectortafel wil vanaf 2025 jaarlijks 80.000 woningequivalenten (Weq) in de bestaande bouw op een *warmtenet* aansluiten. Dat is vele malen meer dan in achterliggende jaren is gerealiseerd en zal dus een grote inspanning vergen. Enerzijds is veel afstemming nodig tussen warmteproducenten, netbeheerders en afnemers. Anderzijds moeten kapitaalverstrekkers gevonden worden die bereid zijn te investeren. Onder de huidige regelingen zijn de risico's voor veel investeerders te hoog. Er zijn dus regelingen nodig om die risico's te verlagen.

Ook is meer inzicht nodig in welke gebouwen kunnen worden aangesloten. Het VHKA geeft geen verdeling van aansluitingen over woningen en bedrijfsgebouwen in de dienstensector aangegeven. Meer bedrijfsgebouwen op een warmtenet betekent (bij 80.000 Weq/j) minder woningen op een warmtenet. Om dan toch jaarlijks 200.000 woningen te verduurzamen, moeten meer woningen worden geïsoleerd en worden voorzien van een warmtepomp. Daar staat weer minder energiebesparing in de dienstensector tegenover. Voor de analyse van het VHKA is afgesproken te rekenen met een verdeling van 10% bestaande bedrijfsgebouwen en 90% woningen in de bestaande bouw. Bij die verdeling is samen met de extra nieuwbouw die op warmtenetten wordt aangesloten 21,5 PJ extra warmtelevering door warmtenetten nodig. Mogelijk is in de praktijk een andere verdeling tussen woningen en bedrijfsgebouwen logischer en kosteneffectiever.

### 10.3.3 Innovatie

Met de aanpak van de Startmotor willen partijen innovatie stimuleren om tot versnelling en kostenreductie van verduurzaming van gebouwen te komen. De voorgenomen innovaties betreffen zowel de techniek als de organisatie van de beoogde renovaties. Men streeft naar een fabrieksmatige aanpak van isolatie van gevels en daken. Dat zal de arbeidsproductiviteit aanmerkelijk kunnen verhogen en de doorlooptijd van projecten bekorten. Ook zoekt men naar kortere procedures voor aanbesteding en vergunningverlening. De gekozen focus op opschaling vergroot wel het risico dat beloftevolle innovaties die nog in de pilot-fase zijn, zoals lage temperatuur warmtenetten of circulair materiaalgebruik, onvoldoende aandacht krijgen. Ook blijft onduidelijk of de kostenreducties bij gestandaardiseerde renovaties een doorwerking krijgen in kostenreductie voor gebouwen waar maatwerk nodig is.

De bankensector ontwikkelt innovatieve financieringsvormen voor energiebesparende verbouwingen in de vorm van gebouwgebonden financiering.

Gemeenten, provincies en rijk hebben aangekondigd een leidraad te ontwikkelen voor een 'wijkgerichte aanpak' waarin per wijk bepaald wordt wat de beste manier is om de gebouwen klimaatneutraal van energie te voorzien. Die aanpak is in het VHKA slechts op hoofdlijnen beschreven. Het ontwikkelen van zo'n aanpak is een majeure innovatie die geen vergelijkbare historische voorgangers kent. Met Proeftuinen voor 100 aardgasvrije wijken gaan rijk en gemeenten vanaf 2018 ervaring opdoen en beschikbaar stellen aan andere gemeenten.

### 10.3.4 Investeringskosten, operationele kosten, energiekosten

De investeringen voor het pakket maatregelen in het streefbeeld van de sectortafel GO bedragen tot 2030 ruim 20 miljard euro. Gezien de onzekerheden in de kostenreducties die deelnemers aan de sectortafel tussen nu en 2030 verwachten, kunnen die investeringen variëren tussen 18 en 23 miljard euro (tabel 10.5). De jaarlijkse nationale kosten<sup>11</sup> in 2030 bedragen 460 miljoen euro per jaar, met een bandbreedte van 340 tot 590 miljoen euro per jaar. Dat zijn de kosten voor afschrijving op investeringen, 3% rente op geïnvesteerde ver-

<sup>11</sup> Nationale kosten houden geen rekening met belastingen, heffingen en subsidies en wijken dus af van de kosten die private partijen in rekening gebracht zullen worden.

mogen, operationele kosten, extra elektriciteits- en warmteverbruik en besparingen op uitgespaard aardgas. De berekening van afschrijvingen en rente houdt rekening met verschillen in levensduur van investeringen. Gebouwgebonden isolatie en warmtenetten worden afgeschreven over 40 jaar en warmtepompen en andere installaties over 15 jaar. Van de 20 miljard investeringen betreft 14 miljard investeringen in infrastructuur van de energiesector: 9,6 miljard in warmtenetten, 3,3 miljard in geothermie, 0,5 miljard in netverzwaring elektriciteitsnetten en 0,9 miljard voor het verwijderen van het gasnet.

**Tabel 10.5 Investerings en kosten van maatregelen in het streefbeeld van de tafel gebouwde omgeving**

Maatregelpakket, additioneel t.o.v. referentiescenario	Directe emissiereductie in 2030	Investeringen 2019-2030	Capex	Opex	Energiekosten	Jaarlijkse kosten
	Mton	mld €	mIn €/j	mIn €/j	mIn €/j	mIn €/j
Aardgasvrije nieuwbouwwoning	0,1	0,9	59	-15	-11	34
Aardgasvrije nieuwbouw Ubouw	0,5	1,4	89	-40	-55	-6
Huurwoning collect bodem-WP	0,1	1,0	49	-9	-11	29
Huurwoning hybride	0,2	0,4	23	11	-26	8
Huurwoning warmtenet	0,6	5,6	244	12	-71	184
Koopwoning all-electric	0,3	3,4	166	-20	-41	105
Koopwoning hybride	0,1	-0,03	-1	4	-13	-10
Koopwoning warmtenet	0,6	4,7	205	31	-80	155
Bestaande Ubouw op warmtenet	0,1	0,7	30	2	-13	19
Bestaande Ubouw e-besparing	1,0	2,1	122	0	-179	-56
Totaal gebouwde omgeving	3,7	20,4	985	-24	-500	461
Hulpwarmtekets warmtenetten	-0,3					
2 bcm groen gas	3,6	0	0	0	1589	1589

De reductie van directe CO<sub>2</sub>-emissies in de gebouwde omgeving is 3,7 Mton door gasbesparing in woningen en gebouwen. Wel is er extra elektriciteitsverbruik door elektrische warmtepompen en pompen van geothermie (ca. 6 PJ elektriciteit), die tot extra emissies in de energiesector zou kunnen leiden als deze niet hernieuwbaar wordt geproduceerd. Deze extra elektriciteitsvraag is in de doorrekening meegenomen bij de klimaattafel Elektriciteit en mag voor de gebouwde omgeving buiten beschouwing worden gelaten. Tevens is er 0,3 Mton extra CO<sub>2</sub>-emissie voor hulpwarmtekets in de energiesector door de toename van warmtelevering met warmtenetten, wanneer deze met aardgas worden gestookt. Deze extra emissie valt buiten de directe emissies van de sector gebouwde omgeving, maar wordt nu niet door één van de andere klimaattafels meegenomen.

In de bijdrage van de sectortafel staat: 'De verwachting is dat in 2030 circa 2 mld m<sup>3</sup> duurzame gassen nodig zijn in de gebouwde omgeving. Omdat die hoeveelheden op dit moment nog niet beschikbaar zijn en ook andere sectoren naar verwachting zullen inzetten op duurzame gassen, is een programmatische aanpak nodig.' Inzet van duurzame gassen (groen gas, waterstof) kan inderdaad op termijn voor een deel van de woningvoorraad nodig zijn om tot een volledig emissieloze gebouwde omgeving te komen. Omdat het voorstel niet onderbouwt waar de verwachting ten aanzien van de gebouwde omgeving op is gebaseerd, en tevens de aanpak nog ontbreekt waarop deze duurzame gassen te produceren, is de inzet van duurzame gassen is niet meegerekend in bij het maatregelenpakket, maar apart in beeld gebracht. De inzet van 2 mld m<sup>3</sup> duurzame gassen in 2030 is niet nodig is om de tafelopgave te realiseren.

Bij de kostenberekening voor het streefbeeld zijn de verwachtingen van de sectortafel over toekomstige kostenreducties overgenomen. Die wijken af van de kostenreducties die het PBL

tot nu toe hanteerde. In de kostennotitie die ten grondslag lag aan de keuze van taakstellingen voor de sectortafels (Koelemeijer et al., 2018) hanteerde het PBL kosten met prijspeil 2017 met een eigen schatting van toekomstige kostendalingen, deels conform veronderstellingen in Vesta. In verkennende studies naar opties voor de verwarming in de gebouwde omgeving met het Vesta-model hanteert het PBL voor groepen technieken leercurven die in 2013 met sectorspecialisten zijn vastgesteld. De leercurve voor warmtenetten geeft voor de periode 2017-2030 een kostendaling tussen de 16 en 22% waar de sectortafel 15% reductie hanteert (1,5% per jaar in de periode 2019-2030). De leercurven voor elektrische warmtepompen geven een kostendaling van 16 tot 22% terwijl de sectortafel kostendalingen van 30 tot 50% mogelijk acht (p.18 van de Bijdrage van de Sectortafel GO). De leercurven voor gebouwisolatie naar label B geven kostendalingen van -4% (een stijging dus) tot 16% en voor NoM-renovaties 30-42% terwijl de sectortafel bij isolatie kostendalingen van 15-50% mogelijk acht<sup>12</sup>. De Vesta-leercurven zijn dus soms wat minder optimistisch, maar ze zijn ook alweer wat ouder en hanteren impliciet een trager groeipad dan wat nu in het VHKA-streefbeeld wordt voorgesteld. Als de voorgestelde aanpak met standaardisatie, schaalvergroting, gebundelde aanbesteding en industrialisatie lukt, dan zijn de aangegeven kostenreducties waarschijnlijk wel te realiseren. De krapte op de arbeidsmarkt kan nog wel spelbreker worden, zeker als die structureel wordt en leidt tot forse loonsverhogingen.

### ***VHKA ten opzichte van referentiescenario: meer investeringen en grotere kostendaling***

Het streefbeeld uit het VHKA leidt tot fors meer investeringen ten opzichte van het referentiescenario. Zowel het aantal gebouwen dat verduurzaamd wordt, als de mate waarin nemen toe. Tegelijkertijd is ook een forse kostenbesparing als streven opgenomen, wat de groei van de totale gebouwgebonden investeringen weer beperkt. De corporatiesector gaat volgens het streefbeeld in de periode 2018-2030 cumulatief 0,9 tot 2,4 miljard meer investeren ten opzichte van het referentiescenario. In de koopwoningen is de meerinvestering 1,6 tot 4,2 miljard. In beide sectoren geldt dat de meerinvestering met name in de extra isolatie en installaties in all-electric woningen neerslaat. Voor hybride varianten zijn de meerinvestering per woning beperkt ten opzichte van de reguliere kosten voor woningverbetering en vervanging van CV-installatie die in het referentiescenario zijn verondersteld. De veronderstelde kostendaling maakt dat in het meest gunstige geval de investeringskosten in de koopsector bij hybride varianten iets lager zijn dan in het referentiescenario verondersteld is voor diezelfde woningen.

### ***Verschuiving investeringskosten bij overstappen op warmtenetten***

Bij vervanging van gasnetten door warmtenetten verschuiven investeringen van de gebouwde omgeving naar de energiesector. In het referentiescenario is rekening gehouden met vervangingsinvesteringen voor individuele CV-systemen. Die investeringen worden bespaard bij woningen die op een warmtenet overstappen en zijn in tabel 10.5 in mindering gebracht op de investeringen in huur- en koopwoningen binnen de sector gebouwde omgeving.

Een warmtenet vergt nu per aansluiting van een bestaande woning een investering van 12.700 tot 15.700 euro. Deze investeringen worden door warmtebedrijven gedaan en vallen daarmee niet meer onder de sector gebouwde omgeving. In totaal gaat het in het streefbeeld om 9 tot 10 miljard euro aan investering in warmtenetten; daar staan 1,8 miljard aan vermeden investeringen in individuele systemen tegenover.

Door bestaande woningen aan te sluiten op warmtenetten, kunnen met name corporaties besparen op hun vervangingsinvesteringen voor CV-systemen en isolatie. Corporaties betalen

---

<sup>12</sup> Het werkdokument Sectortafel GO vermeldt op p.18: 'Het streven is hierbij bovenop de genoemde 30 miljard euro een extra kostenbesparing van 10 tot 15% te realiseren.' Op grond van achterliggende informatie hebben we dit herleid tot een totale kostenreductie van 15-50%.

wel een aansluitbijdrage voor het warmtenet, maar de investeringskosten van de warmtebedrijven worden ook gedeeltelijk via de warmtetarieven doorberekend aan de bewoner, niet aan de verhuurder.

## 10.4 Reflectie op instrumenten GO in VHKA

### 10.4.1 Aanpak beoordeling beleidsinstrumenten GO

De sectortafel gebouwde omgeving (GO) heeft veel aandacht besteed aan het ontwikkelen van beleidsinstrumenten om de energietransitie te stimuleren. Over het algemeen zijn die instrumenten echter nog onvoldoende uitgewerkt om daarvan nu al effecten te kunnen bepalen op energieverbruik, emissies, kosten en verdeling van lasten over groepen in de samenleving. In de hierna volgende tekst geven we per instrument aan wat minimaal nodig is om effectschattingen mogelijk te maken.

We richten onze analyse op de belangrijkste instrumenten die naar verwachting een substantiële invloed zullen hebben op het tempo van de transitie en op de omvang van emissiereductie of investeringen. Om de analyse van instrumenten enigszins vergelijkbaar te maken, vermelden we van elk instrument de belangrijkste kenmerken in een tabel. Allereerst is per instrument duidelijkheid nodig over startjaar, doelgroep en aangrijpingspunt. Ook is kwantitatieve informatie nodig over normen of tarieven die worden gehanteerd. Daarnaast moet duidelijk zijn hoe de naleving wordt bevorderd, o.a. door te beschrijven hoe de handhaving wordt geregeld en wat de sanctie is op niet naleven van de voorschriften (hogere kosten, boete, dwang of straf). Voor bepaling van de lastenverdeling is inzicht nodig in de beoogde financiering van investeringen, de hoogte van belastingen en subsidies en de tariefstructuren van energiebedrijven.

Voor de effectbepaling is ook inzicht nodig in de mate waarin een instrument versterking of tegenwerking ondervindt van andere instrumenten die tegelijkertijd van kracht zijn. Om die samenhang te kunnen beoordelen, behandelen we in onderstaande paragrafen per doelgroep (huurwoningen, koopwoningen, dienstensector) de instrumenten die daar van toepassing zijn. Allereerst analyseren we echter een groep instrumenten die van invloed zijn op alle doelgroepen binnen de gebouwde omgeving.

### 10.4.2 Generieke instrumenten voor de gebouwde omgeving

#### **Startmotor**

De Startmotor bevat een aantal vrijwillige afspraken tussen bouwbedrijven, corporaties en andere grote vastgoedpartijen om vooruitlopend op allerlei nieuwe regelingen alvast te beginnen met verduurzaming van bestaande gebouwen. De belangrijkste kenmerken van de afspraken zijn samengevat in tabel 10.6.

Partijen in de Startmotor hebben voorgesteld dat de keuze van de te verduurzamen woningen in overleg met gemeenten zal plaatsvinden 'in wijken waar een helder en snel besluit over de toekomstige warmtevoorziening, vooruitlopend op de wijkgerichte aanpak, mogelijk is of reeds is gemaakt'. Dat duidt op een potentieel grote overlap met de Proeftuinen voor 100 aardgasvrije wijken die BZK organiseert. 'Corporaties trekken hierin samen op met gemeenten en zijn bereid hun plannen aan te passen om zoveel mogelijk wijkgerichte uitrol (van warmtenetten) mogelijk te maken.' Het is de bedoeling om door middel van geografische clustering en clustering naar woningtype tot gebundelde gezamenlijke uitvraag van offertes te komen, zodat proceskosten en investeringen omlaag kunnen.



Er zijn geen acties beschreven die ondernomen worden als de Startmotor trager op gang komt dan beoogd. De corporaties stellen wel een aantal financiële voorwaarden waar het Rijk aan moet voldoen voordat ze hun planning aanpassen. Het is moeilijk te voorzien of de overheid aan die voorwaarden zal voldoen. In de financiële onderbouwing van de plannen gaan partijen er vanuit dat de uitgespaarde energiekosten ten goede zullen komen van de verhuurder, maar dat moet eerst beter wettelijk geregeld worden. Op dit moment is zo'n volledige kostenverevening alleen mogelijk bij NoM-renovaties.

Conclusie: er is in dit stadium nog teveel onduidelijk om te kunnen vaststellen of de doelen van de Startmotor binnen bereik liggen.

**Tabel 10.6 Belangrijkste kenmerken van afspraken bij het instrument Startmotor**

criterium	Interpretatie instrument Startmotor	Effect?
Startjaar	2019 - 2021	+
Doelgroep	Corporatiewoningen, maatschappelijk vastgoed (liefst ook koopwoningen, particuliere verhuur, dienstensector)	+
Aangrijpingspunt	Verduurzamen woningen, deels aardgasvrij	+
Doel, norm of tarief	Streefcijfers aantallen corporatiewoningen Nevendoel: kostendaling	+
Uitzonderingen mogelijk?	Deelname is vrijwillig	-
Flankerende regelingen	Tendersysteem wordt ontwikkeld. Allerlei voorwaarden van Aedes, zoals: - halvering Verhuurdersheffing (1,7 mld in 2019) en - maximering belastingdruk op huidig niveau	--
Afhankelijkheden	Warmtebedrijven moeten aansluitingen mogelijk maken. Gemeenten coördineren.	
Synergie met andere instrumenten	100-wijken proeftuinen van BZK Energiebelastingsschuif	+
Wie betaalt?	Corporaties (split incentive nog niet opgeheven)	+
Rijksbijdrage	50 mln/j uit vermindering Verhuurdersheffing 2019-2021	+
Wie heeft voordeel?	Toekomstige projecten: ervaring en kostendaling Huurders: lagere stookkosten; Corporaties: beter imago	
Wie moet uitvoeren?	Corporaties, bouwbedrijven en installateurs	
Handhaving	Geen	-
Sanctie	Geen	-

### **Wijkaanpak**

De wijkaanpak is bedoeld om op democratisch gelegitimeerde wijze tot besluiten te komen over de toekomstige energie-infrastructuur in wijken. De belangrijkste kenmerken van dit instrument zijn samengevat in tabel 10.7.

Discussie: De Wijkaanpak vindt draagvlak onder de bevolking erg belangrijk. Op dit moment kunnen burgers argumenten voor een transitie ontleen aan 1) de noodzaak minder Gronings gas te gebruiken, 2) de wens niet (meer) afhankelijk te worden van geïmporteerd Russisch gas en 3) de wens bij te dragen aan beperking van klimaatverandering. Uit kostenoverwegingen is aardgasvrij verwarmen nu nog niet aantrekkelijk en met de voorgestelde kostenreducties en verschuivingen van de energiebelasting blijft dat zo voor een aanzienlijk deel van alle gebouwen (zie EB-schuif). Woningeigenaren willen snel weten wat er met hun wijk gaat gebeuren zodat ze tijd hebben om te anticiperen: welke infra komt wanneer? Daarvan afgeleid: wat moet er veranderen aan de woningen ten aanzien van isolatie of het CV-systeem?



**Tabel 10.7 Belangrijkste kenmerken van afspraken bij het instrument Wijkaanpak**

criterium	Interpretatie instrument Wijkaanpak	Effect?
Startjaar	2019	+
Doelgroep	Gemeenten	+
Aangrijpingspunt	Plan voor aardgasvrij maken per wijk	+
Doel, norm of tarief	Uiterlijk in 2050 aardgasvrij	+
Uitzonderingen mogelijk?	Geen bepaling over tempo	-
Flankerende regelingen	ECW(io) ondersteunt gemeenten	+
	Er komt een leidraad voor gemeenten	+
Afhankelijkheden		
Synergie met andere instrumenten	EB-schuif, ggf, subsidies	+
Wie betaalt?	Gebouweigenaren betalen investeringen in gebouwen, besparen gas. Energiesector investeert in warmtenetten, netverzwaring elektriciteitsnetten en verwijdering aardgasnetten	?
Rijksbijdragen	?	-
Wie heeft voordeel?	Adviseurs, bouwbedrijven en installateurs	+
Wie moet uitvoeren?	Gemeenten moeten plannen (laten) maken	?
Handhaving	?	-
Sanctie	Geen	-

Enkele keuzes in de wijkaanpak worden niet expliciet gemaakt:

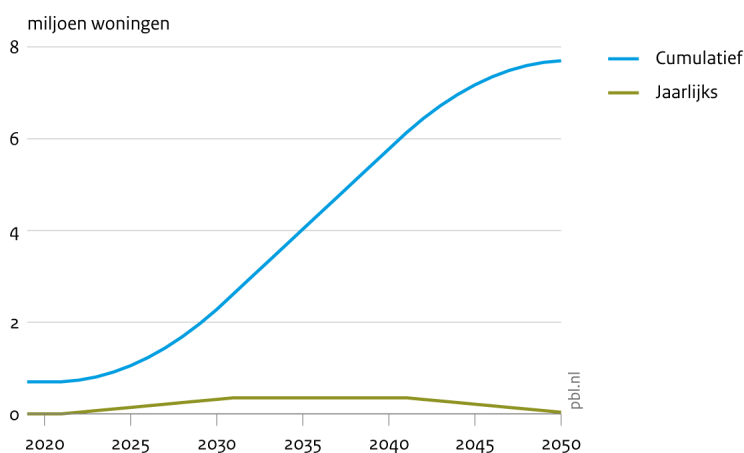
- Gaat het gasnet echt weg uit aardgasvrije wijken? Is een aardgasgestookte hybride warmtepomp ook een alternatief waarbij op termijn de aardgas inzet wordt vergroend? Mogen bestaande woningen worden afgesloten? Wordt de aansluitplicht voor netwerkbedrijven ook in de bestaande bouw afgeschaft? Hoe wordt de 'doorzettingsmacht' van gemeenten geregeld? Daar is een wetwijziging voor nodig.
- Hoeveel keuzevrijheid krijgen burgers in wijken zonder gasnet tussen warmtenet en all-electric?
- Hoe worden kosten van aardgasvrij maken van woningen verdeeld? Dit is relevant voor het draagvlak onder bewoners. De verdeling is afhankelijk van de EB-schuif, tariefstructuren, kostendaling, subsidies; allemaal instrumenten die nog onvoldoende zijn uitgewerkt om hun invloed op de kostenverdeling nu al te kunnen schatten.
- Hoe wordt geregeld dat gemeenten voldoende expertise en capaciteit krijgen om de besluitvorming over aardgasvrij maken van wijken goed te organiseren?

Via de 100-wijken proeftuinen van BZK kunnen de enthousiaste wijken ervaring opdoen met de Wijkaanpak. Het is onduidelijk hoeveel wijken naast de proeftuinen ook nu al interesse hebben om te beginnen met de transitie naar aardgasvrij verwarmen. Waarschijnlijker is, dat ze de ervaringen in de proeftuinen willen afwachten. Het lijkt daarmee niet waarschijnlijk dat de wijkaanpak de komende jaren (zeg tot 2025) een versnelling zal genereren ten opzichte van de proeftuinen. Dat kan veranderen als een mechanisme wordt bedacht waarmee het voor wijken aantrekkelijk wordt om snel aardgasvrij te worden.

De Wijkaanpak zou een vehikel kunnen worden voor een planmatige aanpak van de transitie. Daarin kan een tempo worden afgesproken en kunnen bouwactiviteiten worden gebundeld t.b.v. efficiënte benutting van bouwcapaciteit en materialen. Dat kan ook kostenreductie ondersteunen en een behoefte aan (gedwongen) normering van gebouwgebonden energieverbruik verlagen. Er is nog geen mechanisme om het tempo van het vaststellen en uitvoeren van warmteplannen af te stemmen op het beoogde renovatietempo van gemiddeld 200.000 woningen per jaar.

Een rekenvoorbeeld kan verduidelijken hoe dat in z'n werk zou kunnen gaan (figuur 10.1). Als vanaf 2021 elk jaar in 1/20 van alle wijken een warmteplan wordt vastgesteld, dat 10 jaar na vaststelling moet zijn gerealiseerd, dan komen tussen 2021 en 2040 alle wijken aan de beurt en is in 2051 alles klaar. Dat betekent voor 2030 dat de plannen uit 2021 voor 90% zijn uitgevoerd, de plannen uit 2022 voor 80%, die uit 2023 voor 70% enz. In totaal zijn in 2030 dan 2,3 mln (van de huidige 7,7 mln) woningen aardgasvrij gemaakt. Dat komt overeen met het aantal woningen dat in het streefbeeld voor 2030 verduurzaamd zal zijn, namelijk 0,7 mln bestaande verduurzaamde woningen plus 1,5 mln renovaties als gevolg van maatregelen in het streefbeeld. In 2030 ligt het renovatietempo (inclusief sloop) dan al wel op 315.000 woningen per jaar. Dat groeit nog naar 350.000 per jaar in de periode 2032-2041 en daalt daarna naar 0 in 2051.

**Figuur 10.1**  
**Woningrenovaties via wijkaanpak**



Bron: PBL

### **Regionale energiestrategie (RES)**

Met de RES worden regionaal aanwezige (restwarmte)bronnen in beeld gebracht en vraag en aanbod op elkaar afgestemd, zowel richting het lokale als in samenhang met het landelijke niveau (zie ook paragraaf 5.7). Energieregio's worden uiterlijk september 2018 gevormd en leveren voor de zomer van 2019 in concept een energie-infrastructuur en regionale warmteplannen op (p.10 van de Bijdrage van de Sectortafel GO).

Deze planning lijkt ons erg ambitieus, temeer daar een duidelijke rolverdeling tussen decentrale overheden nog moet worden afgesproken. Ook is informatie over de potentiële beschikbaarheid van restwarmte (nog) niet openbaar; het zal dus veel moeite kosten die op een betrouwbare manier in kaart te brengen. In 2017 zijn vijf pilot-RESsen uitgevoerd, waarbij elke regio zijn eigen aanpak en invulling koos. Om tot een consistent landsdekkend energiesysteem te komen, is niet alleen afstemming binnen de regio's nodig maar ook tussen regio's. Dat betekent dat regio's richtlijnen moeten krijgen over zowel de inhoudelijke invulling (welke energiedragers en welke sectoren moeten worden opgenomen?) als over de manier waarop vraag en aanbod moeten worden afgestemd (welke taakstelling krijgen regio's mee?). Zolang die richtlijnen ontbreken zullen veel gemeenten geen actie ondernemen.

### **Verschuiving energiebelasting (EB-schuif)**

Het VHKA bevat het plan om vanaf 2020 de energiebelasting op aardgas te verhogen met 5,5 cent per kubieke meter en die op elektriciteit te verlagen met 2,7 cent per kWh. Zo'n verschuiving vergroot de rentabiliteit van investeringen in energiebesparing en in warmtepompen (en verlaagt het rendement op zonnepanelen). De indicatief genoemde verhoging

van de energiebelasting met 20 cent/m<sup>3</sup> gas kan er toe leiden dat de gemiddelde terugverdientijd van isoleren tot label B terugloopt van 25 jaar naar circa 20 jaar en dat het percentage woningen dat een hybride warmtepomp binnen 7 jaar terugverdient toeneemt van 20 naar 60%<sup>13</sup>. In combinatie met kostenverlaging van benodigde technieken of met subsidies kunnen de rendementsverbeteringen groter worden, maar over de instrumentering van deze kostendaling biedt het VHKA geen duidelijkheid.

Of veranderingen in energieprijzen daadwerkelijk zullen leiden tot extra investeringen is moeilijk te zeggen. De kans op extra investeringen is groter bij corporaties en in de dienstensector, omdat die organisaties doorgaans bij investeringen een zakelijker afweging maken dan particuliere woningeigenaren. Er is echter onvoldoende wetenschappelijke kennis om hiervan een goed onderbouwde effectschatting te maken. Wel is bekend dat effecten van prijsveranderingen groter zijn naarmate er meer ruchtbaarheid aan wordt gegeven en naarmate prijsveranderingen beter voorspelbaar zijn. Om veel investeringen in emissiebeperkende maatregelen uit te lokken, zal het dus helpen nu al een aantal EB-schuiven voor de komende jaren aan te kondigen.

Het regeerakkoord bevat het voornemen van dit kabinet om een nationale CO<sub>2</sub>-heffing in te stellen voor elektriciteitsopwekking die oploopt tot 43 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030. Die heffing zal het goedkoper worden van elektriciteit door de EB-schuif in de GO deels tenietdoen, doordat die heffing in de elektriciteitsprijs aan eindverbruikers zal worden doorberekend.

### **Normering**

Het VHKA bevat voornemens om normen te ontwikkelen voor het gebouwgebonden energieverbruik van woningen en bedrijfspanden in de dienstensector. De hoogte van die normen moet nog worden vastgesteld op basis van nader onderzoek. Voor utiliteitsbouw krijgen de normen een verplichtend karakter. Voor woningbouw niet. Het is nog onduidelijk of die normen een functie gaan krijgen bij de beoordeling van aanvragen voor gebouwgebonden financiering.

**Tabel 10.8 Belangrijkste kenmerken van de voorstellen over normering**

<b> criterium</b>	<b> Interpretatie instrument Normering gebouwgebonden energieverbruik</b>	<b> Effect?</b>
Startjaar	1-1-2021	+
Doelgroep	Woningen en bedrijfspanden dienstensector	+
Aangrijpingspunt	Gebouwgebonden energieverbruik in kWh/m <sup>2</sup>	+
Doel, norm of tarief	Nog te bepalen	-
Uitzonderingen mogelijk?	?	
Flankerende regelingen	?	-
Afhankelijkheden	geen	+
Synergie met andere instrumenten	EB-schuif, wijkaanpak en GGF	
Wie betaalt?	Gebouweigenaar	+
Rijksbijdragen	?	-
Wie heeft voordeel?	Gebouwegebruiker: lagere energielasten Samenleving: snellere emissiereductie mogelijk	+ ?
Wie moet uitvoeren?	Gebouweigenaar	
Handhaving	?	-
Sanctie	?	-

<sup>13</sup> Daarbij is geen rekening gehouden met mogelijke toekomstige kostendaling van genoemde maatregelen. Bron: Effecten energiebelastingsschuif op huishoudens; PBL-rapportage aan ERGO-werkgroep juni 2018.

Normering is bedoeld om gebouweigenaren een extra stimulans te geven voor het nemen van energiebesparende maatregelen die in alle gevallen verantwoord zijn (no regret). Met zulke normen hoeven gebouweigenaren dus niet te wachten tot voor hun wijk warmteplannen zijn vastgesteld maar kunnen ze al eerder aan de slag en beter aansluiten bij natuurlijke renovatiemomenten. De belangrijkste kenmerken van de voorstellen over normering zijn samengevat in tabel 10.8 (zie vorige pagina).

Gezien de grote aantallen gebouwen die vóór 2050 klimaatneutraal gemaakt moeten worden, is snelheid geboden. Het is echter de vraag of normering het beste instrument is om die snelheid te genereren en of dat tot kostenoptimale investeringen leidt. Dat laatste is afhankelijk van de vraag of het mogelijk is via normering no-regret maatregelen uit te lokken. Het aangekondigde nader onderzoek zal dat moeten uitwijzen. De te bereiken snelheid is niet alleen afhankelijk van het tempo waarin gebouweigenaren willen investeren, maar ook van de beschikbare capaciteit van de bouwsector.

### **Subsidies**

Het VHKA meldt op diverse plaatsen dat subsidies nodig zijn om investeringen rendabel te maken, zeker in de eerstkomende jaren. Voor de Startmotor is subsidie toegezegd van 50 miljoen in de jaren 2019, 2020 en 2021 en voor de Proeftuinen is geld beschikbaar uit de Klimaatenvlop van het kabinet. De overige subsidieverzoeken van de sectortafel zijn nog niet gehonoreerd:

- Gemeenten hebben extra capaciteit nodig voor het uitvoeren van de wijkgerichte aanpak (p.14). De benodigde capaciteitsuitbreiding is nog niet gekwantificeerd.
- Warmtebedrijven vragen compensatie van de onrendabele top van regionale warmte-transportnetten (p.14).
- Voor consumenten die individuele warmtetechnieken willen aanschaffen wordt continuering van de ISDE bepleit, ook na 2020 (p.18).
- Om het potentieel van geothermie te benutten is een andere vormgeving van de SDE-subsidie nodig die beter aansluit bij de praktijk van geothermie (p.20). De winning van 21 PJ geothermie (conform het streefbeeld) zou tegen de huidige SDE-tarieven van 10 euro/GJ een subsidie vergen van 210 mln euro. Het is echter onduidelijk of zoveel geothermie vóór 2030 nodig is om de gewenste uitrol van warmtenetten mogelijk te maken.
- De productie van 2 miljard m<sup>3</sup> duurzame gassen voor de gebouwde omgeving zal vermoedelijk met veel subsidie rendabel gemaakt moeten worden, al vermeldt het VHKA daar niets over. Zoveel duurzaam gas is vóór 2030 echter niet nodig om het streefbeeld te realiseren.

### **Innovatie**

Het VHKA heeft een aparte paragraaf over de innovatie-opgave in de gebouwde omgeving. Dit is belangrijk. Er wordt gesteld dat de maatschappelijke kosten tot een zo laag mogelijk niveau moeten dalen en dat gewerkt moet worden aan een optimaal werkend klimaat neutraal energiesysteem voor vrijwel alle situaties. Voor 2019-2025 worden Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP) ingericht voor technische innovatie gericht op het wegnemen van barrières voor grootschalige uitrol van concepten voor een aardgasvrije gebouwde omgeving (p.24).

Het valt op dat de MMIP's vooral de techniek centraal stellen en weinig aandacht besteden aan het perspectief van de eindbeslissers; woning- en gebouweigenaren, verhuurders. Kostenreductie (die de MMIP's nastreven) is voor hen maar één van de relevante aspecten. Verder kan ook gezocht worden naar extra toegevoegde waarde door energiebesparing, naast financieel voordeel. Denk aan het combineren van ingrepen met woningverbetering of groot onderhoud, of mogelijkheden voor comfortverbetering. De missies voor de innovatieprogramma's moeten voortkomen uit een gecombineerde visie op deze elementen.

Het verduurzamen van de gebouwde omgeving is een majeure operatie, waarbij sociale processen misschien wel belangrijker zijn dan de technische uitdagingen. Sociale innovatie verdient daarom een belangrijke plaats in de innovatie-opgave. Sociale innovatie moet gericht zijn op ontwikkeling van producten en diensten die beter aansluiten bij de wensen van verschillende doelgroepen waarbij tegelijkertijd ook de maatschappelijke doelen gehaald worden. Ook is kennis nodig over succesvolle wijkaanpakken. Voor de noodzakelijke opschaling van enkele duizenden verduurzaamde woningen per jaar nu, naar (meer dan) 200 duizend in de toekomst, is niet alleen technische innovatie nodig. Een belangrijke innovatievraagstuk is: 'Hoe kom je tot een proces en aanpak die grootschalig kan worden toegepast en die tegelijkertijd recht doet aan de individuele wensen van verschillende doelgroepen?'

Het is van belang om tijdens het innovatietraject de voortgang te volgen. In hoeverre worden kostendalingen gerealiseerd bijvoorbeeld? Begrijpen we dan ook waarom wel of niet en waar verbeteringen mogelijk zijn? Dit vraagt om een goede monitoring en evaluatie van het innovatietraject zelf, om tussentijdse bijsturing mogelijk te maken.

De in het VHKA opgenomen startmotor en de 100 wijken aanpak van het Rijk hebben naast het doel om snel 'meters te maken' ook een duidelijk leerdoel. De ervaring bij deze eerste woningen en wijken moeten lessen opleveren voor de latere grootschalige aanpak. Deze twee doelen kunnen elkaar mogelijk in de weg zitten. Het leren zou echter de meeste aandacht moeten krijgen. Wanneer de eerste aanpakken waardevolle lessen opleveren die gebruikt kunnen worden voor latere opschaling, kan dit het proces later aanzienlijk versnellen. Een gehaaste snelle aanpak nu, levert misschien op korte termijn meer verduurzaamde woningen op, maar bemoeilijkt de latere uitrol.

Leren van fouten is een belangrijke vorm van leren. Binnen de aanpak moet hier ruimte voor zijn. Dat betekent dat fouten ingecalculiseerd worden en dat bestuurders niet afgerekend worden op de eerste de beste fout, maar dat deze fouten worden aangegrepen om processen te verbeteren.

Er is nu gekozen voor een wijkgerichte aanpak. Dit heeft vele voordelen, maar het maakt het wel moeilijker om te leren van andere aanpakken. Immers elke gemeente zal zijn eigen aanpak kiezen met zijn eigen adviseurs en ondersteunende diensten. Er moet een aanpak ontwikkeld worden om de lessen die in wijk 1 in gemeente A worden geleerd beschikbaar te maken voor wijk 2,3 en 4 in gemeente B, C en D. Bij de proeftuinen van BZK is hiervoor een leertraject aangekondigd, maar het is nog onduidelijk hoe dat wordt ingericht.

### 10.4.3 Instrumenten voor nieuwbouw

Voor de nieuwbouw is een convenant afgesloten met afspraken om minimaal 75% van de nieuwbouw tussen nu en 2021 zonder gasaansluiting op te leveren. De belangrijkste kenmerken van het convenant voor de nieuwbouw zijn samengevat in tabel 10.9.

Voor de periode 2019-2021 is 55% van de nieuwbouwwoningen aardgasvrij. Partijen willen dit verhogen naar 75% en liefst naar meer. Wie gaat initiatief nemen om vergunningen aan te passen en/of koopcontracten open te breken?

Op korte termijn is het effect erg afhankelijk van bereidheid of weerstand bij gemeenten, corporaties projectontwikkelaar en kopers om bestaande ontwerpen en koopcontracten aan te passen. Zonder financiële tegemoetkoming in de meerkosten is het onwaarschijnlijk dat projectontwikkelaar, kopers en corporaties dit willen doen. Projectontwikkelaars hebben geen belang bij het aanpassen van hun ontwerpen. Gemeenten zullen voor aangepaste plannen mogelijk de vergunning willen herzien. De VNG adviseert hen daarvoor geen dubbele leges in

rekening te brengen. De enige partij die er op korte termijn belang bij heeft, zijn de netbeheerders die hiermee versnelde afschrijvingen op hun gasnetten kunnen voorkomen. Voor kopers en verhuurders is er een langetermijnbelang, dat ze in de (verre) toekomst niet hun woning alsnog van het gas hoeven te halen.

**Tabel 10.9 Belangrijkste kenmerken van het convenant voor de nieuwbouw**

criterium	Interpretatie instrument Convenant aardgasvrije nieuwbouw	Effect?
Startjaar	1 juli 2018	+
Doelgroep	Woningen en dienstensector	+
Aangrijpingspunt	Aansluiting nieuwbouw op gasnet	+
Doel, norm of tarief	Streven 75% nieuwbouw zonder gas-aansluiting, vanaf 2022 streven 100%	+
Uitzonderingen mogelijk?	Ja, gemeente beslist bij nog niet vergunde projecten. Vrijwillig projectontwikkelaars bij vergunde projecten Vrijwillig corporaties en kopers bij verkochte woningen	-
Flankerende regelingen	Switchteams, VNG-handreiking, Intentie NEF-lening voor kopers	0
Afhankelijkheden	Alternatief voor aardgas moet beschikbaar zijn: warmtenet of verzaamd elektriciteitsnet	
Synergie met andere instrumenten	Wijkaanpak: komt vanaf 2021 Startmotor: gaat vooral over corporatiewoningen	0 0
Wie betaalt?	Projectontwikkelaar of kopers betalen meerkosten. Risico voor kopers op slecht doordacht alternatief voor gas dus minder comfortabel huis of hogere energiekosten	-
Rijksbijdragen	Geen	+
Wie heeft voordeel?	Gasbedrijf voorkomt versnelde afschrijving gasaansluiting later	+
Wie moet uitvoeren?	Projectontwikkelaars en woningcorporaties	0
Handhaving	?	-
Sanctie	?	-

Als switchen vrijwillig is (de vergunning is al verstrekt, of de woningen zijn al verkocht), dan kunnen enkele kopers in een nieuwbouwwijk nog steeds een gasaansluiting eisen. Hier is dan een heel gasnet voor nodig. Wie gaat zo'n aansluiting betalen? Het is wellicht verstandig om netwerkbedrijven de mogelijkheid te bieden om tegenstribbelaars te compenseren. Hoe regel je dit financieel? Waar zit doorzettingsmacht om alsnog een hele nieuwbouwwijk niet aan te sluiten? Het lijkt verstandig om netbeheerders meer mogelijkheden te geven hierin initiërend op te treden.

Conclusie: 75% aardgasvrije nieuwbouw vanaf nu lijkt hooguit een bovengrens. Vanaf 2021 lijkt 100% aardgasvrije nieuwbouw wel haalbaar.

#### 10.4.4 Instrumenten voor koopwoningen

Met de nu voorgestelde instrumentatie worden eigenaren van koopwoningen verleid om te investeren in energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie; er zijn geen verplichtingen. Via de Startmotoraanpak worden de kosten van maatregelen verlaagd. Verschuiving van de energiebelasting op gas en elektriciteit moeten er voor zorgen dat de energierekening van huishoudens gelijk blijft als ze geen maatregelen nemen, maar dat het financieel aantrekkelijk wordt om dat wel te doen, omdat ze dan (over een periode van 10-15 jaar) meer besparen op energiekosten dan betalen aan maatregelen. Taxateurs en hypotheekverstrekkers gaan huiseigenaren actief voorlichten over de financiële voordelen van verduurzamen en mogelijkheden voor

financiering van de investeringen, waaronder een nieuw te ontwikkelen vorm van gebouwgebonden financiering (ggf). De belangrijkste kenmerken van dit instrument zijn samengevat in tabel 10.10.

**Tabel 10.10 Belangrijkste kenmerken van het instrument gebouwgebonden financiering**

criterium	Interpretatie instrument Gebouwgebonden financiering	Effect?
Startjaar	?	-
Doelgroep	Particuliere woningeigenaren	+
Aangrijpingspunt	Investerings in energiebesparing [en duurzame opwek?]	+
Doel, norm of tarief	Financieringslast lager dan besparing op energiekosten	+
Uitzonderingen mogelijk?	Forfaitaire berekening o.b.v. voorbeeldwoningen; realisatie kan dus afwijken van verwachting	-
Flankerende regelingen	Ontwikkelen standaardcontracten, Geen BKR-toets bij tvt < 10-15 jaar Energieprestatiegarantie bij de investeringen	+ + +
Afhankelijkheden	Kostendaling is nodig voor rendabele businesscase Fiscale aftrekbaarheid lening voor IB nog regelen Gevolgen ggf voor verkoopwaarde woning nog onbekend	- - -
Synergie met andere instrumenten	EB-schuif, wijkaanpak (i.v.m. kostenreductie), subsidies. NEF kan alternatief zijn (revolving fund van het Rijk)	+ -
Wie betaalt?	De koper	+
Rijksbijdragen	Subsidies, minder EB-inkomsten, minder IB	
Wie heeft voordeel?	Geldverstrekkers: meer omzet Samenleving: meer energiebesparing, minder CO <sub>2</sub>	+ +
Wie moet uitvoeren?	Geldverstrekkers	+
Handhaving	Toezichthouder AFM	+
Sanctie	Minder verstrekte leningen, minder energiebesparing	?

Een ggf maakt energie besparen op zichzelf niet rendabeler, maar verlaagt wel de kosten van financiering van de investering en kan financieringsdrempels wegnemen voor partijen die de investering niet uit eigen middelen kunnen betalen. Een ggf wordt alleen toegekend als maatregelen voor energiebesparing zich ruim binnen de technische levensduur en de looptijd van de lening terugverdienen. Die terugverdientijd is erg afhankelijk van allerlei financiële regelingen: EB-schuif, subsidie, lage rente, kostendaling, fiscale aftrekbaarheid. Zolang die zaken onduidelijk zijn, is het lastig te bepalen hoeveel woningen in aanmerking kunnen komen voor een ggf. Het is ook belangrijk te beseffen dat ggf alleen betrekking heeft op leningen voor energiebesparing (daar worden rente en aflossing immers mee verdiend) en niet op andere, bijkomende gebouwverbeteringen die o.a. ook in NoM-renovaties worden aangebracht. Om de bijdrage van ggf aan emissiereductie te kunnen bepalen, is informatie nodig over de mate waarin financieringsbelemmeringen van invloed zijn op het aantal energiebesparende verbouwingen. Hierover is bij het PBL geen empirisch onderzoek bekend. Uit de voorstellen is niet duidelijk of alle woningeigenaren toegang krijgen tot ggf als hun investering aan de rentabiliteitseisen voldoet. Verder lijkt verruiming van financieringsmogelijkheden op gespannen voet te staan met DNB-beleid om de nationale hypotheekschuld te verlagen. Voor de huiseigenaar is het onduidelijk wat een ggf zal doen met de waarde van het huis bij verkoop door de eerste ggf-nemer.

De hamvraag voor de koopsector is: hoeveel woningeigenaren zullen door bovengenoemd instrumentarium (waarin ggf vooral een ondersteunende rol zal spelen) de komende jaren besluiten hun woning aan te passen? Om die vraag te beantwoorden lijkt het zinvol onderscheid te maken tussen drie groepen woningeigenaren: a) eigenaren die niet verhuizen, b)



eigenaren die een andere woning kopen, en c) eigenaren in een woonwijk met een warmteplan waarin staat welke infrastructuur het gasnet gaat vervangen (ongeacht of ze er al wonen of van buiten komen). Gemeenten moeten uiterlijk in 2021 voor elke wijk een transitievisie warmte opstellen maar kunnen zelf het tijdpad voor verduurzaming kiezen. Afhankelijk daarvan zal de laatste groep woningeigenaren (ad c) geleidelijk groeien ten koste van de twee andere groepen.

Woningeigenaren die niet verhuizen en voor hun wijk nog geen warmteplan hebben (ad a), zullen zelf initiatief moeten nemen om hun woning te verduurzamen. Zij worden niet actief benaderd door taxateurs, hypotheekverstrekkers. Of ze benaderd worden door gemeenteambtenaren die een warmtevisie of warmteplan voorbereiden, zal afhankelijk zijn van gemeentelijk beleid. Tot 2030 kan deze groep woningeigenaren nog best substantieel groot blijven. Het heeft namelijk voordelen om te wachten tot andere gemeenten ervaring hebben opgedaan met het maken van visies en plannen en tot maatregelen goedkoper zijn geworden. Voor deze groep woningeigenaren is verduurzamen een hoop gedoe en maar tot op zekere hoogte financieel rendabel. De nu voorgestelde verhoging van de belasting op aardgas met 5 cent, zal hier beperkt verbetering in brengen, maar de indicatief genoemde verhoging van de energiebelasting met 20 cent/m<sup>3</sup> gas kan er toe leiden dat de gemiddelde terugverdientijd van isoleren tot label B terugloopt van 25 jaar naar circa 20 jaar en dat het percentage woningen dat een hybride warmtepomp binnen 7 jaar terugverdient toeneemt van 20 naar 60%<sup>14</sup>. Een aantal woningeigenaren zal motivatie ontleenen aan het klimaatprobleem, de bevingen in Groningen of de afhankelijkheid van buitenlands aardgas, maar voor velen zal dat niet opwegen tegen de nadelen van verbouwen en extra schulden maken.

Woningeigenaren die een bestaande woning kopen in een wijk zonder warmteplan (ad b) zullen benaderd worden door taxateurs en hypotheekadviseurs die de mogelijkheden en voor- en nadelen van verduurzamen onder de aandacht zullen brengen. De bestaande verplichting om een energielabel te overleggen zal bijdragen aan kennis van de energetische kwaliteit van de woning. Het is de vraag of kopers in de huidige<sup>15</sup> overspannen huizenmarkt nog financiële bestedingsruimte willen reserveren voor verduurzaming van hun aan te kopen woning. De beschikbaarheid van ggf is nog afhankelijk van een aantal voorwaarden waarin nog niet is voorzien (zie Afhankelijkheden in tabel 10.10). Bovendien is het lastig in te schatten welk type verduurzaming op termijn noodzakelijk is zolang een warmteplan ontbreekt. Dat kan er toe bijdragen dat kopers een afwachtende houding aannemen t.a.v. verduurzaming. De voorgestelde korting op overdrachtsbelasting met 2%-punten bij verduurzaming (gemiddeld 5.600 euro) is vaak lager dan de investering in de meeste energiebesparende maatregelen en is dus ook geen sterke stimulans, al helpt het wel.

Woningeigenaren in een wijk met een warmteplan (ad c) weten waar ze aan toe zijn. Die kunnen hun maatregelen afstemmen op de energiedragers die op termijn beschikbaar zullen zijn: warmte uit een warmtenet en/of elektriciteit. Die duidelijkheid stelt bouwbedrijven in staat om een wijkgericht pakket maatregelen aan te bieden tegen gunstige tarieven. En buren kunnen elkaar stimuleren om maatregelen te nemen. Psychologische mechanismen als priming (mensen op een goed idee brengen) en 'social proof' (Als iedereen het doet, dan zal het wel goed zijn) kunnen in zo'n context hun werk doen. In die situatie kan ggf een belangrijk instrument zijn, dat financiële belemmeringen voor verduurzaming wegneemt.

Uit bovenstaande analyse volgt dat duidelijkheid over de toekomstige energie-infrastructuur voor eigenaren een belangrijke factor is in de besluitvorming over verduurzaming van hun woning. Het VHKA is nog onduidelijk over het tempo waarin gemeentes die duidelijkheid

<sup>14</sup> Daarbij is geen rekening gehouden met mogelijke toekomstige kostendaling van genoemde maatregelen. Bron: Effecten energiebelastingsschuif op huishoudens; PBL-rapportage aan ERGO-werkgroep juni 2018.

<sup>15</sup> Het is natuurlijk onduidelijk hoe lang de woningmarkt overspannen blijft en in krimpregio's zal dit argument vermoedelijk minder relevant zijn.

kunnen geven en warmteplannen zullen vaststellen. Het is ook nog onduidelijk welk belang gemeentes hebben om snel aardgasvrij te willen worden. Beschikbaar stellen van subsidies voor 'first movers' kan effectief zijn om snel handelen te bevorderen maar behalve de 100-wijken-proeftuinen zijn in het VHKA nog geen toezeggingen gedaan over beschikbaar stellen van subsidies.

Al vele jaren wordt vanuit de overheid ingezet op het stimuleren van vrijwillige energiebesparing bij eigenaar-bewoners. Hiervoor is een heel scala aan instrumenten ontwikkeld om de eigenaar-bewoners te ontzorgen en financieel te ondersteunen.<sup>16</sup> In koopwoningen worden nu circa 700 duizend besparende maatregelen per jaar getroffen.<sup>17</sup> In het referentiescenario is verondersteld dat dit aantal door het beleid de komende jaren nog ligt zal toenemen. De in het VHKA voorgestelde instrumenten wijken niet wezenlijk af van de al lopende activiteiten. Het is daarom niet aannemelijk dat het VHKA zal leiden tot een verdere verhoging van het verduurzamingstempo in de koopsector. Het PBL kan de effecten van de wijkaanpak pas doorrekenen als in het klimaatakkoord concretere afspraken worden gemaakt over het tempo waarin warmteplannen worden vastgesteld en waarin wijken van het gasnet worden afgesloten.

#### 10.4.5 Instrumenten voor huurwoningen

Voor de huursector zijn voorstellen gedaan door Aedes, de koepelorganisatie van woningcorporaties, over het tempo waarin corporatiewoningen verduurzaamd zullen worden. Voor de jaren 2019, 2020 en 2021 zijn die afspraken gekwantificeerd in aantallen woningen en bijbehorende maatregelen. Voor de periode 2022-2030 is afgesproken dat de huursector 50% van de emissiereductie in de woningbouw wil realiseren, zonder aan te geven hoe dat precies zal gebeuren. De corporaties zullen daarbij profiteren van de generieke instrumenten die in het VHKA zijn aangekondigd, zoals de wijkaanpak, verschuiving energiebelasting, en de kostprijsreducties die door de Startmotor en innovatieprogramma's worden uitgelokt. Ze stellen daarbij wel een lange lijst voorwaarden, waaronder: halvering van de verhuurdersheffing, maximering van de belastingdruk op het huidige niveau, subsidiëring van de onrendabele top van de investeringen en compensatie van de aansluitbijdrage voor woningen op een warmtewet. Het VHKA bevat geen toezeggingen van partijen die aan deze voorwaarden willen voldoen. Zonder die toezeggingen kan geen effect aan de uitgesproken intenties worden toegekend. Voor de genoemde maatregelen in de periode 2019-2021 zijn wel toezeggingen gedaan voor financiële ondersteuning. Van de in het Regeerakkoord afgesproken vermindering op de verhuurderheffing in de jaren 2019, 2020 en 2021, kan 50 miljoen gericht worden ingezet voor de first movers.

De voorgenomen activiteiten voor de huursector in het VHKA zijn ingebracht door koepelorganisaties Aedes en de Woonbond. Het is onduidelijk in hoeverre deze plannen gedragen worden door individuele corporaties. Het is cruciaal dat de voorgenomen activiteiten vertaald worden naar acties voor individuele corporaties en dat er gewerkt wordt aan een borgingsstematiek, zodat die corporaties afrekenbaar zijn op hun deel van de afspraken. Corporaties zullen hun investeringen willen afstemmen op de plannen voor toekomstige energie-infrastructuur in de wijken waar hun vastgoed is gesitueerd (net als eigenaren van koopwoningen). Dat zal er voor zorgen dat het tempo van verduurzaming mede afhankelijk zal zijn van het tempo waarin gemeenten warmteplannen vaststellen.

---

<sup>16</sup> In de NEV zijn onder andere de volgende beleidsinstrumenten geïdentificeerd gericht op eigenaar-bewoners: een lokaal en regionale ondersteuningsstructuur inclusief regionale energieloketten; Activerende voorlichtingsprogramma over energiebesparing voor de woonconsument; Introductie voorlopig label woningen; Nationaal energiebespaarfonds; Integrale aanpak ontzorging particulieren.

<sup>17</sup> Zie: [www.energiecijfers.nl](http://www.energiecijfers.nl).

Zonder concrete uitwerking van de beoogde emissiereductie, zonder borgingssystematiek en zonder tijdschema voor het vaststellen van warmteplannen kan het PBL niet bepalen wat het effect zal zijn van voorgestelde instrumenten voor de huursector.

Over maatregelen door particuliere verhuurders zijn in het VHKA geen specifieke voorstellen opgenomen. Deze groep verhuurders zal ook profiteren van de generieke instrumenten maar de werking daarvan is nog onduidelijk. Tot nu toe hebben particuliere verhuurders nauwelijks bijgedragen aan verduurzaming van de woningvoorraad. Het is daarom niet waarschijnlijk dat het nu voorgestelde onduidelijke instrumentarium daar veel verandering in zal brengen. Om meer zekerheid te krijgen over de bijdrage van particuliere verhuurder is het raadzaam met deze doelgroep toetsbare afspraken te maken en in het klimaatakkoord op te nemen. Mocht de wijkaanpak een heldere planning opleveren voor het uitfaseren van gasnetten, dan kan hiervan een impuls uitgaan naar particuliere verhuurders om zich te bezinnen op te nemen maatregelen.

Het is opvallend te constateren dat het tempo van maatregelen dat voor corporaties in de Startmotor is afgesproken lager ligt dan wat Aedes in zijn eigen Routekaart naar 2050 aangeeft. In de routekaart van Aedes wordt gesproken over 68.545 woningen die jaarlijks tot en met 2021 worden aangepakt, waarvan 90% wordt verbeterd. In de periode 2019-2021 zou het dan gaan om circa 185.000 woningen. In het VHKA gaat het om ca. 100.000 woningen.

#### 10.4.6 Instrumenten voor de dienstensector

In de dienstensector is normering van het gebouwgebonden energieverbruik en van installaties het belangrijkste instrument, naast de generieke instrumenten. Het gebouwgebonden energieverbruik wordt genormeerd op basis van het energielabel. Daarbij wordt de onderliggende rekenmethodiek verbeterd waardoor deze beter het daadwerkelijk energieverbruik weergeeft. Het verschil tussen verwacht en gerealiseerd energieverbruik wordt vermoedelijk veroorzaakt door het slecht ingeregeld zijn van klimaatinstallaties en door gedeeltelijke leegstand of lage bezettingsgraad van panden. Beide factoren moeten dan worden meegenomen in de methodiek. Onduidelijk is welk energielabel dan de norm wordt in 2030. Het verdient aanbeveling hierover een concrete afspraak te maken in het klimaatakkoord, hoewel het lastig is de norm vast te stellen wanneer eerst de rekenmethodiek nog moet worden aangepast. Daarom kan dit instrument nu niet van een effect worden voorzien.

Het niet-gebouwgebonden energieverbruik wordt volgens het VHKA genormeerd binnen de Wet Milieubeheer. De Wet Milieubeheer heeft die focus echter niet, maar heeft betrekking op alle energiebesparende maatregelen die zich binnen 5 jaar terugverdienen. Onduidelijk is of het de intentie is de Wet Milieubeheer aan te passen. In het referentiescenario is verondersteld dat richting 2030 alle gebouwen in de dienstensector die tot de doelgroep behoren (geen kleinverbruiker zijn) aan de wet voldoen. Dit instrument leidt in de VHKA dus niet tot extra emissiebeperking.

Beide vormen van normering zullen alleen effectief zijn wanneer bedrijven belang hebben zich aan die normen te conformeren. Dat betekent dat aan niet naleven een substantiële sancties wordt verbonden en dat controle op naleving goed wordt georganiseerd. Ervaringen met de huidige norm uit de Wet Milieubeheer (5 jaar terugverdientijd voor energiebesparende investeringen) leren dat goede naleving lastig is af te dwingen, zeker als daar veel bedrijfsspecifieke informatie voor nodig is. De vertaling van die norm in een lijst met 'erkende maatregelen' heeft de handavingsinspanningen duidelijk verlicht. Deze aanpak zou ook bij de nieuwe norm kunnen worden toegepast.

#### 10.4.7 Instrumenten voor verduurzaming van het energie-aanbod

Het VHKA noemt een aantal instrumenten om de productie van hernieuwbare energiedragers voor de gebouwde omgeving te bevorderen:

- a. Voor geothermie is van belang dat de Rijksoverheid verder investeert in het in kaart brengen van de ondergrond in Nederland, de nieuwe Mijnbouwwet afrondt inclusief een nieuw vergunningstelsel, de SDE-subsidie beter op de praktijk van geothermie afstemt.
- b. Voor aquathermie wordt een driejarig programma voorgesteld, gericht op de uitwerking van de organisatie en de governance, juridische vraagstukken en de uitvoering van een kennis- en innovatieprogramma.
- c. Voor duurzame gassen ontbreken nog instrumenten die de productie ervan stimuleren, de productiekosten drastisch verlagen en een efficiënte allocatie van de geproduceerde duurzame gassen over potentiële afnemers bevorderen.

Enkele technologieën, die belangrijk zijn voor de verduurzaming van de warmtevoorziening in de gebouwde omgeving, ontbreken in de voorstellen voor stimulerende instrumenten:

- Lage-temperatuur-warmtenetten worden wel genoemd als toekomstig alternatief voor de huidige hoge-temperatuur-warmtenetten. Met enkele pilots zou deze techniek verder ontwikkeld kunnen worden en breder onder de aandacht van planners en ontwerpers gebracht kunnen worden.
- Verduurzamen van bestaande warmtenetten wordt alleen als opgave geformuleerd in het VHKA maar er ontbreken activiteiten gericht op het verkennen van de mogelijkheden daarvoor.

# 11 Mobiliteit

## 11.1 Samenvatting totaal streefbeeld

De kernpunten uit het VHKA met betrekking tot mobiliteit zijn hieronder samengevat.

- De mobiliteitstafel heeft breed geïnventariseerd welke maatregelen en beleidsinstrumenten bij kunnen dragen aan de realisatie van de opgave van 7,3 Mton emissiereductie. Het bepalen welke instrumenten men met welke maatvoering wil gaan nemen is nu de volgende stap. Voor realisatie van de reductieopgave voor mobiliteit in 2030 kunnen de volgende drie zaken een grote bijdrage leveren.
- De overstap naar elektrisch rijden vormt in potentie een belangrijke maatregel. Als alle nieuwverkopen in 2030 elektrisch moeten zijn, moet ook de particuliere markt bereikt worden, de export van tweedehands auto beperkt worden, moet de laadinfrastructuur meegroeien en het energiesysteem erop ingericht worden. De onzekerheid over de ontwikkeling van elektrisch rijden vereist een adaptieve strategie. Grootschalig elektrisch rijden betekent een forse afname van de accijnsinkomsten en kan door de lagere gebruikskosten extra autogebruik in de hand werken.
- Een tweede belangrijke maatregel is de inzet van duurzame biobrandstoffen. Ook hier kan mogelijk een substantiële reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie bereikt worden, maar is er onzekerheid of het mogelijk is om de vereiste grote hoeveelheden duurzame biomassa te verkrijgen en voor wegtransport beschikbaar is. Door de beperkte beschikbaarheid van biomassa binnen Nederland is de import van biomassa of biobrandstoffen noodzakelijk.
- Een derde belangrijke categorie zijn maatregelen gericht op het veranderen van het mobiliteitsgedrag, zoals betalen naar gebruik van autowegen. CO<sub>2</sub>-reductie is maar een van de effecten van deze maatregelen, naast de effecten op o.a. bereikbaarheid, verkeersveiligheid, luchtkwaliteit en overheidsfinanciën.
- De CO<sub>2</sub>-emissies die voortkomen uit de Nederlandse afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale scheep- en luchtvaart bedroegen 52 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten in 2015. Deze emissies vallen volgens internationale afspraken buiten de nationale emissies en vormen geen onderdeel van de door het kabinet aan de tafel meegegeven emissieopgave. Wel zijn ook voor de zeevaart en luchtvaart overlegtafels gestart en worden ambities, doelstellingen en acties geformuleerd. Door hun omvang, vanwege de verbanden tussen deze afzet met het overige Nederlandse energieverbruik (zoals de inzet van duurzame biobrandstoffen) en vanwege de mogelijke interacties tussen voorstellen uit het Klimaatakkoord lijkt het zinvol deze trajecten met het Klimaatakkoord te verbinden.

## 11.2 Afbakening en onzekerheden

Om recht te doen aan de onzekerheden bij de geschatte effecten zijn de resultaten als bandbreedte gepresenteerd. De effecten van de maatregelen en instrumenten zijn hierbij afhankelijk gemaakt van omgevingsfactoren. Als deze 'meezitten' mogen grotere effecten worden verwacht dan wanneer deze 'tegenzitten'. De effecten van de bijmenging van biobrandstoffen zijn met de grootste onzekerheid omgeven, afhankelijk van de verwachte beschikbaarheid.

Een aantal maatregelen zijn niet genoeg in concrete beleidsinstrumenten omgezet om de effecten daarvan te analyseren. Mede daardoor vallen de effectramingen lager uit dan de eerder geformuleerde streefbeelden. Dit speelt met name bij zorgeloze logistiek.

De geraamde effecten kunnen niet zondermeer opgeteld worden. Er bestaan belangrijke interacties, waardoor de invulling van de ene maatregel, de effecten van een andere maatregel beïnvloeden. Een deel van de automobilisten zal bijvoorbeeld door investeringen in het spoor overstappen van de auto naar de trein. Als een deel van die auto's echter elektrisch is zal die overstap minder CO<sub>2</sub>-effect hebben. Maatregelen in een samenhangend pakket kunnen elkaar ook onderling versterken.

### 11.2.1 Totaal streefbeeld: maatregelen, emissies, kosten

De tafel mobiliteit heeft als streefbeeld het reduceren van de emissie van broeikasgassen tot 25 Mton in 2030, als tussen doel voor een transitie naar duurzame en zorgeloze mobiliteit. Er zijn een groot aantal (circa 200) mogelijke voorstellen gedaan, maar de mobiliteitstafel heeft hierin nog geen keuzes gemaakt. Na de zomer wil de mobiliteitstafel uit het grote aantal maatregelen gaan bepalen met welke concrete beleidsinstrumenten men de beoogde reductie tot 25 Mton wil gaan behalen.

Omdat er nog geen maatregelen of beleidsinstrumenten gekozen zijn richt deze analyse zich op het in beeld brengen van de te verwachten effecten van de afzonderlijke maatregelen of instrumenten. De analyse heeft zich gericht op de maatregelen en beleidsinstrumenten zoals die vanuit de Mobiliteitstafel via het secretariaat zijn aangeleverd. De analyse is uitgevoerd door het PBL, met ondersteuning door TNO en CE. De eindverantwoordelijkheid ligt bij het PBL.

De voorstellen zijn behoorlijk omvattend voor alle emissies die samenhangen met mobiliteit. Alleen de emissies van het internationaal scheepvaart- en luchtvaartverkeer worden niet door de maatregelen aangesproken. Dat is omdat landen op basis van het Klimaatakkoord van Parijs niet verantwoordelijk worden gesteld voor de CO<sub>2</sub> die vrijkomt uit bunkerbrandstof.

De voorstellen voor de sector mobiliteit zijn gegroepeerd in 5 clusters (elektrisch rijden, alternatieve brandstoffen, fiets en OV, zakelijk rijden, logistiek). De voorgestelde maatregelen en beleidsinstrumenten zijn bij fiets en OV en bij logistiek in twee pakketuitwerkingen ingedeeld; een ambitieuzer pakket 'large' en een gematigder pakket 'small'.

Het effect van de maatregelen is aan onzekerheden onderhevig, zoals de snelheid waarmee de kosten dalen en de gedragsreactie van consumenten. Daarom is in de analyse gewerkt met 'meewind' en tegenwind'. Bij 'meewind' zijn de omgevingsontwikkelingen gunstiger en de gedragsreacties groter dan bij 'tegenwind'. Tabel 11.1 geeft daarom per cluster een bandbreedte, die een indicatie geeft van de mogelijke effecten.

De opgave aan de tafel is gesteld op een emissie van maximaal 25 Mton in 2030. De emissie in de referentie bedraagt 32,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq met een bandbreedte van 29 tot 39 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Ten opzichte van de referentie betreft de opgave dus een reductie van 7,3 [4-14] Mton CO<sub>2</sub>-eq. Daarvan wordt 1 Mton al gerealiseerd door de aangescherpte Europese normering van vrachtwagens en de voorgenomen invoering van een kilometerheffing voor het vrachtverkeer.

Tabel 11.1 geeft de resultaten van de analyses van de voorstellen in het VHKA. Vanwege dubbeltelling kunnen de resultaten per cluster niet zonder meer bij elkaar worden opgeteld. Desondanks lijkt het mogelijk om met een combinatie van de voorgestelde maatregelen aan de tafelopgave te voldoen. De bandbreedtes zijn wel groot, waardoor het maatregelpakket ambitieuzer zal moeten worden ingevuld als het op meerdere terreinen 'tegenzit'.

**Tabel 11.1 Overzicht van de CO<sub>2</sub> reducties in Mton en nationale kosten in miljoen euro's per jaar per cluster**

	Reductie CO <sub>2</sub> -equivalenten 2030 (Mton)		Jaarlijkse nationale kosten (mln Euro)	
	Small	Large	Small	Large
EU-normen en Maut-vrachtwagens	1			
Streefbeeld elektrisch rijden	3-5		PM	
Alternatieve brandstoffen	0-4,9		0 - 1000	
Fiets en OV	1,6 - 2,8	2,9 - 4,4	550	1150
Zakelijk reizen	0.8-1.4		PM	
Logistiek	0,5 - 1,1	0,7 - 1,9	80-100	100-120
Overig	0,1-0,2		PM	

NB: Vanwege dubbeltelling van effecten mogen de getallen per cluster niet worden opgeteld.

Het streefbeeld voor elektrisch rijden (nieuwverkoop personenauto's in 2030 100% zero emissie) komt, afhankelijk van het ingroeipad, neer op circa 1,8 tot 2,8 miljoen elektrische auto's in het wagenpark in 2030. Wanneer dat wordt gerealiseerd kan dat een reductie van 3 – 5 Mton CO<sub>2</sub> in 2030 betekenen. In welke mate dit wordt behaald en tegen welke kosten zal afhangen van de instrumenten die men hier toe wil inzetten, op de korte termijn maar ook tussen 2025 en 2030. Welke instrumenten men met name na 2025 wil inzetten was ten tijde van deze analyse niet bekend.

Met de inzet van alternatieve brandstoffen kan tussen 0 en 4,9 Mton gereduceerd worden. De grote bandbreedte komt voor uit de grote onzekerheid over de beschikbaarheid. Bij voldoende beschikbaarheid zijn, afhankelijk van de kostprijs de jaarlijkse kosten 0,7 miljard of 1 miljard euro.

Met de instrumenten uit het fiets en OV-pakket kan tussen 1,6 en 4,4 Mton gereduceerd worden. Een belangrijk deel hiervan wordt bereikt met de invoering van kilometerbeprijzing. Zonder kilometerbeprijzing is het effect 0,2 tot 1,9 Mton. De jaarlijkse nationale kosten (exclusief het effect op de brandstofkosten) variëren tussen 550 en 1150 miljoen euro.

Met de instrumenten rond zakelijk reizen kan 0,8 tot 1,4 Mton CO<sub>2</sub>-reductie worden behaald, met name de aanpassing van de woon-werkvergoedingen en verdere uitrol van het koploperbeleid.

Bij logistiek is de mogelijke reductie tussen 0,5 en 1,9 Mton, waarvan 0,2 tot 1,1 met Zero emissies stadslogistiek, 0,3 a 0,4 bij mobiele werktuigen en 0 tot 0,4 Mton bij de binnenvaart (met name door de inzet van biobrandstoffen).

In de categorie overig valt het programma zuinige banden met een geschatte reductie van 0,1 a 0,2 Mton.

### 11.2.2 Reflectie samenhang tussen maatregelen en ander beleid

De sector verkeer en vervoer (exclusief internationale lucht- en scheepvaart) is verantwoordelijk voor bijna 20 % van de emissie van CO<sub>2</sub> in Nederland (Schoots, Hekkenberg en Hammingh, 2017). De emissie van broeikasgassen door het binnenlandse verkeer en vervoer daalt naar verwachting van 35,5 Mton in 2015 naar 33,1 Mton in 2020 [bandbreedte 31 tot 36] en 32,3 Mton in 2030 [bandbreedte 29 tot 39 Mton]. De geraamde emissie in 2030 ligt daarmee op ongeveer hetzelfde niveau als die in 1990. In het Klimaatakkoord wordt voor de sector verkeer en vervoer gestreefd naar een emissie van 25 Mton in 2030. Dat betekent een reductie van 7,3 Mton ten opzichte van de raming in de Nationale Energie Verkenning (NEV)



2017, het referentiescenario waartegen de hier voorliggende maatregelen beoordeeld worden.

De emissies hebben betrekking op de binnenlandse emissie van de voer- en vaartuigen (tank-to-wheel), de emissie in de productieketen van de energiedragers zoals benzine, diesel of elektriciteit (well-to-tank) is hierbij niet inbegrepen. Voor zover die productie in Nederland plaatsvond, is het opgenomen bij andere sectoren. Emissies in het buitenland zijn niet meegenomen.

Ook zijn door de mobiliteitstafel geen maatregelen opgenomen die de emissies van lucht- en zeescheepvaart beperken. De CO<sub>2</sub>-emissies die voortkomen uit de Nederlandse afzet van bunkerbrandstoffen aan de internationale scheep- en luchtvaart bedroegen in 2015 52 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten. Deze emissies vallen volgens internationale afspraken buiten de nationale emissies en vormen geen onderdeel van de door het kabinet aan de tafel meegegeven emissie-opgave. Wel zijn ook voor de zeevaart en luchtvaart overlegtafels gestart en worden ambities, doelstellingen en acties geformuleerd. Door hun omvang, vanwege de verbanden tussen deze afzet met het overige Nederlandse energieverbruik (zoals de inzet van duurzame biobrandstoffen) en vanwege de mogelijke interacties tussen voorstellen uit het Klimaatakkoord lijkt het zinvol deze trajecten met het Klimaatakkoord te verbinden.

In totaal zijn er door de verschillende mobiliteits-deeltafels zo'n 200 maatregelen en instrumenten geformuleerd op 5 deelgebieden (elektrisch rijden, alternatieve brandstoffen, openbaar vervoer en fiets, zakelijk rijden en logistiek). In dit rapport zijn de maatregelen en instrumenten per deelgebied gegroepeerd en worden ook per deelgebied beoordeeld. Er is in deze fase niet gestreefd naar consistentie tussen de deelgebieden. Dit rapport beoogt, voor zover het binnen de beperkte tijd mogelijk is, een eerste indruk te geven van het CO<sub>2</sub>-reducerend effect en de kosten van maatregelen en instrumenten per deelgebied. De mobiliteitstafel zal in een later stadium een keuze maken uit de maatregelen en instrumenten.

Het totaal aan mogelijke CO<sub>2</sub>-reductie is niet gelijk aan de optelling van de reducties per deelgebied, omdat er bij een aantal maatregelen en instrumenten onderlinge interacties zijn die ervoor zorgen dat het totaal effect kleiner (of soms ook groter) zal zijn. In de slotparagraaf wordt hier nader op ingegaan.

De beoordeling gaat uit van het jaar 2030. Om enigszins recht te doen aan de onzekerheden die dat met zich meebrengt, worden de resultaten als bandbreedte gepresenteerd, zonder hiermee te suggereren dat we daarmee alle onzekerheden hierin gevangen hebben. De effecten van de maatregelen en instrumenten zijn hierbij afhankelijk gemaakt van omgevingsfactoren. Als deze 'meezitten' mogen grotere effecten worden verwacht dan wanneer deze 'tegenzitten'. Zo is bij het meewind-scenario sprake van ontwikkelingen die buiten de invloedssfeer van het nationale beleid liggen, maar wel gunstig zijn voor het effect van de (nationale) maatregelen. Daarbij valt te denken aan voortvarend Europees klimaatbeleid, maar ook aan bijvoorbeeld grotere gedragsreacties dan nu geraamd. Bij het tegenwind-scenario is juist het omgekeerde het geval. Voor zover mogelijk zijn de beleidspakketten large (L) en small (S) tegen deze omgevingsscenario's afgezet.

De maatregelen worden geanalyseerd op basis van de verwachte effecten op de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies en de daarmee gemoeide kosten. Voor sommige maatregelen en instrumenten zijn er ook andere effecten, die wellicht net zo belangrijk zijn. Zo hebben maatregelen om het fietsen te bevorderen vaak belangrijke effecten op de gezondheid van de verkeersdeelnemers en op de leefbaarheid en bereikbaarheid van steden. Getracht is die effecten wel te benoemen, maar ze zijn in deze analyse niet gekwantificeerd.

## ***Nieuw beleid sinds NEV 2017***

Maatregelen en instrumenten worden getoetst aan de emissies zoals die in de NEV 2017 worden voorzien voor 2030. Sinds het verschijnen van NEV 2017 zijn er nieuwe beleidsvoor-nemens en is er een beleidswijziging doorgevoerd. Deze worden hieronder behandeld waarbij een inschatting wordt gegeven van hun effecten op de emissies in 2030. In totaal wordt het gezamenlijke effect ingeschat op een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies in 2030 van ongeveer 1 Mton.

### *Tolheffing vrachtwagens*

‘In navolging van omringende landen wordt zo spoedig mogelijk een kilometerheffing voor vrachtverkeer (‘Maut’) ingevoerd. Het daarvoor te introduceren registratie- en betalings-sys-teem wordt gelijk aan dat in de buurlanden, zodat voor vrachtauto’s geen extra apparatuur benodigd is. De inkomsten uit de heffing zullen in overleg met de sector worden terugge-sluisd naar de vervoerssector door verlaging van de motorrijtuigenbelasting op vrachtauto’s en gelden voor innovatie en verduurzaming’, aldus het regeerakkoord. De minister van Infra-structuur en Waterstaat heeft toegezegd zo spoedig mogelijk, maar vermoedelijk niet voor 2023 de heffing in te voeren. Hoe hoog de tarieven zullen zijn en op welke wegen precies tol wordt geheven is nu nog niet bekend. Maar als de tarieven vergelijkbaar zijn met de Duitse tarieven, zal het ook effect hebben op het aantal verreden vrachtwagenkilometers. Recente analyses ten behoeve van de kilometerheffing voor vrachtauto’s wijzen op een afname van vracht-wagenkilometrages van circa 4%. Deels is dat vraaguitval, deels efficiencyverbetering en deels een verschuiving naar spoor en in mindere mate binnenvaart. De totale emissie van CO<sub>2</sub> door vrachtwagens in 2030 zou naar verwachting ongeveer 6 Mton zijn (zie de NEV 2017). De CO<sub>2</sub>-reductie als gevolg van de heffing voor vrachtwagens ligt daardoor naar ver-wachting rond de 0,2 Mton.

