



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^(*), Casper Tigchelaar^(*), Pieter Boot, Anet Weterings, Jan Matthijsen, Marc Hanou, Jan van Dam, Hans Nijland, Jordy van Meerkerk, Koen Smekens^(*), 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

^(*) 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
6	Implicaties voor de arbeidsmarkt	72
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
7	Voorgestelde instrumentatie	79
8	Interacties met het buitenland	81
8.1	Europese elektriciteitsmarkt	81
8.2	Biomassa en de koolstofbalans	82
9	Borging en governance	86
10	Gebouwde omgeving	88
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
11	Mobiliteit	115
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 ₂ -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 ₂ -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 ₂ -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

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 CO₂-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 CO₂eq). 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.

CO₂-rechten

Beprijzing van energie en/of emissies is niet relevant voor de nationale kosten, zolang dit beprijzing door de Nederlandse overheid is. Bij CO₂-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 CO₂-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 CO₂

De veronderstelde (groothandels)prijzen voor energiedragers en CO₂-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 ₂	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 CO₂-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 2030³ (exclusief LULUCF).

³ 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

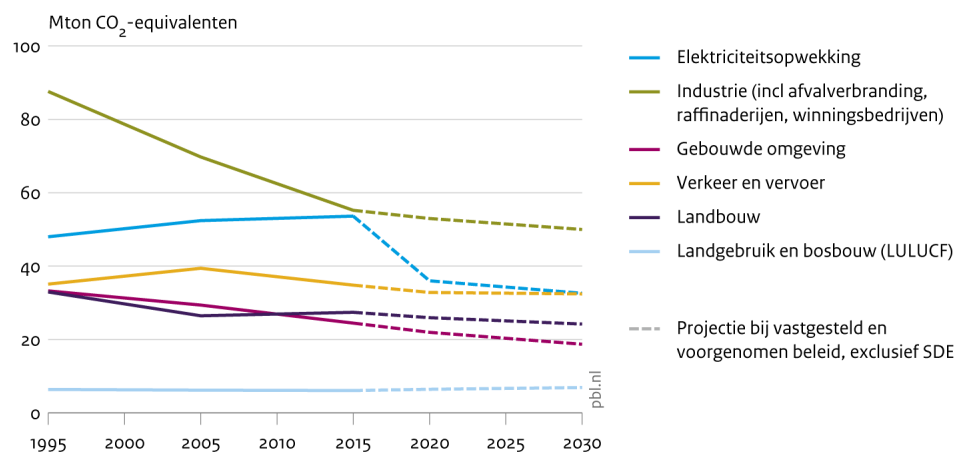
NEV2017VV-SDE		
Waterkracht	PJ	0,4
Wind op zee	PJ	53
Wind op land	PJ	41
Zon-PV	PJ	44
Vaste biomassa en afval	PJ	56
Biobrandstoffen transport	PJ	33
Biogas	PJ	15
Geothermie	PJ	10
Overige hernieuwbare warmte	PJ	29
Totaal	PJ	281
Bruto eindverbruik	PJ	1929
Aandeel HE (%)	%	14,6

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

	2015			2030		
	Totaal	CO ₂	Overige broeikasgassen	Totaal	CO ₂	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

	Gerealiseerde emissiereductie 2016 t.o.v. 1990^a	Doel 2030 t.o.v. 1990
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) ^b
EU28	-24%	-40%

^a Bron: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2016 and inventory report 2018. Europees Milieuagentschap.

^b Wettelijk vastgelegde 5^{de} 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, bouwvoorraad, 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 CO₂ 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 CO₂-reductie ook andere (maatschappelijke) voordelen bieden, waardoor een vergelijking van kosten per ton CO₂ 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 LULUCF⁴, 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.

⁴ 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 'beleids gat' 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 onderhandelingstafels. 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 onderhandelingstafels en resulterende impliciete emissieplafonds per sector in 2030 (in Mton CO₂-equivalenten)

Sectoren onderhandelingstafels	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 ^a	5,1	3,5 ^b
Totaal	195,1	110,6 ^a	84,5	48,7 ^b

^a Exclusief emissie uit LULUCF.

^b 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 onderhandelingstafels 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 tafelgrenzen 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 zinnigere 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 m³ 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 CO₂, 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 CO₂ 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 ^a	35 ^a
Gebouwde omgeving	18,7	15,3	3,4	3,7 ^b	15 ^b
Mobiliteit	32,4	25,0	7,3	7,3 ^c	25 ^c
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

^a De industrietafel heeft in het hoofddocument VHKA een selectie van maatregelen opgenomen die optelt tot 15 Mton CO₂-eq, terwijl in het werkdokument een groter maatregelpotentieel is geïnventariseerd.