### *EU-normering voor vrachtauto’s*

Strenger EU-bronbeleid met CO<sub>2</sub>-normen voor nieuwe vrachtauto’s wordt al geruime tijd in Brussel besproken. Een eerste voorstel voor CO<sub>2</sub>-emissienormen voor zwaar wegtransport voertuigen is in mei 2018 gepubliceerd [zie COM (2018)284/976483] en stelt voor de emis-sie van nieuwe voertuigen (ten opzichte van de referentie in 2019) te reduceren met 15% vanaf januari 2025 en met 30% vanaf januari 2030. Een reductiedoelstelling van 30% voor nieuwe voertuigen ten opzichte van een 2019 referentievoertuig zou betekenen, dat de CO<sub>2</sub>-emissie van de vloot met ca. 20% gaat dalen tussen 2015 en 2030. Voor vrachtwagens en trekkers komt dit neer op een reductie van in totaal 1,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Door beperkingen in de modelaanpak van de ‘Vehicle Energy Consumption Calculation Tool’ (VECTO) is de wetge-ving voorlopig alleen van toepassing op 70% van de vloot, waardoor de reductie in 2030 neerkomt op ruim 0,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit effect wordt iets geringer (0,8 Mton in plaats van ruim 0,8 Mton), als we rekening houden met de reductie van voertuigkilometers als gevolg van een kilometerheffing voor vrachtauto’s. Deze reductie is additioneel ten opzichte van het NEV2017 referentiescenario, waarin geen CO<sub>2</sub>-normen voor vrachtauto’s zijn opgenomen. De aangescherpte EU-normering voor vrachtauto’s draagt als voorgenomen beleid bij aan het emissiedoel: een deel van het reductiepotentieel zal als gevolg van het voorgenomen EU-bronbeleid dus ‘vanzelf’ worden behaald waardoor de nationale beleidsopgave kleiner wordt. Daarnaast heeft het EU-bronbeleid ook impact op de effecten van nationale beleidsinstru-menten.

Of de reductie daadwerkelijk wordt gehaald heeft ermee te maken of de handhaving en mo-nitoringsmethodiek effectief is. Hiervoor wordt het voertuigmodel VECTO ingezet, waarmee de impact van technische innovaties geraamd wordt. Hierop is veel kritiek. Zo worden de in-novaties op vaste routes en vaste gebruiksprofielen gemodelleerd (stedelijk, regionaal en lange afstanden). De dynamiek van daadwerkelijk rijgedrag en (weer-) omstandigheden

worden hierin niet meegenomen. Toch zijn geraadpleegde experts van TNO redelijk positief dat de berekende reductie zich ook zal vertalen in een reductie in de praktijk.

#### *EU-normering voor personen- en bestelauto's*

In november 2017 heeft de Europese Commissie een voorstel gepresenteerd voor aanscherping van de CO<sub>2</sub>-normen voor personen- en bestelauto's per 2025 en 2030. Voor 2025 geldt een aanscherping van 15% en voor 2030 van 30% ten opzichte van de normen die in 2020/2021 gelden. Dit voorstel was niet tijdig beschikbaar om in de NEV 2017 mee te nemen. In plaats daarvan is in de NEV 2017, net als in eerdere edities, een voorgenomen verlaging van de CO<sub>2</sub>-norm voor nieuwe personenauto's verondersteld naar 73 g/km per 2025, ofwel een aanscherping van 23% ten opzichte van de norm voor 2021. Deze in de NEV 2017 veronderstelde aanscherping is ambitieuzer dan het Commissievoorstel van eind 2017 en levert in 2030 daarom bij personenauto's meer CO<sub>2</sub>-reductie op dan het recente Commissievoorstel doet. In de NEV 2017 is echter na 2020 geen aanscherping verondersteld van de CO<sub>2</sub>-norm voor bestelauto's. Uit indicatieve berekeningen van TNO en het PBL blijkt dat het Commissievoorstel in zijn totaliteit (personenauto's en bestelauto's samen) per saldo in 2030 tot dezelfde CO<sub>2</sub>-emissiereductie leidt als de in de NEV 2017 veronderstelde aanscherping voor alleen personenauto's. Het voorstel leidt dus niet tot een wijziging van de in de NEV 2017 geraamde CO<sub>2</sub>-emissie door verkeer en vervoer in 2030.

### 11.2.3 Passendheid bij langetermijntransitie (2050)

Om mobiliteit op lange termijn voor iedereen toegankelijk en betaalbaar te houden en tegelijk tot de gewenste emissiereductie te komen is een transitie naar duurzame mobiliteit nodig. Vaak wordt daarbij als leidraad het zogenaamde 'Avoid-Shift-Improve'-concept gebruikt (EEA, 2010). Daarvoor is het ten eerste nodig dat de vraag naar mobiliteit beperkt wordt. Accijnsverhoging en rekening rijden zijn voorbeelden van beleidsinstrumenten gericht op het beperken van de vervoersvraag. Ten tweede moet vervoer waar mogelijk met zuinigere modaliteiten plaatsvinden (stimuleren om de fiets i.p.v. de auto te nemen is een voorbeeld van zo'n maatregel). Ten slotte moeten transportmiddelen met inzet van technische maatregelen zo zuinig mogelijk worden. Veel voorstellen hebben op deze laatste categorie betrekking. Er wordt veel verwacht van biobrandstoffen voor die modaliteiten, waar nu nog nauwelijks andere (technische) opties beschikbaar zijn. Op korte termijn kan daarbij aan zwaar wegverkeer gedacht worden. Dan zal er wel fors geïnvesteerd moeten worden in fabrieken die de biobrandstoffen produceren. Gelet op het feit dat de eerste elektrische vrachtwagens nu al op de markt komen, is het op langere termijn wellicht ook mogelijk om het wegtransport volledig te elektrificeren of op waterstof te laten rijden. Dat betekent wel dat er voor de lange termijn geïnvesteerd moet worden in de benodigde waterstof-infrastructuur. Vanuit transitieoogpunt heeft dat de voorkeur, gezien de onzekerheid in het toekomstige aanbod van biobrandstoffen en de mogelijkheid dat biobrandstoffen voor andere sectoren worden ingezet. De productie van biobrandstoffen zou zich op termijn kunnen richten op brandstof voor de lucht- en scheepvaart, waar minder technische opties voorhanden zijn.

Het stimuleren van waterstof voor personenauto's heeft het voordeel dat meerdere opties open gehouden worden, maar houdt ook twee risico's in. Ten eerste bestaat het gevaar dat het een mis-investering blijkt te zijn, met name omdat de elektrische auto in dezelfde markt al veel verder is om een aantrekkelijk product voor de consument te worden. Ten tweede vergroot het stimuleren van waterstof de onzekerheid bij de consument om eventueel over te stappen op een auto op niet-fossiele brandstof. Daarmee ontstaat dus het risico, dat het investeren in waterstof voor personenauto's de overgang naar elektrisch rijden belemmert.

## 11.3 Analyse streefbeeld per (cluster van) maatregel(en)

### 11.3.1 Elektrisch rijden in de consumentenmarkt en in de zakelijke markt

Ongeveer de helft van de huidige CO<sub>2</sub>-emissies van de sector verkeer en vervoer (exclusief internationale lucht- en zeescheepvaart) is afkomstig van personenauto's. Het elektrificeren van personenauto's is een veelbelovende maatregel om de emissie te verminderen. Momenteel zijn veel consumenten nog huiverig om een elektrische auto te kopen, vooral omdat ze duur zijn in aanschaf, een beperkte actieradius hebben en het opladen tijd kost en niet overal mogelijk is. In de nabije toekomst zullen er steeds meer elektrische modellen op de markt komen, die goedkoper zijn dan hun voorgangers en een grotere actieradius hebben. Met die ontwikkeling in het achterhoofd streeft het Kabinet ernaar dat in 2030 alle nieuw verkochte personenauto's (jaarlijks ongeveer een half miljoen) emissieloos zijn. Op basis van de huidige ontwikkeling lijkt het meest voor de hand te liggen dat dit vrijwel uitsluitend verkopen van batterij-elektrische voertuigen zal betreffen.<sup>18</sup> In deze analyse is het aandeel van brandstofcelauto's in 2030 als nihil verondersteld.

Momenteel is 2 tot 3% van de nieuw verkochte auto's elektrisch. Dat zijn vrijwel uitsluitend auto's voor de zakelijke markt. Als alle nieuw-verkopen elektrisch moeten zijn, is het van belang niet alleen de zakelijke, maar vooral ook de particuliere markt te bereiken. Daarnaast is het verstandig om de export van elektrische auto's te beperken als ze eenmaal op de tweedehands markt belanden. Zo wordt voorkomen dat een deel van de CO<sub>2</sub>-reductie op den duur 'weglekt' naar het buitenland. Daarbij kan flankerend beleid (parkeerbeleid, milieuzones, woon-werkvergoedingen) ervoor zorgen dat het aantrekkelijker wordt een elektrische auto (in plaats van een benzine- of dieselauto) te kopen. Het is daarnaast noodzakelijk dat de laadinfrastructuur meegroeit en dat het energiesysteem erop ingericht wordt (smart charging, smart grids, buffering). Dit zijn belangrijke voorwaarden voor een mogelijk toekomstige doorbraak van elektrische auto's.

#### **Streefbeeld**

De uitgangspositie voor het stimuleringsbeleid van elektrisch rijden is het streefbeeld van het kabinet van 100% nieuwverkoop van emissieloze personenauto's in 2030. Aangezien het aandeel in de nieuwverkopen voor het bereiken van dit streefbeeld al ruim voor 2030 zal moeten toenemen, zou dit tussen de 1,8 en 2,8 miljoen elektrische auto's in het wagenpark in 2030 betekenen. Uitgaande van dit streefbeeld kan ten opzichte van de referentie in 2030 circa 3 – 5 Mton CO<sub>2</sub>-reductie behaald worden. In welke mate dit streefbeeld wordt bereikt, hangt af van wanneer de elektrische auto echt doorbreekt en in welke mate de inzet van beleid en/of middelen daaraan kan bijdragen.

#### **Voorgestelde maatregelen en instrumenten**

In het VHKA zijn voor de periode tot 2025 de volgende maatregelen en instrumenten voorgesteld:

- Wegwerken van het prijsverschil tussen elektrische en conventionele auto's tot 2025 met fiscale maatregelen en instrumenten:
  - Particulier: financiële compensatie a) ten hoogste van de omvang van het bijtellingsvoordeel van zakelijke rijders, b) aanschafsubsidie, BTW-vrijstelling. Behoud BPM/vrijstelling FEV, afschaffen CO<sub>2</sub>-tabel voor PHEV, behoud MRB-vrijstelling FEV.

---

<sup>18</sup> De ontwikkeling van waterstofauto's heeft vooralsnog tijd nodig om als technologie marktrijp te worden. Bovendien is de productieprijs van groene waterstof in alle gevallen hoger dan die van (hernieuwbare) elektriciteit. Om groene waterstof te maken is immers bovenop de groene stroom nog omzetting via elektrolyse nodig. Het is evenwel denkbaar dat waterstofauto's op langere termijn een technologische inhaalslag maken, het brandstofprijnsverschil verkleind wordt en dat gepercipieerde pluspunten van waterstofauto's dit prijsverschil rechtvaardigen.

- Zakelijk: behoud bijtellingspercentage 4% met cap, gedifferentieerde onbelaste reiskostenvergoeding, verhoging van de MIA-grens.
- Extra maatregelen om tweedehands elektrische auto's aantrekkelijk te maken
- Onderzoek naar mogelijkheden voor 'betalen naar gebruik' na 2025
- Flankerende maatregelen en instrumenten: Gebruik van busbanen, korting op parkeertarieven, milieuzones, stimuleren van werkgevers, communicatiecampagnes
- Verdere uitrol van de laadinfrastructuur via diverse maatregelen.

Hoe groot de stimulans is die van bovengenoemde maatregelen en instrumenten uitgaat en wat voor beleid onder welke omstandigheden effectief is in de periode 2025-2030 is onzeker en is momenteel nog onderwerp van modelstudies. Gezien de omvang (het gaat om honderdduizenden auto's zo niet om miljoenen auto's) is het logisch dat gezocht wordt naar een goed doordachte maatvoering van de stimulering. Hangende de lopende modelstudies zijn er aan het begin van de zomer geen voorstellen zijn ingediend voor maatregelen en beleidsinstrumenten de periode tussen 2025 en 2030. Juist deze zijn sterk bepalend voor het emissie-effect in 2030 en voor de totale kosten. Daardoor kon er in deze analyse nog geen raming gemaakt worden van het emissie-effect in 2030 en de kosten.

### ***Omgaan met onzekerheid***

Als duidelijk wordt welke maatregelen en beleidsinstrumenten na 2025 worden voorgesteld, kan een dergelijke raming wel gemaakt worden. Ook dan zal er een sterke mate van onzekerheid blijven. Het blijft onzeker hoe snel elektrische auto's qua prijs concurrerend worden. Als elektrische auto's sneller dan verwacht als voorwaardig alternatief wordt beschouwd, is overstimulering denkbaar. Maar het is ook onzeker of het streefbeeld los van de stimuleringsmaatregelen gehaald kan worden. Vanuit consumenten oogpunt spelen namelijk specifieke niet-financiële kenmerken een rol: het risico van een nieuw en relatief onbewezen voertuigtechnologie, de bezorgdheid over de beschikbaarheid van laadstations en de daaraan gerelateerde angsten over een mogelijk te beperkte actieradius. Ook speelt de vraag of er voor 2030 voldoende aanbod is van elektrische automodellen verspreid over de verschillende autosegmenten. Het emissie-effect in 2030 wordt sterk bepaald door wat er tussen 2025 en 2030 gebeurt, waardoor de onzekerheid voorlopig nog groot blijft. Het is van belang deze onzekerheid te onderkennen en de inzet van beleidsinstrumenten met adaptief beleid hierop te enten.

### ***Aanschafkosten, gebruikskosten en bereikbaarheidseffecten***

Bij de aanschaf van een auto (op fossiele brandstof of elektrisch) wordt gelet op aanschafprijs, gebruikskosten en zaken als comfort en imago. Daarbij weegt de aanschafprijs relatief zwaarder dan men op basis van een rationale integrale kostenberekening zou verwachten. Gebruikskosten wegen minder zwaar. Elektrische auto's zijn duurder in aanschaf. Om de consument te verleiden tot de aanschaf van een elektrische auto zijn stimuleringsinstrumenten er op gericht de hogere aanschafprijs te verzachten.

Elektrische auto's zijn goedkoper in gebruik. Het rijden in een benzineauto kost circa 10 eurocent per kilometer aan brandstofkosten, het rijden van een elektrische auto kost bij thuisladen momenteel circa 4 cent per kilometer. Verschillende mogelijke voorstellen uit het VHKA, zoals het voorstel om de energiebelasting in de eerste schijf op elektriciteit op termijn fors te verlagen, kunnen de gebruikskosten verder verlagen.

Bij het dagelijkse autogebruik zijn de gebruikskosten leidend. Veel lagere gebruikskosten bij elektrische auto's nodigen uit tot meer rijden, waardoor het aantal files sterk kan toenemen. De combinatie van vervallen accijnsinkomsten en een dreigende sterke toename van de infrastructuuropgave maakt kilometerbeprijzing te overwegen.

### 11.3.2 Innovatieve brandstoffen

#### **Voorgestelde maatregelen en instrumenten**

Voor biobrandstoffen in de transportsector liggen de volgende voorstellen op tafel (daarnaast liggen er nog voorstellen gericht op biobrandstoffen in de binnenvaart, zie aldaar):

- Inzet van 65 PJ biobrandstoffen in zwaar binnenlands wegtransport als sector waarvoor nog geen alternatieven beschikbaar zijn en het tijdig aanpassen van regelgeving voor accijnsdifferentiatie op basis van CO<sub>2</sub>-emissie. Vaststellen van specificaties voor Green Truck Fuel; inrichten van toezicht; financieren van meerkosten indien nodig ook na invoering van de accijnsdifferentiatie voor de periode tot de invoering van de kilometerheffing voor vrachtwagens. Daarna worden de meerkosten gefinancierd uit de opbrengsten van de kilometerheffing voor vrachtwagens. Deze inzet is additioneel ten opzichte van de reeds in de NEV voorziene 9,4% bijmenging van biobrandstoffen bij dieselolie in het vrachtvervoer over de weg.
- Het instellen van een verplichte, voortschrijdende norm, tot aan bijmenging van 10% voor benzine, 30% voor diesel, en 100% voor LPG, CNG en LNG in 2030, waarbij het verplichte bijmengpercentage jaarlijks stapsgewijs wordt verhoogd naar de volumes die maximaal kunnen worden bijgemengd volgens de geldende brandstofsamenstellingen.
- In 2020 zou 300 miljoen liter HVO geproduceerd moeten worden voor de binnenlandse markt.
- Biobrandstoffen waaronder biodiesel (B30 en HVO), bioLNG, en biowaterstof produceren, mede te financieren door uitbreiding van de SDE+ regeling: beginnend in 2020 oplopend tot 40 miljoen per jaar in 2030, meegroeïend met een bijmengverplichting van 30% in 2030 (10% vanaf 2021, en elke 5 jaar 10% erbij).
- Financieren van onderzoek en ontwikkeling van bio-raffinaderijen in Nederland en financiering voor het opzetten van de benodigde grondstofketens, vanaf 2021. Investering vanuit Topsector Energie in totaal 10 miljoen euro tot 2030, door Rijk en bedrijfsleven.

#### **Belangrijkste bevindingen**

Het Platform Duurzame Biobrandstoffen (PDB) werkt aan een programma, om ongeveer 100 PJ aan duurzame biobrandstoffen voor de Nederlandse transportmarkt beschikbaar te krijgen in 2030, leidend tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie van ca 7,5 Mt CO<sub>2</sub><sup>19</sup>. De productie zou in Nederland plaats moeten vinden. Ongeveer 65 PJ zou in de markt terecht kunnen komen als dieselvervanging en verder ca 10 PJ biomethanol (bioCNG, bioLNG) en ca 20 PJ ethanol als vervanging van benzine.

De genoemde 65 PJ biobrandstoffen zijn bedoeld voor zwaar vrachtverkeer waarvoor jaarlijks 0,7 tot 1 miljard aan meerkosten gemaakt zouden moeten worden en levert 4,9 Mton CO<sub>2</sub>-reductie op. De overige 35 PJ zou bij de binnenvaart en personenauto's terecht kunnen komen. Daarvoor zijn echter geen concrete plannen of financiering opgenomen en wordt daarom hier niet verder geanalyseerd. Het voorstel om een verplichte, voortschrijdende norm voor het percentage bij te mengen biobrandstoffen in transportbrandstoffen in te stellen kan alleen in Europees verband genomen worden en wordt daarom in deze analyse ook niet meegenomen.

In het voorstel om 65 PJ biodiesel te maken wordt gesteld dat biobrandstoffen over de hele keten (WtW) minstens 50% CO<sub>2</sub>-reductie moeten opleveren. Dit is onvoldoende in het kader van de te herziene Europese richtlijn over hernieuwbare energie (RED), die minimaal 60% eist voor nieuwe installaties en 65% vanaf 1 jan 2021. Vanuit duurzaamheidsoogpunt en in de context van Europese wetgeving zal de nadruk afnemen van biobrandstoffen gebaseerd

<sup>19</sup> Dit is op basis van een Tank-to-Wheel (TtW) emissie van 75 gCO<sub>2</sub>/MJ van fossiele brandstoffen. In het uiteindelijke akkoord zal een Well-to-Wheel berekening gemaakt moeten worden.



op landbouwgewassen (eerste generatie), maar ook van biobrandstoffen op basis van b.v. frituurvet en dierlijk vet. Steeds meer zal er gebruik gemaakt (moeten) worden van biobrandstoffen op basis van vooral houtige biomassa en agrarische reststromen.

De veronderstelde inzet van HVO (hoogwaardige biodiesel op basis van vetten of plantaardige oliën) van 4 miljoen liter nu tot 300 miljoen liter (ca 10 PJ) in 2020 lijkt daar minder goed bij te passen (tenzij deze in de plaats komt van de huidige FAME-productie maar in dat geval is er geen sprake van een netto CO<sub>2</sub>-reductie).

Een belangrijke route lijkt vergassing van (houtige) biomassa tot bioCNG of bioLNG. Op dit moment bevindt deze route zich in de demo-fase en zou een omvangrijke opschaling op korte termijn noodzakelijk zijn om de beoogde volumes te realiseren. Concrete voorstellen hoe die opschaling te realiseren en te financieren ontbreken.

Bij de productie van biodiesel op basis van biomassavergassing en Fischer-Tropsch synthese komt een pure stroom CO<sub>2</sub> vrij (ongeveer 140 kton per PJ biobrandstof) die afgevangen en opgeslagen kan worden (BECCS of negatieve emissies). De productie van 10 PJ biobrandstof, waarvoor bij 40% efficiency 25 PJ houtige biomassa als grondstof nodig zou zijn, zou samen gaan met 1,4 Mton biogeen CO<sub>2</sub> die bij opslag evenzoveel negatieve emissies oplevert.

Op basis van de huidige, deels nog onbenutte beschikbaarheid van duurzame biomassa in Nederland zou ongeveer 23 PJ biobrandstoffen geproduceerd kunnen worden, waarbij de mogelijkheden binnen Nederland voor uitbreiding van de biomassabeschikbaarheid beperkt zijn. Zeker in combinatie met de vraag van andere partijen naar biomassa (chemie, hoge temperatuur warmte in de industrie, groen gas voor woningen en wellicht elektriciteit in een overgangperiode) zal import van biomassa of biobrandstoffen noodzakelijk zijn. De Europese beschikbaarheid van 2e generatie (houtige) bio-energiegewassen, inclusief landbouw- en bosbouwresiduen, wordt geschat op 6,3 tot 22,1 EJ in 2030. Als Nederland daarvan een evenredig deel op basis van inwonertal zou importeren, dan zou de ondergrens onvoldoende zijn om de beoogde 65 PJ biodiesel te produceren, waarvoor 130 tot 160 PJ biomassa nodig zou zijn. Op basis van BBP zou het wel voldoende zijn. Import van buiten Europa kan een belangrijke aanvulling zijn.

Afhankelijk van de vraag in andere sectoren zou er dus voldoende biomassa beschikbaar kunnen zijn, ook als de import wordt beperkt tot met name Europa (zoals nu ook al het geval is), mits actief wordt ingezet op vergroting van het duurzame aanbod en wordt voldaan aan bestaande en nog binnen het akkoord overeen te komen (duurzaamheids)voorwaarden. Maar als toepassen van biomassa in andere sectoren efficiënter is, duurzaamheid onvoldoende gegarandeerd kan worden en/of onvoldoende initiatieven worden ontplooid om het duurzame aanbod te vergroten, zou de beschikbaarheid voor brandstoffen ook 0 kunnen zijn. Los van de exacte veronderstelde maximale beschikbaarheid en alle onzekerheden is het in elk geval van belang dat initiatieven worden ontplooid ter vergroting van het duurzame aanbod.

### **Europees beleid**

Het Europese beleid is erop gericht het gebruik van landbouwgewassen voor biobrandstoffen te ontmoedigen en het gebruik van afval, residuen (vooral uit de landbouw) en houtige biomassa ten behoeve van 'geavanceerde' biobrandstoffen te stimuleren. De herziening van de Renewable Energy Directive (RED), waarvan nog niet besloten is hoe de beleidsmatige/politieke implementatie gaat plaatsvinden, heeft een aantal belangrijke implicaties voor de productie van biobrandstoffen in de EU (EC, 2018a):

- Een toename van het gebruik van vetten als grondstof voor biodiesel ligt niet voor de hand. Dit heeft enerzijds te maken met de beperkte beschikbaarheid ervan, anderzijds met de vermeende fraudegevoeligheid. De veronderstelde inzet van HVO, momenteel



vooral geproduceerd uit frituurvet, van 4 miljoen liter nu tot 300 miljoen liter (ruim 10 PJ) in 2020 lijkt daarom niet vanzelfsprekend, tenzij deze in de plaats zou komen van de huidige FAME-productie maar in dat geval is er geen sprake van een netto CO<sub>2</sub>-reductie.

- Landbouwgewassen voor voer of voedsel worden nauwelijks gebruikt voor biodiesel en het ligt voor de hand dat dit zo blijft, maar mag voor Nederland in 2030 niet meer zijn dan 5% van het totaal (26 PJ op basis van de huidige energielevering).
- Voor de uitbreiding van de productie van biodiesel voor (zwaar) wegtransport zal de nadruk moeten liggen op het gebruik van geavanceerde biobrandstoffen. Dit strookt ook beter met de gewenste duurzaamheid (zie hieronder).

### **Duurzaamheid van biomassa**

Het al dan niet duurzaam zijn van biomassa is een belangrijke maar ook gecompliceerde discussie, die binnen de klimaatonderhandelingen in de komende maanden nog verder gevoerd zal worden. Binnen het voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord is als uitgangspunt geformuleerd dat 'de inzet van biomassa gepaard moet gaan met behoud van biodiversiteit, bodemkwaliteit en natuurlijke kringlopen en niet mag leiden tot sociale misstanden en ondermijning van inheemse culturen' (SER, 2018). In de voorgestelde maatregelen (Fiche GTF) wordt daar nog aan toegevoegd dat duurzame biobrandstoffen niet mogen concurreren met de wereldvoedselproductie.

Wat in elk geval zeker is, is dat biomassa ten minste zal moeten voldoen aan de Europese duurzaamheidseisen zoals geformuleerd in de herziene RED (EC, 2016, EC, 2018a) en de ILUC-richtlijn (EC, 2015). Dit betekent dat de biomassa alleen legaal geoogst mag worden waarbij de oogst niet groter mag zijn dan de regeneratieve capaciteit van het bos, gekapt bos wordt herbeplant, dat het niet afkomstig mag zijn van gebieden met een hoge biodiversiteit (zoals oerbossen), kwetsbare natuurgebieden, gebieden met een hoge koolstofopslag in de bodem of van gebieden die van bosgrond zijn omgevormd tot landbouw- of productiegrond. Ook moeten de grondstoffen tot de bron kunnen worden getraceerd (het land waar het gewas van afkomstig is c.q. de locatie waar de afval- of de reststroom ontstaat). Alle bedrijven in de biobrandstofproductieketen moeten gecertificeerd zijn op basis van een of meer van de vijftien door de EU erkende certificatieschema's (EC, 2018b) en moeten jaarlijks aan een audit worden onderworpen, ook wanneer deze buiten de EU zijn gevestigd. Elke beleving van biobrandstoffen moet worden begeleid met een 'Proof of Sustainability' document. In Nederland worden deze documenten uiteindelijk ingediend en beoordeeld door de Nederlandse emissieautoriteit.

Binnen de totstandkoming van het Energieakkoord heeft een discussie plaatsgevonden met betrekking tot biomassa voor de bij- en meestook in elektriciteitscentrales (25 PJ output). Dit heeft geleid tot een set duurzaamheidseisen voor vaste biomassa die tot de strengste ter wereld behoren en die gedetailleerd zijn uitgewerkt door RVO in het verificatieprotocol (RVO, 2017). De eisen van het Energieakkoord zouden ook gebruikt kunnen worden binnen het Klimaatakkoord, maar daarbij moet men zich realiseren dat de effectuering van met name biomassa uit bossen in de praktijk de nodige complicaties met zich meebrengt. Op dit moment is nog steeds het 'overgangsregime' in werking dat eigenlijk in de zomer van 2017 beëindigd had moeten worden (Ministerie van EZ, 2016).

Een benaderingswijze kan zijn dat men zich eerst richt op die typen biomassa die een lager risico (bijvoorbeeld ten aanzien van verandering in landgebruik, ILUC) met zich meebrengen en waarop minder eisen uit het verificatieprotocol van toepassing zijn, te weten reststromen uit natuur- en landschapsbeheer, agrarische reststromen en, in minder mate, biogene rest- en afvalstromen (categorieën 3, 4 en 5 in het verificatieprotocol). De vraag is dan in hoeverre deze stromen in voldoende mate beschikbaar (te maken) zijn, ook in het licht van de aanspraak die andere sectoren maken op duurzame biomassa.

## **Beschikbaarheid duurzame biomassa**

### *Nederland*

Vanuit hiervoor behandelde duurzaamheidsoogpunt heeft het gebruik van biomassa uit Nederland de voorkeur. Zoals aangegeven in de recente PBL-notitie aan het klimaatberaad (Hekkenberg et al., 2018) over het mogelijk gebruik van biomassa in Nederland wordt het huidige 'ongebruikte potentieel' geschat op ongeveer 150 PJ. Hierbij werd direct aangetekend dat het grote potentieel aan drijfmest voor een belangrijk deel is gekoppeld aan grootschalige import van veevoer, waarvan de productie en het transport samengaan met forse broeikasgasemissies en direct is gekoppeld aan de discussie over de wenselijkheid van het in standhouden van de intensieve veehouderij in Nederland. Voor andere stromen kan het (te) omslachtig (lees: kostbaar) zijn om het grootschalig in te zamelen (bijvoorbeeld natuur- en bermgras). Het aanbod zou vergroot kunnen worden als het huidige 'gebruikte potentieel' van zo'n 120 PJ efficiënter wordt ingezet of als de binnenlandse productie actief wordt uitgebreid, maar de mogelijkheden daarvoor zijn in Nederland beperkt.

### *Europa*

Voor realisering van de beoogde 65 PJ biobrandstof, zeker in combinatie met de behoefte aan biomassa binnen andere sectoren, zal import noodzakelijk zijn. Zowel vanuit het oogpunt van duurzaamheid als voorzieningszekerheid is het dan zinvol te kijken naar het toekomstig Europese potentieel. Zoals ook aangegeven in de eerdere notitie over biomassa aan het klimaatberaad (Hekkenberg et al., 2018), lopen de schattingen sterk uiteen. In een overzichtsstudie uit 2011 op basis van 150 studies kwam men uit op 2,3 tot 23,8 EJ voor 2020 (Koch, 2011). Voor 2030 kwamen de Wit en Faaij (2010) voor de EU28 uit op 6,2 tot 22,1 EJ (2e generatie bio-energiegewassen en landbouw- en bosbouw residuen). Als Nederland een evenredig deel van die biomassa zou weten te verkrijgen, zou dat voldoende zijn voor de productie van 65 PJ aan biobrandstoffen, mits die evenredigheid wordt berekend aan de hand van het bruto nationaal product. Bij evenredigheid naar inwonertal zou het onvoldoende kunnen zijn.

### *Mondiaal*

In eerdergenoemde notitie aan het klimaatberaad werd aangegeven dat ook de schattingen van de mondiale beschikbaarheid van duurzame biomassa ver uiteen lopen (Hekkenberg et al., 2018). De conclusie was dat import van buiten Europa significant zou kunnen bijdragen aan de beschikbare biomassa in Nederland, mits de duurzaamheid gewaarborgd is.

Samenvattend zou, afhankelijk van de vraag uit andere sectoren, er voldoende biomassa beschikbaar kunnen zijn voor de productie van 65 PJ biobrandstoffen, ook als de import wordt beperkt tot met name Europa (zoals nu ook al het geval is), mits actief wordt ingezet op vergroting van het duurzame aanbod en wordt voldaan aan bestaande en nog binnen het akkoord overeen te komen (duurzaamheids-)voorwaarden. Maar als toepassen van biomassa in andere sectoren efficiënter is, duurzaamheid onvoldoende gegarandeerd kan worden en/of onvoldoende initiatieven worden ontplooid om het duurzame aanbod te vergroten, zou de beschikbaarheid voor brandstoffen ook 0 kunnen zijn. Los van de exacte veronderstelde maximale beschikbaarheid en alle onzekerheden is het in elk geval van belang dat initiatieven worden ontplooid ter vergroting van het duurzame aanbod.

## **Productie en meerkosten biobrandstoffen**

Vanuit eerdergenoemde duurzaamheidsoverwegingen zal verdere groei van de productie van biobrandstoffen waarschijnlijk steeds meer moeten plaatsvinden op basis van (houtige) niet-voedsel- en voedergewassen. Het produceren van biodiesel op basis van dergelijke grondstoffen is per definitie een ingewikkeld en kostbaar productieproces waarbij vergassing van

biomassa gevolgd door Fisher-Tropsch (FT) synthese veelal als sleuteltechnologie wordt gezien. Dit zou gecombineerd kunnen worden met CO<sub>2</sub>-afvang (CCS).

Naast onzekerheid over de beschikbaarheid van duurzame biomassa is er grote onzekerheid over de kosten van biobrandstof-productie op basis van FT. De FT-technologie vindt nog geen brede toepassing en de uitrol van grotere fabrieken stagneert. De commercialisering wordt met name bemoeilijkt door het prijsverschil met fossiele brandstoffen en de grote investeringen die nodig zijn om een commerciële FT-fabriek te bouwen en de daarbij horende risico's voor investeerders. Rond 2013/2014 werden grote en veelbelovende plannen voor FT-fabrieken ontwikkeld in Europa, maar ondanks de toegezegde EU-subsidies, zijn al deze projecten gestopt of bevroren. Stimulering van de FT-technologie middels regelgeving en subsidie is cruciaal om de FT-technologie in het komende decennium in Europa in enige mate verder te ontwikkelen en uit te rollen (ETIP, 2017). Voorgesteld wordt om vanuit de Topsector energie in totaal tot 2030 10 miljoen euro te investeren voor het financieren van onderzoek en ontwikkeling van bio-raffinaderijen in Nederland en voor het opzetten van de benodigde grondstofketens. Dit dekt slechts een klein deel van de kosten. Alleen al voor het opzetten van de benodigde biobrandstof-fabrieken op basis van FT voor 65 PJ is naar schatting ruim 2 miljard aan investering nodig.

Volgens Atsonios et al. (2015) zijn de productiekosten, omgerekend naar prijzen voor 2018 van FT-biobrandstoffen circa 93 eurocent per liter. De meerkosten van FT-biobrandstoffen ten opzichte van fossiel diesel of benzine bedragen in dat geval circa 40 eurocent per liter diesequivalent. De productiekosten worden gedomineerd door kapitaalkosten (investeringen) en kosten van de biomassa. Daarentegen komt de kostenupdate van het PBL (Koelemeijer et al., 2018), op basis van veronderstelde schaarste in 2030, en daarom gerekend met 10 euro/GJ uit op aanzienlijk hogere productiekosten van 1,43 euro (ongeveer 9 eurocent per euro/GJ), een meerprijs van 53 eurocent per liter (rekening houdend met een stijgende olieprijs). Onderhouds- en beheerskosten zijn eveneens relevant maar duidelijk lager. Een kostenreductie is mogelijk met goedkopere biomassa en door opschaling van het proces. Voor vergassingstechnologie geldt dat grote fabrieken beduidend lagere kapitaalkosten hebben per eenheid product dan kleinere fabrieken.

De beoogde 65 PJ biobrandstoffen als dieselvervanger komt overeen met 1,8 miljard liter en levert 4,9 Mton CO<sub>2</sub>-reductie voor verkeer op (op basis van een reductie van een TtW-reductie van 75 gCO<sub>2</sub>/MJ). Dit kost dus, afhankelijk van de meerkosten per liter, 0,7 tot 1 miljard euro extra per jaar. De opbrengst van de vrachtwagenheffing is onzeker, maar zou in het gunstigste geval (40 cent per liter extra) ongeveer voldoende zijn. In het ongunstige geval (53 cent meerkosten per liter) is het onvoldoende.

### 11.3.3 Duurzaam OV en fiets

#### **Voorgestelde maatregelen en instrumenten**

In het cluster OV en fiets zijn in totaal 24 maatregelen en instrumenten ingediend. Twee maatregelen richten zich op elektrificatie van het bus- en railvervoer. De overige maatregelen en instrumenten richten zich op een modal shift van de auto naar fiets en openbaar vervoer. Het ambitieuze pakket L gaat hierin verder dan het gematigde pakket S. In tabel 11.2 zijn de voorstellen samengevat.

**Tabel 11.2 Voorgestelde maatregelen en instrumenten Duurzaam OV, MAAS en fiets**

	<b>Pakket S</b>	<b>Pakket L</b>
1	Zero emissie bussen	Tot 2030 1,1 mld voor meerkosten van materieel en laadinfrastructuur
2	Dieseltreinen vervangen voor waterstof of elektriciteit	Tot 2030 0,55 mld investeren in innovatie waterstoffreinen en bovenleidingen
3	Investeren in OV- infrastructuur	0,44 mld euro extra tot 2030
4	Investeren in fietsinfrastructuur	8,44 mld euro extra tot 2030
5	Ombouw van weginfrastructuur tot busbaan	4,46 mld euro extra tot 2030
6	Investeren in weginfra	9,9 mld euro extra tot 2030
7	Accijns	0,2 mld euro besteden aan ombouw rijstroken HWN tot busbaan
8	Belastingvrije woon-werkvergoeding	0,2 mld euro besteden aan ombouw rijstroken HWN tot busbaan
9	Tarief voor de fiets binnen de Werkkostenregeling	4 mld euro minder tot 2030
10	Parkeren	10% verhoging accijns
11	Stimuleren autodelen	Voor auto van 19 cent naar 0 cent
12	Rekeningrijden	Voor auto van 19 cent naar 0 cent
		Verlagen naar 0%
		Verlagen naar 0%
		Verhoging parkeertarieven met 50%, 20% minder parkeerplaatsen bij nieuwe omgevingsplannen Binnenstedelijk maximaal 1 parkeerplaats per woning Toepassen gemeentelijke fietsparkeernormen
		Verhoging parkeertarieven met 100%, 20% minder parkeerplaatsen bij nieuwe omgevingsplannen Binnenstedelijk maximaal 0,5 parkeerplaats per woning Toepassen gemeentelijke fietsparkeernormen
		In totaal 1,5 mln euro
		In totaal 1,5 mln euro
		3,1 cent per km voor personenauto's 5,8 cent voor bestelauto's 11 cent per km op drukke wegvakken in de spits
		3,1 cent per km voor personenauto's 15 cent voor bestelauto's 15 cent per km op drukke wegvakken in de spits

**Totaal inschatting CO<sub>2</sub>-emissiereductie en nationale kosten OV en fiets**

Tabel 11.3 vat de verwachte reducties van de maatregelen en instrumenten samen. Bij de Zero-emissiebusen en vervanging dieseltreinen varieert het CO<sub>2</sub>-effect tussen 0,3 Mton afname en 0,3 Mton toename. De toename ontstaat indien in het S-pakket het bij de NEV 2017 reeds veronderstelde effect van Zero Emissie bussen zonder extra stimulering komt te vervallen.

De combinatie van meer investeren in OV- en fietsinfrastructuur, minder investeren in weginfrastructuur, accijnsverhoging, aanpassingen in de belastingvrije woon-werkvergoeding, parkeerbeleid en stimuleren autodelen geeft een emissiereductie van 0,5 tot 1,7 Mton. Met rekening rijden kan tussen 1,4 en 2,8 Mton bespaard worden. Door interactie-effecten is het totale effect iets lager dan de som der delen. In totaal kan met het S-pakket 1,6 tot 2,8 Mton bespaard worden, en bij het L-pakket 2,9 tot 4,4 Mton.

**Tabel 11.3 Overzicht CO<sub>2</sub>-effecten (Mton) maatregelen en instrumenten Duurzaam OV, MAAS en fiets**

Nr	Maatregel of instrument	Reductie emissie broeikasgas- sen 2030 (Mton)	
		S	L
1/2	Zero emissie bussen en dieseltreinen vervangen voor waterstof of elektriciteit	-0,3 – 0	0,1 – 0,3
3-11	Investeren in OV- en fietsinfrastructuur, minder investeren in weginfrastructuur, accijnsverhoging, belastingvrije woon-werkvergoeding Parkeerbeleid en stimuleren autodelen	0,5 – 0,8	1,2 – 1,7
12	Rekeningrijden	1,4 – 2,1	1,9 – 2,8
	Totaal	1,6 – 2,8	2,9 – 4,4

Hierna gaan we dieper op de CO<sub>2</sub>-effecten en de nationale kosten (investeringskosten en brandstofkosten). Het CO<sub>2</sub>-effect is echter maar een van de effecten van de maatregelen en instrumenten. De effecten op bereikbaarheid (per auto, fiets en OV), geluidhinder, luchtkwaliteit, verkeersveiligheid en gezondheid kunnen aanzienlijk zijn. Binnen de beschikbare termijn konden niet al deze effecten geraamd worden, maar het is wel van belang met deze effecten mee te nemen in de afweging of en in welke maatvoering deze maatregelen of instrumenten genomen worden.

#### *Zero-emissiebussen*

De sector heeft in 2015 het Zero Emissie Bus akkoord getekend. Hierin is vastgelegd dat vanaf 2030 alle OV – bussen zero emissie aan de uitlaat hebben. In de praktijk betekent dit dat er in lopende en nieuwe concessies wordt gezocht naar manieren om de busvloot zo snel mogelijk elektrisch aangedreven te maken. Aangegeven wordt dat concessieverleners, gemeenten en vervoerbedrijven tegen hogere investeringen en kosten voor laadinfrastructuur aanlopen, dan eerder werd aangenomen. Er is hier dus mogelijk sprake van een tegenvaller in de uitvoering van een bestaande afspraak. Zonder financiële ondersteuning zal hierom volgens de sector de reeds bij de NEV ingeboekte broeikasgasreductie niet behaald worden. Voorgesteld wordt om financiële ondersteuning vanuit het Rijk te geven voor zowel investeringen in materieel als laadinfra.

De bij de NEV ingeboekte reductie bedraagt 0,3 Mton op een totaal van 0,5 Mton voor lijnbussen. In het tegenwindscenario gaan we ervan uit dat zonder deze ondersteuning inderdaad de ingeboekte reductie in de NEV komt te vervallen. In het meewind scenario gaan we ervan uit dat ook zonder deze stimulering het Zero Emissie Bus akkoord kan worden gerealiseerd en dat met de ondersteuning ook de resterende 0,2 Mton kan worden gereduceerd.

#### *Dieseltreinen vervangen voor waterstof of elektriciteit*

In deze maatregel wordt voor 500 miljoen euro alle 150 dieseltreinen in Nederland a 2 miljoen euro meerkosten per stuk vervangen en worden de benodigde extra investeringen in infra en waterstofvoorzieningen (200 miljoen euro) gedekt. In de NEV bedraagt de emissie van broeikasgassen van dieseltreinen 0,07 Mton. Dat is dan ook de reductie die maximaal behaald kan worden.

Tabel 11.4 laat zien dat de reductie van de emissie van broeikasgassen door het vervangen van dieseltreinen en het inzetten van zero-emissie bussen in het L-pakket 0,1 – 0,3 Mton is. Daarmee is in totaal 1,65 miljard euro gemoeid. In het S-pakket worden geen extra investeringen gedaan en is geen sprake van broeikasgasreductie, maar mogelijk juist van extra emissies van 0 – 0,3 Mton in verband met de genoemde mogelijke tegenvaller bij de zero-

emissie bussen. Omgerekend naar jaarlijkse kosten bedragen de investeringskosten 160 miljoen euro.

**Tabel 11.4 Reductie emissie broeikasgassen Zero-emissiebussen en Dieseltreinen vervangen**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Bussen	0,0 Mton	+0,3 Mton	-0,2 Mton	0,0 Mton
Treinen			-0,1 Mton	-0,1 Mton
Totaal	0,0 Mton	+0,3 Mton	-0,3 Mton	-0,1 Mton
Jaarlijkse kosten	0	0	160 mln	160 mln

#### *Investeren in infrastructuur*

In deze pakketten wordt voorgesteld om grootschalig extra te investeren in infrastructuur voor OV en fiets, en om minder te investeren in infrastructuur voor wegverkeer. Ook wordt geïnvesteerd in het beter op elkaar laten aansluiten van verkeersmodaliteiten. Doel van de investeringen is ervoor te zorgen dat OV en fiets vaker (deels) de voorkeur krijgen boven de auto.

In het gematigde S-pakket gaat het om:

- 4 miljoen euro per jaar voor onderhouden en ontwikkelen IT-platform, inclusief partnermanagement. MAAS software en betalingsproduct ontwikkelen dat later kan opschalen naar gehele mobiliteitssector.
- Van 2019 tot 2025 20 miljoen euro per jaar voor bottlenecks uit landelijke systeem voor betere doorstroming en meer reizigers, bijvoorbeeld perronverlenging en seinaanpassing.
- Van 2019 tot 2025 20 miljoen euro per jaar voor bottlenecks uit stedelijke systeem voor betere doorstroming en meer reizigers.
- Van 2019 tot 2030 15 miljoen euro per jaar voor first en last mile aanpassingen bij OV-knooppunten, waardoor overstap tussen modaliteiten versneld kan worden en extra diensten worden waardoor mensen eerder kiezen voor een andere vervoersmogelijkheid dan de auto.
- Van 2020 tot 2025 10 miljoen euro per jaar om 100 kleinere overstappunten tussen weg/fiets/ov te realiseren.
- Van 2019 tot 2025 wordt in totaal 200 miljoen euro ingezet om rijstroken van snelwegen te veranderen in vrije busbaan.
- Van 2019 tot 2030 300 mln euro per jaar (gelijk verdeeld over rijk, provincies en gemeenten) voor het ontwikkelen en aanleggen van snelle fietsroutes tussen woon-werkgebieden en OV hubs.
- Van 2019 tot 2030 105 mln euro per jaar (gelijk verdeeld over rijk, provincies en gemeenten) voor opschaling van fietsnetwerk met gebiedsgerichte aanpak. De fiets wordt veel strategischer door gemeenten en provincies ingezet om een modal shift te bereiken en te vergroten en ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk te maken.

In het ambitieuzere L-pakket komt daar nog bij:

- In de periode 2022-2042 wordt 1 miljard euro per jaar extra in OV infrastructuur geïnvesteerd. De middelen worden gebruikt voor:
  - Uitbreiden capaciteit en versnellen spoor, zodat Intercity-verbindingen gedifferentieerd kunnen worden tussen snelle hart-op-hart IC's en IC's die vaker stopt
  - Introductie lightrail met, waar mogelijk en wenselijk, doorkoppeling de steden in
  - Vergroten capaciteit light rail en aanleg nieuwe lijnen
  - Aanpassing en gerichte uitbreiding van de infrastructuur omwille van toevoegen capaciteit, verkorten reistijd en verhogen frequenties

- Investerings in ERTMS en het 3kv net, emplacementen & opstelplaatsen, stations
- Oplossen knelpunt capaciteit en doorstroming tussen Muiderpoort-Overtoom in centrum Amsterdam, Railnetwerk Utrecht door versterking oostzijde: Utrecht Uithof – Blauwkapel / Driebergen-Zeist
- Van 2022 tot 2030 een verschuiving binnen het MIRT ter omvang van 0,5 miljard per jaar van asfalt naar OV en fiets infra ten behoeve van de financiering van de OV en fiets infra maatregelen
- Van 2019 tot 2030 niet 105 mln euro per jaar maar 600 mln euro per jaar (gelijk verdeeld over rijk, provincies en gemeenten) voor opschaling van fietsnetwerk met gebiedsgerichte aanpak.

Deze pakketten resulteren in een totale investering tot 2030 van 0,4 miljard euro (S-pakket) of 8,4 miljard euro (L-pakket) in openbaar vervoer. In fietsinfrastructuur wordt 4,5 miljard euro (S-pakket) of 9,9 miljard euro (L-pakket) geïnvesteerd. In het L-pakket wordt in totaal voor 4 miljard aan weginfrastructuur geschrapd. Het is niet bekend hoeveel rijstrookkilometers voor 200 miljoen euro kunnen worden omgebouwd tot busbaan. Ombouwen zal goedkoper zijn dan aanleg. We zijn er van uitgegaan dat bij tegenwind ombouw een factor 4 goedkoper is en bij meewind een factor 8.

De pakketten leiden tot een forse verschuiving binnen het MIRT. In deze analyses is er bij de herprioritering binnen het MIRT geen rekening gehouden met mogelijke juridische verplichtingen. In de analyse is wel rekening gehouden met de onderhoudskosten van de nieuwe infrastructuur. In de genoemde bedragen is dit reeds inbegrepen.

In de beperkte beschikbare tijd zijn de voorstellen niet vertaald in concrete netwerkwijzigingen. Voor de Analyse leefomgevingseffecten verkiezingsprogramma's (PBL, 2017) is het verband afgeleid tussen 1 miljard investeren in weg, OV of fietsinfrastructuur. Op basis van de onzekerheid over de invloed van reistijd op mobiliteit geven we invulling aan het meewind- en tegenwindscenario. Bij tegenwind gaan we uit van een kleinere gevoeligheid en bij meewind van een grotere gevoeligheid van reistijd op mobiliteit.

**Tabel 11.5 Effect meer investeren in OV en fietsinfrastructuur, minder in wegen**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Autokilometers	-1,5%	-0,8%	-3,1%	-2,0%
Reductie emissie broeikasgassen	0,3 Mton	0,1 Mton	0,6 Mton	0,4 Mton
Jaarlijkse investeringskosten	240 mln	240 mln	690 mln	690 mln
Jaarlijkse brandstofkosten	-40 mln	-110 mln	-140 mln	-210 mln

Het kleine pakket geeft een reductie van het autogebruik van tussen 0,8% en 1,5% en dat betekent 0,1 tot 0,3 Mton minder broeikasgassen (tabel 11.5). Het grote pakket geeft tussen 2,0% en 3,1% minder autokilometers, en dat betekent 0,4 tot 0,6 Mton minder broeikasgassen en minder brandstofkosten. De totale investering bedraagt 5,1 miljard euro in het kleine pakket en 14,5 miljard in het grote pakket. Omgerekend naar jaarlijkse kosten is dat 0,24 of 0,69 miljard per jaar. De reductie van de emissie van broeikasgassen is maar een van de effecten van meer investeren in fiets- en OV-infrastructuur en minder investeringen in weginfrastructuur. Meer investeren in fiets- en OV-infrastructuur zal ook bereikbaarheidsbaten geven voor met name de fietsers en OV-reizigers. Daarnaast zal het positieve effecten kunnen hebben op verkeerveiligheid, gezondheid en luchtkwaliteit. Minder investeren in weginfrastructuur zal de bereikbaarheid per auto verminderen, al zal de toename van de files



minder groot zijn indien door andere maatregelen of instrumenten het autogebruik wordt gemerd. De omvang van deze effecten konden op deze termijn niet worden bepaald en zijn daarom PM.

### Accijnsverhoging

In het L-pakket wordt voor de dekking van de financiering van de investeringen in het OV de accijns op brandstof met 10% verhoogd. Een 10% hogere accijns maakt benzine 4,9% duurder, diesel 3,5% en lpg 2,3%. Dat betekent 4,2% hogere brandstofkosten voor personenauto's en 3,5% hogere brandstofkosten voor bestelauto's. Het effect van hogere brandstofkosten op het autogebruik hangt af van de kostengevoeligheid. Die is hoger bij het sociaal recreatief verkeer en lager bij het zakelijk verkeer, maar ook in bepaalde mate onzeker. Bij meewind gaan we uit van een sterkere kostengevoeligheid dan bij tegenwind. Bij meewind geeft de 10% accijnsverhoging 1,7% minder autokilometers en -0,3 Mton CO<sub>2</sub>-reductie (tabel 11.6). Bij tegenwind geeft de 10% accijnsverhoging 1% minder autokilometers en -0,2 Mton CO<sub>2</sub>-reductie. De opbrengst van een accijnsverhoging van 10% bedraagt ruim 500 miljoen per jaar. Omdat een accijns een transfer is van weggebruikers naar de overheid, zijn de nationale kosten verwaarloosbaar.

**Tabel 11.6 Effect accijnsverhoging**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Autokilometers	n.v.t.	n.v.t.	-1,7%	-0,9%
Broeikasgasemissies	n.v.t.	n.v.t.	-0,3 Mton	-0,2 Mton
Extra accijnsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.	520 mln	530 mln
Nationale kosten	n.v.t.	n.v.t.	0	0

### Belastingvrije woon-werkvergoeding

Bij de inzet van dit beleidsinstrument wordt in het S-pakket de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding voor de auto beperkt tot 12 cent. De woon-werkvergoeding voor het OV is fiscaal onbelast en ook de fietsvergoeding is tot 30 cent per kilometer fiscaal vrijgesteld. In het L-pakket is de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding voor de auto afgeschaft. Daarnaast is in beide pakketten het tarief voor de fiets in de werkkostenregeling verlaagd naar 0%.

Bij het bepalen van de effecten van een volledig afschaffing van de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding voor de auto nemen we aan dat voor degenen (50%) die eerst een onbelaste vergoeding kregen en nu een belaste vergoeding dat dit voor 50% doorwerkt als variabele reiskosten (o.a. afstandseffect) en voor 50% als inkomenseffect (o.a. effect op het autobezit, minder of kleinere auto's en reisweerstand via inkomen). Het volledig afschaffen van de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding voor de auto reduceert het woon-werkverkeer met de auto met 4% tot 7% afhankelijk van meewind of tegenwind. In samenhang hiermee zal ook het overige autogebruik iets afnemen, waardoor het autoverkeer in totaal met circa 2 tot 3% afneemt. Dit geeft een reductie van de emissie van broeikasgassen van circa 0,4 tot 0,6 Mton (tabel 11.7). Als de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding voor de auto beperkt is tot 12 cent is het effect op het autogebruik beperkter, circa 1%. Het effect op de emissie van broeikasgassen bedraagt dan 0,1 a 0,2 Mton. Een afname van het woon-werkverkeer per auto zal normaal gesproken leiden tot een afname van de files.

Omdat de fiscale vrijstelling van de woon-werkvergoeding een transfer betreft, zijn de nationale kosten daarvan verwaarloosbaar. De automobilist bespaart 0,1 – 0,3 miljard euro aan brandstofkosten, doordat hij minder rijdt. Het is overigens goed denkbaar, dat de beperking van de vergoeding voor de auto deels wordt gecompenseerd door de werkgever, waardoor de reductie van CO<sub>2</sub> lager uitvalt dan hier gepresenteerd.

**Tabel 11.7 Effecten aanpassingen belastingvrije woon-werkvergoeding**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Autokilometers	-1,1%	-0,7%	-2,9%	-1,8%
Broeikasgasemissies	-0,2 Mton	-0,1 Mton	-0,6 Mton	-0,4 Mton

*Parkeerbeleid*

Bij het realiseren van nieuwe omgevingsplannen wordt het gemiddelde aantal parkeerplaatsen met 20% verlaagd. De parkeertarieven worden met 50% verhoogd in 2030, exclusief inflatie. Bij nieuwe woningen in binnenstedelijk gebied wordt gerekend met maximaal 1 (S) of 0,5 (L) parkeerplaats per nieuwe woning. De norm per arbeidsplaats wordt met 10% verlaagd. Gemeenten en projectontwikkelaars mogen onderbouwd de norm naar beneden bijstellen, bijvoorbeeld wanneer ze deelautosystemen aanbieden. Bij het realiseren van strengere parkeernormen bij bedrijven, zorgt de gemeente voor handhaving van parkeren in omliggende straten/wijken.

Er wordt een convenant afgesloten tussen overheden die ruimtelijke plannen maken en daarbij worden afspraken gemaakt over toepassing van ruime fietsparkeernormen (vergelijkbaar met de normen van de gemeente Utrecht) bij bedrijven en woningen. Men richt zich vooral op steden met meer dan 50.000 inwoners. Dat gebeurt in eerste instantie op nieuwbouwlocaties maar secundair ook bij het vernieuwen van alle omgevingsvergunningen en plannen. Daarvoor hanteren ze minimaal de herziene kengetallen 2018 (in voorbereiding).

Parkeernormen worden verlaagd bij nieuwe omgevingsplannen of nieuwe woningen. Tot 2030 zijn 600.000 nieuwe woningen nodig. Dat is circa 8% van de woningvoorraad. 20% lagere parkeernormen bij 8% van de woningen betekent 1,6% minder parkeerplaatsen bij de woning. Bij arbeidsplaatsen wordt de norm met 10% verlaagd. Als dit eveneens voor 8% van het totaal geldt, betekent dat 0,8% minder parkeerplaatsen in werkgebieden. Het effect op het autobezit en gebruik is naar verwachting beperkt tot 0,1% a 0,2%.

Meer effect mag verwacht worden van de verhoging van de parkeertarieven met 50%. In Hilbers et al. (2009) is het effect geraamd van een verdubbeling van de parkeertarieven in de Randstad. Dit gaf een 2,3% reductie van het autokilometers. Dan zou 50% hogere tarieven neerkomen op 1,2% reductie, uitgaande van een lineair verband. Omdat betaald parkeren in de Randstad meer voorkomt dan daarbuiten zal dat effect over geheel Nederland wat lager zijn. Geilenkirchen et al. (2010) vond in de literatuur een elasticiteit van 0,07, hetgeen bij een prijsverhoging van 50% neerkomt op 3,5% reductie. De elasticiteit geldt voor gebieden waar bestaande parkeertarieven worden verhoogd en beschrijft alleen de effecten binnen deze gebieden. Aangezien maar in een beperkt deel van Nederland betaald parkeren wordt gevoerd, zal het nationale effect beduidend kleiner zijn. Over het geheel genomen lijkt 0,8% tot 1,2% minder autoverkeer ten gevolge van een de hogere parkeertarieven een redelijke aanname. Inclusief de lagere parkeernormen wordt het totale effect dan 0,9% a 1,4% minder autokilometers. Dat betekent een vermindering van de broeikasgasemissies van 0,2 a 0,3 Mton (tabel 11.8).

De eerdergenoemde studie gaf ook aan dat vooral het autoverkeer binnen de steden zou afnemen. Dat kan bijdragen aan de minder geluidhinder en betere luchtkwaliteit. Het verkeer op het autosnelwegennet zou gelijk blijven of zelf toenemen, omdat een deel van de automobilisten hun bestemmingskeuze aanpast (naar een snelweglocatie in plaats van naar de binnenstad).

**Tabel 11.8 Effecten parkeerbeleid**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Autokilometers	-1,4%	-0,9%	-1,4%	-0,9%
Reductie emissie broeikasgassen	0,3 Mton	0,2 Mton	0,3 Mton	0,2 Mton

### Autodelen

Het doel is om bewezen effecten van autodelen op te schalen naar toepassing op grotere schaal in meer gemeenten. Een groeiend aanbod van deelauto's en flankerend beleid gericht op lager autobezit draagt bij aan het verduurzamen van reisgedrag. Daartoe worden gemeenten geactiveerd, de algehele bekendheid van diverse vormen van autodelen vergroot en een convenant over autodelen op ov-locaties en ruimtelijke ordening met BZK afgesloten.

In de fiche wordt als doel gesteld dat in 2030 2 miljoen mensen aan autodelen doen, waarvoor 300.000 deelauto's nodig zouden zijn. Stel dat het zou lukken om in 2030 2 miljoen mensen zover te krijgen dat ze deelauto's gebruiken, wat is dan het effect in termen van CO<sub>2</sub>-reductie? Voor sommige mensen zal het gebruik van een deelauto leiden tot bewuster (en daardoor minder) autogebruik. Een deel van die 'uitgespaarde' ritten zullen ze met andere vervoerwijzen maken, waar ook CO<sub>2</sub>-emissie mee gemoeid is. Voor mensen die geen eigen auto hadden betekent toegang tot een deelauto de mogelijkheid dat ze autoritten maken, die ze voorheen niet maakten. Onderzoek (PBL, 2015) heeft uitgewezen dat het netto effect per autodeler in 2015 een reductie van ongeveer 1600 km per jaar is.

Momenteel zijn er ongeveer 30.000 deelauto's, verreweg de meeste daarvan zijn in het bezit van particulieren (peer-to-peer sharing). In die categorie wordt ook de grootste groei verwacht. Het is niet eenvoudig om met (gemeentelijk) beleid het gebruik van dergelijke particuliere deelauto's te stimuleren. Immers, zij onderscheiden zich niet van 'gewone' particuliere auto's. Zonder nadere invulling van een (uitgebreid) instrumentarium om autodelen te stimuleren wordt een groei van 30.000 naar 300.000 deelauto's daarom niet haalbaar geacht.

Bij meewind gaan we uit van 200.000 extra autodelers. Dat geeft een reductie van het aantal autokilometers van 0,3%, en 0,04 Mton reductie van broeikasgassen (tabel 11.9). Bij tegenwind gaan we uit van 1/3 van dat effect: 0,1% minder autokilometers en 0,01 Mton reductie van broeikasgassen.

**Tabel 11.9 Effecten stimuleren autodelen**

	Meewind	Tegenwind
Autokilometers	-0,3%	-0,1%
Reductie emissie broeikasgassen	0,04 Mton	0,01 Mton

### Rekeningrijden

Voorgesteld wordt pilots met betalen naar gebruik uit te voeren, zoals ook opgenomen in het Regeerakkoord, die na 2025 worden opgeschaald naar toepassing van rekening rijden op landelijk niveau. In het S-pakket wordt gerekend met 3,1 cent per kilometer voor personenauto, 5,8 cent voor bestelauto's en 11 cent extra als congestieheffing op drukke wegvakken in de drukke uren. In het L-pakket wordt gerekend met eveneens 3,1 cent per kilometer voor personenauto, 15 cent voor bestelauto's en 15 cent extra als congestieheffing op drukke wegvakken in de drukke uren.

Het effect van hogere kilometerkosten op het autogebruik hangt af van de kostengevoeligheid. Die is hoger bij het sociaal recreatief verkeer en lager bij het zakelijk verkeer, maar is

ook onzeker. Het S-pakket geeft naar verwachting een reductie van het autogebruik van 7,6% a 11% (tabel 11.10). Bij het L-pakket met een hoger tarief voor bestelauto's en een hoger spitstarief is dat effect 9,1% of 13,5%. De reductie van de emissie van broeikasgassen varieert tussen 1,4 en 2,8 Mton.

Voor deze analyse voor het klimaatakkoord zijn alleen de effecten voor de rijksfinanciën en de nationale kosten berekend. De geschatte opbrengst bedraagt in 2030 tussen de 4,8 en 6,5 miljard euro per jaar. Als rekeningrijden wordt gecombineerd met verlaging van de belasting op autoaanschaf en bezit (MRB en BPM) wordt de netto opbrengst lager. De jaarlijkse exploitatiekosten worden geschat op 360 mln euro. Daarnaast leidt de heffing door de afname van het autogebruik tot een accijnsderving van 200 a 500 miljoen per jaar. Daarnaast leidt de afname van het autogebruik tot een besparing van brandstofkosten van 500 a 1000 miljoen per jaar. Zoals gezegd treden er bij naast het CO<sub>2</sub>-effect en deze kosten en opbrengsten nog significante andere effecten op. Files en geluidhinder nemen af, verkeersveiligheid en luchtkwaliteit verbeteren. Daar staat tegenover dat de weggevalen autoverplaatsingen wel gepaard gaan met een welvaartsverlies, het vervallen 'nut' van de verplaatsing. De studie 'Maatschappelijke kosten en baten prijsbeleid personenauto's' van CPB en PBL (Hilbers et al., 2015) gaat hier dieper op in.

**Tabel 11.10 Effecten rekening rijden**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Effect autokilometers	-11%	-7,6%	-13,5%	-9,1%
Reductie emissie broeikasgassen	2,1 Mton	1,4 Mton	2,8 Mton	1,9 Mton
Opbrengst	4,8 mld	4,9 mld	6,2 mld	6,5 mld
Exploitatiekosten	0,3 mld	0,3 mld	0,3 mld	0,3 mld
Brandstofkosten	-0,7 mld	-0,5 mld	-1,0 mld	-0,7 mld
Accijnsderving	0,4 mld	0,2 mld	0,5 mld	0,3 mld

### 11.3.4 Zakelijk reizen

Het pakket zakelijk reizen bevat 13 afzonderlijke maatregelen en instrumenten. Grofweg is het pakket in te delen in de inzet van fiscale instrumenten en maatregelen gericht op werkgevers- en nemers. In het laatste geval gaat om het uitrollen van de werkwijze en 'best practices' van de Coalitie Anders Reizen en het Programma Beter Benutten. Aan 5 van de 13 maatregelen kon een effect worden toegekend. 6 van de 12 maatregelen of instrumenten typeren we als ondersteunend of flankerend. Flankerende maatregelen en instrumenten leiden als ze op zichzelf staan niet tot CO<sub>2</sub>-reductie maar zijn wel nodig om de CO<sub>2</sub>-reductie van de overige maatregelen te realiseren en/of te versterken. Eén maatregel kon niet van een effectschatting worden voorzien omdat de uitwerking nog onvoldoende concreet is.

#### **Totaal CO<sub>2</sub>-effect zakelijk reizen**

In tabel 11.11 zijn de afzonderlijke maatregelen en instrumenten weergegeven met hun CO<sub>2</sub> effecten. Het totale effect van het hele pakket is niet gelijk aan de som van de individuele maatregelen. Zo is de maatregel Fiscaal stimuleren fiets onderdeel van maatregel 2, het uitbreiden van Anders Reizen naar 80 en 500 bedrijven. Tot slot moeten we corrigeren voor de dubbeltelling van reducties in autokilometers die maatregelen 2, 9 en 12 tot gevolg hebben. Wanneer we compenseren voor deze interactie-effecten komt de totale bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-reductie van het pakket zakelijk reizen uit op circa 0,8 tot 1,4 Mton. Dit effect is inclusief de afschaffing van de onbelaste woon-werkvergoeding van 0,19 ct/km, die ook onderdeel is van de maatregelen in het pakket OV en fiets.

**Tabel 11.11 CO<sub>2</sub>-effecten maatregelen en instrumenten zakelijk reizen**

Nr	Maatregel <sup>a</sup>	Reductie CO <sub>2</sub> in 2030 (in Mton)	
		S	L
2a	Koploperbeleid (AR naar 80)	NB <sup>b</sup>	0,1
2b	Koploperbeleid (AR naar 500)	NB	0,3 – 0,5
3	Best practices fiets	NB	NB
4	Gedragscampagne		Flankerend <sup>c</sup>
5	Maatschappelijk regisseur		Flankerend
6	Borging		Flankerend
7	Vaststelling normstelling		Flankerend
8	Fiscaal stimuleren fiets	N.v.t.	0,1
9	Betalen naar gebruik	N.v.t.	0,1 – 0,3
10	Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding	N.v.t.	0,4 – 0,6
11	Variabiliseren autobelasting	N.v.t.	NB
12	Mobiliteitsbudget	N.v.t.	0,1
13	Fietsenstallingen		Flankerend
14	Verschuiving spits		NB
	Totaal		0,8 – 1,4

<sup>a</sup> In de lijst ontbreekt maatregelnummer 1. Maatregel 1 is een maatregelbundel bestaande uit maatregelen 2 t/m 7.

<sup>b</sup> NB is niet bepaald.

<sup>c</sup> Een additioneel effect van 5% als gevolg van gedragscampagne is onderdeel van het effect van maatregel 2a en 2b.

### Kosten

Voor de maatregelen waaraan een CO<sub>2</sub>-reductie is toegekend zijn ook de belangrijkste kosten in beeld gebracht. De nationale kosten zijn in tabel 11.12 weergegeven. De nationale kosten bestaan uit kapitaalkosten, brandstofkosten en bedienings- en onderhoudskosten. In de nationale kosten komen (veranderingen in) belastinginkomsten en- uitgaven niet tot uitdrukking. Deze worden gezien als overdrachten van de overheid naar eindgebruikers of vice versa. Apparaatskosten (uitvoeringskosten voor de overheid) zijn in dit rapport niet gekwantificeerd. Ook zijn bredere welvaartseffecten geen onderdeel van de kostenschattingen. Dat betekent dat milieu- en gezondheidsbaten, verkeersveiligheidsbaten, bereikbaarheidsbaten en vraaguitval niet zijn meegenomen in de kostenberekening. Voor maatregel 9 is vraaguitval (minder gereden kilometers) de belangrijkste reden voor de CO<sub>2</sub>-reductie.

**Tabel 11.12 Nationale kosten van die maatregelen die concreet genoeg zijn**

	Maatregel	Nationale kosten (mln euro)
8	Fiscaal stimuleren fiets	10
9	Betalen naar gebruik	NB
12	Mobiliteitsbudget	30
13	Fietsenstalling	30

### Beoordeling afzonderlijke maatregelen en instrumenten

#### Maatregel 2 – Koploperbeleid voor 80 en 500 grootste werkgevers

Deze maatregel behelst het uitbreiden van het 'koploperbeleid', zoals uitgevoerd door de Anders Reizen coalitie, naar de 80 grootste werkgevers in 2022 en 500 grootste werkgevers in 2030. Deze 500 grootste werkgevers dienen zich te committeren aan een halvering van de CO<sub>2</sub>-emissies als gevolg van zakelijke mobiliteit in 2030 ten opzichte van 2016. Deze verduurzaming wordt deels via autonome ontwikkelingen bereikt en deels via 'best practices' en nieuwe maatregelen. De 'best practices' en nieuwe maatregelen bestaan uit:

- Niet reizen/delen van kantoren/connected working;
- Invoeren van parkeerbeleid in het voordeel van duurzame keuze (<15km geen recht parkeerplaats, >50km maximaal helft werkbare dagen aanbieden parkeerplaats);
- Vestigingsbeleid nabij hoogwaardig OV-station;
- Nieuwe medewerkers eerst OV aanbieden;
- Aanbieden van gratis OV voor privé en zakelijk aan medewerkers met privéauto;
- Alle leaserijders verstrekken van mobiliteitskaart: stimuleren gebruik OV;
- Invoeren mobiliteitsbudget met bonus-malus systeem voor duurzame keuzes;
- Internationaal <700km reizen per trein in plaats van vliegtuig en >700km minder vliegen;
- Activeringscampagne/wedstrijd duurzaam reizen
- Schonere/elektrificatie leaseauto's.

#### Aannames

De maatregelen gericht op minder vliegen en de maatregel 'Schonere/elektrificatie van leaseauto' laten we hier buiten beschouwing, omdat de CO<sub>2</sub>-reductie door vliegen in het buitenland plaatsvindt en daardoor buiten de analyse valt. Elektrisch rijden wordt al behandeld in paragraaf 2.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Tabel 11.13 laat zien dat de huidige CO<sub>2</sub>-emissie van 80 bedrijven naar schatting 660 kton bedraagt (volgens CE Delft (2018) stoten de huidige 40 bedrijven 330 kton uit). Daarmee worden in totaal naar schatting 600.000 werknemers bereikt.

Het committeren aan 50% CO<sub>2</sub> reductie per bedrijf in 2030 ten opzichte van 2016 komt neer op een reductie van 40% in 2030 omdat de totale CO<sub>2</sub>-emissie tot 2030 afneemt volgens de NEV 2017. Dit is een reductie van 0,3 Mton CO<sub>2</sub>. Vervolgens treedt circa de helft van de 40% reductie autonoom op door zuiniger worden van personenauto's en elektrificatie van het wagenpark. Dit deel van de reductie kan dus niet worden toegeschreven aan de uitbreiding van het 'koploperbeleid'. Op basis van CE Delft (2018) concluderen we dat bij bedrijven die de 40% reductie halen, gemiddeld ongeveer de helft van deze reductie zal worden gerealiseerd door modal shift en minder reizen (thuiswerken). Van de 0,3 Mton resteert dan nog 0,1 Mton die het gevolg is van het koploperbeleid.

Vervolgens zijn er nog een aantal redenen waarom dit effect in de praktijk moeilijk te halen zal zijn:

- Suboptimale locaties. De extra werkgevers die zich aansluiten zijn op steeds minder optimale locaties gevestigd dan de eerste toetreders. Bij de doorrekening van de Anders Reizen-bedrijven is naar voren gekomen dat de huidige 40 Anders Reizen bedrijven veel vaker op goed per OV ontsloten locaties liggen dan gemiddeld (73% ten opzichte van 36%);
- Ander type bedrijven. Nieuwe bedrijven die zich aansluiten zullen (in steeds mindere mate) dienstverlenende bedrijven zijn. Naar verwachting kunnen extra bedrijven die toetreden steeds moeilijker de 40% reductie realiseren;
- Terugval effecten. De maatregelen zijn niet volledig 'slijtvast'. Een deel van de werknemers en werkgevers kan na verloop van tijd weer terugvallen in oude mobiliteitspatronen. De slijtvastheid neemt wel toe naarmate er sterker fiscaal beleid is geïmplementeerd is.

We veronderstellen dat door deze zaken bij tegenwind nog eens 50% van het effect 'weglekt', en bij meewind 25%. Per saldo blijft een CO<sub>2</sub>-reductie van 0,07 tot 0,1Mton over in 2030.

Voor opschaling naar 500 werkgevers is dezelfde redeneerlijn gevolgd. De grootste 500 werkgevers hebben naar schatting 3,5 miljoen werknemers in dienst. Door lineair te extrapoleren op basis van aantallen werknemers is de huidige emissie van 500 werkgevers naar schatting 3,9 Mton. Na correctie voor lagere emissies in 2030 in de NEV 2017 en autonome ontwikkelingen blijft er een reductie over van 0,8 Mton die kan worden toegeschreven aan het koploperbeleid voor 500 werkgevers. Daarvoor is het echter nodig dat al deze werkgevers 40% reductie in 2030 realiseren. De drie redenen die hierboven zijn aangehaald gelden echter ook voor opschaling naar 500 werkgevers. De aspecten suboptimale locaties en ander type werkgevers gelden zelfs nog in sterkere mate. We veronderstellen dat door deze zaken bij tegenwind nog eens 60% van het effect 'weglekt' en bij meewind 30%. Per saldo blijft dan een CO<sub>2</sub>-reductie van 0,3 tot 0,5 Mton over in 2030.

Ten slotte zijn de effecten met nog eens 5% opgehoogd als gevolg van de gedragscampagne, zoals beschreven onder maatregel 4. Aan de maatregelen 5, 6 en 7, die in dit rapport als flankerend zijn bestempeld, wordt geen additioneel effect toegekend. We verwachten wel dat met name maatregel 6 (normstelling) een sterk sturend effect kan hebben als emissiereductie kan worden afgedwongen bij werkgevers. In dit stadium is echter nog onvoldoende duidelijk hoe deze normstelling moet worden vormgegeven. Er kan daarom geen effectinschatting gegeven worden.

**Tabel 11.13 Opbouw van CO<sub>2</sub>-effect Maatregel 2a en 2b - Koploperbeleid voor 80 en 500 grootste werkgevers**

	2a - Opschaling naar 80 bedrijven		2b - Opschaling naar 500 bedrijven	
Huidige emissie CO <sub>2</sub>	0,7 Mton		3,9 Mton	
40% reductie in 2030	0,3 Mton		1,5 Mton	
Waarvan autonoom	0,1 Mton		0,8 Mton	
Waarvan modal shift en minder reizen	0,1 Mton		0,8 Mton	
Aanvullende correcties (suboptimale locaties, ander type bedrijven, rebound)	Meewind -25%	Tegenwind -50%	Meewind -30%	Tegenwind -60%
Netto reductie (Mton CO <sub>2</sub> )	0,1 Mton	0,1 Mton	0,5 Mton	0,3 Mton
Gedragscampagne	+5%	+5%	+5%	+5%
Totaal effect	0,1 Mton	0,1 Mton	0,5 Mton	0,3 Mton

#### Kosten

Het betrekken van een groter aantal werkgevers leidt tot kosten. Deze zijn door de deeltafel zakelijk reizen geraamd op 1,2 miljoen euro per jaar. Het is niet duidelijk of dit bedrag bedoeld is om Anders Reizen uit te breiden naar 80 of naar 500 werkgevers. Daarnaast is ook niet duidelijk of de geschatte budgetten van de flankerende maatregelen (maatregel 2 t/m maatregel 7) toereikend zijn voor 500 deelnemende werkgevers. Naast de operationele kosten van het programma zijn er kosten voor deelnemende werkgevers. Deze kosten zijn door de deeltafel geschat op circa 0,3 miljoen euro per jaar voor elk deelnemend bedrijf, al is onduidelijk waaraan dit bedrag specifiek besteed wordt. Bij 80 werkgevers gaat het om 24 mln euro per jaar en bij 500 werkgevers om 150 mln euro per jaar.

Het Anders Reizen programma zorgt er verder voor dat het aantal autokilometers daalt. Als we uitgaan van brandstofkosten van 0,10 euro per km zorgt dit bij 500 werkgevers bij Meewind voor een kostendaling van 660 miljoen euro (inclusief accijns) per jaar. De overheid derft voor 220 miljoen euro aan accijnsinkomsten per jaar. Bij Tegenwind zijn deze bedragen



respectievelijk 380 miljoen en 130 miljoen euro per jaar. Aangezien er nog veel kostenposten zijn die niet kunnen worden gekwantificeerd is het in dit stadium nog niet mogelijk een uitspraak te doen over de totale kosten voor het Rijk en de totale nationale kosten.

#### *Maatregel 3 – Uitrol best practices fiets Anders Reizen*

Van de best practices van Anders Reizen (zie Maatregel 2) hebben twee beleidsinstrumenten betrekking op de stimulering van de fiets, te weten: het uitrollen en introduceren van een fiets van de zaak en een kilometervergoeding voor de fiets bij de (Anders reizen) werkgevers.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Aangezien de CO<sub>2</sub>-inschatting bij maatregel 2 gebaseerd is op de haalbaarheid van 40% reductie per werkgever in 2030 zitten hier de maatregelen van fietsen al bij in: een werkgever kan immers kiezen uit de diverse best practices. Deze maatregel levert dus geen additioneel effect op. Merk ook op dat er overlap is met maatregel 8, waarin de WKR fiets is opgenomen. Bij de beschrijving van die maatregel worden wel CO<sub>2</sub> effecten gegeven.

#### Kosten

De kosten voor het ontwikkelen van fiets best practices en het uitrollen hiervan bij de Anders Reizen werkgevers wordt geschat op 2 Miljoen euro per jaar. Het is niet duidelijk of dit bedrag gericht is op 80 of 500 Anders Reizen bedrijven. Er zijn om deze reden geen kosten gespecificeerd.

#### *Maatregel 4 - Gedragscampagne*

Het voeren van een brede gedragscampagne gericht op duurzame mobiliteit gericht op minder reizen en anders reizen (zowel qua modaliteiten als reispatronen). De campagne richt zich op meerdere modaliteiten en meerdere doelgroepen met uitingen op zowel nationaal als regionaal niveau. De campagne loopt continue door om wegebbende bewustwording te voorkomen.

#### Aannames

De schattingen voor de effectiviteit van gedragscampagnes variëren en hangen sterk af van de opzet en reikwijdte van campagnes. Volgens een rapport van het CPB zijn gedragsinterventies als het Low Car Diet een kansrijke methode om werkgerelateerd autogebruik te verminderen. Omdat zulke interventies er op gericht zijn het maximale effect te bereiken voor de mensen die meedoen is het lastig om deze effecten door te trekken naar een programma op nationale schaal gericht op de gemiddelde werkende Nederlander. Hoewel de effectschattingen sterk uiteenlopen voor gedragscampagnes acht het CPB het reëel dat met een goed ontworpen campagne een paar procent reductie in het autogebruik gerealiseerd kan worden.

In een conceptrapport van het ministerie van Algemene zaken 'Gedragsverandering via campagnes' worden verschillende effecten gegeven afhankelijk van het type gedragscampagne. Zij onderscheiden:

- Gemiddeld 17% voor naleving- en handhavingscampagnes;
- Gemiddeld 5% voor niet-handhavingscampagnes
- Gemiddeld 3% voor preventiecampagnes;
- En gemiddeld 3% voor campagnes gericht op het beëindigen van ongewenst gedrag.

Een campagne gericht op duurzame mobiliteit zal consumenten proberen te verleiden en dus onder de niet-handhavingscampagnes vallen.

## CO<sub>2</sub>-effecten

Dit beleidsinstrument wordt als flankerend beleid getypeerd. Er wordt dus geen afzonderlijk CO<sub>2</sub>-effect aan toegekend. Wel wordt bij maatregel 2 aangenomen dat deze gedragscampagne een additioneel effect van 5% geeft.

## Kosten

De kosten van de campagne worden geschat op 1 miljoen euro per jaar. De start is in 2019 en het loopt tot 2030. Het doel van dit beleidsinstrument is om interne gedragscampagnes op te zetten binnen bedrijven. Het programma Low Car Diet is vergelijkbaar in opzet als de in dit instrument bedoelde gedragscampagne. Uit CPB (2018) bleken de kosten per deelnemer (één werknemer) 13 Euro per maand te zijn, uitgaande van 4.000 deelnemers. Schaalvoordelen bij opschaling zijn echter waarschijnlijk. Het aantal werknemers bij de grootste 500 werkgevers bedraagt circa 3,5 miljoen. Als de kosten door schaalvergroting dalen tot 5 euro per maand dan kost een deelnemende werknemer 60 euro per jaar. Met een budget van 1 miljoen euro zouden 16.700 werknemers kunnen deelnemen, wat aanzienlijk minder is dan het aantal werknemers bij de grootste 500 werkgevers. Als 3,5 miljoen werknemers deelnemen aan de gedragscampagne dan is een budget nodig van 210 miljoen euro. De deeltafel zakelijk reizen heeft voor de gedragscampagne 1 miljoen euro als budget gereserveerd. Het is onduidelijk of dit 80 of 500 Anders Reizen werkgevers is. Omdat deze inschattingen zo ver uit elkaar liggen hebben wij besloten om geen kosten van de gedragscampagne te specificeren.

### *Maatregel 5 – Maatschappelijk regisseur*

Dit beleidsinstrument behelst het aanwijzen van een maatschappelijk regisseur om tot afspraken en regelgeving te komen. Te denken valt dan aan convenanten over Ruimtelijke ordening en duurzame mobiliteit of standaardafspraken om bij nieuwbouw van kantoren en woningen afspraken over zaken als ontsluiting, verdichting, doelgroepen, deelmobiliteit en parkeernormen. Bij een convenant gaat het bijvoorbeeld over een convenant over spitsspreiding met onderwijs (voortgezet en hoger onderwijs beginnen 15-30 min later. Basisscholen zorgen voor werkruimtes op scholen voor ouders).

## Aannames

De inhoud en strekking van de afspraken die de maatschappelijk regisseur moet gaan maken zijn nog onduidelijk. Het geven van CO<sub>2</sub>-effect is daarom niet mogelijk. Aangenomen wordt dat deze afspraken helpen de ambitie van de uitrol van best practices van Anders Reizen bedrijven naar 500 bedrijven te realiseren. Daarom wordt dit beleidsinstrument als flankerend gezien, net als de instrumenten 4, 6 en 7. Er wordt dus geen afzonderlijk CO<sub>2</sub>-effect aan toegekend.

## Kosten

De kosten zijn door de deeltafel zakelijk reizen ingeschat op 0,5 miljoen per jaar. Het is onduidelijk of de gebudgetteerde kosten bedoeld zijn voor 80 of 500 deelnemende bedrijven. Het is in dit stadium niet mogelijk om een inschatting te doen van de nationale kosten.

### *Maatregel 6 – borging voortschrijdende normstelling in wettelijk kader*

Dit beleidsinstrument betreft het vastleggen van voortschrijdende handhaafbare normstelling in wet- en regelgeving. Deze wettelijke normstellingen kunnen een belangrijke rol spelen bij het garanderen van maatregelen, die als common-sense gezien kunnen worden. Te denken valt aan de 'vervoersparagraaf' als onderdeel van de Omgevingswet en het opnemen van best practices in de lijst van erkende maatregelen in de Wet Milieubeheer. Op deze manier kunnen maatregelen met een terugverdientijd binnen 5 jaar verplicht worden gesteld.

#### Aannames

De inhoud en strekking van dit beleidsinstrument is nog onduidelijk. Het geven van CO<sub>2</sub>-effect is daarom niet mogelijk. Aangenomen wordt dat dit voorstel helpt de ambitie van de uitrol van best practices van Anders Reizen bedrijven naar 500 bedrijven te realiseren. Daarom wordt dit beleidsinstrument als flankerend gezien, net als de instrumenten 4, 5 en 7. Er wordt dus geen afzonderlijk CO<sub>2</sub>-effect aan toegekend.

#### Kosten

De kosten zijn door de deeltafel zakelijk reizen ingeschat op 0,3 mln per jaar. Het is onduidelijk of de gebudgetteerde kosten bedoeld zijn voor 80 of 500 deelnemende bedrijven.

#### *Maatregel 7 – Vastleggen normstelling in keurmerken en groene inkoop door overheid*

Het betreft hierbij het opnemen van voortschrijdende normstelling in certificeringsschema's van keurmerken, zodat deze ook 'Paris-proof' worden. Dit heeft bijvoorbeeld ook betrekking op het groen inkopen door overheden. Hoewel overheden nu nog beperkt duurzaam inkopen, kan een verplichting ervoor zorgen dat dit wel gebeurt. De reikwijdte hangt af van de bedrijven en overheden die daadwerkelijk van bepaalde certificeringsschema's gebruik maken. Net als een aantal andere instrumenten wordt dit instrument als flankerend beleid gezien. Het vastleggen van eisen in normstellingen is een middel om voortgang in CO<sub>2</sub>-reductie te garanderen. Er wordt dus geen afzonderlijk CO<sub>2</sub>-effect aan toegekend.

#### Kosten

Onbekend bedrag voor aanpassen keurmerken. Deel van kosten die werkgevers moeten maken om voor die keurmerken in aanmerking te komen kunnen ze fiscaal aftrekken. Hoe hoog de kosten voor werkgevers zijn is onbekend.

#### *Maatregel 8 – Stimuleren gebruik fiets/OV*

Deze maatregel behelst het fiscaal stimuleren van fiets en OV gebruik door middel van:

- een vrijstelling voor fiets en OV in de WKR (werkkostenregeling);
- het verlagen van het BTW-tarief voor de fiets (zowel aanschaf als onderhoud);
- een 0% Btw-tarief voor internationaal treinverkeer en gelijkstellen BTW internationale trein/vliegverkeer: 0%;
- bijtelling auto van de zaak is inclusief privé gebruik OV en (lease)fiets.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Fietsmaatregelen: Een BTW-verlaging voor fietsen kan Nederland vanwege Europese regels niet eenzijdig doorvoeren (zie <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32006L0112>). Fietsen staan niet op de lijst van goederen waarop lidstaten een verlaagd tarief mogen toepassen. Het zal naar verwachting niet eenvoudig zijn om toestemming te krijgen fietsen op de uitzonderingslijst te plaatsen. Om deze reden is de btw-verlaging voor fietsen buiten beschouwing gelaten in de effectbepaling.

Een vrijstelling voor de fiets in de WKR is in CE (2018) opgenomen als 'Fiets van de zaak'. Deze onbelaste vergoeding van de fiets door de werkgever kan maximaal 0,07 Mton aan CO<sub>2</sub>-reductie opleveren als het landelijk wordt ingevoerd. Het gaat dan om een financiële tegemoetkoming van 749 euro voor een gewone fiets en 1500 euro voor een e-bike uitgespreid over drie jaar. Met deze korting wordt circa driekwart van de aanschafkosten van de fiets vergoed (uitgaande van gemiddelde aanschafprijs van 1010 euro voor een gewone fiets en 1974 euro voor een e-bike).

We veronderstellen in het Meewind scenario dat een vergoeding van driekwart van de kosten het maximale effect uit CE Delft wordt bereikt, ofwel 0,07 Mton CO<sub>2</sub> (tabel 11.14). In het tegenwind scenario veronderstellen we dat slechts driekwart van de mensen een overstap maakt naar de fiets. De CO<sub>2</sub>-reductie bedraagt dan 0,05 Mton.

OV-maatregelen: Het verlagen van het btw-tarief voor internationale treinverplaatsingen is om dezelfde reden als bij de fiets niet mogelijk en wordt hier niet meegenomen.

Bij het laatste onderdeel Bijtelling auto van de zaak inclusief privé gebruik OV en (lease)fiets) is onvoldoende duidelijk wat het voorstel inhoudt. Voor dit onderdeel is geen effect ingeschat.

**Tabel 11.14 CO<sub>2</sub> reductie in 2030 van maatregel 8 - Stimuleren gebruik fiets/OV**

	Meewind	Tegenwind
Stimuleren gebruik fiets/OV	0,07 Mton	0,05 Mton

#### Kosten

Het beoogde CO<sub>2</sub> effect wordt behaald door een afname van het aantal autokilometers van 400 tot 475 miljoen kilometers (CE Delft, 2018). We gaan ervan uit dat deze kilometers na invoering van de maatregel op de fiets worden afgelegd. Om aan deze groei te voldoen moeten er jaarlijks ongeveer 26.000 tot 31.000 reguliere fietsen en 10.000 tot 13.000 e-bikes extra worden verkocht. De investeringskosten als gevolg van deze extra gekochte fietsen vormen met 30 tot 40 mln euro per jaar het belangrijkste deel van de nationale kosten. De eindgebruiker (koper van de fiets) krijgt een groot deel van de investeringskosten vergoed door de maatregel waardoor zijn kosten beperkt worden. De overheidskosten bestaan uit de financiële tegemoetkoming uit de WKR.

De reductie in gereden autokilometers zorgt voor een daling in de brandstofkosten voor eindgebruikers, terwijl de opbrengsten uit accijnzen afnemen doordat er minder getankt wordt. We zijn uitgegaan van brandstofkosten van 0,10 euro per km waarvan 1/3 uit accijnzen bestaat. Tabel 11.15 geeft een overzicht van de belangrijkste kostenposten.

De extra aangeschafte fietsen kosten jaarlijks 40 tot 50 miljoen in het meewind scenario. Deze kosten worden in eerste instantie gemaakt door de eindgebruiker, indirect worden deze grotendeels gecompenseerd door de vrijstelling WKR. De reductie in gereden autokilometers zorgt voor een daling in de brandstofkosten voor eindgebruikers, terwijl de opbrengsten uit accijnzen afnemen doordat er minder getankt wordt. We zijn uitgegaan van brandstofkosten van 0,10 euro per km waarvan 1/3 uit accijnzen bestaan.

**Tabel 11.15 Overzicht kosten van maatregel 8 – Stimuleren gebruik fiets/OV**

	Kosten (mln euro/jaar)
Nationale kosten	
Kapitaalkosten	30 – 40
Brandstofkosten	-20 – -30
Totaal	10
Overheidskosten	
Vrijstelling WKR	30 – 40
Accijnsderving	10
Totaal	40 – 50

### *Maatregel 9 – Betalen naar gebruik*

Dit instrument maakt de bijtelling voor zakelijk auto's afhankelijk van het privégebruik. Uitgangspunt is het huidige systeem van 4% bijtelling voor elektrische auto's en 22% voor conventionele voertuigen over de catalogusprijs. Over de privé gereden kilometers wordt een tarief per kilometer gerekend dat afhankelijk is van de catalogusprijs van de auto en het aantal privékilometers. Uit de aangeleverde lijst met maatregelen kan verder worden afgeleid dat dit beleidsinstrument budgetneutraal wordt vormgegeven.

Een tweede deel van de maatregel Betalen naar gebruik behelst het beschikbaar stellen van zakelijke deelauto's voor privégebruik. Voor het gebruik geldt een tarief dat gelijk staat aan het privégebruik van de auto van de zaak zoals dat hierboven is beschreven.

#### Aannames

Flexibele bijtelling: Voor een leaseauto met een catalogusprijs van 30.000 euro geldt een bijtellingspercentage van 22% (dieseluitvoering). Dat houdt in dat 22% van deze cataloguswaarde, ofwel 6.600 euro jaarlijks bij het bruto-inkomen wordt opgeteld, waarover vervolgens loonbelasting wordt ingehouden. Normaal gesproken betaalt de leaserijder dan circa 3.300 euro extra aan loonbelasting (uitgaande van 50% loonbelasting tarief). Bij de flexibele bijtelling wordt een kilometertarief berekend op basis van het aantal gereden privékilometers per jaar. Uit AM et al. (2017) blijkt dat zakelijk rijders circa 9.200 privékilometers afleggen per jaar met de zakelijke auto. Het kilometertarief wordt dan  $6.600 / 9.200 = 0,72$  euro/km bruto (en 0,36 euro/km netto).

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Flexibele bijtelling: De flexibele bijtelling zal als gevolg hebben dat zakelijk rijders directer met de kosten van het privégebruik worden geconfronteerd en daarop hun mobiliteitsgedrag aanpassen. Zakelijk rijders kunnen immers hun jaarlijkse kosten beperken door hun privékilometers te beperken. De grootte van dit effect is niet eenvoudig te bepalen. Op dit moment betalen zakelijk rijders namelijk geen kilometertarief voor hun privékilometers. We kunnen dus niet aan de hand van een prijselasticiteit uitrekenen hoeveel minder (privé)kilometers ze zullen gaan rijden omdat daarvoor het verschil in kilometerkosten tussen de begin en eindsituatie nodig zijn.

We kunnen wel naar ex-ante effecten van de invoering van een kilometerheffing. In Hilbers et al. (2015) zijn de effecten ingeschat van een vlakke heffing van 11 eurocent/km met een onderscheid naar werk, zakelijk en overig autoverkeer. Overig verkeer bestaat voor een belangrijk deel uit sociaal-recreatief verkeer.

De privékilometers met een zakelijke auto laten zich het beste vergelijken met sociaal recreatief verkeer. Door invoering van een vlakke heffing van 11 ct/km neemt het totaal aantal recreatieve kilometers met circa 22% af (Hilbers et al., 2015). Een tarief van 36 eurocent/km zoals hierboven berekend zal tot nog grotere vermindering van het aantal privékilometers leiden. De afname zal echter niet evenredig groter zijn. Ook zullen zakelijk rijders die beschikken over een tweede (particuliere) auto besluiten om die vaker te gaan gebruiken voor hun privéritten. Tot slot zullen mensen die relatief veel privékilometers maken minder vaak kiezen voor een zakelijke auto. Tegelijkertijd kunnen mensen die weinig privékilometers maken juist beslissen een auto van de zaak te nemen. Dit laatste effect achten we bij een tarief van 36 ct/km beperkt omdat deze kilometerkosten in de buurt liggen van de totale kosten per kilometer van een particuliere auto. In tabel 11.16 staan de belangrijkste aannames die we doen voor bovenstaande punten. De percentages zijn gebaseerd op expert judgement.

**Tabel 11.16 Belangrijkste aannames voor berekening effect flexibele bijtelling**

	Meewind	Tegenwind
Reductie privékilometers bij 0,36 €/ct/km	40%	25%
Verschuiving privékilometers naar 2e auto	40%	80%
Daling aantal zakelijke auto's	10%	20%
CO <sub>2</sub> -emissie gem. zakelijke auto (g/km in de praktijk)	120	120

In totaal neemt het aantal privékilometers met deze aannames met 12 tot 32% af, wat gelijk staat aan 1 tot 2,7 miljard personenautokilometers. Indien de maatregel betrekking heeft op alle ruim 900.000 zakelijke autorijders dan bedraagt het CO<sub>2</sub>-effect ruim 0,1 tot ruim 0,3 Mton in 2030. Aangenomen dat 15 % van de privékilometers in het buitenland wordt gereden en daarmee buiten deze analyse vallen, komt de CO<sub>2</sub>-reductie van de maatregel uit op 0,1 tot 0,3 Mton.

#### Zakelijke deelauto's

Veel bedrijven hebben een eigen wagenpark waarvan de auto's in het weekend veelal ongebruikt stil staan. Het beschikbaar stellen van deze auto's voor de werknemers buiten werktijden zal hoofdzakelijk leiden tot een verschuiving van 'reguliere huurauto's' naar zakelijk deelauto's. Maar ook kunnen sommige mensen afzien van een eigen auto en daardoor minder autokilometers, of juist meer autokilometers maken omdat ze nu makkelijker toegang tot een auto hebben. De CO<sub>2</sub> effecten zijn daardoor zonder diepgaand nader onderzoek niet te bepalen (tabel 11.17).

**Tabel 11.17 CO<sub>2</sub> reductie in 2030 van maatregel 9 - Betalen naar gebruik**

	CO <sub>2</sub> reductie
Flexibele bijtelling	0,1 – 0,3
Zakelijke deelauto	Nihil

#### Kosten

We gaan ervan uit dat de maatregel budgetneutraal wordt uitgevoerd. Dit betekent dat leaserijders over het geheel genomen evenveel kwijt zijn aan bijtelling en dat de overheid gelijke inkomsten vanuit de bijtelling behoudt. Dit zal in de praktijk waarschijnlijk lastig te realiseren zijn, omdat gedragsreacties moeilijk te voorspellen zijn. Effect en de kosten blijven beperkt tot de afname van het aantal autokilometers. De daling van het aantal autokilometers zal ervoor zorgen dat eindgebruikers minder kosten kwijt zijn aan brandstof.

**Tabel 11.18 Overzicht kosten van maatregel 9 – Betalen naar gebruik**

	Kosten (mln euro/jaar)
Nationale kosten	
Brandstofkosten	-70 - -180
Uitvoeringskosten	NB
Totaal	NB
Overheidskosten	
Accijnsderving	30 – 90
Uitvoeringskosten	NB
Totaal	NB

Als we uitgaan van brandstofkosten van 0,10 euro per km dan wordt er in het meewind scenario 270 miljoen euro minder uitgegeven aan brandstof door eindgebruikers. In het tegenwind scenario is dit 100 miljoen euro minder. De overheid loopt in deze gevallen 90 of 33

miljoen euro aan accijns inkomsten mis (tabel 11.18). Naast de kosten die voortkomen uit het gebruik van auto's zal de hervorming van de bijtellingsregeling uitvoeringskosten opleveren voor onder andere de Belastingdienst. Om hoeveel kosten dit gaat is op dit moment niet te zeggen.

#### *Maatregel 10 - Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding*

Bij dit beleidsinstrument gaat het om een differentiatie van de onbelaste reiskostenvergoeding naar vervoerwijze. 'Duurzame' modaliteiten komen voor relatief hogere vergoeding in aanmerking. Het voorstel is om de vergoeding voor conventionele auto's vanaf 2022 naar maximaal 0,15 ct/km te brengen (i.p.v. 0,19 ct/km). Vanaf 2025 vervalt de vergoeding voor conventionele auto's volledig en geldt de 0,15 ct/km alleen nog voor 'fossiel vrije' auto's. De verkeerseffecten en de milieueffecten hebben we hierop gebaseerd.

Het primaire effect van dit beleidsinstrument is de afschaffing van de onbelaste woon-werkvergoeding voor conventionele personenauto's. Uit onze analyses met het LMS blijkt dat het afschaffen van de onbelaste woon-werkvergoeding voor personenauto's zou leiden tot een afname van het aantal autokilometers (nationaal totaal) met 2 tot 3%. Dit zou in 2030 leiden tot een CO<sub>2</sub> reductie voor de sector verkeer en vervoer van circa 0,4 tot 0,6 Mton CO<sub>2</sub> (tabel 11.19). In dit effect is reeds verdisconteerd dat er volgens de NEV 2017 in 2030 circa 230.000 volledig elektrische auto's rondrijden die nog wel een vergoeding van 0,15 ct/km ontvangen. Het additionele effect van de differentiatie naar duurzame vervoerwijzen is naar verwachting zeer gering.

**Tabel 11.19 CO<sub>2</sub> reductie in 2030 maatregel 10 - Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding**

	CO <sub>2</sub> -reductie
Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding	0,4 Mton – 0,6 Mton

De maatregel wordt budgettair neutraal vormgegeven. De lastenverzwaring komt terug in een verlaging van de loonbelasting. De reductie van de autokilometers leidt tot 160 a 240 miljoen lagere brandstofkosten en tot 80 a 120 miljoen accijnsderving (tabel 11.20). De afname van het autogebruik met name in het woon-werkverkeer zal ook leiden tot een afname van congestie, van de geluidhinder en een afname van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. De uitvoeringskosten voor de overheid (Belastingdienst) zijn niet bekend maar kunnen substantieel zijn. Ook is er sprake van vraaguitval dat niet in kosten is uitgedrukt.

**Tabel 11.20 Overzicht kosten van maatregel 10 – Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding**

	Kosten (mln euro/jaar)
Nationale kosten	
Brandstofkosten	-160 - -240
Uitvoeringskosten	NB
Totaal	-160 - -240
Overheidskosten	
Accijnsderving	80 - 120
Onbelaste woonwerkvergoeding	-1400
Loonbelasting	1320 - 1240
Uitvoeringskosten	NB
Totaal	0



In het cluster 'duurzaam OV en fiets' staat een soortgelijke maatregel, te weten: S= auto van 19 naar 12 ct/km, OV onveranderd en fiets naar 30 ct/km en L= Auto van 19 naar 0 ct/km, OV en fiets onveranderd. Bij deze maatregel is er dus sprake van een sterke overlap met cluster 'duurzaam OV en fiets'.

#### *Maatregel 11 – Variabiliseren van autobelasting*

Een variabilisering van de motorrijtuigenbelasting (mrb) op basis van milieukeurmerken. Dit geeft medewerkers een financiële prikkel om een zo 'groen' mogelijke auto te rijden.

#### Aannames

De beschrijving van de inzet van dit beleidsinstrument biedt onvoldoende houvast voor een effectschatting. De hoogte van de verandering van de MRB ontbreekt, evenals de ingangsdatum en de looptijd. Ook is onduidelijk hoe de milieudifferentiatie moet worden vormgegeven.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Niet te bepalen. In vergelijking met belastingen die direct aangrijpen op de aanschafprijs zoals de bpm vormt een verandering in de mrb naar verwachting een relatief geringe prikkel om het mobiliteits- en/of autokeuzegedrag te beïnvloeden (Geilenkirchen et al. 2010; Van Meerkerk et al., 2014). Daartegenover staat dat veranderingen in de mrb aangrijpen op het gehele wagenpark en er daardoor een grote groep mensen door geraakt wordt. Dit vergroot het CO<sub>2</sub> reductiepotentieel.

#### *Maatregel 12 – Invoering mobiliteitsbudget*

De toelichting bij dit beleidsinstrument is als volgt: 'Het voorstel is om een maximum bedrag te bepalen (bv. 300 euro per maand) die in fiscale zin wordt vrijgesteld van inkomstenbelasting. Voorwaarde hierbij is dat de medewerker gestimuleerd wordt om duurzame vormen van vervoer te kiezen (alleen deze vorm is vrijgesteld, andere vormen kennen andere percentages).'

#### Aannames

Uit de beschrijving wordt niet duidelijk hoe het mobiliteitsbudget moet worden vormgegeven. Eén van de mogelijke varianten is een persoonlijk mobiliteitsbudget, met een deels vaste en deels variabele onbelaste vergoeding die gedifferentieerd is voor auto en OV. De hogere vergoeding voor bijvoorbeeld fiets, OV en het rijden in een elektrische auto stimuleert de werknemer tot het gebruiken van duurzamere vervoerwijze. MuConsult heeft in 2012 gerekend aan deze variant. We nemen gemakshalve die studie als uitgangspunt voor de effectschattingen voor deze maatregel. De zogenaamde B50 variant die door MuConsult is bekeken betreft alleen werknemers zonder auto van de zaak. Wellicht ten overvloede merken we op dat de hier gepresenteerde effecten niet representatief zijn als de tafel zakelijk reizen een andere vormgeving van het mobiliteitsbudget voor ogen heeft.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

In MuConsult (2012) staat dat een landelijk ingevoerd mobiliteitsbudget leidt tot 1,7% minder woon-werkkilometers met de auto en 1,5% minder woon-werkkilometers met het OV. Voor het totale auto- en OV-gebruik (alle motieven) gaat het dan om -0,5% en -0,9% ten opzichte van de huidige situatie (Annema en Van Wee, 2012). Bovengenoemde afnames in kilometrages zouden in 2020 leiden tot een CO<sub>2</sub>-reductie van 0,08 Mton ten opzichte van de Nationale Energieverkenning 2017.

#### Kosten

De combinatie van een flexibel en variabel mobiliteitsbudget geeft werknemers een prikkel om minder kilometers te maken voor hun werk. Door de maatregel daalt het totale mobili-

teitsbudget wat werknemers te besteden hebben. MuConsult (2012) becijferde dat een gemiddelde werknemer die met de auto naar werk gaat 260 euro per jaar minder te besteden heeft. Voor iemand die met het OV naar werk gaat neemt het budget met 235 euro af. Doordat het aantal gereden autokilometers afneemt dalen de brandstofkosten van automobilisten met 45 miljoen euro. Tegelijkertijd dalen de inkomsten van accijnzen met 15 miljoen euro per jaar. De nationale kosten bedragen 1.107 miljoen euro per jaar (tabel 11.21). De uitvoeringskosten voor de overheid (Belastingdienst) zijn niet gekwantificeerd.

**Tabel 11.21 Overzicht kosten van maatregel 12 –Invoering mobiliteitsbudget**

	Kosten (mln euro per jaar)
Nationale kosten	
Brandstofkosten	-45
Uitvoeringskosten	NB
Overheidskosten	
Accijnsderving	15
Uitvoeringskosten	NB

#### *Maatregel 13 – Investeren in fietsenstallingen*

Dit beleidsinstrument betreft het aanpassen en verbeteren van stationsstallingen volgens de afspraken in het bestuursakkoord fietsparkeren, doorgetrokken naar 2030, zoals in het bestuursakkoord al afgesproken is. In het Bestuursakkoord wordt tot 2030 uitgegaan van 150.000 tot 155.000 extra fietsparkeerplaatsen met name rond de middelgrote stations.

#### Aannames

Een fietsparkeerplek kan CO<sub>2</sub>-reduceren als de plek door iemand wordt gebruikt die daarvoor met een minder schone modaliteit reisde dan de fiets. Bij een overgang van lopend naar de fiets is er bijvoorbeeld geen CO<sub>2</sub>-effect. Bij de overstap van OV naar de fiets in het voor- en natransport is er een klein CO<sub>2</sub>-effect vanwege de overstap van OV naar fiets. Het grootste effect wordt bereikt wanneer niet alleen het voor- en natransport verduurzaamt, maar de fiets er ook voor zorgt dat een autorit door een treinrit vervangen wordt. Effectschattingen zijn sterk afhankelijk van aannames over bijvoorbeeld de ritlengte van het voor- en natransport.

Nieuwe fietsparkeerplekken zorgen echter niet één op één voor meer verplaatsingen met de fiets. Er moet rekening gehouden worden met de volgende aspecten:

- Weesfietsen, die ruimte in nemen in fietsenstallingen. Bij onbewaakte fietsenstallingen is dit ongeveer 20%. Een deel van de nieuwe fietsenstallingen zal ook door weesfietsen worden bezet wanneer er geen flankerend beleid ingezet wordt.
- Foutgeparkeerde fietsen: er bestaat een kans dat een deel van de plekken wordt gebruikt door fietsen, die voorheen foutgeparkeerd stonden. Het percentage foutgeparkeerde fietsen ligt op ongeveer 20% op piekmomenten. Dit zal met name het geval zijn bij plekken dichtbij het station. Er is in dit geval geen CO<sub>2</sub>-reductie: minder foutgeparkeerde fietsen kunnen fietsenstallingen wel aantrekkelijker maken.

#### CO<sub>2</sub>-effecten

Er zijn geen gegevens bekend over het afzonderlijke effect van de aanleg van fietsenstallingen op het fietsgebruik en verschuivingen van auto naar OV. Er wordt hier geen afzonderlijk CO<sub>2</sub>-effect toegekend aan dit instrument, omdat hij gezien wordt als flankerend beleid: een toename in fietsenstallingen zorgt voor een capaciteitsuitbreiding en zal het aantrekkelijker maken om met de fiets naar en van het station te reizen. Hierdoor is het waarschijnlijker dat andere maatregelen, die het OV aantrekkelijker moeten maken voor reizigers, die nu nog

met de auto reizen, een groter effect zullen hebben dan wanneer capaciteitsproblemen een limiterende factor zijn.

#### Kosten

In 2019 en 2020 is 40 miljoen euro beschikbaar vanuit het bestuursakkoord ten behoeve van de uitbreiding van het aantal fietsenstallingen. Daarnaast is nog ruim 70 miljoen euro extra nodig in de jaren 2019 en 2020. Maximaal 40% van deze bedragen zal gefinancierd worden door de Rijksoverheid, de overige 60% zal gefinancierd worden door provincies, gemeentes en regio's. Deze investeringskosten worden gediscoteerd naar jaarlijkse kosten waarbij een looptijd van 20 jaar wordt aangehouden, dit is de afschrijvingstermijn die voor een fietsenstalling wordt aangehouden. De investeringskosten vertaald naar jaarlijkse kosten bedragen 8 miljoen euro per jaar. Vanaf 2021 is er jaarlijks 15 miljoen euro beschikbaar vanuit het Rijk terwijl gemeentes en provincies verantwoordelijk zijn voor de onderhoudskosten van de fietsenstallingen. In Bekhuis (2014) worden de kosten van fietsenstallingen geanalyseerd. Hieruit blijkt dat een fietsenstaling gemiddeld 750 euro aan investeringskosten kost terwijl de gemiddelde jaarlijkse onderhoudskosten 200 euro per stallingsplaats bedragen. De gemiddelde jaarlijkse investering bedraagt ruim 20 miljoen euro, waarmee jaarlijks 30.000 extra fietsenstallingen worden gebouwd. De toename aan onderhoudskosten bedraagt daarbij dus 6 miljoen euro. De jaarlijkse nationale kosten bedragen een kleine 30 miljoen euro en deze worden volledig gedragen door de overheid.

#### *Maatregel 14 - Prijsprikkels gericht op de spits in het OV*

Met prijsprikkel (korting) wordt er een verschuiving beoogd van 220 mln rkm van hyperspits naar schouderpits (ochtend en middag) in trein (35mln euro) en ruim 50 mln rkm (ochtend) in bus/tram/metro en regionaal spoor (5 mln euro). Hierdoor komt meer capaciteit vrij in de hyperspits, die vervolgens opgevuld kan worden met reizigers, die normaal gesproken de auto zouden pakken. Aangezien de hoogte van de financiële prikkel niet is omschreven kan de maatregel niet nader geanalyseerd worden.

### 11.3.5 Logistiek en goederenvervoer

Het totale onderdeel logistiek omvat bestelauto's, vrachtauto's, binnenvaart goederenvervoer, spoorgoederenvervoer en mobiele werktuigen. In de referentie zijn de totale CO<sub>2</sub>-emissies van de logistiek op Nederlands grondgebied in 2030 14 Mton.

In het cluster logistiek en goederenvervoer zijn tientallen maatregelen en instrumenten ingediend, gericht op logistieke optimalisatie, het bewerkstelligen van een modal shift richting spoor en binnenvaart, het stimuleren van Zero Emissie stadsdistributie, het sturen op laag-emissie en beperkt aantal bewegingen van bouwlogistiek, inzet van biobrandstoffen in de binnenvaart, het elektrificeren van het goederenvervoer per spoor en over de weg en het beperken van het energiegebruik en de emissies van mobiele werktuigen. Niet alle maatregelen of instrumenten waren concreet genoeg om door te rekenen, soms was niet duidelijk of het extra was ten opzichte van de autonome trend naar efficiëntere logistiek of wat al in het bestaande beleidspakket in de NEV is meegenomen. Gegeven de beperkte beschikbare tijd heeft de aandacht zich gericht op drie thema's: stadslogistiek, binnenvaart en mobiele werktuigen. Tabel 11.22 geeft een overzicht van de hier geraamde CO<sub>2</sub> effecten en nationale kosten.

**Tabel 11.22** Overzicht CO<sub>2</sub>-effecten (Mton) en kosten - logistiek en goederenvervoer

	S		L	
	CO <sub>2</sub> -reductie (Mton)	Kosten (mln)	CO <sub>2</sub> -reductie (Mton)	Kosten (mln)
Stadslogistiek	0,2 – 0,4	20	0,4 -1,1	30
Binnenvaart	0 – 0,4	60-80	0 – 0,4	70-90
Mobiele werktuigen	0,3 – 0,4	2	0,3 – 0,4	2
Totaal	0,5 -1,2	80-100	0,7 – 1,9	100-120

### Stadslogistiek

Voor stadslogistiek wordt alleen naar wegvervoer gekeken en wordt aangesloten op de definitie uit de Outlook City Logistics (Connekt, 2017). Dit betekent dat ook de aan- en afvoerritten vanuit en naar de steden tot een distributiecentrum binnen de stadslogistiek wordt meegerekend. Eventuele modal shift van stedelijk wegvervoer naar Light Electric Vehicles (LEV's) of zero emissie spoor en binnenvaart valt ook binnen de scope van stadslogistiek.

De totale emissie van stadslogistiek wordt geschat op 3,5 Mton, waarvan 1,8 Mton door bestelauto's en 1,7 Mton door vrachtauto's. De stadslogistiek kan worden onderverdeeld in de segmenten vers, stukgoed/retail, post & pakketten, afval, bouw en facilitair. De voertuigen en hun inzet kunnen sterk verschillen tussen deze segmenten. Zo worden supermarkten vaak met directe ritten door trekker-opleggers bevoorrad, terwijl pakketkoeriers vaak gebruik maken van bestelauto's met tientallen afleveradressen per rit.

Er zijn grofweg twee soorten maatregelen voorgesteld voor stadslogistiek. Dit betreft efficiëntere logistiek door logistieke optimalisatie en schone logistiek door ZE voertuigen. Deze twee reductiemaatregelen kunnen grote overlap hebben. Afhankelijk van de aannames kunnen zij zorgen voor 0,2 – 1,1 Mton reductie (tabel 11.23).

**Tabel 11.23** Overzicht CO<sub>2</sub>-effecten (Mton) van stadslogistiek

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Efficiencywinst	0,06	0,03	0,04	0,01
Zero emissie voertuigen	0,3	0,2	1,1	0,4
Totaal	0,4	0,2	1,1	0,4

Het is onzeker hoe sterk het beleidspakket voor Stadslogistiek gaat worden, welke steden gecommitteerd zijn of worden om ZE zones in te voeren en hoe snel marktontwikkelingen ten aanzien van ZE voertuigen gaan. Daarom wordt met een groot (L) en een klein (S) beleidspakket gerekend en met een mee- en een tegenwind scenario. Het small en large pakket hebben een verwachte subsidie van circa 17 mln euro en circa 30 mln euro. Aangenomen is dat in het S-pakket kleine ZE-zones worden gerealiseerd en het L-pakket middelgrote ZE-zones. Het meewind scenario gaat uit van grote schaalvoordelen en een snelle kostenreductie van elektrische voertuigen en een grote lokale commitment. Meewind gaat uit van 32 steden die ZE-zones implementeren. Dit zijn de steden die Greendeal ZES ondertekend hebben en/of in de G30 vallen van steden met meer dan 100.000 inwoners. Het tegenwind scenario zorgt voor kleinere schaalvoordelen en een langzamere kostenreductie van elektrische voertuigen en een kleine lokale commitment van slechts 14 steden die ZE-zones implementeren. Dit zijn uitsluitend de steden die de Greendeal ZES ondertekend hebben. De scenario's zijn in tabel 11.24 samengevat.

**Tabel 11.24 Vier scenario's voor ZE-zone voor Stadslogistiek**

	S		L	
	Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
Aantal steden en omvang zone	Kleine ZE Zone in 32 steden	Kleine ZE Zone in 14 steden	Middelgrote ZE Zone in 32 steden	Middelgrote ZE Zone in 14 steden

Om de effecten van ZE-zones te bepalen is gebruik gemaakt van een door TNO ontwikkelde methode die inmiddels getest is bij gemeenten Amsterdam en Rotterdam. Aan de hand van de verkeersmodellen van deze steden is een inschatting gemaakt van intern-, herkomst-, bestemmings-, en doorgaand verkeer in deze steden en welke aandelen voertuigkilometers per zone vallen. Hiermee kan zowel de directe invloed binnen een ZE-zone als het uitstraaleffect buiten de ZE-zone bepaald worden. Het uitstraaleffect buiten de zone kan vervolgens opgesplitst worden in kilometers binnen de gemeentegrenzen en het verdere uitstraaleffect buiten de gemeentegrenzen. De resultaten van Amsterdam en Rotterdam zijn gemiddeld en worden toegepast op alle in deze analyse geselecteerde steden voor de bepaling van de effecten.

Uit metingen van TNO bleek dat circa 70% van de bestel- en vrachtauto's frequente bezoekers<sup>20</sup> zijn en 30% meer incidenteel bezoek betreft. Voor bestelauto's is aangenomen dat voornamelijk met volledig elektrische voertuigen gereden zal worden, maar dat de 30% incidentele vervoersbewegingen deels zullen kiezen om het transport uit te besteden of gebruik te maken van bundeling via logistieke hubs aan de rand van de stad en andere innovatieve last mile oplossingen. Voor het effect buiten de stad is daarom aangenomen dat slechts 50% van de voertuigkilometers nul-emissie zal zijn. Binnen de stad is aangenomen dat door de maatregel enkel nog met nul-emissie voertuigen zal worden gereden. Bij vrachtauto's is buiten de stad aangenomen dat 25% van de kilometers nul-emissie zal zijn, omdat daar een hoger aandeel plugin-hybrides (PHEVs) verwacht worden die alleen de last mile nul-emissie zullen rijden. Voor het bepalen van de CO<sub>2</sub>-effecten is gebruik gemaakt van de cijfers van de nationale emissie registratie per gemeente voor bestel- en vrachtauto's. De emissie door bestel- en vrachtauto's op grondgebied van de geselecteerde steden (lokale- en snelwegen) is weergegeven in tabel 11.25.

**Tabel 11.25 Totale emissie (Mton) door bestel- en vrachtauto's op grondgebied van de geselecteerde steden (lokale- en snelwegen)**

	32 steden	14 steden
Bestel	1,2	0,6
Vracht	1,5	0,7
Totaal	2,7	1,3

Afhankelijk van de aannames bedraagt de emissiereductie tussen 0,2 en 1,1 Mton (tabel 11.26). Ongeveer de helft daarvan wordt behaald met vrachtauto's, de andere helft met bestelauto's.

**Tabel 11.26 CO<sub>2</sub>-effecten voor vier scenario's voor ZE-zone voor Stadslogistiek**

Smal		Large	
Meewind	Tegenwind	Meewind	Tegenwind
32 steden	14 steden	32 steden	14 steden
Kleine ZE Zone	Kleine ZE Zone	Middelgrote ZE Zone	Middelgrote ZE Zone
Reductie: 0,3 Mton	Reductie: 0,2 Mton	Reductie: 1,1 Mton	Reductie: 0,4 Mton

<sup>20</sup> Minimaal 5 keer per maand, gemiddeld 20 keer per maand.

Aannemend dat alleen de 70% frequente bezoekers overgaan op zero emissie voertuigen, zijn er tussen 30 duizend en 115 duizend nul emissie bestelauto's en tussen duizend en 16 duizend nul emissie of plug-in hybride vrachtwagens nodig.

De effecten van logistieke efficiency zijn uitsluitend bepaald voor het last mile vervoer vanaf de rand van de stad en op lokale wegen (geen snelwegen en geen long haul vanaf DC's tot aan een hub). Bundeling van distributie via hubs biedt mogelijkheden om ook op de long haul (langeafstandsvervoer) een andere logistieke invulling te kiezen, zoals minder vaak met grotere volumes bij de hub aanleveren. Deze effecten en ook de maatregelen m.b.t. logistieke optimalisatie op in het overige wegvervoer buiten de stad is hier niet meegenomen. Er is gecorrigeerd voor de voertuigkilometers van bestel- en vrachtauto's die reeds binnen de ZE-zones of van/naar de ZE-zones plaatsvinden. Er is een gemiddelde potentie van bundelen via hubs ingeschat per segment voor de zes grote segmenten binnen de stadslogistiek en gewogen naar de relatieve aandelen van deze segmenten qua CO<sub>2</sub>-emissie binnen de stadslogistiek. Het additionele effect van logistieke efficiency is relatief het grootst in de scenario's met een kleine ZE-zone en het kleinst in de scenario's met een middelgrote ZE-zone. Het maximale additionele effect is 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-emissie in 2030. De totale efficiencywinst door bundeling is vervolgens gecorrigeerd voor de autonome logistieke efficiencyverbetering die reeds in de NEV is aangenomen. Deze correctie bedraagt 3,75% efficiencyverbetering in 2030 qua aantallen ritten en 1% per jaar op basis van voertuigkilometers. Doordat er reeds een aanzienlijke efficiencyverbetering is verondersteld in het referentiescenario van de NEV, valt het volledige effect van bundeling via hubs binnen de efficiencywinst in het referentiescenario. Er is geen additioneel effect ten opzichte van de NEV.

#### *Nationale kosten*

De kosten voor ZE-vrachtauto's konden voor deze analyse (nog) niet betrouwbaar worden ingeschat. De nationale kosten zijn daarom alleen voor bestelauto's bepaald. Op basis van een recente 'e-van' studie van TNO & CE Delft (2018) zijn verschillende ingroeipaden ingeschat richting het verwachte eindbeeld in 2030 per scenario. De jaarlijkse ingroei van bestelauto's wordt vervolgens gebruikt om de nationale kosten te bepalen. Hiervoor zijn twee TCO (Total Cost of Ownership) scenario's uit de 'e-van'-studie geconstrueerd voor het verschil in TCO tussen conventionele ICEV en ZE bestelauto's. De berekening gaat uit van een gemiddelde TCO voor bestelauto's, terwijl er verschillende onderliggende TCO's zijn voor kleine, middelgrote en grote bestelauto's. De TCO-verschillen en omslagpunten zouden dus eerder/later kunnen liggen voor een deel van de markt voor bestelauto's. In het meewindscenario ligt het omslagpunt (wanneer ZE-bestelauto's goedkoper zijn dan bestelauto's op fossiele brandstoffen) in 2024/2025 en daalt het verschil in TCO per km van +4 cent naar -3 cent. In het tegenwindscenario blijft de TCO van EV boven die van ICEVs liggen en daalt het verschil in TCO per km van +7 cent naar +1,5 cent. De TCO is berekend op basis van een jaarkilometrage van 20.000 km. In de achterliggende aannames voor mee- en tegenwind zijn de parameters gevarieerd:

- Inkoopkorting voor grote wagenparkbeheerders van bestelauto's
- Elektriciteitsprijzen voor gewone of middel/grootverbruikers
- Restwaarde ontwikkeling van ZE bestelauto's die wel of niet toegroeien naar restwaarde dieselbestelauto's.

Voor het berekenen van de nationale kosten is vervolgens uitsluitend gekeken naar de kale voertuigprijzen (en afschrijving en restwaarde), de kale brandstof/energieprijzen en de kale onderhoudskosten. De nationale kosten zijn weergegeven in tabel 11.27. Naast de nationale kosten zijn ook de overheidskosten ingeschat. Hierbij is per scenario bepaald welke accijnsderving door minder dieselgebruik er plaatsvindt en welke extra opbrengsten uit energiebelastingen er plaatsvinden door extra energievraag. Voor ZE-bestelauto's bedraagt de

cumulatieve accijnsderving 6 tot 44 miljoen euro in 2030 bij 'tegenwind+small' en 'mee-wind+large'.

Het small en large pakket hebben een verwachte subsidie van circa 17 mln euro en circa 30 mln euro. Omdat het onduidelijk hoe deze subsidies precies vormgegeven worden zijn deze in de berekening voor de overheidskosten buiten beschouwing gelaten.

**Tabel 11.27 Nationale kosten (mln euro/jaar) alleen voor bestelauto's**

	S	L
Jaarlijkse investeringskosten	1 - 2	3 - 3
Brandstof/energiekosten	-4 - -1	-7 - -2
Onderhoudskosten	-1 - -1	-2 - -1
Totaal	-4 - 0	-7 - 0

### **Mobiele werktuigen**

De emissie van mobiele werktuigen valt in de door het kabinet gehanteerde indeling van de onderhandelingstafels bij de tafel mobiliteit. Mobiele werktuigen worden ingezet in verschillende sectoren; de NEV laat zien dat de aandelen van de sectoren landbouw en bouw in de CO<sub>2</sub>-emissie van alle mobiele werktuigen in 2015 beide 39% zijn, het aandeel van HDO 13% gevolgd door de industrie met 7% en consumenten met 2% (tabel 11.28). In termen van CO<sub>2</sub>-equivalenten voegen de overige broeikasgassen in elk steekjaar slechts 0,04 Mton toe.

**Tabel 11.28 CO<sub>2</sub>-emissie mobiele werktuigen volgens het referentiescenario (Mton)**

Sector	2015	2020	2025	2030
Consumenten	0,1	0,1	0,1	0,1
HDO	0,4	0,4	0,4	0,4
Industrie	0,2	0,2	0,2	0,2
Landbouw	1,2	1,0	1,0	1,0
Bouw	1,2	1,1	1,1	1,0
Totaal	3,1	2,7	2,7	2,7

### **Maatregelen**

Het cluster Logistiek van de Mobiliteitstafel heeft maatregelen en instrumenten voorgesteld om de emissie van mobiele werktuigen te reguleren. Rijk en provincies zullen de ruimte in de Omgevingswet gebruiken om gemeenten dwingende stuurmogelijkheden te geven voor lage of zero-emissie werktuigen bij bouwprojecten en in stadscentra. Het Rijk (RWS) zal bij aanbesteding en inkoop sturen op bouwmachines met een lage emissie. In het maatregelenpakket Large wordt daarnaast extra inspanning op EU-niveau genoemd om normen en wetten te wijzigen met als doel dat andere — lees duurzame — werktuigen aangeboden zullen worden. Dit valt echter buiten de invloedssfeer van het nationale beleid maar past wel in een meewindscenario. De maatregelen en instrumenten leiden derhalve niet tot een onderscheid naar een Small en Large pakket, maar wel tot onderscheid naar meewind (voortvarend Europees klimaatbeleid) en tegenwind. Voor financiële stimulering van duurzame mobiele werktuigen is een rijksbudget van 2 miljoen euro voorzien voor de periode 2019-2025. Het is de vraag of dit voldoende is om de maatregelen en instrumenten te bekostigen.

### **Schattingsmethodiek CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel**

Er worden 4 reductiemaatregelen onderscheiden. De autonome ontwikkeling waarbij nieuwe generaties machines zuiniger worden onder invloed van Europees bronbeleid. Ten gevolge van de stapsgewijze overgang van emissienorm Stage IV naar Stage VI zou het energieverbruik ongeveer 19% zuiniger kunnen worden (10% voor elke stap). De tweede maatregel is



het hybridiseren van dieselwerktuigen naar diesel-elektrische werktuigen. Hybride oplossingen zijn geschikt en zinvol voor enkele typen mobiele machines, bijvoorbeeld graafmachines, laadschoppen, dumpers en bulldozers. In dit geval kan 5-10% reductie van het energieverbruik na aftrek van de autonome ontwikkeling worden gerealiseerd. De derde maatregel is het verminderen van stationair draaien. Het reductiepotentieel wordt geschat op 5% van het energieverbruik na aftrek van de autonome ontwikkeling. Dit percentage kan worden behaald bij machines die niet gehybridiseerd zijn of volledig elektrisch aangedreven worden. De vierde maatregel is het volledig elektrisch maken van dieselgeneratoren (in de sectoren bouw, HDO en industrie) en van bronbemalingspompen (in de bouw). Dit levert 100% CO<sub>2</sub>-reductie op. Er wordt ingeschat dat er in 2030 geen grote mobiele werktuigen met een volledig elektrische aandrijving zijn.

TNO heeft voor het EMMA-project het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissie in 2015 van de Nederlandse vloot van mobiele werktuigen voor een groot aantal machinetypen in kaart gebracht. De dekking van de in het onderzoek opgenomen werktuigen in termen van de totale CO<sub>2</sub>-emissie per sector in 2015 was 85% in de bouw en de landbouw. Van de sectoren HDO en industrie zijn alleen de generatoren beschouwd. Hun dekking is respectievelijk een zesde en een kwart van de sectorale CO<sub>2</sub>-emissie. Er zijn geen werktuigen van de sector consumenten beschouwd, maar deze sector heeft slechts een aandeel in de totale CO<sub>2</sub>-emissie van 2% (tabel 11.28). De gezamenlijke CO<sub>2</sub>-emissie van de beschouwde werktuigen is 2,2 Mton, wat 70% is van de totale CO<sub>2</sub>-emissie van alle mobiele werktuigen (3,1 Mton) in 2015. TNO heeft per sector per machinetype het CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel ingeschat voor de 4 hiervoor genoemde reductiemaatregelen. Voor de in het EMMA-project niet beschouwde werktuigen — goed voor 0,9 Mton — is aangenomen dat alleen de autonome ontwikkeling aan de CO<sub>2</sub>-reductie bijdraagt.

#### *Potentiële CO<sub>2</sub>-reductie*

Het maatregelenpakket is gericht op de inzet van lage of zero-emissie werktuigen bij bouwprojecten en in stadscentra met als instrumentatie de Omgevingswet en inkoop- en aanbestedingsbeleid voor bouwmachines met lage emissie door het Rijk. We nemen aan dat de maatregelen geen invloed hebben op de landbouw die immers niet in de genoemde zones plaatsvindt en voor 85% gedomineerd wordt door landbouwtrekkers. Gezien de inzet van landbouwtrekkers blijft alleen de reductiemaatregel 'autonome ontwikkeling' over. Ook zal de invloed van de maatregelen op werktuigen in de industrie beperkt zijn omdat de industrie vaak buiten de genoemde zones ligt. In het tegenwindscenario nemen we de elektrificatie van de generatoren in de bouw en HDO en van de bronbemalingspompen mee. In het meewindscenario nemen we aan dat de EU de elektrificatie van alle generatoren verplicht stelt, waaronder ook de generatoren in de industrie. De inschatting door TNO van het CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel van de Nederlandse vloot van mobiele werktuigen in 2030 leidt ten opzichte van de CO<sub>2</sub>-reductieraming van de NEV tot een extra CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 van 0,3 Mton in het tegenwindscenario en van 0,4 Mton in het meewindscenario (tabel 11.29). Zoals eerder toegelicht zijn de maatregelpakketten Small en Large identiek.

**Tabel 11.29 Reductie CO<sub>2</sub>-emissie mobiele werktuigen in 2030 (Mton)**

	<b>Mee-wind</b>	<b>Tegen-wind</b>
Mobiele werktuigen	0,4	0,3

#### ***Binnenvaart***

Voordat we de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie van de binnenvaart inschatten is het van belang de definitie van binnenvaart conform de internationale richtlijn voor nationale broeikasgasinventarisatie toe te lichten. Alleen de emissie van de binnenlandse binnenvaart wordt conform deze richtlijn aan Nederland toegerekend. Dit betreft alle verplaatsingen met herkomst en

bestemming binnen Nederland. De broeikasgassen van de internationale binnenvaart (met hetzij herkomst hetzij bestemming buiten Nederland) behoren niet tot de nationale totalen. De componenten van de binnenvaart zijn vrachtvervoer, passagiersvervoer en werk op zee. De recreatievaart en de visserij vallen niet onder de binnenvaart maar worden als zelfstandige categorieën behandeld.

#### *Maatregelen*

De maatregelen van de sector binnenvaart om de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren zijn gericht op technologische vernieuwing van schepen en bijmenging van biobrandstof aan diesel. Een maatregel betreft een modulaire aanpak van de aandrijflijn waarbij een elektromotor op de schroefas wordt gezet en een dieselgenerator voor de energieopwekking zorgt (diesel-elektrische schepen). Deze techniek bevindt zich in de uitrolfase. Twee andere maatregelen zitten nog in de fase van 'pilots en demonstratie' en 'onderzoek, ontwikkeling en innovatie'. Het betreft accu-elektrische schepen en waterstof-brandstofcel elektrische schepen. Ongeveer 90% van de sectorale streefwaarde van CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 komt van bijmenging van biobrandstof. Wanneer het bijmengen niet via een Europese verplichting wordt afgedwongen bestaat het risico dat een deel van het effect weglekt door grenstanken. Een dergelijke verplichting hoeft overigens niet door de gehele EU te worden aangenomen, maar zou bijvoorbeeld ook via de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCNR) kunnen worden ingesteld. De lidstaten van deze commissie zijn Nederland, Duitsland, Zwitserland, België en Frankrijk.

De maatregelen vallen grotendeels onder de Green Deal voor de binnenvaart, zeevaart en havens die naar verwachting eind 2018 wordt getekend. De Green Deal en de bijbehorende subsidieregelingen hebben betrekking op 2019-2025. In het ambitieuze maatregelenpakket Large is 100 miljoen euro aan Rijksbudget voorzien. Dit wordt besteed aan subsidies voor het uitrollen van hybride aandrijflijnen (diesel-elektrisch) in de vloot en voor het stimuleren van het testen van nieuwe technologie (accu-elektrisch en waterstof-brandstofcel). In het pakket Small is het rijksbudget 50 miljoen euro. Men streeft naar het verplicht stellen van een bijmengingspercentage biobrandstof van 30% in 2030. De sector binnenvaart is bereid de meerkosten van biobrandstof te betalen om de competitie met het vrachtvervoer over de weg aan te gaan, onder voorwaarde dat het bijmengen internationaal wordt geregeld, om oneerlijke concurrentie en grenstanken te voorkomen. Het budget dat private partijen inbrengen moet nog worden vastgesteld en ook de financiering van andere kosten — veelal investeringskosten — wordt in het kader van de Green Deal nader uitgewerkt.

#### *Potentiële CO<sub>2</sub>-reductie*

Na raadpleging van technische experts bij TNO en ECN lijken de volgende streefwaarden in 2030 plausibel onder voorbehoud van nadere financiële onderbouwing:

- 30% van de vloot onder Nederlandse vlag is voorzien van een hybride aandrijflijn. Elk van deze schepen verbruikt 5% minder energie dan de dieselvariant.
- 50 accu-elektrische schepen
- 6 waterstof-brandstofcel schepen
- De resterende schepen varen met een bijmengingspercentage van 30% aan biobrandstof.

Deze situatie doet zich voor in het maatregelenpakket Large bij het scenario meewind. Bij meewind nemen we aan dat de Europese verplichting van bijmenging tijdig tot stand komt om de 30% in 2030 te halen. Bij scenario tegenwind nemen we aan dat er geen bijmenging van biobrandstoffen plaats vindt, omdat het niet lukt de bijmenging Europees te realiseren. In het maatregelenpakket Small is het budget gehalveerd en nemen we aan dat de helft van het aantal schepen van Large kan worden uitgerust met de nieuwe technologieën. De reductie van CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 die hieruit volgt bedraagt 0,4 Mton bij meewind en 0,0 Mton bij tegenwind voor zowel pakket Large als Small (tabel 11.30). Dit komt doordat bijmenging van

biobrandstof de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 domineert. Het introduceren van nieuwe technologieën is van belang met het oog op 2050, het jaar waarin de binnenvaartsector streeft naar klimaatneutraal en emissieloos varen.

**Tabel 11.30 Reductie CO<sub>2</sub>-emissie binnenvaart in 2030 (Mton)**

	Meewind	Tegenwind
Binnenvaart	0,4	0,0

### 11.3.6 Overige maatregelen

In deze categorie resterende maatregelen en instrumenten vallen enerzijds de maatregelen gericht op het gebruik van zuinige banden en de juiste bandenspanning en anderzijds de maatregelen rond inkoop en aanbesteding.

#### ***Zuinige banden en juiste bandenspanning***

Het aantrekkelijke van het bevorderen van het gebruik van zuinige banden en juiste bandenspanning is dat het geld oplevert. Zuinige banden hoeven niet duurder te zijn in aanschaf en zijn door het lagere brandstofgebruik goedkoper in gebruik.

TNO heeft geraamd dat als in 2016 1,3 Mton aan CO<sub>2</sub>-emissies bespaard zou zijn als alle auto's zuinige (label A) banden zouden hebben en 0,4 Mton als alle banden op de juiste spanning zouden zijn. Het technisch potentieel van het gebruik van zuinige banden zal gaan afnemen, doordat auto's zuiniger worden en doordat de nieuwe WLTP testprocedure de introductie van zuinigere banden onder nieuw verkochte auto's stimuleert. De verwachting is bovendien dat autofabrikanten in hun instructies ook zullen aangeven dat dealers bij het vervangen van de banden zuinigere banden dienen te monteren, om niet af te wijken van de technische specificaties bij oplevering. Daarmee is in feite door de nieuwe WLTP-procedure door de EU bewerkstelligd dat de auto's vanaf 2019 met zuinige banden worden geleverd. Het technisch potentieel van zuinige banden neemt daardoor af tot 0,25 Mton in 2030. De CO<sub>2</sub>-besparing door de zuinige banden vermindert de noodzaak voor autofabrikanten om op andere punten maatregelen te nemen om aan de vereiste norm voor CO<sub>2</sub>-emissie te voldoen. De besparing door de zuinige banden wordt daardoor naar verwachting teniet gedaan door vermindering van de besparingen op andere punten. Daardoor leidt de introductie van WLTP ondanks de toepassing van zuinige banden niet tot lagere emissies.

Het zuiniger worden van auto's maakt dat het technisch potentieel in 2030 voor bandenspanning afneemt tot 0,35 Mton. Het totale technisch potentieel bedraagt daarmee in 2030 nog 0,6 Mton. De ervaring leert dat met gedragscampagnes maar een deel van de technische potentieel wordt behaald. De verwachting is dat met het voorgestelde maatregelenpakket in 2030 0,1 tot 0,2 Mton bespaard kan worden.

Een beperkt effect in 2030 betekent niet dat het niet zinvol is om het gebruik van zuinige banden en de juiste bandenspanning te bevorderen. Voorlopig rijden er nog veel auto's rond met niet onzuinige banden, waardoor er de komende jaren wel degelijk bespaard kan worden.

#### ***Inkoop en aanbesteden***

De aanleg en het beheer en onderhoud van onze wegen, vaarwegen en spoorwegen hebben een milieu-impact door het gebruik van (primaire) grondstoffen en energiegebruik met bijkomende CO<sub>2</sub>-emissies. Bij de inkoop en het aanbesteden van decentrale overheden zit een groot deel van de investeringen in de infrastructuur of GWW-sector (Grond-, Weg- en Waterbouw). Er worden 12 maatregelen voorgesteld variërend van materiaalgebruik, fietsen en wandelen meenemen in de aanbestedingseisen, minder en schonere transportbewegingen bij

aanleg, besparing bij mobiele werktuigen, energieopwekking op infrastructuur (zonnewegen) tot slimme, geen en zuinige openbare verlichting.

Duurzaam aanbesteden kan bijdragen aan CO<sub>2</sub>-reductie. Afhankelijk van de maatregelen gaat het daarbij om emissies van de sector verkeer en vervoer, elektriciteitsopwekking, of industrie. Waar het de emissies van de sector verkeer en vervoer betreft is er een grote overlap met de maatregelen in de andere categorieën, en kan er daarom geen additioneel effect worden toegekend.

### 11.3.7 Aandachtspunten rond potentieel, ingroeisnelheid en innovatie

De maatregelen en instrumenten zijn per cluster beschouwd, zonder rekening te houden met maatregelen en instrumenten in andere clusters. Eventuele interacties tussen maatregelen komen daardoor niet in beeld. Zo zal een deel van de automobilisten door investeringen in het spoor overstappen van de auto naar de trein. Dat heeft minder CO<sub>2</sub>-emissies tot gevolg. Als een deel van die auto's echter elektrisch is, zal die overstap minder effect hebben. Zo zijn er vele interacties tussen hier gepresenteerde maatregelen en instrumenten denkbaar. Meestal zal dat betekenen, dat het uiteindelijk CO<sub>2</sub>-reducerend effect van twee interacterende maatregelen minder is dan de som van beide apart beschouwd. Door de effecten te vermenigvuldigen (als twee maatregelen 20% reductie geven is de resterende emissie  $0,8 \times 0,8 = 64\%$  van het oorspronkelijke cijfer) krijgt men wel een indicatie. In een aantal gevallen is het omgekeerde het geval: de som van het geheel is dan meer dan de som der delen. Zo zullen investeringen in fiets-infrastructuur leiden tot meer fietsgebruik, ook door mensen die anders de auto hadden genomen. Een verandering van de onbelaste woon-werkvergoeding ten gunste van het gebruik van de fiets zal eveneens leiden tot meer fietsgebruik. Maar beide maatregelen samen leiden tot een extra stimulans voor de fiets: twee maal 20% meer fietsgebruik betekent bij vermenigvuldiging van  $1,2 \times 1,2$  in totaal 44% meer fietsgebruik. Dit soort interacties is hier dus niet meegenomen.

# 12 Landbouw en landgebruik

## 12.1 Bevindingen

- De voorstellen vanuit de sectortafel Landbouw en Landgebruik zijn in beginsel toereikend om te voldoen aan de taakstelling om in totaal 3,5 Mton CO<sub>2</sub> te reduceren en/of vast te leggen in 2030. De voorstellen stroken met de beoogde verdeling van de taakstelling over de thema's Methaan & Veehouderij (1 Mton CO<sub>2</sub>), Slimmer landgebruik (1,5 Mton CO<sub>2</sub>) en Kas als Energiebron (1 Mton CO<sub>2</sub>)<sup>21</sup>. Het streefbeeld weerspiegelt optimalisatie van het bestaande systeem met behulp van nieuwe technologieën en aanpassingen van processen en beheer, maar ook structuurverandering, verandering van landgebruik en aanpassing van het voedselpatroon.
- Of de taakstelling van 3,5 Mton CO<sub>2</sub> in 2030 daadwerkelijk wordt gerealiseerd, hangt af van de uitwerking van de voornemens in de praktijk. Zo bestaan nog veel vragen over de wijze waarop de maatregelen worden geïnstrumenteerd, of de benodigde samenwerking tussen partijen van de grond komt, of verantwoordelijkheden duidelijk worden belegd, hoe de kosten worden verdeeld en of er voldoende financiering is voor de benodigde investeringen.
- De door de landbouw voorgestelde maatregelen dringen de emissie van methaan en lachgas terug en bevorderen de vastlegging van bodemkoolstof. Als de voorstellen tot uitvoering komen, reduceert de landbouw 1,2 Mton CO<sub>2</sub>-emissie via methaan; 0,4 Mton via lachgas en 0,5 Mton via bodemkoolstof. Samen telt dit op tot 2,1 Mton CO<sub>2</sub>. Hiervan rekenen we een aandeel van 1,6 Mton toe aan het thema landbouw en 0,5 Mton aan slimmer landgebruik. De vermeden 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-emissie door de productie van biogas valt in deze analyse niet onder het thema landbouw.
- De CO<sub>2</sub>-emissiereductie die door uitvoering van de voorstellen voor slimmer landgebruik bereikt kan worden, bedraagt in totaal 2,0 Mton. Naast de eerdergenoemde vastlegging in bodems van 0,5 Mton CO<sub>2</sub> door inspanningen in de landbouw, dragen maatregelen gericht op minder bodemdaling in veenweidegebieden met 0,9 Mton CO<sub>2</sub> bij. Ten slotte kan uitvoering van de landgebruikmaatregelen leiden tot vastlegging van 0,6 Mton CO<sub>2</sub> in bossen en natuur.
- Als de voorstellen van de glastuinbouw gerealiseerd worden, kunnen deze leiden tot een totale emissiereductie van 2,7 - 3,0 Mton CO<sub>2</sub>; dit is een grotere emissiereductie dan voor dit thema het vertrekpunt was.
- Het verzoek van minister Wiebes aan de tafel om aan te geven of door slimmer landgebruik nog eens 1,7 Mton extra CO<sub>2</sub>-vastlegging kan worden gerealiseerd, is deels beantwoord door de voorstellen van de sectortafel. Verdere opschaling van de landgebruikmaatregelen lijkt daarvoor het meest voor de hand te liggen. Deze stap leidt echter tot relatief hogere kosten en daarmee afnemende kostenefficiëntie en mogelijke knelpunten omtrent draagvlak voor de maatregelen.
- De benodigde investeringen die met alle tafelfoorstellen gemeoid zijn, bedragen in totaal 4,7 miljard euro. Circa 1,5 miljard euro betreft investeringen buiten de landbouwsector voor afvang en levering van CO<sub>2</sub>. In de glastuinbouw bedragen de investeringen 1,3 miljard euro. Daarvan is circa 850 miljoen euro voor geothermie en 420 miljoen euro voor de emissiereducerende maatregelen in dat deel van de kassen die vernieuwd worden. De totale investeringskosten voor vernieuwing van kassen bedraagt 5,6 miljard; deze zijn

---

<sup>21</sup> In de uitwerking gebruiken wij voor Methaan & Veehouderij de term landbouw, omdat naast methaan de maatregelen ook effect hebben op lachgas en koolstof vastlegging. Voor Kas als Energiebron gebruiken wij de term glastuinbouw.

dus vele malen groter dan het bedrag van 420 miljoen euro dat als klimaatkosten is bestempeld. Voor de landbouw is 350 miljoen euro aan investeringen nodig. Daarin zijn de kosten voor de zogenoemde warme sanering van de varkenshouderij niet meegenomen omdat deze al voorzien waren in een ander beleidstraject. Voor slimmer landgebruik is een investeringsbedrag van 1,5 miljard euro nodig, waarvan ongeveer 0,6 miljard euro voor de aankoop van grond voor bosaanplant nabij nieuwbouw. Voor het aanplanten van nieuw bos geldt overigens dat de kosteneffectiviteit ervan op lange termijn groter is dan op korte termijn. De vraag wie al de genoemde investeringen gaat financieren is nog niet beantwoord.

- De jaarlijkse nationale kosten van de investeringen en overige kosten, zoals onderhoud en beheer komen in totaal uit voor landbouw, glastuinbouw en landgebruik op 200 miljoen euro per jaar.
- De voorstellen van de tafel zijn gericht op de beleidsopgave voor 2030. Om de afspraken die zijn gemaakt in Parijs te kunnen nakomen, is het denkbaar dat voor de periode na 2030, richting 2050 scherpere doelen worden geformuleerd. Het realiseren van die doelen kan impliceren dat niet volstaan kan worden met alleen technische maatregelen en aanpassingen in processen en beheer maar dat een systeemverandering nodig is: een wezenlijke verandering van de samenstelling en van de productie en consumptie van ons voedsel. De tafel zou er goed aan doen om de grote opgave voor de toekomst telkens te verbinden met de route die nu wordt uitgestippeld.
- De partijen aan de landbouwtafel geven aan dat een omschakeling naar klimaatvriendelijke voedselconsumptie een aanzienlijk potentieel meebrengt voor het beteugelen van de CO<sub>2</sub>-emissie. De analyse van de voorstellen die zich hier op richten levert het volgende beeld op. De totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van het voorstel om de voedselverspilling in Nederland te halveren en de eiwitconsumptie te beperken én om te buigen naar een groter aandeel plantaardige eiwit kan oplopen tot 7,8 Mton CO<sub>2</sub> in 2030. De vermindering van voedselverspilling zou daarbij goed zijn voor een reductie van maximaal 1,8 Mton CO<sub>2</sub> en de transitie naar meer plantaardige eiwit in het dieet zou maximaal 6 Mton CO<sub>2</sub> kunnen opleveren. De geraamde CO<sub>2</sub>-reductie zal maar voor een beperkt deel in Nederland plaatsvinden aangezien het grootste deel van het voedsel wordt geïmporteerd. Omdat het veranderen van consumentengedrag omtrent voedsel geen eenvoudige opgave is, is het allerminst zeker of deze reductie daadwerkelijk gerealiseerd kan worden in 2030.
- Een aantal voorgestelde maatregelen heeft betrekking op functieverandering van het grondgebruik. Zo is voorgesteld dat akkerbouwgrond wordt ingezet voor grasland of grasproductie, is er behoefte aan grond voor de voorgestelde aanplant van nieuw bos en is voorgesteld om meer bomen in het agrarisch gebied te planten, de zogenoemde agroforestry. Deze grondclaims zijn nog niet op elkaar afgestemd en het is evenmin duidelijk in welke regio's dit gerealiseerd zou moeten worden. De voorgestelde veranderingen van grondgebruik kunnen leiden tot weerstand waardoor de slagingskans van de voorstellen afneemt.
- De voorgestelde maatregelen in de melkveehouderij en akkerbouw, zoals het aanhouden van meer grasland, het minder scheuren van gras en een hogere bodembedekking, sluiten aan bij het advies van de Commissie Grondgebondenheid (2018) en de LNV-bodembrief (2018). Beide documenten onderstrepen het belang van de vastlegging van bodemkoolstof en het verminderen van bodembewerking en stroken op de meeste punten met de klimaatdoelen. Dit vergroot de kans op draagvlak bij de sector voor de voorgestelde maatregelen. Wel ligt er nog een forse onderzoeksopgave voor experts en voor de sector.
- De voorgestelde aanpassing van de provinciale plannen voor het 'klimaatlim' inrichten en beheer van het Natuurwerk Nederland zoals vastgelegd in het natuurpact, vergen een omslag van de oorspronkelijk beoogde boskap naar bosaanplant. Dit beleid, zoals ook

uitgevoerd in Natura2000- en PAS-gebieden staat soms op gespannen voet met de klimaatvoorstellen: de klimaatvoorstellen zijn gericht op koolstofvastlegging door bossen en het voorkomen van ontbossing, terwijl bestaand Natura2000 beleid en PAS-beleid naar verwachting tot meer ontbossing en verschraling leidt. Als de ontbossing in de toekomst groter wordt dan de ontbossing die is meegenomen in het referentiescenario zal een deel van de emissiereductie van de landgebruiksmaatregelen wegvallen. Om het positieve effect van de maatregelen voldoende te kunnen verzilveren is het dus belangrijk dat ontbossing zo beperkt mogelijk blijft.

- De analyse van de voorgestelde maatregelen, die verband houden met het uitfaseren van gasgestookte warmtekrachtkoppeling in de glastuinbouwsector laat zien dat er afspraken met industrie en elektriciteitssector gemaakt moeten worden over levering van onbenutte restwarmte en elektriciteit om de beoogde CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren. Ook zullen hiervoor de benodigde netwerken moeten worden aangelegd. De vraag is of de elektriciteitssector in staat is om tijdig de benodigde grote hoeveelheid elektriciteit aan de glastuinbouw te leveren. Het uitfaseren heeft ook gevolgen voor de eigen productie van CO<sub>2</sub> ten behoeve van de gewassen, maar dit heeft geen effect op de reductie. Om aan die CO<sub>2</sub> vraag te voldoen moeten daarover afspraken met de industrie worden gemaakt.
- De analyse van de voorgestelde maatregelen leert verder dat er nog de nodige kennislacunes bestaan over de effectiviteit van maatregelen, zoals voor onderwaterdrainage, koolstof vastlegging in de bodem, emissiereductie uit stalmest, het rendement van vergisting en de inschattingen van kosten daarvan. De huidige monitoringsystemen voor bodemkoolstof, veengronden, maar ook voor emissies afkomstig van vee en mest zijn ontoereikend om het effect van maatregelen te kunnen monitoren. In het algemeen geldt dat het voor veel van de voorgenomen maatregelen om het toepassen van relatief nieuwe technologieën een aanpassingen in processen en beheer gaat. Dat onderstreept het belang van pilots om praktijkervaring met nieuwe technologie op te doen. Deze zullen ook systematisch gemonitord en geëvalueerd moeten worden met het oog op mogelijke verbeterpunten en leren van praktijkervaringen.

## 12.2 Inleiding

De bijdrage van de sectortafel Landbouw en Landgebruik aan het Voorstel voor hoofdlijnen voor het Klimaatakkoord bevat een schakering aan voorgestelde maatregelen om aan de taakstelling van 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissiereductie in 2030 te gaan voldoen. De voorstellen zijn gegroepeerd in vijf pijlers:

1. landbouw;
2. landgebruik;
3. energie (glastuinbouw);
4. voedselconsumptie;
5. innovatie.

De voorstellen bestaan veelal uit technische opties en beheermaatregelen. Hoe deze voorstellen in de praktijk geïmplementeerd zullen worden, moet nog nader worden uitgewerkt en geconcretiseerd. De sectortafel adresseert evenwel een aantal relevante aspecten die voor de implementatie van belang zijn om boeren, tuinders en beheerders handvatten te geven om de beoogde maatregelen daadwerkelijk uit te voeren. Dikwijls is deze implementatievraag expliciet als onderzoeksvraag gedefinieerd in de bijdrage van de sectortafel. Dit geldt bijvoorbeeld voor de vraag hoe de voorstellen gefinancierd kunnen worden en welke verdienmodellen daarvoor ontwikkeld kunnen worden.