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

^c 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 CO₂-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 CO₂-vrij toekomstbeeld vormen. Verbeterde efficiëntie van processen, de overgang van gas op elektriciteit en waterstof als energiedragers, hergebruik van koolstof (plastic recycling, CO₂- 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 CO₂, 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 CO₂. 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 CO₂-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 m³ 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 transitiestrategie. 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 dan 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

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

^a Exclusief kosten voor productie van 2 miljard m³ groen gas.

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

^c 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 m³ groen gas, tegen 0,2 miljard m³ 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 CO₂ 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 (Simons 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 CO₂-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 verkenningen⁵ 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.

⁵ 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 CO₂-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 CO₂) 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂. 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 CO₂ (Verenigd Koninkrijk). Dit leidt mogelijk tot een disbalans van het internationaal speelveld tenzij ETS-doelen voor 2030 Europabreed worden bijgesteld of als een verdergaande CO₂ beprijzing wordt doorgevoerd in kleinere kring, bijvoorbeeld in samenwerking met de ons omliggende landen. De huidige CO₂-prijs maakt experimenten om CO₂-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) CO₂-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

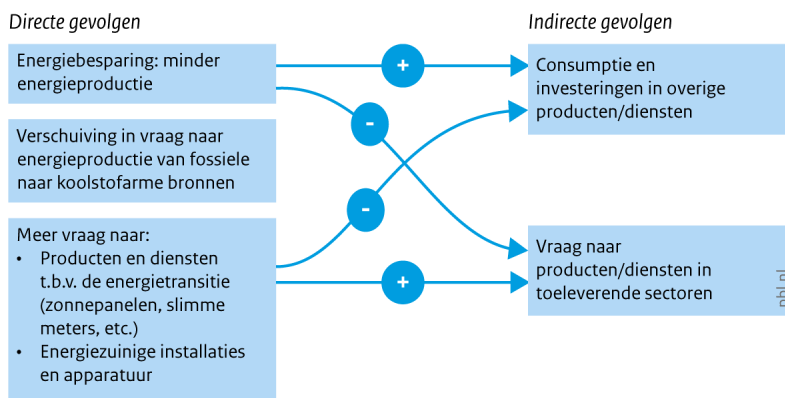
Als de voorstellen uit het VHKA worden gerealiseerd zal het energiegebruik afnemen én dat wat er nog wordt gebruikt hoofdzakelijk worden opgewekt op basis van hernieuwbare bronnen (de twee bovenste blokken links in figuur 6.1). Dit leidt tot grote veranderingen binnen de energiesector. Door energiebesparing 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) CO₂-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 CO₂ (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 CO₂-prijzen een grote rol in de ontwikkeling van de elektriciteitsmarkt. Stijgende CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂-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 CO₂ 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 CO₂ 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 m³ (60 PJ) groen gas voor de gebouwde omgeving voorgesteld. Daarmee kunnen emissiereducties van 7,5 respectievelijk 4 Mton CO₂ 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 CO₂-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 ₂
	Kolen	Primair staal	Niet	Nieuw proces op basis van elektriciteit: onzekerheid over beschikbaarheid in 2050
Energie-drager	Kolen Aardgas	Elektriciteit	5-35 TWh CO ₂ -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 ₂ en NH ₃
	Olie	Brandstof wegverkeer	100 PJ biobrandstoffen ofwel circa 200 PJ biomassa	Voertuigen met elektromotor op elektriciteit of H ₂
		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 ₂
	Aardgas	Ruimteverwarming	2 bcm (ruim 60 PJ) groen gas ofwel circa 100 PJ biomassa	Elektrificatie, geothermie en mogelijk groene H ₂
		Proceswarmte bedrijven	Niet bij industrie en landbouw	Elektrificatie, groene H ₂ 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 CO₂-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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂-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 economie⁶. 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 CO₂-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

⁶ 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 CO₂ uit de lucht, maar dit voordeel gaat verloren als bij de inzet van bio-energie dezelfde hoeveelheid CO₂ 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 CO₂-emissies bij de inzet van bio-energie op nul mogen worden gezet vanuit de ketengedachte waarbij diezelfde hoeveelheid CO₂ 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 energiebelasting 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 werkdocument⁷ kan worden gedistilleerd, worden tot 2030 ruim 1,5 miljoen woningen verduurzaamd, halveert de dienstensector zijn CO₂-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 CO₂. Het aantal verduurzaamde woningen is echter 25% minder dan wat volgens het regeerakkoord nodig is, namelijk 200.000 woningen per jaar vanaf 2020⁸.

Daarnaast heeft de tafel aangegeven dat ze verwacht dat in 2030 2 miljard m³ duurzame gassen nodig zijn in de gebouwde omgeving (goed voor 3,6 Mton emissiereductie).⁹ Die verwachting is niet onderbouwd en het ontbreekt nu nog aan een aanpak deze duurzame gassen 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

⁷ 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>.