In dit hoofdstuk analyseren we welk broeikasgasemissie-effect de voorstellen in beginsel hebben en welke investeringen en kosten daar mee samenhangen. In beginsel, omdat het



verwachte effect alleen gerealiseerd zal worden als de voorgestelde technologische aanpassingen en beheermaatregelen in de praktijk daadwerkelijk worden toegepast. Waar nodig gebruiken we voor de analyse informatie uit de onderliggende notities die diverse werkgroepen hebben opgesteld ten behoeve van de bijdrage van de sectortafel Landbouw en Landgebruik. We analyseren de voorstellen op hun resultaat in 2030, maar zullen, waar dat van betekenis is ook het effect van de maatregelen op langere termijn benoemen (2050). Naast de onzekerheid in het broeikasgasemissie-effect die samenhangt met de implementatie, is er ook sprake van onzekerheid door kennislacunes. Sommige voorgestelde technologische opties en beheermaatregelen zijn namelijk relatief nieuw waardoor er nog geen robuuste kennis is over de effectiviteit van die technologie of maatregel. Dit speelt bij alle pijlers in meer of mindere mate. Met name voor de maatregelen rond landgebruik geldt dat er nog weinig praktijkervaring is met de voorgestelde beheermaatregelen waardoor het inschatten van effecten van maatregelen met grote onzekerheid is omgeven. Ook bij landbouw zijn er maatregelen die nog praktijkonderzoek vragen, zoals methaanoxidatie bij mestopslag, maar ook de risico's van toepassing van nitrificatieremmers. Daarentegen zijn de maatregelen die door de glastuinbouwsector worden voorgesteld meer in lijn met eerder beleid, en er is al praktijkervaring opgedaan via programma's gericht op energiezuinige glastuinbouw.

Naast effecten op broeikasgasemissie duiden we ook welke effecten de voorstellen hebben voor andere leefomgevingsaspecten; die kunnen zowel gunstig (in het geval van meekoppelingen) als ongunstig (in het geval van een uitruilrelatie) zijn. Deze meekoppelingen en uitruilen zijn niet gekwantificeerd. In de analyse gaan we ook in op dwarsverbanden tussen de pijlers en de verbanden met andere tafels. Tot slot geven we ook aandachtspunten mee voor de implementatie door te reflecteren op de voorwaarden die nodig zijn om de voorgestelde maatregelen in praktijk te brengen.

In dit hoofdstuk bespreken we in de achtereenvolgende paragrafen de voorstellen per pijler. Onderdeel van dit hoofdstuk is een paragraaf waarin we in algemene zin reflecteren op de governance-opgave voor de uitvoering van de voorgestelde maatregelen.

De voorstellen van de tafel zijn gericht op de beleidsopgave voor 2030. Om de afspraken die zijn gemaakt in Parijs te kunnen nakomen, is het denkbaar dat voor de periode na 2030, richting 2050 scherpere doelen worden geformuleerd. Het realiseren van die doelen kan impliceren dat niet volstaan kan worden met alleen technische maatregelen en aanpassingen in processen en beheer, maar dat een systeemverandering nodig is: een wezenlijke verandering van de samenstelling van de productie en consumptie van ons voedsel. Het formuleren van de 2050-doelen en de route waarlangs die doelen gerealiseerd zullen worden zal de uitkomst van een maatschappelijk proces zijn.

## 12.3 Landbouw

### 12.3.1 Bevindingen

De maatregelen die in dit hoofdstuk worden geanalyseerd zijn gebaseerd op de voorstellen die door de sector landbouw zijn ingebracht in de onderhandelingen. Ten behoeve van de analyse is een onderscheid gemaakt in melkveehouderij, varkenshouderij en akkerbouw. De CO<sub>2</sub>-emissiereducties van de maatregelen vallen grotendeels onder landbouw en deels onder landgebruik. In de uitwerking is de uitsplitsing toegelicht en gekwantificeerd. De hierna beschreven maatregelen zijn aanvullend op de maatregelen die al in het referentiescenario zijn meegenomen (NEV2017VV-SDE).

Uit de analyse blijkt dat als de voorgestelde maatregelen worden uitgevoerd een CO<sub>2</sub>-emissiereductie in 2030 bereikt kan worden van circa 1,3 Mton CO<sub>2</sub> door de melkveehouderij

(waarvan 0,3 Mton CO<sub>2</sub> door landgebruik), 0,4 Mton CO<sub>2</sub> door de varkenshouderij en 0,4 Mton CO<sub>2</sub> door de akkerbouw (waarvan 0,2 Mton CO<sub>2</sub> door landgebruik). In totaal voor de sector landbouw telt dat op tot 1,6 Mton CO<sub>2</sub> en voor de sector landgebruik tot 0,5 Mton CO<sub>2</sub>. Van de 1,6 Mton die door de landbouw zou worden gereduceerd is 1,2 Mton afkomstig van maatregelen gericht op methaan en 0,4 Mton door maatregelen gericht op lachgas.

De totale investeringen die samenhangen met de maatregelen in de landbouw bedragen circa 350 miljoen euro (tabel 12.1). Dit bedrag is grotendeels bestemd voor investeringen in monomestvergistings- en methaanoxidatie. Voor de overige maatregelen zijn er vooral extra jaarlijkse operationele- en onderhoudskosten, bijvoorbeeld de kosten voor methaanarm veevoer of nitrificatieremmers. Ook zijn er kleine baten voor precisiebemesting, gebruik van grasklaver en de productie van biogas. Deze kosten zijn verdisconteerd in de kostencijfers. De nationale kosten voor de landbouw zijn circa 85 miljoen euro per jaar. De kosten voor maatregelen door de akkerbouw en melkveehouderij die bedoeld zijn voor het verhogen van het organische stof gehalte van landbouwbodems bedragen jaarlijks circa 33 miljoen euro. Deze kosten zijn geen onderdeel van de pijler landbouw maar vallen onder de pijler landgebruik.

**Tabel 12.1 Emissiereducties in 2030 en kosten van de maatregelen in pijler landbouw**

Landbouw	Emissie reductie	In-vesteringen	Kapitaal-kosten	Opera-tionele kosten	Baten biogas
	Mton CO <sub>2</sub>	mln euro	mln euro/jr	mln euro/jr	mln euro/jr
<b>Melkveehouderij</b>					
Teelt, teeltechniek en bodemgebruik (1)	0,29	0	0	14	0
Precisiebemesting	0,01	0	0	-1	0
Veevoerders	0,21	0	0	24	0
Mestbewerking (vergisting en methaanoxidatie)	0,32	300	29	14	5
Nitrificatieremmers	0,10	0	0	6	0
Grasklaver	0,07	0	0	0	0
Overige maatregelen (selectie, veestapel)	0,30	4	0	0	0
Subtotaal	1,29	304	29	56	5
<b>Varkenshouderij</b>					
Warme sanering (meekoppeling)	0,27	0	0	0	0
Mestbewerking (vergisting)	0,13	42	4	4	2
Subtotaal	0,40	42	4	4	2
<b>Akkerbouw</b>					
Precisielandbouw en nitrificatieremmers	0,18	0	0	15	0
O.S. maatregelen (1)	0,20	0	0	20	0
Subtotaal	0,38	0	0	35	0
(1) valt onder LULUCF					
Totaal	2,06	346	33	94	8
waarvan					
Landbouw	1,58	346	33	60	8
Landgebruik	0,49	0	0	34	0
Biogas (vermeden fossiel, elders toegerekend)	0,10				

### 12.3.2 CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen landbouw

De CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen door de landbouw hebben betrekking op de emissiereductie van methaan en lachgas (uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten). In dit hoofdstuk wordt ook de CO<sub>2</sub>-emissiereductie geanalyseerd van maatregelen die door de melkveehouderij en akkerbouw worden genomen en gericht zijn op het verhogen van het organisch stof gehalte van de landbouwbodem. De energie gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissie van de landbouw maakt geen onderdeel uit van de tafel landbouw en landgebruik

#### **Melkveehouderij**

De voorstellen voor de melkveehouderij zijn ingedeeld in vijf clusters van maatregelen die betrekking hebben op de teelt- en teelttechniek & landgebruik, de veevoeder samenstelling, mestbewerking, het gebruik van nitrificatieremmers en overige maatregelen die van invloed zijn op de emissie van broeikasgassen.

#### *Teelt en teelttechnische maatregelen & landgebruik*

Teelt en teelttechnische maatregelen, inclusief verandering in landgebruik die zijn voorgesteld sluiten voor een groot deel aan bij het recent door LTO en de sector gepubliceerde bindende advies over grondgebondenheid van de melkveehouderij (Commissie Grondgebondenheid, 2018). In de praktijk van de melkveehouderij betekent dit advies over grondgebondenheid dat de veevoerproductie in de melkveehouderij gaat veranderen. Zo impliceert grondgebondenheid een relatief groter areaal grasland, minder maisproductie, een verschuiving van akkerbouwmatige teelt naar gras en precisie bemesting bij maisteelt. In het advies wordt ook verondersteld dat de akkerbouw meer gras in rotatie gaat produceren voor de melkveehouderij. Daarnaast impliceert grondgebondenheid dat er veel minder grondstof voor krachtvoer voor de melkveehouderij van buiten Europa worden geïmporteerd en dat meer veevoer in Europa verbouwd wordt. Daarnaast voorziet het advies dat meer reststromen van de voedselverwerkende industrie worden gebruikt als veevoer. In de voorstellen is dit uitgewerkt door: o.a. minder scheuren van grasland, optimalisatie van de gewasrotatie mais-grasland en het telen van vanggewassen na de hoofdteelt of als onderzaai in de mais en een verschuiving van de teelt van gras naar grasklaver. Deze maatregelen vergroten de hoeveelheid koolstof die jaarlijks in de bodem kan worden opgeslagen en leiden tot een lagere emissie van lachgas.

De CO<sub>2</sub>-emissiereductie die door uitvoering van deze maatregelen gerealiseerd kan worden in 2030 bedraagt 0,36 Mton. Daarvan valt 0,29 onder landgebruik en 0,07 onder landbouw. Hiervoor zijn geen investeringen voor nodig, maar er zijn wel jaarlijkse kosten mee gemeoid o.a. als gevolg van een lager saldo van grasland en het minder scheuren van grasland. De kosten zijn zeer onzeker en geschat op 13,5 miljoen euro per jaar. In paragraaf 12.3.3 worden de maatregelen en de analyses nader toegelicht.

#### *Rantsoenaanpassingen en gebruik van additieven*

Door de samenstelling van krachtvoerbrokken aan te passen is het mogelijk de methaanemissie te beïnvloeden. Een aanpassing waarbij de methaanemissie van krachtvoergebruik met 5-10% afneemt wordt door de sector als technisch haalbaar bestempeld. De sector geeft wel aan dat de maatregel snel duurder wordt bij reductiepercentages boven de 5%. Daarom is gerekend met krachtvoerbrokken met 5% methaan reductie. Het potentieel van deze maatregel is ook begrensd omdat de gezondheid en melkproductie van koeien beperkingen opleggen aan mogelijke veranderingen in de samenstelling van het rantsoen van het melkvee. Een andere optie is het toevoegen van additieven, maar ook dat is maar beperkt mogelijk. Te denken valt aan bijvoorbeeld de toevoeging van olie of vet, zoals lijnzaad. Goed beschouwd is dit geen additief, maar een voercomponent die een deel van het standaard krachtvoer kan vervangen tot maximaal 2% van het rantsoen. Vanuit de sector wordt verder

gedacht aan de toepassing van een natuurlijk additief uit Zwitserland, omdat dit gecertificeerd is voor gebruik in de melkveehouderij. Hierover zijn verder geen gegevens beschikbaar waardoor het effect van deze optie niet gekwantificeerd kon worden.

Het wijzigen van het rantsoen via krachtvoerbrokken en het gebruik van additieven levert een emissiereductie van 0,2 Mton CO<sub>2</sub>. De kosten van de maatregelen samen zijn 23,5 miljoen euro per jaar. In paragraaf 12.3.3 worden de twee maatregelen en de analyses nader toegelicht.

#### *Mestbewerking: methaanoxidatie en mestvergisting*

Een belangrijke stap om methaanemissie mestopslag (vooral mestkelders) tegen te gaan is het verminderen van de emissie van methaan uit mest. Dit kan door de mest snel uit de stal te verplaatsen naar ofwel een koelere afgesloten buitenopslag of naar een vergister. Bij opslag in een buitenopslag kan vervolgens het uit de mest gevormde methaan via een zogenoemd oxidatiebed biologische geoxideerd worden. Deze aanpak kan eenvoudig worden meegenomen in het ontwerp van nieuwe stallen. In zo'n nieuwe stal vindt de opslag buiten de stal plaats en is geen mestkelder aanwezig. Een alternatief voor bestaande stallen is om deze aan te passen, waardoor snelle afvoer van mest vanuit de stal mogelijk wordt (retrofit van met name de stalvloer). In de voorstellen van de werkgroep is het streefbeeld om 20% van de rundveemest in 2030 op deze manier te bewerken. Een tweede voorgestelde maatregel is om 5% van de rundveemest op het melkveebedrijf te vergisten en het daaruit geproduceerde methaan op het bedrijf in te zetten voor elektriciteit en warmte met behulp van een WKK-installatie.

Door van 20% van de mest via een oxidatiebed het methaan te oxideren kan een emissiereductie van 0,24 Mton CO<sub>2</sub> gerealiseerd worden. De investeringskosten bedragen circa 120 miljoen euro en de jaarlijkse kosten van afschrijving plus operationele en onderhoudskosten komen uit op circa 15 miljoen euro. Meer dan 90% van deze kosten zijn toe te schrijven aan de benodigde retrofit bij toepassing bij bestaande stallen. Door daarnaast 5% van de rundveemest te vergisten zou door de landbouw een CO<sub>2</sub>-emissie reductie gerealiseerd kunnen worden van 0,08 Mton CO<sub>2</sub>. Als deze maatregel wordt uitgevoerd kan ook nog 0,06 Mton CO<sub>2</sub> aan biogas geproduceerd worden. De investeringskosten bedragen circa 180 miljoen euro en de jaarlijkse kosten van afschrijving plus operationele en onderhoudskosten komen uit op circa 22 miljoen euro. Samen zijn deze maatregelen goed voor 0,32 Mton CO<sub>2</sub>. Een meekoppeling is dat als mest snel wordt afgevoerd uit de mestkelder dit positief is voor het stalklimaat (dierenwelzijn, gezondheid boer) en voor lagere emissie van ammoniak. In paragraaf 12.3.3 zijn de maatregelen en analyses nader toegelicht.

#### *Nitrificatieremmers*

Door het gebruik van nitrificatieremmers bij toediening van mest op grasland en bouwland kan de emissie van lachgas uit de bodem lager worden. Deze maatregel kan ingezet worden bij toediening van zowel dierlijke mest als kunstmest. In de voorstellen van de werkgroep is het streefbeeld dat nitrificatieremmers op 30% van het grasland wordt toegepast. De emissiereductie van deze maatregel op grasland kan oplopen tot 0,10 Mton CO<sub>2</sub>. De jaarlijkse kosten bedragen circa 6,3 miljoen euro. In paragraaf 12.3.3 is deze maatregel en de analyse nader toegelicht. Omdat residuen van de nitrificatieremmers in te melk en melkketen terecht kunnen komen is het draagvlak voor toepassing nog onzeker.

#### *Levensduurverlenging en fokprogramma's*

De maatregel levensduurverlenging van koeien impliceert dat er minder jongvee op melkveebedrijven wordt aangehouden. De maatregel is gebaseerd op het gezond houden van de melkveestapel waardoor de levensduur van koeien wordt verlengd en waardoor er minder jongvee nodig is voor de vervanging van de melkkoeien en dus het aantal stuks vee omlaag

gaat. In het referentiescenario dat voor deze analyse toegepast is, is al uitgegaan van een autonome verlaging van het aandeel jongvee in de melkveestapel. Het voorstel van de werkgroep is om in deze ontwikkeling nog een stap verder te zetten. Een meekoppeling hiervan is, naast dierenwelzijn, een lagere emissie van ammoniak. Fokprogramma's zijn gericht op de selectie van melkkoeien waarvan de emissie van methaan door pens- en darmfermentatie relatief gering is. Fokprogramma's en selectie zullen via het onderzoekspoor worden ingevuld. Als deze maatregelen succesvol worden uitgevoerd kan de CO<sub>2</sub>-emissie met 0,3 Mton CO<sub>2</sub> afnemen. De kosten voor het fokprogramma liggen in de orde van grootte van 3-5 miljoen euro. De kosten voor levensduurverlenging/minder jongvee zijn niet verder geanalyseerd. In het referentiescenario is verondersteld dat de maatregel niet tot extra kosten leidt: er is aangenomen dat de extra uitgaven voor diergezondheid gecompenseerd worden via de kostenbesparing doordat minder jongvee wordt aangehouden. In paragraaf 12.3.3 zijn de maatregelen en analyses nader toegelicht.

#### *Samenvatting melkveehouderij*

Uitvoering van de voorgestelde maatregelen door de melkveehouderij leidt tot een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 1,3 Mton. Daarvan is circa 0,3 Mton afkomstig van maatregelen die voortvloeien uit de vastlegging van bodemkoolstof. Hoewel deze CO<sub>2</sub> vastlegging het gevolg is van de voorgestelde maatregelen door de melkveehouderijsector, behoren ze volgens de internationale monitoringssystematiek gerekend te worden onder landgebruik. Naast de 1,3 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie door de melkveehouderij is er nog 0,06 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie als gevolg van vermeden fossiele energie door de productie van biogas. Het totaal aan benodigde eenmalige investeringen is circa 305 miljoen euro en de jaarlijkse kosten van investeringen, operationele kosten en onderhoud samen zijn 80 miljoen euro per jaar (inclusief de baat van 5,4 miljoen euro van geproduceerde biogas), daarvan is circa 14 miljoen euro per jaar voor aan landgebruik gerelateerde kosten.

#### **Varkenshouderij**

In de varkenshouderij zijn reeds twee maatregelen in voorbereiding die bijdrage aan de CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Deze worden in voorliggende analyse toegekend aan de bijdrage van de sectortafel landbouw aan het klimaatakkoord. Deze voorstellen komen voort uit de plannen van het kabinet voor een warme sanering van de varkenshouderij (ref. regeerakkoord 2017) en uit het actieplan vitalisering varkenshouderij uit 2016 van de regiegroep vitale varkenshouderij.

#### *Warme sanering*

Op grond van de meest recente informatie wordt de warme sanering ingevuld via inzet van 120 miljoen euro voor het beëindigen van varkensbedrijven op locaties met geuroverlast (Ministerie van LNV, 2018a). In de praktijk zal het gaan om het opkopen van varkensrechten, het beëindigen van bedrijven en het uiteindelijk slopen van de stallen. Afhankelijk van de nadere uitwerking en feitelijke invoering van de maatregelen leiden deze tot een krimp van de varkensstapel van 5 tot 12%. Uitgaande van de middenwaarde in deze range bedraagt de bijbehorende emissiereductie 0,27 Mton CO<sub>2</sub> in 2030, mits de vrijgekomen fosfaatruimte niet tot groei van de melkveestapel zal leiden.

#### *Vitalisering varkenshouderij*

Het vergisten van 15% van de varkensmest maakt deel uit van het eerder genoemde plan Vitalisering Varkenshouderij. De sector wil dit realiseren via 6 of 7 regionale varkensmestvergisters. In de voorliggende analyse gaan we ervan uit dat de afname van het aantal dieren, zoals hierboven beschreven, het beoogde volume van de te vergisten mest niet beïnvloedt. De vergunningverlening voor een regionale vergister is thans nog een knelpunt, dat de implementatie kan vertragen. Als deze hindernissen worden opgelost, dan kan de emissiereductie door de beoogde mestvergisting 0,13 Mton CO<sub>2</sub> bedragen. Daarnaast wordt nog 0,04

Mton CO<sub>2</sub> gereduceerd als gevolg van de vervanging van fossiele energie door het geproduceerde biogas. Het biogas kan na opwaardering worden ingezet als groen gas. De investeringskosten bedragen 42 miljoen euro, de afschrijving, onderhoud en operationele kosten samen 5,4 miljoen euro per jaar. In paragraaf 12.3.3 lichten we deze maatregel en de analyse nader toe.

#### *Samenvatting*

De maatregelen die door de overheid en de sector zijn voorzien leiden bij uitvoering tot 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie door de varkenshouderij is. Daarvan is twee derde het gevolg van de warme sanering en een derde van mestvergisting. De kosten voor de sanering zijn geen onderdeel van het klimaatakkoord omdat deze maatregel niet primair met het oogmerk van CO<sub>2</sub>-reductie al in voorbereiding was en de gelden ervoor al door het kabinet waren gereserveerd. De investeringskosten en onderhoudskosten voor regionale monomestvergisting zijn wel in het overzicht opgenomen en bedragen 5,4 miljoen euro.

#### **Akkerbouw**

In een notitie van sector zijn de volgende maatregelen voorgesteld: het verhogen van het organisch stofgehalte van de bodem door geoptimaliseerde gewasrotatie, teelt van vanggewassen, precisielandbouw en het toevoegen van nitrificatieremmers aan meststoffen. Precisiebemesting is door het PBL opgevat als het minimaliseren van de input van grondstoffen zoals kunstmest zonder daling van de gewasopbrengst. De sector schat in dat met deze maatregelen een emissiewinst van maximaal 0,9 Mton CO<sub>2</sub> per jaar zou kunnen worden gerealiseerd. Dat is de optelsom van de reductie die behaald kan worden met precisielandbouw (0,2 Mton CO<sub>2</sub>), lage emissiebemesting (0,2 Mton CO<sub>2</sub>) en het verhogen van het organische stofgehalte via vanggewassen en rotatie (0,5 Mton). Wanneer echter de haalbaarheid van de maatregelen in ogenschouw wordt genomen dan verwacht de sector dat met al deze maatregelen een emissiereductie van 0,4 – 0,5 Mton CO<sub>2</sub> daadwerkelijk kan worden gerealiseerd. De notitie van de sector niet voorzien van onderliggende uitgangspunten zodat een nadere analyse van hun voorstel niet mogelijk was.

Op basis van de PBL-analyse zou de emissiereductie door precisiebemesting 0,08 Mton CO<sub>2</sub> kunnen bedragen. Dit is het gevolg van efficiënter gebruik van de mest, waardoor 20% minder kunstmest nodig is. De kosten van deze stap bedragen 3,6 miljoen euro per jaar. De potentiële emissiereductie door het gebruik van nitrificatieremmers in de akkerbouw schatten wij in op 0,10 Mton en de kosten ervan bedragen jaarlijks 11 miljoen euro. De akkerbouwsector schat zelf in dat de verhoging van het organisch stofgehalte in de bodem door toepassing van gewasrotatie en vanggewassen ongeveer 0,5 Mton CO<sub>2</sub> vastgelegd kan worden. Het expertoordeel van het PBL is dat vastlegging van 0,2 Mton een meer realistische schatting is gegeven de onzekerheden. De kosten zijn eveneens onzeker. Naast kosten voor de extra maatregelen zijn er ook baten te benoemen waaronder de lagere gevoeligheid van gronden voor droogte. Geschat is dat de kosten minimaal 20 miljoen euro zullen bedragen.

Bovenstaande ruwe analyse leert dat een CO<sub>2</sub>-reductie door het toepassen van precisielandbouw, het gebruik van nitraatremmers en het verhogen van de hoeveelheid organisch stof in de bodem tot een emissiereductie van 0,38 Mton CO<sub>2</sub> per jaar kan leiden. Daarvan valt 0,18 Mton toe aan landbouw en 0,2 Mton aan landgebruik. De kosten bedragen minimaal 35 miljoen euro per jaar. De eerder genoemde inschatting van de sector dat 0,4 tot 0,5 Mton CO<sub>2</sub> technisch haalbaar is wordt op basis van deze analyse wel onderschreven, althans we schatten in dat het in beginsel mogelijk is, maar in welke mate en hoe de maatregelen daadwerkelijk in de praktijk geïmplementeerd kunnen worden, vraagt nog nadere uitwerking.

De akkerbouwsector geeft aan dat de huidige mestwetgeving een belemmering is voor het verhogen van de hoeveelheid organisch stof in de bodem via dierlijke mest. Een andere belemmering is dat het lagere saldo van stikstofbindende akkerbouwgewassen, waardoor dit gewas mogelijk niet wordt meegenomen in de gewasrotatie.

Er is nog een forse kennishiaat rond het potentieel van de opbouw van bodemkoolstof om negatieve emissies van CO<sub>2</sub> te bereiken. Er is zowel theoretisch als praktijkonderzoek nodig om goed te kunnen inschatten wat het pakket aan bodemkoolstof maatregelen uiteindelijk gaat opleveren voor de mitigatieopgaven.

#### *Samenvatting*

Uitvoering van de maatregelen die door de sector zijn voorzien kunnen leiden tot 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie door de akkerbouw. Daarvan valt de helft onder de sector landbouw en de ander helft onder landgebruik. De kosten die ermee gemoeid zijn minimaal 35 miljoen euro per jaar. De daadwerkelijke toepasbaarheid in de praktijk lijkt nog onzeker door gebrek aan kennis.

### 12.3.3 Methodiek emissiereductie- en kostenberekening

#### **Melkveehouderij**

##### *Teelt, teelttechnische maatregelen en landgebruik*

Door meer grasland en meer permanent grasland in het bedrijfsplan op te nemen neemt de hoeveelheid bodemkoolstof toe. Conform de voorstellen voor grondgebondenheid (Commissie Grondgebondenheid, 2018) zal er een verschuiving kunnen optreden van mais naar grasland (67.000 ha) en zou in akkerbouw meer gras in het bouwplan kunnen worden opgenomen (22.500 ha). Door deze verschuiving naar meer grasland en teelt van gras wordt meer organische stof vastgelegd. De keerzijde is dat minder snijmais en meer gras in het rantsoen leidt tot meer methaanemissie, waardoor een deel van het effect van meer gras wegvalt. Gerekend is met een extra vastlegging van 3 kg organische stof per m<sup>2</sup> (TCB, 2016). Voor 2030 is ingeschat dat deze maatregel leidt tot een jaarlijkse vastlegging van circa 0,18 Mton CO<sub>2</sub>. De verschuiving van mais naar gras impliceert wel dat het aandeel gras(producten) in het rantsoen van melkkoeien hoger wordt ten koste van het aandeel mais. Hierdoor zal de methaanemissie door melkkoeien toenemen; dit is niet verrekend in het totale reductiepotentieel. De schatting is dat dit ca 0,05 Mton CO<sub>2</sub> is.

In de voorstellen van de tafel is ook voorgesteld om het gebruik van 9000 ha moerige gronden te wijzigen van akkerbouw naar grasland. Deze maatregel leidt tot een jaarlijkse vastlegging van 0,09 Mton CO<sub>2</sub>. De emissiereductie van deze maatregel is meegeteld bij veenweiden en moerige gronden (zie paragraaf 12.4.1). De kosten voor meer gras op akkerbouwpercelen is geschat op 500 euro per hectare per jaar. Het lijkt zinvol om bij de verdere uitwerking specifiek te kijken naar de optie om deze maatregel regio-specifiek uit te werken. Hierdoor kan een grotere emissiereductie gerealiseerd worden.

Andere maatregelen die een bijdrage leveren aan emissiereductie o.a. via een hoger organisch stof gehalte zijn: het minder scheuren van grasland, optimalisatie van de gewasrotatie mais-grasland, het onderzaaien van vanggewas in de mais en door meer grasklaver in het voederplan op te nemen. Samen kan dit een jaarlijkse emissiereductie opleveren van 0,18 Mton CO<sub>2</sub>. Met de eerste drie maatregelen schat de Nederlandse Zuivel Organisatie in dat een emissiereductie van 0,11 Mton CO<sub>2</sub> kan worden gerealiseerd als op 30% van het areaal deze eerste drie maatregelen wordt toegepast. Voor zover ons bekend is dit de best beschikbare effectinschatting van de eerste drie maatregelen. De kosten verschillen per maatregel en zijn onzeker. Naast kosten zijn er ook baten van bijvoorbeeld het vanggewas. Een duidelijk voordeel van hogere gehalten organische stof is de hogere vochtvasthoudendheid van de



bodem. Door het gebruik van klaver, een stikstofbinder in grasland, is minder stikstofkunstmest nodig is. Er is voorondersteld door de sector dat klaver op 25% van het grasland kan worden geteeld en dat het in de praktijk op een derde daarvan zal plaatsvinden. Ook is door de sector aangegeven dat door grasklaver een gemiddeld lagere gift van 150 kg N-kunstmest per hectare mogelijk is. Combineren we deze uitgangspunten met de huidige totale lachgas emissie van grasland (0,8 Mton CO<sub>2</sub>) dan is de lachgasreductie als gevolg van de teelt van grasklaver 0,07 Mton CO<sub>2</sub>. Wij schatten in dat de maatregel tot een netto baat leidt van 0,3 miljoen euro. Opgemerkt moet worden dat we onzeker zijn over deze aanname.

Het effect van precisiebemesting is, net als bij grasklaver een afname van lachgasemissie doordat er minder stikstofkunstmest wordt gebruikt. Uitgaande van de als haalbaar geachte 20% kunstmestreductie door precisiebemesting bij maisteelt is de emissiereductie 0,012 Mton CO<sub>2</sub> per jaar in 2030. De emissiereductie doordat er ook minder N-kunstmest geproduceerd hoeft te worden is hier niet meegenomen. Deze maatregel is een baat en deze is geschat op 1,4 miljoen euro per jaar.

#### *Rantsoenaanpassingen en gebruik van additieven*

Een aanpassing waarbij de methaanemissie via krachtvoer met 5% kan worden verminderd, wordt door de sector als technisch haalbaar verondersteld. Omdat krachtvoerbrok een aandeel van circa 22% heeft in het totale rantsoen betekent dit een totale emissiereductie van circa 1,25% van de emissie van 5,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq door pensfermentatie door runderen. Hierbij is uitgegaan van volledige implementatie. De aanpassing van de krachtvoerbrokken leidt tot een CO<sub>2</sub>- emissiereductie van is 0,06 Mton CO<sub>2</sub> per jaar in 2030. De kosten bedragen 14 miljoen euro per jaar. Dit zijn inschattingen van de sector die wij niet hebben kunnen verifiëren. De sector geeft aan dat een hogere reductie technisch zou kunnen maar samengaat met een sterke toename van de kosten en dat bij een toenemende vraag naar de grondstoffen voor dit aangepast krachtvoer er een prijseffect naar boven kan ontstaan.

Het gebruik van additieven zoals bijvoorbeeld vet/olie of nitraat draagt bij aan verdere verlaging van de methaanemissie. Hier is nog weinig praktijk ervaring mee en er zijn reserves over het gebruik van sommige additieven omdat het kan leiden tot ongewenste stoffen in de melk. Certificering is een aspect dat door de sector wordt vereist. Zoals eerder aangegeven zijn geen gegevens over methaanreductie en kosten beschikbaar gesteld over het gecertificeerde additief uit Zwitserland. Eerdere berekeningen van het PBL naar additieven hebben laten zien dat onder andere het toepassen van lijnzaad en nitraat leiden tot emissiereductie. Bij gebruik van 2% aandeel lijnzaad is een methaanreductie van circa 6% mogelijk. Als dit toegepast wordt bij 25% van de melkkoeien is een reductie van 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-eq methaan mogelijk. Gelijkijdig is circa 40% minder standaard krachtvoer nodig.

De voorgestelde maatregel van de melkveehouderij houdt in dat het gebruik van additieven plaatsvindt op een kwart van de melkveestapel. Het effect is een emissiereductie van 10%, wat overeenkomt met 0,09 Mton CO<sub>2</sub>per jaar. Dit getal is moeilijk te verifiëren. De kosten zijn geschat op 6,3 miljoen euro per jaar. Meer onderzoek naar potentie, kosten en effecten is nodig.

#### *Methaan uit stallen en mestopslag en mestvergisting*

Om mest sneller uit de stal te halen zijn aanpassingen aan de stal nodig. Bij een nieuwe stal kan dit onderdeel worden van het ontwerp (koele buitenopslag vervangt mestkelder). Bij bestaande stallen is retrofit de enige mogelijkheid. Het voorstel is om in 2030 20% van de rundermest snel uit de stal te verwijderen om vervolgens door methaanoxidatie de ontstane methaan te reduceren. Voor het berekenen van de kosten is het PBL ervan uitgegaan dat de helft van de reductie wordt bereikt via nieuwbouw en de andere helft via retrofit.

Het voorstel voor monomestvergisting op melkveebedrijven betreft 5% van de rundveemest, dat is circa 2,5 miljoen ton mest. Wat betreft de schaal zijn het mestvergisters die jaarlijks

circa 4600 ton mest vergisten. Het biogas wordt in de meeste gevallen gebruikt voor elektriciteits- en warmteproductie via warmtekrachtkoppeling en levert daarmee warmte en elektriciteit voor gebruik op het melkveebedrijf. Voor de berekeningen van zowel de vergisting, de productie van biogas en de kosten is gebruik gemaakt van analyses van ECN part of TNO.

#### *Nitrificatieremmers*

Door het gebruik van nitrificatieremmers kan de emissie van lachgas verlaagd worden. Uit eerdere berekeningen door het PBL naar de potentie van nitrificatieremmers voor grasland en akkerbouw bleek de potentie maximaal 0,43 Mton CO<sub>2</sub> te bedragen (Koelemeijer et al., 2018). Hiervoor is gebruik gemaakt van onderzoek door Kuikman et al. (2010). Als we rekening houden met de verhouding in areaal grasland en akkerbouw is de potentie voor grasland ongeveer is de emissiereductie door het gebruik van nitrificatieremmer, bij 100% implementatie van de maatregelen circa 0,28 Mton CO<sub>2</sub> per jaar. De sector gaat in haar voorstellen uit van 30% implementatie (op 270.000 ha), dus dat zou neerkomen op 0,1 Mton CO<sub>2</sub>-reductie. De kosten bedragen jaarlijks 6,3 miljoen euro.

#### *Levensduurverlenging en fokprogramma's*

Levensduurverlenging van het melkvee kan betekenen dat er op het bedrijf minder jongvee wordt aangehouden: in het referentiescenario loopt het aandeel jongvee al geleidelijk terug van 0,8 in 2013 naar 0,63 in 2030 (0,63 komt overeen met 63 stuks jongvee per honderd melkkoeien). De voorgestelde maatregel gaat over de stap van 0,63 naar 0,52. Een aandeel van 0,52 wordt gezien als de ondergrens van wat haalbaar is. Door de verhouding te wijzigen richting 0,52 neemt de emissie af bij gelijkblijvende melkproductie. De verwachting van fokprogramma's gericht op methaanemissiereductie is dat bij 50% van de koeien vanaf 2025 tot 2030 er circa 5% efficiencyverbetering gerealiseerd kan worden. Dit kan gerealiseerd door te selecteren op koeien die minder methaan produceren in darmen en pens. Het effect van deze maatregelen is bepaald op 0,19 Mton CO<sub>2</sub>. Daarvan is 93% als gevolg van de reductie van methaan en 7% door lachgas.

### **Varkenshouderij**

#### *Warme sanering*

Om het effect van de warme sanering van de varkenshouderij op de emissie van broeikasgassen te kunnen bepalen is allereerst verkend hoeveel krimp er op basis van de afspraken in het 'Hoofdlijnenakkoord warme sanering varkenshouderij' mogelijk is. Belangrijk punt daarbij is hoeveel van het beschikbaar gestelde budget van 200 miljoen uiteindelijk wordt ingezet voor de krimp van de varkensstapel. Uit de brief van 7 juli jl. (Ministerie van LNV, 2018a) blijkt dat daarvan 120 miljoen bestemd is voor de warme sanering. Bij het bepalen van de procentuele reductie van de varkensstapel is verondersteld dat de krimp ingezet wordt in 2020/2021 en dat op de geselecteerde locaties in de concentratiegebieden Oost en Zuid gestopt wordt met het houden van varkens, de vergunningen vervallen en de stallen worden gesloopt. In de berekeningen is de wijze waarop de Regeling Beëindiging Veehouderijtakken (Ogink en Van Vliet, 2005) is uitgevoerd gebruikt als leidraad. Er zijn twee varianten doorgerekend: één met alleen rijksbudget en één met naast rijksbudget ook aanvullend budget van provincies en sector. Dit heeft geresulteerd dat met alleen rijksbudget 4,7% van de varkensstapel kan krimpen en met aanvullingen van provincies en sector dit toeneemt tot 12,5%. Deze percentages hebben we gebruikt als bandbreedte om het effect van de reductie van de varkensstapel op de emissie van broeikasgassen te bepalen. Het effect is geanalyseerd met behulp van een vereenvoudigd model gebaseerd op het NEMA-model (Vonk et al., 2016). Dit model beschrijft op nationale schaal de fysieke samenhang tussen dieraantallen, mestproductie, -opslag, -aanwending, -afzet en de daaruit voortvloeiende emissies. In termen van emissies leidt de warme sanering tot een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 0,16 tot 0,34 Mton CO<sub>2</sub>. De kosten van de sanering zijn niet opgenomen in het kosten overzicht van de landbouw omdat deze elders zijn gedekt.

### *Regionale mestvergisting*

De berekening van de mestvergisting van varkensmest is gebaseerd op een referentie-installatie voor centrale verwerking van varkensdrijfmest uit de basisadviesbedragen van de SDE+. Voorzien is dat 15% van de varkensdrijfmest centraal wordt verzameld en via monomestvergisting wordt vergist. In de referentie installatie wordt circa 200 Kton varkensmest vergist. Wij hebben gerekend met een biogasproductie van 8,7 m<sup>3</sup> biogas per ton mest. In de berekeningen is rekening gehouden met interne warmtebehoefte en met lekverliezen. De eenmalige investering per installatie is circa 5 miljoen euro en de jaarlijkse kosten van afschrijving, operationele kosten en onderhoud, gecorrigeerd voor de productie van biogas is circa 625.000 euro. Voor de totale verwerking van 15% van de totale varkensmestproductie in Nederland is een investering van 42 miljoen euro nodig. De jaarkosten van de maatregel bedragen netto 5,4 miljoen euro. Dit is opgebouwd uit 4 miljoen euro voor afschrijving op investering, 3,8 miljoen euro voor onderhoud en beheer en een baat van 2,4 miljoen euro door de productie van biogas.

### **Akkerbouw**

De inschatting van het reductiepotentieel van precisielandbouw voor grasland en akkerbouw in de Nederlandse landbouw bedraagt 0,40 Mton CO<sub>2</sub>-emissie (Koelemeijer et al., 2018). Voor precisiebemesting is uitgegaan van 20% grotere efficiëntie van de toegediende mest door de mest beter te verdelen in ruimte en waar toepasbaar ook in de tijd. De vermeden lachgasemissie door minder kunstmest toe te passen als gevolg van de precisiebemesting door de akkerbouw levert 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie op. Daarbij is ervanuit gegaan de deze efficiëntieverbetering voor het hele Nederlandse akkerbouwareaal geldt. De netto kosten van precisie bemesting bedraagt 3,6 miljoen euro per jaar.

De inschatting van het reductiepotentieel van nitrificatieremmers voor grasland en akkerbouw in de Nederlandse landbouw bedraagt 0,43 Mton CO<sub>2</sub>-emissie (Koelemeijer et al., 2018). Uitgaande van de ratio 2/3 grasland en 1/3 akkerbouwgrond in Nederland is het CO<sub>2</sub>-reductiepotentieel van het gebruik van nitrificatieremmers door de akkerbouw ongeveer 0,14 Mton. De kosten van het gebruik van nitrificatieremmers bedragen jaarlijks 11 miljoen euro.

De inschatting van de sector om over lange tijd jaarlijks een equivalent van 0,5 Mton CO<sub>2</sub> aan organische stof vast te leggen in de bodem impliceert forse inspanningen. Uitgaande van 500.000 ha bouwland betekent dit dat jaarlijks 500 kg organische stof per hectare zal moeten worden opgebouwd. Wel is genoemd hoe dat zou kunnen, maar het ontbreekt aan getallen en concrete uitwerking om dit goed te kunnen onderbouwen.

### **12.3.4 Landbouwvoertuigen**

Het onderwerp landbouwvoertuigen is als thema door de tafel niet verder inhoudelijk uitgewerkt of gekwantificeerd. In de PBL-analyse is gekeken naar wat er mogelijk is en daarvan is een eerste orde schatting van de emissiereductie gemaakt. De huidige emissie van landbouwvoertuigen ligt iets boven de 1 Mton CO<sub>2</sub> per jaar en dit is constant gehouden in het referentiescenario richting 2030. De potentie voor emissiereductie zit onder andere in verbeterd rijgedrag (o.a. minder stationair draaien) en in technische innovaties. Een andere maatregelen is niet-kerende grondbewerking. Al deze opties leiden tot reducties en besparingen. Ook het transport van mest, dat valt onder mobiliteit en niet onder landbouw kan mogelijk efficiënter (innovaties, inclusief de logistiek), maar kan ook afnemen in volumes als maatregelen rond mestbewerking leiden tot vermindering van het aanbod van te transporteren mest. Dit kan onder andere door meer mest te scheiden waardoor de waterfractie deels wegvalt. Dit kan fors bijdragen aan de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie door mesttransport. Een schatting op basis van de huidige omvang van het mesttransporten is dat de emissie als gevolg van dit transport circa 0,1 Mton CO<sub>2</sub> per jaar is. De verschillende maatregelen bij elkaar

genomen zou kunnen betekenen dat een emissiereductie van ruwweg 0,1-0,2 Mton in 2030 haalbaar zou kunnen zijn. Dit levert zowel een besparing op voor de landbouwsector als de sector mobiliteit.

### 12.3.5 Implementatie landbouwmaatregelen

In de voorstellen van de tafels ontbreekt het niet aan ambitie, ideeën en initiatieven en ook niet aan partijen die bereid zijn om het voortouw of de regie te gaan nemen om de voorstellen in de praktijk uit te werken of uit te voeren. Voor de pijler landbouw is, met uitzondering van de warme sanering varkenshouderij, gekozen voor technische maatregelen inpasbaar binnen het bestaande productiesysteem. Dat kan het draagvlak in de sector ten opzichte van meer fundamentele systeemwijzigingen vergoten, en daarmee de implementeerbaarheid. Ook zijn contouren geschetst voor een sturingsinstrumentarium gericht op handelings- en financieringsperspectieven voor boeren, communicatie en kennisverspreiding, medefinanciering van innovatie en doorontwikkeling van maatregelen, gezamenlijke inspanningen bij het ontwikkelen van maatregelenpakketten en financieringsinstrumenten. Ook systeemaanpakken rond bodemkoolstof horen daarbij. De afspraken bieden daarmee een goede eerste aanzet van de technische opties waarop ingezet wordt.

In deze fase is het logisch dat de voorstellen nog vooral inspanningsverplichtingen betreffen. Uiteindelijk vraagt het te sluiten akkoord om concreetheid wat betreft de specificering van verantwoordelijkheden, taken en operationele doelen die noodzakelijk zijn om de reeks aan technische maatregelen te implementeren. De voorgestelde technische maatregelen (ander voer, andere omgang met mest, andere teeltechnieken, etc.) leveren voor individuele boerenbedrijven extra netto kosten op. Voor investeringskosten in technieken (stallen, mestopslag) bestaan reeds (fiscale) financiële arrangementen die kunnen worden aangepast om de implementeerbaarheid te vergroten. Voor andere technische maatregelen (teeltaanpassingen, voeraanpassingen) is dat niet of veel minder het geval. In het voorstel wordt vooral ingezet op een vrijwillige route voor boeren om deze technieken te implementeren, ondersteund met kennisontwikkeling en –deling binnen de sector en nieuw te ontwikkelen verdienmodellen voor deze investeringen. De specifieke aandacht voor verdienmodellen is van belang, maar het zal uitdagend zijn, omdat de inzet van deze klimaatvriendelijke technieken relatief moeilijk zichtbaar te maken is richting de consument om deze te verleiden daar een meerprijs voor te laten betalen (WRR, 2014). Daarnaast wordt voorgesteld de technieken tot nieuwe 'standaarden' te verheffen in de leveringsvoorwaarden in de keten, en daarmee implementatie door boeren af te dwingen. Door de gecentraliseerde coöperatiestructuur in de melkveehouderij met bijbehorend instrumentarium is het aannemelijker dat die standaarden effectief geïmplementeerd worden dan in de meer gefragmenteerde varkensketen (PBL, 2018).

Er wordt voorgesteld een substantiële inspanning via het voerspoor te realiseren. Een eerdere evaluatie van het voerconvenant over fosfaat (Rougoor et al., 2016) schetste belangrijke condities die nodig waren voor het sturend vermogen van die aanpak. De door Rougoor et al. (2016) van belang geachte conditie voor deelname van het eigen belang bij alle partijen gaat nu echter niet zomaar op. Voor sectorvertegenwoordigers was destijds het verlies van de derogatie van belang. Voor individuele boeren was dat het bestaan van prikkels via het verlagen van mestafzetkosten of het kunnen plaatsen van meer mest op eigen grond. In de varkenssector lukte het mede om de afwezigheid van deze conditie niet een convenant te sluiten en was afname van fosfaatarm voer onder ondernemers lager. Deze prikkels lijken vooralsnog niet op te gaan voor de aanschaf van ander krachtvoer en/of additieven tegen een meerprijs.

## 12.4 Landgebruik

De analyse landgebruik is gesplitst in drie onderdelen: de cluster veenweidegebieden waarin o.a. aandacht voor de moerige gronden, de cluster bodem, bos en natuur en de cluster organische stof in de bodem. Deze drie clusters vallen onder de categorie LULUCF.

### 12.4.1 Cluster veenweiden en moerige gronden

#### **Bevindingen**

Met het totale pakket van maatregelen beoogt het voorstel om 1,0 Mton CO<sub>2</sub> te reduceren. De voorgestelde maatregelen voor emissiereductie in veenweidegebieden en moerige gronden richten zich vooral op het aanleggen van onderwaterdrainage in veengebieden en verandering in landgebruik in zowel de veengebieden als gebieden met moerige gronden. Door het plaatsen van onderwaterdrainage wordt de oxidatie geremd, maar deze stopt het proces niet. De voorgestelde maatregelen in de veenweidegebieden kunnen in 2030 leiden tot een CO<sub>2</sub>-reductie van circa 0,90 Mton CO<sub>2</sub> (tabel 12.2). Deze is opgebouwd uit 0,72 Mton CO<sub>2</sub>-reductie door het toepassen van onderwaterdrainage in veengebieden en 0,18 Mton CO<sub>2</sub> door verandering in grondgebruik, waarvan 0,09 Mton CO<sub>2</sub>-reductie gerealiseerd wordt door in gebieden met moerige gronden de akkers om te zetten in grasland. Daarnaast kan het verhogen van het zomerpeil in weidevogelreservaten nog een reductie op van 0,01 Mton CO<sub>2</sub> leiden. De kosten van de CO<sub>2</sub>-reductie in veenweidegebieden en moerige gronden liggen gemiddeld tussen de 35 en 40 euro per ton CO<sub>2</sub>. Voor alle maatregelen tezamen is een investering nodig van circa 300 miljoen euro. De jaarlijkse kosten voor afschrijving, onderhoud en vergoedingen voor productieverlies bedragen in totaal circa 40 miljoen euro. De implementatie vergt voorbereidingstijd: pilots, planvorming, voorziening waterbeheer, creëren van draagvlak en uitvoering. De emissiereductie kan binnen enkele jaren gerealiseerd worden mits de afspraken over financiering van de maatregel tot een acceptabel verdienmodel voor boeren leidt en tegen niet al te hoge maatschappelijke beheerkosten (kosten waterschap) gerealiseerd kan worden.

De werkgroep heeft in haar voorstel ook de lange termijn tot 2050 uitgewerkt. Daarin wordt voorzien dat zowel het areaal dat in transitie gaat naar natuur of natte landbouw toeneemt als ook dat het aantal hectares waar een drukdrainage systemen wordt aangelegd toeneemt. Afgezien van het implementatievraagstuk, is het mogelijk dat via deze twee routes in 2050 een emissiereductie van circa 1,3 Mton CO<sub>2</sub> wordt gerealiseerd.

**Tabel 12.2 Emissiereducties in 2030 en kosten van de maatregelen in cluster veenweidegebieden en moerige gronden**

<b>Veenweidegebieden en moerige gronden</b>	<b>Emissie reductie</b>	<b>In-vesteringen</b>	<b>Kapitaal-kosten</b>	<b>Onder-houds-kosten</b>
	Mton CO <sub>2</sub>	mln euro	mln euro/jr	mln euro/jr
Toepassen van onderwaterdrainage (80.000 ha)	0,72	245	23	4
Verhoging zomerpeil in weidevogelgebieden (2.000 ha)	0,01	0	0	1
Verandering in landgebruik veengronden (naar natte teelt en water)	0,08	53	5	0
Verandering in landgebruik moerige gronden	0,09	0	0	5
Totaal	0,90	298	28	10

#### **CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen veengronden**

De partijen hebben voorstellen gedaan voor het toepassen van onderwaterdrainage (70.000 ha) en drukdrainage (10.000 ha), het omvormen van landbouwgrond naar natte teelten, natuur en in te zetten voor duurzame energie w.o. biomassa, riet en zonnepanelen (4.000 ha)

en voor het verhogen van het zomerpeil in weidevogelreservaten (2.000 ha). Deze maatregelen remmen of stoppen de bodemdaling en daarmee ook de emissie van CO<sub>2</sub>. Naast een effect op de CO<sub>2</sub>-emissie beperken de genoemde maatregelen ook de emissie van lachgas. Het effect op de reductie is circa 15% (Arets, 2018). In geval het peil wordt verhoogd naar minder dan 20-25 cm onder maaiveld kan methaan vrijkomen. Het methaan dat zich vormt op de grenslaag water-bodem krijgt bij een dergelijk peil minder kans om in de bodem te oxideren. Zowel de emissie van methaan als lachgas uit veengronden kent een grote onzekerheid. De grote onzekerheid en ook het feit dat het effecten van vernatting op de emissie van lachgas en methaan tegengesteld zijn en elkaar dus deels opheffen is in de analyse vooral gekeken naar CO<sub>2</sub>.

#### *Onderwaterdrainage*

Bij de maatregelen met onderwaterdrainage staat functiebehoud centraal. In totaal gaat het om bijna 86.000 ha waar een maatregel wordt genomen en dit komt overeen met circa 40% van het areaal veengebied in Nederland. De voorgestelde maatregelen leiden tot verminderde emissie van CO<sub>2</sub>, doordat de percelen in de veenweidegebieden in de zomer, de periode met de meeste bodemdaling vochtiger blijven dankzij een (druk)drainagesysteem of verhoging van het zomerpeil. Daardoor vindt er minder oxidatie en dus ook minder CO<sub>2</sub>-emissie plaats. Een drainagesysteem geeft de landbouw de optie om de huidige vorm van melkveehouderij te kunnen continueren en tevens de bodemdaling te remmen. In het voorstel wordt vermeld dat het om regionale implementatie gaat waarbij maatwerk is geboden. Benoemd is dat voor specifieke veenpolders mogelijk een breder palet aan maatregelen ingezet zal moeten worden, maar het palet is niet verder uitgewerkt. Ook zal nog meer kennis en innovatie nodig zijn om nieuwe en kosteneffectieve technieken praktisch klaar te maken en uit te proberen via pilots in de verschillende veengebieden. Ook zal meer concreet naar de investeringen, financiering en verdelingsvraag ervan gekeken moeten worden. Per hectare onderwaterdrainage gaat het al gauw om circa 3000 euro inclusief kosten voor de planvorming.

#### *Verandering in landgebruik*

Verandering van functie is een van de opties om voor bodemdaling kwetsbare gebieden te behouden voor verdere daling en CO<sub>2</sub>-emissie. Dit kan gerealiseerd worden door het opzetten van het peil naar condities voor natuur of natte landbouw peilopzet. Het peil komt daarmee 20 tot 25 cm onder maaiveld of in moerachtige plasdras condities net onder het maaiveld. In geval van plasdras kan emissie van methaan ontstaan. Deze omstandigheden zijn ongeschikt voor melkveehouderij. Een alternatief agrarisch grondgebruik is de teelt van riet of lisdodde (zgn. paludicultuur). Er is sprake van inkomensderving omdat paludicultuur per ha minder opbrengt dan grasland.

#### *Hoger zomerpeil in weidevogelgebieden*

In weidevogelreservaten wordt aan het einde van het broedseizoen het peil verlaagd t.b.v. de landbouw. Door het peil ook in de zomerperiode op te zetten wordt de bodemdaling afgeremd. Dit heeft gevolgen voor de grasopbrengst en er is dan ook sprake van inkomstenderving door de lagere productie.

#### **CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen moerige gronden**

De werkgroep heeft ook de problematiek van moerige gronden geadresseerd en heeft voorgesteld om op 9000 ha bouwland te stimuleren dat deze gronden als permanent grasland worden gebruikt. Dit areaal is circa 6% van het totale areaal moerige gronden in Nederland. Deze verandering van bouwland naar grasland sluit aan bij de voorstellen om de melkveehouderij grondgebonden te maken en dus meer gras in te zetten als veevoer. De omschakeling van landbouwgrond naar grasland op moerige gronden impliceert dat er minder bodembewerking plaats vindt en dat de bodem permanent bedekt blijft. Een grond die niet



geploegd wordt en bedekt is met gras of gewassen houdt vooral in de zomer veel langer het vocht vast en mede daardoor ook de bodemkoolstof dan een omgeploegde lege akker die veel onder invloed staat van zon en wind.

### **Methodiek emissiereductie- en kostenberekening**

Voor de bepaling van het effect van voorgestelde maatregelen in het veenweidegebied is gerekend met het Phoenix model. Dit GIS-based model berekent op basis van een empirisch vastgestelde relatie tussen bodemdaling en drooglegging in veengronden de bodemdaling en bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissie. Het model maakt gebruik van bodemgegevens die afkomstig zijn van de meest actuele bodemkaarten uit 2014 en bestanden met informatie over bodemopbouw. Daarnaast zijn gegevens gebruikt over de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand. Voor de omrekening van bodemdaling naar CO<sub>2</sub> is gerekend met 22,6 ton CO<sub>2</sub> per hectare bij een daling van 1 centimeter. Zie voor meer toelichting op de methodiek Van den Born et al. (2016).

Doordat vanuit de tafel geen concrete zoekgebieden zijn aangewezen is de berekening gebaseerd op het gemiddelde effect van de maatregel op de veengronden in Nederland. De resultaten zijn valide voor toepassing op dit schaalniveau. In de praktijk zijn er lokale verschillen (type veen, gebruiksgeschiedenis, waterkwaliteit) die van invloed zijn op de snelheid van de bodemdaling. Dit betekent ook dat de maatregelen een sterker of minder sterk effect kunnen hebben op de emissiereductie en op de effectiviteit van de maatregel. De actuele bodemdalingssnelheid is dan ook één van de factor die bij de gebiedskeuze in overweging zou moeten worden genomen.

Voor het berekenen van het effect van de maatregelen is eerst de bodemdaling bepaald voor peilindexatie. Dit komt in de meeste gebieden overeen met de huidige situatie. Vervolgens is met Phoenix de bodemdaling bij onderwaterdrainage berekend. Door beide berekeningen te vergelijken is het effect van de maatregel op bodemdaling en de bijbehorende emissiereductie bepaald. De berekende afname van de bodemdaling door onderwaterdrainage (ten opzichte van peilindexatie) is gemiddeld 3,5-4,0 mm per jaar. Dat komt overeen met een gemiddelde emissiereductie van circa 8,5 ton CO<sub>2</sub> per hectare. Dit is circa 40-50% reductie van de gemiddelde bodemdaling die plaats vindt bij het huidige peilbeheer waarbij het peil om de tien jaar wordt geïndexeerd.

Onderzoekers van het Veenweide Innovatie Centrum schatten in dat met drukdrainage systeem de bodemdaling met 75% beperkt kan worden. Door het druksysteem kan de boer de mate van drooglegging zelf sturen en op momenten waarop draagkracht vereist is tijdelijk het peil iets verlagen. Vergeleken met het onderwaterdrainage systeem is dat gemiddeld 50% extra reductie. De emissiereductie door ander landgebruik (natte landbouw en natuur/water) is conservatief ingeschat op minimaal 80% lagere CO<sub>2</sub>-emissie dan het gemiddelde bij peilindexatie. Effect van zomerpeil in weidevogelreservaten is geschat op enkele mm per jaar, wat overeenkomt met ongeveer 4 ton CO<sub>2</sub> per jaar. Verondersteld wordt dat deze reservaten overwegend een lichte, ondiepe ontwatering hebben en de bodem onder deze condities maar in geringe mate daalt.

Moerige gronden in gebruik als akkerbouwland emitteren gemiddeld 13 ton CO<sub>2</sub> per ha per jaar (Arets et al., 2018). Door een combinatie van niet meer ploegen, permanente grasbedekking en indien van toepassing een verhoging van het waterpeil kan meer organisch materiaal voor de bodem behouden blijven. De inschatting is dat door de maatregel, en met name een permanente grasbedekking, er een reductie van minimaal 75% gerealiseerd kan worden. In geval van permanent grasland vindt ook koolstofopbouw plaats in de graszode.



De kosten van onderwaterdrainage zijn gebaseerd op een investering in onderwaterdrainage en drukdrainage van 2500 resp. 3000 euro per ha. De kosten zijn gebaseerd op recente experimenten met onderwaterdrainage projecten (Nieuwe Oogst, 2016; Proefproject WDO-Delta, 2017). Daarnaast zullen middelen begroot moeten worden voor de planmatige en technische voorbereiding, deze is geschat op 500 euro per hectare. Bij een afschrijving van 12,5 jaar en 2% onderhoudskosten bedragen de investeringskosten voor onderwaterdrainage 245 miljoen euro en 27,5 miljoen euro per jaar voor afschrijving en onderhoud. Hierbij is geen rekening gehouden met de kosten voor de waterschappen die voortkomen uit aanpassingen in het waterbeheer (o.a. voor extra waterberging).

De kosten van een verandering van grondgebruik in veengebieden bestaan uit een verlaging van de grondwaarde (compensatie vermogensverlies) of uit een vergoeding voor lagere opbrengst per ha. Voor de veranderingen in grondgebruik zijn de desinvesteringen geschat op 60 miljoen euro en bedragen de kosten voor afschrijving en onderhoud 6 miljoen euro per jaar. De kosten voor verandering grondgebruik moerige gronden zijn circa 4,5 miljoen euro per jaar en voor het verhogen van de zomerpeilen in reservaten bedragen de kosten circa 2 miljoen euro per jaar.

### **Implementatie**

In het voorstel van de tafel is ervoor gekozen om op grote schaal in te zetten op het gebruik van onderwaterdrainage (een oppervlakte ongeveer vergelijkbaar met ruim de helft van de provincie Utrecht) die momenteel nog op de schaal van pilots wordt toegepast. Implementatie vergt een integraal plan gebaseerd op de instrumenten uit innovatiemanagement, zoals het ontwikkelen van een routekaart. Het implementeren van de maatregel in een veenpolder of peilvak is maatwerk waarbij aandacht nodig is voor zowel de technische voorbereiding als voor het overleg met de boeren en bewoners in het gebied. Door de verschillen in veenbodems, bodemopbouw, gebruiksgeschiedenis w.o. onderbemalingen is het belangrijk dat er in de gebieden goed bodemkundige en hydrologisch onderzoek wordt gedaan, er pilots worden opgezet zodat op basis van die kennis de verdere planvorming kan plaatsvinden. In de praktijk kan blijken dat bij de uitvoering, op niveau van polder of peilvak in delen van het plangebied andere keuzes nodig zijn. Dit kan zijn een verandering in landgebruik of een andere vorm van peilbeheer w.o. een meer dynamisch peilbeheer. Voor andere vormen van peilbeheer zijn in het voorstel geen suggesties en geen voorstellen uitgewerkt. Verwachting is dat daar behoefte aan is.

Daarnaast levert het implementeren van drainage een coördinatievraagstuk op. Het aanleggen van drainage is niet alleen een individuele beslissing van een ondernemer omdat het ook effecten voor onder meer het waterschap en andere ondernemers in het gebied. Een belangrijk aspect is dat in gebieden waar onderwaterdrainage wordt aangelegd de waterschappen de voorzieningen daarop aanpassen en waar nodig waterbuffers beschikbaar zijn om te zorgen dat de drains altijd voorzien zijn van water. Het vergt ook dat de verschillende landeigenaren de aanleg van drainage op elkaar afstemmen, omdat anders de optimale peilhoogte voor de verschillende eigenaren uiteen gaat lopen. Dat vraagt om gebiedscoördinatie.

Door de werkgroep zijn wel financieringsinstrumenten aangereikt, zoals 'valuta voor veen' of het ontwikkelen van nieuwe agrarische verdienmodellen, en ook zijn mogelijke financieringsbronnen benoemd maar die zijn niet concreet gemaakt. In het voorstel wordt aangegeven dat deze nog verder zullen worden uitgewerkt. Bij het implementeren van de voorgestelde maatregelen in de veenweidegebieden zal het vraagstuk wie er voor de kosten opdraait een zeer belangrijke rol spelen. Dit vereist dat over de verdeling van de kosten voordat de planvorming begint, er een goed beeld ligt.

Ook is in het voorstel voorgesteld om het klimaateffect in de voorziene pilots te beschrijven en te monitoren. Daarbij is het belangrijk dat de effecten van bijvoorbeeld onderwaterdrainage op de grasproductie, biodiversiteit en overige aspecten van de bedrijfsvoering integraal in de monitoring van de pilots wordt meegenomen. Dit biedt de kans de resultaten van de pilots op al haar onderdelen te kunnen beoordelen. Daarnaast wordt voorgesteld het opstellen van veenweidevisies per regio voor zowel 2030 als 2050 voort te zetten en te werken aan uitvoeringsprogramma waarbij provincies het voortouw nemen. De insteek om daarbij vanuit een gebiedsgerichte integrale aanpak, waar ook overige opgaven, zoals vanuit de kaderrichtlijn water en biodiversiteit in worden meegenomen zal op termijn mogelijk het meest effectief zijn doordat het niet alleen klimaat maar in samenhang ook andere doelen dient die in het gebied zijn belegd. Daarnaast noemt het voorstel het versterken van de kennisuitwisseling en bundeling. De afgelopen jaren is op een aantal punten gewerkt aan samenwerking. Het PBL ziet het versterken van deze initiatieven een voorwaarde voor de verdere implementatie van het voorstel.

In de voorstellen zijn geen concrete gebiedsvoorstellen gedaan. Voor de verdere stappen, ook met betrekking op het scherper krijgen van het effect van de maatregelen voor het klimaat, is het belangrijk dat de onderhandelende partijen en de betrokken overheden nadenken over zoekgebieden waar de maatregel kan worden overwogen. Logisch is te veronderstellen dat gekeken wordt naar peilvakken of veenpolders waar de kans dat de maatregelen het meest effectief zullen zijn het grootst is. Om goede afwegingen te kunnen maken zal kennis daarover meer aandacht moeten krijgen. Door een aantal casussen te doordenken op onderbelichte aspecten en het resultaat van dat proces op te nemen in het eindvoorstel wordt voorkomen dat voor situaties die afwijken, maar integraal onderdeel zijn van een plan, geen voorstel ligt.

### ***Borging en monitoring***

Voor borging en monitoring van de maatregelen is nog geen concreet traject afgesproken, met uitzondering van de pilots waar wel voorstellen voor zijn gedaan. Ook de werkgroep LULUCF, die de jaarlijkse emissieregistratie doet van de emissies van landgebruik heeft de methodiek van monitoring nog niet aangepast op een dusdanige manier dat de emissiereductie effecten van de voorgestelde maatregelen zichtbaar zijn in de registratie. Ook op dit punt zijn initiatieven nodig.

### ***Overige aspecten***

Het PBL constateert dat voor circa 86.000 ha veenweiden een maatregel is voorgesteld, maar dat voor de overige gebieden, meer dan circa 140.000 ha geen voorstellen zijn gedaan. Gezien het verzoek aan de tafel om voor landgebruik in beeld te brengen welke aanvullende maatregelen nog mogelijk zijn op het gebied van landgebruik, zou de tafel kunnen verkennen of het mogelijk is of met een generieke beleidsmaatregel een proces in gang gezet kan worden waardoor ook deze gebieden al worden meegenomen in een ontwikkeling gericht op verdere emissiereductie. Een optie daarvoor zou kunnen zijn om afspraken te maken over maximale ontwatering. Dit betekent dat de diepe ontwatering zou verdwijnen, en de kans kleiner wordt dat in zomers met weinig neerslag en lage slootpeilen er sterke uitdroging en oxidatie op treedt. Deze maatregel sluit ook aan bij de doelen rond klimaatadaptatie.

## **12.4.2 Cluster bomen, bos & natuur**

### ***Bevindingen***

De voorgestelde maatregelen voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie via vastlegging van koolstof in natuurgebieden, landschapselementen en bossen richten zich vooral op beheer en ontwikkeling van bos en natuur. Daarnaast is een aantal voorstellen gedaan om agroforestry (voedselbossen) te realiseren. Deze maatregelen moeten leiden tot een hogere jaarlijkse vastlegging van

koolstof. De CO<sub>2</sub>-vastlegging van alle voorgestelde maatregelen kan in 2030 tot circa 0,63 Mton CO<sub>2</sub> oplopen (tabel 12.3). Daarvan is 0,29 Mton CO<sub>2</sub> het effect van beheermaatregelen in bestaande bossen en landschapselementen, inclusief antiverdrogingsmaatregelen en 0,27 Mton CO<sub>2</sub> het effect van het ontwikkelen van nieuw bos. Op zijn beurt is daarvan 0,21 Mton CO<sub>2</sub> toe te rekenen aan het klimaatslim afmaken en inrichten van het Natuurnetwerk Nederland en 0,06 Mton CO<sub>2</sub> aan nieuwe bosaanplant o.a. nabij steden. De resterende 0,06 Mton CO<sub>2</sub> wordt gerealiseerd in voedselbossen, wilgenteelt (biomassa) en door het planten van bomen in weilanden. In 2050 zou op grond van al deze maatregelen 1,25 Mton CO<sub>2</sub> per jaar vastgelegd kunnen worden. Deze verdubbeling is vooral het gevolg van de leeftijdstoename van de bomen en bossen. Een belangrijke conditie om het effect van de maatregelen ook te kunnen verzilveren is dat er concrete afspraken worden gemaakt over het voorkomen van ontbossing. Ontbossing wordt instantaan meegenomen in de emissieboekhouding en als de omvang van de jaarlijkse ontbossing in Nederland gelijk zou blijven aan de gemiddelde ontbossing van de afgelopen vier jaar, die hoger ligt dan in de referentie is verondersteld, dan vallen de voorgestelde maatregelen ten dele weg tegen de emissie als gevolg van de ontbossing. De hier genoemde reducties worden dus alleen gerealiseerd als de ontbossing daalt of stopt. Als de ontbossing niet geremd wordt is de kans dat Nederland 'LULUCF-credits' gaat opbouwen kleiner.

**Tabel 12.3 Emissiereducties in 2030 en kosten van de maatregelen bij cluster bomen, bos & natuur**

<b>Bomen, bos en natuur</b>	<b>Emissie reductie</b>	<b>In-vestering-ingen</b>	<b>Kapitaal-kosten</b>	<b>Onder-houds-kosten</b>
	Mton CO <sub>2</sub>	mln euro	mln euro/jr	mln euro/jr
<b>Beheermaatregelen</b>				
Uitstel van oogst bijgroei/oogst	0,02	0	0	0
Herstel Landschapselementen	0,03	0	0	5
Revitalisatie van bossen	0,07	144	4	0
Aanvullende subsidie voor beheer	0,04	0	0	0
Maatregelen tegen verdroging	0,14	0	0	0
Subtotaal	0,29	144	4	5
<b>Ontwikkelmaatregelen</b>				
Bestaande natuur naar bos	0,02	35	1	0
Nieuw bos nabij steden, infra, particulieren etc.	0,03	774	11	0
Nationaal NatuurNetwerk (niet bos)	0,00	0	0	0
Nationaal NatuurNetwerk (bos en extra klimaat-bos)	0,09	20	1	0
Nationaal NatuurNetwerk (veengebieden)	0,12	0	0	0
Versneld aanleggen compensatiebossen	0,01	0	0	0
Subtotaal	0,27	829	12	0
<b>Agroforestry</b>				
Bomen in weiden ,voedselbos en kortcyclisch houtige biomassa	0,06	220	8	0
Subtotaal	0,06	220	8	0
<b>Totaal</b>	<b>0,63</b>	<b>1193</b>	<b>24</b>	<b>5</b>

NB1: Investerings inclusief aankoop grond.

NB2: Aandeel houtbouw is niet opgenomen. Effect via vermijden emissie door minder toepassing van staal en beton. Betekenis LULUCF gering wegens toepassingen van vrnl. Buitenlands hout.

NB3: Geen kosten voor maatregelen die verband houden met NNN en compensatiegelden.

De inschattingen van de CO<sub>2</sub>-vastlegging zijn omgeven met aanzienlijke onzekerheid. Aangezien er pas recent brede beleidsaandacht is voor mitigatiemaatregelen door landgebruik is er nog onvoldoende kennis en praktijkervaring over de precieze CO<sub>2</sub>-vastlegging door verschillende landgebruiksopties. De aandacht voor landgebruiksmatregelen om CO<sub>2</sub> vast te leggen is in een stroomversnelling gekomen door het Akkoord van Parijs uit 2015, waar besloten is

om landgebruik volwaardig mee te nemen in het klimaatbeleid. Daarnaast is er onzekerheid omdat de internationale afspraken rond emissie van landgebruik nog niet op alle punten definitief zijn vastgesteld. Zo is nog niet precies bekend welk referentieniveau voor bosmanagement gehanteerd gaat worden door de Europese Unie.

Om de beoogde CO<sub>2</sub>-vastlegging in 2030 te bereiken en tussen 2030 en 2050 verder te laten toenemen, zijn investeringen nodig. Kijken we alleen naar de investeringskosten voor aanplant en herstel van bossen, dan gaat het om een bedrag van in totaal circa 600 miljoen euro. Indien grondaankoop wordt meegeteld is dit bedrag circa 1,2 miljard euro. De jaarlijkse afschrijving, deels over een periode van 100 jaar en beheerkosten bedragen circa 30 miljoen euro per jaar. De kosten voor het natuurnetwerk zijn al elders begroot en zijn daarom niet meegenomen in deze kostenraming. In het voorstel is verondersteld dat de provinciale plannen rond inrichting van het natuurnetwerk aangepast worden waardoor meer bos wordt aangeplant dan nu in de huidige plannen voor het natuurnetwerk is voorzien. De voorgestelde aanpassing kan op gespannen voet staan met het realiseren van de doelen uit de Vogel- en Habitatrictlijn.

### **CO<sub>2</sub>-emissiereductie maatregelen en kosten**

In de bijdrage van de sector landbouw zijn voor het domein bomen, bos en natuur vier typen maatregelen voorgesteld, te weten: 1) het aanpassen van het beheer van bos en natuurterreinen, 2) het realiseren bosontwikkeling zowel binnen het natuurnetwerk als daarbuiten, 3) het ontwikkelen van agroforestry (voedselbos) en 4) duurzaam gebruik van hout.

#### *Beheer: CO<sub>2</sub> vastlegging door aanpassingen van beheer van bos en natuurterreinen*

De plannen voor aangepast bos- en natuurbeheer zijn gericht op het herstel en productiever maken van bossen en landschapselementen. Het revitaliseren van bestaande bossen maakt daar deel van uit. Voorgesteld wordt om op circa 8000 ha essen- en populierenbos op kleigronden en 10.000 ha grove den op zandgrond de kwaliteit en productiviteit van de bossen te verbeteren door selectieve aanplant. Dit leidt tot extra bosgroei en dus tot jaarlijkse koolstofvastlegging. In het voorstel zijn ook plannen opgenomen om landschapselementen te herstellen, waaronder houtwallen (in oppervlakte gelijk aan 20.000 ha). De investering in herstel- en onderhoud van bestaande landschapselementen draagt niet alleen bij aan het vastleggen van meer koolstof. Verjonging van bosopstanden is een van de maatregelen die, zeker op de langere termijn, bijdraagt aan het vastleggen van meer koolstof. Dit kan volgens de tafel gestimuleerd worden door het verhogen van de bestaande subsidie voor bosonderhoud van 75% naar 100% van de onderhoudskosten. Door deze verhoging wordt het beheer kostendekkend. Voorts wordt voorgesteld de antiverdrogingsmaatregelen op veengronden, zoals voorzien in het natuurpact, met prioriteit uit te voeren. In totaal wordt door bovengenoemde beheermaatregelen jaarlijks circa 0,29 Mton CO<sub>2</sub> netto vastgelegd. Voor deze beheermaatregelen is een investeringsbedrag van 144 miljoen euro nodig. Afschrijving van investeringen en beheerkosten van dit pakket bedragen 9 miljoen euro per jaar.

#### *Ontwikkeling: extra hectaren met bomen en bos en door aanpassing provinciale plannen bij het afmaken van het Natuurnetwerk*

Door het ontwikkelen van nieuwe bossen en het afmaken van het Natuurnetwerk Nederland kan in 2030 0,27 Mton CO<sub>2</sub> per jaar worden vastgelegd. Daarvan is 0,21 Mton CO<sub>2</sub> het resultaat van het afmaken van het natuurnetwerk en 0,06 Mton van nieuwe bosaanplant o.a. nabij steden en het versneld uitvoeren van al voorziene bosaanplant projecten, als compensatie van bijvoorbeeld infrastructurele projecten waarvoor bos is gekapt.

#### **Aanpassing provinciale plannen bij het afmaken van het Natuurnetwerk:**

In de plannen van de sectortafel voor de aanplant van bomen, bos en natuur wordt een, impuls gegeven aan de CO<sub>2</sub> vastlegging in het zogeheten Natuurnetwerk Nederland (NNN).

Deels gebeurt dat door optimalisering van beheer in het bestaande natuurnetwerk. Daarnaast wordt de voorziene uitbreiding en kwaliteitsimpuls van het natuurnetwerk, zoals afgesproken in het Natuurpact (Ministerie van EZ & IPO, 2013), meer gericht op CO<sub>2</sub> vastlegging en bosuitbreiding dan in de huidige provinciale uitwerkingen. De sectortafel heeft voorgesteld om in meer dan een kwart van het nog in te richten en uit te breiden areaal van 80.000 hectaren de ontwikkeling van bos en andere sterk CO<sub>2</sub> vastleggende natuur na te streven. Bij die ontwikkeling gaat het om inrichting van al eerder aangekochte landbouwgrond (de zogenoemde restant taakstelling) en de voorziene uitbreiding van extra areaal natuur.

Uit de analyse blijkt dat de bovengenoemde voorstellen in beginsel tot een vastlegging van circa 0,35 Mton CO<sub>2</sub> per jaar leiden. Daarmee kan geconcludeerd worden dat bijna de helft van alle door de sectortafel voorgestelde maatregelen voortkomt uit het klimaatslim afmaken van het natuurnetwerk en het uitvoeren van anti-verdrogingsmaatregelen op veengronden, zoals voorzien is in het natuurpact. Richting 2050 neemt de CO<sub>2</sub>-vastlegging door de voorgestelde bos- en natuurontwikkeling verder toe en verdubbelt de totale vastlegging tot 0,77 Mton CO<sub>2</sub> per jaar.

Voor de uitvoering van de maatregelen in het natuurnetwerk (antiverdroging, uitbreiding en inrichting) is de financiering al voorzien (zie Hoek et al., 2017) en zijn instrumenten en partijen aanwezig om maatregelen uit te voeren. Anti-verdrogingsmaatregelen verlopen in de praktijk echter stroef; het beoogde klimaatakkoord kan mogelijk een impuls zijn om deze maatregelen (versneld) uit te voeren. Realisatie van de plannen om het natuurnetwerk 'klimaatslim' af te maken vergt een herziening van de huidige provinciale plannen voor bosontwikkeling. In de huidige provinciale plannen wordt nog een afname van bosareaal voorzien, voortkomend uit maatregelen die genomen worden om biodiversiteitsdoelen voortkomend uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen (VHR) te realiseren. Zo wordt op enkele duizenden hectaren boskap voorzien om het areaal heide en schraalgraslanden te vergroten. De oorspronkelijke provinciale plannen uit het Natuurpact zijn gunstig voor de VHR-doelen (zie Hoek et al., 2017), maar waarschijnlijk ongunstig voor CO<sub>2</sub> vastlegging. De emissie van ontbossing is conform de LULUCF-richtlijnen instantaan. Concreet betekent dit dat het kappen van één hectare bos netto een bron is van 500 ton CO<sub>2</sub>. Als de omvang van de jaarlijkse ontbossing in Nederland (Schelhaas et al., 2017) gelijk blijft aan de gemiddelde ontbossing van de afgelopen vier jaar, hetgeen hoger is dan in de referentie is verondersteld, valt de beoogde emissiereductie deels weg. Dit vergroot de kans dat Nederland geen 'LULUCF-credits' krijgt en deze niet kan inzetten als compensatie voor niet ETS-emissies.

Extra hectaren met bomen en bos:

De werkgroep heeft voorgesteld om nieuw bos nabij steden, infrastructuur en op particuliere terreinen aan te leggen en om versneld zgn. compensatiebossen aan te planten. Wetende dat bij nieuwbouwplannen voor woningbouw ruimte wordt gereserveerd voor openbaar groen en watervoorziening, stelt de werkgroep voor om nabij nieuwbouwlocaties 6000 ha nieuw bos te ontwikkelen. Samen met door de werkgroep voorgestelde uitbreiding van bossen door particulieren (1000 ha) en de afname dat ook langs infrastructuur mogelijkheden zijn voor bomen (2500 ha) omvat de totale uitbreiding van bosareaal in het voorstel 9500 ha. De werkgroep heeft ook voorgesteld om de nog niet benutte beschikbare middelen versneld de middelen uit compensatiefondsen voor bos aan te spreken. Deze middelen zijn gereserveerd ter compensatie van bijvoorbeeld infrastructurele werken waarbij bos is gekapt. Deze gelden, in beheer bij het Groenfonds zijn reeds beschikbaar voor besteding en het voorstel is deze versneld uit te geven. In totaal gaat het om circa 2000 ha nieuw aan te leggen bos. De CO<sub>2</sub> vastlegging emissiereductie van deze voorstellen voor 11.500 hectare nieuw bos bedraagt circa 0,04 Mton CO<sub>2</sub> per jaar in 2030 en circa 0,1 Mton CO<sub>2</sub> in 2050.

Voor bosontwikkeling die verband houdt met natuurnetwerk zijn geen investeringen en onderhoudskosten opgenomen in de voorstellen. Deze maken deel uit van al bestaande plannen en reserveringen door provincies. De voorgestelde wijzigingen om meer bos op te nemen in het natuurnetwerk zal naar verwachting niet leiden tot extra kosten. Ook voor het aanplant van compensatiebossen zijn geen kosten opgenomen. De overige posten binnen deze categorie vragen aan investeringen circa 800 miljoen euro, daarvan is bijna driekwart de aankoop van grond t.b.v. bosaanplant nabij steden; de overige zijn investeringen voor de inrichting van de terreinen en de aanplant van bomen.

#### *Agroforestry*

In de voorstellen wordt voorgesteld om bomen en bos aan te planten in het agrarische gebied. Een drietal mogelijkheden zijn uitgewerkt: aanplant van bomen in weiden met een dichtheid van circa 20%, het aanleggen van 1000 ha voedselbossen (o.a. notenbomen, hazelnoot) en het aanplanten van 10.000 ha biomassabosses (o.a. wilg en populier). Dit levert 0,06 Mton CO<sub>2</sub>-emissiereductie op. De investering, voornamelijk de aanplant van wilgen, voedselbomen en bomen in weiden – inclusief beschermende maatregelen tegen schade aan de bomen door het vee in de weilanden – bedraagt circa 220 miljoen euro. Essentieel is dat de investeringen voor deze voorstellen leiden tot een rendabel verdienmodel. Hierover is weinig nog weinig concreets te zeggen. Alleen op kleine schaal is ervaring opgedaan. Meer onderzoek naar de haalbaarheid van bomen in weiden en voedselbosses is gewenst evenals de kosten en het verdienmodel ervan.

#### *Duurzaam gebruik van hout*

De sectortafel stelt voor dat er meer gebruik wordt gemaakt van duurzaam (inlands) hout in de bouw, meubel en interieursector. Hout dat wordt toegepast in woningbouw, grond-, water- en wegenbouw en in de meubelindustrie creëert een sink van koolstof. In de emissie inventarisatie valt het Nederland geproduceerd hout dat op die manier wordt vastgelegd onder de categorie 'harvested wood product'. Doordat 90% van het bouwhout dat in Nederland wordt gebruikt uit het buitenland komt telt het duurzaam gebruik van dit hout niet substantieel mee in de Nederlandse emissieboekhouding. De in het voorstel genoemde 0,69 Mton CO<sub>2</sub>-reductie welke gerealiseerd wordt door het sterk opschalen van het gebruik van hout in woningbouw (o.a. houtskeletwoningen) mag dan slechts voor een klein deel worden meegeteld. Indirect speelt het gebruik van hout wel mee doordat bij toename van het gebruik van hout in woningen minder stenen, staal en beton wordt gebruikt. De emissiereductie vindt plaats bij de industrie, binnen en buiten Nederland. Dit effect is in deze analyse niet gekwantificeerd.

#### *Overige opmerkingen*

In de voorstellen van de sectortafel wordt aangegeven dat bij uitvoering gezocht moet worden naar positieve meekoppelkansen voor biodiversiteit, landschap, recreatie, regionale economie en landschappelijke inpasbaarheid. Dergelijke kansen liggen er zeker, maar in hoeverre er winst zal zijn voor CO<sub>2</sub> en bijvoorbeeld biodiversiteit zal afhangen de precieze invulling van de uitvoering. Zo kan bosontwikkeling bijdragen aan VHR-doelbereik wanneer bijvoorbeeld wordt ingezet op het vergroten van natuurbos langs rivieren, moerasbos of haagbeukbossen. Voor andere doelen kan het streven naar meer bos tot knelpunten leiden. Bij eventuele planaanpassing zijn provincies een cruciale actor, aangezien uitvoering van het natuurbeleid is gedecentraliseerd. In de natuurpact-afspraken tussen Rijk en provincies is klimaat niet als doel opgenomen. Bij prioritering en fasering van nog uit te voeren inrichting van nieuwe natuurgebieden, anti-verdrogingsmaatregelen en overige natuurprojecten uit het natuurpact zou de klimaat opgave wel meegenomen kunnen worden. Ook zal bekeken moeten worden in hoeverre maatregelen uit de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) nog heroverwogen of geoptimaliseerd kunnen worden, met het oog op verhogen van de CO<sub>2</sub>-vastlegging in natuur.



Op langere termijn (na 2030) liggen er nog meer mogelijkheden om via landgebruik CO<sub>2</sub> verder te gaan vastleggen. Belangrijk is ook te investeren in onderzoek naar mogelijkheden van CO<sub>2</sub> vastlegging van natuur anders dan bossen. Voorbeelden daarvan zijn zoetwater en marine ecosystemen (vaak aangeduid als 'blue carbon'). Kennis over mogelijkheden hiervan zijn nog beperkt. Nader onderzoek naar de emissiereductiepotentie is gewenst.

### ***Methodiek emissiereductie- en kostenberekening***

De werkgroep 'Bomen, bos en natuur' heeft concrete voorstellen gedaan over (bos)beheer, bosontwikkeling en agroforestry en aangegeven op hoeveel hectares in de aanloop naar 2030 ze maatregelen wil treffen. Daarnaast heeft de werkgroep inschattingen gemaakt over de investeringen en kosten die daar mee gemoeid zijn. Prof. Nabuurs heeft op verzoek van de werkgroep kritisch gekeken naar de voorstellen en heeft naast suggesties rond investeringen en beheerkosten ook inschattingen gemaakt over de koolstofvastlegging van de verschillende voorstellen voor zowel de korte termijn (2030) als de langere termijn (2050). Daarbij is uitgegaan van de kengetallen/aannames uit de notitie 'Bossen en klimaat: Aannames en projecties ten behoeve van het Actieplan Bos en Hout' (Nabuurs et al., 2016). Voor bosaanplant is uitgegaan van een jaarlijkse extra vastlegging van 4,7 ton CO<sub>2</sub> per hectare bos in 2030 en 12 ton CO<sub>2</sub> per hectare bos in 2050. Met dit als referentie is door leden van de werkgroep in samenspraak met Prof. Nabuurs afgeleid wat de vastlegging is in 2030 en in 2050 in andere opstanden dan nieuw bos (houtwallen, korte rotatie biomassateelt, revitalisatie van bossen en voedselbossen). Hierbij is ook rekening gehouden met de jaren die nodig is voor implementatie (planvorming, beschikbaarheid van plantmateriaal, uitvoering) van de voorstellen. Voor overige bosbouwkundige aspecten zijn kengetallen gebruikt uit het normenboek van Staatsbosbeheer met normen voor uitvoering van werkzaamheden in bosbouw, natuurbeheer en landschapsverzorging.

De gepresenteerde cijfers in deze analyse over CO<sub>2</sub>-vastlegging en (investerings)kosten zijn gebaseerd op de informatie die de werkgroep heeft verzameld. Voor zover wij konden nagaan is de door de werkgroep verzamelde informatie de best beschikbare informatie die op dit moment voor handen is. Een veronderstelling die achter de gehanteerde cijfers zit is dat de voorgestelde maatregelen zo worden uitgevoerd dat het een maximale bijdrage levert aan CO<sub>2</sub>-vastlegging. Evenwel is het van belang om de komende jaren meer kennis en praktische ervaring op te doen om tot nauwkeuriger inschattingen te komen van zowel de kosten als CO<sub>2</sub>-vastlegging van verschillende maatregelen.

### ***Implementatie***

De werkgroep heeft in haar voorstel aandacht besteed aan meekoppelkansen met bestaande beleidsdoelen, de kansen voor nieuwe verdienmodellen, opties voor financiering en aan de bestaande instrumentatie. Echter concrete stappen gericht op afstemming tussen partijen om tot realisatie van de maatregelen te komen ontbreekt in de voorstellen. Gezien de sterke meekoppelkansen met bestaande beleidsdoelen w.o. het natuurnetwerk en het feit dat terreinbeheerders, binnen en buiten het natuurnetwerk ook nieuwe beheerkeuzes kunnen maken lijkt realisatie van een groot deel van de voorstellen mogelijk. Voor de voorstellen over agroforestry en bossen nabij de woonomgeving zal nog verkend moeten worden of daar draagvlak voor is en of daar instrumenten voor kunnen worden ontwikkeld.

### ***Overige aspecten***

De voorgestelde plannen rond aanplant en beheer hebben gevolgen voor biodiversiteit, landschap en de productie van biomassa. In de voorstellen voor nieuwe bossen en herstel van bestaande bossen wordt het huidige beleid rond natuurbossen en multifunctionele bossen niet verlaten. De bossen, riet- en natuurlijke graslanden voorzien in een jaarlijkse biomassa



stroom en als de voorstellen worden gerealiseerd zal op termijn ook meer biomassa beschikbaar zijn (o.a. van de bijgroei, dunning en snoei, maaisel), maar ook uit aquatische systeem (zgn. 'Blue Carbon' zoals waterplanten, slikken). Deels kan deze stroom restproducten uit natuur ingezet worden voor energie (energiecentrales) of worden ingezet als biogrondstof of als bodemverbeteraar in de landbouw. De bijdrage van deze reststroom van biomassa en de kostenprijs zijn in deze analyse niet gekwantificeerd.

### **Resultaten pijler landgebruik**

Uit de analyse blijkt dat door nieuwe aanplant van bossen en door revitalisatie van bossen er jaarlijks meer koolstof zal worden vastgelegd. In 2030 is dat circa 0,63 Mton CO<sub>2</sub>. Daarvan is 0,27 Mton CO<sub>2</sub> afkomstig van nieuw bos, geplant op voormalige landbouwgrond en 0,29 Mton CO<sub>2</sub> het gevolg van revitalisatie van bossen en herstel van landschapselementen. Daarnaast zijn er voorstellen voor agroforestry w.o. boomaanplant op weilanden, voedselbossen en biomassateelten (o.a. wilgenteelt). Maatregelen in veenweidegebieden leidt ertoe dat 0,90 Mton CO<sub>2</sub> minder geëmitteerd wordt in 2030. Dit komt voor het grootste deel op het conto van de aanleg van een onderwaterdrainagesysteem. De voorstellen voor meer koolstof in landbouwbodems dragen 0,49 Mton CO<sub>2</sub> bij. Dit kan gerealiseerd worden door meer grasland, minder scheuren en het gebruik van vanggewassen. Bij elkaar opgeteld dragen de huidige voorstellen in het klimaatakkoord bij aan een totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van netto 2,0 Mton in 2030.

## 12.5 Glastuinbouw

### 12.5.1 Bevindingen

De glastuinbouwsector heeft maatregelen geïdentificeerd die ertoe kunnen leiden dat de sector al in 2040 klimaatneutraal kan zijn. De voorstellen voor 2030 in het VHKA zijn afgeleid van het pad naar klimaatneutraal 2040. Met de maatregelen zou de sector in 2030 een emissiereductie kunnen realiseren van 2,7 tot 3,0 Mton CO<sub>2</sub> (tabel 12.4).

**Tabel 12.4 Emissiereducties in 2030 en kosten van maatregelen bij de glastuinbouw**

<b>Glastuinbouw</b>	<b>Emissie reductie</b>	<b>Invester-ingen</b>	<b>Kapitaal-kosten</b>	<b>O&amp;M kosten</b>	<b>Brandstof-kosten</b>
	Mton CO <sub>2</sub>	mln euro	mln euro/jr	mln euro/jr	mln euro/jr
Lagere inzet van gas-WKK	1,8			NB	-310
Afname methaanslip uit WKK	0,4				
Lagere inzet gasketels	0,5 - 0,8				-90 - -130
Extra inkoop elektriciteit					170
Extra inzet geothermie		700 - 1000	50 - 70	50 - 80	
Extra levering restwarmte		35	2	NB	NB
Energiezuinige kassen		420	25	NB	
Extra CO <sub>2</sub> -levering		1540	105	NB	
Totaal	2,7 - 3,0	2700 - 3000	180 - 200	70	-230 - 280

De reductie ontstaat grotendeels door uitfasering van de gasgestookte warmtekrachtkoppeling (gas-WKK) en lagere inzet van gasketels. De WKK voorziet momenteel in elektriciteit voor eigengebruik en netlevering, warmte en CO<sub>2</sub> (nodig voor gewasgroei). Na uitfasering van WKK zou in deze behoeften kunnen worden voorzien door levering van warmte via een warmtenet (ingevoerd met geothermie en restwarmte), inkoop van elektriciteit en externe levering van CO<sub>2</sub> uit industriële bronnen.

Om deze reductie te realiseren zal de glastuinbouwsector circa 1,3 miljard euro moeten investeren. Daarvan is 850 miljoen nodig voor geothermie, 420 miljoen euro voor emissiereducerende maatregelen in dat deel van de kassen die vernieuwd worden en 35 miljoen euro voor restwarmte. De totale investeringen in vernieuwing van kassen is met 5,6 miljard euro aanzienlijk groter dan de specifieke klimaatinvesteringen in deze kassen (maar valt uiteraard buiten het klimaatbeleid). De investeringen voor de levering van CO<sub>2</sub> en elektriciteit vallen toe aan de sector industrie respectievelijk elektriciteit. De nationale kosten voor de beoogde emissiereductie in de glastuinbouw bedragen circa 100 miljoen euro per jaar.

### 12.5.2 CO<sub>2</sub>-emissiereductiemaatregelen

In de voorstellen is sprake van een verschuiving in de manier waarop invulling wordt gegeven aan de toekomstige warmtevraag en elektriciteitsvraag. We gaan eerst in op de veranderingen in de wijze waarop de energievoorziening, warmte (in PJ) en elektriciteit (in TWh) er in 2030 uit zou zien. De ontwikkeling in energievoorziening is de basis voor het in beeld brengen van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie die glastuinbouwsector in kader van het klimaatakkoord denkt te kunnen realiseren.

In het referentiescenario voor 2030, gebaseerd op de vastgesteld en voorgenomen beleidsvariant uit de Nationale Energieverkenning 2017 zonder openstellingen van SDE+-regeling na 2019, was al voorzien dat de wijze waarop de invulling van de warmtevoorziening gebeurt, zou wijzigen. Het betreft daar een lager aandeel gas-WKK – meer dan een halvering ten opzichte van 2015, zowel relatief (van 49% naar 19%) als absoluut (-62%) – en de toename van geothermie, biomassa-WKK en gasketels.

In het voorstel voor het klimaatakkoord is gekozen voor een volledige afbouw van het gebruik van fossiel gas in gas-WKK. De consequentie daarvan is niet alleen dat aan de blijvende vraag naar warmte moet worden voldaan, maar dat door het verdwijnen van de gas-WKK ook de productie van eigen elektriciteit voor o.a. belichting wegvalt. Ook de productie van CO<sub>2</sub> ten behoeve van assimilatie valt voor een deel weg; de CO<sub>2</sub>-productie uit gasketels blijft bestaan. De vervanging van warmte en elektriciteit wordt in het voorstel van de sector zo duurzaam mogelijk ingevuld. Daarnaast wordt ook vernieuwing van bestaande kassen voorgesteld, waardoor de uiteindelijke warmtebehoefte in 2030 naar verwachting ook in absolute zin daalt.

Om te kunnen voorzien in de blijvende behoefte aan warmte – deze is in het referentiescenario voor 2030 geschat op 78 PJ – worden twee bestaande CO<sub>2</sub>-vrije bronnen voor warmte verder uitgebreid: geothermie en het gebruik van restwarmte.

#### *Geothermie*

In het referentiescenario is de warmteproductie middels geothermie ingeschat op 7,9 PJ in 2030. Het voorstel voorziet erin dat er bovenop de uitbreiding ten opzichte van 17 bestaande projecten, er 35 bijkomende projecten gerealiseerd worden of dus per jaar gemiddeld 3 extra geothermie installaties worden bijgebouwd. Dit is een ambitieus plan, maar niet onrealistisch als de professionalisering van de geothermiesector doorzet en ondersteunende instrumenten (RNES, SDE+) in stand worden gehouden. Hierdoor neemt de beschikbare warmte uit geothermie toe met 10,0 tot 14,7 PJ. Geothermie is daarmee een belangrijke warmtebron ter compensatie voor het uitfaseren van de gas-WKK's.

#### *Restwarmte*

In het referentiescenario is de hoeveelheid warmte die beschikbaar is voor de glastuinbouw uit warmtenetten in 2030 circa 3,1 PJ. In het voorstel gaat dit toenemen met 6,9 PJ, naar 10 PJ. Om deze uitbreiding mogelijk te maken moet een netwerk worden aangelegd zodat met sectoren met een overschot aan warmte, zoals industrie of afvalverbrandingsinstallaties deze

warmte aan de glastuinbouw kunnen leveren. Het gebruik van deze onbenutte restwarmte draagt bij aan het invullen van de weggevalle warmteproductie uit gas-WKK.

#### *Aankoop elektriciteit*

Door het uitfaseren van de gas-WKK zijn extra voorzieningen nodig om te kunnen voorzien in de elektriciteitsbehoefte van de glastuinbouw. In het referentiescenario is een elektriciteitsvraag van 6,5 TWh aangehouden. Door het uitfaseren verdwijnt alle door de glastuinbouw met aardgas-WKK geproduceerde elektriciteit (circa 3,1 TWh). Aangenomen is dat biomassa- en biogas WKK gehandhaafd wordt. In combinatie met de bestaande inkoop (3,2 TWh), de productie uit biomassa-WKK (0,3 TWh), een extra elektriciteitsvraag voor geothermie (0,1 TWh) en een verdere toename van de vraag in 2030 met 0,4 TWh neemt de elektriciteitsvraag toe naar in totaal 7,1 TWh in 2030. In het sectorvoorstel is gekozen voor de extra inkoop van 3,5 TWh aan duurzame elektriciteit om de extra vraag en wegvallende productie uit gas-WKK op te vangen.

Doordat de tuinders in 2030 geen gas meer gebruiken voor het opwekken van elektriciteit met gas-WKK wordt 31,6 PJ aan gas vermeden, maar wordt er tegelijkertijd ook geen warmte geproduceerd (14,9 PJ). Deze warmtebehoefte wordt deels door geothermie en deels door restwarmte ingevuld. De resterende warmtevraag wordt door extra gasketels ingevuld. De netto afname van het gasgebruik is hierdoor circa 26 PJ (verder toegelicht onder methodiek). Een bijkomend voordeel van het wegvallen van de gas-WKK is het verdwijnen van de emissie van methaanslip (circa 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq).

#### *CO<sub>2</sub> ten behoeve van assimilatie*

Door het uitfaseren van gas-WKK valt ook voor een groot deel de CO<sub>2</sub>-productie weg die gebruikt wordt om de groei van de gewassen te stimuleren. Om aan de behoefte voor CO<sub>2</sub> voor de gewassen te voldoen worden in het voorstel afspraken gemaakt met de industrie voor levering van CO<sub>2</sub> aan de sector per pijplijn of per vrachtwagen. Op grond van het voorstel wil de sector in 2030 circa 2 Mton externe CO<sub>2</sub> geleverd krijgen, tegen 0,6 Mton in het referentiescenario.

#### *Kasvernieuwing*

In het voorstel zijn ook plannen opgenomen voor vernieuwing van kassen en om deze energiezuinig te maken. Energiezuinig betekent dat de kas zo is uitgerust dat energiezuinige maatregelen genomen kunnen worden. Kassen die sinds 2000 zijn gebouwd zijn in principe al geschikt om maatregelen te nemen. Ongeveer 4000 ha kassen dateert van voor 2000 en is niet geschikt. Dit is het voornaamste areaal wat vervangen wordt (persoonlijke mededeling LTOGlaskracht t.b.v. de klimaattafel). Voor de berekening gaan we ervan uit dat van het vervangen areaal 10% gebouwd is na 2000 en dus een lagere energiebesparing realiseert. Door voortdurende innovatie en het implementeren van de efficiëntere technieken is dus voorzien dat tot 2030 ongeveer een derde van het kassenareaal is vernieuwd. Het effect daarvan is dat in 2030 ten opzichte van het referentiescenario in de NEV2017 circa 7,1 PJ (= 6% van het finale energiegebruik exclusief elektriciteit in 2015, met elektriciteit is het 5%) kan worden bespaard.

#### *CO<sub>2</sub>-emissiereductie als gevolg van veranderingen in de warmte en elektriciteitsvoorziening*

Door de uitfasering van gas-WKK treedt er een verschuiving op in de manier waarop glastuinbouw in 2030 wordt voorzien van warmte en elektriciteit. In plaats van eigen productie van CO<sub>2</sub> t.b.v. de teelt worden warmte, elektriciteit en CO<sub>2</sub> ingekocht bij andere sectoren. Er wordt op energie bespaard door verdere innovatie en vernieuwing van kassen. Energiebesparing, vervanging van gas-WKK door duurzame warmte en duurzame elektriciteit dragen bij aan een CO<sub>2</sub>-emissiereductie voor de sector zelf. Voor de glastuinbouw is de netto besparing door duurzame elektriciteit in te kopen 1,5 Mton CO<sub>2</sub>. In de analyse is aangenomen dat de

gemiste warmteproductie van de aardgas-WKK (14,9 PJ) wordt opgevangen door de inzet van 5 PJ uit geothermie en 5 PJ uit restwarmte en het resterende deel uit extra gasketels. Door de dan nog resterende uitbreiding van de geothermie wordt 5,3 tot 10,2 PJ gas vermeden, equivalent met 0,3 tot 0,6 Mton CO<sub>2</sub>-emissie. Door de nog resterende onbenutte restwarmte (1,9 PJ) wordt nog eens 0,1 Mton CO<sub>2</sub> vermeden (tabel 12.4). Deze emissiereducties zijn het gevolg van minder inzet van gasketels. Innovatie en vernieuwing levert een emissiereductie op van 0,4 Mton CO<sub>2</sub>. Ook de 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq emissie van methaanslip die vrijkomt bij gas-WKK vervalt. Bij elkaar levert dit 2,7 tot 3,0 Mton aan CO<sub>2</sub>-emissiereductie op (tabel 12.4).

### 12.5.3 Toelichting op de maatregelen en methodiek

#### *Extra inkoop netstroom*

De extra vraag naar elektriciteit uit de glastuinbouw bedraagt 3,5 TWh in 2030 zoals aangegeven in het voorstel. Dit wordt dus gerealiseerd door de extra inkoop van netstroom en vervangt de stroom die anders door gas-WKK zou opgewekt worden. Deze 3,5 TWh is iets meer dan de volledige WKK-productie in 2030 vanuit de glastuinbouw zoals geraamd in het referentiescenario van de NEV2017 zonder SDE+ (3,4 TWh). In tabel 12.5 is een overzicht gegeven van de invulling van de elektriciteitsvraag glastuinbouw in de referentie en het streefbeeld. In de referentie levert de glastuinbouw netto al geen stroom meer aan het net in 2030. De WKK-vermindering betreft enkel het fossiele deel (aardgas) van de WKK in de glastuinbouw, dat is 3,1 TWh. 0,3 TWh komt en blijft komen uit biomassa- en biogas-WKK. Dit zijn reeds hernieuwbare opties, dus daarvan wordt verondersteld dat die behouden blijven. De sector geeft aan dat de extra inkoop van netstroom niet enkel substitutie van WKK-stroom voor belichting naar netstroom is, maar ook dient voor extra belichting en all-electric kassen.

**Tabel 12.5 Overzicht van de invulling van de elektriciteitsvraag glastuinbouw in de referentie en het streefbeeld, in TWh**

TWh	Referentiescenario	Streefbeeld, minimaal	Streefbeeld, maximaal
Uit WKK	3,4	0,3	0,3
Inkoop	3,2	3,2	3,2
Inkoop vervanging gas WKK		3,1	3,1 <sup>a</sup>
Extra inkoop		0,4	0,4 <sup>a</sup>
Extra stroomvraag geothermie		0,1	0,1
Totaal	6,5	7,0	7,1

<sup>a</sup> Samen 3,5 TWh

De vervanging van aardgas-WKK door netstroom levert de sector een besparing op van 31,6 PJ aardgas. Volgens het referentiescenario produceert aardgas-WKK 14,9 PJ warmte in 2030, die moet dus op een andere manier geleverd worden (zie tabel 12.6). In de analyse is verondersteld dat de andere maatregelen (geothermie, restwarmte) instaan voor de 2/3 van de voorziening van deze warmtevraag. Het aandeel 2/3 is arbitrair gekozen, echter wel rekening houdend met het feit dat een deel van de tuinders op een ongeschikte locatie voor geothermie of aansluiting op een restwarmtenet zit. Een ander aandeel zal de effecten onderling verschuiven tussen de maatregelen, maar het totale plaatje wijzigt niet. Het vermeden gasverbruik door de inzet van geothermie en restwarmte ter vervanging van WKK-warmte mag niet meegeteld worden onder deze maatregel, anders is er dubbeltelling. Het resterende derde van de weggevallen WKK-warmte wordt door extra gasketels opgevangen. Er wordt netto 26 PJ (= 31,6 PJ – 5,9 PJ (gasketel in plaats van WKK)) aardgas bespaard. Dit komt overeen met een netto CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 1,5 Mton. Door het wegvallen van de aardgas-WKK wordt ook de methaanslip van de gasmotoren vermeden, dat is 0,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq. De investeringen in elektriciteitsvoorzieningen zijn geen onderdeel van de investering door

de glastuinbouw maar vallen toe aan de elektriciteitssector. De nationale kosten voor inkoop van elektriciteit zijn circa 112 miljoen euro per jaar.

#### *Geothermie-projecten*

De sector stelt voor 35 extra geothermieprojecten te realiseren in 2030 bovenop de 17 bestaande, dus in totaal 52 projecten in 2030. In het referentiescenario wordt in 2030 7,9 PJ warmte uit geothermie geproduceerd in de landbouwsector (tabel 12.6).

**Tabel 12.6** Overzicht van de invulling van de warmtevraag in de glastuinbouw in de referentie en het streefbeeld, in PJ

PJ	Referentiescenario	Streefbeeld, minimaal	Streefbeeld, maximaal
Gasketel	50	42	37
GasWKK	15	0	0
Biomassa ketel	0	0	0
Biomassa WKK	1	1	1
LBP-ketel	0	0	0
Geothermie	8	18	23
Externe warmte	3	3	3
Extra restwarmte		7	7
Totaal	78	71	71
Besparing		7	7

Een gemiddeld project (SDE+ gegevens van de periode 2015-2017) bedraagt 16 MWth en maakt 6000 vollasturen per jaar. Dit komt overeen met een jaarlijkse productie van 0,35 PJ per project. Echter, er zijn ook grotere projecten; stel dat 20 MWth aangehouden wordt, dan produceert elk project 0,43 PJ per jaar. 7,9 PJ komt dus overeen met 23 projecten (van 16 MWth) of 18 projecten (van 20 MWth). Dit betekent dat er ten opzichte van de NEV 2017 nog 29 projecten (van 16 MWth) of 34 projecten (van 20 MWth) bijkomen. Die extra projecten betekenen een extra warmteproductie uit geothermie van 10,0 tot 14,7 PJ bovenop de 7,9 PJ uit NEV 2017. De CoP, een maat voor de hoeveelheid stroom die nodig is per eenheid warmte, van huidige geothermieprojecten bedraagt gemiddeld 17, met een spreiding van 8 tot 31 (SDE+ projectdata). Het is de verwachting dat door verdere leerervaring en verbetering van de installaties (casingmateriaal, pompen) de CoP gaat toenemen. Technisch zou een CoP van 50 mogelijk kunnen zijn, maar voor deze doorrekening nemen we voor 2030 een CoP van 30 aan. Rekening houdend met een CoP van 30 betekent dit een extra stroomvraag van 0,33 tot 0,49 PJ (of 0,09 tot 0,14 TWh). Voor deze extra stroomvraag wordt er uitgegaan van een constant profiel jaarrond (basislast). Mogelijke bijkomende emissies in de elektriciteitssector door de toegenomen stroomvraag zijn niet toegerekend aan de glastuinbouwsector. De investeringskosten voor geothermie in de glastuinbouw (basislast) bedragen 1444 euro/kW en de operationele kosten 115 euro/kW (SDE+ conceptadvies 2019, operationele kosten bevatten kosten stroominkoop). Dit brengt de additionele investering op 687 tot 1006 miljoen euro.

#### *Gebruik 10 PJ restwarmte*

De sector streeft er naar om in 2030 een totale voorziening van 10 PJ externe warmte mogelijk te maken. Het gaat hier om restwarmte die anders onbenut zou blijven. In het referentiescenario wordt er reeds 3,1 PJ externe warmte geleverd in 2030. De bijkomende opdracht is dus de levering van 6,9 PJ extra warmte. Er wordt verondersteld dat dit tot nu toe onbenutte restwarmte is en geen warmte die voor dit doel wordt opgewekt.

Uitgaande van een bedrijfsgrootte van 5 ha met een verbruik van 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> betekent dat 6,9 PJ externe warmte 175 bedrijven kan bedienen. Op basis van door LTOGlaskracht opgegeven

kosten van 0,1 miljoen euro per aansluiting en 0,1 miljoen euro voor het distributienetwerk per aansluiting komt de totale investering neer op 35 miljoen euro. Geannuiseerd (3%, 25 jaar) komt dit neer op 2 miljoen euro per jaar in 2030. De totale kosten, inclusief de baten voor het vermeden gasverbruik in ketels en uitgaande van kosteloze restwarmte, bedragen -18 miljoen euro per jaar. De genoemde bedragen zijn niet gecheckt door het PBL.

#### *300 hectare energiezuinige kassen per jaar*

Samen met gebiedsontwikkeling, sanering en herstructurering wil de sector moderniseren en vernieuwen. Ten minste 300 ha per jaar energiezuinige kassen wil men realiseren. Deze hoeveelheid komt ongeveer overeen met het areaal dat in 2018 (ver)nieuwbouwd wordt. Over een periode van 10 jaar (2020-2030) betekent dit in totaal 3000 ha, ongeveer een derde van het huidige areaal. De opgave is ambitieus. In de afgelopen tien jaar lagen de nieuwbouwcijfers niet boven de 150 hectare per jaar. In 2017 werd aangegeven dat er onvoldoende capaciteit was en de verzoeken tot nieuwbouw meer in de tijd moesten worden gespreid.

Energiezuinig betekent dat de kas zo uitgerust is dat energiezuinige maatregelen genomen kunnen worden. Kassen gebouwd sinds 2000 zijn in principe al geschikt om maatregelen zoals extra schermen en luchtbehandelingsinstallaties te nemen. Ongeveer 4000 ha dateert echter van voor 2000 en is niet geschikt. Dit is het voornaamste areaal wat vervangen wordt. Voor deze berekening gaan we uit dat van het vervangen areaal 10% gebouwd is na 2000, en dus een lagere besparing realiseert. In een studie van de WUR (WEcR, 2017) staan gegevens over het effect van maatregelen voor warmtebesparing. De voornaamste maatregelen zijn extra schermen (besparing van 16 tot 25%), extra kasisolatie (17%) en selectief verwarmen en ventileren (resp. 10 en 8%). Echter is het zo dat de meeste kassen (96%) reeds uitgerust zijn met een eerste energiescherm, iets minder dan de helft (45%) met een tweede en slechts 4% met een derde scherm. Selectief verwarmen en ventileren wordt door ongeveer 40% van de tuinders toegepast. Extra kasisolatie wordt amper toegepast (1%).

Voor de berekening van de maatregel gaat het PBL uit van een besparing van 25% voor vernieuwing van kassen van voor 2000, en van 8% voor kassen van na 2000. Uitgaande van een referentieverbruik van 32 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, komt dit overeen met een besparing van 8,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> aardgas voor kassen van voor 2000, en 2,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> voor kassen gebouwd na 2000. In 2030 levert dit een besparing op van in totaal 7,1 PJ aardgas. Dit levert een CO<sub>2</sub>-reductie op van 0,4 Mton.

Voor het bepalen van de kosten en besparingen worden de cijfers zoals aangeleverd door LTOGlaskracht gebruikt (Achtergrond notitie LTOGlaskracht t.b.v. Klimaattafel Landbouw en landgebruik). Het PBL heeft geen plausibiliteitscontrole hierop uitgevoerd. In totaal vereist de nieuwbouw van 3000 ha in 10 jaar een investering van 5,7 miljard euro (range 2,9 tot 8,5 miljard euro). Daarvan is een klein deel, 420 miljoen euro een investering die is gerelateerd aan klimaat. Geannuiseerd (3%, 25 jaar) komt dit neer op 24 miljoen euro per jaar in 2030 aan nationale kosten; inclusief de baten van vermeden gasverbruik in ketels komt dit neer op -46 miljoen euro per jaar.

#### *2 Mton CO<sub>2</sub>-levering*

Conform het voorstel van de sector wil de glastuinbouw in 2030 2 Mton CO<sub>2</sub> per jaar geleverd krijgen. Momenteel ontvangen de tuinders ongeveer 0,6 Mton CO<sub>2</sub> afkomstig van de industrie, voornamelijk in het Westland. In de NEV 2017 is verondersteld dat ook in 2030 0,6 Mton CO<sub>2</sub>-levering plaats vindt. De glastuinbouw streeft dus naar 1,4 Mton additionele CO<sub>2</sub>-levering in 2030. We ervan uit dat de extra CO<sub>2</sub>-levering noodzakelijk wordt door het wegvallen van de gasgestookte WKK in kassen die CO<sub>2</sub>-vrij verwarmd gaan worden. De investeringen in voorzieningen voor de levering van CO<sub>2</sub> aan de glastuinbouw zijn geen onderdeel



van de investering door de glastuinbouw maar vallen toe aan de sector industrie. De investeringskosten zijn begroot op 1,5 miljard euro. De nationale kosten voor inkoop van CO<sub>2</sub> zijn circa 100 miljoen euro per jaar.

#### 12.5.4 Overige aspecten

Deze analyse heeft zich geconcentreerd op de belangrijkste veranderingen die samenhangen met de uitfasering van gas-WKK en de daarmee vermeden CO<sub>2</sub>-emissie, de investeringen en jaarlijkse kosten. Naast deze kwantificeerbare maatregelen zijn ook voorstellen gedaan waaronder gebiedsaanpak, integrale energie-aanpak, voortzetting van het programma 'Kas als Energiebron', CO<sub>2</sub>-meetlat, CO<sub>2</sub> sectorsysteem en gebruik van biomassa. Deze zijn of konden niet worden doorgerekend, maar vormen grotendeels wel een randvoorwaarde om de emissiereductie in 2030 te kunnen realiseren. Ook kan gedacht worden aan een energie-label op grond waarvan de slechtst-presterende kassen verplicht vernieuwd moeten worden, gesteund met een financiële maatregel. Niet gekeken is naar hoe dit voorstel, dat is geschreven met een sectorbril en gericht op CO<sub>2</sub>-emissiereductie door de sector, zich verhoudt tot nationale ontwikkelingen op het terrein van energievoorziening. De route van de uitfasering van gasWKK conform het geanalyseerde voorstel, een route die overigens niet expliciet is gemaakt, zou op grond van een dergelijke bredere analyse mogelijk kunnen worden bijgesteld. Ook is de overlap tussen de maatregelen nog niet in kaart gebracht. Het zou kunnen zijn dat de maatregelen gezamenlijk een kleiner areaal dan de maatregelen afzonderlijk bestrijken en dus netto een lager emissiereductie-effect hebben.

Het aspect van monitoring, rapportering en verificatie van maatregelen blijft in het sectorvoorstel op onderdelen nog onderbelicht. Voor een aantal maatregelen, bijvoorbeeld geothermie, is dat op orde en loopt via SDE+ en wordt door RVO en TNO-geologie gevolgd. Ruimte voor informatieverzameling zien wij bij CO<sub>2</sub> levering en vernieuwing van kassen. Wat betreft monitoring kan gedacht worden aan de energieprestatie van de kas. Een uitbreiding van de dataverzameling en databeschikbaarheid lijkt een logisch gevolg van de voorstellen. Ook is nog een slag te maken in het harmoniseren van de data die gebruikt worden om inspanningen van de sector goed te kunnen weergeven.

Ten aanzien van de financierbaarheid van de maatregelen zouden niet alleen de overheid maar ook de banken en financieringsinstellingen meer betrokken kunnen zijn bij het uitrollen van de maatregelen. Vooral omdat een deel van de voorziene investeringen in de glastuinbouw buiten de sector zelf valt, waardoor de sector meer dan voorheen afhankelijk wordt van andere partijen, is het zaak dat daar een goede constructie voor wordt opgezet. Dit geldt bijvoorbeeld voor de levering van CO<sub>2</sub> door de industrie.

## 12.6 Klimaatvriendelijk voedsel

### 12.6.1 Bevindingen

De totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van het voorstel om de voedselverspilling te halveren en de eiwitconsumptie te beperken én om te buigen naar een groter aandeel plantaardige eiwit kan oplopen tot 6,6 Mton CO<sub>2</sub> in 2030. De vermindering van voedselverspilling is goed voor een reductie van maximaal 1,5 Mton CO<sub>2</sub> en de transitie naar meer plantaardige eiwit in het dieet voor ruim 5 Mton CO<sub>2</sub>. De geraamde CO<sub>2</sub>-reductie zal maar voor een beperkt deel in Nederland plaatsvinden aangezien het grootste deel van het voedsel wordt geïmporteerd. De maatregelen leiden ook een kleiner landbeslag voor voedselproductie, vooral in het buitenland. Het verminderde landbeslag kan leiden tot lagere CO<sub>2</sub>-emissies. Hiermee is in de berekeningen geen rekening gehouden. Aangezien het veranderen van consumentengedrag



omtrent voedsel geen eenvoudige opgave is, is het allerm minst zeker of deze reductie daadwerkelijk gerealiseerd kan worden in 2030. De kosten en mogelijk overige baten van de voorstellen zijn niet onderzocht.

### 12.6.2 Maatregelen gericht op voedselconsumptie

Naast maatregelen gericht op broeikasgasreductie in de landbouwproductie heeft de Sector-tafel Landbouw en Landgebruik ook twee voorstellen gedaan om de voedselconsumptie klimaatvriendelijker te maken, te weten het verminderen van voedselverspilling, en een toename van de consumptie van groente en fruit om het aandeel plantaardige eiwitten in de voedselconsumptie te vergroten. In aansluiting op de Taskforce Circular Economy in Food stelt de sectortafel voor om de voedselverspilling in 2030 te halveren ten opzichte van 2015. Wat betreft de verandering in consumptie van plantaardige eiwitten stelt de sectortafel voor om de verhouding in dierlijke en plantaardige eiwitten om te draaien van 60:40 nu naar 40:60 in 2050. Daarnaast acht de sectortafel een afname van de totale eiwitconsumptie van 10-15% wenselijk.

### 12.6.3 CO<sub>2</sub>-effect van de voorstellen

Als er minder voedsel wordt verspild, hoeft er minder voedsel te worden geproduceerd. Een halvering van de voedselverspilling in 2030 (ten opzichte van 2015) levert naar verwachting een totale emissiereductie op van circa 1,5 Mton CO<sub>2</sub> equivalenten. Dit komt overeen met circa 5% van de aan voedselconsumptie gerelateerde emissies. De vermeden emissie van broeikasgassen zal deels in Nederland worden gerealiseerd; een groter deel zal in het buitenland worden gerealiseerd. De emissie van CO<sub>2</sub> en overige broeikasgassen ontstaat voor de meeste voedingsmiddelen voornamelijk tijdens het productieproces op de boerderij. Het voedsel dat in Nederland wordt verkocht (inclusief het verspilde deel) komt voor een belangrijk deel uit het buitenland (Mulwijk et al., 2018).

De CO<sub>2</sub>-reductie door de beoogde verandering in eiwitconsumptie in 2050 bedraagt bijna 8 Mton CO<sub>2</sub>. Uitgaande van een afname van de eiwitconsumptie in Nederland met 10% en een verhouding tussen dierlijk- en plantaardig eiwit in het dieet van 50:50 in 2030, bedraagt de CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 door verandering van de eiwitconsumptie 5 Mton CO<sub>2</sub>. Om dezelfde reden als bij verminderen van voedselverspilling, geldt voor de CO<sub>2</sub>-reductie door verandering in de eiwitconsumptie dat deze voor een groot deel in het buitenland zal plaatsvinden. Overigens leiden de voorstellen niet alleen tot minder broeikasemissies, het zal ook voor een aantal andere aspecten tot vermindering van de milieudruk leiden, zoals land- en watergebruik, en emissie van nutriënten.

### 12.6.4 Methodiek voor de analyse

Voor de inschatting van de CO<sub>2</sub>-effecten is gebruik gemaakt van kengetallen over de CO<sub>2</sub>-emissie van de Nederlandse voedselconsumptie (Kramer, 2015; RIVM, 2016). Als de beoogde consumptieverandering van eiwitten wordt gerealiseerd en als de halvering van de voedselverspilling in 2030 wordt gehaald, dan daalt de vleesconsumptie in Nederland met circa 40% en de zuivel- en eierconsumptie met circa 20%. Dit komt overeen met circa 15% van de Nederlandse productie van circa 10-20% voor de meeste producten (varkensvlees, pluimveevlees, zuivel en eieren). De krimp van de productie kan zowel in het buitenland als in Nederland plaatsvinden. Dit is niet nader geanalyseerd.

### 12.6.5 Implementatie

De sectortafel heeft een rijke schakering aan maatregelen in gedachten om voedselverspilling tegen te gaan. Zo nemen industrie, retail en horecapartijen het op zich om als branche de huidige voedselverspilling van 5% te reduceren tot 2,5%. Het genoemde percentage van 5% voor de retail komt overeen met eerder gepubliceerde schattingen (Stenmarck et al., 2016); het percentage voedselverspilling in de verwerkende en voedingsmiddelenindustrie

wordt in diezelfde studie geschat op 19% en van de horeca op 12%. Het genoemde streven door de sectortafel van reductie van 5% voedselverspilling naar 2,5 % is voor de retail in overeenstemming met het overkoepelende doel (halvering in 2030), voor de industrie en horeca is de inschatting van de sectortafel van de huidige voedselverspilling een factor 2,5-4 te laag.

Bij de voorgenomen maatregelen valt op dat er weinig aandacht is voor de consument (verantwoordelijk voor ruwweg de helft van de voedselverspilling) (Stenmarck et al., 2016). Het reduceren van de verspilling bij de consument levert relatief het meeste klimaatwinst op, omdat bij het verspillen door de consument alle energie en materialen die in de voedselproductieketen zijn geïnvesteerd, worden verspild. Het reduceren van voedselverspilling bij consumenten is daarom naar verwachting het meest effectief. Er is gerichte aandacht voor gedragsverandering nodig om de voedselverspilling door consumenten te reduceren (voor concrete opties hiervoor door de voedingsmiddelenindustrie, retail en horeca zie Schanes et al., 2018).

Het voornemen om jaarlijkse een ranglijst van supermarkt(ketens) op basis van de omvang van de voedselverspilling op te stellen kan helpen om de bewustwording rond voedselverspilling te vergroten. De vraag is of de supermarkt als focus de meest effectieve keus is aangezien de voedingsmiddelenindustrie, horeca en vooral de consument zelf verhoudingsgewijs meer voedsel verspillen.

Al met al is het de vraag hoe reëel een reductie van 50% van voedselverspilling in 2030 is. De Monitor Voedselverspilling laat zien dat er de afgelopen zeven jaar (2009 – 2016) nauwelijks voortgang is geboekt met het terugdringen van voedselverspilling (Ministerie van LNV, 2018b; Soethoudt & Vollebregt, 2018). Er zijn het afgelopen jaar echter nieuwe initiatieven in gang gezet (zoals de Taskforce Circular Economy in Food) die wellicht tot een versnelde reductie van voedselverspilling kunnen leiden. De Rijksoverheid ondersteunt dit initiatief en onderschrijft ook de doelstelling van 50% reductie van voedselverspilling (Ministerie van LNV, 2018c; Taskforce Circular Economy in Food, 2018). Daar staat tegenover dat het verminderen van voedselverspilling sterk afhangt van de bereidheid van consumenten en van een groot aantal werknemers in de horeca en catering (inclusief zorginstellingen, ziekenhuizen etc.). Dit vergt een aanpassing van de huidige praktijken, waarvoor weinig 'hard' beleid mogelijk is. Dit maakt het niet erg waarschijnlijk dat de doelstelling van 50% reductie in 2030 ook geheel wordt gerealiseerd.

Wat betreft de voorgenomen maatregelen om de eiwitconsumptie om te buigen naar meer plantaardig is de intentie van de supermarkten om de omzet uit klimaatvriendelijke voedingsmiddelen te vergroten een stap in de goede richting. Klimaatvriendelijke producten als de gemakkelijkste en normaalste keuze positioneren (de standaardkeuze), is een effectief mechanisme om verduurzaming te bewerkstelligen (Muilwijk et al., 2018). Overigens impliceert het voornemen om de omzet uit klimaatvriendelijke voedingsmiddelen met 10% te vergroten niet dat dan ook de consumptie van dierlijke eiwitten met 10% daalt (wat het uiteindelijke streefbeeld is).

De voorgenomen voorlichting aan consumenten over duurzame keuzes is nodig om een gedragsverandering bij consumenten in gang te zetten. De voorgenomen campagnes kunnen aan effectiviteit winnen als ze worden afgestemd op de grootste barrières om het bestaande eetpatroon te veranderen. De kennis hierover is overigens nog beperkt. Het is ook van belang om te beseffen dat de dagelijkse voedselconsumptie vervat is in routines. Mensen maken over het algemeen niet voortdurend bewuste keuzes over hun consumptie, maar handelen in sociaal gedeelde patronen of routines (bijvoorbeeld het vaste boodschappenrondje door de supermarkt). Interventies die gericht zijn op het beïnvloeden van die sociaal

gedeelde routines zijn effectiever dan interventies gericht op het maken van bewuste individuele consumptiekeuzes (Shove et al., 2012; Muilwijk et al., 2018). Dit vraagt ook om (beter) inzicht in deze routines.

Het voornemen om het klimaatvriendelijke product tot de standaardkeuze voor de consument te maken, is een effectief mechanisme dat bijdraagt aan de eiwittransitie. Het uitgangspunt om binnen bestaande productgroepen het klimaatvriendelijke product 'het nieuwe normaal' te maken, is naar verwachting een belangrijk onderdeel om CO<sub>2</sub>-reductie door een verandering in de voedselconsumptie te realiseren. Het streven van de horeca om het klimaatvriendelijke alternatief als het 'nieuwe normaal' in het menu op te nemen, is een goede uitwerking daarvan, zeker als dit gepaard gaat met maatregelen die plantaardige eiwitconsumptie stimuleren. Ook het voornemen van Rijk, provincies en gemeenten om het inkoopbeleid te richten op een klimaatvriendelijke en gezonde dieetkeuze is een voorbeeld van het normaliseren van de klimaatvriendelijke keuzes. Het stellen van klimaateisen in het inkoopbeleid van overheden kan een uitstralend effect naar andere partijen in de maatschappij hebben.

Het voornemen om de carbon footprint per kg voedingsstoffen inzichtelijk te maken, is een complexe manier van informatievertrekking. Een carbon footprint op productniveau (bijvoorbeeld rundvlees versus kip, of peulvruchten) is begrijpelijker voor consumenten. In Zweden zijn in supermarkten goede ervaringen opgedaan met het inzichtelijk maken door alle aankopen via de kassabon op inzichtelijke wijze om te rekenen in een carbon footprint.

Het voornemen van retail, horeca en industrie om bij te dragen aan verdienmodellen voor klimaatvriendelijke producten door middel van garantstellingen voor bijvoorbeeld afname, is een goede stap. Dit voornemen kan worden versterkt met een monitoringsinspanning die het aantal (contractuele) afspraken van deze aard tussen partijen bijhoudt. Er is reeds beleidsinzet van de Rijksoverheid op dit onderwerp.

## 12.7 Innovatie

De voorgestelde innovatieagenda maakt onderscheid tussen de innovatiesporen die nodig zijn voor de uitrol van de voorgestelde maatregelen tot 2030 en verdergaande innovatie gericht op nieuwe technieken en vindingen met het oog op de periode daarna tot 2050. De innovatieopgave is door de sectortafel beschreven in twee hoofdsporen: 1) emissiereductie aan de bron via focus op veehouderij en op bodem en landgebruik en 2) emissievrije biomassa-productie in binnen- en buitenland inclusief optimaal landgebruik. De sectortafel stelt voor om – naast het bestaande programma de Kas als Energiebron – vier innovatieprogramma's in te richten, te weten: klimaatslimme veehouderij, klimaatslim bodem en landgebruik, nieuwe wegen voor biomassa en voedselproductie, en optimaal land- en biomassagebruik. Deze programma's zijn zowel op de lange als op de korte termijn gericht. De partijen hebben onder andere afgesproken om in het najaar een uitgewerkte innovatieagenda op te stellen. Daarbij wordt gedacht aan inzet van de verschillende Topsectoren, naast andere publieke financiering. Ook zal een beroep worden gedaan op de investeringen van private, kleine ondernemers. Het PBL ziet de volgende aandachtspunten bij het verder uitwerken van de innovatieprogramma's:

- Het scherper definiëren van de innovatieopgave voor 2030 (uitrol) en daarna (nieuwe technieken en vindingen). Deze scherpste kan onder meer richting geven aan de prioritering van inzet van middelen.
- De twee hoofdsporen van de innovatieopgave staan niet los van elkaar: nutriëntenstromen, koolstofstromen, veevoeders, mest, reststromen en biomassa zijn geen losstaande elementen. Zodoende is het van belang om de vier innovatieprogramma's nader af te stemmen, met oog op innovatie van het gehele landbouwsysteem. Immers innovaties in

het ene programma zullen effect hebben op andere. Zo zal klimaatslim bodem- en landgebruik van invloed zijn op biomassa en voedselproductie.

- Bovenstaande punt roept eveneens de vraag op hoe de effectiviteit van het gehele programma wordt bewaakt.
- Aansluiten bij de bestaande Topsectoraanpak lijkt een voor de hand liggende keuze. De aanbevelingen uit de evaluatie van de Topsectorenaanpak kunnen behulpzaam zijn om een effectief innovatiespoor uit te zetten.

## 12.8 Governance

Aan de tafel landbouw en landgebruik is, met uitzondering van de warme sanering varkenshouderij, gekozen voor technische maatregelen en landgebruiksmaatregelen die inpasbaar zijn binnen het bestaande productiesysteem. De rolverdeling en het benodigde (collectief) instrumentarium om deze maatregelen te implementeren is nog beperkt uitgewerkt. Voor de vervolgstappen die moeten uitmonden in een volwaardig klimaatakkoord constateert het PBL dat op het terrein van governance de volgende aandachtspunten van belang kunnen zijn.

Nadere specificering van verantwoordelijkheden, taken, operationele doelen en mechanismen voor deelname en handhaving is noodzakelijk om de uitvoering van de reeks aan technische en landgebruiksmaatregelen te laten slagen. De contouren van het voorgestelde instrumentarium passen bij een governance strategie die enerzijds gebaseerd is op vrijwilligheid (via versterken van kennisontwikkeling; versterken informatievoorziening; opzetten van platformen voor kennisdeling; het inzetten van financiële prikkels via fiscale route of de markt) en anderzijds op sturing via de keten (vooral via te ontwikkelen nieuwe verdienmodellen voor klimaatvriendelijk geproduceerde producten en in mindere mate via 'standaarden' in levering binnen de keten).

De voorliggende maatregelen van de tafel landbouw en landgebruik zijn omvangrijk en uiteenlopend van aard. Deze diversiteit maakt dat voor elk van die maatregelen specifieke arrangementen moeten worden ontwikkeld om ze te implementeren. Voor een deel van de voorstellen (bijvoorbeeld in de glastuinbouw, bij nieuwbouwnormering van stallen, opkoping van dierrechten of rond veevoer) bestaan al ervaring met sturingsarrangementen; daar kan op worden voortgebouwd. Voor sommige aanbevelingen (bijvoorbeeld onderwaterdrainage of andere teeltvormen met grootschalige toepassing van nitrificatieremmers) is dat niet of veel minder het geval. Daar zullen nieuwe arrangementen opgezet moeten worden. De mate waarin dit slaagt, is van invloed op de implementatiegraad en daarmee op de effectiviteit van de voorgestelde maatregelen.

Bij het verder uitwerken van arrangementen, het concretiseren van rollen en instrumentarium, kunnen een aantal voorwaarden in acht genomen worden. Het PBL (2018b) stelt vast dat private en publieke rollen en instrumentarium moeten worden afgestemd op het type probleem of opgave die voorligt. Onderscheid wordt gemaakt in optimaliseringsproblemen, coördinatieproblemen en afruilproblemen. In het HVKA wordt de opgave vooral geïnterpreteerd als een probleem van klimaatoptimalisering van de productie via technische en landgebruiksmaatregelen of 'slimmere' omgang met middelen.

Bij optimaliseringsproblemen waarbij het in principe mogelijk is om meer te doen met minder middelen kan de overheid randvoorwaarden stellen en zo de markt de ruimte geven om via innovatie dit méér met minder te verwezenlijken. Dat vergt in sommige gevallen verder ontwikkelen van kennis en technologie, het testen van maatregelen en kennis erover verspreiden via pilots en demonstraties en uiteindelijk het grootschalig toepassen. De voorstellen variëren in hun ontwikkel- en toepassingsfase. Zo is in de gevallen van nitrificatieremmers of onderwaterdrainage vastgesteld dat de technologie in een onderzoekomgeving kan werken,

maar deze worden nog niet, of slechts op kleine schaal toegepast. Dat vergt de ontwikkeling van arrangementen waarin via pilots en opschaling in de praktijk geëxperimenteerd wordt.

Voor een beperkt deel wordt de opgave als afruilprobleem voorgesteld. Dit neemt niet weg dat er voor een groot aantal maatregelen een verdelingsvraag ligt: wie gaan de kosten die samenhangen met de maatregelen dragen, oftewel hoe worden de kosten over partijen verdeeld? In hoeverre de te ontwikkelen verdienmodellen soelaas gaan bieden is op dit moment nog ongewis; dit kan een belemmerende factor worden. De vraag is hoe partijen – in afwachting van een verdienmodel – vervolgstappen zullen/kunnen zetten. Voor het terugbrengen van het aantal varkensrechten is de bekostiging wel helder; er is rijksbudget voor gereserveerd. Andere maatregelen, zoals de beoogde functiewijziging in het landgebruik, zal prestaties van de overheid vragen en de inzet van financiële middelen. Rond functiewijziging is een sterke rol van de provincies voorzien. Dat is bij de gebiedsprocessen rond 4000 ha agrarische grond veel minder duidelijk uitgewerkt, hoewel voor natuurontwikkeling provinciaal geld beschikbaar is.

Een deel van de voorgestelde maatregelen lopen tegen een coördinatieprobleem aan: individuen zijn beter af zijn als ze gezamenlijk een dienst of actie zouden ondernemen, maar dit komt moeilijk van de grond als niet iedereen mee doet. Deze situatie vergt een partij die samenwerking en regie kan initiëren, en eventueel instrumentarium om deelname af te dwingen. Met name rond de grootschalige inzet van onderwaterdrainage ligt een dergelijke coördinatie-opgave. De acties van alle betrokken grondeigenaren en van het betrokken waterschap rond peilregulering moeten afgestemd worden. Bovendien is de maatregel niet geschikt voor elk perceel. Dit vergt bijvoorbeeld de opzet van een gebiedsgericht programma en een roadmap waarin stapsgewijs gebieden worden onderzocht op geschiktheid en vervolgens afspraken worden georganiseerd rond toepassing van deze techniek. Ook liggen er coördinatieorganen bij zowel het voorstel via het voerspoor methaanreducties te realiseren in de veehouderij, als voor de opzet van regionale mestverwerking in de varkenshouderij als het realiseren van nieuwe infrastructuur in de glastuinbouw. In de glastuinbouw wordt aangesloten bij bestaande publiek-private samenwerking en is er via het ontwikkelen van gebiedsvisies een uitwerking van de route naar het realiseren van collectieve levering en transport van CO<sub>2</sub> en energie. Via het voerspoor zijn in eerdere convenanten resultaten geboekt (Rougoor et al., 2016) en kan NEVEDI een belangrijke regierol spelen. Het is echter de vraag wat de mogelijkheden zijn met ander typen voer, ook in relatie tot doelen op het terrein van fosfaatarm voer. Bovendien ontbreekt vooralsnog het eigenbelang bij sector en individuele boer voor dit convenant, wat een belangrijke succesfactor was bij de afspraken rond fosfaat.

## 12.9 Onzekerheden

Emissies uit landbouw en landgebruik kennen in tegenstelling tot energiegerelateerde emissiebronnen een veel grotere onzekerheid. Emissies afkomstig van bodems, vegetatie, teeltsystemen en landbouwhuisdieren worden sterk bepaald door natuurlijke processen. Processen die vervolgens ook weer afhangen van eigenschappen van de bodem, het gewas, de vegetatie en het dier en de wijze van beheer en bedrijfsvoering. Het gevolg hiervan is dat de emissie of de vastlegging een sterke variatie kan vertonen in zowel ruimte en tijd, waarbij de specifieke kenmerken van het systeem en de vaak complexe interacties, o.a. met klimaat, een belangrijke rol spelen bij hoeveel emissies deze bronnen uiteindelijk jaarlijks uitstoten of vastleggen. De emissies uit landbouw en landgebruik zijn niet alleen onzeker, maar door de variatie en complexiteit is ook de monitoring complex en vraagt om een nauwkeurige afweging tussen kosten van monitoring en onzekerheden.

Door Vonk et al. (2018) zijn de huidige onzekerheden rond landbouw en landgebruik in beeld gebracht. De activiteitendata: tussen 1 en 50% (met als voorbeeld 1% onzekerheid voor het aantal vleeskalveren en 50% voor de hoeveelheid stikstof die uit- en af spoelt). De emissiefactoren methaan tussen 11 en 180% (met als voorbeeld 11% voor de emissiefactor van pens- en darmfermentatie bij jongvee en 180% voor methaan uit stalmest bij schapen. Emissiefactoren lachgas tussen 25 en 400% (met als voorbeeld 25% voor graslandvernieuwing en 400% voor de indirecte emissie na atmosferische depositie).

Een andere kanttekening is de toegekende Global Warming Potentials (GWP100) van de veel krachtiger broeikasgassen methaan en lachgas. In de huidige regelgeving zoals verwoord in de IPCC guidelines 2006 is methaan vastgesteld op 25 en lachgas op 298 keer zo sterk als CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006). Onderzoek t.b.v. het 5e Assessment Report (IPCC, 2014) rapporteerde dat de emissie van methaan zou moeten worden gesteld op 28 en van lachgas op 265. Onbekend is wanneer er een voorstel komt tot wijziging. Tot de opties behoort dat het bij de eerstvolgende COP wordt voorgesteld en dat in 2019 deze waarden van toepassing zullen zijn. Dit zou betekenen dat de impact van maatregelen gericht op reductie van methaan circa 10% effectiever worden en die van lachgas iets minder effectief.

## 12.10 LULUCF: onzekerheden en monitoring

De emissies en vastleggingen door bossen, natuur, bodems en agrarisch grondgebruik waaronder bouwland en graslanden vallen onder landgebruik, landgebruiksveranderingen en bosbouw (LULUCF). De belangrijkste bron van emissies binnen deze categorie zijn de veenweidegebieden en de belangrijkste sink zijn de bossen. In het akkoord van Parijs uit 2015 is opgenomen dat emissies van landgebruik onderdeel worden van de internationale accountancy. Concreet betekent dit dat vanaf 2021 landen verplicht zijn de emissie te monitoren en te rapporteren. Er zijn een aantal onzekerheden die van belang zijn omdat deze van invloed kunnen zijn op de emissiereductie zoals die door de nationale inventarisatie in beeld wordt gebracht.

In Nederland is landgebruik een netto bron van emissies. Het omlaag brengen van deze bron kan door het aanplanten van bos, maar ook door meer koolstof vast te leggen in bestaande bossen en natuur, door minder bodemdaling in veenweidegebieden en door toename van de hoeveelheid koolstof in de (landbouw)bodems. In het regeerakkoord is afgesproken 1,5 Mton te reduceren en te verkennen hoe een aanvullend 1,7 Mton zou kunnen worden vastgelegd.

### *Complexiteit en onzekerheden*

De rekensystematiek en de regelgeving van de sector LULUCF wordt ervaren als complex. Dit geldt vooral voor de wijze hoe de bossen in de verordening zijn meegenomen. Bij het bepalen van de emissies en vastleggingen door bossen spelen de duur van transitie (aanplant van bos), historische referentieperiode, maar ook toekomstig bosmanagement een rol. Met name over dit laatste is nog geen volledige duidelijkheid. De vraag is of sommige maatregelen in bossen die in de praktijk bijdragen aan vastlegging van koolstof ook in de accountancy naar voren komen. Zo is bijvoorbeeld nog niet geheel duidelijk of de aanplant van moerasbos en bos in natuurgebieden (VHR en Natura2000) mag worden gehonoreerd.

Landen zijn gevraagd om aan het eind van 2018 hun referenties te bepalen. Dit betekent dat er nog onzekerheid is over het uiteindelijke effect van maatregelen in bossen. De regelgeving is opgebouwd vanuit de gedachte dat er voldoende prikkel is voor landen om de emissie te reduceren. Voor landen is het niet toegestaan ongestraft meer te emitteren (zgn. 'no debit' regel). Om te voorkomen dat vastlegging via landgebruik gebruikt wordt ter compensatie van het niet nemen van maatregelen elders is een systeem van 'credits' uitgewerkt. Ook is

er een bepaalde flexibiliteit binnen de LULUCF-regelgeving (compenseren met niet-ETS-bronnen en om emissie te verhandelen met andere landen), deels met als doel om de onzekerheden op te vangen.

#### *Monitoring en zichtbaarheid van maatregelen*

Een belangrijk aandachtsgebied is of de wijze van monitoring wel voldoende het effect van de maatregelen zichtbaar kan maken. De huidige monitoring is op een aantal punten ontoereikend en niet in staat de maatregelen ook te duiden. Dit betekent dat de komende jaren verbeteringen in de methodiek nodig zijn. Als voorbeeld de emissie van veenweidegebieden. Deze is nu nog gebaseerd op een statische benadering (vast areaal en vaste emissiefactor). Dit is ontoereikend om het effect van bijvoorbeeld onderwaterdrainage aan te tonen.

#### *'Credit' of 'debit'*

Wel is bekend, uit een eerdere doorrekening van LULUCF-maatregelen (Lesschen et al, 29 dec. 2017), dat Nederland, indien geen maatregelen worden genomen (o.a. minder ontbossing, afname bodemdaling) in een 'debit' situatie komt. Met het pakket van 1,5 Mton zal de situatie veranderen naar 'credits'. Daarbij is het wel van belang dat de trend van de afgelopen vier jaar van toename van de ontbossing wordt gekeerd.



# 13 Industrie

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen ten aanzien van het onderdeel industrie zijn:

- Er zijn voldoende technische maatregelen aangedragen om in 2030 de emissieopgave voor de industrie van 35,7 Mton te realiseren, maar door het ontbreken van afspraken over beleidsinstrumenten kan nog geen conclusie worden getrokken over de kans op realisatie.
- Een groot deel van de voorgestelde emissiereductie zou plaats moeten vinden bij een beperkt aantal grote bedrijven. Het gaat met name om projecten voor CCS, CCU en N<sub>2</sub>O-reductie en het geldt waarschijnlijk ook voor een deel van de elektrificatie- en waterstofprojecten.
- De meerkosten in 2030 worden in het voorstel geraamd op 1 miljard euro. Dit is dezelfde orde van grootte die uit eerdere PBL-berekeningen volgt voor eenzelfde emissiereductie. De industrie zelf schat de daarvoor benodigde extra investeringen in de periode tot en met 2030 op 15 tot 20 miljard euro (het PBL schat dit lager in), maar de onderbouwing daarvan ontbreekt nog.
- Hoewel afspraken over beleidsinstrumenten nog niet zijn gemaakt, geeft het VHKA wel de onderhandelingsruimte voor de bijdrage van de overheid in de jaarlijkse meerkosten, namelijk tussen de 55 en 100%.
- Bij afspraken over kostenverdelingen en de invulling van financiële instrumenten is het nodig om afspraken te maken over berekeningsgrondslagen en kwaliteitsprocedures voor de vaststelling van (meer-)kosten van projecten.
- De meeste technische maatregelen, maar ook bepaalde beleidsinstrumenten, vragen nog flink wat voorbereiding. Dit wordt wel breed gesignaleerd, maar is nog niet vertaald in concrete acties voor de komende jaren (bijvoorbeeld deze kabinetsperiode).
- De basis om van het klimaatakkoord voor de industrie ook een krachtig transitieakkoord te maken ligt er, bijvoorbeeld door de verbinding tussen de lange termijn en de korte termijn te benoemen, alsmede de spanning daartussen (CCS). Toch ligt het accent nog meer bij het reduceren van emissies bij bestaande processen dan bij de opbouw van een vernieuwd industrieel productiecomplex, dat is geïntegreerd in een nieuw energiesysteem.
- De periode tot 2050 is relatief kort voor de soms ingrijpende transitie die bij bedrijven nodig zijn. Dit betekent dat voor een kostenefficiënte aanpak zo slim mogelijk moet worden ingespeeld op onderhouds- en vervangingsmomenten oftewel maatwerk per bedrijf en dus maatwerk in het beleid. Uitsstel van maatregelen bij bedrijf X op de korte termijn, omdat er wellicht op dat moment goedkopere alternatieven zijn bij andere bedrijven, verkleint de kans op realisatie van het doel voor 2050.
- Afstemming met de verkeerstafel met betrekking tot een voorstel voor de productie van 100 PJ biobrandstof voor de transportsector en met gebouwde omgeving voor 2 miljard m<sup>3</sup> groen gas is van groot belang, onder meer vanwege het potentieel van bijna 15 Mton aan negatieve emissie voor de industrie daarbij.

## 13.1 Inleiding

Het VHKA bevat voor de industrie, zoals ook in de stukken zelf is aangegeven, een tussenstand. In het werkdocument staat: 'Om eind 2018 een definitief akkoord te hebben waar ook de industrie zich met vertrouwen aan kan confirmeren en belangrijker, waar de industrie ook echt mee kan werken, zal er nog veel moeten worden uitgewerkt.'

Er is een brede inventarisatie van technische maatregelen gemaakt, waarvan de resultaten op geaggregeerd niveau in het stuk zijn opgenomen. Dat levert kwantitatieve informatie over emissiereductiemaatregelen en kosten, maar niet op een niveau dat een kwaliteitsbeoordeling van deze gegevens mogelijk maakt. Slechts grootteordes kunnen worden getoetst. Daarnaast is een kwalitatieve inventarisatie gepresenteerd van beleidsinstrumenten die kunnen worden ingezet. Keuzes daartussen, concretisering daarvan alsmede overeenstemming daarover moeten in de volgende fase nog vorm krijgen.

Met name het in deze fase nog ontbreken van een akkoord over beleidsinstrumenten en in bepaalde gevallen ook over technische maatregelen betekent dat het niet zinvol is berekeningen te doen gericht op de ontwikkelingen in de emissie van broeikasgassen van de industrie als resultante van het akkoord. Er kan daarom nog geen conclusie worden getrokken over de kans op realisatie van de emissieopgave voor de industrietafel. Wel wordt besproken of de aangereikte maatregelen voldoende perspectief bieden daarop.

Het VHKA omvat daarnaast tal van algemeen geformuleerde voorstellen gericht op kennisontwikkeling en innovatie en stipt ook noodzakelijke voorbereidingen aan om in een latere fase, deels voor 2030, deels daarna tot grootschalige implementatie te kunnen komen. Het gaat om maatregelen op de korte termijn die op zich niet of nauwelijks bijdragen aan emissiereductie maar wel van belang zijn voor de transitie. Ook daarvoor geldt dat er vele randvoorwaarden worden benoemd, maar geen afspraken over acties om deze op de korte termijn in te vullen. Een belangrijk onderdeel daarbij is de aanpassing of aanleg van de benodigde infrastructuur alsmede de verantwoordelijkheid daarvoor en wie daarvoor gaat betalen.

Met de gepresenteerde hoofdlijn is in feite de agenda voor de onderhandelingen om uiteindelijk tot een akkoord te komen nader gespecificeerd. Gezien het belang van de vervolgonderhandelingen is getracht in de hier gepresenteerde analyse vooral informatie toe te voegen die dit vervolgproces kan ondersteunen.

## 13.2 Streefbeelden

### 13.2.1 Streefbeelden voor 2050

De kabinetsinzet voor het klimaatakkoord plaatst de emissiedoelstelling voor 2030 weliswaar centraal, ook de noodzaak om met de gekozen maatregelen in te zetten op de transitie naar 2050 wordt nadrukkelijk aangestipt. Om het VHKA voor de industrie ook tot een krachtig transitieakkoord te maken is het van belang een gezamenlijk streefbeeld voor 2050 te hebben. Gezien de lange termijn en de vele onzekerheden kan dit geen blauwdruk van de situatie in 2050 zijn, maar het moet wel richting geven aan de aanpak op de korte termijn en daarmee ook aan concrete afspraken in een klimaatakkoord. Bedacht dient daarbij te worden dat ook het benoemen van de onzekerheden richting kan geven aan het zoekproces dat de transitie in deze fase voor een deel ook kenmerkt. Op belangrijke vragen zijn immers antwoorden nodig en om daar antwoord op te krijgen zijn eerst concrete acties en projecten nodig.

Toch zijn er niet alleen onzekerheden, er zijn juist ook veel zekerheden. Voor een transitie in de industrie en het energiesysteem is een periode van ruim 30 jaar zeker niet lang. De technologische opties die in 2050 een belangrijke rol zouden kunnen spelen in het productie- en energiesysteem moeten nu al bekend en in enigszins gevorderd stadium van ontwikkeling zijn. De streefbeelden van 2050 geven daarom duiding aan implementatietrajecten die nu al moeten worden voorbereid, ingezet of doorgezet.

### **Het VHKA**

Het voorstel voor de industrie begint met een perspectief op de lange termijn dat nadrukkelijk laat zien dat een transitie moet worden gerealiseerd (zie tekstkader 'Langetermijnperspectief voor de industrie in het VHKA'). Daarbij wordt aangegeven dat er in 2050 bijna geen CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten, overigens niet gespecificeerd of dat ook voor de industrie geldt. Ook het behoud van de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven in de wereld is een hoofdpunt voor de lange termijn.

De opslag van CO<sub>2</sub> (CCS) vormt geen onderdeel van het – overigens summier en zeer algemeen – beschreven toekomstbeeld. Het is niet helemaal duidelijk of dit ook geldt voor BECCS (bio-energie in combinatie met CCS met als resultaat negatieve emissies), omdat dit bij de innovatietrajecten naar 2050 wel wordt genoemd. Afvang van CO<sub>2</sub> gevolgd door hergebruik (CCU) wordt wel gezien als onderdeel van het toekomstbeeld.

#### **Langetermijnperspectief voor de industrie in het VHKA**

In 2050 zien wij een Nederland voor ons met een bloeiende, circulaire en mondiaal toonaangevende industrie, waar de emissie van broeikasgassen nagenoeg nul is. Waar uit biomassa, CO<sub>2</sub> en reststromen en -gassen grondstof voor o.a. de chemie of brandstof voor de lucht- of zeevaart wordt gemaakt. Waar fabrieken elektriciteit, geothermie, groen gas en waterstof gebruiken voor hun energiebehoefte. Waar de industrie helpt om de schommelingen in elektriciteitsproductie van zon en windparken op te vangen. En waar we restwarmte hergebruiken in de industrie of benutten voor het verwarmen van woonwijken of hergebruiken in de glastuinbouw. Hierdoor en met behulp van vergaande digitalisering zijn waardeketens en productiemethoden fundamenteel veranderd – we maken duurzame producten met duurzame processen.

### **Reflectie**

Belangrijke bouwstenen voor het productiesysteem van 2050 worden benoemd met efficiënt gebruik, elektrificatie en integratie met een vernieuwd elektriciteitssysteem alsmede de rol van CO<sub>2</sub>-vrije brandstoffen. Toch is er nog enige discrepantie met analyses van het PBL gericht op 95% emissiereductie in Nederland in 2050. Die laten in vele varianten netto negatieve emissies van de industrie zien (Ros en Daniëls, 2017). Dat past bij een route met minimalisering van de nationale kosten. Het reductiepercentage voor de industrie ligt dus in vele potentiële toekomstbeelden hoger dan de 95% voor Nederland als totaal. Die netto negatieve emissies voor de industrie zijn het resultaat van BECCS, de inzet van biomassa in combinatie met CCS. De CO<sub>2</sub> die bij de groei van de biomassa uit de atmosfeer wordt gehaald, wordt bij de verwerking en het gebruik van de biomassa voor energie niet weer uitgestoten naar die atmosfeer maar opgevangen en voor lange tijd opgeslagen. Dit kan door toepassing van CCS bij eventuele inzet van biomassa voor grootschalige stoomproductie. Negatieve emissies kunnen ook gerealiseerd worden door afvang van CO<sub>2</sub> bij de verwerking van biomassa tot koolwaterstoffen (grond- en brandstoffen), omdat niet alle koolstof uit de biomassa bij die verwerking in het eindproduct komt (voor een uitgebreidere beschouwing op negatieve emissies zie Strengers et al., 2018). Voor de andere sectoren zijn BECCS niet of nauwelijks beschikbaar, met uitzondering van de elektriciteitsproductie, maar daarvoor zijn juist weer diverse CO<sub>2</sub>-vrije alternatieven. Het VHKA noemt geen emissiereductiepercentage voor 2050 voor de industrie, maar wel een indicatie dat deze onder de 100% ligt.

Het emissiedoel in Nederland voor 2050 vergt een ingrijpende transitie. Gezien de vele onzekerheden die er zijn rond mondiale ontwikkelingen, technische innovaties en maatschappelijke acceptatie van zowel technieken als gedragsaanpassingen is het duidelijk dat het merendeel van de technologische opties voor 2050 in bepaalde mate nodig zal zijn en dat het dus van belang is zoveel mogelijk van die technologische opties ook beschikbaar te houden. Opties open houden voor grootschalige toepassing over ruim 30 jaar betekent echter meer dan de optie niet afwijzen. De termijn van ruim 30 jaar is zodanig kort dat de voorbereiding, ontwikkeling en implementatie van zo'n technologie zo snel mogelijk moet worden opgepakt.

De rol van CCU en CCS op de lange termijn wordt in het VHKA nadrukkelijk besproken. Deze discussie gaat met name over de toekomstige vraag en aanbod van koolstofverbindingen, met minimalisatie van de kosten en met voldoende maatschappelijk draagvlak. Echter, de toekomstige voorziening van groen gas, groene transportbrandstoffen en groene basischemicaliën als grondstof voor de industrie, is nog niet vertaald in een kwantitatieve opgave.