⁸ 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.

⁹ 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>.

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].
- 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 CO₂-afvang voor glastuinbouw*. Delft: CE Delft.
- CE Delft (2018), *CO₂-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 CO₂ 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].
- 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 CO₂ 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 CO₂-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/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/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 CO₂', *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 CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ 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 CO₂-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 gasen 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 (CO₂-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 CO₂-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-begrootheid 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

Werkgeversaankpak 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 - CO₂-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% CO₂-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 CO₂-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 CO₂/NO_x/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 CO₂-emissie, vermeden externe kosten wegverkeer subsidiëren bij gebruik spoor (per tonkilometer). Oprichten innovatiefonds nulmissie 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 CO₂-normen voor bestelwagens en strengere EU CO₂-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 CO₂-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_x) bij binnenvaartmotoren). Aanscherpen CO₂-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% CO₂-emissiereductie van alle binnenvaartschepen met Nederlandse vlag voor 2025 (en nulemissie 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 CO₂-reductie (op voorwaarde van sloop van de oude motor) met 12 mln euro tot 2025 vanuit DKTi binnenvaart. Garantieregeling (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 nulemissie 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 nulemissie 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 CO₂, 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 CO₂-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
BEHEER	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
ONTWIKKELING	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	
	LANDBOUW	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 ₂ , CH ₄ en N ₂ O	Maatregel	Direct toepasbaar	Realiseerbaar potentieel (PBL 2030) (inclusief andere sectoren waar relevant) in Mton CO ₂ -eq.	Realistisch potentieel 2030 (inschatting NZO voor zuivel)	Toegepast ontsluitingspercentage op technisch potentieel (Inschatting NZO voor zuivel)
Mestopslag en Bemesting						
2	CH ₄ /N ₂ O	Methaan-oxidatie buitenopslag (1)	ja	0,6	CH ₄ : 0,28	20%
4	CH ₄ /N ₂ O	Monomest-vergisting (2)	ja	1,0	CH ₄ : 0,12; N ₂ O: 0,01; Totaal 0,13	5%
5	N ₂ O	Precisiebemesting (3)	ja	0,4	N ₂ O: 0,04	50%
6	N ₂ O	Nitrificatieremmers (4)	ja	0,4	N ₂ O: 0,12	30%
7	N ₂ O	Vervangen deel gras door klaver (5)	Onderzoek	nvt	N ₂ O: 0,04; CO ₂ : 0,06 (minder kunstmest productie)	35%
		Totaal Mestopslag/bemesting	ja		CO₂: 0,06; CH₄: 0,4; N₂O: 0,21	
Dier en Voeding						
8	CH ₄ /N ₂ O	Levensduur verlenging melkvee (6)	ja	0,5	CH ₄ : 0,13; N ₂ O: 0,03; totaal 0,16	50%
9	CH ₄	Aanpassen samenstelling voer (methaanarm krachtvoer) (7)	ja	1,7	CH ₄ : 0,2	100%
10	CH ₄	Additieven (8)	ja	nvt	CH ₄ : 0,08	25%
11	CH ₄ /N ₂ O	Verbetering ruwvoerbenutting (9)	ja	nvt	CH ₄ : 0,13 ; N ₂ O: 0,01; totaal 0,14	30%
12	CH ₄	Fokprogramma's gericht op pens- en darmfermentatie			CH ₄ : 0,19	50%
		Totaal Dier en Voeding			CH₄: 0,73; N₂O: 0,04	
Bodem en gewas						
13	CO ₂	Koolstofvastlegging waaronder: Minder scheuren grasland, koolstofvastlegging (10)	ja	0,8	CO ₂ : 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 ₂ : 0,2 in NI; CO ₂ : 1,5 minder soja/palm uit buitenland	100%
		Totaal Bodem en Gewas			CO₂: 0,31; totaal 0,31 ; 1,5 in buitenland	

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 N₂O-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 CO₂-eq zijn. Die berekening is gebaseerd op de in van de Pol-Dasselaar et al. genoemde afname van 35 g CO₂/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 CO₂/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% CH₄/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 CH₄-emissie door krachtvoerbrok per kg ds niet veel afwijkt van gemiddelde CH₄-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 CO₂.
- 5) Krachtvoer heeft gemiddeld een iets hogere CH₄-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 CH₄-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 CO₂-emissie Nederlandse glastuinbouw'
- 2) Kostenindicaties die meegenomen kunnen worden voor investeringssommen:
 - Energieschermen: 4 tot 8 euro per m² (van standaard naar zeer energiebesparend doek)
 - Luchtbehandeling: 4 tot 6 euro per m² (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 tafelformules, 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