### 13.2.2 Streefbeelden voor 2030

Het jaar 2030 is in het beleid tot een belangrijk tussenjaar gemaakt omdat zowel op EU-niveau als in het regeerakkoord daarvoor emissiedoelen worden gesteld. De emissieopgave voor de industrietafel is ook op 2030 gericht. Een belangrijk aandachtspunt voor het PBL is daarom of het klimaatakkoord tot realisatie van die opgave kan leiden. In de inleiding is al aangegeven dat het VHKA slechts een tussenstand is, die zo'n doorrekening nog niet mogelijk maakt. Er zijn nog enkele kanttekeningen te plaatsen bij 2030 als tussenjaar:

- a) Het jaar 2030 ligt voor vele bedrijven nog te ver weg om zekerheden te geven over emissie reducerende maatregelen in de vorm van concrete toezeggingen met betrekking tot projecten in het traject daarnaartoe. Ook voor het beleid is het mede daardoor lastig een beleidslijn met concrete, kwantitatief ingevulde instrumenten vast te leggen. Dat leidt ertoe dat de voorstellen voor 2030 ook als een streefbeeld moeten worden gezien dat richting geeft aan de ontwikkelingen op korte termijn.
- b) Het risico van een streefbeeld met een concreet emissiedoel voor 2030 als tussenstand is dat het niet in lijn is met potentiële beelden voor 2050. Het streefbeeld kan wel daarmee in lijn worden gebracht, maar dat vraagt een keuze voor technieken en bovendien voorbereidende maatregelen in het traject tot 2030 met een sterk transitiegericht karakter en die kan afwijken van een kosten efficiënt maatregelpakket alleen gericht op het halen van het emissiedoel in 2030.
- c) Een voortvarende voortgang van het transitieproces vraagt acties op de korte termijn. Dat kan zijn de inzet van emissie reducerende maatregelen, maar voor de industrie is zeker zo belangrijk dat de voorbereidingstrajecten met concrete acties worden ingevuld, met pilots en demonstratieprojecten, aanleg van de benodigde infrastructuur en afspraken over wie welke verantwoordelijkheden krijgt dan wel op zich neemt. Een extra richtjaar op kortere termijn, bijvoorbeeld aan het einde van de kabinetsperiode of over 5 jaar, is eigenlijk cruciaal voor concrete afspraken daarover.

In onderstaande paragraaf bekijken we allereerst het streefbeeld voor 2030. Concrete acties op de korte termijn komen in paragraaf 13.4 aan bod.

#### **Het VHKA**

In het voorstel wordt het doel als volgt geformuleerd: 'Om de klimaatdoelen van Parijs te halen wordt de industrie gevraagd tot 2030 per saldo/netto nog 14,3 Mton (PBL: ten opzichte van de in de NEV 2017 aangegeven emissie) te realiseren om op de door het PBL geïndiceerde emissie van 35,7 Mton te komen, dat aan de industrie is meegegeven.' Daarbij is aangegeven dat bij significante afwijking van de groei van de industriële productie van het

NEV 2017 scenario de opgave dient te worden herzien. In het werkdocument wordt de 14,3 Mton nadrukkelijk bestempeld als indicatieve doelstelling.

Ondanks de kanttekeningen bij de emissieopgave voor de industrie die hierin doorklinken, geeft tabel 13.1 een samenvattend overzicht van maatregelen in het VHKA om tot realisatie te kunnen komen. Hierin is de indicatieve bijdrage van de verschillende technische hoofdrichtingen in 2030 gekwantificeerd, als de kosten zo laag mogelijk worden gehouden maar wel een ontwikkeling wordt ingezet die afkoerst op het in paragraaf 13.2.1 geschetste beeld voor 2050. Het gaat om extra maatregelen bovenop datgene wat op basis van bestaand beleid al kan worden verwacht (zoals vermindering van F-gassen en ook al enige verbetering in procesefficiëntie).

In het uitgebreidere werkdocument staan overigens nog meer technische maatregelen en is het reductiepotentieel nog groter. Dat betekent dat eventuele tegenvallers kunnen worden opgevangen evenals een sterkere groei in de productieomvang dan in de NEV 2017 is verondersteld.

**Tabel 13.1 Voorstel voor maatregelen waarmee binnen de industrie de emissie-opgave kan worden gerealiseerd**

Maatregel/Technologie	Vermeden CO <sub>2</sub> in 2030 (inschatting)	Gemiddelde kosten Euro/ton CO <sub>2</sub> bovenop ETS	Kosten 2030 Meuro/jaar	Scope 2 en 3 (bijdragen aan reducties elders)
Proces-efficiency, vooral elektrificatie met COP<1	2 Mton	10 – 70	80	Ca 3 Mton rest-warmte, onbekend hoeveel dit aan scope 2 emissiereductie bijdraagt
Elektrificatie en waterstof	4 Mton	70 – 150	440	
Recycling, CCU en biobased chemie	1 Mton	10 – 150	30	Ca 1,5 tot 2 Mton bijdrage aan buitenlandse emissiereductie (CCU en recycling)
Lachgas reductie (N <sub>2</sub> O)	1 Mton	20 – 30	30	
CCS	7 Mton	50 – 70	420	0,5 Mton CCU glastuinbouw
<b>Totaal</b>	<b>15 Mton</b>		<b>1000</b>	

In de voorstellen in tabel 13.1 wordt bijna de helft van de in 2030 gevraagde emissiereductie bereikt met CCS. De discrepantie met het in paragraaf 13.2.1 gegeven beeld voor 2050 vraagt uiteraard nadere toelichting die dan ook expliciet wordt gemaakt. CCS wordt een overbruggingsmaatregel genoemd, die de transitie niet in de weg mag zitten. In de volgende fase van totstandkoming van het klimaatakkoord moet een aangekondigde *joint fact finding* tot een door alle partijen gedeelde zorgvuldige invulling leiden.

Een tweede hoofdrichting is die van elektrificatie. Een eerste schatting geeft aan dat de elektriciteitsvraag van de industrie daardoor in 2030 met ongeveer 25 TWh toeneemt ten opzichte van de huidige situatie.

De huidige beleidsdoelstelling betreft een emissiereductie van 49% op Nederlands grondgebied en de opgave voor de industrietafel betreft de directe emissies. Er wordt gesignaleerd dat die uitgangspunten betekenen dat bepaalde effecten van maatregelen die de industrie

neemt of waar de industrie aan bijdraagt, niet meegeteld worden als emissiereductie van de industrie (scope 2 en 3 in tabel 13.1). In tabel 13.1 zijn wel enkele schattingen van potentiële emissie-effecten opgenomen die dan elders optreden. Zo resulteert de levering van restwarmte in een emissiereductie bij de gebouwde omgeving. Recycling en CCU betreft vooral kunststof en grondstof voor kunststof, waarvan de emissie-effecten naar alle waarschijnlijkheid grotendeels in het buitenland optreden. CCU gericht op de glastuinbouw betreft bemesting in de kassen met CO<sub>2</sub>, waarbij er alleen emissiereductie optreedt als er dan door de tuinbouwbedrijven minder gas wordt gestookt. Relatieve opname van CO<sub>2</sub> in de planten is overigens zeer beperkt. Als een bedrijf CO<sub>2</sub> inzet als grondstof voor de productie van koolwaterstoffen in plaats van deze CO<sub>2</sub> naar de lucht uit te stoten, wordt dit wel als emissiereductie van het bedrijf gerekend.

Daarnaast speelt de industrie uiteraard een grote rol bij het op de markt brengen van nieuwe producten, apparaten, voertuigen en processen voor de energietransitie. Kennisoverdracht is daarbij ook van groot belang. Bij de totstandkoming van afspraken over maatregelen voor en de aanpak van systeemvernieuwing aan de andere tafels heeft de industrie daarom een potentieel grote rol.

## **Reflectie**

### *Emissiedoel*

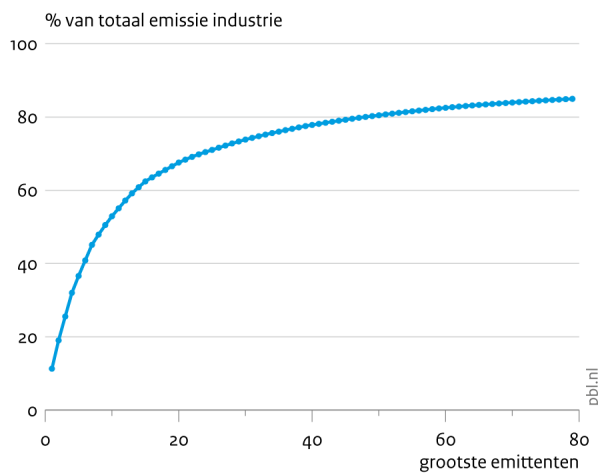
Voor de realisatie van een ingrijpende transitie en zeker ook voor de waarde van een akkoord daarover is het van belang dat alle partijen zich scharen achter een gezamenlijk doel. De hiervoor gegeven formulering van het emissiedoel voor de industrie dat de basis vormt van het klimaatakkoord, bevestigt nog niet het beeld dat de industrie er zelf ook volledig achter staat. De kanttekening dat herziening bij significante afwijking van de groei ten opzichte van het NEV2017 scenario nodig is, versterkt dat, zeker omdat de interpretatie daarvan open wordt gelaten. Overigens is de doelstelling 35,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq in 2030 een beleidskeuze en geen PBL-voorstel.

### *Emissiereductie in 2030 en in de periode tot 2030*

Er zijn voldoende technische maatregelen aangedragen om de emissie-opgave voor 2030 voor de industrietafel te kunnen realiseren. Het pakket van maatregelen komt in grote lijnen overeen met de maatregelen in het PBL-pakket dat de basis heeft gevormd voor de opgaven voor de tafels (Koelemeijer et al., 2018). Het merendeel van de projecten zal naar verwachting echter pas na 5 tot 10 jaar van voorbereiding kunnen worden gerealiseerd. Dit zou kunnen betekenen dat rekening moet worden gehouden met een grotere cumulatieve CO<sub>2</sub>-emissie over de periode tot 2030 dan volgens een lineaire ontwikkeling van de emissies zou kunnen worden bereikt.

Een belangrijke bijdrage aan de emissiereductie moet komen van grote projecten bij slechts enkele bedrijven die een groot aandeel in de totale industriële emissies hebben (Figuur 13.1). De 10 bedrijven met de grootste emissie zijn samen verantwoordelijk voor meer dan de helft van de totale emissie, de 50 grootste emittenten samen voor zo'n 80%. Bij CCS gaat het om emissiereducties bij een beperkt aantal van die grote bedrijven. Ook CCU-voorstellen komen van slechts enkele grote bedrijven. De reductie van de N<sub>2</sub>O-emissie betreft één bedrijf.

Figuur 13.1  
Verdeling emissie broeikasgassen over industriële bedrijven, 2015



Bron: Emissieregistratie

Elektrificatie en de inzet van waterstof in plaats van aardgas zijn maatregelen die door vele bedrijven geïmplementeerd kunnen worden. Uit de voorstellen kan niet worden opgemaakt bij hoeveel bedrijven deze al voor 2030 worden ingezet, maar waarschijnlijk betreft het voor deze innovatieve technieken vooral een beperkt aantal koplopers. Dit laatste geldt ook voor de productie van groene waterstof, waarvoor naar verwachting in de eerstkomende jaren allereerst een klein aantal pilotprojecten wordt uitgevoerd. Bij de omzetting van elektriciteit in waterstof gaat overigens een deel (ordegrootte 30%) van de energie verloren. Voordeel van deze route is echter dat de energie kan worden opgeslagen.

Verbetering van de procesefficiëntie betreft een breed scala aan maatregelen bij vele bedrijven. Daaronder valt bijvoorbeeld ook de inzet van elektrische warmtepompen als alternatief voor gasverbranding. Dat is ook een vorm van elektrificatie maar wordt onder efficiëntieverbetering geschaard omdat er veel minder (in Joules) elektriciteit wordt gebruikt dan gas. Dit komt omdat met warmtepompen ook omgevingswarmte of restwarmte wordt benut.

#### *Emissies in productie- en consumptieketens*

Er is in Nederland (nog) geen ketengericht emissiebeleid dat aanvullend op de huidige grondgebiedbenadering het klimaatbeleid kan versterken. Dergelijk beleid zou kunnen worden gericht op de leveranciers van eindproducten voor de markt die hun invloed op andere partijen in de productieketen kunnen aanwenden voor emissiereductie in die keten. De industrie wijst erop bij te willen dragen aan CO<sub>2</sub>-arme productieketens; recycling is een vorm daarvan. Beleid gericht op consumenten zou het koopgedrag kunnen beïnvloeden ten faveure van producten die in de productieketen minder broeikasgasemissies met zich meebrengen dan hun alternatieven. Bij uitwerking van dergelijke beleidslijnen in Nederland treden de emissiereducties voor een groot deel op buiten de grenzen. Het gaat immers ook om productie van bedrijven buiten Nederland in die productieketens. Interessant is na te gaan, of en hoe zo'n ontwikkeling kan bijdragen aan een internationaal level playing field op termijn. De met een ketengericht beleid in beeld komende maatregelen zouden bij uitstek passen bij het meer circulair maken van de economie.

Een beleidsaanpak gericht op productieketens betekent ook het in kaart brengen van de emissies van producten, verkenning van concrete beleidsinstrumenten, inzicht in het gedrag van actoren et cetera. Daarvoor zijn studies en experimenten nodig. In het werkdocument wordt een initiatief van de waterschappen beschreven (afspraken over de financiering moeten nog worden gemaakt) om ervaring op te doen met onder meer inkoopstrategieën en



CO<sub>2</sub>-schaduw prijzen. Dit krijgt vooral meerwaarde als het onderdeel wordt van een breder proces van ontwikkeling van zo'n beleidslijn.

### Elektrificatie en het elektriciteitsgebruik

Bij realisatie van het streefbeeld zal de industrie in 2030 volgens een ruwe schatting zo'n 25 TWh meer elektriciteit gebruiken dan in 2016. Het zijn vooral de maatregelen die in tabel 13.1 zijn gerangschikt onder elektrificatie die dat extra elektriciteitsverbruik met zich meebrengen, maar ook bij efficiëntieverbetering kan er sprake zijn van meer inzet van elektriciteit (zoals bij warmtepompen) als ook bij CCU- en CCS-projecten. In 2017 lag de verhouding elektriciteit/aardgas in de industrie nog op 0,37. In 2030 zal dat met de aangegeven maatregelen boven de 1 kunnen liggen, doordat elektrificatie tot minder aardgasinzet leidt. De balans in de tijd tussen vraag en aanbod van elektriciteit is een belangrijk aandachtspunt, niet alleen in het eindbeeld, ook in alle tussenfasen. Gedeeltelijke elektrificatie, in de vorm van hybride systemen, is mogelijk door met beperkte extra investeringen slim gebruik te kunnen maken van het fluctuerende elektriciteitsaanbod. Als de elektriciteitsprijs laag is, dan kan van gas naar elektriciteit worden omgeschakeld. De marktsituatie zal voortdurend veranderen. Het is duidelijk dat het kostenplaatje van dergelijke maatregelen sterk afhankelijk is van het energiesysteem (vraag en aanbod) van dat moment (tekstkader 'Power to heat in hybride systemen').

### Power-to-heat in hybride systemen

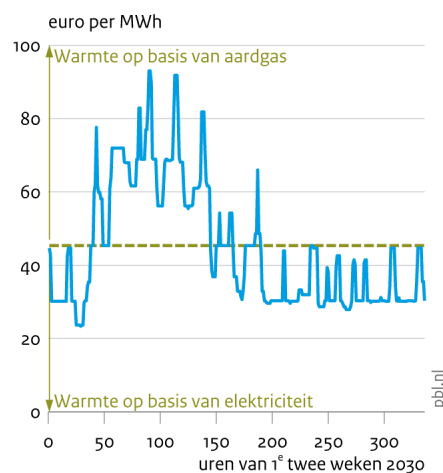
Met het model COMPETES van het PBL zijn berekeningen gedaan die laten zien, hoe de inpassing van hybride systemen voor de warmtevoorziening bij de industrie zou kunnen uitpakken voor de emissiereductie. Er is uitgegaan van een warmtevraag van 33 TWh waarin met dergelijke systemen wordt voorzien. Er zijn twee scenario's berekend voor de omgevingsfactoren, die onder meer de elektriciteitsprijzen bepalen, het Klimaat Akkoord Streefbeeld (KAS)-Basis scenario met het streefbeeld in het VHKA voor alle sectoren en een alternatief (KAS-alternatief) met verdergaand klimaatbeleid in het buitenland en een update daarbij van CO<sub>2</sub>- en brandstofprijzen (zie hoofdstuk 14 voor meer details).

De inzet van elektriciteit varieerde van ongeveer de helft in het KAS-Basis scenario tot ongeveer een kwart in het KAS-alternatief scenario (figuur 13.2). Dit betekent dat ook de emissiereductie van de hybride elektrificatiemaatregelen in de berekende voorbeelden ligt bij 50% en respectievelijk 25%. Onderstaande figuren geven een illustratie hiervan, overigens slechts over een beperkt tijdsbestek.

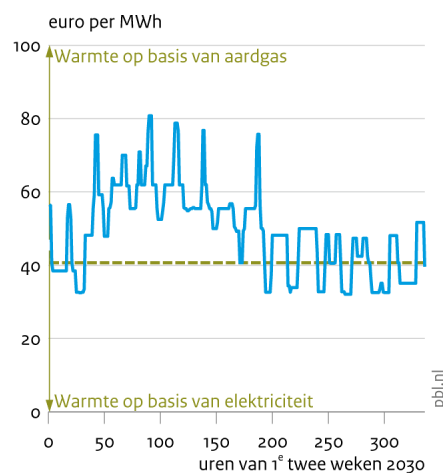
Figuur 13.2

### Inzet van hybride systemen voor warmtevoorziening industrie

Klimaat Akkoord Streefbeeld Basis



Klimaat Akkoord Streefbeeld Alternatief



--- Marginale kosten gasboiler

— Elektriciteitsprijs

Bron: PBL COMPETES-model

### *CCS in het streefbeeld voor 2030*

CCS-projecten dragen voor bijna de helft bij aan de gewenste extra emissiereductie in 2030 ten opzichte van het NEV-2017 scenario. De kanttekeningen die daarbij worden geplaatst maken echter duidelijk dat voor die projecten nog een zorgvuldige afweging moet worden gemaakt tegenover alternatieven. Dit wijst erop dat de geïdentificeerde maatregelen nog niet het door alle partijen overeen te komen streefbeeld hoeft te zijn. De aangegeven snelle *joint fact finding* met betrekking tot CCS is daarom van belang om de verschillende visies niet te laten leiden tot vertraging in de aanpak.

Een belangrijk aandachtspunt is de vraag of investeringen in CCS, maar ook in CCU de decarbonisatie in de weg zitten. Voor CCS geldt dit vooral op procesniveau, voor CCU meer op productniveau. Dat zou kunnen gelden voor processen en producten waarvoor CCS of CCU wordt overwogen maar ook op tijd (dat kan 2030 maar ook 2050 zijn) voldoende koolstofvrije technische maatregelen voor de praktijk beschikbaar en betaalbaar zijn. Dat is echter in vele van de toepassingen van koolwaterstoffen niet het geval.

Als decarbonisatie in de huidige situatie niet of slechts beperkt mogelijk is en de benodigde innovaties meer tijd vragen, dan zouden CCS of CCU kunnen worden ingezet om op de korte termijn in ieder geval al een belangrijk deel van de emissies weg te nemen. In het VHKA krijgt CCU nadrukkelijk de voorkeur boven CCS, maar voor CCU geldt ook dat vele vormen daarvan – en vooral die met het grootste potentieel – nog in een pril stadium van ontwikkeling verkeren en de beschikbaarheid in 2030 onzeker is. Hierin openbaart zich het spanningsveld tussen de korte en de lange termijn. De kernvraag daarbij: op welke termijn komen maatregelen voor grootschalige decarbonisatie beschikbaar en tegen welke kosten?

Bij toepassing van CCS en ook CCU in het VHKA gaat het om grootschalige projecten bij slechts enkele bedrijven. Ter ondersteuning van de zorgvuldige afweging die in het VHKA is aangekondigd worden twee kenmerkende voorbeelden uit de voorstellen nader beschouwd:

- a) Blauwe waterstof of groene waterstof. Bij de huidige productie-eenheden wordt uit aardgas (methaan)  $H_2$  geproduceerd. Om van deze grijze waterstof blauwe waterstof te maken wordt de geconcentreerd vrijkomende  $CO_2$  volgens het voorstel voor opslag afgevoerd. Dat is al op afzienbare termijn mogelijk. Merk overigens op dat de huidige productie dus het tegenovergestelde is van een belangrijke CCU-optie voor de lange termijn (productie van methaangas uit  $CO_2$  en  $H_2$ ). Vanuit dat toekomstbeeld past het huidige proces niet bij decarbonisatie op de lange termijn. Het alternatief is groene waterstof op basis van elektrolyse, maar die technologie is nog niet marktrijp. In de eerstvolgende fase zijn demonstratieprojecten en geleidelijke schaalvergroting nodig, vooral gericht op kostenverlaging. In 2030 zal groene waterstof de huidige productie slechts voor een beperkt deel kunnen vervangen. Maar die vervanging behoeft op de korte termijn ook niet nodig te zijn om een markt voor groene waterstof te creëren. Ontwikkeling van groene waterstof kan gelijke tred houden met de toename in de vraag naar waterstof om zo te voorkomen dat extra capaciteit voor grijze of blauwe waterstof nodig wordt. In het VHKA tot 2030 komt de vraag overigens voornamelijk van de industrie, maar voor de lange termijn is waterstof ook een denkbare maatregel bij mobiliteit en de gebouwde omgeving. Grijze waterstof kan dus op korte termijn alleen worden vervangen door blauwe waterstof en dit kan gebeuren naast de transitie naar groene waterstof.
- b) Er zijn voorstellen voor CCU/CCS-projecten, toe te passen op restgassen van de primaire staalproductie. Deze restgassen bevatten CO en  $CO_2$ . CCU (voor de productie van nafta voor de chemie) leidt overigens met de ingebrachte voorstellen vooral tot hergebruik van CO. In het voorstel wordt de  $CO_2$  bij dit proces afgevangen en voor opslag afgevoerd. Daarnaast komt een alternatief innovatief productieproces voor staal, het Hisarna-proces, inmiddels dichtbij toepassing. Het is mogelijk dat de eerste grootschalige eenheid er

voor 2030 als capaciteitsuitbreiding komt. Bij deze eenheid is CCS voorzien en een investering in de infrastructuur voor de opslag van CO<sub>2</sub> op deze locatie is dus hiervoor eveneens benodigd. Belangrijk winstpunt is dat voor deze nieuwe eenheid de afvang goedkoper kan dan bij het huidige proces. Innovatie gericht op een staalproductieproces vrijwel zonder koolstofinzet zal naar verwachting de eerste 20 jaar niet tot grootschalige toepassing leiden. Zelfs voor 2050 is dat onzeker. De inzet van CO voor de productie van nafta zou de basis kunnen zijn voor toekomstige productie van verschillende koolwaterstoffen (ook methaangas of synthetische transportbrandstoffen) op basis van CO<sub>2</sub>. De ontwikkeling van dat proces tot praktijkschaal vergt meer voorbereidingstijd evenals de beschikbaarheid van voldoende (groene) waterstof.

In beide beschouwde situaties hoeft de inzet van CCS bij bestaande en voor de primaire staalproductie zelfs de eerstvolgende generatie processen de decarbonisatie op de lange termijn niet in de weg te staan. Bij het eventueel niet kiezen voor CCS blijven deze grote emissiebronnen nog lang in stand. De voorbeelden laten ook zien dat de transitiegerichte aanpak al snel maatwerk wordt met specifieke afwegingen.

Het kan natuurlijk ook zijn dat het bereiken van flinke emissiereducties met CCS de noodzaak van verdergaande decarbonisatie bij andere industriële bronnen in de periode tot 2030 wegneemt, terwijl de maatregelen daarvoor al wel beschikbaar zijn. De uitgebreidere lijst met technische maatregelen geeft wel een indicatie dat er wellicht in beperkte mate meer decarbonisatie mogelijk is dan in het streefbeeld voor 2030 is opgenomen. Deze maatregelen zijn echter te weinig gespecificeerd om dat kwantitatief te kunnen beoordelen en duidelijkheid te verkrijgen of het emissiedoel in 2030 met een voor de bedrijven goed inpasbare aanpak zonder CCS-projecten kan worden gehaald. Het betreft dan overigens geen goedkopere maatregelen dan CCS. Onderzoek naar deze maatregelen loopt momenteel (MIDDEN-project, samenwerking tussen het PBL en ECN-TNO).

In eerder uitgevoerde analyses van het PBL kwam in de selectie van het pakket maatregelen tegen de laagste kosten meer CCS voor dan in het pakket dat vooral was gericht op het inzetten van het transitieproces (Koelemeijer et al., 2018). Het is daarom een belangrijk aandachtspunt dat CCS-projecten andere maatregelen niet wegdrücken en dat bij alle bedrijven zo min mogelijk uitstel komt van transitiegerichte acties. Voor elke bedrijf is eigenlijk een transitiegerichte aanpak nodig, waarbij maatregelen worden genomen passend bij onderhouds- en vernieuwingsmomenten van dat bedrijf (zie ook tekstkader 'Voortgang transitie vraagt maatwerk van en voor bedrijven'), onafhankelijk van wat er bij andere bedrijven gebeurt, tenzij het een gezamenlijk transitieplan betreft.

#### **Voortgang transitie vraagt maatwerk van en voor bedrijven**

Maatregelen die de komende jaren in de industrie moeten worden genomen maken onderdeel uit van een even ingrijpende als complexe transitie van het energie- en productiesysteem. Een periode van ruim 30 jaar is voor zo'n transitie kort in de wetenschap dat de ontwikkeling van een nieuwe technologie van eerste pilots tot grootschalige toepassing vele decennia bedraagt, net als de vervangingscycli van vele industriële processen. Bovendien vraagt de inpassing van een nieuwe technologie bij een bedrijf in een nieuw energiesysteem op nationaal, zelfs internationaal niveau veel tijd. Weliswaar kan de vervanging van procesonderdelen (apparaat niveau) worden ingepast in onderhoudscycli van dikwijls 5 tot 10 jaar, maar ook zaken als kennis daarover en voldoende ervaring daarmee, infrastructurele aanpassingen en andere elementen van de voorbereiding kosten tijd.

Er is daarom in de transitie geen tijd te verliezen. Als bedrijven wachten met investeringen, omdat bij andere bedrijven op de korte termijn goedkopere emissiereductiemaatregelen voorhanden zijn, dan zou kostbare tijd verloren gaan en neemt de kans op realisatie van de emissieopgave voor 2050 af. Dit betekent in feite dat voor elk bedrijf een aanpak gericht op de lange termijn cruciaal is met daarbij passende acties op de korte termijn.

### *Productie en distributie van (groene) brandstoffen en grondstoffen*

In het streefbeeld voor 2050 wordt expliciet genoemd dat uit biomassa, CO<sub>2</sub> en reststromen grondstoffen voor de industrie zelf als ook groene brandstoffen voor andere sectoren worden gemaakt. In het streefbeeld voor 2030 komen wel enkele CCU-projecten voor gericht op de productie van grondstoffen, maar de productie van groen gas, bijvoorbeeld voor de gebouwde omgeving, en groene transportbrandstoffen (met al in 2030 een aanzienlijke vraag van 65 PJ, wellicht zelfs 100 PJ) voor de transportsector; zie hoofdstuk 11) komen niet in beeld. Emissie-effecten – en die kunnen aanzienlijk zijn zoals in het vervolg wordt toegelicht – daarbij zijn dan ook niet meegenomen in tabel 13.1. De aandacht in de aanpak gaat sterk uit naar vermindering van emissies bij de bedrijven en minder naar de opbouw van een nieuw systeem. Dat laatste moet dan volgen uit het eerste, maar dat is op de korte termijn niet vanzelfsprekend.

De duurzaamheid van biomassa is de afgelopen periode nationaal en internationaal een belangrijk punt van aandacht geweest. Die duurzaamheid kent vele facetten, maar in het kader van klimaatbeleid gaat het om de belasting van de atmosfeer met broeikasgassen in de gehele productieketen tot en met de toepassing van bio-energie. Een complicerende factor daarbij is dat de broeikasgasbalans eigenlijk niet goed over een jaar kan worden opgemaakt, omdat er vele processen aan de orde zijn met een veel langere termijn. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de groei van hout in bossen. Belangrijke aandachtspunten in de ontwikkeling hiervan zijn:

- het aanbod van duurzame biomassa (hernieuwbare energie en koolstof):
  - inzameling van biomassa-reststromen in Nederland;
  - productie van biomassa in Nederland, onder meer aquatisch;
  - import van biomassa (vooral hout en 'houtig' materiaal);
  - bijdragen aan internationale samenwerking voor vergroten aanbod;
- ontwikkeling van verwerkingstechnologie, gericht op grootschalige verwerking:
  - demonstratieprojecten;
  - de combinatie met CCS; of
  - optimalisatie van de koolstofbenutting met groene waterstof.

Een zekere afstemming met de vraag in de verschillende sectoren ligt voor de hand, al is het zeer denkbaar dat de balans tussen vraag en aanbod middels import en export kloppend wordt gemaakt. Belangrijk aandachtspunt is de potentieel grote vraag uit lucht- en scheepvaart, maar ook die van de kunststofproductie.

Invulling van de productie van transportbrandstoffen op basis van (vooral geïmporteerde) houtige biomassa met geavanceerde technologie brengt ook een CO<sub>2</sub>-emissie met zich mee. Als biogene emissie hoeft deze niet mee te tellen, maar de CO<sub>2</sub> kan, afhankelijk van de toegepaste technologie, redelijk geconcentreerd beschikbaar komen en daarom in aanmerking komen voor opslag, zeker bij een nieuwe installatie. Daarmee kunnen negatieve emissies worden bereikt. Bij een productieomvang van 65 PJ brandstof in 2030 in Nederland (zie hoofdstuk 11) zou het kunnen gaan om ruim 7 Mton CO<sub>2</sub> aan negatieve emissie bij de industrie. Bij aanvullende productie van 2 miljoen m<sup>3</sup> groen gas voor de gebouwde omgeving (zie hoofdstuk 10) en opslag van de vrijkomende CO<sub>2</sub> binnen Nederland zou daar nog een negatieve emissie van bijna 4 Mton bij komen.

Daarnaast is de rol van de huidige gasinfrastructuur in de transitie een belangrijk aandachtspunt, bijvoorbeeld voor een eventuele overgang van aardgas (methaan) naar steeds meer waterstof. In hoeverre kan een route met een geleidelijke toename van het bijmengen van waterstof aan het methaangas (deels groen gas) enerzijds, en anderzijds het stapsgewijs overgaan van infrastructuur voor methaangas naar infrastructuur voor waterstof vorm worden gegeven?

Het recent genomen gasbesluit gericht op afbouw van de aardgasproductie in Groningen en het verminderde aardgasgebruik zouden ook een vermindering van de emissie van methaan in Nederland met zich meebrengen in de orde van 0,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Daartegenover staat echter wel een waarschijnlijk grotere extra emissie buiten de grenzen bij import van aardgas of LNG.

#### *Accounting: toerekening van emissies en reducties*

In de NEV zijn de emissies van de industrie en de elektriciteitssector tot nu toe als totaal gerapporteerd. Een van de redenen was de verwevenheid. Dit geldt onder meer bij WKK. Er is in de statistiek voor gekozen om WKK's die als joint ventures mede in beheer zijn van elektriciteitsbedrijven bij de sectortafel elektriciteit mee te tellen. In de praktijk betekent dit wel dat het sluiten van zo'n WKK leidt tot de noodzaak van eigen warmteproductie bij bedrijven en dus een toename van de emissies bij de industrie. Ook de overgang in andere handen zou tot verschuivingen leiden. De wenselijkheid van deze toerekeningswijze voor beleid en de vaststelling van beleidsdoelen zou nader moeten worden beschouwd.

Dat geldt eveneens voor de situatie bij de primaire staalproductie, waar een deel van de restgassen wordt geleverd aan een elektriciteitsbedrijf. Daardoor zijn de emissies ten gevolge van de koleninzet bij de staalproductie gesplitst over twee tafels. Het effect van voorgestelde maatregelen van de staalproducent (inzet van die restgassen voor productie van grondstof voor de chemie en CCS) komt gedeeltelijk bij de elektriciteitsproductie. Met de huidige afbakening betekent het een niet goed bekende vermindering van het potentiële effect voor de industrie ten opzichte van het totaal in het werkdocument. Dit maakt de situatie althans overzichtelijk. Ook hier verdient een nadere beschouwing van de afbakening aanbeveling, hetgeen overigens ook kan leiden tot herbezinning op de opgaven van de twee tafels, omdat het een aanzienlijke emissie betreft.

## 13.3 Kosten

De kosten vormen een belangrijk element in de onderhandelingen voor het Klimaatakkoord, ook voor de industrie. Daarbij geldt dat er aanzienlijke onzekerheden zijn in de raming van de extra kosten van de in het VHKA genoemde maatregelen, zeker over een periode van 12 jaar. Daarnaast is de complexiteit van de gehele energietransitie zo groot, dat de kosten op dat integrale systeemniveau nog moeilijk kunnen worden vastgesteld.

Begrippen als extra kosten of de onrendabele top kunnen al snel tot misverstanden leiden als niet wordt gespecificeerd waarover het gaat. In ieder geval is belangrijk onderscheid te maken tussen de extra *investeringen* die in de periode tot 2030 moeten worden gedaan en de *extra kosten in een bepaald jaar* voor het energiesysteem, bijvoorbeeld in het jaar 2030. Die extra kosten omvatten operationele kosten van maatregelen en de jaarlijkse afschrijving van de investeringen. Verschillende partijen hanteren voor de berekening van die laatste verschillende uitgangspunten (zoals voor de gehanteerde rente). Het PBL gaat uit van de milieu-kostenmethodiek.

#### **Het VHKA**

Er worden in het VHKA enkele bedragen genoemd met daarbij de nadrukkelijke kanttekening dat deze nog een nadere onderbouwing vragen. Er is een voorlopige inschatting gemaakt van de extra investeringen in de periode tot en met 2030 om het streefbeeld te kunnen realiseren. Het gaat dan om 15 tot 20 miljard euro. Daarnaast is aangegeven dat de programmatische aanpak van de benodigde systeeminnovatie in de vorm van pilot- en demonstratieprojecten en voor opschaling investeringen van ca 300 miljoen euro vraagt.

Een raming van de extra (ook wel onrendabel genoemde) kosten in 2030 komt op 1 miljard euro (voor de verdeling over de verschillende typen maatregelen, zie tabel 13.1). Daarbij zijn geen berekeningsgrondslagen gepresenteerd.

Twee aspecten komen nadrukkelijk aan de orde: een *level playing field* (zie ook paragraaf 13.5) en vergoeding van de onrendabele kosten. Daarbij wordt aangegeven dat deze begrippen nadere uitwerking en definiëring behoeven.

### **Reflectie**

De raming van de extra kosten voor de industrie in het PBL-pakket van maatregelen, waarop het beleid de opgaven voor de verschillende tafels in sterke mate heeft gebaseerd, komt op 900 miljoen euro in 2030. Zoals al eerder geconstateerd vertoont dit pakket van technische maatregelen op belangrijke punten overeenkomsten met het streefbeeld van de industrietafel. Het verschil met de kostenraming in het VHKA (1 miljard euro) is kleiner dan de onzekerheid in de berekende kosten. Hoewel er te weinig details zijn uitgewerkt om tot een diepgaander vergelijking te komen, geeft de aangegeven orde van grootte een bruikbare indicatie.

De raming van de extra investeringen in de periode tot en met 2030 van 15 tot 20 miljard euro behoeft volgens het VHKA nog nadere onderbouwing. Een indicatieve schatting van het PBL komt lager uit, maar een vergelijkende analyse en/of berekening is in dit stadium niet goed mogelijk en zinvol. Het pakket van maatregelen omvat vele bedrijfsspecifieke voorstellen die in het VHKA onvoldoende gedetailleerd zijn uitgewerkt. Evenmin is aangegeven wat wel en niet is meegenomen.

Het is voor het vervolg van belang heldere definities te hanteren en afspraken over kwaliteitscontroles op kostencijfers te maken, zeker als de investeringskosten in de uitvoering van het beleid relevant worden (zie paragraaf 13.5).

Om een indicatie te geven hoe de genoemde investeringskosten zich verhouden tot andere: in 2016, gebaseerd op gegevens van het CBS, investeerde de industrie zo'n 8 miljard euro in materiële vaste activa, waarvan bijna 70% in machines en 15% in gebouwen (het CBS gaat overigens uit van iets andere definitie van de industrie dan hier gehanteerd). In 2017 was volgens het CBS circa 15% van de investeringsplannen gericht op efficiëntieverbetering.

Ten opzichte van de extra kosten en investeringen in de periode tot en met 2030 is een jaarlijks bedrag van 300 miljoen euro voor investeringen in pilot- en demonstratieprojecten relatief hoog. Als daarvoor voldoende projecten worden aangedragen met ook bijdragen van de bedrijven zelf dan gaat het in totaal over de periode tot en met 2030 om bijna 4 miljard euro. Het is niet duidelijk of dit een deel is van de geraamde 15 tot 20 miljard euro extra investeringen totaal. Er is aangegeven dat de overheid op basis van bestaande kaders maximaal de helft kan inbrengen als investeringssubsidie.

Het hoeft overigens niet verwonderlijk te zijn dat in een transitieproces veel innovatie nodig is. Echter, de termijn tot 2050 is zodanig kort dat technologie die voor 2050 grootschalig moet zijn geïmplementeerd al redelijk gevorderd moet zijn in de ontwikkeling ervan. Bij veel van de maatregelen gaat het al op korte termijn om de eerste fase van toepassing. Dat kunnen demonstratieprojecten zijn, omdat er zeker nog sprake is van een leerfase. Tegelijkertijd is ook schaalvergroting van belang. Het onderscheid tussen demonstratieprojecten en het begin van grootschalige implementatie is daarom niet zo gemakkelijk te geven. Als dit van belang is voor financieringsconstructies, dan vraagt deze afbakening nadrukkelijk aandacht, waarbij juist ook die eerste toepassingsfase voldoende steun zou moeten krijgen.

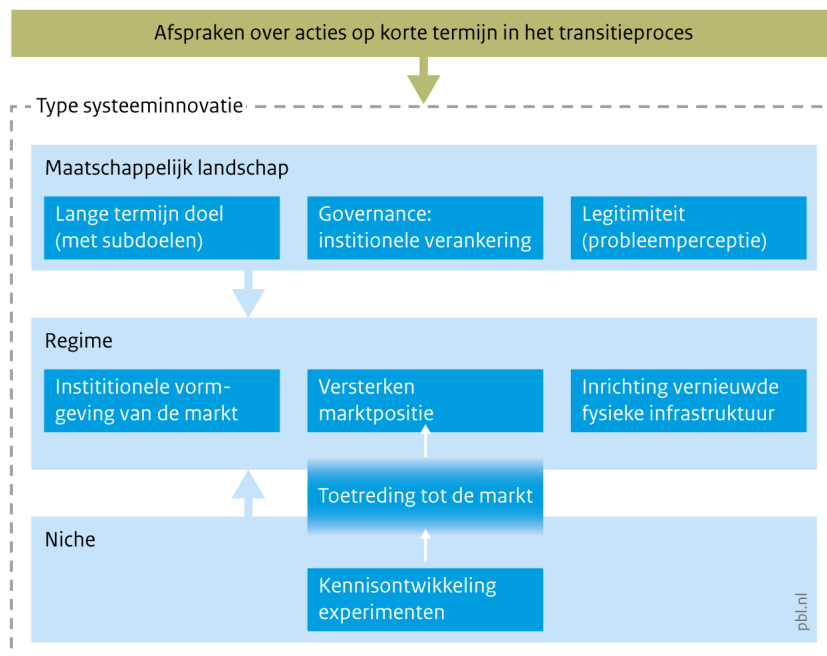
## 13.4 Steeeminnovatie, het transitieproces

In de hiervoor besproken streefbeelden zijn vooral de technische maatregelen benoemd waarmee de emissiereducties in de industrie kunnen worden gerealiseerd. Deze maatregelen zijn in het algemeen zodanig ingrijpend, dat het gaat om systeeminnovaties. De te onderscheiden (maar ook weer samenhangende) systeeminnovaties geven vorm aan de transitie die nodig is. Figuur 13.3 geeft schematisch acht wezenlijke aspecten van zo'n systeeminnovatie en hun samenhang. De uiteindelijk gewenste grootschalige implementatie betreft vooral het aspect 'Versterken marktpositie', maar het is duidelijk dat hieraan een heel traject voorafgaat.

Aan de hand van de aspecten genoemd in figuur 13.3 kan een routekaart worden vormgegeven met concrete acties op de korte termijn, vooral de eerstkomende 5 jaar. Het proces van systeeminnovatie is tot op zekere hoogte een zoekproces, waarbij er soms te veel of te grote onzekerheden zijn om al voor langere termijn tot invulling van concrete implementatietrajecten te komen. Die hangen dan af van de resultaten van de acties in de komende jaren. Welke acties gericht op welke aspecten de komende jaren relevant zijn, hangt af van het type systeeminnovatie en het stadium waarin deze zich bevindt.

De aspecten 'Langetermijndoel' en 'Legitimiteit' zijn al in paragraaf 13.2 aan de orde geweest bij bespreking van de streefbeelden. De governance van het transitieproces is een belangrijk aandachtspunt voor de klimaatwet. Eventuele specifieke afspraken met betrekking tot de industrie voor bijvoorbeeld monitoring en evaluatie kunnen aanvullend relevant zijn, maar worden hier verder niet besproken.

Figuur 13.3  
Schets van acht wezenlijke aspecten van een systeeminnovatie



Bron: PBL

Onderzoek en demonstratieprojecten vormen onderdeel van het proces alsmede aanpassingen en vernieuwingen van de energie-infrastructuur en in de institutionele vormgeving. In vele gevallen gaat aan de implementatie van de emissie reducerende technieken een traject



van voorbereiding vooraf, dat juist deze elementen omvat. Dat geldt niet alleen voor de maatregelen die grotendeels na 2030 tot uitvoering moeten komen. Ook een deel van de maatregelen in de beelden voor 2030 vergen nog nieuwe infrastructuur en duidelijkheid over rollen en verantwoordelijkheden. Specifiek genoemd is het aspect 'Toetreding tot de markt' oftewel de eerste fase van implementatie, die dikwijls specifieke aandacht vraagt. Juist omdat het gaat om stappen op de route die voorafgaan aan grootschalige implementatie, is het nemen van actie een urgente zaak.

### 13.4.1 Technologieontwikkeling

#### **Het VHKA**

In het VHKA is een overzicht opgesteld (tabel 13.2) waarin voor diverse technieken wordt aangegeven in welke fase de ontwikkeling zich bevindt. Hoewel het een iets andere indeling heeft dan figuur 13.3, geeft het indicaties voor de gewenste acties: in kennisontwikkeling, in toetreding tot de markt of al gericht op het versterken van de marktpositie voor grootschalige implementatie.

Voor waterstof wordt een programmatische aanpak nagestreefd. De overheid stelt een routekaart vast voor de ontwikkeling van groene waterstof richting 2030. De ambitie van de groene waterstofcoalitie is een productiecapaciteit van 3 à 4 GW in 2030.

#### **Reflectie**

Het is een sterk element van het VHKA dat er nadrukkelijk aandacht wordt besteed aan de ontwikkeling van nieuwe technologie en de tijd die daarvoor nodig is. Het illustreert ook de beperkingen aan de mogelijkheden voor daadwerkelijke emissiereductie met de betreffende innovatieve maatregelen in 2030.

Daar waar er om dezelfde reden nog onzekerheden bestaan over de potentie en kosten van technische maatregelen in 2030, kan met veel meer zekerheid worden aangegeven welke concrete acties en projecten de eerstkomende 2 tot 5 jaren invulling geven aan een voortvarend vervolg van de innovatietrajecten. Die invulling van de marsroutes met concrete projecten of toegespitste onderzoeksprogramma's met daaraan toegekend budget, ontbreekt echter nog en die is nodig om het akkoord meerwaarde te geven.

Tabel 13.2 roept bovendien nog enkele vragen op:

- De inzet van staalgas (restgassen van de primaire staalproductie) voor de productie van grondstof voor de chemie wordt in tabel 13.2 geschaard onder pilot met impact na 2030. Het wordt echter in tabel 13.1 onder de noemer CCU voor 2030 ook meegenomen als maatregel met een relevante emissiereductie. Dit is onduidelijk. Als bedoeld wordt onderscheid te maken tussen inzet van CO en van CO<sub>2</sub>, dan zou dat explicieter moeten worden gemaakt.
- Voor waterstof wordt een programmatische aanpak geambieerd. De marsroute voor groene waterstof is echter nog onduidelijk. De ambitie van de groene waterstofcoalitie wordt expliciet genoemd, maar er is niet aangegeven of dit ook de ambitie van de industrietafel is. Uitrol van de productie van groene waterstof wordt al voor 2030 voorzien, maar kostenverlaging wordt onder pilots met impact na 2030 geschaard. Het daadwerkelijk te volgen traject met concrete projecten en de voorziene situatie in 2030 blijven onduidelijk. Houdt de ontwikkeling van opslagtechnologie hiermee gelijke tred? Blijven vraag en aanbod van groene waterstof in balans? Als de emissiereductie ten gevolge van vervanging van aardgas door waterstof in de warmteproductie 0,5-1 Mton bedraagt, dan gaat het om 9-18 PJ waterstof in 2030.
- De inzet van biowarmte wordt gezien als een beschikbare maatregel al vóór 2030. Daarbij is echter de combinatie met CCS van groot belang, een vorm van BECCS. Deze twee

**Tabel 13.2 Marsroutes in het VHKA (tabel ongewijzigd overgenomen)**

Marsroute	Uitrol tot 2030	Pilots met impact na 2030	Innovatietrajecten naar 2050
A. Verlaging energievraag	BAT, Mechanische damp-recompressie, HT Warmtepompen (tot 120°C), Warmteterugwinning uit rookgassen, efficiënte scheidingsprocessen, Geavanceerde procesmonitoring/-control	Procesvernieuwing (PI) Warmtepompen (WP, >120°C) Energie-extensieve scheidings- en droogprocessen Digitalisering – Industrie 4.0	Warmtepompen (>150°C) Systeembenadering HTW Nieuwe product- en productieketens, Modulair en flexibel produceren
B. Verduurzaming aanbod: warmte	Biowarmte (voor >250°C), Geothermie (CG met WP), ondervuring met waterstof	Warmteopslag, geothermie (UDG),	Metal fuels Systeembenadering HTW
C. Verduurzaming aanbod: elektrificatie	Flexibiliseren bestaande elektrochemische processen, Power-to-heat (fornuizen, hybride ketels), productie groene H <sub>2</sub> , aandrijvingen (motoren, compressoren)	Kostenverlaging H <sub>2</sub> elektrolyse, elektrochemie via H <sub>2</sub> , Waterstofopslag, elektrochemische CO <sub>2</sub> activering, Plasmolyse (o.a. CH <sub>4</sub> ), Elektrisch kraken	Elektrochemische processen voor basischemie en brandstoffen, foto-elektrochemie
D. Afvangen en opslaan CO <sub>2</sub>	Uitbouwen CCS infrastructuur, CCS bij reformers, specifieke stromen, staalindustrie (Hisarna) en raffinage, offshore opslag, Veiligheid & monitoring reservoirs, blauwe waterstof	Direct carbon fuel cell	BECCS, direct air capture CO <sub>2</sub>
E. Circulaire grondstoffen en producten a) Hergebruik product- en afvalstromen	Hergebruik restgassen industrie, verhogen recycling metalen en bouw- en industrieel afval, , vastlegging CO <sub>2</sub> in bouw materiaal, Mechanische recycling van plastics, Afval naar chemische intermediates, AVI's	Staalgas naar chemie, CCU voor synthetische koolwaterstoffen (brandstoffen en plastics), Chemisch recyclen polymeren	Circulair proces & productontwerp
F. Circulaire inzet van grondstoffen en producten b) Biobased grondstoffen	Biomassa ontsluiting, biobased bestaande processen en materialen	Functionele vervanging door biobased chemie	Bioraffinage voor grondstoffen en brandstoffen

G. Herinrichting van het industrielandchap en de energie-infrastructuur

H. Institutionele, economische, maatschappelijke en organisatorische innovatie

zijn ten onrechte losgekoppeld. Bovendien geeft de indeling van BECCS onder innovatietrajecten naar 2050 de suggestie dat toepassing van biomassaketels met CCS technisch nog lang niet mogelijk zou zijn. Dat is niet terecht.

- Voor F-gassen en dan met name voor biobased grondstoffen is het onderscheid tussen de drie categorieën (de drie kolommen) erg vaag. Het betreft hier een zodanig breed scala aan technische maatregelen dat een algemene invulling weinig meerwaarde heeft. Zo zijn er al voorbeelden van bioraffinage in de praktijk, maar zijn er zeker ook nog onderzoeksvragen. Enkele voorbeelden van eventuele afspraken over belangrijke concrete

projecten op de korte termijn kunnen illustratief zijn. De te volgen route naar eventuele grootschalige productie van groene transportbrandstoffen en groen gas op basis van biomassa is van potentieel zeer groot belang voor de energietransitie en heeft daarom specifiekere aandacht.

### 13.4.2 Infrastructurele en institutionele vernieuwing

#### **Het VKHA**

Belangrijke aspecten zijn benoemd, maar dikwijls nog in tamelijk algemene termen:

- inventarisatie van wetgeving die voor de transitie van belang is;
- marktordening;
- financiering van industrie-investeringen (rol InvestNL);
- tijdige beschikbaarheid van nieuwe en aangepaste infrastructuren;
- beroepsbevolking, voldoende geschoold en met name technisch personeel;
- programmatische coördinatie en samenwerking;
- communicatie door de partners in het klimaatakkoord;
- inzet op internationale afspraken (zie paragraaf 13.6).

Herinrichting van het industrielandchap en de energie-infrastructuur alsmede institutionele, economische, maatschappelijke en organisatorische innovatie worden genoemd als belangrijke elementen van de kennis- en innovatieagenda voor de industrietafel. Beide zijn vooralsnog ingevuld met vragen die aan de orde zijn.

Voor een belangrijk onderdeel, CCS, zijn deze vragen reeds nader gespecificeerd. Het gaat om keuzes over de rol- en kostenverdeling tussen private en publieke partijen bij transport en opslag van CO<sub>2</sub>, de lange termijn aansprakelijkheden rond de opslag en de aansluiting van de ontwikkeling op buitengebruikstelling van de olie- en gasinfrastructuur.

#### **Reflectie**

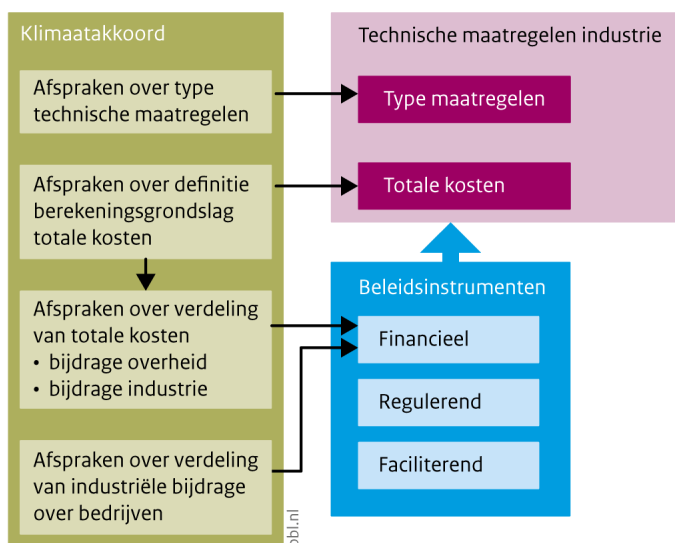
Het opnemen van deze aspecten maakt het VKHA meer tot een transitieakkoord. Ze kunnen immers barrières vormen voor, en vertragend werken in, het transitieproces. Het benoemen van die aspecten en de belangrijke vragen en uitdagingen is daarbij stap 1. Het zou nog concreter kunnen en moeten worden uitgewerkt en dat is nodig om ook stap 2 te kunnen zetten naar concrete afspraken. Het akkoord kan tot een krachtig transitieakkoord worden gemaakt als het concrete acties omvat die in de komende jaren zullen worden uitgevoerd.

### 13.5 Instrumentatie van het beleid

Het streefbeeld voor 2030 laat zien dat er voldoende technische maatregelen zijn om de emissieopgave voor de industrietafel te kunnen realiseren. Het is ook duidelijk dat het proces van systeeminnovatie dat daarvoor nodig is, vraagt om snelle invulling van voorbereidende acties om grootschalige implementatie op tijd mogelijk te maken. Daarnaast is het cruciaal dat er voldoende krachtige beleidsprykkels zijn om tot daadwerkelijke implementatie te komen. Figuur 13.4 schetst op hoofdlijnen voor het nationale beleid om welk type beleidsmaatregelen het dan zou kunnen gaan en waarover afspraken in het klimaatakkoord van belang kunnen zijn. Figuur 13.5 laat dit meer specifiek zien voor de beleidsimpulsen gericht op de aanpak bij een specifiek bedrijf als onderdeel daarvan op een concrete technische maatregel.

Figuur 13.4

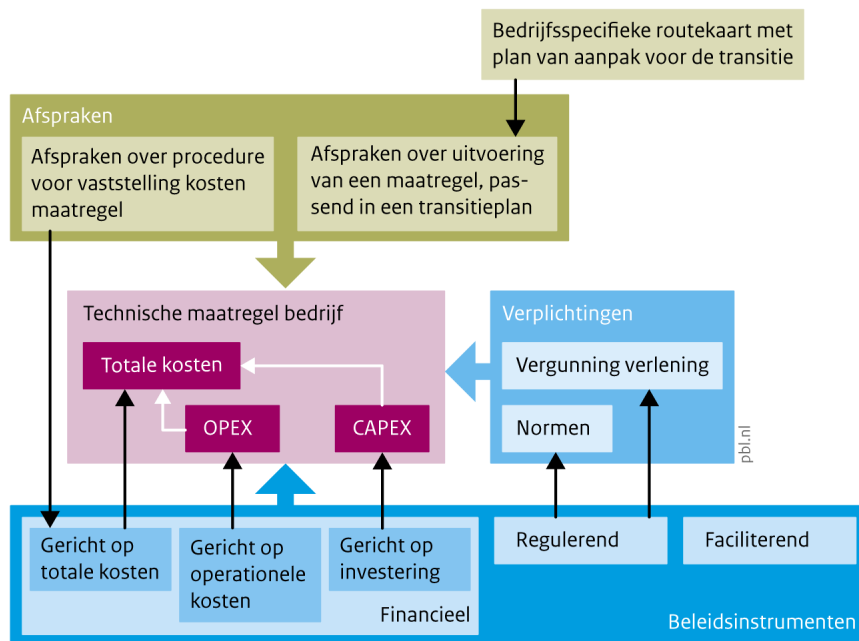
Algemene beleidslijn en mogelijkheden voor afspraken daarover voor de industrie



Bron: PBL

Figuur 13.5

Beleidsinstrumenten en mogelijkheden voor afspraken gericht op het treffen van concrete maatregelen bij bedrijven



Bron: PBL

**Het VHKA**

De beleidsinstrumenten die voldoende impulsen moeten geven aan de emissie reducerende maatregelen voor 2030, maar ook aan de acties voor de korte termijn zijn nog niet concreet uitgewerkt. Er is wel een scala aan beleidsinstrumenten benoemd met daarbij een aantal uitgangspunten voor het beleid:

- De opgave voor de industrie om in 2030 niet meer dan 35,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq uit te stoten moet worden gerealiseerd.

- Er moet een *level playing field* zijn voor de bedrijven; de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven in de wereld moet behouden blijven.
- Uitwerking van een tendermechanisme: middels competitie moeten de meest kostenefficiënte investeringen voor de transitie worden gerealiseerd.
- Een grote bijdrage aan de emissiereductie moet worden gerealiseerd in een beperkt aantal projecten van een beperkt aantal bedrijven. Hiervoor is maatwerk nodig.
- Het is onzeker wat de groei in productievolumes tot 2030 zal zijn. Industriële groei moet niet worden ontmoedigd. Het vestigingsklimaat in Nederland moet aantrekkelijk blijven.

Hoewel de beleidsinstrumenten in de vervolgfase nog concreet moeten worden uitgewerkt, is er al wel een indicatie van de financiële bijdrage van de overheid aan de extra (of onrendabele) kosten. Die zou kunnen oplopen tot 550 à 1000 miljoen euro in 2030 oftewel 55 tot 100% van de extra kosten voor de industrie in 2030. Daarbij wordt aangegeven dat het bedrag nader moet worden gespecificeerd. Daarnaast wordt een bedrag van maximaal 150 miljoen euro per jaar genoemd als investeringssubsidie voor pilots en demonstratieprojecten.

### **Reflectie**

#### *Verdeling en vaststelling van de kosten*

De onderhandelingen voor het akkoord spitsen zich in sterke mate toe op de vraag, welke partij welk deel van de kosten voor zijn/haar rekening gaat nemen. Het gaat om een verdeling van de kosten tussen bedrijven en overheid, maar ook binnen de industrie. De procentuele emissiereductie tot 2030 wordt immers niet evenredig over de bedrijven verdeeld. Dat geldt dus ook voor de procentuele toename van de productiekosten.

Gelet op de raming van de extra kosten in 2030 van 1 miljard euro in 2030 betekent de aangegeven indicatie van de overheidsbijdrage een aandeel ergens tussen de 55 en 100%. Dit legt de basis voor de onderhandelingen over een harde afspraak op dit punt. Het is in de praktijk echter wel van belang dat wordt gespecificeerd hoe de extra kosten dan wel onrendabele kosten worden vastgesteld. Afspraken over de volgende zaken (of over de uitwerking ervan) zijn dan van belang:

- Wat wordt meegerekend in de investering?
- Vele, maar vooral grote, zeer specifieke projecten, kennen doorgaans verschillende op elkaar inwerkende onderdelen: volgens welke procedure worden de investeringskosten objectief deskundig getoetst?
- Hoe worden de kapitaallasten berekend (afschrijvingstermijn, rente)? Er is een groot verschil tussen berekening hiervan voor de nationale kosten en de manier waarop bedrijven een business case beoordelen.
- Met welke prijzen wordt gerekend voor de energiekosten?
- Hoe wordt omgegaan met prijsfluctuaties, die voor hybride systemen juist de basis vormen voor de inzet? Hoe wordt voorkomen dat door gedeeltelijke tegemoetkoming in de operationele kosten het concept van het hybride systeem, optimalisatie op basis van kostenverschillen tussen gas en elektriciteit, wordt ondermijnd? Of geldt dat voor hybride systemen alleen tegemoetkoming in Capex zinvol is? En geldt dit ook voor waterstofproductie?
- Op basis van welke criteria wordt onderscheid gemaakt tussen pilot- en demonstratieprojecten enerzijds en implementatie van CO<sub>2</sub>-arme technologie anderzijds?

Voor alle vormen van tegemoetkoming in de meerkosten moet worden nagegaan of bewerkstelligd dat deze in lijn zijn Europese staatssteunkaders. Ook daarvoor zijn afspraken over acties op de korte termijn van groot belang.

Eén van de mogelijke, in het werkdocument genoemde, instrumenten om te komen tot een verdeling van de extra kosten over alle bedrijven is een aanvullende, olopende CO<sub>2</sub>-heffing,

waarvan de opbrengst wordt ingezet voor ondersteuning bij te treffen maatregelen. In de situatie van 2030, uitgaande van de veronderstelling dat de extra kosten 1 miljard euro bedragen en de emissie van alle industriële bedrijven 35,7 Mton CO<sub>2</sub>-eq is, zou het neerkomen op 28 euro/ton CO<sub>2</sub>-eq (1000 miljoen euro gedeeld door 35,7 Mton). Bij de eerder genoemde indicaties voor de overheidsbijdrage tussen 55 en 100% en dus 0 tot 45% voor de industrie zou het uitkomen op een heffing tussen 0 en 13 euro/ton voor de emittenten. Overigens worden ook nog andere financiële instrumenten genoemd; afspraken zijn nog niet vastgelegd. Daarom wordt hierop in deze beoordeling niet verder ingegaan.

#### *Level playing field*

Beide voorgaande financieringsconstructies zijn erop gericht invulling te geven aan het in het VHKA zo nadrukkelijk gewenste *level playing field*. Twee zaken zijn daarbij van belang. Ten eerste: als het begrip zodanig wordt geïnterpreteerd dat er helemaal geen verschillen mogen zijn in overheids-eisen van verschillende landen aan de bedrijven en daarmee verband houdende kosten, dan is er weinig mogelijk. Het gaat daarom over zodanig beperkte verschillen dat het *playing field* voldoende perspectief blijft bieden voor Nederlandse bedrijven tegenover de internationale concurrentie. Dit behoeft nadere invulling. Daarnaast geldt dat het *playing field* voor bedrijven sterk kan verschillen, soms mondiaal, maar soms ook op een kleinere geografische schaal. Het is daarom een punt van nadere bespreking of en hoe onderscheid moet worden gemaakt tussen bedrijven en bedrijfstakken met een verschillend *playing field*.

#### *Selectie van te ondersteunen maatregelen*

Het gegeven uitgangspunt dat middels competitie de meest kostenefficiënte investeringen voor de transitie moeten worden gerealiseerd, is niet eenvoudig met beleidsinstrumenten in te vullen. Immers, kostenefficiëntie op de korte termijn kan anders uitpakken dan wat efficiënt is voor de transitie. Dat maakt het lastig om daarvoor een tenderregeling in te zetten, hoewel die wel als voordeel zou kunnen hebben dat bedrijven worden gestimuleerd de kosten zo laag mogelijk te houden.

Echter, zoals aangegeven, het is twijfelachtig of hiermee het voor de transitie gewenste pakket van maatregelen wordt gerealiseerd. Hoe wordt bijvoorbeeld voorkomen dat redelijk goedkope CCS-projecten andere ontwikkelingen zoals elektrificatie en productie van groene waterstof voor langere tijd buiten beeld houden? Overwogen kan worden om voor te onderscheiden technologische richtingen aparte afspraken met betrekking tot bijdragen aan de emissiereductie, dan wel het budget te maken.

Uiteindelijk is van belang – wat ook al in tekstkader ‘Voortgang transitie vraagt maatwerk van en voor bedrijven’ is aangegeven – dat alle bedrijven voortvarend aan de slag gaan met de transitie binnen hun bedrijf naar een situatie op de lange termijn, vrijwel zonder emissies of zelfs met negatieve emissies. Die voortvarendheid betekent dat ingespeeld moet worden op de onderhouds- en vervangingsmomenten bij een bedrijf. Het is dan belangrijk dat er geen situatie ontstaat dat eventuele goedkopere maatregelen bij andere bedrijven leiden tot uitstel en wellicht zelfs afstel in het perspectief tot 2050. Bij de beoordeling van een maatregel bij een bedrijf zou het daarom zinvol zijn als criterium om het belang van het project voor de transitie binnen dat bedrijf mee te nemen. Uiteraard behoeft de vormgeving hiervan nog nadere uitwerking.

#### *Aanvullende regulering*

Op basis van het VHKA is het niet aannemelijk dat er financiële afspraken komen die de voorgestelde projecten voor de bedrijven tot een zo aantrekkelijke business case maken, dat die bedrijven er op basis van winstverwachting zelf voor zullen kiezen. Dat betekent dat er

aanvullend in het klimaatakkoord nog een vorm van bekrachtiging of regulering moet worden overwogen, waarvoor onder meer de volgende beleidsinstrumenten bestaan:

- Specifieke bedrijven tekenen voor concrete projecten. Dit is met name een instrument voor relatief grote projecten van een beperkt aantal bedrijven, die op korte termijn kunnen worden gerealiseerd.
- Specifieke bedrijven tekenen onder voorbehoud voor concrete projecten. Dit is met name een instrument voor relatief grote projecten, waar nog de nodige voorbereidingen aan vooraf moeten gaan, die nog onzekerheden met zich meebrengen. Om zo'n akkoord betekenis te geven, is het belangrijk dat de ontbindende voorwaarden expliciet worden gemaakt en verifieerbaar zijn en dat er afspraken over concrete acties op de korte termijn worden vastgelegd met betrekking tot die noodzakelijke voorbereidingen.
- Bedrijven tekenen voor afspraken over het zo snel mogelijk tot stand komen van een transitiegerichte routekaart per bedrijf binnen de sector en daarbij passende concrete acties op de korte termijn. Als dit bijvoorbeeld zou gelden voor bedrijven met een emissie in 2015 >0,1 Mton, dan zou het om ongeveer 60 bedrijven gaan en zou daarmee ongeveer 90% van de totale industriële emissie zijn gedekt. Er kan ook voor worden gekozen dit te laten gelden voor bedrijven die onder de EU-ETS vallen. Hiermee zou ook tot een zorgvuldige afweging met betrekking tot CCS-projecten op de korte termijn kunnen worden gekomen. Het wordt dan een nader punt van onderzoek hoe dit in regulerende zin vorm te geven, zodanig dat het gewenste emissieniveau in 2030 ook wordt gehaald. Er zou kunnen worden nagegaan of dit past in het kader van de vergunningverlening.
- Er wordt een principeakkoord gesloten over aanvullende door de overheid uit te werken regulering, gericht op de emissieopgave van de industrietafel. Dit kan worden aangevuld met enkele randvoorwaarden/wensen met betrekking tot vormgeving van die regulering.

## 13.6 Transitie op een internationaal speelveld

Het begrip *level playing field* krijgt ruime aandacht in het VHKA. Voor belangrijke emittenten zoals de chemie, de raffinaderijen en de basismetaal gaat het om een mondiaal speelveld. Dit betekent dat er op termijn voor alle bedrijven in dergelijke sectoren bindende afspraken of bindend beleid met duidelijke emissiedoelen op mondiaal niveau zouden moeten zijn, passend bij de doelen van het akkoord van Parijs. Dit moet verder gaan dan EU-beleid. Mocht zo'n mondiale aanpak slagen, dan zouden deze sectoren in de toekomst buiten nationale emissiedoelen kunnen worden gelaten. Zo'n aanpak is er echter nog lang niet en de vormgeving ervan is een institutioneel transitieproces op zich, dat ook tijd vraagt. Anderzijds, mocht zo'n mondiale transitie voor dergelijke sectoren niet van de grond komen, dan is de kans groot dat de doelen van het klimaatakkoord van Parijs buiten bereik blijven.

Nederland kan in dat proces kiezen voor een koploperrol. De opgave voor de industrietafel en het streefbeeld voor 2030 geven ook invulling daaraan. Dit kan betekenen dat Nederland met een succesvol klimaatakkoord meer recht van spreken krijgt op het wereldtoneel om de genoemde transities voor die sectoren stap voor stap te helpen realiseren.

### **Het VHKA**

Inzet op Europese en internationale kaders wordt in het hoofddocument wel genoemd, maar niet concreet ingevuld, gericht op de hiervoor aangeduide internationale transitie.

In het werkdocument wordt aangegeven dat de inzet is dat Nederlandse (vestigingen van) bedrijven een koploperrol gaan vervullen ten opzichte van buitenlandse concurrenten. Wereldwijd zullen er winnaars en verliezers zijn.



In het werkdocument wordt verder het belang van klimaatdiplomatie genoemd, omdat veel investeringsbeslissingen voor productie-eenheden in Nederland in hoofdkantoren elders worden genomen. Een actieve houding van de overheid wordt in het VHKA bepleit. Het gaat daarbij om concrete zaken als een hogere ETS-prijs, bijmengverplichtingen voor syn- of biokerosine, ETS-accountingregels voor export van CO<sub>2</sub>-arme producten, uitwisselingen tussen landen en blijvende beschikbaarstelling van CO<sub>2</sub>-rechten voor goed presterende internationaal concurrerende bedrijven.

### **Reflectie**

De wereldwijde transitie en de koploperrol van Nederland en Nederlandse bedrijven worden nadrukkelijk genoemd. De uitdaging ligt erin om de mogelijkheden die deze koploperrol kan bieden op dat mondiale speelveld te gaan benutten en afspraken over acties in die richting toe te voegen. Dit kunnen ook acties zijn waarin partijen aan de industrietafel, bedrijven, sectorvertegenwoordigers, overheid en NGO's, gezamenlijk opereren. Samenwerking met andere landen met vergelijkbare ambities zou daarin kunnen passen.

# 14 Elektriciteit

## 14.1 Inleiding

De elektriciteitssector staat voor de ambitieuze opgave om de transitie te maken van een fossiel-gedomineerd systeem naar een CO<sub>2</sub> neutraal elektriciteitssysteem in 2050, waarbij 2030 een belangrijk tussenjaar is. In 2030 moeten richting 2050 significante stappen gemaakt zijn, en de tussendoelstelling van 20,2 Mton emissiereductie ten opzichte van 1990 gehaald zijn. De Sectortafel Elektriciteit (hierna: SE) heeft verschillende voorstellen voor hoofdlijnen gedefinieerd als belangrijke stap richting een akkoord om de transitie in de elektriciteitssector te borgen. Samengevat komt dit op het volgende neer:

- Verdere uitrol van CO<sub>2</sub> neutrale elektriciteitsproductie, met een focus op:
  - Wind op Zee (en aandacht voor meervoudig ruimtegebruik en ecologische aspecten).
  - Hernieuwbaar op land; Zon PV, Wind op Land, en biomassa (en aandacht voor ruimtegebruik zon PV en Wind op Land, en beschikbaarheid van biomassa en de duurzaamheidscriteria).
- Het zorgen voor een betrouwbaar elektriciteitssysteem en het tijdig klaar maken van de netwerkinfrastructuur.
- Het aansluiten van de stimulering van vraagontwikkeling (elektrificatie) en de uitrol van hernieuwbare elektriciteitsproductie, in combinatie met flexibilisering van de vraag.
- Reduceren van de kosten van de energietransitie; 'de kosten van de transitie worden zo laag mogelijk gehouden door elke kans op verdere kostenreductie te benutten'.
- Het marktmodel moet in een Europese context 1) voldoende prijsniveau en prijsprikkels bieden om investeringen in flexibiliteitsopties, hernieuwbaar en CO<sub>2</sub>-vrij vermogen op peil te houden, 2) structureel extreem weer op kunnen vangen, 3) gelijk speelveld bieden. Beprijzing van CO<sub>2</sub> is in deze context een belangrijk aandachtspunt, waarbij in het voorstel van de SE vier varianten van een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs zijn opgesteld. Het uitgangspunt hierbij is dat Het Rijk zich maximaal zal inzetten voor additionele CO<sub>2</sub>-beprijzing in internationaal verband, dan wel in een kopgroep van landen.

De uitwerking van beleidsinstrumenten in het VHKA van de tafel elektriciteit is voornamelijk onvoldoende concreet om door te kunnen worden gerekend. Daarom leggen we hier de focus op berekeningen van het streefbeeld, waarbij we ook de ambities ten aanzien van additionele elektrificatie van de andere tafels hebben meegenomen. De analyses laten zien dat de ambities voor emissiereductie van de SE in principe haalbaar zijn met het streefbeeld. Dit is echter wel inherent onzeker, omdat emissies van de Nederlandse elektriciteitssector sterk afhankelijk zijn van ontwikkelingen op de Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt en van het beleid in onze buurlanden.

Over de realisatie van het streefbeeld kan nu nog weinig worden gezegd, omdat de uitwerking van het beleidsinstrumentarium in het VHKA nog onvoldoende is. Zo is het realiseren van de beoogde hernieuwbare elektriciteitsproductie onzeker. Voorgesteld is om de SDE+-regeling na 2025 niet meer open te stellen voor elektriciteitsproductie uit zon en wind, en er is nog geen duidelijkheid over vervangende beleidsinstrumenten. De SE streeft naar een kostendaling zodanig dat in 2030 de kasuitgaven voor hernieuwbare elektriciteitsproductie 200 miljoen euro bedragen, maar het is niet zeker dat de omvang van de subsidie daarmee voldoende is om de benodigde investeringen in hernieuwbare capaciteit te realiseren. Dit zal mede afhangen van de ontwikkelingen van de elektriciteitsprijzen en van de kostendalingen voor de investeringen in hernieuwbaar.

De beschikbaarheid van flexibiliteit uit regelbaar vermogen en andere flexibiliteitsopties is van groot belang om het elektriciteitssysteem in balans te houden. Terecht stelt de elektriciteitstafel dan ook dat er in het najaar nader moet worden bekeken hoe de beschikbaarheid van voldoende flexibiliteit kan worden geregeld.

Om de toename van de productie van elektriciteit uit zon en wind en van het elektriciteitsverbruik voor warmtepompen en elektrisch vervoer te kunnen verwerken is uitbreiding en verzwaring van de elektriciteitsnetwerken noodzakelijk. Dergelijke infrastructuurprojecten kennen een lange doorlooptijd. Daarom zal in het klimaatakkoord moeten worden aangegeven hoe de investeringen in netwerken gerealiseerd gaan worden.

In paragraaf 14.2 beschrijven we het streefbeeld en de resultaten van de analyse daarvan. Paragraaf 14.3 gaat in op de mate waarin het streefbeeld voor 2030 past bij verdergaande emissiereducties richting 2050. Instrumentatie komt in paragraaf 14.4 aan de orde.

## 14.2 Streefbeeld

### 14.2.1 Introductie

De Sectortafel Elektriciteit (SE) heeft concrete streefbeelden geformuleerd voor de hernieuwbare elektriciteitsproductie in 2030 (p.18 in de Bijdrage van de Sectortafel Elektriciteit aan het Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord, hier verder Bijdrage SE genoemd). De omvang van deze productie is afhankelijk gesteld van de omvang van de elektrificatie, wat afhangt van de extra elektriciteitsvraag zoals bepaald in de streefbeelden van de andere tafels. Naarmate er meer vraag naar elektriciteit komt, is er meer ruimte voor hernieuwbare elektriciteitsproductie.

Naast de streefbeelden voor de hernieuwbare elektriciteitsproductie gaat de bijdrage van de SE ook in op een scala aan onderwerpen zoals waterstof, de ruimtelijke opgave, de opgave voor het elektriciteitssysteem en de netwerken, innovatie, participatie, bestuurlijke afspraken, arbeidsmarkt, de internationale omgeving en maatregelen, instrumenten en kosten. In de analyse van het streefbeeld beperken we ons tot de ambities die voldoende concreet zijn om door te kunnen rekenen. Deze ambities betreffen:

- Hernieuwbare elektriciteitsproductie van 110 TWh uitgaande van 38 TWh additionele elektrificatie. In de Bijdrage SE wordt geen uitsplitsing gegeven per technologie. Voor de berekeningen is er een toedeling gemaakt op basis van technische aanwijzingen van het secretariaat van het klimaatberaad (zie tabel 14.2).
- Additionele elektrificatie van overige tafels: gebouwde omgeving, industrie, landbouw en landgebruik en mobiliteit (zie tabel 14.1).
- Verbod op de toepassing van kolen voor de productie van elektriciteit in 2030. Hoewel dit geen onderdeel is van het VHKA mag de emissiereductie wel mee worden geteld.
- Invoering van een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs. Hoewel de SE vier varianten heeft gedefinieerd analyseren we, omwille van de beperkt beschikbare tijd, twee varianten: een variant met een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs in lijn met het Regeerakkoord (Variant A)<sup>22</sup> en een variant zonder nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs (Variant C). In de Bijdrage SE wordt er vooralsnog geen keuze gemaakt tussen de varianten.

Daarnaast wordt in de Bijdrage SE (p.18) genoemd dat voor de flexibilisering van het systeem er 15-40 TWh aan CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen geleverd moet kunnen worden in 2030.

---

<sup>22</sup> In Variant A wordt uitgegaan van een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs van 18 euro/ton in 2020 en 43 euro/ton in 2030.

Het is niet duidelijk welke technologieën hier precies beoogd worden om dit vermogen te leveren, waardoor het niet is meegenomen in de analyses. Wel worden biomassa en (groene) waterstof als opties genoemd (p.25), maar de discussie rond de beschikbaarheid en betaalbaarheid van biomassa blijft hierbij buiten beschouwing (zie paragraaf 8.2). Uit de Bijdrage SE wordt niet duidelijk wanneer a) het regelbaar vermogen CO<sub>2</sub>-vrij moet zijn (op p.18 wordt 2030 genoemd, terwijl op p.8 wordt genoemd dat het regelbaar vermogen na 2030 in toenemende mate CO<sub>2</sub>-vrij moet zijn), en b) of het afschakelen van de elektriciteitsproductie uit wind en zon ook meetelt als CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen (op p.8 wordt verwezen naar niet weersafhankelijk vermogen, terwijl op p.25 het afschakelen van de productie van wind en zon (in het uiterste geval) wel als optie wordt genoemd). Ten slotte, wanneer fossiele eenheden met CCS als CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen worden ingezet (bijvoorbeeld gascentrales) behoeft het effect van de toepassing van CCS op de flexibiliteit van centrales aandacht omdat het additionele beperkingen in het opereren van eenheden kan betekenen (zie bijvoorbeeld IEAGHG, 2012).

Naast een kort overzicht van de ontwikkeling van productie en handel gaan we hier met name in op de uitkomsten van de analyses die in deze rapportage centraal staan: de gevolgen voor de CO<sub>2</sub>-emissie en de nationale kosten. In een separaat uit te brengen achtergronddocument bespreken we uitgebreider de details van de analyses en de gevolgen voor het Nederlandse en Europese elektriciteitsstelsel indien het streefbeeld gerealiseerd zou worden, zoals bijvoorbeeld prijzen, handel in elektriciteit, elektriciteitsproductie in Nederland en leveringszekerheid.

## 14.2.2 Emissies en kosten

### **Aanpak**

De emissies en de kosten van het streefbeeld zijn berekend met het Europese elektriciteitsmarktmodel COMPETES. Hierdoor wordt rekening gehouden met de gevolgen van de maatregelen in het streefbeeld voor de import en export van elektriciteit en daarmee voor de emissies van de elektriciteitssector op het Nederlands grondgebied. Tegelijkertijd zijn er ook gevolgen voor de CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitsopwekking in andere landen, welke ook in kaart worden gebracht.

Tabel 14.1 geeft de extra vraag per sector ten opzichte van het referentiescenario. Voor de extra vraag vanuit de landbouw, de gebouwde omgeving, en voor ongeveer 9 TWh van de additionele elektrificatie in de industrie is in de modelberekeningen uitgegaan van een ex-ante vastgesteld vraag- en vraagprofiel. Voor de transportsector, waar de additionele elektrificatie is gerelateerd aan de toename van het aantal elektrische voertuigen (EV's), is de totale elektriciteitsvraag een ex-ante aanname, maar berekent het model per dag een optimaal slim laadprofiel wat beschouwd kan worden als een optie voor vraagrespons. Voor de industrie wordt er naast de ex-ante vastgestelde additionele vraag aangenomen dat 33,1 TWh aan warmtevraag potentieel kan worden ingevuld via hybride Power-to-Heat (P2H). Afhankelijk van de marginale kosten van een gas boiler (referentietechnologie) en de elektriciteitsprijs per uur, bepaald het model of er een elektrische boiler of een conventionele gas boiler wordt ingezet om te voorzien in de warmtevraag.<sup>23</sup> Afhankelijk van de toepassing van hybride P2H leidt de additionele elektrificatie tot een extra vraag van in totaal tussen de 19,4 TWh en 52,5 TWh. Dit betreft een toename van 17 tot 47% ten opzichte van het referentiescenario, waarin de verwachte vraag 111 TWh is.

<sup>23</sup> Wanneer de elektriciteitsprijs het gehele jaar onder de marginale kosten van een gasboiler zou liggen, wordt het potentieel van 33,1 TWh in principe dus volledig benut (potentieel per uur is ingeschat op 33,1 TWh/8760 uren).

Voor de analyses is aangenomen dat de benodigde investeringen voor P2H hebben plaatsgevonden, de afweging is vervolgens gebaseerd op de variabele kosten van beide warmte opties (elektriciteit en gas). Of de investeringen rendabel zijn is verder niet onderzocht, de impliciete aanname is dat er ondersteuning is om een eventuele onrendabele top te dekken. Evenmin is er rekening gehouden met extra aansluitkosten voor de aanzienlijk hogere elektriciteitsvraag.

**Tabel 14.1 Additionele vraag elektriciteit streefbeeld in 2030 in TWh**

TWh	Streefbeeld		
	Gegeven vraag en vast vraagprofiel	Gegeven vraag, flexibel profiel	Variabele vraag, flexibel profiel
Landbouw	3,8	-	-
Gebouwde omgeving	1,7	-	-
Industrie	8,8	-	0 tot 33,1
Transport	-	5,1	-
<b>Som</b>	<b>14,3</b>	<b>5,1</b>	<b>0 tot 33,1</b>

Tabel 14.2 laat het aanbod van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit uit zon en wind zien in het basispakket en het streefbeeld zoals bepaald in de Bijdrage SE. De hernieuwbare elektriciteitsproductie is afgestemd op deze additionele elektrificatie conform de bijdrage SE. Bovenop de vraag in het NEV 2017 zonder SDE+ (het referentiescenario) komt voor elke TWh additionele elektrificatie er een extra TWh hernieuwbaar bij. In de Bijdrage SE is hierbij in het basispakket uitgegaan van 12 TWh additionele elektrificatie, en voor het Basispakket 49% plus extra elektrificatie (streefbeeld) is uitgegaan van 38 TWh additionele elektrificatie, wat dus kan afwijken van de resulterende totale additionele elektrificatie in de modelberekeningen door optimale inzet van hybride P2H. In de Bijdrage SE wordt er geen uitsplitsing gemaakt per technologie, waardoor de onderverdeling na publicatie van de Bijdrage SE is gebaseerd op technische aanwijzingen van het secretariaat van het Klimaatberaad (zie bijlage 1).

**Tabel 14.2 Aanbod hernieuwbare elektriciteit basispakket en streefbeeld, in TWh**

TWh	Basispakket sectortafel elektriciteit (bij 12 TWh extra vraag)	Streefbeeld (bij 38 TWh extra vraag)
Wind op zee	49	62
Wind op land	21	26
Zon-PV <sup>24</sup>	14	18
Overig hernieuwbaar	PM	4
<b>Som</b>	<b>84</b>	<b>110</b>

De effecten van de extra vraag en het hernieuwbare aanbod in het streefbeeld voor de elektriciteitsopwekking in Nederland en daarmee voor de CO<sub>2</sub>-emissies hangen mede af van de aannames over brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen en ontwikkeling van capaciteit en beleid buiten Nederland. Om een indruk te geven van de mogelijke effecten van een veranderde wereld zijn er twee scenario's geanalyseerd:

- Klimaat Akkoord Streefbeeld-basisscenario (afgekort: *KAS-basis*): in het KAS-basis zijn de aannames voor het buitenland gelijk aan het achtergrondscenario in de NEV 2017.

<sup>24</sup> Het kabinet heeft besloten om vanaf 2020 de salderingsregeling om te vormen naar een terugleversubsidie. Het effect hiervan op het streefbeeld t.a.v. Zon PV is niet meegenomen in de Bijdrage SE. Wel wordt in de Bijdrage SE genoemd dat dit van invloed kan zijn op de business-case van Zon PV en dus nader bekeken moet worden.

- **Klimaat Akkoord Streefbeeld-alternatief scenario (afgekort: *KAS-alternatief*):** een alternatief scenario waarin verondersteld is dat ook buiten Nederland verdergaand klimaatbeleid wordt gevoerd, en er wordt uitgegaan van meer recente inzichten ten aanzien van brandstof- en CO<sub>2</sub> (EU ETS) prijzen. Verderop in deze paragraaf en in het achtergronddocument zijn de details over de aannames in het scenario nader beschreven.

De beleidsvoornemens uit het Regeerakkoord voor een verbod op kolen en invoering van een minimum CO<sub>2</sub>-prijs voor de elektriciteitssector in Nederland zijn meegenomen in de analyse van het streefbeeld. In de bijdrage SE worden voor de minimumprijs echter vier opties geschetst (Variant A-D). Voor het KAS-basis scenario en het KAS-alternatief scenario rekenen we twee van deze varianten door (Variant A *met* een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs, en Variant C *zonder* een nationale CO<sub>2</sub> bodemprijs).

Met de twee scenario's en de twee varianten voor de CO<sub>2</sub> minimumprijs komen we in totaal op vier verschillende analyses die zijn doorgerekend. De verschillen in uitkomsten voor de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt en de emissies van de elektriciteitssector illustreren de gevoeligheid van de resultaten voor aannames over ontwikkelingen in het buitenland en over de brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen. De gevonden resultaten kunnen echter niet beschouwd worden als bandbreedte omdat goed mogelijk is dat andere aannames tot beduidend andere resultaten leiden. Zo zal bijvoorbeeld ander beleid in omliggende EU-landen, gericht op het halen van de klimaatdoelstellingen uit het Parijs-akkoord, tot andere emissies en kosten in Nederland leiden dan in de hier geanalyseerde scenario's. Bovendien heeft de wijze van instrumentering van het beleid in het buitenland ook zijn weerslag op de resultaten voor Nederland; de introductie van een minimum CO<sub>2</sub> prijs in het buitenland zou bijvoorbeeld ook tot hogere elektriciteitsprijzen in Nederland kunnen leiden dan wanneer de subsidies voor hernieuwbaar toenemen in het buitenland. Hogere elektriciteitsprijzen ten gevolge van veranderd beleid in het buitenland leiden dan bijvoorbeeld enerzijds tot hogere kosten voor elektrificatie, anderzijds vallen de kosten voor andere opties zoals hernieuwbare energie lager uit (de onrendabele top is kleiner).

In de analyses is uitgegaan van een 'gemiddeld' klimaatjaar voor temperaturen en de productie van zon en wind, gebaseerd op het klimaat in 2015. Vanwege de tijd en beschikbaarheid van gegevens is er geen gevoeligheidsanalyse gedaan voor perioden met weinig elektriciteitsproductie uit zon en wind en een hoge vraag in grote delen van Europa<sup>25</sup>. Voor een goede inschatting van de leveringszekerheid en de benodigde capaciteit is een dergelijke analyse echter wel noodzakelijk.

### **Scenario's**

Naast het KAS-Basis scenario waar de aannames voor het buitenland niet zijn gewijzigd ten opzichte van het referentiescenario (NEV 2017), zijn ook de effecten berekend ten opzichte van een alternatief scenario (KAS-alternatief) waarin is aangenomen dat andere landen eveneens een verdergaand klimaatbeleid voeren<sup>26</sup>. Voor Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk zijn de aannames voor het aanbod van elektriciteit gebaseerd op scenario's die in deze landen zijn ontwikkeld. Voor Duitsland is het C2030 scenario uit het Netzentwicklungsplan 2019-2030 van het Bundesnetzagentur gebruikt (BNetzA, 2018). De aannames voor Frankrijk zijn gebaseerd op het Ampère scenario uit de Bilan Prévisionnel van RTE (RTE, 2018), en voor het Verenigd Koninkrijk is het Two Degrees scenario van National Grid gebruikt (National Grid, 2018). Voor de andere landen in Europa is het aanbod van elektriciteit gebaseerd op het Green Revolution scenario van ENTSO-E (Visie 4), wat ten opzichte van het referentiescenario niet verschilt in het hernieuwbaar opgesteld vermogen, maar wel in het

<sup>25</sup> Ook wel een 'elfstedentocht winter' of 'Dunkelflaute' genoemd.

<sup>26</sup> Zoals al aangegeven zijn er nog tal van andere scenario's denkbaar, zoals bijvoorbeeld een scenario waarin andere landen hun klimaatambities omlaag bijstellen. Hier is gekozen voor een alternatief scenario dat meer in lijn is met de Nederlandse ambities.

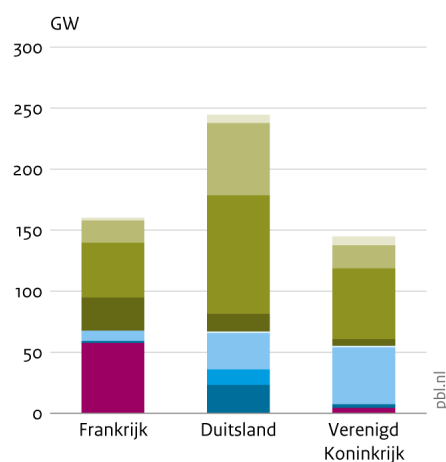
thermisch opgesteld vermogen (zoals gas en kolen). In het KAS-basis scenario is de elektriciteitsvraag in het buitenland gelijk aan het referentiescenario waar geen additionele vraag van elektrische voertuigen (EV) is meegenomen. In het KAS-alternatief scenario wordt wel uitgegaan van een additionele vraag, bovenop de vraag in het referentiescenario, die is gebaseerd op de prognose van het aantal EV's in het Sustainable Transition scenario (ENTSO-E, 2018)<sup>27</sup>. De uiteindelijke capaciteit waarmee is gerekend is, is voorafgaande aan de markt-berekeningen, bepaald door de optimale investeringen en desinvesteringen te berekenen aan de hand van de investeringsmodule van het COMPETES-model.

Figuur 14.1 geeft het opgesteld vermogen in Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. Het vermogen van wind en zon neemt in het alternatieve scenario toe in Frankrijk en vooral in Duitsland ten opzichte van het referentiescenario. Dit is niet het geval in het Verenigd Koninkrijk waar minder wind op zee wordt opgesteld. In Duitsland neemt bruinkool en steenkool sterk af, waar in Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk de kolencapaciteit volledig wordt uitgefaseerd. Nucleair neemt af in Frankrijk<sup>28</sup>, waar er in Duitsland met de Atomausstieg geen nucleaire elektriciteitsopwekking meer is in 2030. Het Verenigd Koninkrijk laat juist een toename zien van de nucleaire opwekkingscapaciteit.

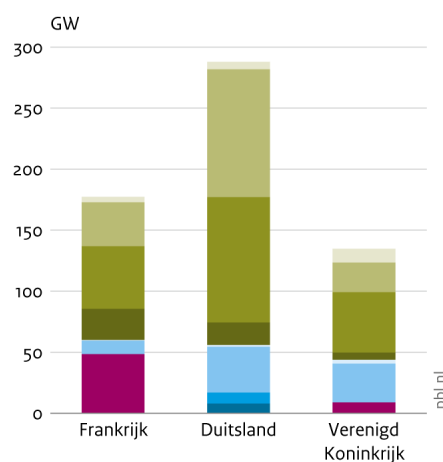
Figuur 14.1

### Opgesteld vermogen, 2030

Klimaat Akkoord Streefbeeld Basis



Klimaat Akkoord Streefbeeld Alternatief



Bron: Nationale Energieverkenning 2017; BNetzA 2018; RTE 2018; National Grid 2018

In het KAS-alternatief scenario is ook uitgegaan van recentere marktontwikkelingen en nieuwere inzichten in de brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen (gebaseerd op het New Policies scenario van de World Energy Outlook 2017, IEA), zie tabel 14.3.

<sup>27</sup> Uitgaande van een gemiddeld verbruik per EV van 2500 kWh/jaar.

<sup>28</sup> Momenteel is er veel discussie omtrent het nucleaire vermogen in Frankrijk doordat veel nucleaire eenheden binnen niet al te lange tijd aan het einde van de levensduur komen. Zo is bijvoorbeeld in het Watt scenario van RTE (2018) uitgegaan van een capaciteit van (maar) ongeveer 20 GW, i.p.v. ongeveer 50 GW in het Ampère scenario van RTE. Deze discussies zijn daarom tevens van belang voor de ontwikkelingen in de Nederlandse elektriciteitssector.



**Tabel 14.3 Brandstof en CO<sub>2</sub>-prijzen in 2030**

	KAS-basis/referentiescenario	KAS-alternatief
Gas (€/m <sup>3</sup> )	0,31	0,26
Kolen (€/ton)	68	73
CO <sub>2</sub> (€/ton)	16,6	25,2

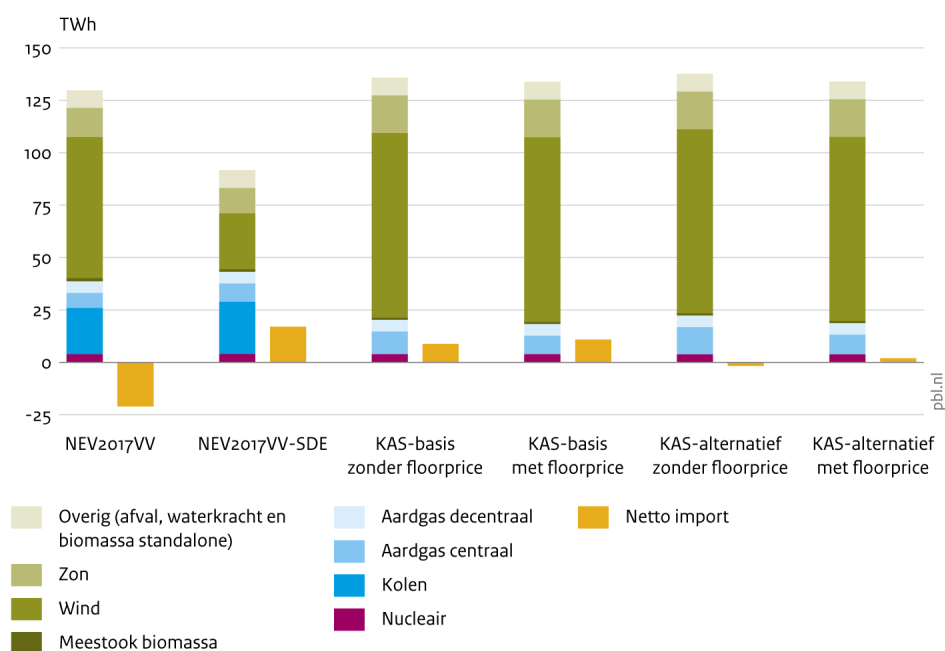
De hogere kolen- en CO<sub>2</sub>-prijs en de lagere gasprijs zullen een positief effect hebben op de productie van gas ten opzichte van kolen. Wel is het zo dat de omvang van de productie uit kolen al beduidend lager zal zijn in het KAS-alternatief scenario door de sterke afname van het opgestelde vermogen in de EU.

Voor verdere details en analyses van de twee scenario's voor de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt in Europa verwijzen we naar het achtergronddocument. Daarin wordt nader ingegaan op de aannames, onderzoekaankpak en de uitkomsten van de analyse. In de volgende paragrafen laten we de uitkomsten zien voor de handel, productie en elektrificatie in Nederland en voor de CO<sub>2</sub>-emissies en de kosten van emissiereductie.

### Elektriciteitsmarkt

De verschillende aannames in de scenario's, al dan niet met een minimum CO<sub>2</sub>-prijs in Nederland alleen, beïnvloeden de omvang van de productie en de handel in elektriciteit in Nederland (figuur 14.2).

**Figuur 14.2**  
**Elektriciteitsproductie en handel in Nederland, 2030**



Bron: PBL COMPETES-model

In het NEV 2017 voorgenumen beleid scenario (VV) is Nederland in 2030 een grote exporteur van elektriciteit met 21 TWh. Nederland voorziet in dit scenario het buitenland dus in de elektriciteitsvraag, waardoor Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissies hoger uitvallen dan wanneer deze export niet zou plaatsvinden. In het referentiescenario voor de analyse gepresenteerd in dit rapport (NEV 2017 voorgenumen beleid *zonder* continuering van de SDE+ na 2019), is Nederland juist een grote importeur met 17 TWh, en vindt een deel van de emissies voor de productie van elektriciteit voor de Nederlandse vraag dus plaats over de grens. De KAS-

scenario's zitten daar tussenin. Het kolenverbod vermindert de conventionele opwekkingscapaciteit, maar zon en wind nemen fors toe.<sup>29</sup> In het KAS-basis scenario importeert Nederland ca. 9 TWh, en 11 TWh met de minimum CO<sub>2</sub>-prijs. In het KAS-alternatief scenario is Nederland op jaarbasis een kleine exporteur (2 TWh) zonder de minimum CO<sub>2</sub>-prijs, terwijl er sprake is van beperkte import (ca. 2 TWh) met de minimum CO<sub>2</sub>-prijs. Wel is de omvang van de handel van uur tot uur in elektriciteit hoog. Zo is bijvoorbeeld de totale import in 2030 in het alternatieve scenario zonder minimum CO<sub>2</sub>-prijs 34 TWh, en de export komt uit op 36 TWh wat een indicatie is van het belang van de uitwisseling van elektriciteit. De sterke toename van de productie van zon en wind in Nederland en andere landen leidt tot afwisselend import en export, afhankelijk van de productie van zon en wind in verschillende landen.

Het aandeel zon en wind in de productie in Nederland is hoog, tussen de 75% en 80% in de KAS-scenario's. Ter vergelijking, in het voorgenomen beleidsscenario uit de NEV2017 is dit aandeel 63%. De elektriciteitsproductie op basis van gas ligt tussen de 14 en 19 TWh, en is het hoogst in het alternatieve scenario zonder minimumprijs voor CO<sub>2</sub>. Invoering van de minimumprijs vermindert de gasproductie met ca 4 TWh in het KAS-alternatief scenario.

Prijzen in Nederland liggen in het KAS-alternatief scenario hoger, ruim 49 euro/MWh tegen 47 euro/MWh in het KAS-basis scenario (met een CO<sub>2</sub> bodemprijs). Het verschil tussen de scenario's is niet significant omdat het prijsverhogende effect van met name de hogere EU ETS CO<sub>2</sub> prijs deels teniet wordt gedaan door hogere productie van zon en wind in het buitenland. Anders gezegd, een hogere EU ETS CO<sub>2</sub>-prijs heeft geen significant prijseffect, omdat het gepaard gaat met een sterke toename van de elektriciteitsproductie uit zon en wind. Daarnaast is het effect van de minimum CO<sub>2</sub>-prijs in Nederland beperkt en komt uit op ongeveer -0,5 euro/MWh in het KAS-basis scenario omdat er goedkopere elektriciteit uit omliggende landen geïmporteerd kan worden. In het KAS-alternatief scenario is het effect nog lager (-0,3 euro/MWh) vanwege de hogere CO<sub>2</sub> prijs in het ETS waardoor de relatieve verschillen in productiekosten met het buitenland kleiner zijn.

Ten aanzien van hybride P2H in Nederland is vanwege de hogere elektriciteitsprijs in het KAS-alternatief scenario, ondanks iets lagere gasprijzen, de inzet van elektrische boilers (hybride P2H) voor de warmtevraag in de industrie beduidend lager; wat resulteert in een vraag naar elektriciteit van ongeveer 8 TWh tegen bijna 17 TWh in het KAS-basis scenario. Zowel in het KAS-basis scenario als in het KAS-alternatief scenario zijn de verschillen tussen het scenario met of zonder een CO<sub>2</sub> bodemprijs minimaal.

Tot slot, hier zijn slechts twee verschillende scenario's beschouwd. Deze scenario's zijn niet bedoeld om het volledige spectrum van toekomstige ontwikkelingen te dekken, ze schetsen slechts twee mogelijke routes voor de ontwikkeling van de Europese elektriciteitsmarkt. Andere ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld een Europees-brede inzet op het halen van de doelstellingen uit het klimaatakkoord van Parijs, zullen tot andere uitkomsten leiden die buiten de hier gepresenteerde range van resultaten zullen liggen. Daarmee zullen ook de emissies en de kosten van emissiereductie afwijken van de emissies en kosten die in de volgende paragrafen worden gepresenteerd.

### **Emissies**

De analyses van het VHKA zijn beperkter dan een integrale doorrekening zoals voor de Nationale Energieverkenning. Daardoor is het inzicht in de CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitssector die onder de tafel elektriciteit vallen minder gedetailleerd. Wel kan voor de verschillende scenario's op basis van de productie in Nederland een schatting worden gegeven van de CO<sub>2</sub>-

---

<sup>29</sup> De kolencentrales zouden na uitfaseren van kolen volledig over kunnen gaan op de inzet van biomassa in de elektriciteitsopwekking; dat is in deze analyse niet meegenomen. De vraag is of dit zonder stimulering een aantrekkelijke optie is voor marktpartijen.

emissies voor de verschillende scenario's. Tabel 14.4 laat deze schatting zien, waarbij ook de emissies in het referentiescenario zijn weergegeven. De waarde voor Laag en Hoog is gebaseerd op verschillende aannames over de emissies van de elektriciteitscentrales in Velsen en IJmuiden die hoogovengas en cokesovengas verbranden. In Hoog is de aanname 9 Mton CO<sub>2</sub> in 2030 (gelijk aan het referentiescenario), de aanname in Laag is 6 Mton CO<sub>2</sub>.<sup>30</sup>

**Tabel 14.4 CO<sub>2</sub>-emissies elektriciteitssector streefbeeld 2030 in Mton**

Scenario	Laag	Hoog
KA-basis scenario, geen minimum CO <sub>2</sub> -prijs	12	15
KAS-basis scenario, minimum CO <sub>2</sub> -prijs	11	14
KAS-alternatief, geen minimum CO <sub>2</sub> -prijs	12	15
KAS-alternatief, minimum CO <sub>2</sub> -prijs	11	14
Referentiescenario (NEV2017, zonder SDE+)	28	31

Voor de elektriciteitssector is als ambitie door de minister van EZK een doelstelling van een maximale CO<sub>2</sub>-emissie van 12,4 Mton genoemd na uitvoering van het klimaatakkoord. De analyse laat zien dat deze ambitie haalbaar is mits de maatregelen uit het streefbeeld gehaald worden, en de CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitsopwekking met hoogoven- en cokesovengas rond de 6 Mton of lager uitvallen. Een belangrijke kanttekening is wel dat de emissies afhankelijk zijn van de omvang van de elektrificatie, die deels weer afhangt van de elektriciteitsprijzen, en van de ontwikkelingen buiten Nederland. Zoals al aangegeven geven de hier geanalyseerde twee achtergrondscenario's slechts een beperkt beeld van de mogelijke ontwikkelingen en de resulterende emissies in Nederland. De hier geanalyseerde scenario's laten wel zien dat ook bij verdergaand klimaatbeleid in de landen om ons heen met een toename van de elektriciteitsvraag en van het aanbod van hernieuwbaar elektriciteitsproductie uit zon en wind de emissies in Nederland sterk kunnen dalen. Maar het is ook indenkbaar dat marktontwikkelingen ertoe kunnen leiden dat de Nederlandse gascentrales een groter aandeel krijgen in de productie op de Noordwest-Europese markt, waardoor de emissies hoger zullen uitvallen.

## **Kosten**

### *Introductie*

De overgang naar het elektriciteitssysteem van het streefbeeld heeft de nodige gevolgen voor de kosten van het elektriciteitssysteem. De kosten van de elektriciteitsproductie veranderen door de verschuiving van de productie van kolen- en gascentrales naar hernieuwbaar opgewekte elektriciteit en er moet geïnvesteerd worden in de elektriciteitsnetwerken.

De toename van de productie van elektriciteit uit zon en wind vermindert de conventionele elektriciteitsproductie in Nederland en andere landen. Daardoor nemen de kosten van die elektriciteitsproductie af. De resterende conventionele productie zal wel per eenheid duurder uitvallen, omdat de conventionele elektriciteitsproductie meer flexibel zal moeten worden om de toename van elektriciteit uit zon en wind te accommoderen. Dit brengt additionele kosten met zich mee omdat centrales vaker zullen stoppen en opstarten en deels op lager vermogen zullen draaien (de zgn. profielkosten, zie Özdemir et al., 2017). Deze profielkosten zijn inclusief eventuele investeringen in flexibele centrales zoals gasturbines of combined cycle gasturbines. In Nederland is dit in de geanalyseerde scenario's echter niet van toepassing omdat er nu nog de nodige flexibele productiecapaciteit beschikbaar is (waarvan een deel in de mottenballen).

<sup>30</sup> Het verschil in emissies hangt samen met verwachtingen over de toekomstige omvang van de productie en daarmee de emissies van Tata steel. In de NEV2017, het referentiescenario voor deze analyse, waren de emissies voor de hoogoven- en cokesovengas centrales hoog ingeschat.

In plaats van de kosten van elektriciteitsopwekking met kolen en gas komen de kosten van hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon en wind. Of deze kosten hoger of lager uitvallen dan de vermeden kosten van conventionele centrales hangt onder andere af van de kostprijsontwikkeling van de hernieuwbare elektriciteitsopwekking en van de ontwikkeling van brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen.

De netwerken moeten worden verzwaard en uitgebreid om de sterke toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie en de groei van de elektriciteitsvraag voor elektrische voertuigen, voor verwarming in de gebouwde omgeving en voor de warmtevraag van de industrie op te kunnen vangen. TenneT moet investeren voor de aansluiting van de windparken die op zee worden gebouwd. Daarnaast moet ook het hoogspanningsnetwerk op land worden aangepast aan de toename van het transport van elektriciteit en van de productie op land uit zon en wind. De netwerken van de regionale netwerkbeheerders moeten worden verzwaard vanwege de toename van de productie van zon-pv in de gebouwde omgeving en van de vraag voor elektrisch vervoer en verwarming.

#### *Aanpak*

De kosten van de elektriciteitsproductie zijn berekend als onderdeel van de analyses van de elektriciteitsmarkt met het elektriciteitsmarktmodel COMPETES. Hiermee wordt rekening gehouden met veranderingen in prijzen en in import en export en de gevolgen daarvan voor de kosten van de elektriciteitsvoorziening in Nederland. De kosten van inpassing van hernieuwbare elektriciteit worden ook berekend, doordat bij toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie centrales flexibeler zullen opereren wat hogere kosten met zich meebrengt. De kosten van het streefbeeld zijn alleen in beeld gebracht voor het KAS-basis scenario, omdat voor het KAS-alternatief scenario geen referentiescenario beschikbaar is waar het mee kan worden vergeleken.

De ontwikkeling van de kosten van hernieuwbare elektriciteit zijn onder andere gebaseerd op informatie uit de Update kostennotitie (Koelemeijer et al., 2018) en SDE+-informatie (zie paragraaf 14.4.3). Voor de ontwikkeling van deze kosten gaan we uit van een bandbreedte.

De netwerkkosten zijn in beeld gebracht door TenneT en de drie grootste regionale netbeheerders (Stedin, Enexis en Liander). Daarbij is uitgegaan van de aannames over de invulling van het streefbeeld met productie van hernieuwbaar en toename van de vraag zoals hierboven geschetst. De hier gerapporteerde netwerkkosten moeten gezien worden als een indicatie van de benodigde investeringen omdat er nog de nodige onzekerheden zijn over de precieze invulling van het streefbeeld. Daarom zijn er voor de berekeningen van de netwerkkosten aanvullende aannames gedaan over onder andere de locatie van wind op zee, wind op land en zon-pv. Er is ook verondersteld dat de nieuwe elektriciteitsvraag in de industrie tot 4 GW aan elektriciteit uit wind op zee afneemt, bijvoorbeeld door systeemintegratie, waardoor netwerkkosten worden vermeden. Vanwege de onzekerheden over o.a. gebruikte technieken, mogelijke tracés en locaties, heeft TenneT een marge aangehouden bij de berekening van de kosten van  $\pm 30\%$ .

De regionale netbeheerders zijn in de berekeningen uitgegaan van conventionele netverzwaaring van het elektriciteitsnetwerk (o.b.v. huidige kostprijzen)<sup>31</sup>. Alternatieven zoals belastingverschuiving door vraagrespons of opslag die mogelijk tot lagere kosten leiden zijn niet meegenomen.

---

<sup>31</sup> Naast de impact op het elektriciteitsnetwerk heeft de elektrificatie van de energievoorziening ook gevolgen voor het regionale gasnetwerk. Een inschatting van deze netwerkkosten is nu nog niet beschikbaar.

De hier gerapporteerde netwerkkosten zijn additioneel ten opzichte van het basisscenario. Het zijn reële kosten, berekend op basis van een maatschappelijk rendement van 3% zoals gebruikt in de nationale kostenmethodiek<sup>32</sup>.

#### Resultaten

Vergeleken met het referentiescenario nemen de totale kosten van de elektriciteitsvoorziening inclusief investeringen in de netwerken in het KAS-basisscenario toe met tussen circa 1,5 en ruim 2 mld euro per jaar, afhankelijk van de kosten van de hernieuwbare elektriciteitsproductie en van de ontwikkeling van de kosten van netverzwaring en netuitbreiding (tabel 14.5). De kosten van de conventionele productie nemen per kWh toe van ca. 45 tot 60 euro/MWh vanwege het wegvallen van de productie op basis van kolen.

**Tabel 14.5 Toename jaarlijkse nationale kosten elektriciteitsvoorziening streefbeeld in 2030, mln euro**

	Ondergrens	Bovengrens
Elektriciteitsproductie	850	1450
Netwerken	500	800
Totaal	<b>1350</b>	<b>2250</b>

De kosten van de elektriciteitsvoorziening zijn 850 mln euro hoger dan in het referentiescenario als de kosten van de hernieuwbare elektriciteitsproductie een sterke daling laten zien. Vallen de kosten van de hernieuwbare elektriciteitsproductie echter hoog uit, dan nemen de kosten van de elektriciteitsproductie toe met ruim 1,5 mld euro per jaar. De stijging is o.a. het gevolg van de sterke toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie, die in de plaats komt van onder andere de (goedkopere) productie van kolencentrales die wegvalt in 2030<sup>33</sup>. Daarnaast stijgen de kosten van de elektriciteitsproductie omdat centrales minder efficiënt zullen opereren door de toename van de elektriciteitsproductie uit zon en wind, wat tot extra kosten leidt.

De toename van de kosten van de elektriciteitsvoorziening zijn niet eenvoudig te vergelijken met de kosten zoals gerapporteerd in de kostennotitie (Koelemeijer et al., 2018). In deze studie zijn de effecten op de (vermeden) kosten van het elektriciteitssysteem van alle maatregelen uit het streefbeeld, dus verbod op kolen, toename wind en zon en extra vraag door elektrificatie) gezamenlijk bepaald. Daarmee is een uitsplitsing naar individuele maatregelen en technieken niet mogelijk. Daarnaast zijn in de kostennotitie de kosten van aansluiting van wind op zee op het netwerk op land meegenomen bij de kosten van wind op zee, terwijl die kosten in deze analyse onderdeel uitmaken van de netwerkkosten. Wel zullen de netto kosten van additionele hernieuwbare elektriciteitsproductie in deze analyse hoger uitvallen, omdat de vermeden kosten lager gewaardeerd worden. Dit komt vooral doordat de kosten van vermeden elektriciteitsproductie in de *Kosten energie- en klimaattransitie* waren bepaald ten opzichte van een referentietechnologie, een moderne gascentrale, waarvan de kosten hoger uitvallen dan in de analyses met het marktmodel in deze studie. Dat komt o.a. doordat de vermeden productie bestaat uit de goedkopere productie van kolencentrales. Meer details over de kostenberekeningen in de analyses komen beschikbaar via het achtergrondrapport Berekening streefbeelden elektriciteit van het PBL.

De toename van de kosten wordt beperkt door de flexibele elektrificatie door power-to-heat (P2H). P2H neemt alleen elektriciteit af als de kosten concurrerend zijn met de kosten van

<sup>32</sup> Dit wijkt af van de gebruikelijke uitgangspunten die de ACM voorschrijft aan de regionale netbeheerders voor de bepaling van de toegestane inkomsten.

<sup>33</sup> In het KAS-alternatief scenario zullen de kosten naar verwachting minder toenemen omdat met de hogere CO<sub>2</sub> prijs de kosten van de elektriciteitsproductie met kolencentrales hoger uit zullen vallen.

een gasboiler. Zonder flexibele P2H zouden de kosten hoger uitvallen. De aanpassingen en uitbreidingen van de elektriciteitsnetwerken zijn aanzienlijk, de benodigde investeringen zijn cumulatief 2 mld euro additioneel ten opzichte van het referentiescenario voor de regionale netwerken<sup>34</sup>, ruim 10 mld euro voor de aansluiting van de windparken op zee<sup>35</sup> en 0,7 mld euro voor het hoogspanningsnetwerk op land (dit zijn de investeringskosten ten behoeve van het streefbeeld, bij een verdergaande transitie na 2030 lopen deze investeringskosten verder op). De gemiddelde jaarlijkse additionele kosten over de periode tot en met 2030 zijn in de orde van grootte van 500 tot 800 mln euro. Met een CO<sub>2</sub>-minimumprijs in Nederland nemen de kosten van de elektriciteitsvoorziening in Nederland toe vanwege de hogere elektriciteitsprijs. Een deel van de hogere kosten zijn echter opbrengst van de heffing voor de overheid, die tellen daarom niet mee in de nationale kosten.

### 14.3 Passendheid bij langetermijntransitie (2050)

De elektriciteitssector speelt een grote rol in de langetermijntransitie richting 2050. CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteitsproductie kan bijdragen aan de emissiereductie in andere sectoren door elektrificatie in de industrie, bij de warmtevraag in de gebouwde omgeving en bij elektrisch vervoer. Een alternatief is negatieve emissies in de elektriciteitssector door biomassa in combinatie met CCS, wat kan compenseren voor emissies in andere sectoren (Daniëls & Koutstaal, 2016).

De studie 'Verkenning klimaatdoelen' van het PBL (Daniëls & Ros, 2017) schetst een mogelijk beeld van de elektriciteitsvoorziening in 2050 voor o.a. een 95% emissiereductiescenario. In dat beeld is een grote rol weggelegd voor elektriciteit uit zon en wind. In de 'Kosten energie- en klimaattransitie in 2030 – update 2018' (Koelemeijer et al., 2018) zijn illustratieve pakketten van reductiemaatregelen uitgewerkt die passen bij een reductie van CO<sub>2</sub>-emissies met 49% in 2030. Deze pakketten passen in de transitie naar een CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteitsstelsel in 2050 zoals beschreven in de 'verkenning klimaatdoelen'.

Het basispakket 49% plus extra elektrificatie uit het VHKA en de nadere uitwerking op basis van de technische aanwijzing van het secretariaat van het klimaatbeleid realiseert dezelfde elektriciteitsproductie op basis van wind en zon vergeleken met het pakket 'transitie-zelfreductie' uit de Kostennotitie (106 TWh). Ook de totale extra vraag als gevolg van elektrificatie van de andere tafels is vergelijkbaar met die uit de Kostennotitie.

De toename van de vraag en van het aanbod van elektriciteit uit zon en wind zal de nodige aanpassingen in het elektriciteitsstelsel vragen. Netwerken zullen moeten worden uitgebreid en verzaamd. Verbindingen met het buitenland en het hoogspanningsnetwerk binnen Nederland moeten worden versterkt om de toename van de elektriciteitsstromen te kunnen verwerken en om de sterke toename van elektriciteit uit wind op zee te kunnen transporteren naar plaatsen waar vraag is. Toename van de interconnecties met het buitenland dragen ook bij aan het inpassen van sterk stijgende aandelen hernieuwbaar in de elektriciteitsopwekking. De toename van het aantal warmtepompen, elektrisch vervoer en zon-pv vraagt om verzwaring van de midden- en laagspanningsnetwerken.

De bijdrage SE onderkent dit en geeft ook terecht aan dat investeringen in infrastructuur een lange looptijd hebben. Daarom moet er nu begonnen worden met de voorbereidingen voor versterking van de infrastructuur voor 2030 en verder. Dit is nog niet verder uitgewerkt in de

<sup>34</sup> De totale investeringen in de regionale elektriciteitsnetwerken is 3,5 mld euro.

<sup>35</sup> Dit zijn de additionele investeringskosten (ten opzichte van het referentiescenario) voor de extra 10,8 GW wind op zee die wordt aangesloten. De investeringen voor het aansluiten van de 13,3 GW wind op zee in het streefbeeld waar TenneT verantwoordelijk voor is, zijn in totaal 12 mld euro.

bijdrage SE, hoewel er in het najaar van 2018 wel een agenda voor de netbeheerders wordt uitgewerkt.

Ook voor innovatie en technologieën die na 2030 mogelijk een grote rol zullen spelen zoals bijvoorbeeld waterstof en CCS geldt dat voor 2030 stappen gezet moeten worden voor de verdere ontwikkeling van de technologieën, kostendaling en infrastructuur. Dit wordt ook genoemd in de bijdrage SE, maar ook hier zijn nog geen concrete acties voor benoemd.

## 14.4 Reflectie op instrumentatie

Het Voorstel voor hoofdlijnenakkoord voor het Klimaatakkoord bevat voor de elektriciteitssector een tussenstand. Zo wordt in de bijdrage van de sectortafel elektriciteit aangegeven dat 'op het terrein van Hernieuwbaar op Land, Wind op Zee, systeemintegratie en instrumentatie in het najaar concrete stappen worden gezet'. Zover is het echter nu nog niet, het document bevat wel een aantal aanzetten voor instrumentatie en ambities over bijvoorbeeld kostenreductie, dit is echter nog niet vertaald in voorstellen voor concrete beleidsinstrumenten.

**Tabel 14.6 Instrumenten en ambities uit de bijdrage van de sectortafel elektriciteit**

Instrument	Pagina bijdrage SE	Korte omschrijving instrument
Regeerakkoord		
CO <sub>2</sub> -beprijzing	RA en p.39	CO <sub>2</sub> -bodemprijs voor e-sector of breder, in vier varianten
Verbod kolenstook elektriciteitsopwekking	RA en brief EZK	Uitvoering van voornemen sluiting kolencentrales uit het regeerakkoord
Stimulering hernieuwbaar		
SDE+ t/m 2025 voor hernieuwbaar	p.40	SDE+ tot en met 2025 voor hernieuwbaar, oplopend budget tot 200 mln euro kasuitgaven in 2030
Alternatieve stimulering hernieuwbaar na 2025	p.40	'Daarbij wordt naar verschillende instrumenten gekeken - niet zijnde subsidie-instrumenten - waaronder een leveranciersverplichting en het verder stimuleren van de vraag naar hernieuwbare elektriciteit'
Regionale energiestrategie	p.35	Bestuurlijke Afspraak Rijk-medeoverheden en de Regionale Energiestrategie
Kostprijsreductie hernieuwbaar		
Aansluiting netten wind op zee	p.40	De kosten voor de aansluiting van de netten op zee, zoals genoemd in de Routekaart Wind op Zee 2030, dan wel verdergaande afspraken over netten in het Klimaatakkoord zullen, net als de netten op land, worden betaald uit de nettarieven
Kostprijsreductie WOL en zon-PV	p.47	Productiekosten WOL 4,9 ct/kWh in 2024, 3-4 ct/kWh in 2030. Zon-PV 5,6 ct/kWh in 2024, 3-6 ct/kWh in 2030
Kostprijsreductie WOZ	p.45	Productiekosten max 5 ct/kWh in 2024, 3-4 ct/kWh in 2030
Tendersystematiek	p.41/42; p.48	Toepassing tendersystematiek ook voor andere categorieën dan alleen WOZ



Een integrale berekening van de impact van de beleidsinstrumenten op het elektriciteitssysteem in Europa en daarmee op de emissies en kosten van emissiereductie in Nederland is daarom niet zinvol. Daarvoor is onvoldoende duidelijk wat de geschetste aanzetten voor het beleidsinstrumentarium betekenen voor de productie van hernieuwbare elektriciteit in Nederland. Bovendien ontbreekt nog voldoende inzicht in de omvang en aard van de extra elektriciteitsvraag die door maatregelen aan de andere tafels wordt gerealiseerd.

Er kan dan ook nog geen conclusie worden getrokken over de realisatie van de emissieopgave voor de elektriciteitstafel op basis van de voorgestelde maatregelen en aanzetten tot instrumentatie. Wel schetsen we hier voor de beleidsinstrumenten die wel worden genoemd in het regeerakkoord (RA) en in het VHKA wat daarvan het effect zou kunnen zijn voor emissies en kosten en in hoeverre ze bijdragen aan de transitie naar een CO<sub>2</sub>-arm elektriciteitsstelsel.

De volgende instrumenten en ambities uit de bijdrage van de sectortafel elektriciteit komen aan de orde (zie tabel 14.6 op de vorige pagina). Daarbij onderscheiden we drie clusters: beleidsvoorstellen uit het Regeerakkoord (RA), beleidsinstrumenten gericht op de ontwikkeling van hernieuwbare energie en ambities over de kostprijsreductie bij hernieuwbare energie.

#### 14.4.1 Beleidsvoorstellen Regeerakkoord

In het Regeerakkoord (RA) zijn twee maatregelen genoemd die een effect hebben op de elektriciteitssector: sluiting van kolencentrales en een bodemprijs voor CO<sub>2</sub> in de elektriciteitsopwekking. Voor de kolencentrales is in het RA afgesproken dat ze uiterlijk in 2030 worden gesloten. In de brief van de minister van EZK van 18 mei 2018 betreffende 'Uitfaseren van het gebruik van kolen voor elektriciteitsproductie' wordt een wetsvoorstel aangekondigd waarin het voornemen uit het RA wordt uitgewerkt in de vorm van een verbod op het gebruik van kolen voor elektriciteitsproductie. Dit wetsvoorstel 'moet ertoe leiden dat per 1 januari 2030 geen kolen meer gebruikt worden voor de productie van elektriciteit'.<sup>36</sup> Daarbij geldt voor de oudste twee centrales dat er na 31 december 2024 geen kolen meer wordt ingezet.

In het RA staat dat er een oplopende minimumprijs van CO<sub>2</sub> voor de elektriciteitssector wordt geïntroduceerd die in 2030 een hoogte zal hebben van 43 euro/Mton. In de bijdrage van de tafel elektriciteit worden vier varianten voor de bodemprijs genoemd, waaronder de variant uit het RA, er wordt geen keuze gemaakt tussen de varianten.

De in het VHKA genoemde emissieplafonds betreffen de emissies op Nederlands grondgebied. Maatregelen die de elektriciteitsvraag of de elektriciteitsproductie in Nederland beïnvloeden zullen niet alleen gevolgen hebben voor de Nederlandse elektriciteitsproductie en daarmee de emissies in Nederland, ze zullen ook een effect hebben op de import en export van elektriciteit. Voor een goede inschatting worden de emissies en de kosten van maatregelen idealiter berekend met een Europees elektriciteitsmarktmodel. Zoals aangegeven is een dergelijke analyse nu niet zinvol omdat er onvoldoende duidelijkheid is over het effect van de voorgestelde maatregelen in het VHKA op elektriciteitsvraag en -aanbod in Nederland.

In plaats daarvan illustreren we de mogelijke effecten van het verbod op kolen en de minimumprijs voor CO<sub>2</sub> aan de hand van twee recente studies van ECN (van Hout en Koutstaal, 2017) en Frontier Economics (2018). In beide studies is met een elektriciteitsmarktmodel onderzocht wat de effecten zijn van het verbod op kolen en invoering van een minimumprijs voor CO<sub>2</sub> in Nederland.

---

<sup>36</sup> Brief van de minister van EZK aan de Tweede Kamer, 18 mei 2017, betreffende 'Uitfaseren van het gebruik van kolen voor elektriciteitsproductie'.

De uitkomsten van deze studies worden niet alleen bepaald door het beëindigen van het verbruik van kolen voor de elektriciteitsopwekking en het invoeren van de minimum CO<sub>2</sub>-prijs, ze hangen ook sterk af de aannames over brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen en over beleid en marktontwikkelingen in de landen om ons heen. De studie van ECN gaat uit van hetzelfde achtergrondscenario als het referentiescenario voor de berekeningen in deze studie, de NEV2017. De studie van Frontier wijkt hiervan af, zo verschillen bijvoorbeeld de brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen met die in de NEV2017 en ligt de vraag en het aanbod van hernieuwbaar er hoger (zie voor een vergelijking van de aannames Frontier Economics 2018, p. 39/40).

In de ECN-studie dalen de CO<sub>2</sub>-emissies in de elektriciteitssector in Nederland in 2030 met 16 Mton ten opzichte van de emissies in de NEV2017 als gevolg van het verbod op het gebruik van kolen voor elektriciteitsopwekking en de introductie van de minimum CO<sub>2</sub>-prijs. Dit leidt wel tot een stijging van de CO<sub>2</sub>-emissies elders in Europa met 10 Mton, waardoor de netto emissiereductie 6 Mton is in 2030. De nationale kosten van de emissiereductie zijn ca. 650 mln euro in 2030.

In de Frontier studie nemen de emissies in Nederland bij een kolenverbod en minimum CO<sub>2</sub> prijs aanzienlijk meer af, met 26 Mton CO<sub>2</sub> in 2030. De emissies in het referentiescenario in de Frontier studie liggen echter ook beduidend hoger, omdat de gascentrales in Nederland aanzienlijk meer produceren vergeleken met de NEV2017. Dit is het gevolg van de hogere veronderstelde CO<sub>2</sub>- en kolenprijs en de lagere gasprijs. Na invoering van het verbod op kolen en de minimum CO<sub>2</sub>-prijs zullen de resulterende emissies van dezelfde orde van grootte zijn als in de ECN studie, de productie van de gascentrales neemt in de Frontier studie sterk af naar een vergelijkbaar niveau als in de ECN studie<sup>37</sup>.

De emissies buiten Nederland nemen ook in de studie van Frontier toe. Voor de landen die zijn meegenomen in de analyse<sup>38</sup> is de totale emissiereductie slechts 4 Mton in 2030, 22 Mton van de reductie in Nederland wordt teniet gedaan door emissies elders. Nederland gaat netto meer stroom importeren, de productie daarvan in andere landen brengt meer emissie met zich mee. In de Frontier studie worden geen kosten of welvaartseffecten gerapporteerd, daarom geeft deze studie geen inzicht in de nationale kosten van de maatregelen uit het RA.

In beide studies neemt de export van elektriciteit uit Nederland sterk af en is de handel in elektriciteit in Nederland in 2030 ruwweg in evenwicht. De handelsstromen zijn echter nog steeds aanzienlijk, export en import zijn beide 36 à 37 TWh in 2030 in de ECN-studie. Door de variabiliteit van de elektriciteitsproductie uit zon en wind en de verschillen daarvan tussen landen neemt de uitwisseling van elektriciteit sterk toe. Import speelt dan ook een grotere rol in het voorzien in de piekvraag, een rol die toeneemt door het kolenverbod en de minimumprijs (zie Frontier-studie, p.32).

Een van de varianten voor de bodemprijs die worden genoemd in de bijdrage van de elektriciteitstafel aan het VHKA is om geen bodemprijs in te voeren. De Frontier studie heeft ook gekeken naar het effect van alleen een verbod op kolen, zonder een minimumprijs. De CO<sub>2</sub>-emissies nemen in die variant minder af, met 18 Mton in 2030 in plaats van 26 Mton in de gecombineerde variant. De reden hiervoor is de aanzienlijke export van elektriciteit van zo'n twintig TWh en de daarmee samenhangende productie van elektriciteit op basis van gas van 39,7 TWh. In de ECN-studie is niet gekeken naar alleen een kolenverbod, de productie op

---

<sup>37</sup> De Frontier studie geeft geen cijfers voor de absolute emissie in het referentie- en de beleidsscenario's, cijfers zijn ook niet volledig vergelijkbaar met de cijfers uit de ECN studie of de indeling die is gehanteerd voor de elektriciteitstafel.

<sup>38</sup> Nederland, België, Duitsland, Oostenrijk, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Polen, Tsjechië, Zwitserland en Italië.

basis van gas is echter beduidend lager in het referentiescenario. Daar zal het verbod op kolen naar verwachting weinig aan veranderen, de emissies zouden gegeven de scenario-aannames in de ECN-analyses dan ook beduidend lager zijn, evenals de netto export.

In de analyses van ECN en Frontier nemen de emissies in het buitenland toe bij uitfasering van kolen en een minimum CO<sub>2</sub> prijs in Nederland. Die toename zal beperkter zijn als andere landen eveneens kolen uit zouden gaan faseren.

We concluderen dat met het verbod op kolen voor elektriciteitsproductie en een minimum CO<sub>2</sub> prijs er een aanzienlijke reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland zal worden gerealiseerd. De omvang van de emissiereductie in Nederland hangt sterk samen met de aannames over brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen en ontwikkelingen in het buitenland. Zo is de productie van gascentrales en daarmee van de CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland in de Frontier studie aanzienlijk hoger in het referentiescenario vergeleken met de ECN-studie. De resulterende emissies van de elektriciteitssector zijn in beide studies van dezelfde orde van grootte, in de range van 7 tot 12 Mton.<sup>39</sup> Dit is slechts een illustratie van de mogelijke effecten van de beleidsinstrumenten uit het RA. Mede vanwege de onzekerheid over het hernieuwbare energiebeleid in het VHKA en over de omvang van de elektrificatie is het nu niet mogelijk om het effect van beleidsinstrumenten te berekenen.

Minder elektriciteitsproductie in Nederland leidt tot meer netto import en daardoor meer productie elders. Daardoor zal de emissiereductie die in Nederland wordt gerealiseerd deels teniet worden gedaan door een toename van de emissies in andere landen. De emissiereductie in Europa als geheel is in de orde van grootte van 4 tot 6 Mton.

De emissies bij alleen een verbod op kolen zonder een minimumprijs zijn onzeker. In de Frontier studie zijn Nederlandse gascentrales concurrerend, met als gevolg hogere productie en emissies in Nederland. Bij andere marktontwikkelingen kan de productie van de gascentrales en daarmee ook de CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitssector in Nederland lager uitvallen.

#### 14.4.2 Stimulering hernieuwbaar

In de bijdrage van de elektriciteitstafel aan het VHKA is voorgesteld dat 'de SDE+ tot en met 2025 voor nieuwe investeringen in hernieuwbare elektriciteitsopties beschikbaar is. Uitgaande van bovengenoemde afspraken en de ambities uit het Basispakket 49% (...), is een bedrag oplopend tot circa 200 miljoen euro in 2030 benodigd'.<sup>40</sup>

Voor de periode na 2025 wordt er onderzoek gedaan naar een alternatief, niet-subsidie instrument: 'Ter voorbereiding op nieuwe investeringen vanaf 2026 spreken partijen het volgende af: In 2021 starten we een onderzoek naar eventuele alternatieve instrumenten om voor de periode na 2025 de investeringszekerheid op een kosteneffectieve wijze te blijven borgen met oog op het realiseren van de afgesproken ambities voor 2030 en daarna. Daarbij wordt naar verschillende instrumenten gekeken - niet zijnde subsidie-instrumenten - waaronder een leveranciersverplichting en het verder stimuleren van de vraag naar hernieuwbare elektriciteit.'

De vormgeving van het eventuele instrumentarium voor na 2025 moet nog worden uitgewerkt, daarom is het nu niet mogelijk om een inschatting te maken van het effect hiervan op het opgestelde vermogen in 2030. De openstelling van de SDE+ tot en met 2025 met een

---

<sup>39</sup> De Frontier studie geeft geen precieze cijfers voor de absolute emissies in de verschillende varianten, daarnaast valt de definitie van de elektriciteitssector in beide studies niet volledig samen met die van de sectortafel elektriciteit.

<sup>40</sup> p.40 bijdrage sectortafel elektriciteit VHKA

bijbehorende kasuitgaaf oplopend tot 200 mln euro in 2030 zal tot extra hernieuwbaar vermogen leiden in 2030 ten opzichte van het referentiescenario van de NEV2017 zonder SDE+. Niet duidelijk is welk deel hiervan bestemd is voor tenders wind op zee en welk voor reguliere openstelling van de SDE+ (waaronder wind op land en zon-pv). Weliswaar komen er extra middelen beschikbaar voor de SDE+ door het voorstel om de netten op zee te financieren via de netwerktarieven en niet via de Opslag Duurzame Energie (ODE), maar het budget voor hernieuwbaar blijft beperkt tot de genoemde 200 mln euro in 2030. Of dit voldoende is om de hoeveelheden elektriciteit uit zon en wind te produceren die in het streefbeeld worden genoemd is de vraag. De elektriciteitsprijzen in het streefbeeld variëren in de scenario's die zijn geanalyseerd tussen de ca. 47 en 50 euro/MWh, de prijs die wind en zon ontvangen valt 4 à 6 euro/MWh lager uit vanwege het profiel effect. Om bij deze prijzen rendabel te zijn zullen de kosten van de elektriciteitsproductie uit zon en wind aanzienlijk moeten dalen, in lijn met de ambities voor kostprijsreducties die worden genoemd in het VHKA. Dit is echter ambitieus, zie paragraaf 14.4.3. De 200 mln euro zal daarom naar verwachting niet voldoende zijn om de ambities te realiseren.

Ook de elektriciteitsprijs is van invloed op de omvang van de te realiseren hernieuwbare capaciteit, gegeven een vastgesteld budget voor de SDE+. Een elektriciteitsprijs die bovendien mede af zal hangen van de omvang van de elektrificatie in andere sectoren. Daarover is op basis van de maatregelen in het VHKA nog weinig te zeggen. Daarnaast is de elektriciteitsprijs in sterke mate afhankelijk van ontwikkelingen in het buitenland. Dat betekent dat niet alleen het budget naar verwachting onvoldoende zal zijn, maar dat er ook aanzienlijke risico's zijn rond het realiseren van de toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie waar in het beleid rekening zal moeten worden gehouden.

In aanvulling hierop is er ook de ambitie dat er bestuurlijke afspraken tussen Rijk en mede-overheden komen over de toename van hernieuwbare energie op land. Een bestuurlijke afspraak is een stap om bestuurlijke duidelijkheid te krijgen over de intenties en inspanningsverplichtingen van diverse overheden. De reikwijdte van een bestuurlijke afspraak is echter beperkt. Vergunningen voor individuele projecten dienen op hun individuele merites beoordeeld te worden. Deze dienen beoordeeld te worden aan het hand van diverse bestaande wetgeving. Het is niet duidelijk of het Klimaatakkoord aspecten uit bijvoorbeeld de Omgevingswet hieraan wenst aan te passen. De directe impact van een bestuurlijke afspraak is binnen een democratische rechtstaat niet gelijk duidelijk. Mogelijke knelpunten van generieke aard – denk aan bestemmingsplannen of provinciale structuurvisies – kunnen enkel door de gekozen organen als gemeenteraad of provinciale staten aangepast worden. Een bestuurlijke afspraak dient dan ook deze gremia te betrekken om uiteindelijk van alle relevante partijen een inspanningsverplichting te verkrijgen en daarmee bij te dragen aan de verdere groei van hernieuwbare energie op land.

### 14.4.3 Kostprijsreductie

In de bijdrage SE zijn ambities geformuleerd voor kostenreducties voor wind en zon-pv (p.47):

'De kosten van WOL kunnen en moeten op termijn verder dalen ten behoeve van de betaalbaarheid en investeringszekerheid van gemiddeld 6,3 ct/KWh in 2018 naar (minder dan) 4,9 ct/KWh in 2024 en 3-4 ct/KWh in 2030.'

'De kosten voor Zon-PV kunnen en moeten op termijn eveneens verder dalen ten behoeve van de betaalbaarheid en investeringszekerheid. We hebben de ambitie om de productiekosten te reduceren van 10,7ct/KWh in 2018 naar (minder dan) 5,6 ct/KWh in 2024 en 3-6 ct/KWh in 2030.'

Voor wind op zee zijn de ambities 'om de productiekosten te reduceren naar (minder dan) 5 ct/KWh in 2024 en 3-4 ct/KWh in 2030. Wind op Zee moet daarmee binnen afzienbare termijn zonder subsidie kunnen concurreren op de markt' (p.45).

Voor een beoordeling van deze ambities gaan we eerst in op het beleid dat wordt genoemd om deze kostenreducties te realiseren. Kostenreducties voor wind en zon worden echter niet alleen bepaald door Nederlands beleid, maar zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van wereldwijde marktontwikkelingen en innovatie. Zo maken de kosten van turbines zo'n 50-70% uit van de investeringskosten, kosten waar Nederlands beleid weinig of geen invloed op heeft. Daarom bezien we ook of de genoemde kostenreductie ambities in lijn zijn met de verwachte kostenontwikkeling.

### **Instrumentatie kostenreductie**

Concrete instrumenten voor het realiseren van de kostenreducties zijn nog niet uitgewerkt, wel wordt bijvoorbeeld genoemd dat de tendersystematiek ook voor andere categorieën dan wind op zee zou kunnen worden toegepast.

De kostprijsreducties zijn niet geheel duidelijk gedefinieerd. Weliswaar worden duidelijke ijk-jaren gegeven (2024, 2030), maar is niet aangegeven welke componenten tot de kosten gerekend worden. Kostenposten die in een grijs gebied liggen zijn bijvoorbeeld: netaansluitingskosten, participatiekosten, voorbereidingskosten, grondkosten en netintegratiekosten. Verder is ook niet duidelijk hoe met de ambities wordt omgegaan als door externe omstandigheden kosten wijzigen, denk aan staalprijsen, kapitaallasten of marktkrapte. Kostprijsreductie aankondigen kan werken om de industrie een R&D-focus te geven. Daarbij is het belangrijk ook de consequentie te kennen van het niet bereiken van de kostprijsreductie. Zoals bij de aankondiging van een subsidieloze tender: dan weet de industrie namelijk dat er geen projecten vergund zullen worden als de kosten niet naar beneden gaan. Het Klimaatakkoord kan zich explicieter uitspreken over de consequenties om het effect van de maatregel te vergroten.

De aankondiging dat er na 2025 geen directe financiële ondersteuning meer is voor nieuwe projecten sluit aan bij de noodzaak om *een stok achter de deur* te hebben voor de beoogde kostprijsreductie in 2024. Ook wordt in de beschrijving aangegeven dat men alert is op de mogelijke noodzaak van flankerend, niet-financieel beleid vanaf 2025. Dit kan bijdragen aan een situatie waarin technologieën als wind en zon kunnen gedijen zonder subsidie. Het brengt natuurlijk ook het risico met zich mee dat de uitrol van hernieuwbare energie vertraagt als projecten niet winstgevend kunnen worden ontwikkeld. Voor projecten die te maken hebben met de aankoop van biomassa is het perspectief onzekerder. Ook bij een leveranciersverplichting zullen dit projecten zijn die in concurrentie met wind- en zonne-energie vaak op achterstand staan. Daardoor valt niet uit te sluiten dat deze maatregel in 2030 per saldo negatief uitpakt voor op de uitrol van hernieuwbare energie uit biomassa. De vraag of technologieën zonder subsidie zullen kunnen na 2025 hangt niet alleen af van de kostenreductie en flankerend beleid, maar ook van de ontwikkeling van de elektriciteitsprijs. Die zal mede afhangen van de vraag, zoals terecht wordt geconstateerd in het VHKA; voldoende marktomvang door elektrificatie, al dan niet met PPA's (langetermijncontracten voor afname van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit) draagt bij aan een voldoende grote vraag. Een vraag die dan ook deels flexibel zal moeten zijn om bij te dragen aan een voldoende hoge prijs in uren met een groot aanbod hernieuwbaar. De prijs wordt echter ook sterk bepaald door ontwikkelingen in het buitenland en door de brandstof- en CO<sub>2</sub>-prijzen. Zo zal een sterke groei van hernieuwbaar in andere landen een prijsdrukkend effect hebben.

Een tendersystematiek kan bijdragen aan een kostenreducties. Het ontwerp van een tenderregeling luistert echter nauw. Onder gunstige voorwaarden, zoals voldoende concurrentie,

kan een goed vormgegeven tender – waaronder eenduidigheid in het te tenderen product – sterk kostenverlagend werken. Maar als aan enkele van deze voorwaarden niet voldaan wordt, kan een tenderregeling ook duurder uitpakken dan een generiek subsidieprogramma.

### **Toekomstige kostendaling wind en zon**

Het is niet eenvoudig om te beoordelen of de ambities voor de toekomstige kostendalingen realistisch zijn. Voor wind hangen toekomstige kostenontwikkelingen van een groot aantal factoren af, zoals van de marktomstandigheden voor goederen en diensten; de prijzen voor staal, financieringskosten en de beschikbaarheid van installatiecapaciteit zoals arbeid, schepen etc. Andere factoren zijn technologische ontwikkeling (grotere capaciteit door hogere masten, grotere rotoren en verbeterde generatoren), schaalearde door grotere windparken en efficiencyverbeteringen door standaardisatie in de productie van turbines. Bij de operationele kosten worden ook verdere kostendalingen verwacht door goedkoper onderhoud, onder andere door toenemende concurrentie en innovaties zoals remote monitoring.

Welke kostendalingen hier precies mee te realiseren zijn, is echter niet goed aan te geven. De tijd ontbreekt in het kader van deze analyse om uitgebreid onderzoek te doen naar potentiële kostendalingen. Een studie waarin een uitgebreide groep experts is gevraagd naar het potentieel voor kostenreductie (Wiser et al., 2016) geeft een range voor de ontwikkeling van de kosten van onshore wind van 0-40% in 2030 ten opzichte van 2014, waarbij een groep van 'leading experts' gemiddeld uitkwam op een kostendaling van 27%. Dit is gebaseerd op de levelized costs of electricity, LCOE, een standaard methode voor het berekenen van de kosten van elektriciteitsopwekking. Hoe de kosten zoals genoemd in de ambities in het VHKA zijn gedefinieerd is niet duidelijk, wat het moeilijk maakt om ze te vergelijken met de verwachtingen over de ontwikkeling van de LCOE voor wind in de studie van Wiser. Wel kan worden geconstateerd dat de kostenambities in het VHKA, die resulteren in een kostendaling van ruwweg 40-50% ten opzichte van 2018, in het licht van de studie van Wiser ambitieus zijn.

In een studie van Agora / Fraunhofer ISE (Fraunhofer ISE, 2015) is onderzocht hoe de kosten voor zon-pv zich in de periode tot 2050 zouden kunnen ontwikkelen op basis van een leercurve analyse op basis van verschillende scenario's voor de wereldwijde capaciteitsgroei. Dit zou voor 2030 uitkomen op een bandbreedte van ca. 570 tot 770 euro per kWp. Voor de SDE+ wordt voor 2020 uitgegaan van 683 euro/kWp voor een referentieproject van 5 MW, daarmee liggen de feitelijke kosten nu al onder de bovenkant van de bandbreedte uit de Agora studie voor 2030. De onderkant van de bandbreedte komt ruwweg uit op 5,5 eurocent per kWh (berekend als SDE+ basisbedrag voor een project in Nederland), wat binnen de bandbreedte valt van de in het VHKA geformuleerde definities. De onderkant van die bandbreedte, 3 eurocent per kWh, is ambitieus: de Agora studie verwacht in 2050 uit te komen op ruim tweeëneenhalve cent per kWh omgerekend naar een SDE+-basisbedrag voor een project in Nederland. De kostenontwikkeling van zon-PV heeft echter al voor de nodige verassingen gezorgd in de afgelopen periode, zoals ook blijkt uit de bovenkant van de marge van de Agora studie voor 2030 die nu al wordt gerealiseerd in Nederland. De in het VHKA verwoorde ambitie voor zon-pv is daarom ambitieus maar niet ondenkbaar.

#### **14.4.4 Conclusies instrumentatie**

De meest concrete maatregelen voor de elektriciteitstafel zijn de maatregelen uit het Regeerakkoord, namelijk het verbod op kolen en de minimum CO<sub>2</sub>-prijs. De maatregelen uit het VHKA gericht op de stimulering van het hernieuwbare elektriciteitsopwekking zijn minder concreet, en de ambities voor kostprijsreductie zijn ook nog slechts beperkt geïnstrumenteerd. Een berekening van de effecten van de voorgestelde beleidsinstrumenten is daarom nu niet zinvol. Wel kan worden opgemerkt op basis van studies van ECN en Frontier dat het

kolenverbod, al dan niet in combinatie met een minimum CO<sub>2</sub>-prijs, tot een aanzienlijke reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de elektriciteitssector zal leiden. Dit wordt ook bevestigd door de analyses van het streefbeeld. Deze conclusie is gebaseerd op analyses met behulp van een beperkt aantal scenario's voor de toekomstige ontwikkelingen op de Europese elektriciteitsmarkt. Bij andere scenario-aannames kunnen de uitkomsten anders uitvallen.

De in de bijdrage SE aan het VHKA genoemde ambities voor kostprijsreductie voor zon, wind op land en wind op zee zijn ambitieus, als we kijken naar wat wordt verwacht over de toekomstige kostenontwikkeling van deze technologieën. De mogelijkheden om binnen Nederland de kostenontwikkeling te beïnvloeden zijn ook beperkt, deze worden voor een belangrijk deel bepaald door Europese of wereldwijde ontwikkelingen. De vele onzekerheden op dit punt worden dan echter afgewenteld op de omvang van de hernieuwbaar opgewekte elektriciteit.

Voor hernieuwbare opgewekte elektriciteit is in 2030 voor de SDE+ 200 mln euro beschikbaar. Of dit voldoende zal zijn om de ambities voor elektriciteit uit zon en wind in het streefbeeld te realiseren hangt af van de kostprijsontwikkeling en van de toekomstige elektriciteitsprijs.



# 15 Referenties

- Aazami, A. & J. Post (2017), *Digitalisering in het energielandschap*. Den Haag: RVO.nl/Topsector Energie.
- Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn en D. Hemous (2012), 'The Environment and Directed Technological Change', *American Economic Review*, 102, 131-161.
- Acemoglu, D., U. Akcigit, D. Hanley en W. Kerr (2016), 'Transition to clean technology', *Journal of Political Economy*, 124, 52-166.
- Acemoglu, D. & P. Restrepo (2018), *Artificial intelligence, automation and work*. NBER Working Paper No. 24196. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Annema, J.A & B. van Wee (2012), *Maatschappelijke kosten-batenanalyse van 'Persoonlijk Mobiliteitsbudget'*. Delft: TU Delft.
- Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018), *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018*. WOt-technical report 113. Wageningen: Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu).
- Atsonios, K., M.-A. Kougioumtzis, D. Panopoulos, & E. Kakaras (2015), 'Alternative thermochemical routes for aviation biofuels via alcohols synthesis: Process modeling, techno-economic assessment and comparison', *Applied Energy* 138346-366 [<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261914011064>].
- BNetzA (2018), *Genehmigung des Szenariorahmens 2019-2030*. Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen [[https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen\\_2019-2030\\_Genehmigung.pdf](https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/Szenariorahmen_2019-2030_Genehmigung.pdf)].
- Born, G.J. van den, F. Kragt, D. Henkens, B. Rijken, B. van Bommel & S. van der Sluis (2016), *Dalende bodems, stijgende kosten. Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied*. Den Haag: PBL.
- Bowen, A. & K. Kuralbayeva (2015), *Looking for green jobs: The impact of green growth on employment*. Grantham Research Institute Policy Brief. London: London School of Economics and Political Science.
- Burke, M., W.M. Davis & N.S. Diffenbaugh (2018), 'Large potential reduction in economic damages under UN mitigation targets', *Nature* 557.
- CE Delft (2017), *Kosten stimuleringsmaatregelen CO<sub>2</sub>-afvang voor glastuinbouw*. Delft: CE Delft.
- CE Delft (2018), *CO<sub>2</sub>-effect van Anders Reizen*. Delft: CE Delft.
- Clarke L., K. Jiang, K. Akimoto, M. Babiker, G. Blanford, K. Fisher-Vanden, J.-C. Hourcade, V. Krey, E. Kriegler, A. Löschel, D. McCollum, S. Paltsev, S. Rose, P. R. Shukla, M. Tavoni, B. C. C. van der Zwaan, and D.P. van Vuuren (2014), *Assessing Transformation Pathways*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Commissie Grondgebondenheid (2018), *Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij*.
- Connekt (2017) *Outlook City Logistics*, Topsector Logistiek met medewerking van Connekt; CE Delft; Hogeschool van Amsterdam; TNO.
- CPB & PBL (2018), *De werkgelegenheidseffecten van fiscale vergroening*. Den Haag: CPB/PBL.

- Dahl, M.S. & O. Sorenson (2010), 'The migration of technical workers', *Journal of Urban Economics* 67: 33-45.
- Daniëls, B. & P. Koutstaal (2016), *De rol van de elektriciteitsvoorziening in het klimaatbeleid*, ECN-E--16-058, Petten: ECN.
- De Wit, M. & Faaij, A. (2010), 'European biomass resource potential and costs', *Biomass and Bioenergy*, 34 (2), 188-202.
- DNV GL & PBL (2014). PV potentieelstudie, Het potentieel van zonnestroom in de gebouwde omgeving van Nederland, rapport 14-1932, DNV GL Energy, Arnhem.
- EBN & Gasunie (2018), *Transport en opslag van CO<sub>2</sub> in Nederland*. Utrecht: EBN BV.
- EC (2015), *Richtlijn (EU) 2015/1513 van het Europees Parlement en de Raad*. Brussel: Europese Commissie (EC).
- EC (2016), *Voorstel voor een Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen (RED II)*. Brussel: Europese Commissie (EC).
- EC (2018a), *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. Analysis of the final compromise text with a view to agreement*. Brussel: Europese Commissie (EC).
- EC (2018b), *Voluntary schemes* [<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/voluntary-schemes>, 24 July 2018].
- EEA (2010), *Towards a resource-efficient transport system. TERM 2009: indicators tracking transport and environment in the European Union*, EEA-report no. 2/2010, Copenhagen: EEA.
- ENTSO-E & TYNDP (2016), *Market Modelling Dataset* [<https://tyndp.entsoe.eu/2016/insight-reports/future-system/>].
- eRisk Group (2015), *Scenario analyse van de ontwikkeling van de inzetbaarheid en het rendement van relevante flexibele assets in de glastuinbouwsector*.
- ETIP (2017), *FT-Liquids & Biomass to Liquids (BtL)* [[http://www.etipbioenergy.eu/?option=com\\_content&view=article&id=277](http://www.etipbioenergy.eu/?option=com_content&view=article&id=277)].
- Evers, D., J. Tennekes & P. Nabielek (te verschijnen), *Wind-op-land: lessen en ervaringen. Een beschouwing van de implementatie van windenergie vanuit een ruimtelijk perspectief*. Den Haag: PBL.
- Fraunhofer, I.S.E. (2015), *Current and future cost of photovoltaics. Long-term scenarios for market development, system prices and LCOE of utility-scale PV systems*. Study on behalf of Agora Energiewende.
- Frontier Economics (2018), *Research on the effects of the minimum CO<sub>2</sub> price*. A report for the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy.
- Geilenkirchen, G.P., K.T. Geurs, H.P. van Essen, A. Schroten & B. Boon (2010), *Effecten van prijsbeleid in verkeer en vervoer*. Kennisoverzicht. Den Haag/Delft: PBL/CE Delft.
- Grübler, A. (1996), 'Time for a change: On the patterns of diffusion of innovation', *Daedalus* 125(3): 19-42.
- Hekkenberg, M., B. Strengers & J. Ros (2018), *Structureerende rationale voor inzet van duurzame biomassa*. Den Haag: PBL.
- Hilbers, H., P. van de Coevering & A. van Hoorn (2009), *Openbaar vervoer, ruimtelijke Structuur en flankerend beleid: de effecten van beleidsstrategieën*. Den Haag: PBL.
- Hilbers, H., J. van Meerkerk, A. Verrips, W. Wijschede-van der Straaten & P. Zwaneveld (2015), *Maatschappelijke kosten en baten van prijsbeleid personenauto's*. Den Haag: CPB/PBL.
- Hocks, B. et al. (2018), *Ruimte in het klimaatakkoord*. Den Haag: Generation.Energy.
- Hoek, D.-J. van der, et al. (2017), *Potentiële bijdrage van provinciaal natuurbeleid aan Europese biodiversiteitsdoelen. Achtergrondrapport lerende evaluatie van het Natuurpact*, Den Haag: PBL.

- Hof, A. et al. (2014), *Costs and benefits of climate change adaptation and mitigation. An assessment on different regional scales*. Den Haag: PBL.
- Hout, M. van & P.R. Koutstaal (2017), *Achtergrondrapport doorrekening regeerakkoord Rutte III: Elektriciteitsvoorziening*. ECN-E--17-067.
- Howard, P.H. & T. Sterner (2017), Few and not so far between: A meta-analysis of climate damage estimates, *Environmental and Resource Economics* 68.
- IEA (2017), *Technology roadmap. Delivering sustainable bioenergy*. France: International Energy Agency (IEA) [<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-delivering-sustainable-bioenergy.html>].
- IEAGHG (2012), *Operating flexibility of power plants with CCS*. Cheltenham: IEAGHG.
- IPCC (2006), *The 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014. Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- Jonkeren, O. (2016), *Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid. Een studie in het kader van de Nationale Omgevingsvisie*. Den Haag: PBL.
- Koch, B. (2011), *Biomass Energy Europe. Final Report*, Albert Ludwigs Universitaet Freiburg.
- Koelemeijer, R., B. Daniëls, P. Koutstaal, G. Geilenkirchen, J. Ros, P. Boot, G.J. van den Born & M. van Schijndel (2018), *Nationale kosten klimaat- en energietransitie in 2030 – Update 2018*. Den Haag: PBL [<http://www.pbl.nl/publicaties/nationale-kosten-klimaat-en-energietransitie-in-2030-update-2018>].
- Kramer, G. & Blonk, H. (2015), *Menu van morgen: gezond en duurzaam eten in Nederland: nu en later*, Gouda: Blonk Consultants.
- Ligtoet, A., A. Pickles & J. van Barneveld (2016), *Kwalitatieve impact van het Energieakkoord op werkgelegenheid*. Amsterdam: Technopolis.
- Matthijsen, J., E. Dammers & H. Elzenga (2018), *De toekomst van de Noordzee. De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie*. Den Haag: PBL.
- Meerkerk, J. van, G. Renes & G. Ridder (2014), *Greening the Dutch car fleet: The role of differentiated sales taxes*. PBL Working paper 18. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Ministerie van EZ (2016), *Implementatie duurzaamheidscriteria vaste biomassa voor energietoepassingen* (ed. Ministerie van EZ). Den Haag: Ministerie van Economische Zaken [<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/03/18/kamerbrief-over-implementatie-duurzaamheidscriteria-vaste-biomassa-voor-energietoepassingen>].
- Ministerie van EZ & IPO (2013), *Natuurpact. Ontwikkeling en beheer van natuur in Nederland*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- Ministerie van EZK (2018), *Kamerbrief PBL-notitie 'Kosten Energie- en Klimaattransitie in 2030 – Update 2018'*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- Ministerie van Financiën (2013), *Brief van de staatssecretaris van Financiën*, nr. 204, Mobiliteitsbeleid, Den Haag: Ministerie van Financiën.
- Ministerie van LNV (2018a), *Kamerbrief hoofdlijnenakkoord warme sanering varkenshouderij*. 7 juli 2018.
- Ministerie van LNV (2018b), *Voedselverspilling in Nederland 2016*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ministerie van LNV (2018c), *Aanbieding agenda Taskforce Circular Economy in Food*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ministerie van VROM (1994), *Methodiek Milieukosten*, Publikatierreeks Milieubeheer 1994/1. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

- Ministerie van VROM (1998), *Kosten en baten in het milieubeleid – definities en berekeningsmethoden*, Publicatiereeks Milieustrategie 1998/6. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Ministerie van VROM (2004), *Handreiking voor monitoring en evaluatie van klimaatmaatregelen*. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
- Muilwijk, H., H. Westhoek & M. de Krom (2018), *Voedsel in Nederland. Verduurzaming bewerkstelliging in een veelvormig systeem*. Den Haag: PBL.
- Nabuurs, G.J., M.J. Schelhaas, J. Oldenburger, A. de Jong, R. Schrijver, G. Woltjer & H. Silvis (2016), *Nederlands bosbeheer en bos- en houtsector in de bio-economie. Scenario's tot 2030 in een internationaal bio-economie perspectief*. Rapport 2747. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- National Grid (2018), *Future Energy Scenarios, 2 degrees* [<https://www.nationalgrid.com/uk/publications/future-energy-scenarios-fes>].
- Nieuwe oogst (2016), 'Verwacht: grote klapper in bodemdaling', *Nieuwe Oogst* 11 juni 2016.
- OECD (2010), *Taxation, Innovation and the Environment*. OECD Publishing, Paris.
- OECD (2017), *Employment Implications of Green Growth: Linking jobs, growth, and green policies*. Paris: OECD. [<https://www.oecd.org/environment/Employment-Implications-of-Green-Growth-OECD-Report-G7-Environment-Ministers.pdf>].
- Ogink, G. en J. van Vliet (2005), *Regeling Beëindiging Veehouderijtakken (RBV) – Eindevaluatie*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Özdemir, O., P.R. Koutstaal & M. van Hout (2017), *Integration costs and market value of variable renewables. A study for the Dutch power market*. ECN-W--17-035.
- Pissarides, C.A. (2000), *Equilibrium unemployment theory*. 2nd edition. Cambridge, MA/London: MIT Press.
- PBL (2015), *Effecten van autodelen op mobiliteit en CO<sub>2</sub>-uitstoot*. Den Haag: PBL.
- PBL (2017), *Analyse Leefomgevingseffecten Verkiezingsprogramma's 2017-2021*. Den Haag: PBL.
- PBL (2018a), Update tabellenbijlage NEV 2017. [<http://www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2017>].
- PBL (2018b), *Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw. Voorwaarden voor verandering*. Den Haag: PBL.
- PBL (te verschijnen), *Ruimtelijke Verkenningen*, Den Haag: PBL.
- PBL & CPB (2012), *Bereikbaarheid: uitwerking basispad en effecten van maatregelen*. Den Haag: PBL/CPB.
- Raspe, O., A. Weterings, M. Geurden-Slis & G. van Gessel (2012), *De ratio van ruimtelijk-economisch topsectorenbeleid*. Den Haag: PBL.
- RIVM (2016), *Milieubelasting van de voedselconsumptie in Nederland*, Bilthoven: RIVM.
- Ros, J. & B. Daniëls (2017), *Verkenning van klimaatdoelen*. Den Haag: PBL.
- Rougoor, C., E. Hees en F. van der Schans (2016), *Het veevoerconvenant: kansen, knelpunten en sturend vermogen*. Culemborg: CLM Centrum voor Landbouw en Milieu.
- RTE (2018), Bilan Previsionnel – Ampere [<http://bpnumerique.rte-france.com/>].
- OECD (2017), *Employment implications of green growth: Linking jobs, growth, and green policies*. Paris: OECD. [<https://www.oecd.org/environment/Employment-Implications-of-Green-Growth-OECD-Report-G7-Environment-Ministers.pdf>].
- Ruimtevolk et al. (2018), *Klimaat Energie Ruimte. Ruimtelijke verkenning energie en klimaat*. Utrecht: Ruimtevolk.
- RVO (2017), *Verificatieprotocol duurzaamheid vaste biomassa voor energietoepassingen*. Zwolle: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) [<https://www.rvo.nl/subsidie-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%20ABn/biomassa-sde/duurzaamheidseisen>].

- Schanes, K., K. Dobernic & B. Gözet (2018), 'Food waste matters. A systematic review of household food waste practices and their policy implications', *Journal of Cleaner Production* 182: 978-991.
- Schelhaas, M.-J., E. Arets & H. Kramer (2017), 'Het Nederlandse bos als bron van CO<sub>2</sub>', *Vakblad natuur, bos en landschap*, september 2017.
- Schoots, K., M. Hekkenberg en P. Hammingh (2017), *Nationale Energieverkenning 2017*. ECN-O--17-018. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- SER (2018), *Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord*. Den Haag: Klimaatberaad [<https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2018/07/10/hoofdlijnen-compleet>].
- Shove, E., Pantzar, M. & Watson, M. (2012), *The dynamics of social practice: Everyday life and how it changes*. Sage.
- Sijmons D., J. Hugtenburg & A. van Hoorn (2014), *Landschap en Energie. Ontwerpen voor transitie*. Rotterdam: nai010 uitgevers.
- Soethoudt, H. & M. Vollebregt (2018), *Monitor Voedselverspilling, update 2009-2016*. Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research.
- Stenmarck, A., C. Jensen, T. Quedsted & G. Moates (2016), *Estimates of European food waste levels*. Stockholm: IVL Swedisch Environmental Research Institute.
- Stern, N. (2007), *The economics of climate change: The Stern Review*.
- Strengers, B., H. Eerens, W. Smeets, G.J. van den Born & J. Ros (2018), *Negatieve emissies. Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland*. Den Haag: PBL [<http://www.pbl.nl/publicaties/negatieve-emissies-technisch-potentieel-realistisch-potentieel-en-kosten-voor-nederland>].
- Taskforce Circular Economy in Food (2018), *Agenda Samen tegen voedselverspilling*. Wageningen: Taskforce Circular Economy in Food.
- TCB (2016), *Dynamiek van organische stof in Nederlandse landbouwbodems*. Rapport van de werkgroep Koolstofstromen in opdracht van de Technische Commissie Bodem. TCB A110.
- TNO & CE Delft (2018), *Elektrische bestelauto's in Nederland. Marktontwikkelingen 2017-2025*. Delft: TNO & CE Delft.
- Vink, M. & D. Boezeman (2018), *Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw. Voorwaarden voor verandering*. Den Haag: PBL.
- Vonk, J., S.M van der Sluis, A. Bannink, C van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L Velt-hof (2018), *Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and CO<sub>2</sub> with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)*. Wageningen WOt-technical report 115.
- Vuuren, D. van, P. Boot, J. Ros, A. Hof & M. den Elzen (2016), *Wat betekent het Parijs-akkoord voor het Nederlandse langetermijnklimaatbeleid?* Den Haag: PBL.
- WDODelta (2018), *Projectplan onderwaterdrainage in Overijssel*.
- WEcR (2017), *Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO<sub>2</sub>-emissie Nederlandse glastuinbouw*.
- Weterings, A., O. Ivanova, D. Diodato, M. Lankhuizen, M. Thissen, K. Schure & R. Koele-meijer (2018), *De effecten van de energietransitie op de regionale arbeidsmarkt. Een quickscan*. Den Haag: PBL.
- Wiser et al. (2016), *Forecasting Wind Energy Costs & Cost Drivers: The Views of the World's Leading Experts*, Berkely Lab, NREL, IEA Wind Task 26. LBNL-1005717.
- WRR (2014), *Naar een voedselbeleid*. Amsterdam: Amsterdam University Press.



# Bijlage 1 Aanvullende aannames en uitgangspunten

In veel gevallen is de precieze uitwerking van de voorstellen in het VHKA nog niet vastgelegd. Om een zinnigere analyse mogelijk te maken, heeft het PBL de secretariaten van de tafels om verduidelijking gevraagd. Deze bijlage bevat aanvullende aannames en uitgangspunten die door de tafelsecretariaten aan het PBL zijn aangeleverd om een analyse van het streefbeeld of instrumenten mogelijk te maken. Voor sommige tafels betreft het aanvullende aannames en uitgangspunten om het streefbeeld te kunnen analyseren, voor andere tafels betreft het aannames en uitgangspunten om instrumenten te kunnen beoordelen.

Voor de industrie heeft PBL schaduwberekeningen uitgevoerd die niet tot betekenisvol andere kosten- en effectinschattingen leiden dan die de industrietafel zelf heeft aangegeven. Daarom heeft het PBL ervoor gekozen de cijfers die in het VHKA voor de industrie zijn genoemd over te nemen. Om die reden ontbreekt de industrie ook in deze bijlage.

## Gebouwde omgeving

### **Aannames en uitgangspunten ten behoeve van de analyse van het streefbeeld**

De vertaling van de tekst in het VHKA naar parameters voor de berekening van effecten is uitvoerig verantwoord in een aparte notitie die besproken is met het secretariaat van de tafel gebouwde omgeving. Hieronder volgt een puntsgewijze samenvatting van de belangrijkste parameters.

- Nieuwbouwwoningen en Ubouw: 75% van de nieuwbouw tussen 2018 en 2022 wordt aardgasvrij. Van de extra aardgasvrije woningen en gebouwen bovenop het referentiescenario wordt 75% all-electric en 25% met warmtenetten verwarmd.
- Bestaande woningen:
  - t/m 2021 wordt tempo bepaald door Startmotor en Proeftuinen 100 aardgasvrije wijken met overlap in de huursector; samen 67,6 duizend woningen in 2021.
  - 'ruim vóór 2030' interpreteren we als in 2028. Vanaf dan jaarlijks 200.000 woningen verduurzamen, waarvan de helft in koopsector en de andere helft in huursector.
  - Tussen 2022 en 2028 een lineair verloop van de aantallen woningen die verduurzaamd worden.
  - Verdeling over warmtenetten en warmtepompen is afgeleid van groeitempo warmtenetten: 80.000 weq/j vanaf 2025. Daarvan is verondersteld dat 10% in de Ubouw plaatsvindt dus jaarlijks 72.000 woningen op warmtenet. De rest krijgt een warmtepomp: 2/3 een hybride en 1/3 een elektrische, conform verdeling in Startmotor. Bij koop dezelfde verdeling als bij huur.
  - Woningen op warmtenet en met hybride warmtepomp isoleren tot schillabel B; all-electric-woningen isoleren tot label A.
- Bestaande utiliteitbouw:
  - Benodigde additionele emissiereductie is het verschil tussen het doel (50% reductie t.o.v. 1990) en wat in referentiescenario en additioneel in nieuwbouw wordt bereikt.
  - Invulling met de goedkoopste maatregelen voor de dienstensector, nadat additionele aansluitingen op warmtenetten (8.000 weq/j vanaf 2025) zijn verrekend.
  - Tot 2030 additioneel 70.400 Weq Ubouw op warmtenetten, lineair groeiend van 0 in 2018 naar 8.000 vanaf 2025.

- Kostenontwikkeling: conform voorstellen GO-tafel:
  - Isolatie: ondergrens -15%, bovengrens -50% tussen nu en 2030.
  - Individuele warmtetechnieken: -25% en -50%.
  - Warmtenetten: 0% en -15%
- Verduurzaming energiedragers:
  - Uitbreiding warmtenetten volledig vanuit geothermie met hulpketels op aardgas.
  - Geen verduurzaming bestaande warmtenetten.
  - Aquathermie niet opgenomen in streefbeeld; verkeert nog in demo-fase.
  - Duurzame gassen niet betrokken in streefbeeld omdat niet is aangegeven hoe die geproduceerd worden.

### **Aannames en uitgangspunten ten behoeve van analyse van instrumenten**

Er zijn geen veronderstellingen gemaakt voor een berekening van effecten van beleidsinstrumenten omdat de voorstellen voor instrumenten daarvoor nog onvoldoende zijn uitgewerkt. De voorliggende VHKA-tekst bood onvoldoende aanknopingspunten om ontbrekende elementen aanvullend, in de geest van de voorstellen, in te vullen.

## Mobiliteit

### **Aannames en uitgangspunten ten behoeve van de analyse van het streefbeeld**

De tafel Mobiliteit geeft aan ze met voorstellen komt om ten minste de tafelopgave van 7,3 Mton emissiereductie in 2030 te realiseren. Er is bij de tafel Mobiliteit nog niet gekozen voor een specifieke invulling, omdat de effecten van veel maatregelen nog onbekend zijn. De tafel stelt vast dat het potentieel van geïdentificeerde maatregelen afdoende is om ten minste de tafelopgave te realiseren.

### **Aannames en uitgangspunten ten behoeve van analyse van instrumenten**

In de onderstaande lijst wordt verwezen naar een S- en L-pakket van maatregelen op een eenvoudige manier door het noemen van S of L. L is over het algemeen een meer ambitieus scenario waarbij een grotere inzet wordt verwacht van alle partijen. De inzet van een maatregel in het S-scenario houdt in dat het ook in L wordt toegepast. Tenzij anders benoemd veronderstellen wij dat maatregelen in de periode vanaf 2019 tot 2030 worden toegepast.

De genoemde bedragen zijn cumulatief vanaf invoering tot 2030, bedragen per jaar kunnen verschillen. Het gaat hierbij om de Rijksinvesteringen, tenzij deze apart zijn benoemd. Tussen haakjes staat de verwijzing naar het fiche en maatregelnummer (3.1 is fiche 3; maatregel 1).

### **Deelthema Elektrisch rijden**

#### *Financiële maatregelen*

- Invoeren van tijdelijke financiële compensatie van de onrendabele top in de particuliere aankoop van een volledig elektrische auto ter hoogte van het bijtellingsvoordeel voor zakelijke rijder. (Of de hoogte van de maatregel afhankelijk van gerealiseerde marktaandeelen. Mogelijke varianten zijn een aanschafsubsidie, BTW-vrijstelling of aftrekpost inkomstenbelasting.) (2.1)
- Behouden van de vrijstelling van belasting van personenauto's en motorrijwielen (bpm) voor volledig elektrische voertuigen (FEV) tot 2025. (2.2)
- Behouden van differentiatie in de bpm (CO<sub>2</sub>-tabel) voor plugin hybride voertuigen in langzaam ingroeipad. In snel ingroeipad afschaffen van de differentiatie voor plug-ins. (2.3)
- Vervallen van bpm teruggaafregeling voor organisaties als de politie en brandweer tot 2025. (2.4)



- Behouden van de vrijstelling voor motorrijtuigenbelasting (mrb) voor volledig elektrische voertuigen in snel ingroeipad; kleine opbouw in langzaam ingroeipad. Maatregel alleen toegepast in L. (2.5)
- Invoeren van een innovatietoeslag per voertuig op fossiele brandstof (ICE) tot 2025. In snel ingroeipad een toeslag van 50 euro per jaar en in langzaam ingroeipad een toeslag van 25 euro per jaar. (2.6)
- Afstemmen van de afbouw van het bijtellingsvoordeel voor zakelijke rijders met stimulering van particuliere aankoop. Voertuigen ontvangen een bonus of malus op de te betalen mrb op basis van de CO<sub>2</sub>-emissie (kan budgetneutraal worden uitgevoerd). (2.7)
- Toepassen differentiatie in onbelaste reiskostenvergoeding tussen elektrische voertuigen en ICE-voertuigen tot 2025. (2.8)
- Stimuleren van de zakelijke markt voor elektrische voertuigen via werkgever (MIA) in (betere) balans met bijtelling van de werknemer tot en met 2025. Verhoging MIA bij behoud van ingroeipaden. (2.9)
- Invoeren van flankerende maatregelen, zoals beleid om werkgevers te stimuleren, het gebruik van busbanen, privileges in relatie tot parkeermogelijkheden zoals korting op parkeren, en landelijk beleid op lokale maatregelen, zoals geharmoniseerde milieuzones etc. (2.12)
- Communicatiecampagne over de mogelijkheden van elektrisch rijden en de totale kosten van aanschaf en gebruik (TCO). (2.13)

#### *Laadinfrastructuur*

- Onderstaande maatregelen uitvoeren om toename van publiek toegankelijke laadpunten van 33.000 in 2017 naar 1,8 mln in 2030 en toename van snelladers van 750 in 2017 naar 1.500 in 2030 mogelijk te maken. (14.1, 14.2)
- Continueren Nederlands Kennisplatform Laadinfrastructuur tot en met 2020; samenwerking van gemeenten stimuleren, aanwijzen van locaties op basis van vraag en strategische locaties en vergroten capaciteit bij installateurs. (14.3, 14.7)
- Fiscaal stimuleren van laadpalen door voortzetten verlaagde energiebelasting tot minimaal 2025, financiële stimulering van 2 mln euro in 2019 om investeringskosten van VvE's te verlagen, opnemen van kosten laadstroom in werkkostenregeling, laadinfrastructuur nog 5 jaar op de MIA/VAMIL lijst houden. (14.4)
- Verbreden van het (toekomstige) Mobiliteitsfonds zodat ook laadinfrastructuur kan worden ondersteund, onderzoeken van de mogelijkheden hiervoor. (14.4, 14.5)
- Schrappen van de EAN-verplichting bij het inboeken van elektriciteit in het Register Energie Vervoer en toestaan submeters. (14.6)
- Bieden van een laadpaalgarantie en versnellen van het aanvraag- en realisatieproces van publieke laadpalen (binnen 3 maanden na aanvraag in heel NL). Laadinfrastructuur structureel onderdeel maken van beleid: opstellen nationaal plan; ontwikkelen nationaal, regionaal en lokaal beleid; laadinfrastructuur opnemen in Bouwbesluit/aanbestedingscriteria; laadinfrastructuur onderdeel maken van omgevingsvisies en -plannen; stimulering via parkeerbeleid; vastleggen afspraken in bestuurs- of klimaatakkoord; verlenen van concessies met langere termijn. (14.7, 14.3)
- Ontwikkelen van open standaarden en protocollen in Europa door Europese afspraken te maken, informatievoorziening te versterken (0,2 mln euro) en afspraken te maken met marktpartijen over beschikbaarheid gegevens laadinfrastructuur. (14.8)
- Stimuleren van de uitrol van smart charging met dynamische tarieven en capaciteiten, inclusief het opheffen van belasting op opslag en bi-directioneel laden; stimuleren smart charging projecten (proeftuin 1,4 mln euro; praktijktesten 0,8 mln euro); fiscale prikkel voor zelfgebruik van zonnestroom door particulieren; afspraken maken over inzet elektrische auto's in smart charging en via EU aantrekkelijker maken van vehicle-to-grid (V2G) laden. (14.9)

- Continueren van de DKTI transport regeling om laadinfrastructuur voor verschillende voertuigen verder te ontwikkelen, zoals voor zwaar transport, stadsdistributie, binnenvaart en voor 5 mln euro innovaties bij het laden stimuleren. (14.10)
- Laadinfrastructuur aanbrengen langs corridors in Europese calls. (14.11)

## **Deelthema Duurzaam OV en fiets**

### *Openbaar vervoer (OV)*

- Bussen op fossiele brandstof vervangen door zero-emissie bussen. (3.1)
- Dieseltreinen vervangen voor waterstof of elektriciteit. (3.2)
- Onderhouden en ontwikkelen IT platform voor MaaS-systemen, inclusief partner-management, software en betalingsproduct dat later kan opschalen naar gehele mobiliteitssector. (3.3)
- Investeren in infrastructuur OV en fiets conform Agenda OV-Mobiliteitsalliantie voor 2022 tot 2042. Tot 2030 is gerekend met een investering van 8 miljard euro. Op de Agenda staat: uitbreiden capaciteit en versnellen spoor, vergroten capaciteit light rail en aanleg nieuwe lijnen, aanpassen en uitbreiden van de (spoor)infrastructuur nodig voor toevoegen capaciteit, verkorten reistijd en verhogen frequenties, uitvoeren van niet-begroot beheer en onderhoud en overige grote knelpunten. (3.4)
- Aanpassen bottlenecks uit landelijke (spoor)systeem voor betere doorstroming en meer reizigers, zoals perronverlenging en seinaanpassing, voor 140 mln euro tot 2025. (3.5)
- Rijstroken van snelwegen veranderen in vrije busbaan voor 200 mln euro tot 2025. (3.6)
- Bottlenecks uit stedelijke systeem voor betere doorstroming en meer reizigers, bijvoorbeeld ongelijkvloerse kruisingen creëren voor 140 mln euro tot 2025. (3.7)
- First en last mile aanpassingen van fysieke infrastructuur bij OV-knooppunten, waardoor overstap tussen modaliteiten versneld kan worden, voor 200 mln euro. (3.8)
- Realiseren van 100 multimodale hubs (overstappunten tussen OV, fiets en auto) buiten stedelijk gebied voor 50 mln euro. (3.10)
- Verschuiven van MIRT-gelden van weginfrastructuur naar OV- en fietsinfrastructuur van 4 miljard euro. Alleen toegepast in L. (3.11)
- Verhogen van accijns op benzine en diesel met 10% vanaf 2022 om investeringen te bekostigen, alleen toegepast in L. Geschatte opbrengst: 700 mln euro bovenop de huidige 7 miljard euro. (3.12)

### *Fiets*

- Ontwikkelen en aanleggen van snelfietsroutes tussen woon-werkgebieden en OV hubs vanaf 2019 voor in totaal 300 mln euro (waarvan 100 mln euro Rijk). (5.1)
- Aanpassen capaciteit van 20% van het fietsnetwerk op toenemende snelheid en diversiteit gebruikers, inclusief aanleggen van ontbrekende schakels, bruggen en tunnels. In S is de investering in totaal 420 mln euro tot 2022 (waarvan 140 mln euro Rijk). Hierbovenop komen in L extra investeringen van 4,8 miljard euro (waarvan 1,6 miljard euro Rijk). (5.2)

### *Parkeerbeleid fiets en auto*

- Convenant sluiten tussen overheden om ruime fietsparkeernormen bij bedrijven en woningen toe te passen. In eerste instantie bij nieuwbouwlocaties, maar secundair bij het vernieuwen van alle omgevingsvergunningen en plannen worden de normen van gemeente Utrecht aangehouden in steden met meer dan 50.000 inwoners. (5.3)
- Restrictief parkeerbeleid auto toepassen bij bestaande woningen en bedrijven: het gemiddelde aantal parkeerplaatsen met 20% verlagen bij vernieuwing van omgevingsplannen en parkeertarieven met 50% verhogen in 2030 exclusief inflatie. (5.4)
- Restrictief parkeerbeleid auto toepassen bij 500.000 nieuwe binnenstedelijke woningen naar maximaal 1 parkeerplaats in S; in L maximaal 0,5 parkeerplaats per woning. Bij nieuwe bedrijventerreinen verlagen van de norm met 10% per arbeidsplaats. Gemeenten

of projectontwikkelaars mogen onderbouwd de norm naar beneden bijstellen, bijvoorbeeld wanneer ze deelautosystemen aanbieden. (5.5)

- Handhaven van parkeren in wijken en straten rondom straten waar bovenstaande parkeernormen zijn toegepast. (5.6)

#### *Fiscale maatregelen*

- Anders betalen voor autogebruik (inclusief bestelauto's) door pilots uit te voeren en deze in 2025 op te schalen naar landelijk niveau. In S is gerekend met een vlakke heffing van 3,1 cent per kilometer en 5,8 cent voor bestelauto's en een congestieheffing van 11 cent vanaf 2025. In L geldt vanaf 2025 een vlakke kilometerheffing voor personenauto's van gemiddeld 3,1 cent per kilometer voor personenauto's en 15 cent voor bestelauto's en een congestieheffing van 15 cent per kilometer op drukke plekken/momenten. Dit laatste is geoperationaliseerd als een intensiteit van het wegverkeer van 90% of meer van de wegcapaciteit (I/C-verhouding  $\geq 0,9$ ). (5.7)
- Verlagen naar 0% van het tarief voor de fiets binnen de Werkkostenregeling. (5.8)
- Onbelaste reiskostenvergoeding differentiëren: vergoeding van autokilometers gaat naar 12 cent/km in S en naar 0 cent/km in L; vergoeding OV-kosten is vrijgesteld van belasting, onbelaste vergoeding voor fietskilometers gaat naar 30 cent/km (5.9)

#### *Autodelen*

- Vergroten aandeel autodelen door activeren van gemeenten om actiever gebruik te maken van bevoegdheden om reisgedrag en autobezit te beïnvloeden. Vergroten van kennis over best practices zowel voor nieuwbouwsituaties als voor bestaande wijken. (AD.1)
- Bewustwordings- en gedragscampagne om autodelen in 2030 voor reizigers die beperkt auto-afhankelijk zijn te veranderen in 'het nieuwe normaal' (in plaats van privé-autobezit of privé-lease). (AD.2)
- Convenant sluiten tussen Rijk, gemeenten en projectontwikkelaars om autodelen op OV-locaties als default optie aan te bieden. Denk ook aan autodelen bij ontsluiting van nieuwbouwwijken, bij verdichting en bij doelgroepenbeleid. (AD.3)

### **Deelthema Zakelijk reizen**

#### *Werkgeversaanpak gedragsverandering en flankerende maatregelen*

- Activeren, motiveren en ondersteunen van bedrijven in een meerjarige programma-aanpak bij opschaling bewezen maatregelen ('best practices') van Anders Reizen. In totaal is 5 mln/jaar te verdelen over een serie maatregelen, zoals koplopersbeleid van de Anders Reizen coalitie uitbreiden en een bewustwordings- en gedragscampagne waarbij Anders Reizen het 'nieuwe normaal' wordt.
- Ook wordt een onafhankelijke regisseur aangesteld voor het maken van maatschappelijke afspraken over ruimtelijke ordening, onderwijs en arbeidsvoorwaarden, om verplaatsingen in spits te spreiden en parkeernormen te verlagen.
- Daarnaast worden best practices in de lijst van erkende maatregelen in Wet Milieubeheer toegevoegd, zodat overheden kunnen handhaven.
- En keurmerken aangescherpt richting doelstellingen van Parijs, waaronder SKAO - CO<sub>2</sub>-prestatieladder, BREEAM, Lean and Green, en dergelijke.
- Zakelijke mobiliteit wordt groen ingekocht door overheden door substantieel gunningsvoordeel te geven aan groen gecertificeerde bedrijven. Bij S zijn de kosten van certificering aftrekbaar conform EIA- en MIA-regelingen; en koopt 50% van de overheden groen in (2030). L houdt rekening met dubbele percentages aftrek (EIA/ MIA) en 100% van de overheden voert groen inkopen daadwerkelijk uit in 2030.
- In S verplichten 500 werkgevers zich tot 50% CO<sub>2</sub>-emissie in 2030 t.o.v. 2016 via toepassing best practices, waartoe ook fietsmaatregelen behoren. In L zijn alle leaseauto's die in 2025 worden besteld elektrisch. (4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5; 4.6; 4.7)

- Optimalisering van huidige infra is nodig om verandering in reisgedrag te faciliteren door:
- Aanleggen en verbeteren van fietsenstallingen met 40 mln uit regeerakkoord van 2019 tot 2021, waarmee 150.000-155.000 extra fietsparkeerplaatsen worden aangelegd rondom met name middelgrote stations. Aanvullend verbeteren stationsstallingen met 15 mln per jaar vanaf 2021. (4.15)
- Verschuiven van hyperspits naar schouderpits met een prijsprikkel vanaf 2019, vergoeden onrendabele top voor trein (35 mln euro), bus/tram/metro en regionaal spoor (5 mln euro).
- Ten slotte, het heroverwegen van normen levert extra capaciteit in huidige spoorinfra door het verdichten van tijdsafstanden tussen treinen, het verdichten van interieur van treinen en het effectiever benutten van gereserveerde slots en het verhogen energie-efficiëntie van treinen. (4.14)

#### *Fiscale maatregelen*

- Behouden huidige lage BTW-tarief van 6% voor OV, verlagen BTW-tarief (van 21% naar 6%) voor fiets (op aanschaf én onderhoud) en verlagen BTW 6% op internationaal treinverkeer vanaf 2022. Maatregel alleen in L. (4.8)
- Herinrichten huidige bijtellingssystematiek op basis van daadwerkelijk gebruik en daadwerkelijke emissie met gelijkblijvende inkomsten voor de overheid (en verlaging administratiedruk voor de werkgevers en verbeterde handhavingsmogelijkheden). Bijtelling gebaseerd op aantal gereden privé-kilometers, daadwerkelijke emissie van de auto (o.b.v. norm auto, maar ook gebruik) en spitsmijdend gedrag. Deze bijtelling is inclusief andere duurzame modaliteiten (zakelijk en privé) zoals fiets en OV. Dit geldt ook voor deel-autoconcepten. Maatregel alleen in L. (4.8; 4.9)
- Differentiëren onbelaste reiskostenvergoeding naar emissie van de modaliteit: afbouwen fossiele onbelaste reiskostenvergoeding tot 2025; fossielvrije auto onbelast vergoeden met 0,15 euro per km; OV vrijstellen van belasting van de reiskostenvergoeding (verschaffen OV-kaart); vrijstellen van fiets-aankoop eens per vijf jaar en vergoeding lease-fiets in WKR; en verlagen loonbelasting. Maatregel alleen in L. (4.10)
- Verder verhogen van de motorrijtuigenbelasting voor voertuigen met een voornamelijk fossiele aandrijving (verdubbeling van de MRB) en deze inkomsten gebruiken voor verdere verlaging van de MRB voor auto's zonder/ met een lage CO<sub>2</sub>-emissie (eventueel zelfs negatieve MRB).
- Maatregel alleen in L. (4.12)
- Vrijstellen van inkomstenbelasting over (een deel van) een mobiliteitsbudget waarmee duurzame mobiliteit wordt ingezet vanaf 2021. Maatregel alleen in L. (4.13)

### **Deelthema Logistiek**

#### *Logistieke optimalisatie*

- Ontwikkelen en inrichten van effectieve, laagdrempelige en betaalbare ICT-koppelplatforms vanaf 2021: managementkosten, juridische onzekerheid, kosten en tijdsbeslag per realisatie één op één ICT-koppeling in keten verhindert nu marktwerking en optimalisatie inspanningen. Digitalisering en transparantie in logistieke informatie-uitwisseling tussen ketenpartners. Maatregel in S met lagere intensiteit dan in L. (7.2, 8.2, 24.16, 24.20)
- Uitbreiden aantal stadslogistiekbedrijven dat gebruik maakt van de Lean AnalytiX tool met minimaal 2600 bedrijven tot en met 2030. Met de tool verkrijgen bedrijven inzicht in de toegevoegde (transport)waarde van ten opzichte van de emissie en inzicht in mogelijkheden voor verbetering (gemiddeld 15% besparing in test). Verpakkingsdichtheid verhogen. Maatregel in S met lagere intensiteit dan in L. (6.1, 8.11)

- Ketenoptimalisatie spoor en binnenvaart, stimulering bundeling stromen door verladers wat modal shift economisch aantrekkelijk maakt en belading verhoogt. Inzet andere logistieke systeemopzet (zoals hub & spoke). Informatiecampagne omwonenden en ronde tafel sessies met decentrale overheden. Maatregel in S met lagere intensiteit dan in L. (20.5, 8.1, 8.10, 24.18, 8.8, 24.8, 24.19, 24.23)
- Ontwikkelen goederenhubs aan rand van 50 steden (gemeenten) vanaf 2023 door bundeling, ontkoppeling voor last-mile oplossingen, verhoging van beladingsgraad, retourlogistiek, en geografische afgebakende (geo-fenced) zones in het centrum op CO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>/PM kenmerken. Binnen zone alle vrachtvervoer op basis van maatwerkonthefing. Deze ontstaan nu niet vanzelf vanwege de kosten van handeling (overslag), en organisatie (ICT/margedeling/verantwoordelijkheid), want die worden als groter gezien dan de kosten van minder vol rijden. (7.1, 8.9, 12.2, 13.9)
- Toegang tot 50 grootste steden vanaf 2023 reguleren door uniform beleidskader, maatwerkonthefingen en regulering gebaseerd op nulemissie-zones met geografische afgebakende (geo-fenced) handhaving (o.a. met camera's), gedifferentieerd naar type vervoer, bundelingsgraad, emissie, tijd, functie. Maatregel in S met lagere intensiteit dan in L; in L nemen we geografische afbakening van nulemissie-zones mee, pilots van geofencing regionale distributie langeafstandsvervoer door plugin hybrides, en garanties van nulemissie voertuigen in steden. (6.6, 7.6, 6.7, 8.5, 8.13, 9.1, 9.2, 9.11, 6.8, 13.1, 13.10, 13.2)
- Inkoopkracht overheden, instituten en grote bedrijven benutten vanaf 2023 om facilitaire stromen te bundelen (minder transportbewegingen), en materiaal te vergroenen. Maatregel in S met lagere uitrol. (10.5)
- Omgevingswet gebruiken om bij gebiedsontwikkeling te sturen op laag-emissie en beperkt aantal bewegingen van bouwlogistiek. Maatregel in zowel S als L (8.3, 8.14)

#### *Technologie vernieuwing*

- [Bestel] Grootschalig stimuleren van de adoptie van elektrische bestelbussen tot 2024, zodat een vliegwiel op gang komt: aantrekkelijke Nederlandse afzetmarkt voor producenten, gewinning in gebruik, onderhoud en financiering (o.a. financieringsvormen beschikbaar maken, fiscale stimuleringsregeling overgang, aanschafsubsidie, ontmoediging diesel-gebruik; flankerend beleid zoals fietspaden, voetgangersgebied, parkeerpleknormen; gewichtsbepaling rijbewijs B verhogen van 3500 naar 4250 kg voor elektrische voertuigen); een betere business case voor laadinfrastructuur; op gang brengen van een tweedehandsmarkt. Vergroten kennis en ervaring door communicatie- en stimuleringscampagne, pilots nulemissievoertuigen en proeftuin duurzame stadslogistiek. In S is in totaal aan 34 mln euro beschikbaar; in L een totaal van 60 mln euro (waarvan 30 mln euro Rijk). (11.1, 11.2, 12.1, 12.6, 13.3m 13.4, 13.7, 6.4, 6.2, 6.3, 6.5)
- [Binnenvaart] Testen en opschalen van technologische oplossingen voor verduurzaming, maatwerk voor binnenvaartvloot, zoals Battery-Electric-Barges (elektrische containervloot) inclusief logistieke systeemaanpassingen, met dubbele business case door gebruik accu's voor buffering in elektriciteitsnetwerk. Aandrijving vaartuigen: elektrisch, hybride (diesel-elektrische), of waterstof met brandstofcel (alleen in L); wel exclusief biobrandstoffen. In S levert het Rijk een bijdrage van 50 mln euro in L 100 mln euro. (20.1, 20.3, 20.4, 8.8)
- [Spoorgoederenvervoer] Testen en opschalen van technologische oplossingen voor verduurzaming van het spoorgoederenvervoer, te beginnen met het verder elektrificeren van het (hoofd)spoorwegennet, ook tot op de terminal. Schone brandstoffen inzetten, dieseltreinen vervangen voor waterstof als brandstof of elektrische aandrijving (ook in havens) en hybride aandrijving inzetten. Betere afstemming processen in havengebieden bij industriële centra en inland terminals; voorkomen van overbelading en scheefbelading; en rendementsverbetering door het invoeren van 740 meter treinen en het aanpassen emplacementen. Inzet nieuwe technologie voor energiebesparing (sensoren,

energiemeters en ATO) en geluidsverbetering (stille wagons, nieuw stil materieel, retrofit remmen, trillingsarme draaistellen, geluidsschermen, raildempers). Rijksbijdrage in S hoger dan 100 mln; in L een hogere bijdrage.

- [Vrachtvervoer] Testen en opschalen met volledig elektrische vrachtauto's en laadinfrastructuur verder ontwikkelen (ook Europese corridors en thuisladen bij MKB), tussenfase met PHEV opschalen. Kilometerheffing voor vrachtauto's met differentiatie naar CO<sub>2</sub>-emissie, vermeden externe kosten wegverkeer subsidiëren bij gebruik spoor (per tonkilometer). Oprichten innovatiefonds nulemissie en vervolgen DKTI-regeling; proeven met waterstof; compenseren onrendabele top accu's bij regionaal vervoer. Proeven met waterstof, scenariostudie e-highway. Stimuleren afzet van duurzame voertuigen door OEM's en leasemaatschappijen, Nederland aantrekkelijk maken voor OEM's. In L wordt een hogere ambitie, meer waterstof en meer intensiteit verondersteld. (9.10, 9.4, 24.9, 14.10, 14.10, 14.11, 9.7, 13.6, 6.4, 9.8, 7.4, 8.16, 9.9)

#### *Regulering bron*

- Vracht en bestel regulering aanscherpen: ambitieuze CO<sub>2</sub>-normen voor bestelwagens en strengere EU CO<sub>2</sub>-normen voor nieuwe vrachtauto's. In L meer inspanning op EU-niveau. (13.8, 9.3)
- Reguleren emissie mobiele werktuigen, wetgeving aanscherpen die gemeentes handvatten geeft om in zones voorschriften te maken, zoals stationair draaien verminderen, vanaf 2025 met bijdrage Rijk van 2 mln. In S 0,6 en in L 1,7 mln. (7.3, 8.4, 8.15)
- Financieel stimuleren van duurzame mobiele werktuigen. Gebruiksvergoeding spoorgoederenvervoer omlaag. (8.6)

### **Deelthema Alternatieve brandstoffen**

#### *Biobrandstoffen voor alle vervoersmiddelen en wegtransport*

- [Alle vervoersmiddelen] instellen verplichte, voortschrijdende norm, tot aan bijmenging van 10% voor benzine, 30% voor diesel, en 100% voor LPG, CNG en LNG in 2030, waarbij het verplichte bijmengpercentage jaarlijks stapsgewijs wordt verhoogd naar de volumes die maximaal kunnen worden bijgemengd volgens de geldende brandstofsificaties. (17.1)
- [Alle vervoersmiddelen] Financieren van onderzoek en ontwikkeling van bio-raffinaderijen in Nederland en voor het opzetten van de benodigde grondstofketens, vanaf 2021. Gericht op doorontwikkeling cascaderen; flexibele productie; passend op duurzame biomassaströmen. Investering vanuit Topsector Energie in totaal 10 mln euro tot 2030, met gebruikelijke verhouding tussen Rijk en bedrijfsleven. (17.2)
- [Wegtransport] Inzetten hernieuwbare biobrandstoffen in zwaar binnenlands wegtransport als sector waarvoor nog geen alternatieven beschikbaar zijn en tijdig aanpassen van regelgeving voor accijnsdifferentiatie op basis van CO<sub>2</sub>-emissie. Vaststellen specificaties voor Green Truck Fuel; inrichten van toezicht; financieren van meerkosten indien nodig ook na invoering van de accijnsdifferentiatie voor de periode tot de invoering van de kilometerheffing. (19.1, 19.2, 19.3)

#### *Biobrandstof en technologische ontwikkeling bij binnenvaart*

- Instellen vergroeningsfonds voor commerciële binnenschepen vanaf 12 meter lengte, gevoed met geoormerkte en gedifferentieerde milieuheffing op binnenvaartbrandstof, en eventueel vermengd met subsidies voor uitrol van innovaties vanuit overheden. Europees fonds voor de financiering van de vergroening van scheepvaart (EFSI/EIB) (dus EU-beleid, geen nationaal beleid). (20.1, 20.3, 20.4)
- Verplichten van de fase-V-norm van de EU-verordening 2016/1628 'Non Road Mobile Machinery' (NRMM) voor de bestaande vloot in 2030-2040 (waarin grenswaarden zijn opgesteld voor de emissie van koolmonoxide (CO), koolwaterstoffen (HC) en stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) bij binnenvaartmotoren). Aanscherpen CO<sub>2</sub>-eisen in de NRMM (dus EU-beleid, niet



nationaal beleid). Aansturen op uitfaseren van CCR2 motoren (en CCR1 en CCR0). Valt ook onder Green Deal. (20.2, 20.10, 20.14)

- Convenant Green Deal afsluiten tussen meer dan 410 partijen voor 20% CO<sub>2</sub>-emissiereductie van alle binnenvaartschepen met Nederlandse vlag voor 2025 (en nulmissie in 2050). Groen aanbesteden op basis van Green Award (20.5, 20.16)
- Subsidiëren bij vervanging van de aandrijflijn naar elektrisch of hybride (diesel-elektrische) voor versnelde CO<sub>2</sub>-reductie (op voorwaarde van sloop van de oude motor) met 12 mln euro tot 2025 vanuit DKTi binnenvaart. Garantierегeling (revolving funds) beschikbaar maken voor opschaling introductie batterij-elektrisch varen voor 50 schepen (wordt uitgeleend aan de 'energieleverancier' van elektrische accupakketten) voor 20 mln euro vanaf 2020 (20.6, 20.12)
- Stimuleren van innovatie, pilots en demonstraties van aandrijflijnen op elektrisch, waterstof-elektrisch, beperkt hybride, en infra voor alternatieve brandstoffen (LNG + laadinfra + vulpuntinfra) met 78 mln euro tot 2025 vanuit DKTi binnenvaart; technologieontwikkeling, logistieke ketenoptimalisatie en randvoorwaarden met 5 mln euro vanuit TKI water. (20.7 en 20.8)
- Biobrandstof (biodiesel (B30 en HVO), bioLNG, biowaterstof) produceren door gebruik SDE++ (vanaf 2020 tot 40 mln per jaar in 2030, meegroeïend met bijmengverplichting) en 30% bijmengverplichting van biobrandstof nastreven in 2030 (10% vanaf 2021, en elke 5 jaar 10% erbij). (20.9, 20.17)
- Vanuit Nederlands beleid aansturen op een aanpassing van de Akte van Manheim die accijnzen op binnenvaartbrandstoffen verbiedt (overleg met betrokken landen), maakt het aannemelijker dat er richting 2030 en 2050 meer sturingsmechanismen beschikbaar zijn. Binnen Nederland is er voldoende draagvlak, echter binnen de CCNR (en via EC) is nog beperkt draagvlak voor het afschaffen van dit verbod. Op internationaal niveau (EU, CCNR) aansturen op het infasieren van fase V-eisen voor de bestaande vloot, en aansturen op uitfasieren van CCR2 motoren (en CCR1 en CCR0). (20.13, 20.14)

#### *Waterstof voor aandrijving voertuigen*

- Subsidiëren van kosten voor ontwikkeling of levering van niet-verbruikbare onderdelen (CAPEX) van waterstofvulstation (Hydrogen Refuelling Station, HRS) voor in totaal 175 mln euro voor 97 vulstations). (16.1)
- Subsidiëren van aankoop van 8.500 brandstofcelvoertuigen (FCEV) voor 30,5 mln euro tot en met 2022; aflopend van 5.000 euro voor de eerste 2.500 FCEV tot 2.000 euro voor de laatste 2.000 FCEV. (16.2)
- Restwaardegarantiefonds van 15 mln euro inrichten voor lease-FCEV aflopend van 60% in 2019 tot en met 40% restwaardegarantie in 2022, waardoor de leaseprijs per auto lager wordt. In L wordt het fonds geheel door het Rijk gevuld, in S voor 75% door de overheid (11,25 mln euro) en 25% door fabrikanten. (16.3)
- Continueren 4%-bijtelling voor FCEV na 2021, zonder het plafond van 50.000 euro, en een apart MIA-plafond voor FCEV. (16.4)
- Ondersteunen van pilots en demonstratie waterstofaandrijving van zware voertuigen, bussen en bestelauto's via voortzetten van de DKTi-Transport tot en met 2022 voor in totaal 30 mln euro. (16.5)
- Campagne voeren voor bewustwording en voorlichting om maatschappelijk draagvlak te creëren en acceptatie van rijden op waterstof te borgen (en voor alle nulmissie aandrijving) voor in totaal 11 mln euro. (16.6)
- Implementeren hernieuwbare brandstofeenheden-systematiek (HBE) voor groene waterstof vanaf 2021. (16.7)
- Aanscherpen en vormgeven van instrumenten (wetgeving aanpassen), zodat alle nieuwverkopen in 2030 nulmissie zijn. (16.9) Voortzetten beleid door bpm-verhoging voor benzine en diesel door invoering van de wereldwijd geharmoniseerde test procedure voor lichte voertuigen (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure, WLTP). (16.11)



- 'Push'-maatregelen zoals milieuzones vanaf 2025 en 'pull'-maatregelen zoals gunstige venstertijden en busbaanbenutting voor zero emissie (stads)distributievoertuigen (16.10)

#### **Overige maatregelen**

- Autorijden met zuinige banden en met banden op spanning. (1.1, 1.2)
- Verduurzamen en uniformeren van het materiaalgebruik (levensduur, lage CO<sub>2</sub>, minder (primaire) grondstoffen). (10.1, 10.2)
- Stimuleringsfondsen. (10.3)
- Levensduur verlengend onderhoud. (10.6)
- Vergroenen voertuiggebruik en minder transportbewegingen. (10.5)
- Infrastructuur gebruiken voor energieopwekking en CO<sub>2</sub>-arme en energiebesparende materialen gebruiken in stedelijke infrastructuur. (10.7, 10.10)
- Decentrale inkoop van Nederlandse duurzame energie stimuleren (o.a. door wegnemen belemmeringen in wet- en regelgeving), fietsen en wandelen meenemen bij aanbestedingseisen en kennispunt duurzame inkoop en aanbesteding beschikbaar stellen. (10.4, 10.8, 10.11)
- Energiebesparing door slimme, dynamische en zuinige openbare verlichting en verkeersregelininstallaties (VRI's). (10.9)

## Landbouw en landgebruik

### **Aannames en uitgangspunten ten behoeve van de analyse van het streefbeeld**

#### **Onderdeel Landgebruik**

Door de werkgroep 'Bomen, bos en natuur' van de tafel 'Landbouw en Landgebruik' is het PBL een set van maatregelen aangereikt. Voor ieder van de maatregelen is aangegeven welk areaal in aanmerking komt voor de betreffende maatregelen. Daarnaast zijn inschattingen gemaakt voor de investeringskosten en de jaarlijkse kosten van beheer en onderhoud (zie tabel B1).

## Tabel B1 Aannames voorgestelde maatregelen voor bomen, bos en natuur

Tabel: kwantificering van voorgestelde maatregelen voor Bomen, Bos en Natuur				
datum: 24 augustus 2018				
Toelichting:				
De tabel geeft de inschattingen van het areaal en de kosten (investeringen en beheer) van de voorgestelde maatregelen				
De gegevens in de tabel zijn gebruikt door het PBL t.b.v. de doorrekening/analyse van de voorstellen (juli/aug. 2018)				
datum waarop laatste mutaties hebben plaatsgevonden: 26 juli 2018				
maatregel	Omschrijving	areaal 2030 (ha)	eenmalige investeringskosten per hectare	jaarlijkse kosten/ha
<b>BEHEER</b>	uitstellen oogst van (multifunctionele of laag productieve) bossen	5.000	€ 0	€ 150
	landschapselementen (onderhoud inclusief herstel/bijplanten)	20.000	€ 0	€ 250
	revitaliseren laagproductieve bossen (es/populier) op kleigrond	8.000	€ 8.000	€ 0
	revitaliseren laagproductieve bossen (grove den) op zandgrond	10.000	€ 8.000	€ 0
	Verhogen SNL subsidie droge en natte bossen	32.000	€ 0	€ 11
	Anti-verdrogingsmaatregelen in veengebieden (bossen, natuur)	28.000	€ 0	€ 0
<b>ONTWIKKELING</b>	bestaande natuur in bezit van TBO's (niet bos) naar bos	5.000	€ 7.000	
	NNN: inrichting aangekochte niet natuur naar NNN niet bos	25.000	nvt	nvt
	NNN: inrichting aangekochte niet natuur naar NNN bos als natuurdoeltype (extra opgave agv klimaat)	15.000	20 miljoen extra	nvt
	NNN: aankoop en inrichting niet natuur naar NNN in veengebieden (moerasbos (25%) en gras, riet, water etc.)	9.500		nvt
	NNN: aankoop en inrichting niet natuur naar NNN met beheersovereenkomst - bos (25% bos)	4.925	nvt	nvt
	idem niet-bos	14.775		
	obv beschikbare middelen groenfonds: schatting 150 miljoen euro en 75000	2.000	nvt	
	niet natuur naar bos nabij steden (60% bos)	6.000	€ 126.000	
	niet natuur naar bos (RWS, Prov., VNG) - wegen-gebouwen-energie	2.500	€ 5.000	
	niet natuur naar bos (particuliere partijen)	1.000	€ 5.000	
	Instrumentatie: gereedschapskist (200 pilots)	200	€ 5.000	
	<b>LANDBOUW</b>	agroforestry (25kha, 0,1 ha bomen/ha) incl. raster tegen vraat	25.000	€ 6.000
voedselbossen		1.000	€ 50.000	
biomassateelten, tijdelijk, kippenuitloop (2/3 van kippenboeren)		5.000	€ 4.000	

### Onderdeel landbouw

De PBL-onderzoekers hebben tijdens een gesprek met de Nederland Zuivel Organisatie (NZO) op 19 april 2019 diverse gegevens ontvangen met daarin de door de tafel aangereikte maatregelen, inclusief een inschatting door de NZO van het realistisch emissiereductiepotentieel in 2030 en inclusief toegepaste ontsluitingspercentages (tabel B2). Tevens zijn door de NZO aan ons gedeelten uit een door ECOFYS geschreven achtergrondstudie naar emissiereductie beschikbaar gesteld. Op basis daarvan heeft het PBL inzicht gekregen in de onderliggende uitgangspunten en het door ECOFYS berekende potentieel van maatregelen. Het PBL heeft mede op basis van dit materiaal inschattingen gemaakt van het effect van maatregelen. Alleen de ontsluitingspercentages die zijn weergegeven in tabel B2 zijn in deze analyse gebruikt; de potentieel-inschatting zelf is door het PBL binnen deze analyse gedaan en niet overgenomen uit tabel B2.

**Tabel B2 Aannames ontsluitingspercentage landbouwmaatregelen**

Onderwerp en NZO code uit oorspronkelijk document	Broeikasgas CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> en N <sub>2</sub> O	Maatregel	Direct toepasbaar	Realiseerbaar potentieel (PBL 2030) (inclusief andere sectoren waar relevant) in Mton CO <sub>2</sub> -eq.	Realistisch potentieel 2030 (inschatting NZO voor zuivel)	Toegepast ontsluitingspercentage op technisch potentieel (Inschatting NZO voor zuivel)
<b>Mestopslag en Bemesting</b>						
2	CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O	Methaan-oxidatie buitenopslag (1)	ja	0,6	CH <sub>4</sub> : 0,28	20%
4	CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O	Monomest-vergisting (2)	ja	1,0	CH <sub>4</sub> : 0,12; N <sub>2</sub> O: 0,01; Totaal 0,13	5%
5	N <sub>2</sub> O	Precisiebemesting (3)	ja	0,4	N <sub>2</sub> O: 0,04	50%
6	N <sub>2</sub> O	Nitrificatieremmers (4)	ja	0,4	N <sub>2</sub> O: 0,12	30%
7	N <sub>2</sub> O	Vervangen deel gras door klaver (5)	Onderzoek	nvt	N <sub>2</sub> O: 0,04; CO <sub>2</sub> : 0,06 (minder kunstmest productie)	35%
		<b>Totaal Mestopslag/bemesting</b>	ja		<b>CO<sub>2</sub>: 0,06; CH<sub>4</sub>: 0,4; N<sub>2</sub>O: 0,21</b>	
<b>Dier en Voeding</b>						
8	CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O	Levensduur verlenging melkvee (6)	ja	0,5	CH <sub>4</sub> : 0,13; N <sub>2</sub> O: 0,03; totaal 0,16	50%
9	CH <sub>4</sub>	Aanpassen samenstelling voer (methaanarm krachtvoer) (7)	ja	1,7	CH <sub>4</sub> : 0,2	100%
10	CH <sub>4</sub>	Additieven (8)	ja	nvt	CH <sub>4</sub> : 0,08	25%
11	CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O	Verbetering ruwvoerbemesting (9)	ja	nvt	CH <sub>4</sub> : 0,13 ; N <sub>2</sub> O: 0,01; totaal 0,14	30%
12	CH <sub>4</sub>	Fokprogramma's gericht op pens- en darmfermentatie			CH <sub>4</sub> : 0,19	50%
		<b>Totaal Dier en Voeding</b>			<b>CH<sub>4</sub>: 0,73; N<sub>2</sub>O: 0,04</b>	
<b>Bodem en gewas</b>						
13	CO <sub>2</sub>	Koolstofvastlegging waaronder: Minder scheuren grasland, koolstofvastlegging (10)	ja	0,8	CO <sub>2</sub> : 0,11 (code 13, 14 en 15)	30%
14		Koolstofvastlegging waaronder: verbetering rotatie gewas (11)	ja	1,19		
15		Koolstofvastlegging waaronder: vanggewas via inzaai na oogst of via onderzaai (12)	ja	0,156		
16		Commissie grondgebondenheid			CO <sub>2</sub> : 0,2 in NI; CO <sub>2</sub> : 1,5 minder soja/palm uit buitenland	100%
		<b>Totaal Bodem en Gewas</b>			<b>CO<sub>2</sub>: 0,31; totaal 0,31 ; 1,5 in buitenland</b>	

Aanvullend is notie genomen van de resultaten van de commissie grondgebondenheid uit 2018 en van een concept van een quick scan met als titel 'Effect adviescommissie grondgebondenheid op de broeikasgasemissie van de Nederlandse melkveehouderij' door Wageningen Economic Research, d.d. 17 mei 2018, geschreven door: Joan Reijs, Co Daatselaar, Gerben Doornwaard, Alfons Beidman, Pieter Willem Blokland. Review: Theun Vellinga (Wageningen Livestock Research), Jan Peter Lesschen (Wageningen Environmental Research).

Nadere toelichting op tabel B2:

- Opslaan van mest in afgesloten buitenopslagen, en het vervolgens door bacteriën oxideren van de vrijkomende methaan. Het methaan wordt dan omgezet in kooldioxide, wat een veel lagere broeikasgaswerking heeft dan methaan. Mogelijkheid van methaanoxidatie in stallen (fairomix) is aangedragen door het PBL maar staat nog in de kinderschoenen.

2. Het vergisten van drijfmest voor de productie van biogas. Dit reduceert de methaanemissie uit mest. Daarnaast, wordt in een WKK-elektriciteit opgewerkt waarmee de boer een aanzienlijk deel van zijn energievraag compenseert.
3. Door 'preciezer' te bemesten worden de verliezen van stikstof naar het milieu vermindert (onder andere N<sub>2</sub>O-emissies) en kan worden volstaan met verminderde toevoer van stikstof naar de landbouwbodem. Bijvoorbeeld door rijenbemesting.
4. Deze stoffen remmen de omzetting van ammonium naar nitraat, en voorkomen daarmee de emissie van lachgas.
5. Klaver kan stikstof uit de atmosfeer binden waardoor minder kunstmest hoeft worden toegepast.
6. Door verbeterd diermanagement waarbij meer aandacht wordt gegeven aan de gezondheid van het melkvee kan de levensduur worden verhoogd. Hierdoor hoeft er minder jongvee te worden aangehouden om de melkproductie op peil te houden en vermindert dus het totale aantal stuks vee.
7. De emissie van methaan kan worden vermindert door een andere voersamenstelling als het vergroten van het aandeel mais en het introduceren van methaan-arm krachtvoer (zie nadere toelichting hieronder).
8. Toevoegen additieven aan rantsoen met het oogpunt van verminderen van broeikasgasemissies.
9. Door betere benutting ruwvoer minder emissie.
10. Het scheuren van grasland voor graslandvernieuwing leidt tot een verlies aan bodemkoolstof.
11. Omvat het verbeteren van de vruchtwisseling tussen grasland en maïs. Hierdoor vindt er een opbouw van bodemkoolstof plaats.
12. Na het zaaien van het maïs een vanggewas er tussen zaaien waardoor de stikstofbinding verbetert en er minder uitspoeling plaatsvindt. Daarnaast zorgt het voor meer organische stofopbouw in de bodem.

*Nadere toelichting op analyse methaanarm veevoer:*

Het PBL heeft van de NZO inzicht gekregen in een achtergrondstudie van ECOFYS, en aan de hand daarvan een nadere verkenning gedaan van de potentie van methaanarm krachtvoer. Daarvoor is ook contact gelegd met de firma Agrifirm om een betere duiding te krijgen van de potentie en een inschatting van de kosten. Dit heeft ertoe geleid dat het PBL is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- 1) Kosten van methaanarm krachtvoer:  
In van de Pol-Dasselaar et al. (2013) werd aangegeven dat er geen extra kosten zijn voor methaanarm krachtvoer. Op basis van een latere publicatie door Sebek et al. (2016) bleek deze aanname niet juist. Hierover is gesproken met Agrifirm. Agrifirm heeft bevestigd dat we betreffende rapport van Sebek et al, uit 2016 als basis voor de kostenberekening kunnen gebruiken. In de studie van Sebek et al. ontbraken de aandelen (o.a. nodig voor de kostenberekening) van de krachtvoerbrokken zoals die gemiddeld in de praktijk worden gebruikt.
- 2) Emissiereductie door methaanarm krachtvoer:  
Het technisch potentieel zou volgens Ecofys 0,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq zijn. Die berekening is gebaseerd op de in van de Pol-Dasselaar et al. genoemde afname van 35 g CO<sub>2</sub>/kg melk. Het PBL heeft deze berekening geanalyseerd. Deze klopt als de maatregel toepasbaar is bij 40-60% van de bedrijven (cq. van het aantal melkkoeien) en dan het minimum van 40% aanneemt en -35g per kg melk. Bij een melkproductie van 9462 kg zou je bij 40% toepassing (van de 1,6 mln melkkoeien) en uitgaande van 35 g CO<sub>2</sub>/kg melk op 0,2 Mton uitkomen. Omgerekend is dit -3,8% van totale emissie als gevolg van pensfermentatie.

Voor de emissiereductie berekening zijn onderstaande uitgangspunten door het PBL gebruikt:

- 1) Een reductie van 5% CH<sub>4</sub>/kg droge stof (ds) krachtvoer.
- 2) De mogelijke reducties van 5% geldt per kg ds krachtvoer (bevestigd door Agrifirm).
- 3) Krachtvoerbrok heeft ongeveer 22% aandeel in het rantsoen. De gegevens over de aandelen van de verschillende krachtvoerbrokken zijn ons door Agrifirm aangereikt. Deze percentages stonden niet vermeld in de studie van Sebek et al. uit 2016. Met deze informatie was het uiteindelijk mogelijk om de kosten te berekenen.
- 4) Als de CH<sub>4</sub>-emissie door krachtvoerbrok per kg ds niet veel afwijkt van gemiddelde CH<sub>4</sub>-emissie rantsoen per kg ds, dan zou de reductie circa 22% van -5% moeten zijn en uitkomen op circa -1,1%; dit is ca 0,063 Mton CO<sub>2</sub>.
- 5) Krachtvoer heeft gemiddeld een iets hogere CH<sub>4</sub>-emissie/kg ds heeft dan rest van het rantsoen. Dat zou betekenen dat de procentuele bijdrage aan de emissie, en dus ook de reducties iets hoger worden; waarschijnlijk is CH<sub>4</sub>-emissie/kg ds ca 5% hoger bij het krachtvoer dan bij rest rantsoen; omgerekend zou de daling dan ca 0,014 hoger kunnen uitvallen. Echter door het ontbreken van data is deze observatie niet meegenomen in de berekening.

### Onderdeel glastuinbouw

Ten behoeve van de doorrekening van de hoofdlijnen van het Klimaatakkoord ontving het PBL van de heer van der Valk (LTO-Glaskracht) onder andere volgende documenten en informatie.

*Ten behoeve van analyse nieuwbouw energiezuinige kassen en effect energiebesparing:*

- 1) Rapport WECR 'Effect intensivering, extensivering en energiebesparing op CO<sub>2</sub>-emissie Nederlandse glastuinbouw'
- 2) Kostenindicaties die meegenomen kunnen worden voor investeringssommen:
  - Energieschermen: 4 tot 8 euro per m<sup>2</sup> (van standaard naar zeer energiebesparend doek)
  - Luchtbehandeling: 4 tot 6 euro per m<sup>2</sup> (met name voor ventilatoren maar ook slurven voor verspreiding door de kas).

*Ten behoeve van analyse van benutting van externe warmte en de kenmerkende kosten voor lokale distributienetten en aansluiting op het distributienet:*

- Kosten per aansluiting orde grootte 100.000 euro.
- Kosten voor het distributienet ook orde grootte 100.000 euro per aangeslotene. Dus voor een warmtecluster met 20 aansluitingen betreft dit 2 miljoen euro voor het distributienet (en hetzelfde bedrag voor de gesommeerde aansluitkosten).

*Voor de analyse van de elektriciteitsinkoop en specificatie van profielen van deze inkoop (seizoens- en dag-nacht patroon):*

- 1) ERisk rapport 'Scenario analyse van de ontwikkeling van de inzetbaarheid en het rendement van relevante flexibele assets in de glastuinbouwsector' en Appendices (eRisk Groep, 2015).
- 2) M.b.t. de extra vraag naar elektriciteit. De extra vraag in 2030 van 3,5 TWh betreft de totale extra vraag naar elektriciteit, bestaande uit het omschakelen van eigen productie van elektriciteit (WKK) naar netinkoop, elektrificatie en intensivering van de belichting.

## Elektriciteit

### Aannames en uitgangspunten ten behoeve van de analyse van het streefbeeld

- Voor de toename van de hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon en wind heeft het secretariaat van het klimaatberaad een technische aanwijzing gegeven. Uitgangspunt is om voor het 'basisbeeld' voor WoL te rekenen met de aanname in de Kostennotitie 2018 (6,4 GW opgesteld vermogen in 2030). Zon PV vult dan aan tot de 35 TWh additioneel

voor hernieuwbaar op land. Voor het 'pluspakket' wordt vervolgens lineair geëxtrapoleerd, waarbij voor elke TWh extra elektriciteitsvraag 1 TWh extra duurzame elektriciteit wordt opgewekt. De verdeling gaat over Zon, WoL en WoZ in gelijke verhouding als in het 'basisbeeld'.

**Aannames en uitgangspunten ten behoeve van analyse van instrumenten**

Aanvullende aannames zijn niet gemaakt.

# Bijlage 2 Externe review

Een conceptversie van deze analyse is ter review voorgelegd aan een viertal hoogleraren met leerstoelen rakend aan energie, landbouw, klimaat en beleid, en aan een vijftal adviseurs die regelmatig onderzoek doen op het gebied van energie- en klimaatbeleid in Nederland.

## Hoogleraren

De volgende hoogleraren hebben een conceptversie van deze analyse gereviewd:

- Prof. dr. Kornelis Blok, hoogleraar Energiesysteemanalyse, TU Delft
- Prof. dr. Marjan Hofkes, hoogleraar Milieueconomie, Vrije Universiteit
- Prof. dr. Gert Jan Kramer, hoogleraar Duurzame Energieaanbodsystemen, Universiteit Utrecht
- Prof. dr. ir. Oene Oenema, DLO-onderzoeker en hoogleraar Nutrientenmanagement en Bodemvruchtbaarheid, Wageningen University & Research

De hoogleraren hebben elk afzonderlijk gedetailleerd commentaar geleverd en vervolgens de hoofdlijnen daarvan gebundeld (zie hieronder voor de tekst). De hoogleraren zijn onder de indruk van het verrichte werk en constateren dat – mede gegeven de korte beschikbare tijd en beperkte mate waarin voorstellen van tafels geconcretiseerd zijn – de gevolgde methode verdedigbaar is en tot een faire inschatting leidt van wat per sector en per maatregel de bijdrage aan broeikasgasemissiereductie kan zijn. Voldoende reductiepotentieel is geïdentificeerd en de totale nationale kosten daarvan zijn, in lijn met eerdere berekeningen, zo goed als mogelijk gekwantificeerd. De hoogleraren constateren, net als de onderzoekers van het PBL, dat de grootste onzekerheden in het VHKA zitten in de samenhang en overlap tussen de voorgestelde plannen (zowel binnen sectoren als tussen sectoren) en zien een grote spanning tussen het geïdentificeerde potentieel en de voorgenomen inzet om dit potentieel ook daadwerkelijk te realiseren in de periode tot 2030. Het instrumentarium is daarvoor nog onvoldoende uitgewerkt en waar dat wel zo is, is er zorg of dit wel tot de beoogde versnelling leidt. In hun gebundelde commentaar op het conceptrapport zijn vier hoofdpunten nader besproken:

- *Het rapport biedt een bruikbaar uitgangspunt voor verdere uitwerking van het VHKA, maar het instrumentarium ontbreekt.* Dit punt gaf geen aanleiding tot substantiële wijzigingen van het concept, hoewel alle detailopmerkingen zijn nagelopen.
- *'Nationale kosten' is een te beperkt kostenbegrip.* De hoogleraren erkennen daarbij dat het verstandig is consistent te blijven in het gebruik van een methode die zijn nut heeft bewezen. Voor een helder begrip van wat de 'nationale kosten' wel en niet zijn is een tekstkader toegevoegd.
- *Er is meer inzicht nodig in de getallen: ook in het referentiebeeld worden al kosten gemaakt en voeg een tabel toe van de kosteneffectiviteit op sectorniveau.* Helaas is het PBL niet in staat in het kader van deze analyse een goed inzicht te bieden in de totale kosten van het klimaat- en energiebeleid. De gesuggereerde tabel is in een tekstkader toegevoegd.
- *Schets de grote lijnen en geef aanbevelingen voor vervolgstappen.* Dit is gebeurd.

## Adviseurs

Tevens is het concept voor commentaar voorgelegd aan een vijftal adviseurs:

- Ir. Frans Rooijers, directeur CE Delft
- Dr. Ruud van den Brink, onderzoeker TNO (ECN part of TNO)
- Drs. Bert den Ouden, managing director Energy & Sustainability Berenschot
- Dr. Joris Berkhout, partner Quintel Intelligence
- Dr. ir. John Kerkhoven, partner Kalavasta



De adviseurs hebben elk apart schriftelijke opmerkingen gemaakt. In een gezamenlijke werksessie is deze adviseurs gevraagd hun reflecties te delen op de verschillende onderdelen van de analyse. Hierbij werd geconstateerd dat, waar voorheen het ETM transitie-model van Kalavasta en het PBL soms tot fors uiteenlopende getallen qua emissies en kosten kwamen, deze nu als geheel en gegeven de onzekerheden veel meer met elkaar in lijn liggen. In deze bijeenkomst kwamen daarnaast vijf hoofdthema's aan de orde:

- *Leg niet te veel nadruk op de streefwaarden als het in werkelijkheid om de nog niet aanwezige beleidsinstrumenten gaat.* Dit was een terecht aandachtspunt en in de eindversie is sterker benadrukt dat het werkelijke succes van het Klimaatakkoord samenhangt met de concreetheid van de af te spreken instrumenten en welke specifieke consequenties dit voor de tafels heeft.
- *Besteed niet alleen aandacht aan de tafelthema's, maar ga dieper in op dwarsdoorsnijdende thema's.* Dit is gebeurd.
- *Maak niet een enkele, vrij uitgebreide, samenvatting, maar laat die voorafgaan door een korte samenvatting met enkele hoofdboodschappen.* Dit is gebeurd.
- *Breng sterker naar voren dat de op kosteneffectiviteit gerichte aanpak in een spanningsveld verkeert met een aanpak die rekening houdt met de concurrentie.* Dit is gebeurd.
- *Voeg in de samenvatting een lijst toe met concrete acties die de komende maanden nodig zijn om het akkoord in een betekenisvol resultaat te kunnen laten eindigen.* Dit is gebeurd.

### **Gezamenlijke verklaring van hoogleraar-reviewers van de concept PBL analyse van het VHKA**

Het feit dat een analyse van een voorstel voor hoofdlijnen van een klimaatakkoord meer dan 200 pagina's beslaat, reflecteert de grootte en de complexiteit van de klimaatuitdaging waarvoor Nederland en de wereld zich gesteld zien. De veelheid aan voorstellen is naar onze mening door het PBL evenwichtig, fair en, voor zover mogelijk binnen de randvoorwaarden, gedegen geanalyseerd.

De lengte van de analyse roept anderzijds ook gedachten op aan het fameuze aforisme van Pascal: 'Ik had U een kortere brief willen schrijven, maar daarvoor ontbrak me de tijd.' De grootste zorg die bij zowel het PBL als bij de reviewers leeft, is dat er door de tijdsdruk nog te weinig diepgang zit in de analyse van de overlap van de maatregelen onderling en de samenhang tussen sectoren en het systeemniveau. Wij hebben het PBL aangeraden om deze problematiek in de definitieve versie van de analyse verder uit te diepen. Aanvullend daarop geven wij verderop in dit verslag aan wat wij vanuit onze gezamenlijke wetenschappelijke kennis als belangrijkste aandachtspunten zien, zowel voor het proces om tot een klimaatakkoord te komen, als voor de langere termijn.

Als reviewers hebben wij ieder afzonderlijk gedetailleerd commentaar gegeven op het concept rapport dat ons eind augustus ter hand is gesteld. Vervolgens hebben wij onze bevindingen onderling vergeleken en met het PBL besproken. In het onderstaande vatten wij de hoofdpunten samen.

### **Het rapport biedt een bruikbaar uitgangspunt voor verdere uitwerking van het VHKA**

Het PBL heeft op basis van eerdere berekeningen en eerder toegepaste modellen een inschatting gemaakt van broeikasgasreducties en kosten. Daarmee zijn de resultaten in lijn met eerdere rapportages van het PBL, wat de bruikbaarheid van de getallen ten goede komt. Modellen hebben een intrinsieke onzekerheid en onbetrouwbaarheid en in deze analyse is de

onzekerheid nog groter doordat veel van de voorstellen in het VHKA nog vaag zijn. Het rapport geeft deze onzekerheden duidelijk aan, zodat op microniveau (afzonderlijke maatregelen) het rapport een goed en duidelijk richtsnoer biedt bij de vervolgbesprekingen.

Zoals gezegd is er vanuit wetenschappelijk perspectief de grootste zorg over de samenhang op systeemniveau. Dit is een gedeelde zorg van de PBL-onderzoekers en ons als reviewers. Het PBL heeft deze zorgen vanuit haar verantwoordelijkheid gearticuleerd en wij hebben het PBL aangespoord deze zorgen en kritiek helder voor het voetlicht te brengen. Hieronder stippen wij een viertal punten aan die ons van groot belang lijken voor het vervolgproces – zowel voor het proces aan de tafels, als voor latere analyses door het PBL.

### **Het instrumentarium ontbreekt**

Deze analyse laat zien dat het potentieel om tot emissiereductie te komen met de voorgestelde maatregelen meer dan voldoende is. Maar het gebrek aan duidelijkheid over het in te zetten instrumentarium om dit potentieel te realiseren is zorgelijk. Ook: waar instrumenten of beleid wel duidelijk zijn, is dit vaak een voortzetting van huidig beleid, zonder dat duidelijk is of en hoe dit tot de versnelling zal leiden die nodig is om de 2030 doelstellingen te halen. De analyse maakt duidelijk dat waar in het verleden voortgang is gemaakt door *no-regret* beleid en het plukken van laaghangend fruit, er in de periode tot 2030 de noodzaak is om daar voorbij te gaan. Vanuit wetenschappelijk perspectief lijkt het onontkoombaar dat de overheid nadrukkelijk de koers bepaalt. Het klimaatprobleem is een *commons* probleem en het is irreëel om te verwachten dat de maatschappelijke partijen het zonder instrumentatie vanuit de overheid afkunnen. Al meer dan 10 jaar klinkt de roep 'Overheid, bindt ons aan de mast!'

Dit kan betekenen dat de politiek keuzes moet maken over instrumentatie waarover in de samenleving verschillend gedacht wordt (rekeningrijden is wellicht het duidelijkste voorbeeld). Het is daarnaast ook zaak om vaart en continuïteit in de energietransitie te houden. De energietransitie is een marathon en geen aaneenschakeling van sprintjes.

### **'Nationale kosten' is een te beperkt kostenbegrip**

In het rapport wordt de 'nationale kostenmethodiek' gebruikt, in lijn met de praktijk van het PBL. Het is goed om hierin consistent te blijven en de methode heeft zijn nut bewezen in de adviezen van het PBL aan de overheid. Maar voor de maatschappelijke partijen aan de tafels is het een abstractie die niet overeenkomt met hun kostenbegrip. Het duidelijkste voorbeeld hiervan is het feit dat burgers en bedrijven investeringen doorgaans beoordelen met een discontovoet die veel hoger is dan 3%.

Daarnaast zijn er, in het licht van de energietransitie, belangrijke kanttekeningen te maken bij het begrip. Zo blijven bijvoorbeeld externe kosten, indirecte effecten alsmede de welvaartseffecten van (verschuivingen tussen) belastingen buiten beschouwing.

### **Meer inzicht nodig in de getallen**

Het rapport vraagt veel van de lezer waar het gaat om de getallen in perspectief te plaatsen. Het referentiebeeld (NEV2017VV-SDE+) is een scenariovariant die slechts summier wordt besproken in de Nationale Energieverkenning 2017. De rapportage van emissiereducties en bijbehorende kosten wordt, zoals gebruikelijk, uitgedrukt als het verschil met het referentiebeeld. Dit maakt het lastig de voorstellen in het perspectief van reeds bestaand beleid te plaatsen.

Het is belangrijk dat het rapport van het PBL inzicht biedt in de kosteneffectiviteit van de verschillende maatregelenpakketten, in elk geval op sectorniveau. Hoewel euro/ton geen absoluut criterium voor selectie of de-selectie van maatregelen kan of moet zijn, is het toch

een nuttige maat om bij de prioritering te kunnen gebruiken. Wij raden het PBL aan om de lezer daartoe een handreiking te doen.

### **Schets de grote lijnen en geef aanbevelingen voor vervolgstappen**

Het zou wenselijk zijn een beschouwing te geven op het niveau van het hele Nederlandse energiesysteem: hoe ziet dit er in 2030 uit als alle voorstellen gerealiseerd worden? Een aantal elementen waar sterke interactie is tussen de sectoren wordt genoemd (elektriciteit, biomassa), maar niet op een eenduidige, herkenbare plaats. Dit is mede het gevolg van de lengte van het rapport, zoals eerder besproken.

Wij hebben het PBL daarom geadviseerd om, beter dan in de voorlopige versie, voor iedere sector en voor het geheel een stap terug te doen en de tafelvoorstellen ook van een afstand beschouwen en een voorlopige synthese te maken. In dit verband hebben wij het PBL aangeraden met name veel aandacht aan de samenvatting te besteden. In de voorlopige versie gaf deze geen duidelijke conclusies en aanbevelingen en deed eigenlijk geen recht aan de inhoud van het rapport.

Tot slot is het van belang de samenvatting voor elk van de sectoren van heldere conclusies en concrete aanbevelingen voor vervolgstappen te voorzien. Hier hebben wij het PBL gesticuleerd om kritischer te zijn omdat wij denken dat de tafels erg geholpen worden in de verdere onderhandelingen wanneer dit rapport duidelijk aangeeft op welke terreinen er nog essentiële elementen in de voorstellen ontbreken en waar er nog belangrijke knopen moeten worden doorgehakt.

6 september 2018

Kornelis Blok, Technische Universiteit Delft

Marjan Hofkes, Vrije Universiteit Amsterdam

Gert Jan Kramer, Universiteit Utrecht

Oene Oenema, Wageningen Universiteit en Research